

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELLA DIGA DROVE DI CEPPARELLO



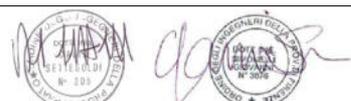
PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato: ET09.01	Nome Elaborato: RELAZIONE SULLE STRUTTURE	Scala: -
		Data: 30/10/2020

Settore:  INGEGNERIE TOSCANI	Sede Firenze Via de Sanctis, 49 Cod. Fiscale e P.I. 06111950488
<small>Organizzazione dotata di Sistema di Gestione Integrato certificato in conformità alla normativa ISO9001 - ISO14001 - OHSAS18001 - SA8000</small>	

PROGETTAZIONE :	COLLABORATORI :
PROGETTISTA : ING. GIOVANNI SIMONELLI	GEOL. CARLO FERRI
GEOLOGO : GEOL. FILIPPO LANDINI	PER. AGR. DAVIDE MORETTI
ESPROPRI : GEOM. ANDREA PATRIARCHI	GEOM. ANDREA BERNARDINI

CONSULENTI TECNICI :  PROGETTISTA OPERE IDRAULICHE E STRUTTURALI :ING. DAVID SETTESOLDI	COMMESSA I.T. : INGT-TPLPD-ACQAC159
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------

	RESPONSABILE COMMITTENTE : GEOM. ALESSANDRO PIOLI
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

DELEGATO DEL DIRETTORE TECNICO: ING. GIOVANNI SIMONELLI	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :  ING. ROBERTO CECCHINI
--------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Rev.	Data	Descrizione / Motivo della revisione	Redatto	Controllato / Approvato
02	30 / 10 / 2020	Seconda Emissione (Richieste pervenute e revisione costi)	Pinelli/Remorini	Settesoldi
01	18 / 04 / 2019	Prima Emissione	Pinelli/Remorini	Settesoldi

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE INTERVENTI PREVISTI	5
3.1	CANALI SFIORATORI	7
3.2	VASCA DI DISSIPAZIONE	10
3.3	POZZETTO PERDITE	12
3.4	OPERA DI PRESA SCARICO DI FONDO	12
3.5	POZZETTO DI COMANDO SCARICO DI FONDO.....	13
3.6	MURO CONTROSPINTA MICROTUNNELING PER SCARICO DI FONDO	14
3.7	PASSERELLE IN ACCIAIO	15
4	MATERIALI IMPIEGATI	16
5	PERICOLOSITÀ SISMICA	17
5.1	RISPOSTA SISMICA LOCALE	17
5.1.1	<i>SPETTRI DI RISPOSTA IN ACCELERAZIONE E ACCELEROGRAMMI</i>	17
6	RELAZIONE DI CALCOLO	21
6.1	VERIFICHE OPERE DI SOSTEGNO	21
6.2	VERIFICHE POZZETTI E VASCHE IN C.A	21
6.3	VERIFICA OPERE ACCESSORIE IN ACCIAIO.....	21
6.4	METODO DI VERIFICA UTILIZZATO	21
6.5	CARICHI UTILIZZATI PER LE VERIFICHE	21
6.6	COMBINAZIONI DI CARICO.....	22
6.7	VERIFICHE A FESSURAZIONE	23
6.8	CANALI FUGATORI.....	25
6.8.1	<i>PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA</i>	25
6.8.1.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA	29
6.8.2	<i>PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA CON MURO DI SOSTEGNO</i>	31
6.8.2.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA CON MURO DI SOSTEGNO	35
6.8.3	<i>PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO "A CAVALLETTO"</i>	37
6.8.3.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO "a cavalletto"	41
6.8.4	<i>PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO – FILA SINGOLA SENZA TIRANTI</i>	43
6.8.4.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO SENZA TIRANTI	47
6.8.5	<i>PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI DI TIRANTI CON MURO DI SOSTEGNO</i>	49
6.8.5.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON TRE ORDINI DI TIRANTI	53
6.8.6	<i>PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI</i>	56
6.8.6.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON DUE ORDINI DI TIRANTI	60
6.8.7	<i>PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI E CON MURO DI SOSTEGNO</i>	62
6.8.7.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON DUE ORDINI DI TIRANTI E CON MURO DI SOSTEGNO	66
6.8.8	<i>PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI</i>	68
6.8.8.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON UN ORDINE DI TIRANTI	72
6.8.9	<i>VERIFICA VASCHE C.A. (CON FONDAZIONI SUPERFICIALI E CON FONDAZIONI SU PALI)</i>	74

6.8.9.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI VASCHE C.A. (CON FONDAZIONI SUPERFICIALI).....	84
6.8.9.2	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI VASCHE C.A. (CON FONDAZIONI PROFONDE).....	85
6.9	MURO DI SOSTEGNO.....	88
6.9.1	<i>MURO DI SOSTEGNO PER REALIZZAZIONE STRADA PEDONALE.....</i>	<i>88</i>
6.9.1.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI MURO DI SOSTEGNO.....	89
6.10	VASCA DI DISSIPAZIONE.....	92
6.10.1	<i>PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE.....</i>	<i>92</i>
6.10.1.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE.....	97
6.10.2	<i>PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE.....</i>	<i>100</i>
6.10.2.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE.....	104
6.10.3	<i>PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE.....</i>	<i>106</i>
6.10.3.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE.....	108
6.10.4	<i>VASCA DI DISSIPAZIONE.....</i>	<i>110</i>
6.10.4.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI VASCA DI DISSIPAZIONE.....	115
6.11	POZZETTO PERDITE.....	116
6.11.1.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI POZZETTO PERDITE.....	119
6.12	OPERA DI PRESA SCARICO DI FONDO.....	120
6.12.1.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI OPERA DI PRESA.....	123
6.13	POZZETTO DI COMANDO SCARICO DI FONDO.....	124
6.13.1.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI – OPERA PROVVISORIALE PER POZZETTO DI COMANDO.....	127
6.13.1.2	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI POZZETTO DI COMANDO.....	129
6.14	MURO CONTROSPINTA MICROTUNNELING PER SCARICO DI FONDO.....	130
6.14.1.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI MURO DI CONTROSPINTA.....	132
6.15	PASSERELLE IN ACCIAIO.....	134
6.15.1.1	RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PASSERELLE IN ACCIAIO.....	136
7	FASCICOLO DEI CALCOLI STRUTTURALI.....	137
8	PIANO DI MANUTENZIONE.....	139
8.1	FONDAZIONI.....	139
8.2	STRUTTURE IN C.A. IN ELEVATO.....	139
8.3	PARATIE.....	139
8.4	TIRANTI.....	139

1 PREMESSA

La presente relazione strutturale è parte integrante del progetto definitivo degli interventi di miglioramento della diga di Cepparello ubicata nel Comune di Poggibonsi (Prov. SI).

La relazione strutturale è redatta in conformità delle normative e raccomandazioni di riferimento elencate al successivo paragrafo.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento è la seguente:

- **Legge n. 1086 del 05/11/1971**
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge n. 64 del 02/02/1974**
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Circolare Ministeriale n. 11951 del 14/02/1974**
Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione.
- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988**
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Norme Tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (D.M. 26 Giugno 2014)**
- **Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018)**
- **Istruzioni MIT DG Dighe Luglio 2018**
Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica di cui al D.M. 26 Giugno 2014 e al D.M. 17 Gennaio 2018 in merito alle verifiche sismiche delle grandi dighe, degli scarichi e delle opere accessorie.
- **Procedura MIT DG Dighe Marzo 2019**
Procedura per la rivalutazione sismica delle grandi dighe, degli scarichi e delle opere accessorie.
- **Circolare n. 7 del 21/01/2019**
Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

3 DESCRIZIONE INTERVENTI PREVISTI

Allo stato attuale la diga di Cepparello presenta carenze che non garantiscono le minime condizioni di sicurezza idraulica previste dalle norme del D.M. del 26 giugno 2014, in quanto al verificarsi dell'evento millenario la diga potrebbe essere tracimata anche qualora l'invaso fosse limitato o addirittura pressoché vuoto ad inizio evento.

L'intervento previsto comporta:

- la modifica delle dimensioni dei canali sfioratori e della vasca di dissipazione;
- la realizzazione di uno scarico di fondo mediante microtunneling;
- la realizzazione delle opere di presa dello scarico;
- la realizzazione del pozzetto valvole e pompe dello scarico di fondo;
- la realizzazione di un pozzetto per il convogliamento di drenaggi e perdite;
- la realizzazione di tre passerelle in acciaio.

Si descrivono nel seguito gli interventi previsti.

3.1 CANALI SFIORATORI

Si prevede la demolizione e la ricostruzione dei canali sfioratori con sezione ampliata sia in altezza sia in larghezza rispetto allo stato attuale.

Per la realizzazione dei canali sfioratori sarà necessario utilizzare diverse tecnologie costruttive tra cui opere di sostegno con pali di grande diametro tirantate, paratie con pali di grande diametro su due file per sistema "a cavalletto", paratie di micropali con 1, 2 o 3 ordini di tiranti, manufatti in cemento armato con fondazioni su micropali.

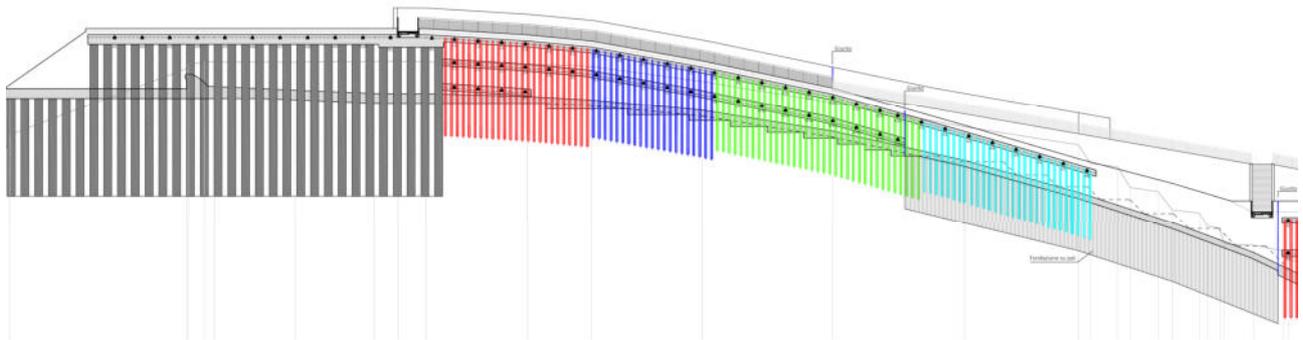


Figura 3-2 – Prospetto argine sinistro canale sfioratore sinistro

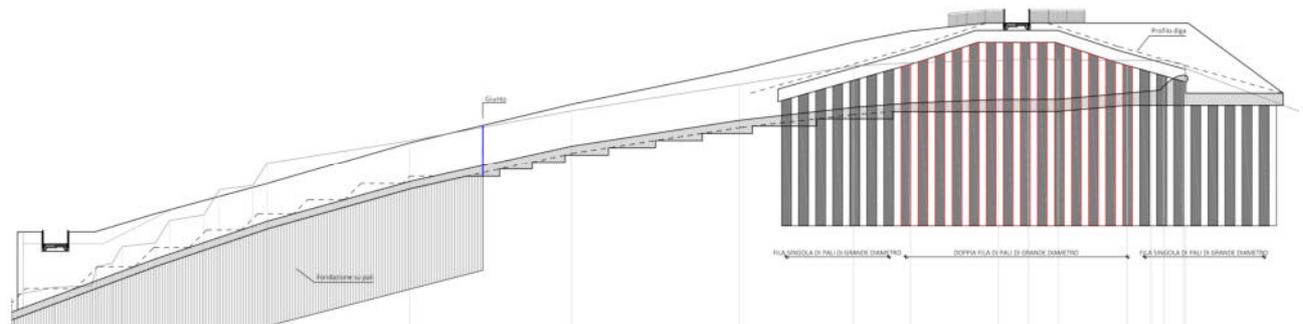


Figura 3-3 – Prospetto argine destro canale sfioratore sinistro

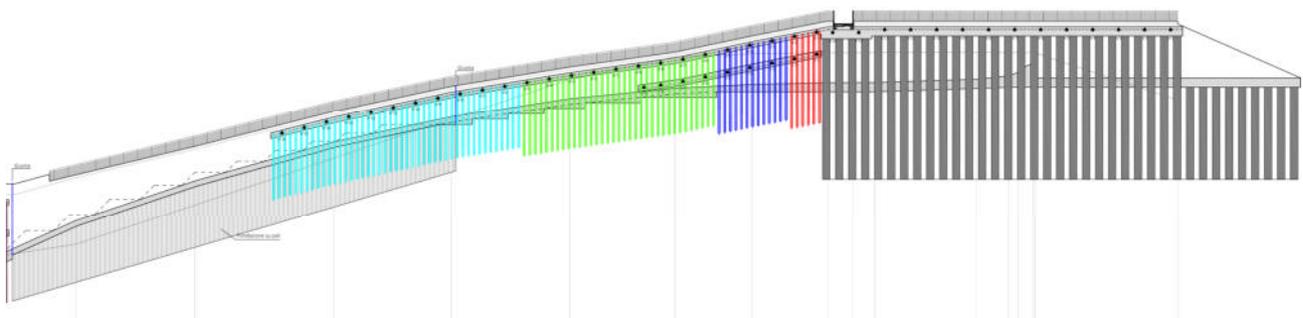


Figura 3-4 – Prospetto argine destro canale sfioratore destro

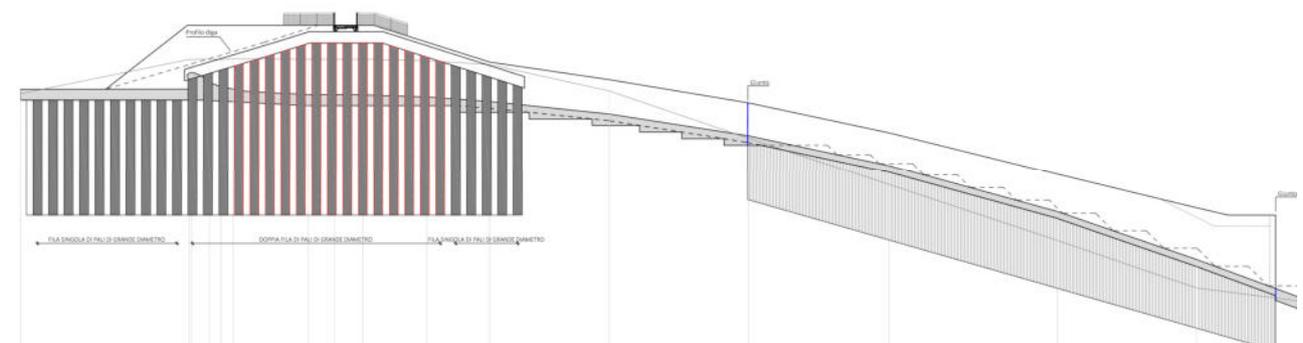


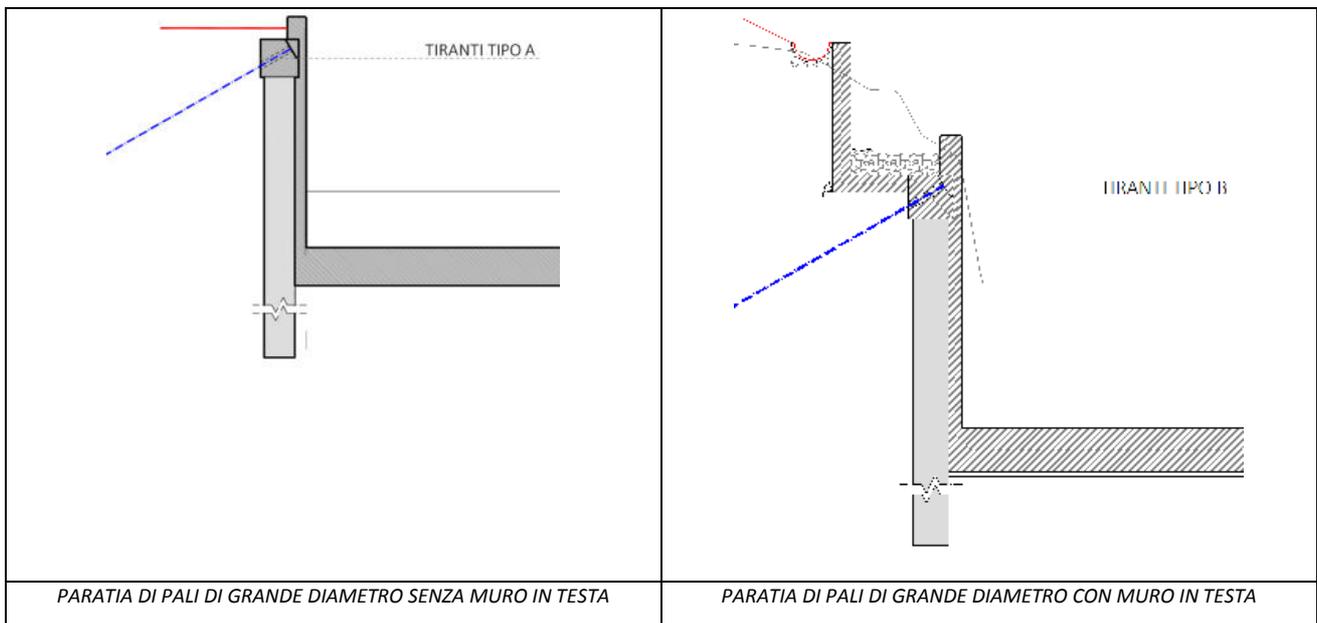
Figura 3-5 – Prospetto argine sinistro canale sfioratore destro

CANALE CON PARATIA CON PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA - LATO CAMPAGNA

Nella porzione di monte lato campagna si prevede la realizzazione di una paratia tirantata realizzata con pali secanti $\phi 800$ passo 70 centimetri armati “uno si e uno no” con infissione dei pali nel terreno pari a 10,00m. L’opera sarà dotata di cordolo di testa in c.a. di dimensioni pari a 100x100 centimetri da realizzare preliminarmente allo scavo su cui saranno applicati tiranti passivi con perforazione $\phi 125$ armati armate con barre DYWIDAG $\phi 32$ mm a passo 2,80m. L’opera di sostegno sarà rivestita con una cartella in cemento armato da 20 centimetri di spessore.

Il fondo del canale avrà uno spessore pari a 100 centimetri.

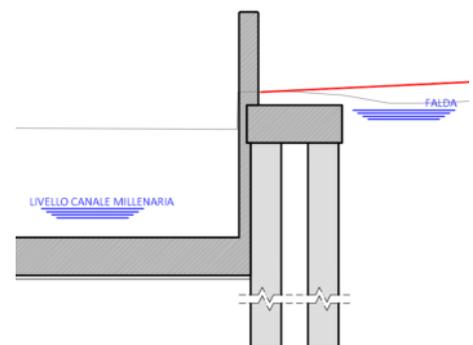
Su una porzione dell’opera si prevede la costruzione di un muro di sostegno in testa alla paratia in modo da consentire la realizzazione di una strada pedonale per l’accesso al coronamento della diga.



CANALE CON PARATIA CON PALI DI GRANDE DIAMETRO SU DUE FILE - LATO DIGA

Nella porzione di monte lato diga si prevede la realizzazione di una paratia con pali $\phi 800$ posti ad interasse trasversale di 1,50m lungo due file, in modo da formare con il cordolo superiore un sistema “a cavalletto”. La fila lato canale verrà realizzata con pali secanti $\phi 800$ passo 70 centimetri armati “uno si e uno no” con infissione dei pali nel terreno pari a 10,00m; la fila lato diga sarà realizzata con soli pali armati $\phi 800$ passo 140 centimetri con infissione nel terreno pari a 10,00m. L’opera sarà dotata di cordolo di testa in c.a. 250x100 centimetri da realizzare preliminarmente allo scavo. L’opera di sostegno sarà rivestita con una cartella in cemento armato da 20 centimetri di spessore.

Il fondo del canale avrà uno spessore pari a 100 centimetri.



CANALE CON PARATIA DI MICROPALI TIRANTATA - LATO CAMPAGNA

Nella porzione centrale dei canali sfioratori si prevede la realizzazione di paratie di micropali tirantate. I micropali saranno realizzati con perforazioni $\phi 220\text{mm}$ passo 60 centimetri e armatura $\phi 139.7 \times 10\text{mm}$.

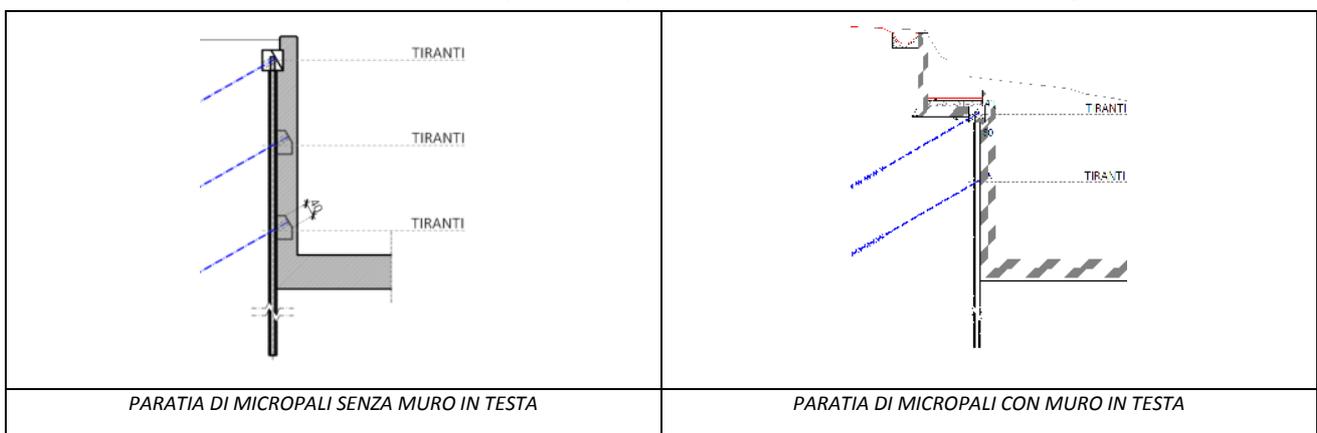
L'opera sarà dotata di cordolo di testa in c.a. di dimensioni pari a 60×60 centimetri da realizzare preliminarmente allo scavo su cui saranno applicati tiranti passivi con perforazione $\phi 125$ armati con barre DYWIDAG $\phi 32\text{mm}$ a passo 2,40m.

I cordoli degli ordini inferiori avranno dimensioni pari a 45×69 centimetri.

A seconda dell'altezza di scavo saranno inseriti ulteriori ordini di tiranti contrastati su opportune travi di riscontro in c.a. (fino a 3 ordini di tiranti).

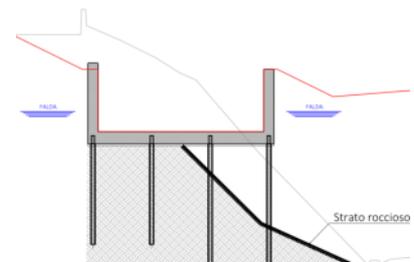
Le pareti e la platea del canale sfioratore avranno spessore pari a 60 centimetri.

Su una porzione dell'opera si prevede la costruzione di un muro di sostegno in testa alla paratia in modo da consentire la realizzazione di una strada pedonale per l'accesso al coronamento della diga.



CANALE CON FONDAZIONI SU MICROPALI

La parte più a valle dei canali sfioratori si trova in una situazione completamente diversa rispetto a quelle viste in precedenza. La realizzazione dell'opera non necessita la realizzazione di opere di sostegno. Tuttavia, al fine di fondare il canale sullo strato roccioso, si rende necessario la realizzazione di fondazioni profonde su micropali. I micropali saranno realizzati con perforazioni $\phi 220\text{mm}$ e armatura $\phi 139.7 \times 10\text{mm}$.



Le pareti e la platea del canale sfioratore avranno spessore rispettivamente di 50 e 60 centimetri.

3.2 VASCA DI DISSIPAZIONE

Si prevede la demolizione e la ricostruzione della vasca di dissipazione esistente.

Progettualmente la vasca è stata divisa in tre parti:

- Vasca lato diga, con pareti di altezza massima di circa 11.9m, planimetricamente ubicata in sovrapposizione alla vasca esistente;
- Parte centrale vasca collegata al pozzetto dello scarico di fondo (vedi relativa descrizione) con pareti di altezza massima di circa 9.9m, planimetricamente ubicata subito a valle della vasca esistente;
- Vasca di raccordo terminale dopo lo stramazzo

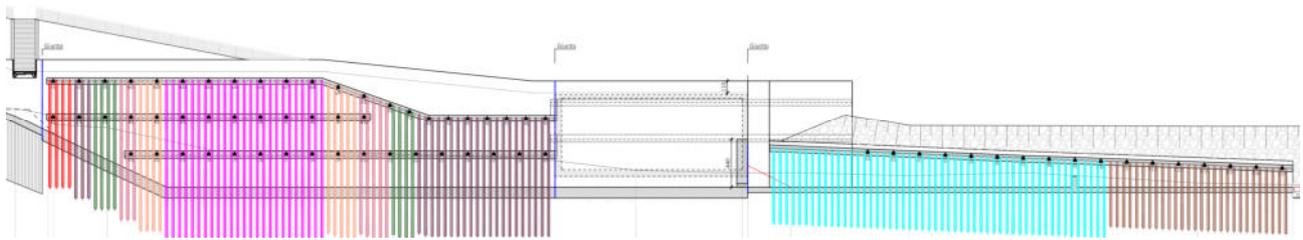


Figura 3-6 – Prospetto paratia di sinistra per realizzazione vasca di dissipazione

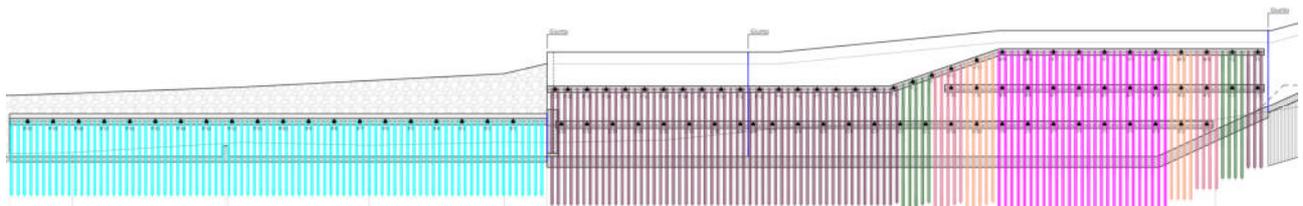
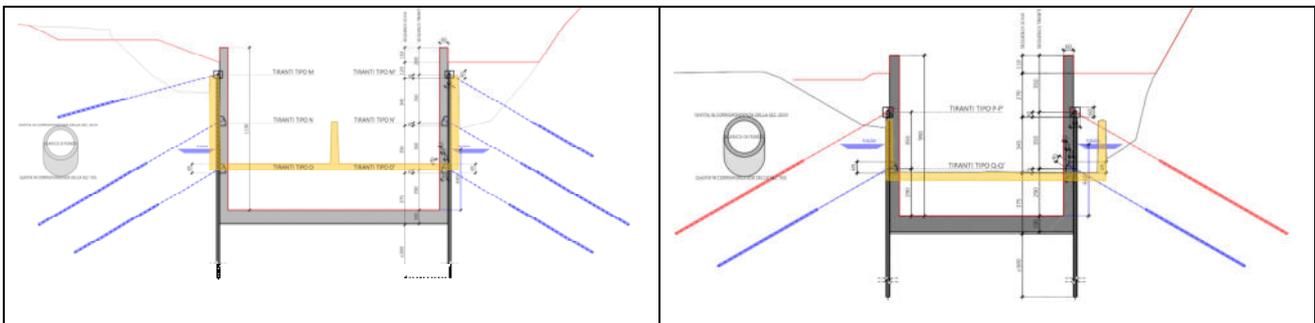


Figura 3-7 – Prospetto paratia di destra per realizzazione vasca di dissipazione

VASCA DI DISSIPAZIONE LATO DIGA



La nuova vasca sarà impostata ad una quota inferiore rispetto a quella esistente ed avrà pareti di altezza massima di 11.9m.

Per la costruzione della vasca si prevede la realizzazione di paratie di micropali tirantate con 2 o 3 ordini di tiranti.

I micropali saranno realizzati con perforazioni $\phi 220\text{mm}$ passo 60 centimetri e armatura $\phi 139.7 \times 10\text{mm}$.

L'opera sarà dotata di cordolo di testa in c.a. di dimensioni pari a 60x60 centimetri da realizzare preliminarmente allo scavo su cui saranno applicati tiranti passivi con perforazione $\phi 125$ armati con barre DYWIDAG $\phi 32\text{mm}$ a passo 1,80m e 2,40m. I cordoli degli ordini inferiori avranno dimensioni pari a 45x69 centimetri.

Le pareti e la platea della vasca avranno spessore rispettivamente di 60 e 100 centimetri.

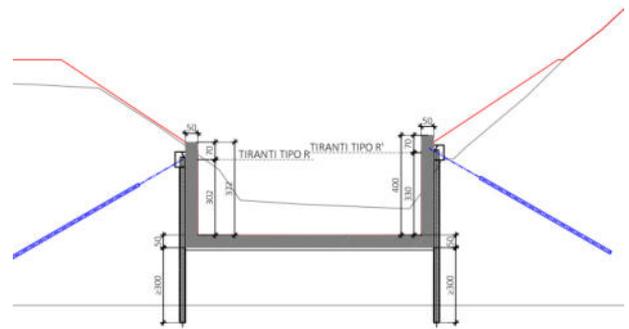
VASCA DI DISSIPAZIONE – A VALLE DELLO STRAMAZZO

Per la costruzione della vasca si prevede la realizzazione di paratie di micropali tirantate.

I micropali saranno realizzati con perforazioni $\phi 220\text{mm}$ passo 60 centimetri e armatura $\phi 139.7 \times 10\text{mm}$.

L'opera sarà dotata di cordolo di testa in c.a. di dimensioni pari a 60×60 centimetri da realizzare preliminarmente allo scavo su cui saranno applicati tiranti passivi con perforazione $\phi 125$ armati con barre DYWIDAG $\phi 32\text{mm}$ a passo $2,40\text{m}$.

Le pareti e la platea della vasca avranno spessore di 50 centimetri.



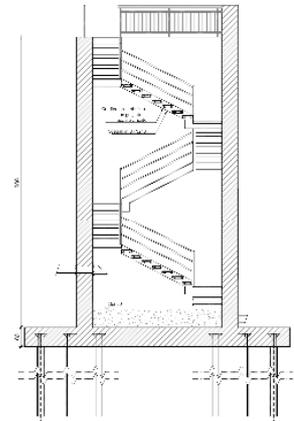
3.3 POZZETTO PERDITE

Si prevede la realizzazione di un pozzetto per il controllo dei drenaggi a valle della diga.

Il manufatto avrà forma quadrata di dimensioni pari a 500x500 centimetri e altezza pari a 906 centimetri e sarà composto da una platea in cemento armato e da pareti in cemento armato da 50 centimetri. Le fondazioni saranno di tipo profondo costituite da micropali $\phi 220\text{mm}$ e armatura $\phi 139.7 \times 10\text{mm}$.

A livello del coronamento del pozzetto non è prevista alcuna copertura.

E' prevista la realizzazione di una scala metallica con profilati UPN240 e gradini prefabbricati con grigliato in acciaio zincato.



3.4 OPERA DI PRESA SCARICO DI FONDO

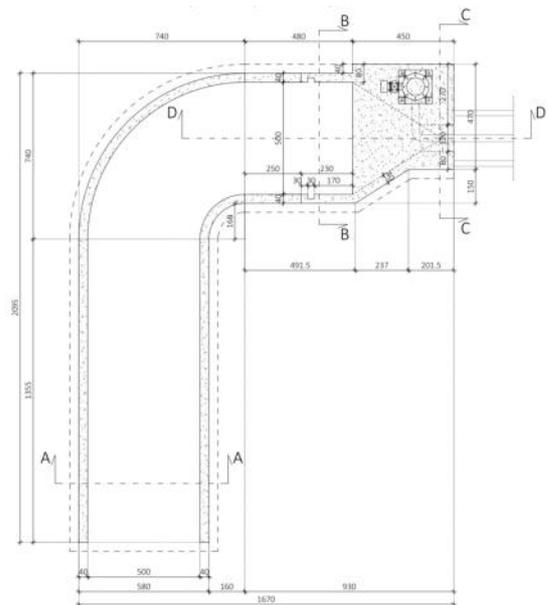
Si prevede la realizzazione di un'opera di presa dello scarico di fondo lato invaso.

Il manufatto sarà costituito da un canale con sezione a C di altezza variabile da 200 a 300 centimetri e larghezza interna pari a 500 centimetri.

Le pareti avranno spessore pari a 40 centimetri.

La platea, di spessore di 50 e 100 centimetri sarà impostata su fondazioni di tipo profondo costituite da micropali $\phi 220\text{mm}$ e armatura $\phi 139.7 \times 10\text{mm}$.

La parte terminale del canale avrà sezione chiusa per il raccordo con lo scarico di fondo. In tale porzione le pareti avranno sezione variabile.

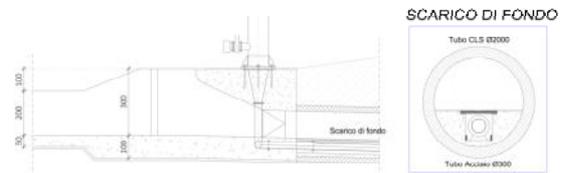
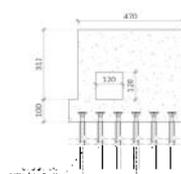
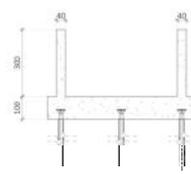
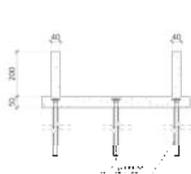


Sezione A-A

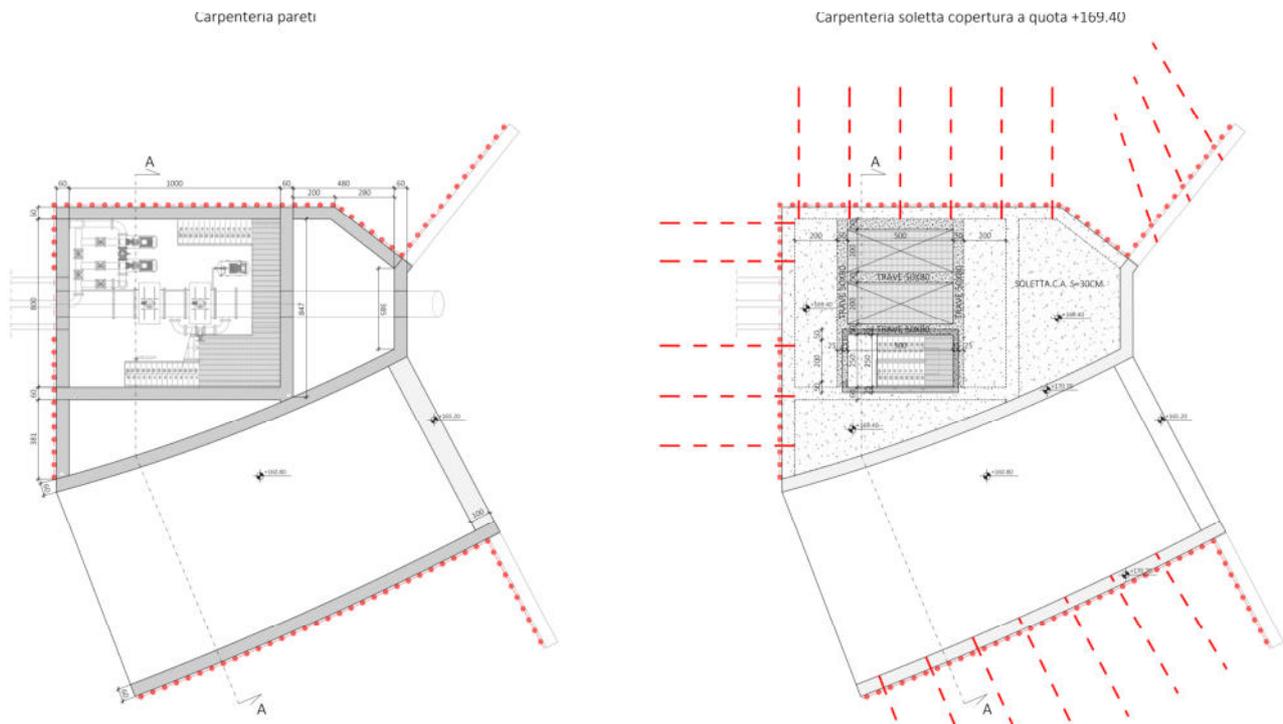
Sezione B-B

Sezione C-C

Sezione D-D



3.5 POZZETTO DI COMANDO SCARICO DI FONDO



Si prevede la realizzazione di un pozzetto per la manovra dello scarico di fondo.

Per la realizzazione dello scavo si prevede la realizzazione di paratie di micropali tirantate con 2 ordini di tiranti.

I micropali saranno realizzati con perforazioni $\phi 220\text{mm}$ passo 60 centimetri e armatura $\phi 139.7 \times 10\text{mm}$.

L'opera sarà dotata di cordolo di testa in c.a. di dimensioni pari a 60×60 centimetri da realizzare preliminarmente allo scavo su cui saranno applicati tiranti passivi con perforazione $\phi 125$ armati con barre DYWIDAG $\phi 32\text{mm}$ a passo 2,40m. I cordoli degli ordini inferiori avranno dimensioni pari a 45×69 centimetri.

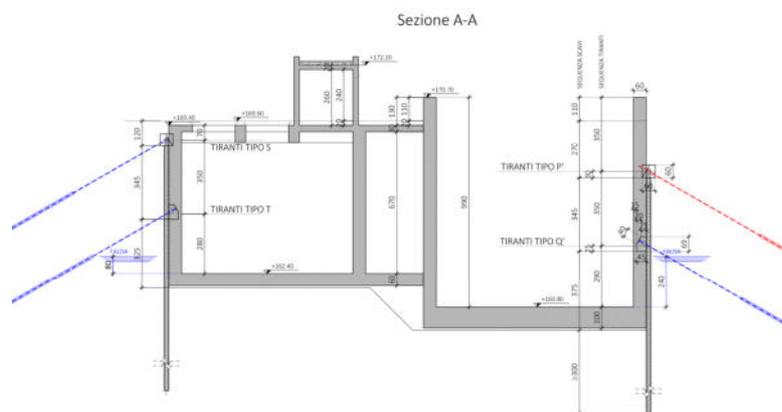
Il pozzetto sarà collegato ad una parte della vasca di dissipazione.

Nel suo complesso il manufatto avrà dimensioni in pianta inscrivibili in un rettangolo di dimensioni pari a $21 \times 15.55\text{m}$ circa.

La fondazione della vasca e del pozzetto avranno rispettivamente uno spessore pari a 100 e 60 centimetri.

Le pareti entro terra e fuori terra avranno rispettivamente uno spessore pari a 60 e 25 centimetri.

La soletta di copertura del pozzetto avrà spessore pari a 30 centimetri mentre la soletta di copertura del vano scala avrà spessore pari a 20 centimetri.



3.6 MURO CONTROSPINTA MICROTUNNELING PER SCARICO DI FONDO

La realizzazione dello scarico di fondo avverrà con la tecnologia del microtunneling.

All'interno del pozzo di partenza sarà montato il gruppo di spinta costituito da quattro pistoni telescopici fissati posteriormente ad una piastra metallica ed anteriormente all'anello di spinta. Sulla platea di fondo sarà fissato un telaio metallico con la funzione di slitta per i conchi di tubazione.



Figura 3-8 – Unità di spinta

Per il funzionamento del gruppo di spinta è necessario realizzare un muro di contropinta capace di contrastare le azioni in gioco.

Si prevede la realizzazione di un telaio in acciaio con funzionamento a mensola tozza composta da profilati in acciaio HEM320 con calastrelli HEB 200 e controventi con L100x10. La parte della mensola che lavora a trazione sarà fondata su micropali $\phi 220\text{mm}$ armati con barre tipo "GEWI PLUS" da 43mm. La parte della mensola che lavora a compressione sarà fondata su platea da impostare sopra lo strato roccioso.

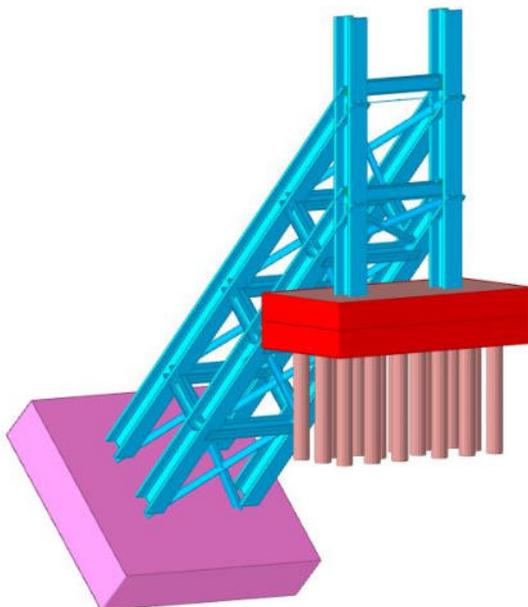
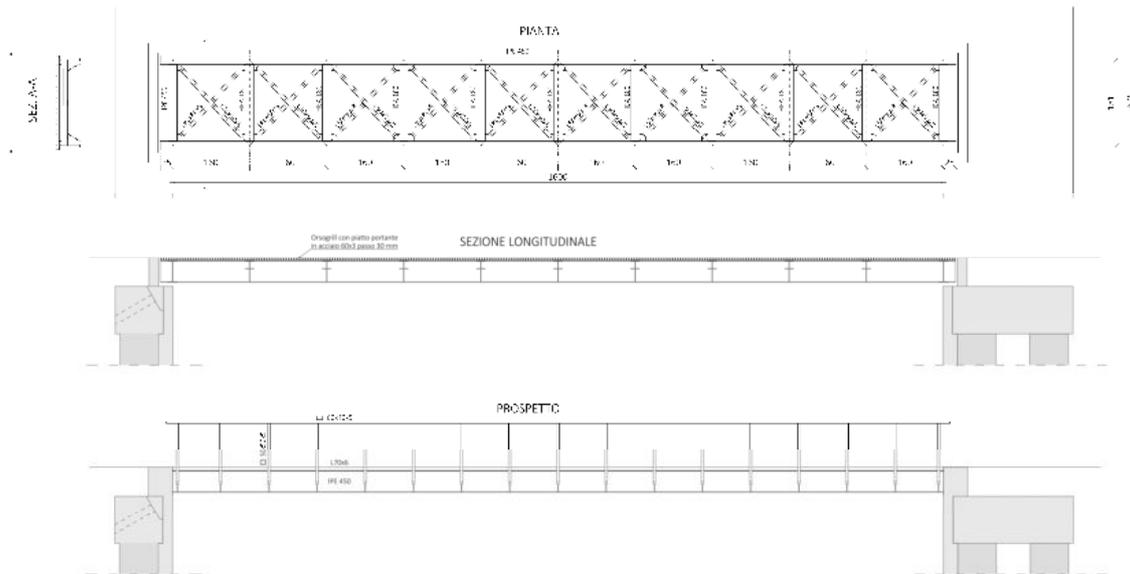


Figura 3-9 – Muro di contropinta

3.7 PASSERELLE IN ACCIAIO

E' prevista la realizzazione di due passerelle in acciaio.

La struttura sarà costituita da due travi principali IPE 450, da rompitratta HEA 180, da diagonali in pianta L80x80x8 e da piano di calpestio con Orsogrill.



4 MATERIALI IMPIEGATI

Si riporta di seguito la tabella materiali inserita negli elaborati grafici:

<u>CALCESTRUZZO PER OPERE IN C.A.</u>	
- Tipo di conglomerato:	Calcestruzzo strutturale normale a prestazione garantita secondo le norme UNI EN 206-1 e UNI 11104
- Classe di resistenza:	C32/40 - $R_{ck} > 40 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione:	XC2 (bagnato, raramente asciutto) per pali di fondazione XC4 (ciclicamente asciutto e bagnato) per altre strutture
- Classe di consistenza:	S5
- Rapporto A/C:	Max 0.50
- Cemento:	Tipo CEM I (Cemento Portland) classe 42.5 R secondo UNI EN 197-1
- Aggregato:	normale, di origine naturale o artificiale
- Diametro max. inerte:	20 mm secondo la norma UNI 12620
<u>SOTTOFONDAZIONI (MAGRONI), FONDAZIONI NON ARMATE E GETTI DI RIEMPIMENTO</u>	
- Tipo di conglomerato:	Calcestruzzo strutturale normale a prestazione garantita secondo le norme UNI EN 206-1 UNI 11104
- Resistenza caratteristica a compressione:	C12/15 ($R_{ck} = 150 \text{ Kg/cm}^2$)
- Classe di consistenza:	S4 (fluida)
<u>ACCIAIO PER ARMATURA C.A.</u>	
- Tipo di armature:	Barre ad aderenza migliorata tipo B450C, in conformita' al D.M. 17/01/18
- Tensione di snervamento caratteristica:	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$ (frattile 5%)
- Tensione di rottura caratteristica:	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$ (frattile 5%)
- Rapporto resistenza e tensione snervamento:	$1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$ (frattile 10%)
- Rapporto medio valore effettivo e nominale:	$(f_y/f_{ynom})_k \leq 1.25$ (frattile 10%)
- Allungamento uniforme al carico massimo:	$(\Delta g_t)_k \geq 7.5\%$ (frattile 10%)
<u>CARPENTERIA METALLICA</u>	
- Tipo di acciaio:	Acciaio S275JR [UNI EN 10025:1995] (Fe430) $f_{yk} = 275 \text{ MPa}$; $f_{tk} = 430 \text{ MPa}$ Zincatura a caldo
- Bulloni classe 8.8 inox	
<u>CARPENTERIA MICROPALI</u>	
- Tipo di acciaio:	Acciaio S355JR [UNI EN 10025:1995] (Fe540) $f_{yk} = 355 \text{ MPa}$; $f_{tk} = 540 \text{ MPa}$
<u>TIRANTI CON BARRE DYWIDAG Ø32</u>	
- Diametro di perforazione:	Ø125 mm
- Lunghezza:	indicata
- Iniezione:	Malta cementizia dosata a 600 Kg/mc DI CEMENTO TIPO R42,5
- Armatura:	Armatura con barre DYWIDAG $f_{yk} = 950 \text{ MPa}$; $f_{tk} = 1050 \text{ MPa}$
<u>TIRANTI CON BARRE GEWIPLUS Ø43</u>	
- Diametro di perforazione:	Ø220 mm
- Lunghezza:	indicata
- Iniezione:	Malta cementizia dosata a 600 Kg/mc DI CEMENTO TIPO R42,5
- Armatura:	Armatura con barre DYWIDAG $f_{yk} = 670 \text{ MPa}$; $f_{tk} = 800 \text{ MPa}$

5 PERICOLOSITÀ SISMICA

I parametri sismici del sito sono calcolati in base a quanto prescritto dal D.M. del 26 Giugno 2014 relativamente agli interventi eseguiti su dighe esistenti come indicato nel cap. H.3.4.1.

Per la definizione della azioni sismiche, l'invaso di Cepparello è considerato come una **diga strategica**.

La **vita nominale** V_N è assunta pari a **50 anni** e il coefficiente d'uso C_U pari a 2, di conseguenza la **vita di riferimento** V_R è pari a **100 anni** in coerenza con le tabelle H.1 e H.2 del succitato Decreto.

I parametri sismici di base a_g , F_0 e T_c^* , riportati nella Tabella 5-1, sono ricavati per le seguenti coordinate:

- Longitudine FI: 43.489594 (WGS84) 43.490559 (ED50)
- Latitudine LA: 11.190582 (WGS84) 11.191562 (ED50)

Stato limite	P_{vr} [%]	T_r [anni]	a_g [g]	a_g [m/s ²]	F_0	T_c^* [s]
SLO	81	60	0.06	0.585	2.555	0.259
SLD	63	101	0.074	0.722	2.535	0.266
SLV	10	949	0.164	1.604	2.518	0.286
SLC	5	1950	0.201	1.972	2.534	0.292
		475	0.131	1.280	2.510	0.281

Tabella 5-1 – Parametri sismici di base SLO, SLD, SLV e SLC.

Coerentemente a quanto indicato nel cap. C.7.7.1, per il sito in esame non è necessario effettuare uno studio sismotettonico da cui far derivare l'azione sismica di progetto, essendo l'accelerazione orizzontale massima a_g per $T_r = 475$ anni inferiore a 0.15 g.

5.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Al fine di aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche considerate nella presente progettazione sono determinate mediante un'analisi di risposta sismica locale.

Come riportato nell'elaborato ET.05, la risposta sismica locale ha permesso di definire le modifiche che il segnale sismico subisce, a causa delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sito in oggetto, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Si ricorda che la definizione degli input sismici relativi agli stati limite SLD, SLV e SLC sono ottenuti mediante il codice di calcolo SCALCONA 3.0 (Regione Toscana), mentre per lo stato limite SLO è utilizzato il codice di calcolo REXEL (Iervolino et al., 2010). Entrambi i codici consentono la ricerca di combinazioni di accelerogrammi naturali compatibili con gli spettri delle NTC 2018.

Si ricorda, inoltre, che il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima β_s attesa al sito è assunto pari a **1**.

5.1.1 SPETTRI DI RISPOSTA IN ACCELERAZIONE E ACCELEROGRAMMI

Nelle figure seguenti sono riportati i confronti tra lo spettro di risposta in accelerazione derivante dalla media degli spettri ottenuti dai n. 7 accelerogrammi utilizzati come input e gli spettri di normativa per le categorie di sottosuolo A e B, nonché lo spettro di risposta ottenuto dall'analisi di risposta sismica locale normalizzato.

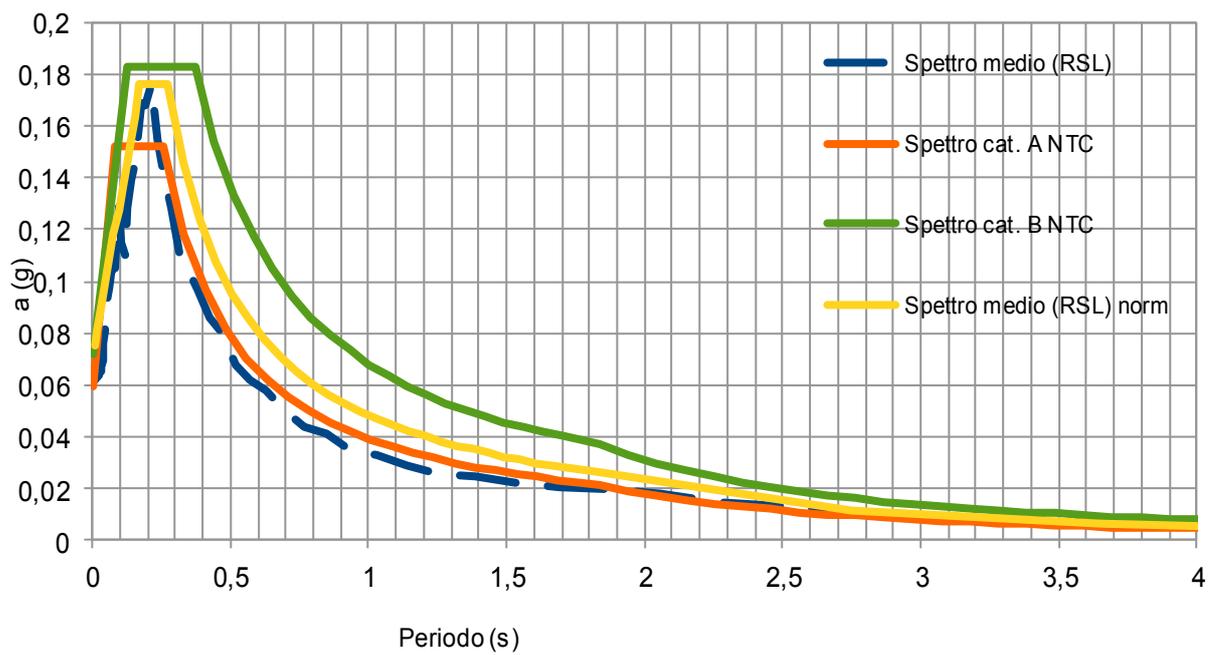


Figura 5-1 – Spettri di risposta in accelerazione SLO (Tr = 60 anni).

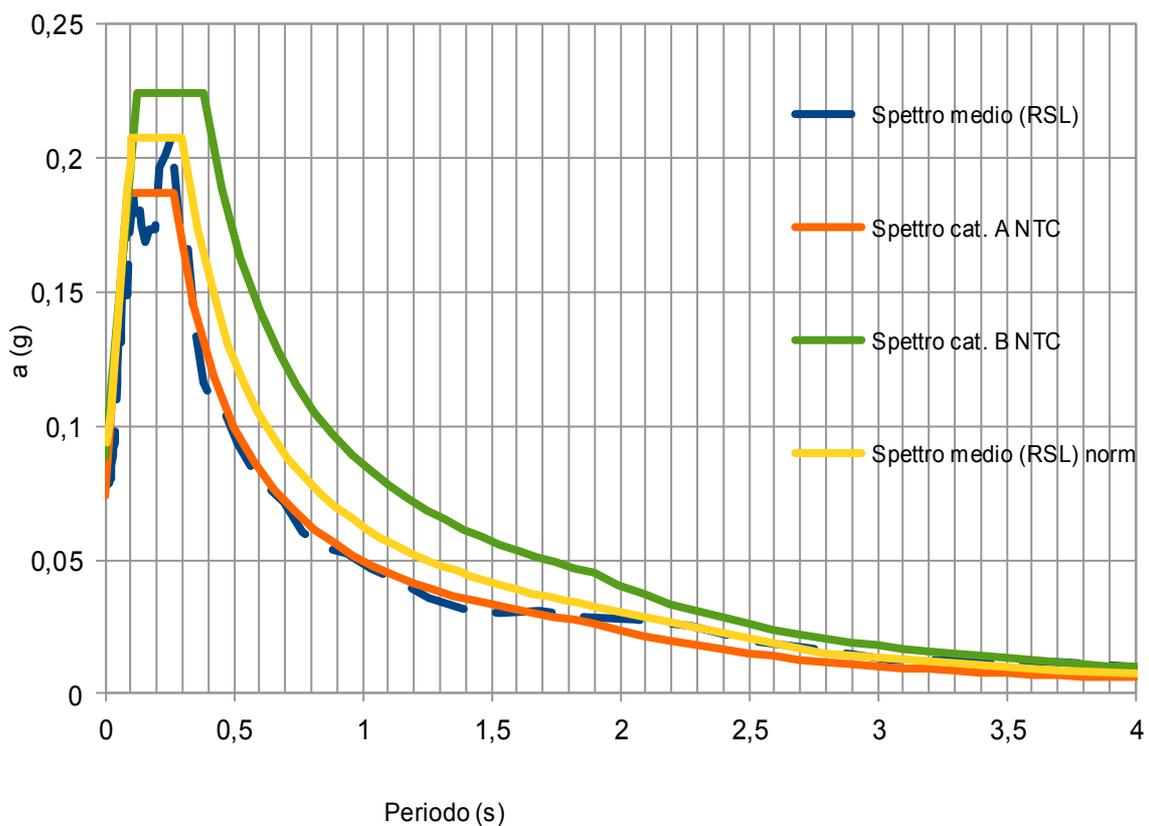


Figura 5-2 – Spettri di risposta in accelerazione SLD (Tr = 101 anni).

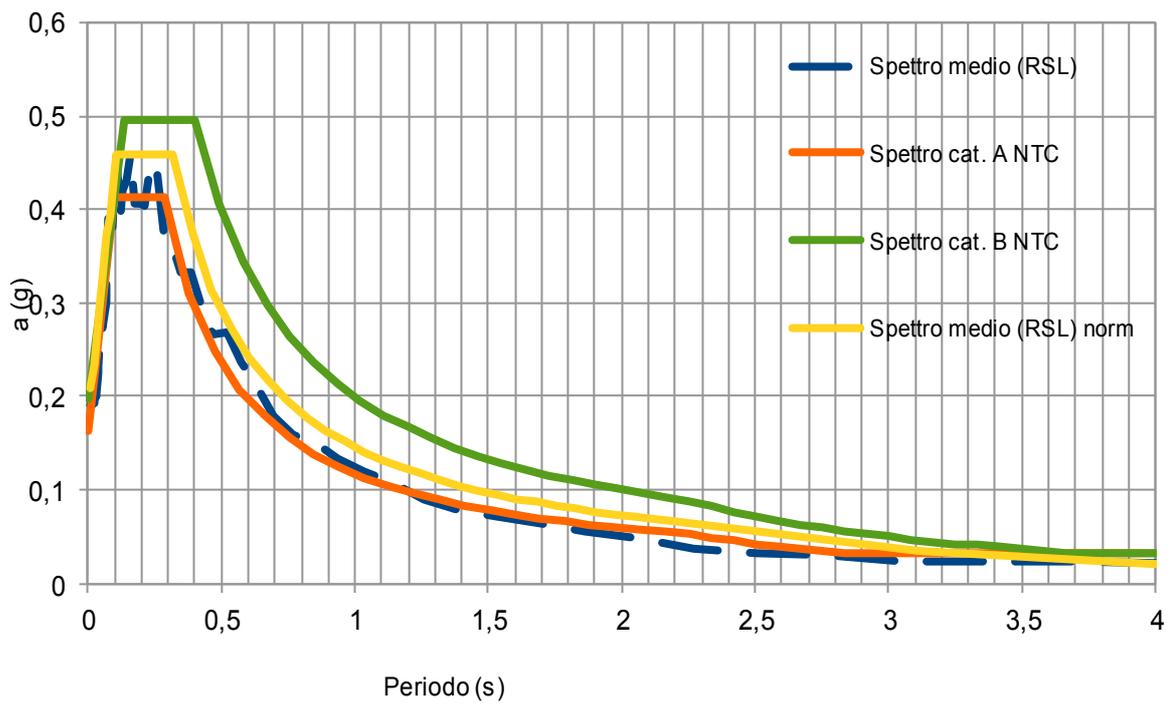


Figura 5-3 – Spettri di risposta in accelerazione SLV (Tr = 949 anni).

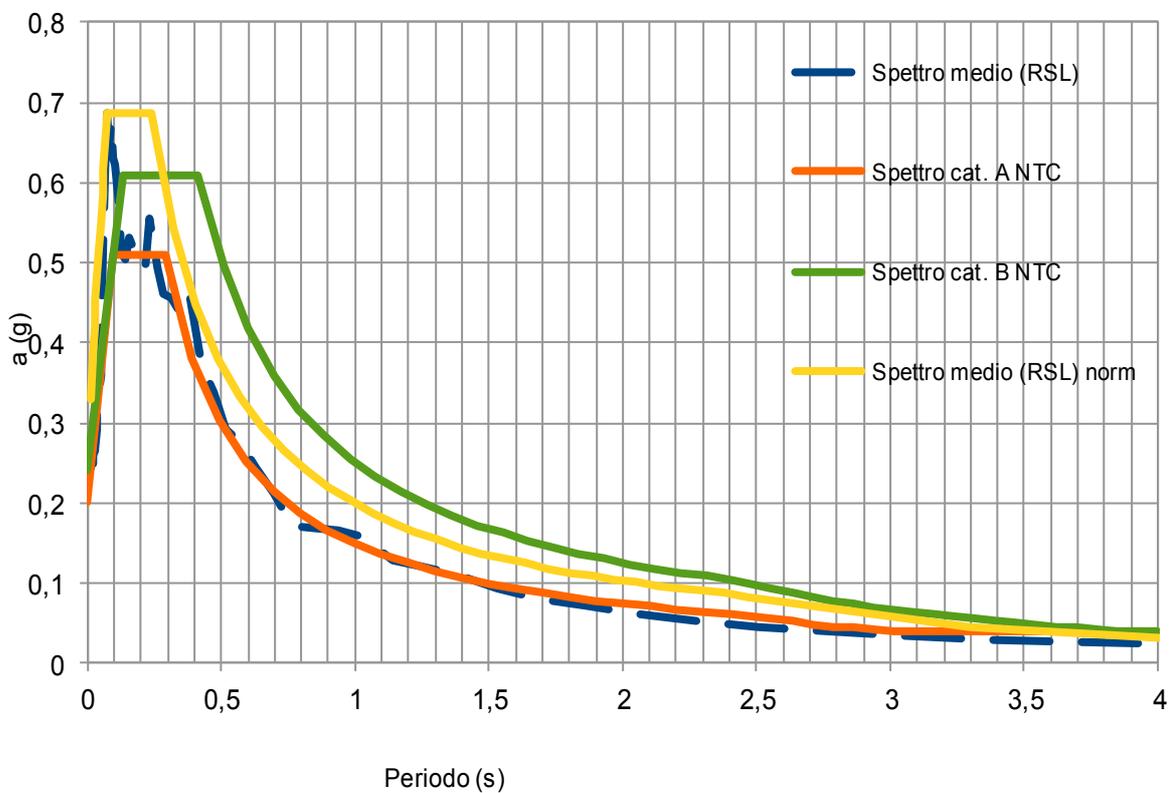


Figura 5-4 – Spettri di risposta in accelerazione SLC (Tr = 1950 anni).

Nella Tabella 5-2 sono riportati per ciascuno stato limite i principali parametri dello spettro di risposta normalizzato: il coefficiente amplificativo S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche; il periodo T_B corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante; il periodo T_C corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

Stato limite	S	T_b [s]	T_c [s]
SLO	1.148	0.172	0.275
SLD	1.108	0.105	0.300
SLV	1.100	0.105	0.317
SLC	1.350	0.071	0.293

Tabella 5-2 – Parametri dello spettro di risposta normalizzato ottenuto dalla risposta sismica locale.

Per ogni stato limite, la risposta sismica locale ha permesso la ricostruzione di n. 7 accelerogrammi rappresentativi della sismicità del sito.

Gli accelerogrammi forniti descrivono la sola componente orizzontale dell'azione sismica come indicato al punto 3.2.3.1 delle N.T.C.

6 RELAZIONE DI CALCOLO

6.1 VERIFICHE OPERE DI SOSTEGNO

Per le verifiche delle opere di sostegno devono essere effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite ultimi:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD):

- Collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera;
- Collasso per carico limite verticale;
- Instabilità globale dell'insieme terreno-opera.

SLU di tipo strutturale (STR):

- Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;

Tali verifiche sono eseguite secondo le seguenti fasi:

- Calcolo profondità di infissione pali e tiranti
- Calcolo della spinta del terreno e dell'acqua
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni del muro, dei pali e dei tiranti, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

6.2 VERIFICHE POZZETTI E VASCHE IN C.A

La soluzione costruttiva adottata prevede la realizzazione di scatolari in cemento armato. Platea, pareti e solette di copertura saranno realizzate in cemento armato. Per le verifiche strutturali e geotecniche sono stati realizzati modelli tridimensionali agli elementi finiti.

6.3 VERIFICA OPERE ACCESSORIE IN ACCIAIO

La soluzione costruttiva adottata prevede la realizzazione opere accessorie in acciaio. Per le verifiche strutturali e geotecniche è stato realizzato un modello tridimensionale agli elementi finiti.

6.4 METODO DI VERIFICA UTILIZZATO

Sono applicate le norme di calcolo e le verifiche col metodo degli stati limite, così come previsto dal Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 e dal DM 26 giugno 2014.

6.5 CARICHI UTILIZZATI PER LE VERIFICHE

- Peso proprio struttura (computato automaticamente dal programma)
- Carico su platee vasche:
Permanente: 0 daN/m²
Esercizio: 1000 daN/m³ · h_{max acqua}
- Carico su platea pozzetto perdite:
Permanente: 1500 daN/m²

- | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| | Esercizio: | 600 daN/m ² |
| • Carico su platea pozzetto scarico di fondo: | Permanente: | 0 daN/m ² |
| | Esercizio: | 600 daN/m ² |
| • Carico su soletta copertura pozzetto scarico di fondo: | Permanente: | 500 daN/m ² |
| | Esercizio: | 2000 daN/m ² |
| • Carico su soletta copertura vano scale pozzetto scarico di fondo: | Permanente: | 500 daN/m ² |
| | Esercizio: | 100 daN/m ² |
| • Carico passerelle: | Permanente: | 60 daN/m ² |
| | Esercizio: | 200 daN/m ² |
| • Carico automezzi sul terreno: | Esercizio: | 2000 daN/m ² |
| • Sottospinta su platee sottofalda: | | |
| | $S_{wf} = 1000 \text{ daN/m}^3 \cdot h_{\text{max falda}}$ in cui l'altezza è pari al dislivello tra la falda massima e l'intradosso della platea | |
| • Spinta idrostatica sulle pareti in cemento armato di canali e vasche: | | |
| | $S_{w1} = 0 \text{ daN/m}^2$ alla quota di sommità delle pareti | |
| | $S_{w2} = 1000 \text{ daN/m}^3 \cdot h_{\text{max acqua}}$ alla base della parete | |
| • Spinta del terreno sulle opere controterra (computato automaticamente dal programma) | | |
| • SISMA MANUFATTI C.A.: | | |
| I manufatti sono stati verificati, nel rispetto della normativa vigente, mediante analisi dinamica verificando che la massa eccitata fosse superiore all' 85% di quella totale. | | |
| Parametri utilizzati: | | |
| Vita nominale per ponte: $V_N \geq 50$ anni | | |
| Classe d'uso: IV ==> $C_U = 2,0$ | | |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = V_N \cdot C_U = 100$ anni | | |
| Tipo di analisi: Dinamica lineare | | |
| Comune: Poggibonsi (SI) | | |

6.6 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano tutte le combinazioni delle azioni significative utilizzate per le rispettive verifiche agli stati limite di esercizio ed ultimi.

Le combinazioni delle azioni sono stata effettuate con il seguente metodo:

Combinazione fondamentale (SLU)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Combinazione caratteristica rara (SLE irreversibili)

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \Psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Combinazione frequente (SLE reversibili)

$$G_1 + G_2 + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \Psi_{1i} \cdot Q_{ki}$$

Combinazione quasi permanente (SLE)

$$G_1 + G_2 + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Combinazione sismica (SLV)

$$G_1 + G_2 + E + \sum_i \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Combinazione eccezionale (SLV)

$$G_1 + G_2 + A_d + \sum_i \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Il valore dei coefficienti di combinazione delle azioni variabili, Ψ_{ji} , sono da determinarsi in accordo con la tab. 2.5.I del D.M. 17/01/2018.

6.7 VERIFICHE A FESSURAZIONE

Per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa permeabilità e bassa porosità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

In ordine di severità decrescente si distinguono i seguenti stati limite:

- stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione è ovunque di compressione ed al più uguale a zero;
- stato limite di formazione delle fessure, nel quale per la combinazione di azione prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1.2}$$

con f_{ctm} resistenza a trazione del calcestruzzo determinata a mezzo di diretta sperimentazione, condotta su provini opportunamente confezionati (vedi par. 11.2.10.2, D.M. 14/01/08).

In sede di progettazione si può assumere come resistenza media a trazione semplice del calcestruzzo il valore in (N/mm²):

$$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} \quad \text{per classi} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2.2 \ln[1 + f_{cm} / 10] \quad \text{per classi} > C50/60$$

- stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di aperture della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

W ₁ = 0.2 mm
W ₂ = 0.3 mm
W ₃ = 0.4mm

Lo stato limite di fessurazione è fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità dell'armature alla corrosione.

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici.

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Nella tabella 4.1.IV sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione delle azioni	Armatura			
			Sensibile (acciai da precompresso)		Poco sensibile (acciai ordinari)	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap.fessure	$\leq w_2$	ap.fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap.fessure	$\leq w_1$	ap.fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap.fessure	$\leq w_1$	ap.fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap.fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formaz. fessure	-	ap.fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap.fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.IV – Criterio di scelta dello stato limite di fessurazione

Verifica stato limite di decompressione e di formazione delle fessure

Le tensioni sono calcolate in base alle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione, omogeneizzata non fessurata.

Verifica stato limite di apertura delle fessure

Il valore di calcolo di apertura delle fessure w_d non deve superare i valori nominali w_1 , w_2 , w_3 secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV.

Il valore di calcolo è dato da:

$$w_d = 1,7 * w_m$$

dove w_m rappresenta l'ampiezza media delle fessure.

L'ampiezza media delle fessure w_m è calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_m = \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

6.8 CANALI FUGATORI

6.8.1 PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

L'inserimento dei tiranti (T1) è stato considerato nella fase immediatamente successiva a quelle dello scavo per la realizzazione dello stesso (T0).

La fase T2 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea del canale sfioratore.

La fase T3 è relativa alla realizzazione della platea del canale sfioratore (fine opera).

La fase T4 è relativa all'inserimento della falda con piena relativa ad un tempo di ritorno di 1000 anni:

- Livello invaso a quota +187.40;
- Livello acqua canale +184.80;
- Sottospinta sulla platea dovuta alla presenza della falda (nel calcolo della paratia è stato inserito un carico verticale puntuale pari all'aliquota di sottospinta non scontata dal peso proprio del canale $\Delta F=10.000\text{daN}$ arrotondata per eccesso).

La fase T5-T6 è relativa alla verifica sismica a canale sfioratore vuoto e falda a quota fondo scavo.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.00 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.50) [Hscavo=1.00]	1
4	Scavo fino alla profondità di 7.50 metri	2
5	Inserimento vincolo 1 (X=-7.50) [Hscavo=7.50]	3
6	Inserimento vincolo 2 (X=-6.40) [Hscavo=7.50]	3
7	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.50]	4
8	Quota falda valle 5.30 metri - Quota falda monte 2.70 metri [Hscavo=7.50]	4
9	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.50]	5
10	Quota falda valle 7.50 metri - Quota falda monte 7.50 metri [Hscavo=7.50]	5
11	Inserimento sisma	6

Figura 6-1 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

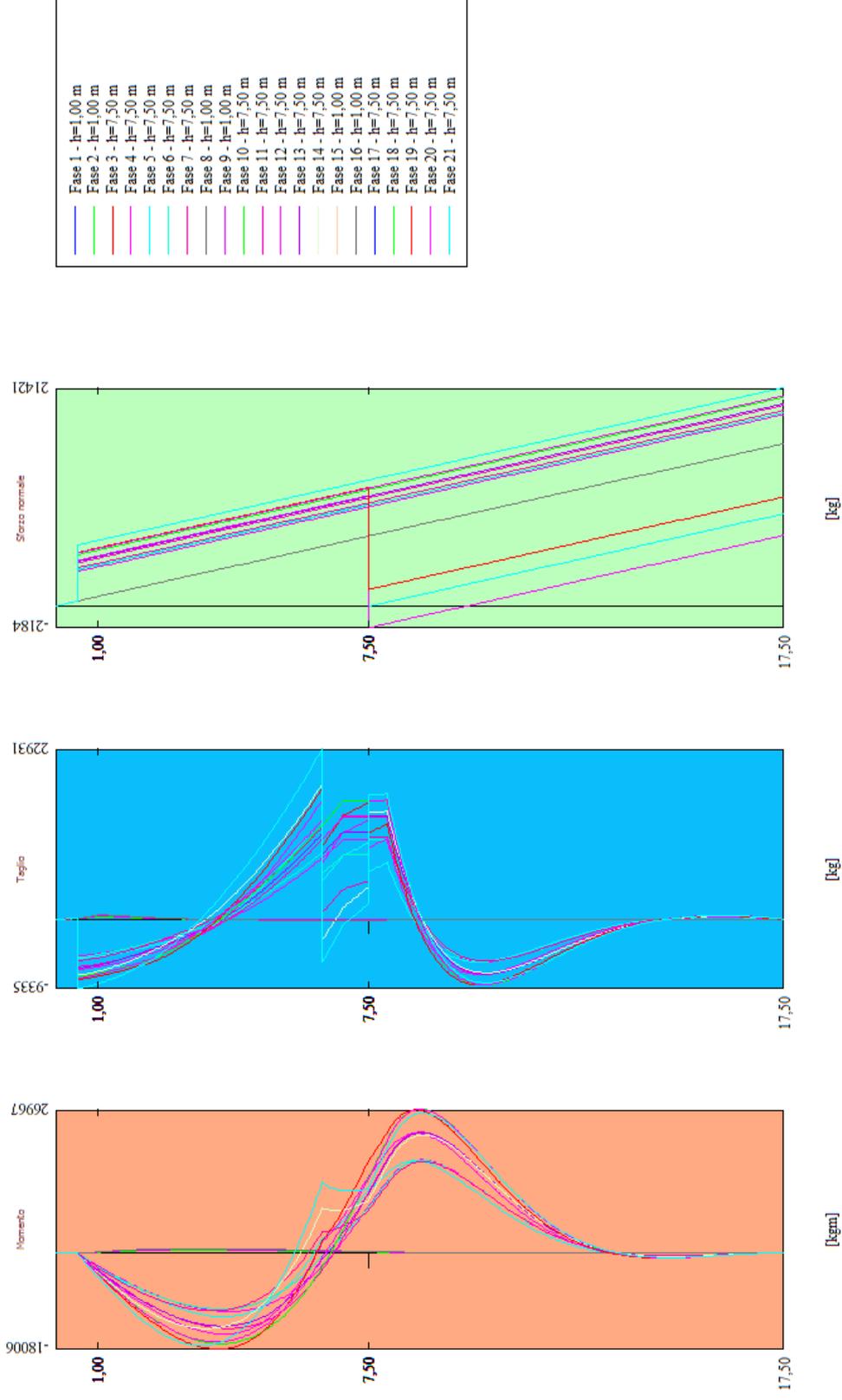


Figura 6-4 – Sollecitazioni paratia pali di grande diametro con tiranti

FASI DI CARICO DA 1 A 7: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T6
FASI DI CARICO DA 8 A 14: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T6
FASI DI CARICO DA 9 A 21: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T6

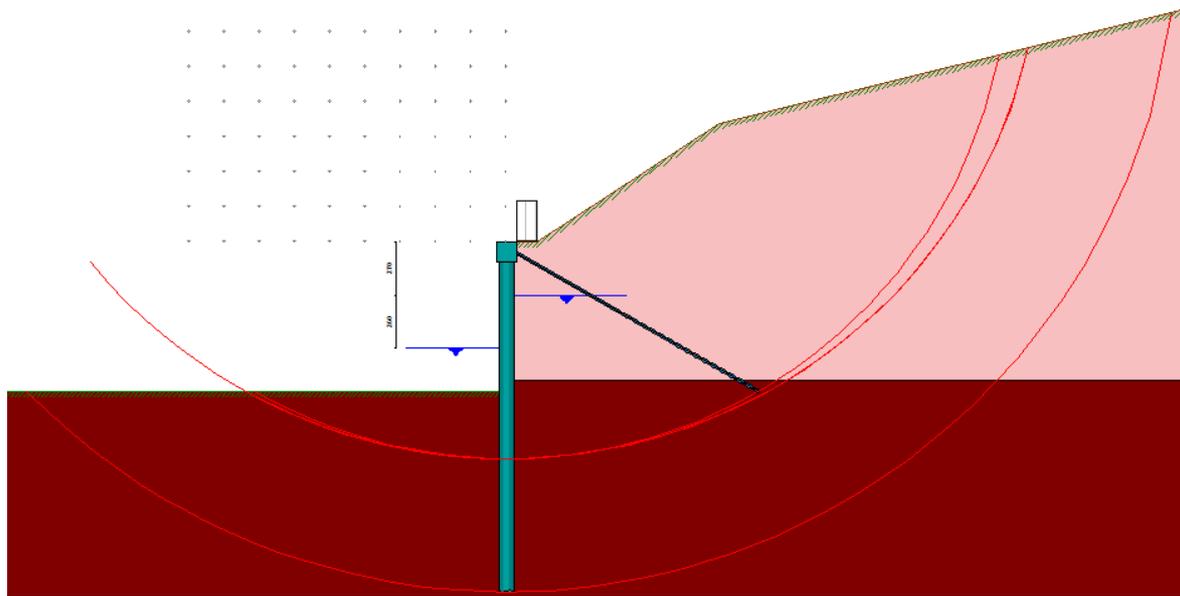


Figura 6-5 – Verifica di stabilità paratia pali di grande diametro con tiranti

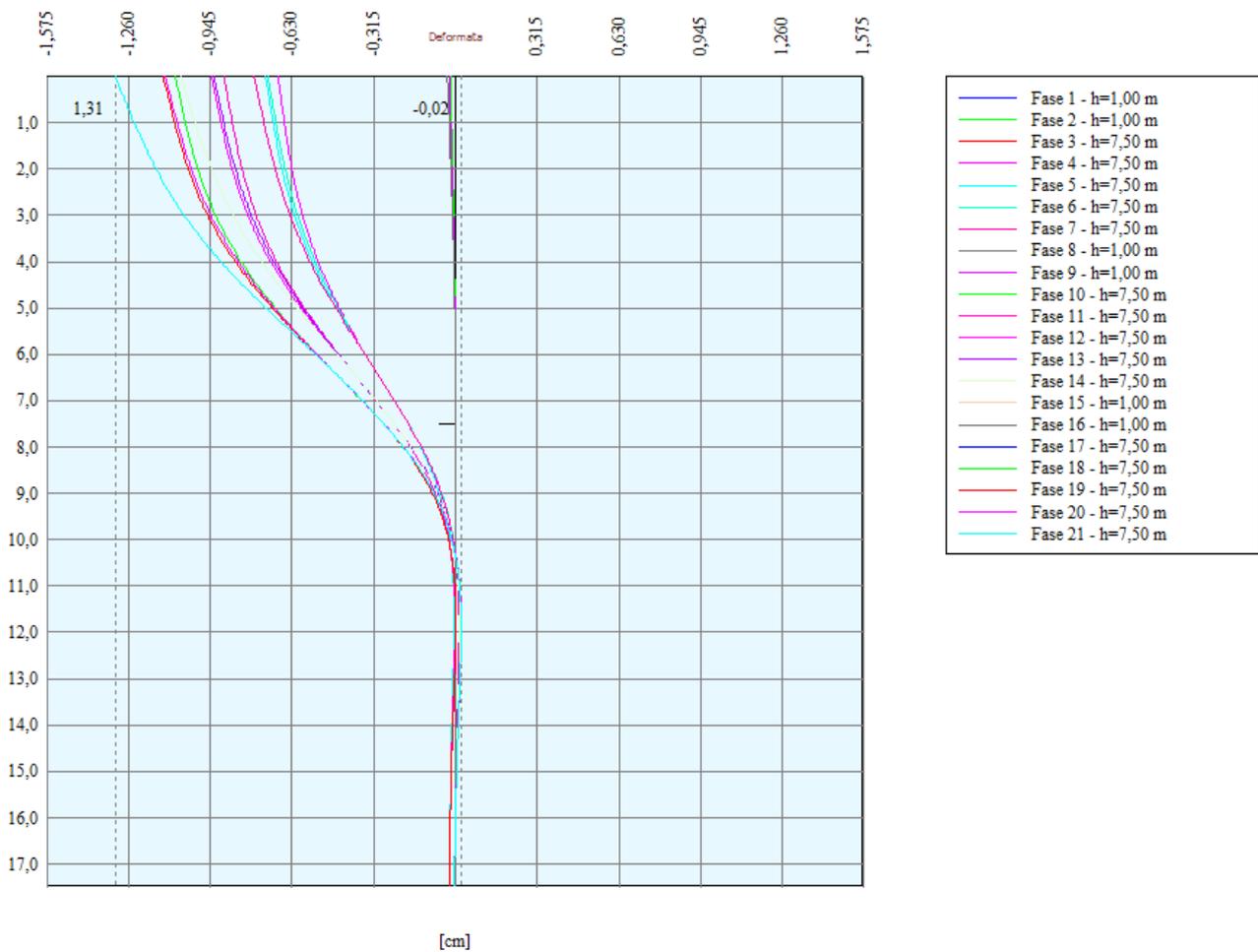


Figura 6-6 – Deformata paratia pali di grande diametro con tiranti

6.8.1.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N	A _f	L _f	L	σ _f	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cm ²]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]		
1	30277	8,04	8,00	14,00	3764,64	1,27490	33929	179585	673445	1.121	21

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

n° - Tipo	Y	A _f	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
5 - SLU - GEO	8,65	67,86	36949	3633	83513	8211	2.260

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm

n° - Tipo	Y	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	FS	cotgθ
	[m]	[cmq]	[cm]	[kg]	[kg]		
7 - SLV - GEO	6,40	1,57	15,00	31644	61377	1.940	2,50

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm ²]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]

A _f	σ _c	cmb	σ _f	cmb
[cmq]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	
67,86	59,46	4	1655,56	5

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Paratia	5 - ESE	8,60	23760	17287	166,939	0,0575	0,200	0,163

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M _h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T _h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M _v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T _v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=100,00 [cm]	H=100,00 [cm]		
A _{fv} =15,71 [cmq]	A _{fh} =9,42 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =9310 [kgm]	M _{uh} =59164 [kgm]	FS=6.35	
T _h =13300 [kg]	T _{Rh} =418426 [kg]	FS _r =31.46	cotgθ _h =1.00
M _v =5375 [kgm]	M _{uv} =59164 [kgm]	FS=11.01	
T _v =7679 [kg]	T _R =418426 [kg]	FS _v =54.49	cotgθ _v =1.00

6.8.2 PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA CON MURO DI SOSTEGNO

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

L'inserimento dei tiranti (T1) è stato considerato nella fase immediatamente successiva a quelle dello scavo per la realizzazione dello stesso (T0).

La fase T2 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea del canale sfioratore.

La fase T3 è relativa alla realizzazione della platea del canale sfioratore (fine opera).

La fase T4 è relativa all'inserimento della falda con piena relativa ad un tempo di ritorno di 1000 anni:

- Livello invaso a quota +187.40;
- Livello acqua canale +184.80;
- Sottospinta sulla platea dovuta alla presenza della falda (nel calcolo della paratia è stato inserito un carico verticale puntuale pari all'aliquota di sottospinta non scontata dal peso proprio del canale $\Delta F=10.000\text{daN}$ arrotondata per eccesso).

La fase T5-T6 è relativa alla verifica sismica a canale sfioratore vuoto e falda a quota fondo scavo.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=4.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 4.00 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=3.50) [Hscavo=4.00]	1
4	Scavo fino alla profondità di 10.00 metri	2
5	Inserimento vincolo 1 (X=-9.00) [Hscavo=10.00]	3
6	Inserimento vincolo 2 (X=-10.00) [Hscavo=10.00]	3
7	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=10.00]	4
8	Quota falda valle 7.80 metri - Quota falda monte 5.20 metri [Hscavo=10.00]	4
9	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=10.00]	5
10	Quota falda valle 10.00 metri - Quota falda monte 10.00 metri [Hscavo=10.00]	5
11	Inserimento sisma	6

Figura 6-7 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

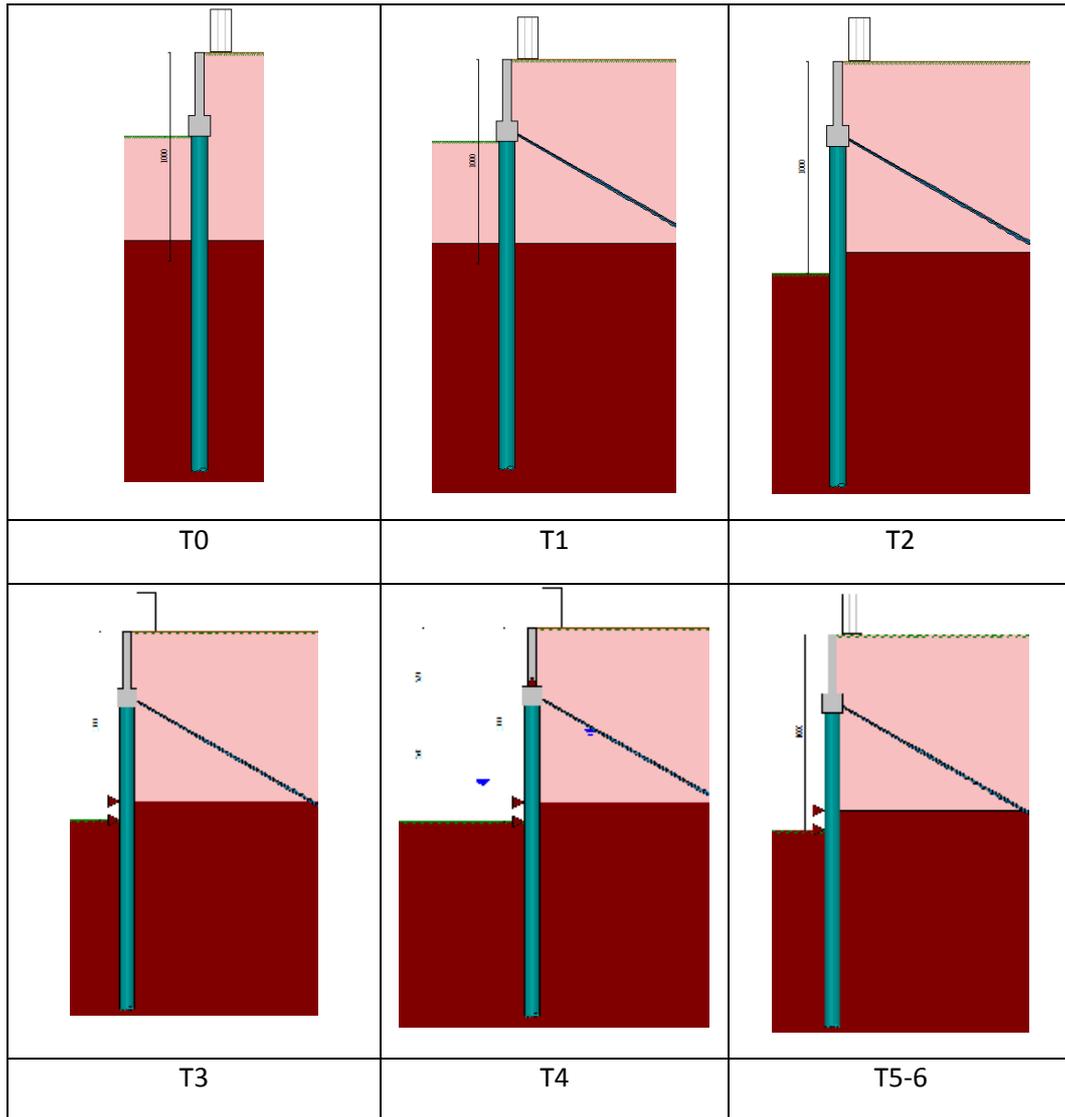


Figura 6-8 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

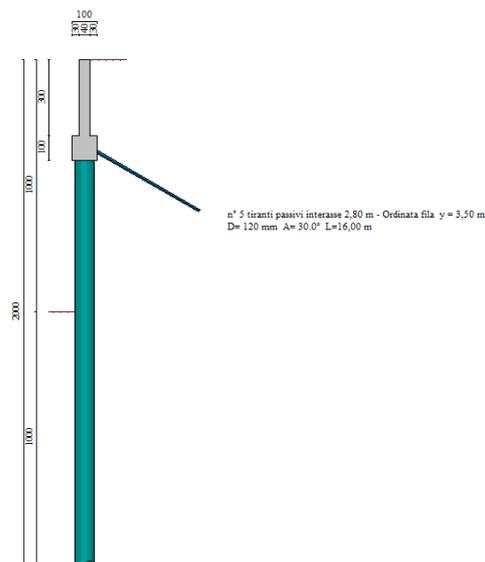


Figura 6-9 – Schema paratia pali di grande diametro con tiranti

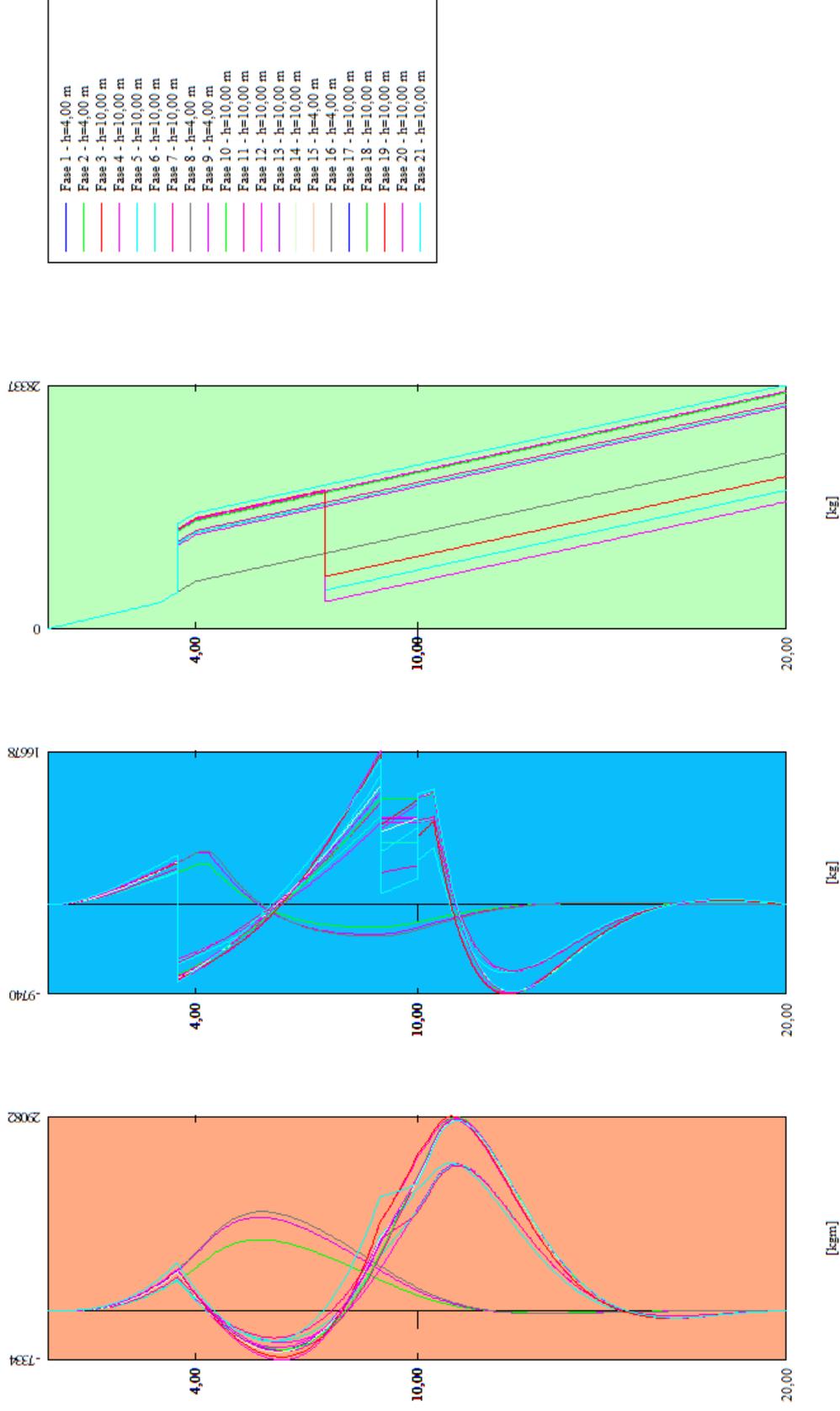


Figura 6-10 – Sollecitazioni paratia pali di grande diametro con tiranti

*FASI DI CARICO DA 1 A 7: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T6
 FASI DI CARICO DA 8 A 14: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T6
 FASI DI CARICO DA 9 A 21: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T6*

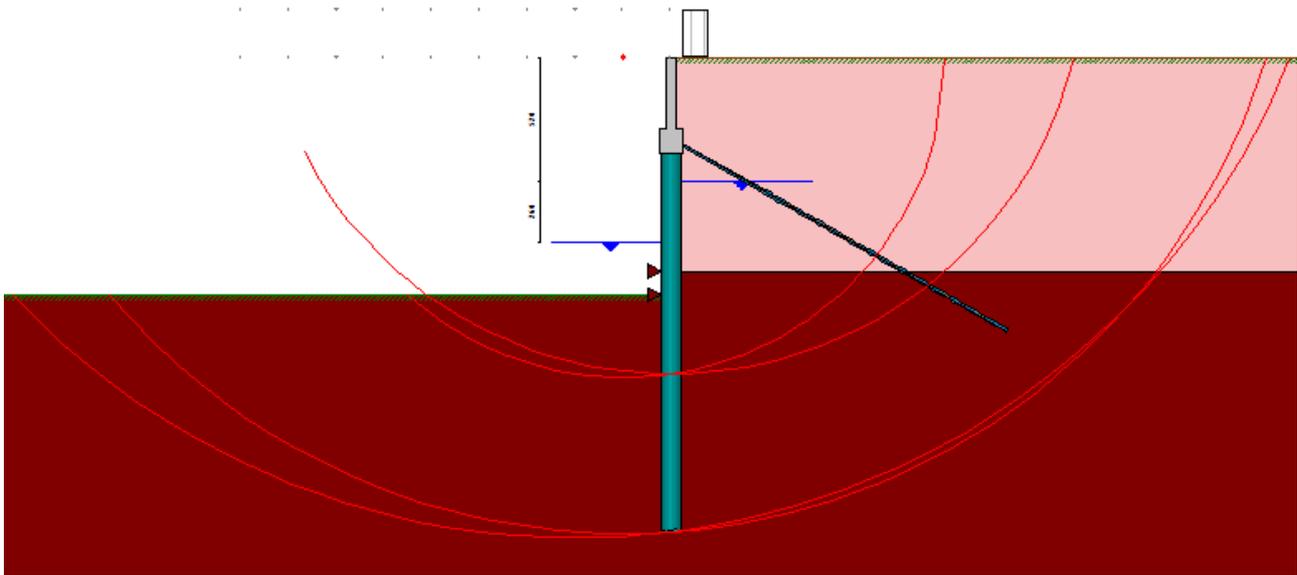


Figura 6-11 – Verifica di stabilità paratia pali di grande diametro con tiranti

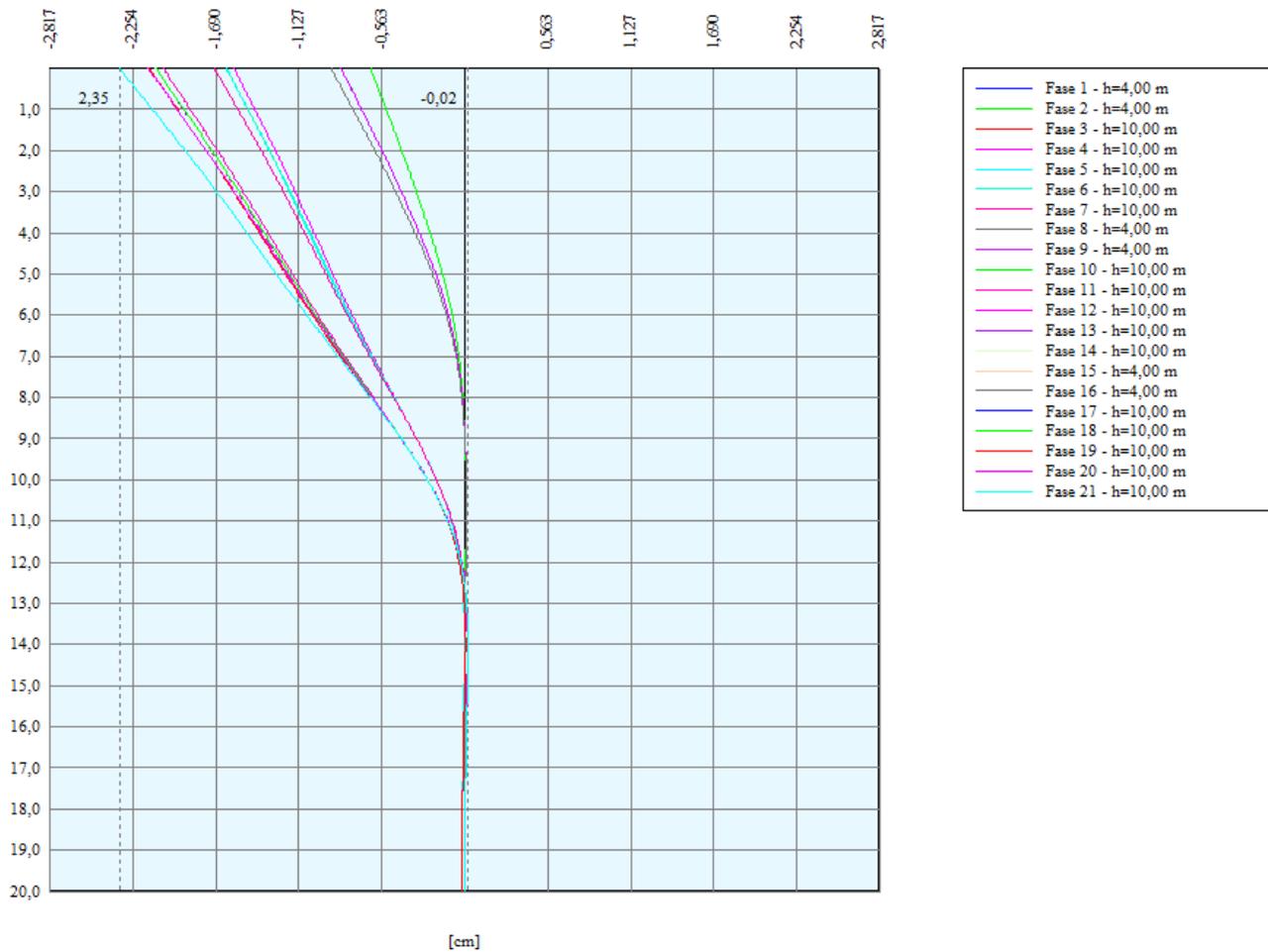


Figura 6-12 – Deformata paratia pali di grande diametro con tiranti

6.8.2.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA CON MURO DI SOSTEGNO

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ _f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	39818	8,04	12,00	16,00	4950,97	1,45670	42237	269378	1010167	1.061	12

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-14466	1	--	--	0,43190	0,43190
2	-3999	9119	--	--	0,25294	0,25294

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
A _f , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte nel muro, espresse in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _f [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLV - GEO	3,00	40,00	10,05	10,05	6399	4050	15073	9540	3.180

n° - Tipo	Y [m]	A _f [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
5 - SLU - STR	10,95	32,17	38762	8563	42972	9493	1.109

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
A _{sag}	area armatura sagomati, espressa in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} /V _{Ed})
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm
La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
7 - SLV - GEO	3,00	40,00	0,00	4237	17317	4.087	1,00

n° - Tipo	Y [m]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
5 - SLU - STR	9,00	1,57	15,00	22516	59497	2.642	2,50

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm ²]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
A _f , A _{fi}	area armatura superiore ed inferiore espressa in [cmq]
A _{sw}	area armatura sagomati espressa in [cmq]
σ _{fi}	tensione nelle armature inferiori espressa in [kg/cm ²]
σ _{fs}	tensione nelle armature superiori espressa in [kg/cm ²]

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{fi} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	21,94	7	-155,10	7	888,58	7

A _f [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _f [kg/cm ²]	cmb
67,86	113,17	5	3863,74	5

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	7 - ESE	3,00	4484	-7457	0,000	0.0000	0,200	0,000
Paratia	5 - ESE	10,90	29838	14959	236,603	0.1560	0,200	0,628

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M _h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T _h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M _v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T _v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 2 (X=3,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=100,00 [cm]	H=100,00 [cm]		
A _{fv} =10,05 [cmq]	A _{fh} =6,03 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =13483 [kgm]	M _{uh} =37161 [kgm]	FS=2.76	
T _h =19261 [kg]	T _{Rh} =418426 [kg]	FS _r =21.72	cotgθh=1.00
M _v =7784 [kgm]	M _{uv} =37161 [kgm]	FS=4.77	
T _v =11120 [kg]	T _R =418426 [kg]	FS _v =37.63	cotgθv=1.00

6.8.3 PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO "A CAVALLETTO"

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

La fase T0 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea del canale sfioratore.

La fase T1 è relativa alla realizzazione della platea del canale sfioratore (fine opera).

La fase T2 è relativa all'inserimento della falda con piena relativa ad un tempo di ritorno di 1000 anni:

- Livello invaso a quota +187.40;
- Livello acqua canale +184.80;
- Sottospinta sulla platea dovuta alla presenza della falda (nel calcolo della paratia è stato inserito un carico verticale puntuale pari all'aliquota di sottospinta non scontata dal peso proprio del canale $\Delta F=10.000\text{daN}$ arrotondata per eccesso).

La fase T3-T4 è relativa alla verifica sismica a canale sfioratore vuoto e falda a quota fondo scavo.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=7.50]	0
2	Scavo fino alla profondità di 7.50 metri	0
3	Inserimento vincolo 1 (X=-7.50) [Hscavo=7.50]	1
4	Inserimento vincolo 2 (X=-6.40) [Hscavo=7.50]	1
5	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.50]	2
6	Quota falda valle 5.30 metri - Quota falda monte 2.70 metri [Hscavo=7.50]	2
7	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.50]	3
8	Quota falda valle 7.50 metri - Quota falda monte 7.50 metri [Hscavo=7.50]	3
9	Inserimento sisma	4

Figura 6-13 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

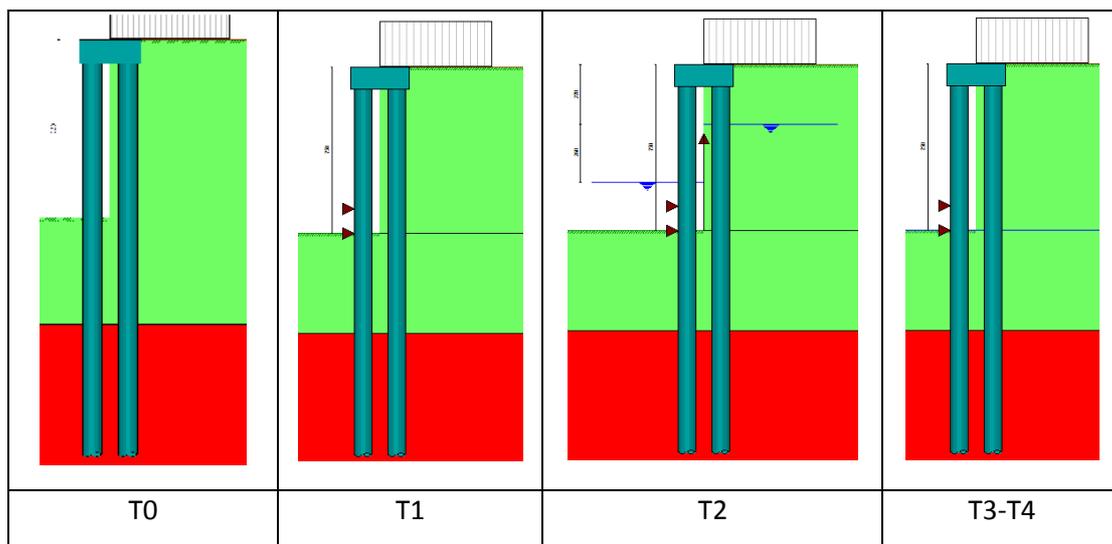


Figura 6-14 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

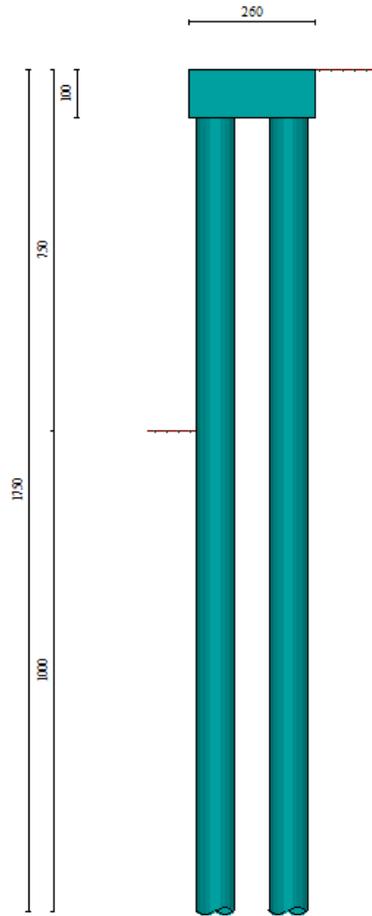


Figura 6-15 – Schema paratia pali di grande diametro – disposizione “a cavalletto”

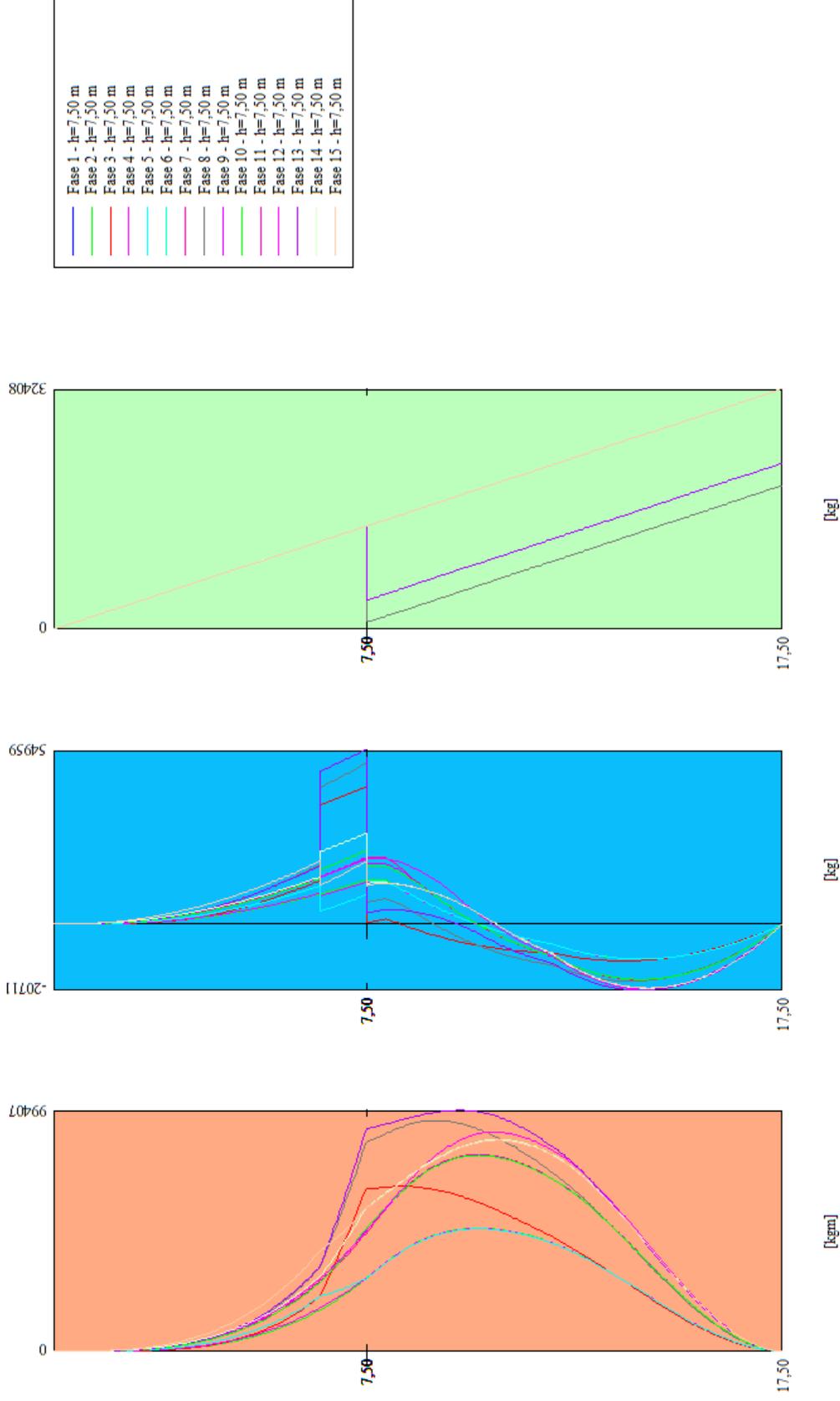


Figura 6-16 – Sollecitazioni paratia pali di grande diametro – disposizione “a cavalletto”

FASI DI CARICO DA 1 A 5: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T4
FASI DI CARICO DA 6 A 10: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T4
FASI DI CARICO DA 11 A 15: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T4

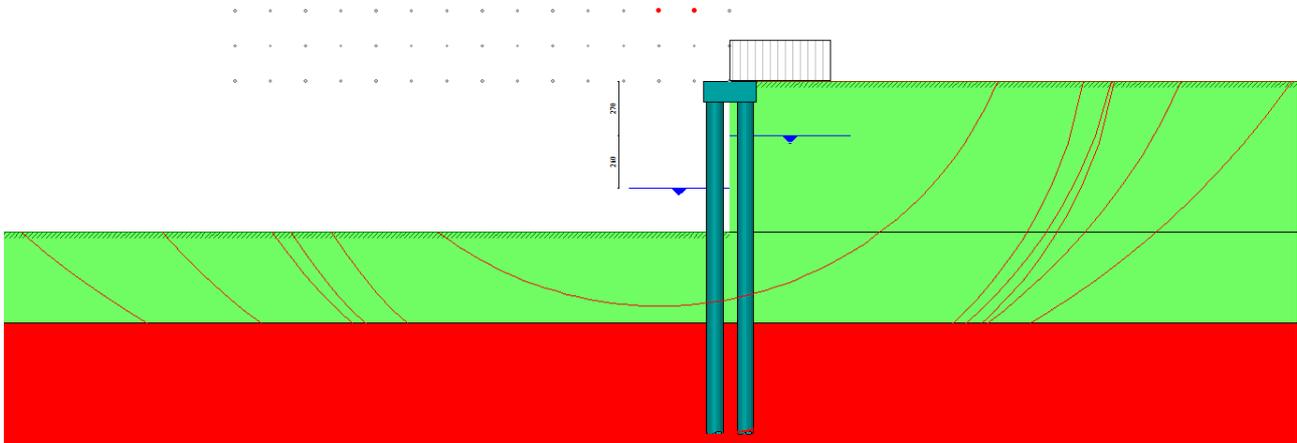


Figura 6-17 – Verifica di stabilità paratia pali di grande diametro – disposizione “a cavalletto”

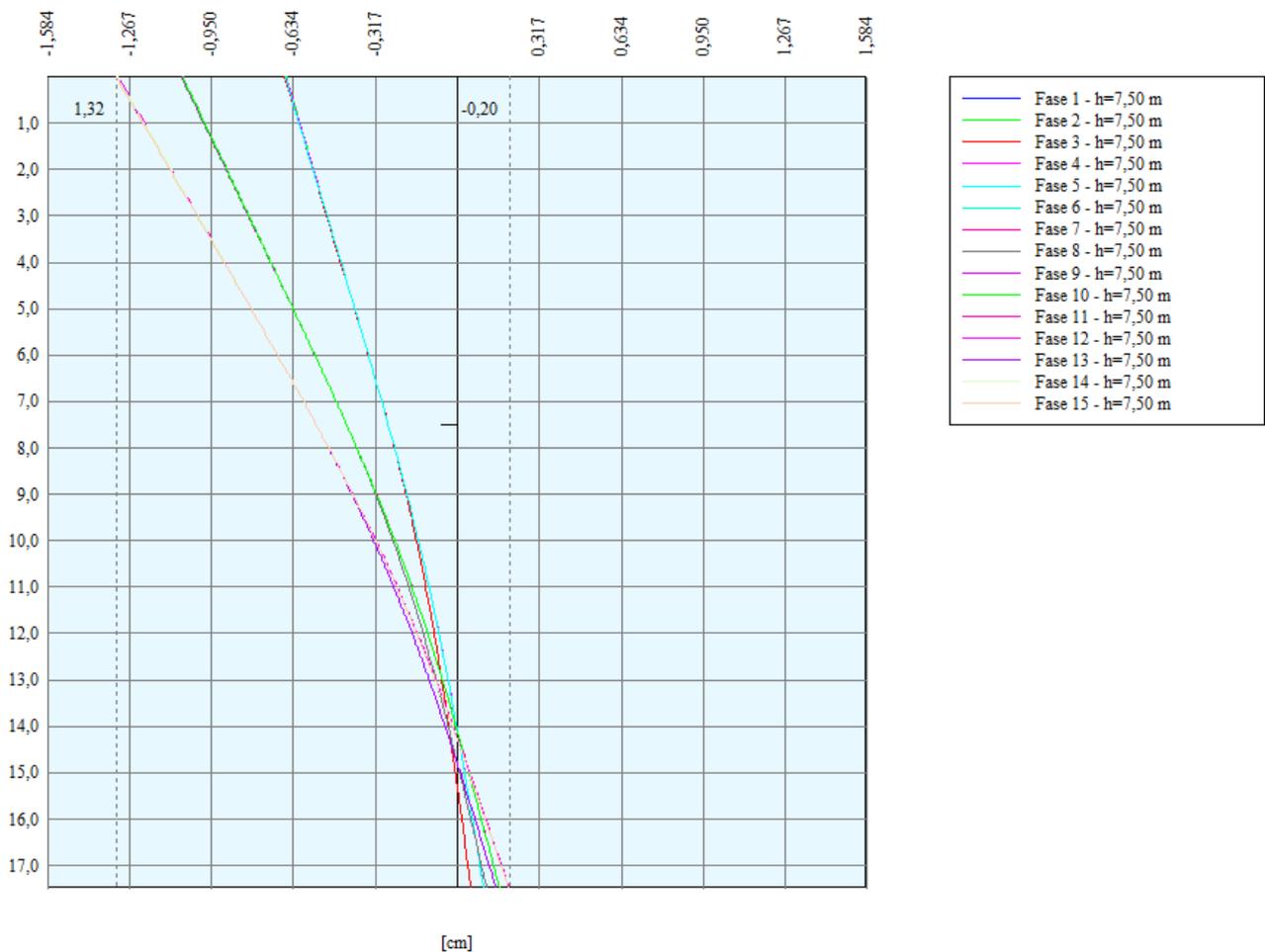


Figura 6-18 – Deformata paratia pali di grande diametro – disposizione “a cavalletto”

6.8.3.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO "A CAVALLETTO"

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
F _s	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

n° - Tipo	Y [m]	A _f [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	F _S
3 - SLU - GEO	9,70	116,99	67454	5404	128793	10317	1.909

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
F _S	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} /V _{Ed})
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm

n° - Tipo	Y [m]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	F _S	cotgθ
3 - SLU - GEO	7,50	1,57	15,00	37293	59497	1.595	2,50

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm ²]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]

A _f [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _f [kg/cm ²]	cmb
116,99	90,37	3	2015,43	3

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Paratia	3 - ESE	8,30	46222	19389	177,446	0.0872	0,200	0,263

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M_h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T_h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M_v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T_v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=260,00 [cm]	H=100,00 [cm]		
A_{rh} =14,07 [cmq]	A_{rh} =16,08 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M_h =56077 [kgm]	M_{uh} =140915 [kgm]	FS=2.51	
T_h =112154 [kg]	T_{Rh} =1123142 [kg]	FSr=10.01	cotg θ h=1.00
M_v =6370 [kgm]	M_{uv} =74600 [kgm]	FS=11.71	
T_v =9100 [kg]	T_R =1087906 [kg]	FS T_v =119.55	cotg θ v=1.00

6.8.4 PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO – FILA SINGOLA SENZA TIRANTI

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

La fase T0 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea del canale sfioratore.

La fase T1 è relativa alla realizzazione della platea del canale sfioratore (fine opera).

La fase T2 è relativa all'inserimento della falda con piena relativa ad un tempo di ritorno di 1000 anni:

- Livello invaso a quota +187.40;
- Livello acqua canale +184.80;
- Sottospinta sulla platea dovuta alla presenza della falda (nel calcolo della paratia è stato inserito un carico verticale puntuale pari all'aliquota di sottospinta non scontata dal peso proprio del canale $\Delta F=10.000\text{daN}$ arrotondata per eccesso).

La fase T3-T4 è relativa alla verifica sismica a canale sfioratore vuoto e falda a quota fondo scavo.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=6.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 6.00 metri	0
3	Inserimento vincolo 1 (X=-4.90) [Hscavo=6.00]	1
4	Inserimento vincolo 2 (X=-6.00) [Hscavo=6.00]	1
5	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=6.00]	2
6	Quota falda valle 3.90 metri - Quota falda monte 1.30 metri [Hscavo=6.00]	2
7	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=6.00]	3
8	Quota falda valle 6.00 metri - Quota falda monte 6.00 metri [Hscavo=6.00]	3
9	Inserimento sisma	4

Figura 6-19 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

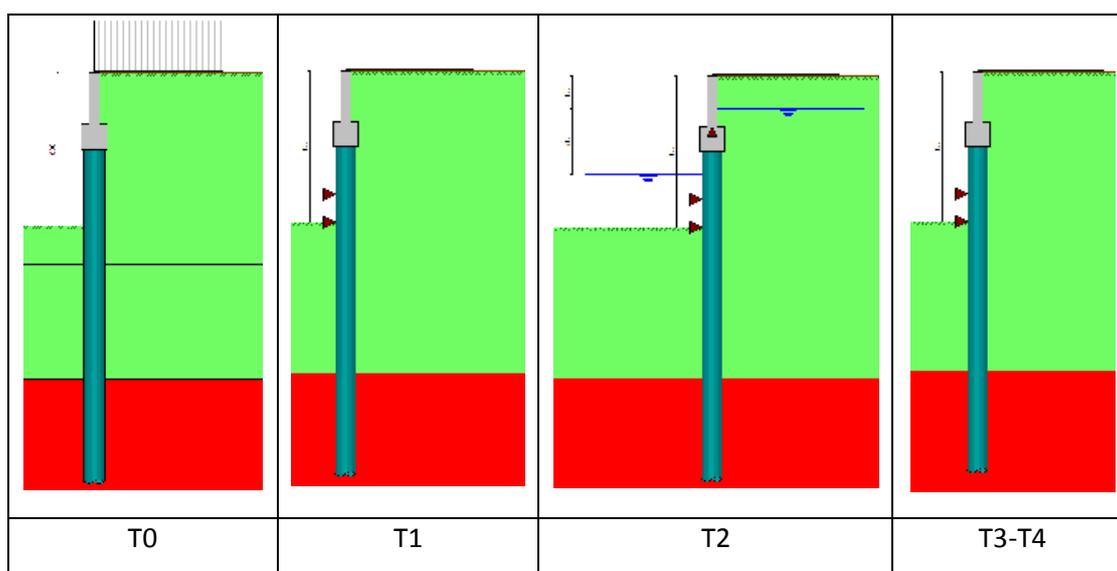


Figura 6-20 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

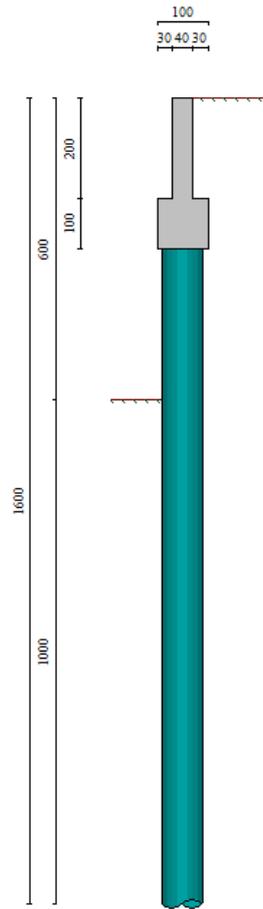


Figura 6-21 – Schema paratia pali di grande diametro – fila singola

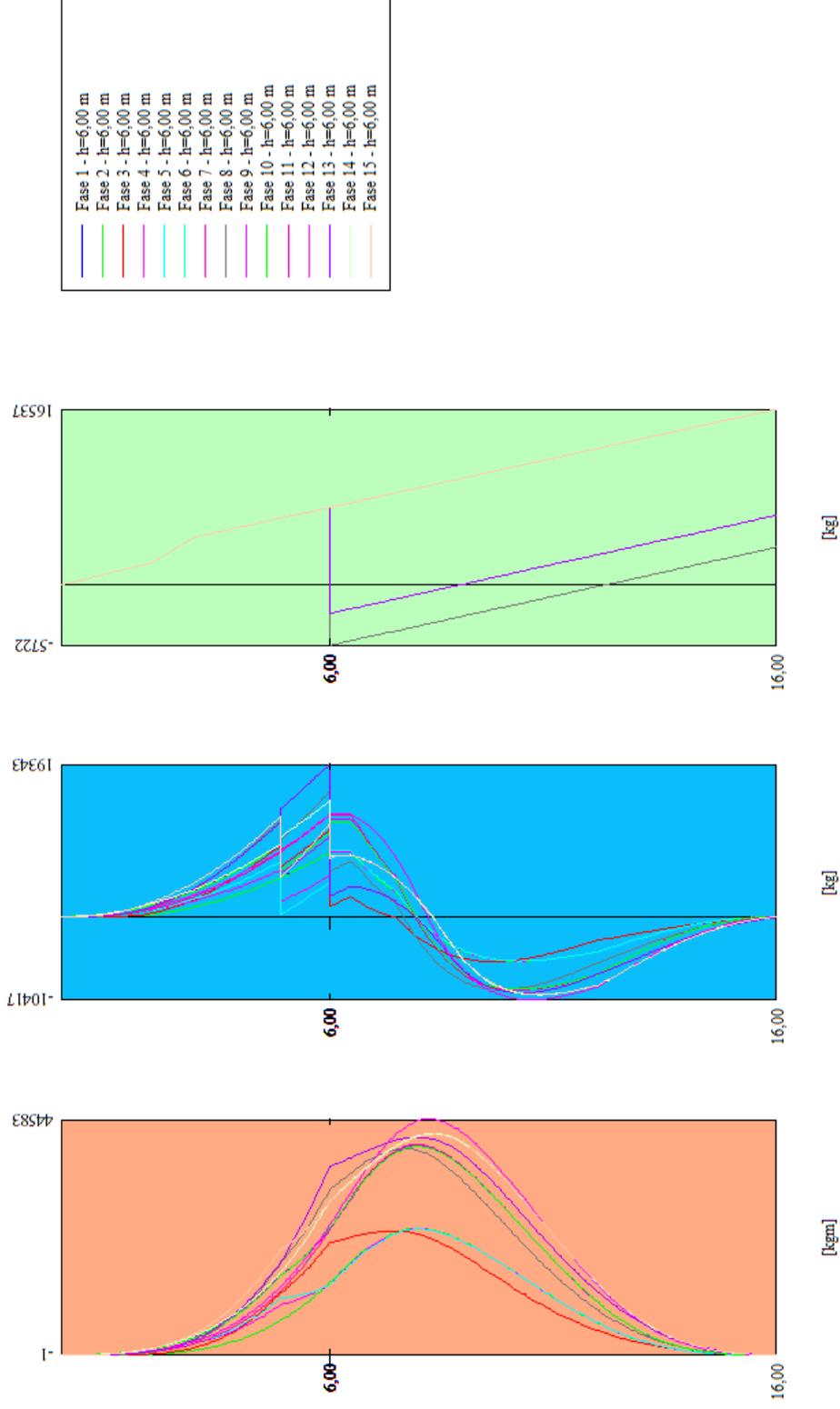


Figura 6-22 – Sollecitazioni paratia pali di grande diametro – fila singola

FASI DI CARICO DA 1 A 5: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T4
FASI DI CARICO DA 6 A 10: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T4
FASI DI CARICO DA 11 A 15: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T4

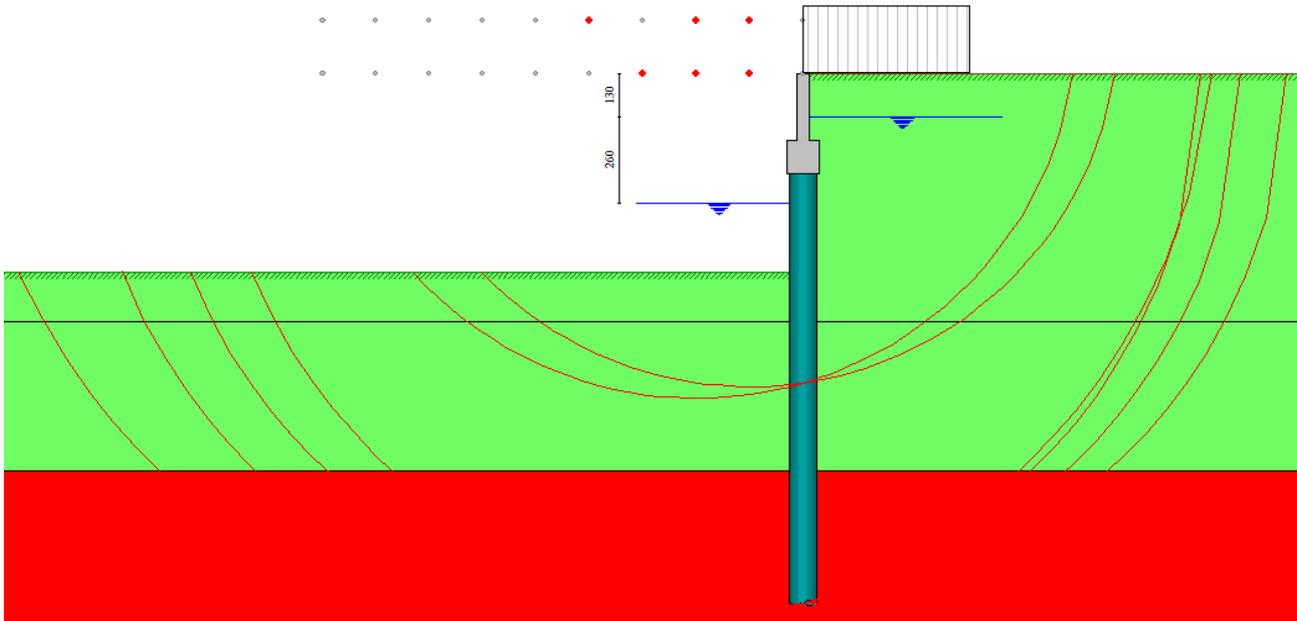


Figura 6-23 – Verifica di stabilità paratia pali di grande diametro – fila singola

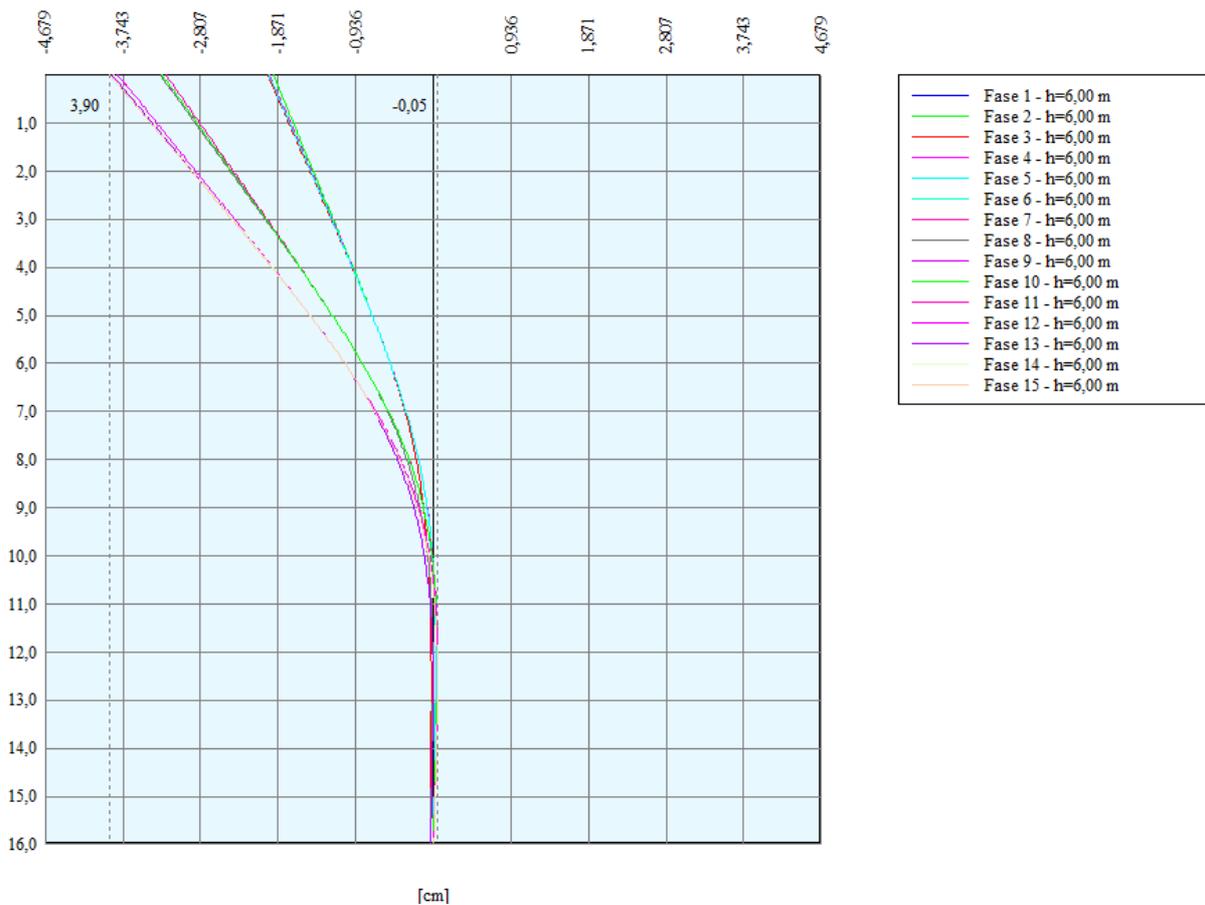


Figura 6-24 – Deformata paratia pali di grande diametro – fila singola

6.8.4.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO SENZA TIRANTI

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte nel muro, espresse in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
4 - SLU - GEO	2,00	40,00	15,71	15,71	1605	2714	27836	47065	23.532

n° - Tipo	Y [m]	A _f [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
1 - SLU - GEO	8,20	116,99	60506	12642	131300	27433	2.170

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
A _{sag}	area armatura sagomati, espressa in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} /V _{Ed})
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
5 - SLV - GEO	2,00	40,00	0,00	1856	18901	10.182	1,00

n° - Tipo	Y [m]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
3 - SLU - GEO	6,00	1,57	15,00	26251	59497	2.266	2,50

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm ²]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
A _{fs} , A _{fi}	area armatura superiore ed inferiore espressa in [cmq]
A _{sw}	area armatura sagomati espressa in [cmq]
σ _{fi}	tensione nelle armature inferiori espressa in [kg/cm ²]
σ _{fs}	tensione nelle armature superiori espressa in [kg/cm ²]

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{fi} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
15,71	15,71	3,93	4	-38,09	4	87,40	4

A _f [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _f [kg/cm ²]	cmb

A_f	σ_c	cmb	σ_f	cmb
[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]	
116,99	64,07	1	1423,57	3

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M_f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W_{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W_k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M_f	s	ϵ_{sm}	W_{lim}	W_k
		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Muro	4 - ESE	2,00	977	-7664	0,000	0.0000	0,200	0,000
Paratia	3 - ESE	7,40	31695	19389	177,446	0.0554	0,200	0,167

6.8.5 PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI DI TIRANTI CON MURO DI SOSTEGNO

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

Nella fase T0 si considera la realizzazione del muro di sostegno e l'inserimento del tirante di testa.

Per le fasi successive l'inserimento dei tiranti (T2-T4) è stato considerato nelle fasi immediatamente successive a quelle degli scavi (T1-T3).

La fase T5 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea del canale sfioratore.

La fase T6 è relativa alla realizzazione della platea del canale sfioratore (fine opera).

La fase T7 è relativa all'inserimento della falda con piena relativa ad un tempo di ritorno di 1000 anni:

- Livello invaso a quota +187.40;
- Livello acqua canale +184.80;
- Sottospinta sulla platea dovuta alla presenza della falda (nel calcolo della paratia è stato inserito un carico verticale puntuale pari all'aliquota di sottospinta non scontata dal peso proprio del canale $\Delta F=10.000\text{daN}$ arrotondata per eccesso).

La fase T8-T9 è relativa alla verifica sismica a canale sfioratore vuoto e falda a quota fondo scavo.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=3.40]	0
2	Scavo fino alla profondità di 3.40 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=3.00) [Hscavo=3.40]	0
4	Scavo fino alla profondità di 5.85 metri	1
5	Inserimento tirante 2 (X=5.50) [Hscavo=5.85]	2
6	Scavo fino alla profondità di 8.35 metri	3
7	Inserimento tirante 3 (X=8.00) [Hscavo=8.35]	4
8	Scavo fino alla profondità di 9.50 metri	5
9	Inserimento vincolo 1 (X=-8.90) [Hscavo=9.50]	6
10	Inserimento vincolo 2 (X=-9.50) [Hscavo=9.50]	6
11	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=9.50]	7
12	Quota falda valle 7.30 metri - Quota falda monte 4.70 metri [Hscavo=9.50]	7
13	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=9.50]	8
14	Quota falda valle 9.50 metri - Quota falda monte 9.50 metri [Hscavo=9.50]	8
15	Inserimento sisma	9

Figura 6-25 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

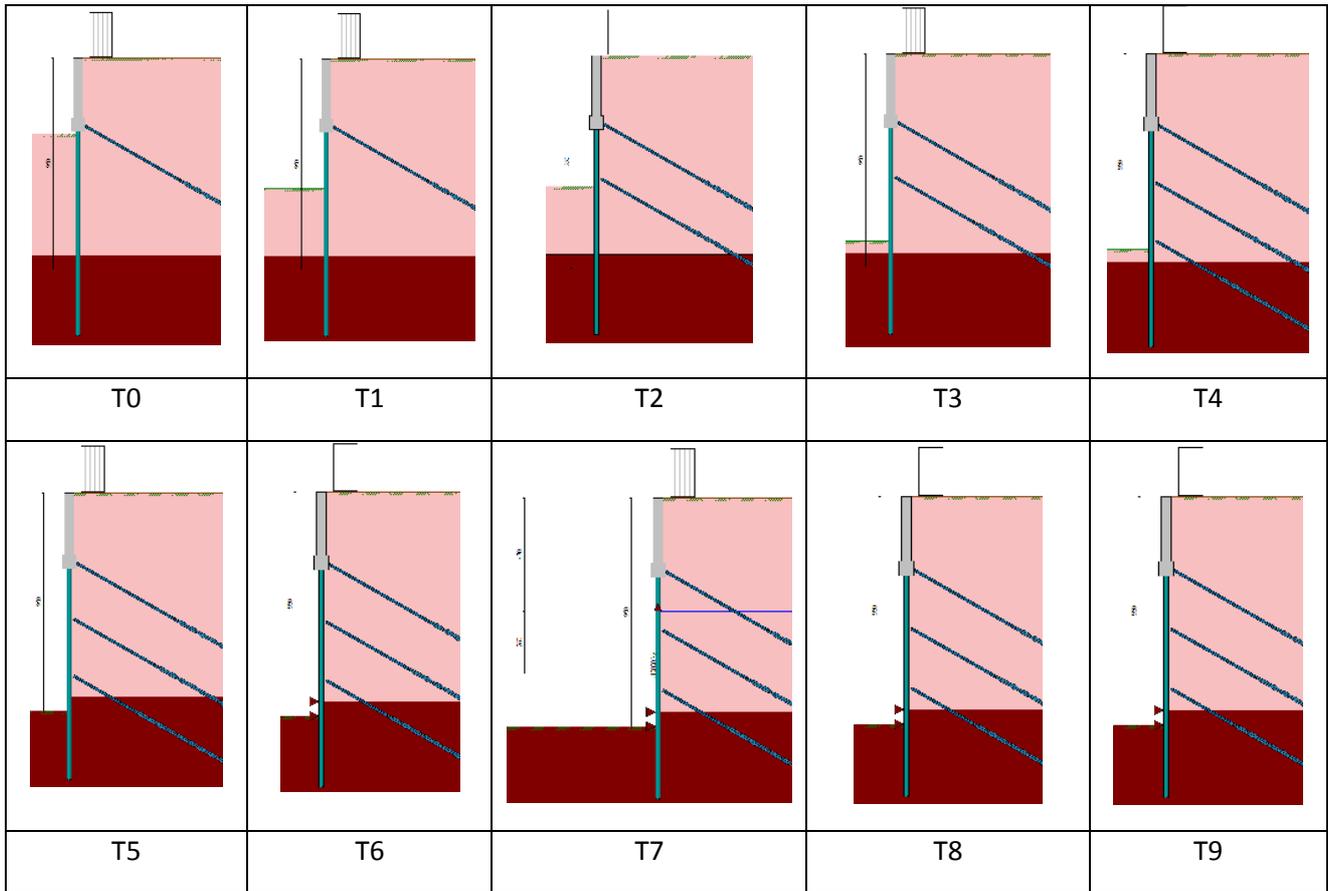


Figura 6-26 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

Il terreno a tergo della paratia è stato considerato cautelativamente privo di coesione.

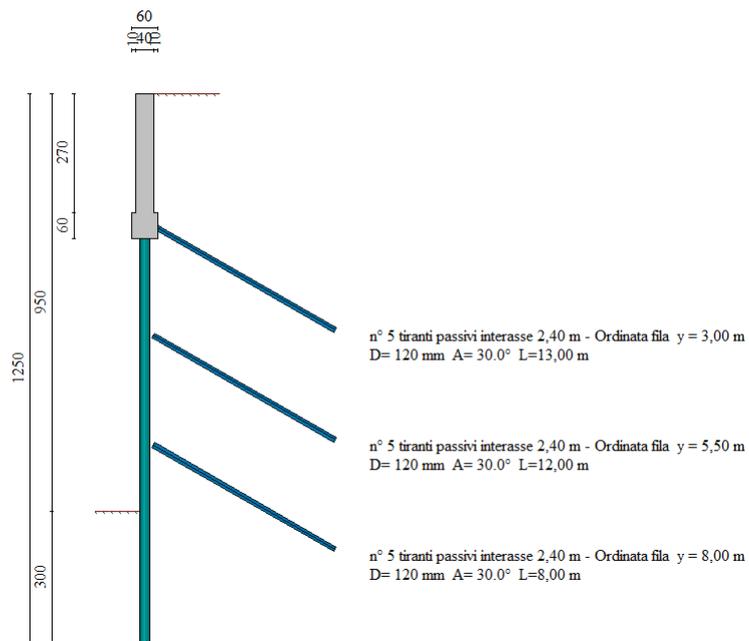


Figura 6-27 – Schema paratia con tre ordini di tiranti

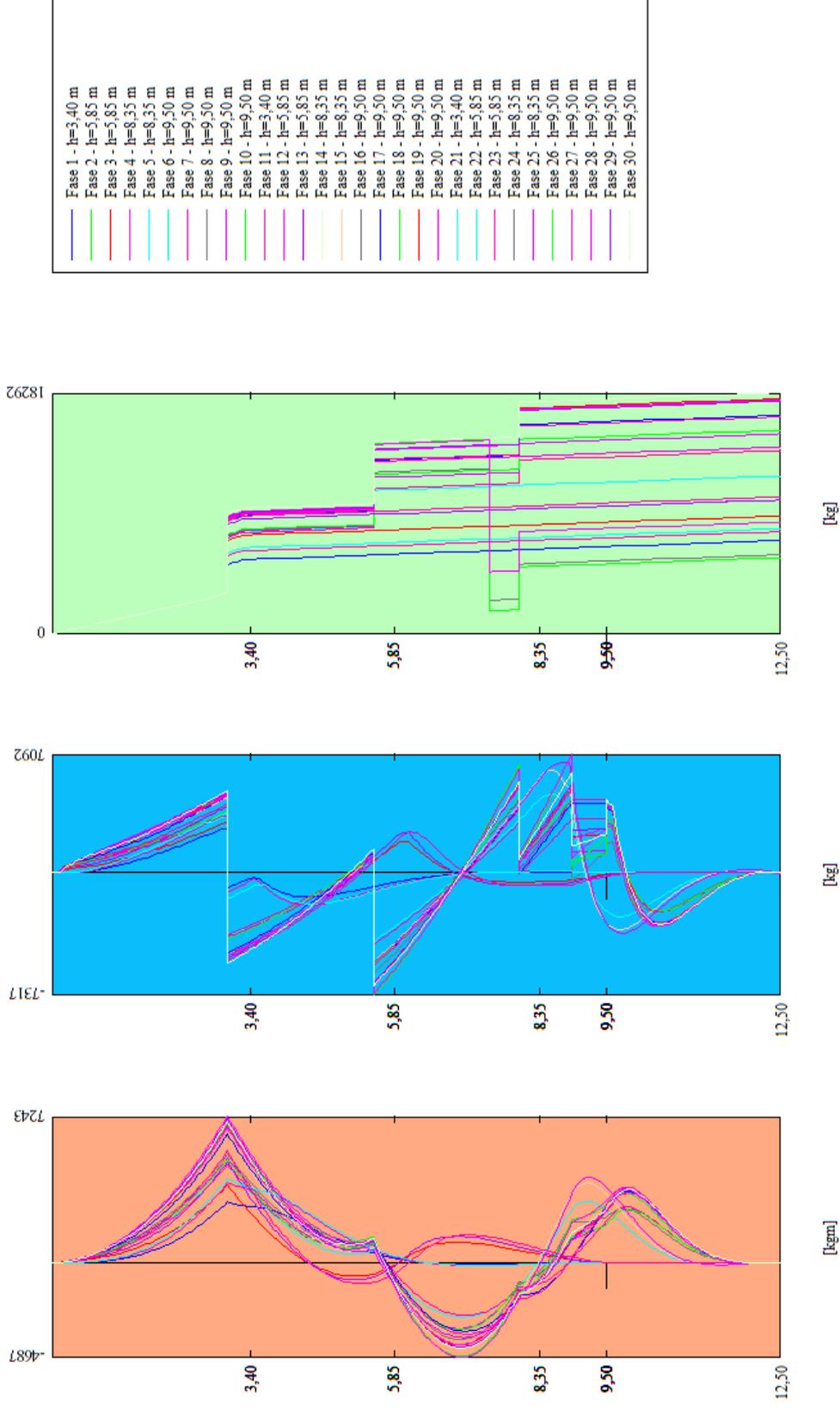


Figura 6-28 – Sollecitazioni paratia con tre ordini di tiranti

FASI DI CARICO DA 1 A 10: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T9
FASI DI CARICO DA 11 A 20: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T9
FASI DI CARICO DA 21 A 30: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T9

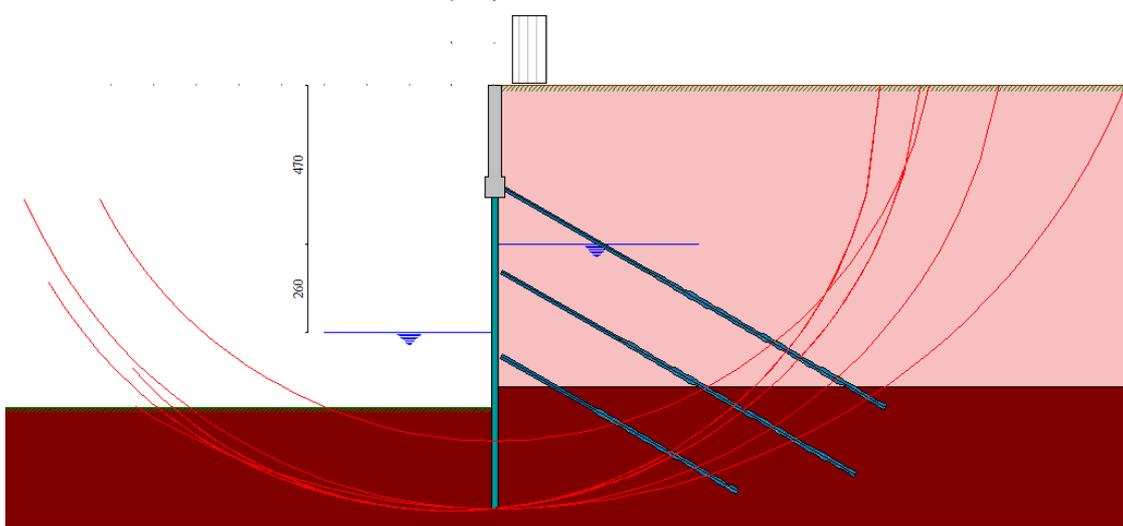


Figura 6-29 – Verifica di stabilità paratia con tre ordini di tiranti

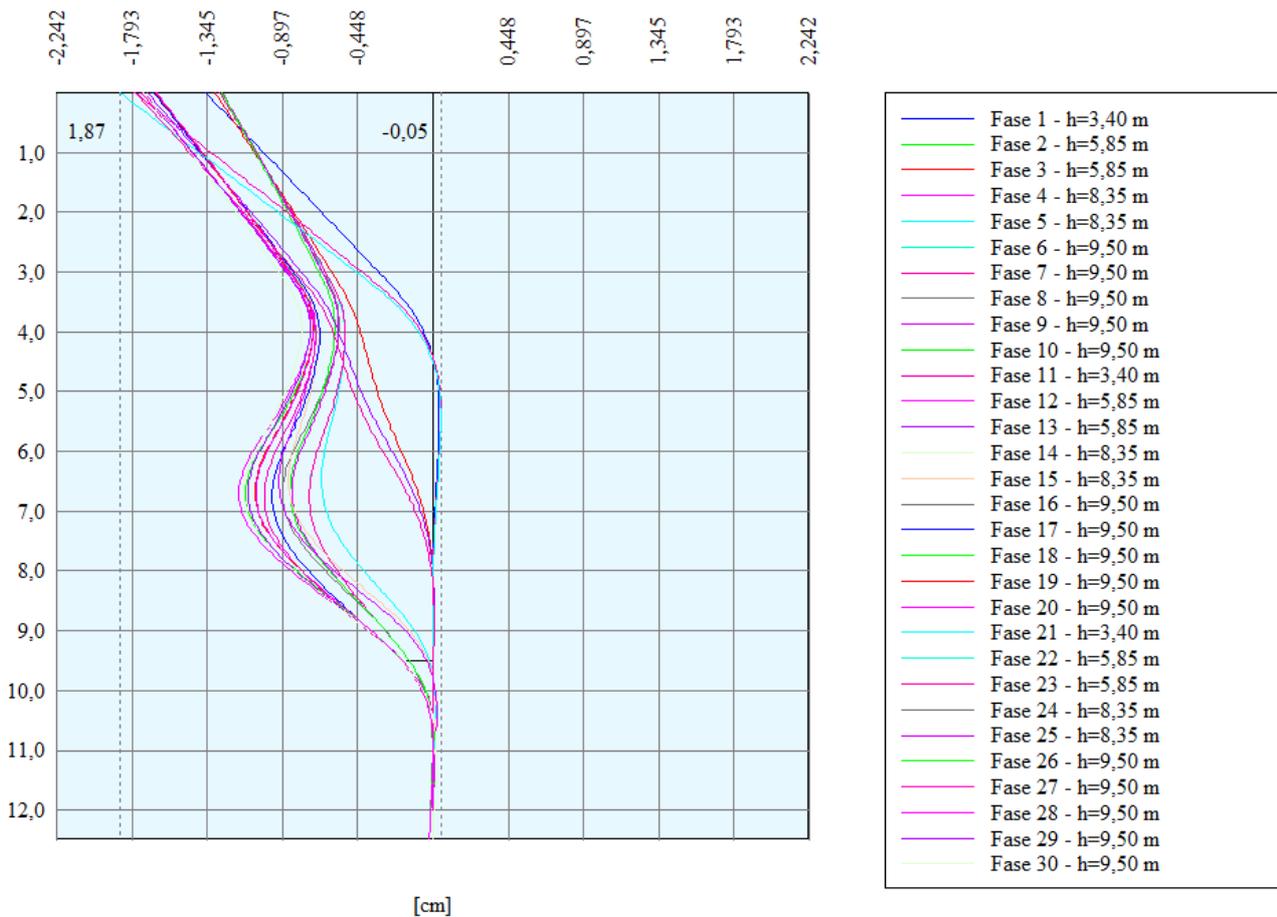


Figura 6-30 – Deformata paratia con tre ordini di tiranti

6.8.5.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON TRE ORDINI DI TIRANTI

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ _f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	24131	8,04	8,00	13,00	3000,50	0,84499	28274	179585	673445	1.172	18
2	21371	8,04	8,00	12,00	2657,25	0,92331	28274	179585	673445	1.323	18
3	14032	8,04	5,00	8,00	1744,73	0,81242	17802	112241	420903	1.269	18

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-6699	1	--	--	0,40842	0,42817
2	0	2340	--	--	0,14188	0,19220

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 137,22 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
8 - SLU - GEO	2,70	40,00	10,05	10,05	3517	1620	14634	6741	2.497

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
8 - SLU - GEO	3,00	4346	1890	4731	0	1.089

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 36,76 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
10 - SLV - GEO	2,70	40,00	0,00	4367	17949	4.110	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
8 - SLU - STR	5,50	-4390	46576	10.610

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _r	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]
τ _r	tensione tangenziale in [kg/cmq]
σ _{id}	tensione ideale espressa in [kg/cmq]

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

A _n [cmq]	A _{fs} [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{ri} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	28,29	8	-191,52	8	1205,09	8

σ _r [kg/cm ²]	τ _r [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
3326,25	124,22	3333,21	8

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _r	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _r [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	8 - ESE	2,70	2575	-7457	0,000	0,0000	0,200	0,000

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M _h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T _h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M _v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T _v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 2 (X=3,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cmq]	A _{fh} =6,28 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =7437 [kgm]	M _{uh} =27358 [kgm]	FS=3.68	
T _h =12394 [kg]	T _{Rh} =145348 [kg]	FS _r =11.73	cotgθh=1.00
M _v =4294 [kgm]	M _{uv} =27358 [kgm]	FS=6.37	
T _v =7156 [kg]	T _{Rv} =145348 [kg]	FS _r v=20.31	cotgθv=1.00

Cordolo N° 3 (X=5,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =9,42 [cmq]	A _{fh} =3,14 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =6169 [kgm]	M _{uh} =15028 [kgm]	FS=2.44	
T _h =10282 [kg]	T _{Rh} =105708 [kg]	FS _r =10.28	cotgθh=1.00
M _v =3562 [kgm]	M _{uv} =20519 [kgm]	FS=5.76	
T _v =5936 [kg]	T _{Rv} =109011 [kg]	FS _r v=18.36	cotgθv=1.00

Cordolo N° 4 (X=8,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cmq]	A _{fh} =3,14 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =4051 [kgm]	M _{uh} =19921 [kgm]	FS=4.92	

$T_h=6751$ [kg]	$T_{RH}=105708$ [kg]	$FS_T=15.66$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=2339$ [kgm]	$M_{uv}=20519$ [kgm]	$FS=8.77$	
$T_v=3898$ [kg]	$T_R=109011$ [kg]	$FS_{TV}=27.97$	$\cotg\theta_v=1.00$

6.8.6 PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

L'inserimento dei tiranti (T1-T3) è stato considerato nelle fasi immediatamente successive a quelle degli scavi (T0-T2).

La fase T4 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea del canale sfioratore.

La fase T5 è relativa all'inserimento della falda a lato campagna con canale vuoto.

La fase T6 è relativa alla verifica sismica con falda a quota fondo scavo.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.00 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.50) [Hscavo=1.00]	1
4	Scavo fino alla profondità di 3.50 metri	2
5	Inserimento tirante 2 (X=3.00) [Hscavo=3.50]	3
6	Scavo fino alla profondità di 7.00 metri	4
7	Quota falda valle 7.00 metri - Quota falda monte 5.00 metri [Hscavo=7.00]	5
8	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.00]	5
9	Inserimento sisma	6
10	Quota falda valle 7.00 metri - Quota falda monte 7.00 metri [Hscavo=7.00]	6

Figura 6-31 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

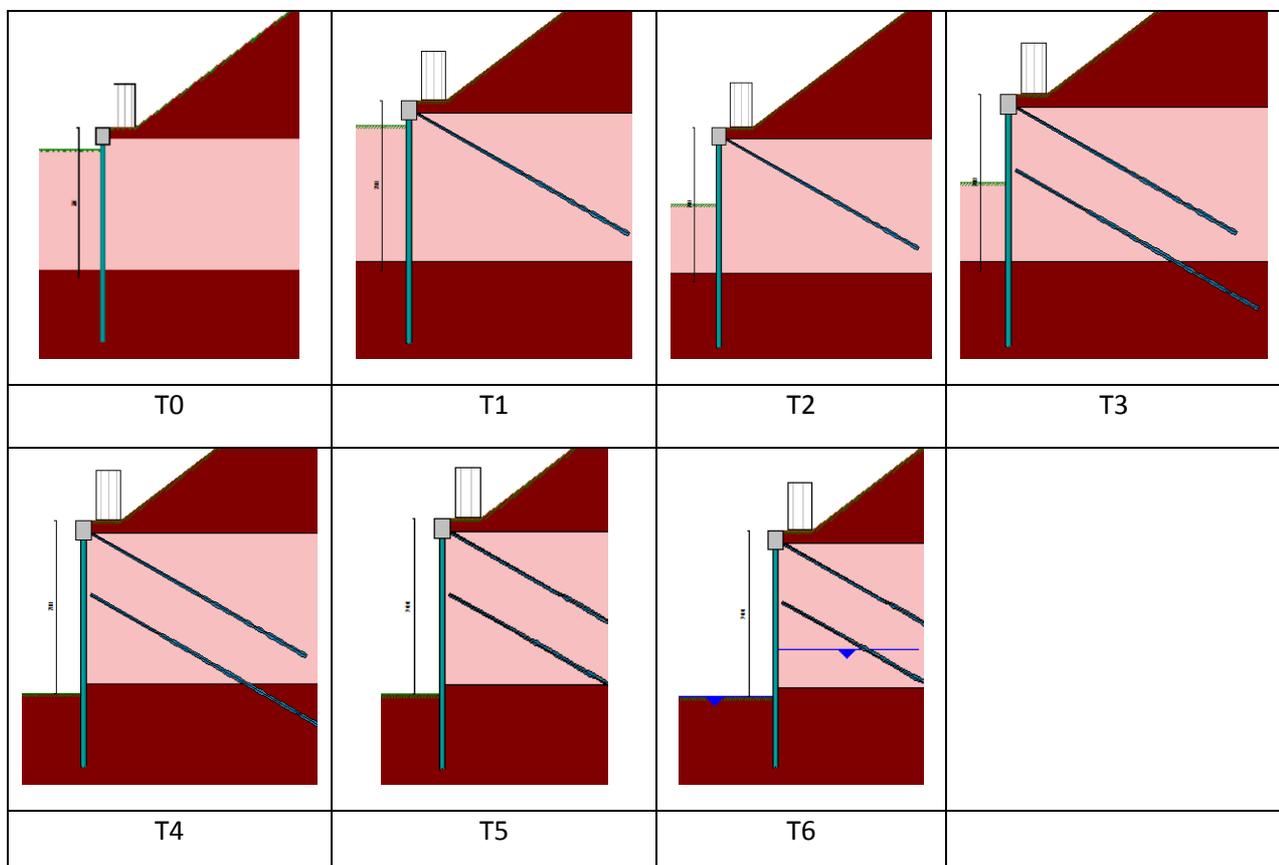


Figura 6-32 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

Il terreno a tergo della paratia è stato considerato cautelativamente privo di coesione.

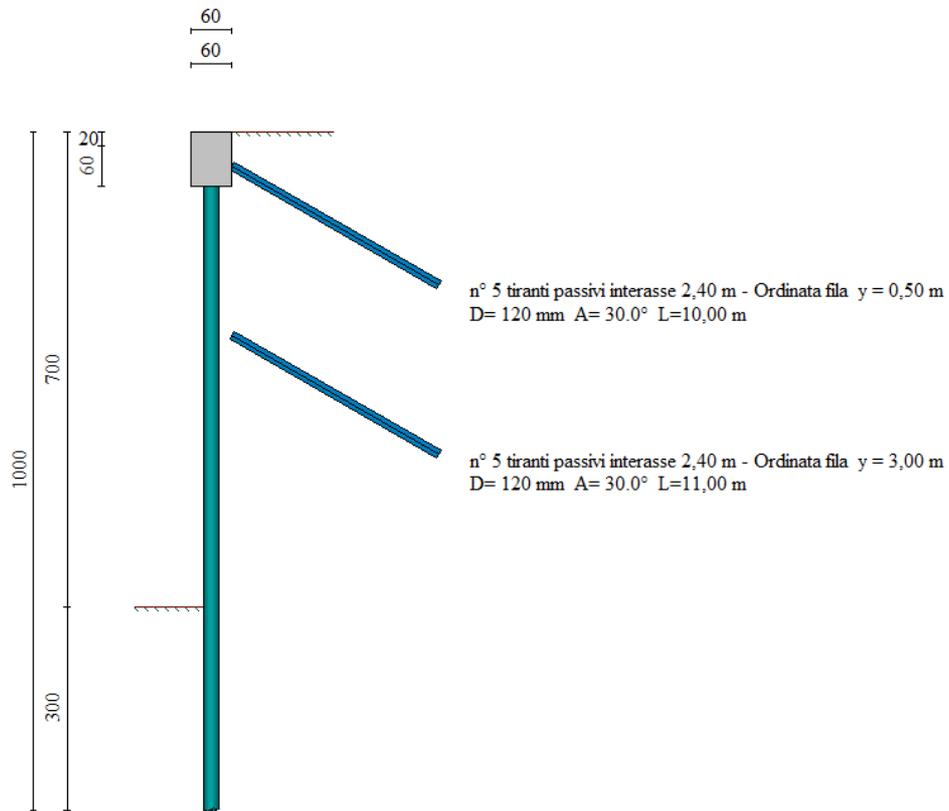


Figura 6-33 – Schema paratia con due ordini di tiranti

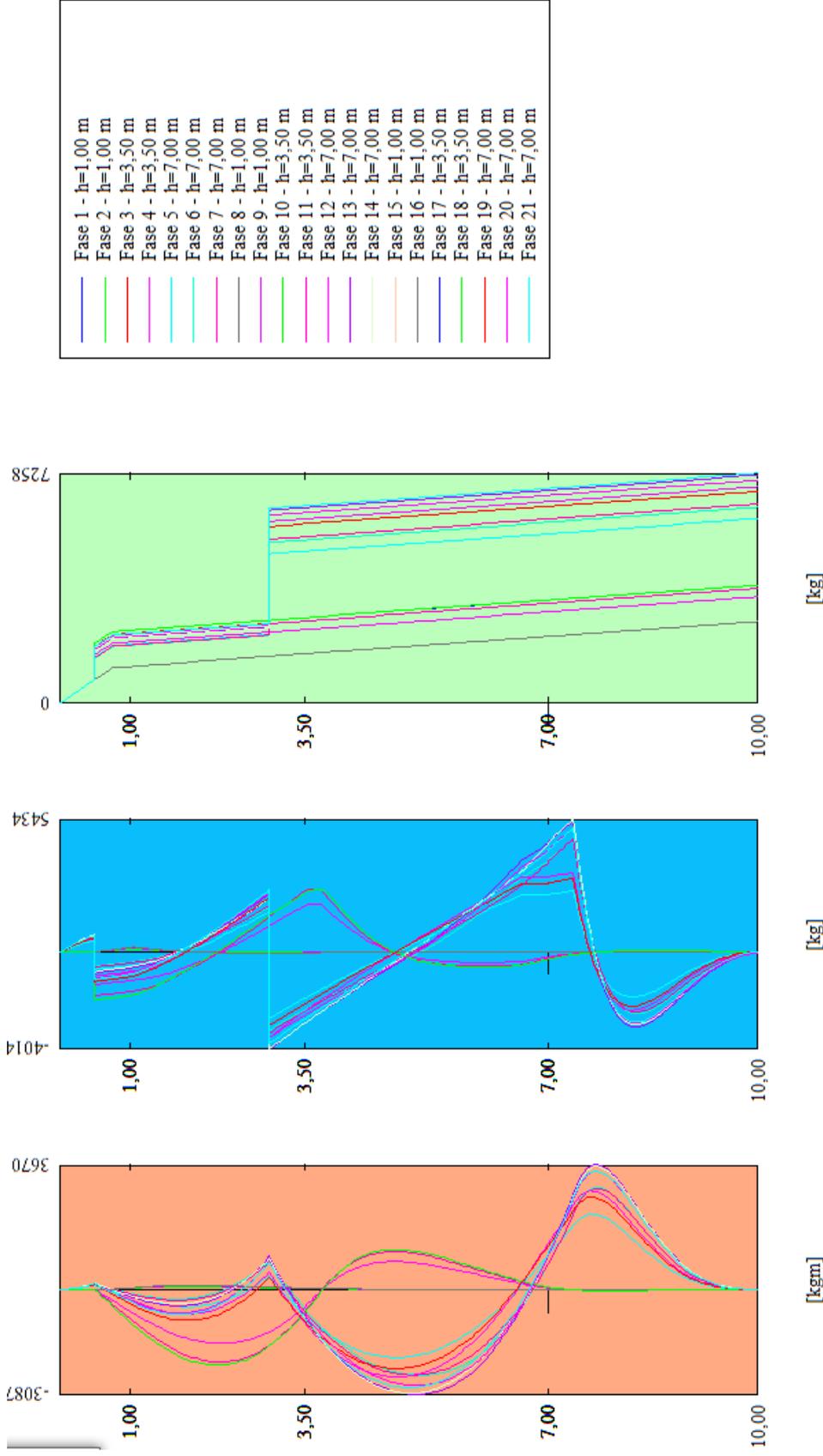


Figura 6-34 – Sollecitazioni paratia con due ordini di tiranti

FASI DI CARICO DA 1 A 7: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T6
FASI DI CARICO DA 8 A 14: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T6
FASI DI CARICO DA 15 A 21: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T6

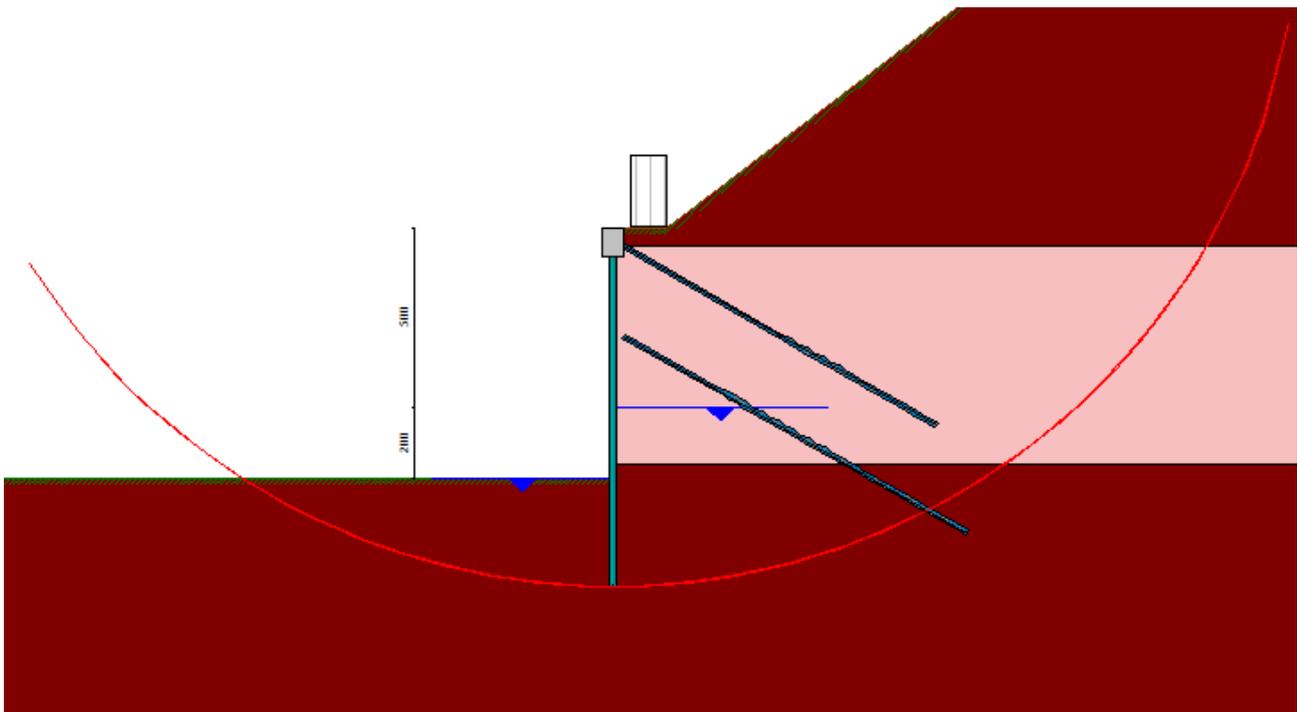


Figura 6-35 – Verifica di stabilità paratia con due ordini di tiranti

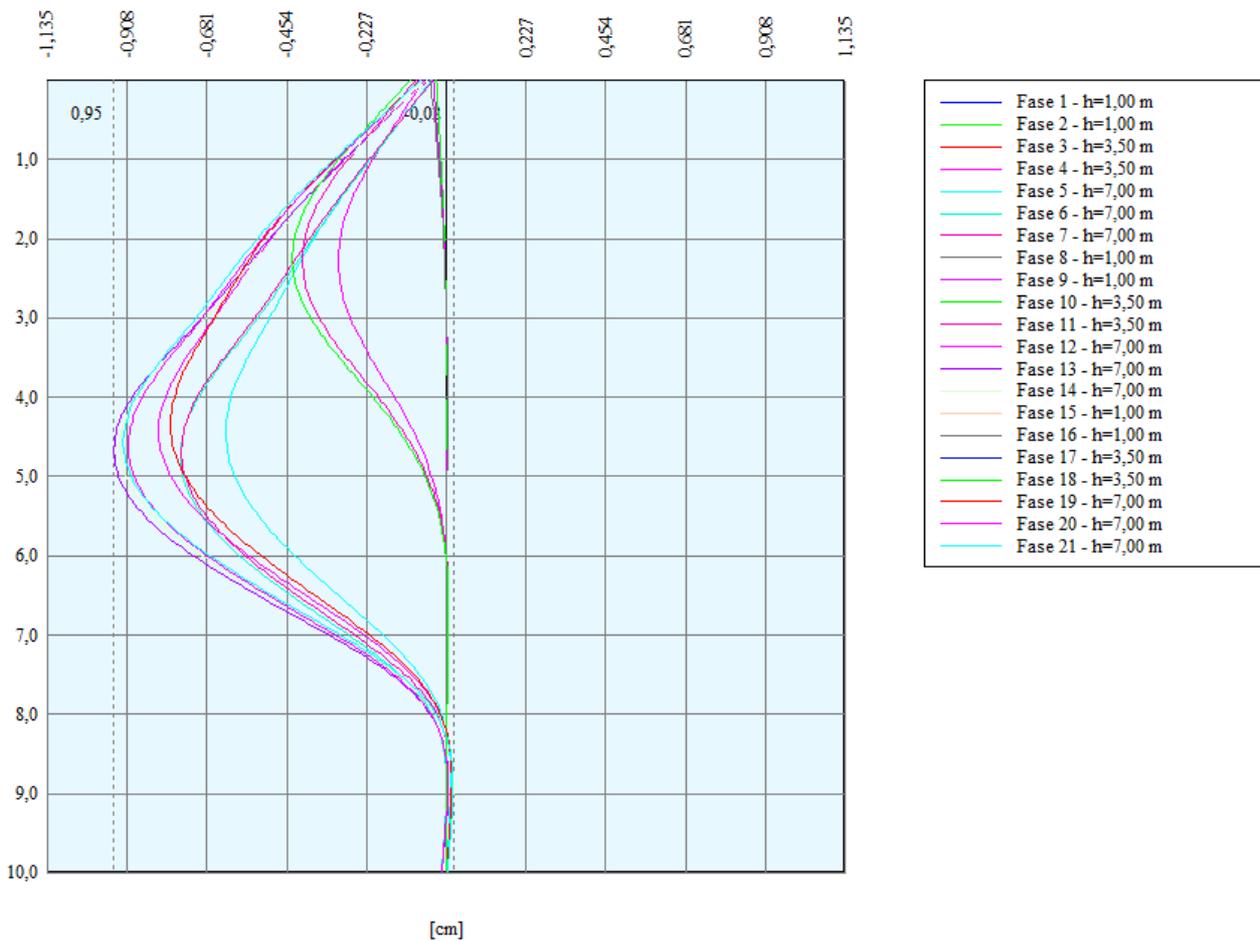


Figura 6-36 – Deformata paratia con due ordini di tiranti

6.8.6.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON DUE ORDINI DI TIRANTI

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _t	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N	A _f	L _f	L	σ _t	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]		
1	4481	8,04	5,00	10,00	557,17	0,18433	17802	112241	420903	3.973	11
2	15987	8,04	8,00	11,00	1987,80	0,69564	28274	179585	673445	1.769	13

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 137,22 [cm³]

n° - Tipo	Y	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1 - SLU - STR	0,10	60,00	10,05	10,05	0	90	0	-80226	534.842

n° - Tipo	Y	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
6 - SLU - STR	7,70	2202	4102	4731	0	2.149

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 36,76 cmq

n° - Tipo	Y	H	A _{sw}	V _{Ed}	V _{Rd}	FS	cotgθ
	[m]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]		
6 - SLU - STR	0,20	60,00	0,00	323	23843	73.914	1,00

n° - Tipo	Y	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[kg]	[kg]	
7 - SLV - STR	7,35	3260	46576	14.285

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _t	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]

τ_f tensione tangenziale in [kg/cmq]
 σ_{id} tensione ideale espressa in [kg/cmq]

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

A_{ri}	A_{rs}	σ_c	cmb	σ_{fi}	cmb	σ_{fs}	cmb
[cmq]	[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]		[kg/cmq]	
10,05	10,05	0,08	7	-1,16	7	-0,71	1

σ_f	τ_f	σ_{id}	cmb
[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	
1897,09	13,23	1897,23	6

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Oggetto Muro/Paratia
 Y Ordinata sezione, espresso in [m]
 M Momento agente, espresso in [kgm]
 M_f Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
 S Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
 ϵ_{sm} Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
 W_{lim} Apertura limite fessure, espressa in [mm]
 W_k Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M_f	S	ϵ_{sm}	W_{lim}	W_k
		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Muro	7 - ESE	0,20	14	-16631	0,000	0.0000	0,200	0,000

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M_h momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
 T_h taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
 M_v momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
 T_v taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 2 (X=0,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm] H=60,00 [cm]
 A_{fv} =12,57 [cmq] A_{fh} =6,28 [cmq] Staffe ϕ 16/20 N_{bh} =2 - N_{bv} =2
 M_h =1426 [kgm] M_{uh} =27358 [kgm] FS_h =19.18
 T_h =2377 [kg] T_{Rh} =145348 [kg] FS_T =61.15 $\cotg\theta_h$ =1.00
 M_v =823 [kgm] M_{uv} =27358 [kgm] FS_v =33.23
 T_v =1372 [kg] T_R =145348 [kg] FS_{Tv} =105.91 $\cotg\theta_v$ =1.00

Cordolo N° 3 (X=3,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm] H=60,00 [cm]
 A_{fv} =12,57 [cmq] A_{fh} =3,14 [cmq] Staffe ϕ 16/20 N_{bh} =2 - N_{bv} =2
 M_h =4615 [kgm] M_{uh} =19921 [kgm] FS_h =4.32
 T_h =7692 [kg] T_{Rh} =105708 [kg] FS_T =13.74 $\cotg\theta_h$ =1.00
 M_v =2664 [kgm] M_{uv} =20519 [kgm] FS_v =7.70
 T_v =4441 [kg] T_R =109011 [kg] FS_{Tv} =24.55 $\cotg\theta_v$ =1.00

6.8.7 PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI E CON MURO DI SOSTEGNO

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

Nella fase T0 si considera la realizzazione del muro di sostegno e l'inserimento del tirante di testa.

Per le fasi successive l'inserimento del tirante (T2) è stato considerato nella fase immediatamente successiva a quella dello scavo (T1).

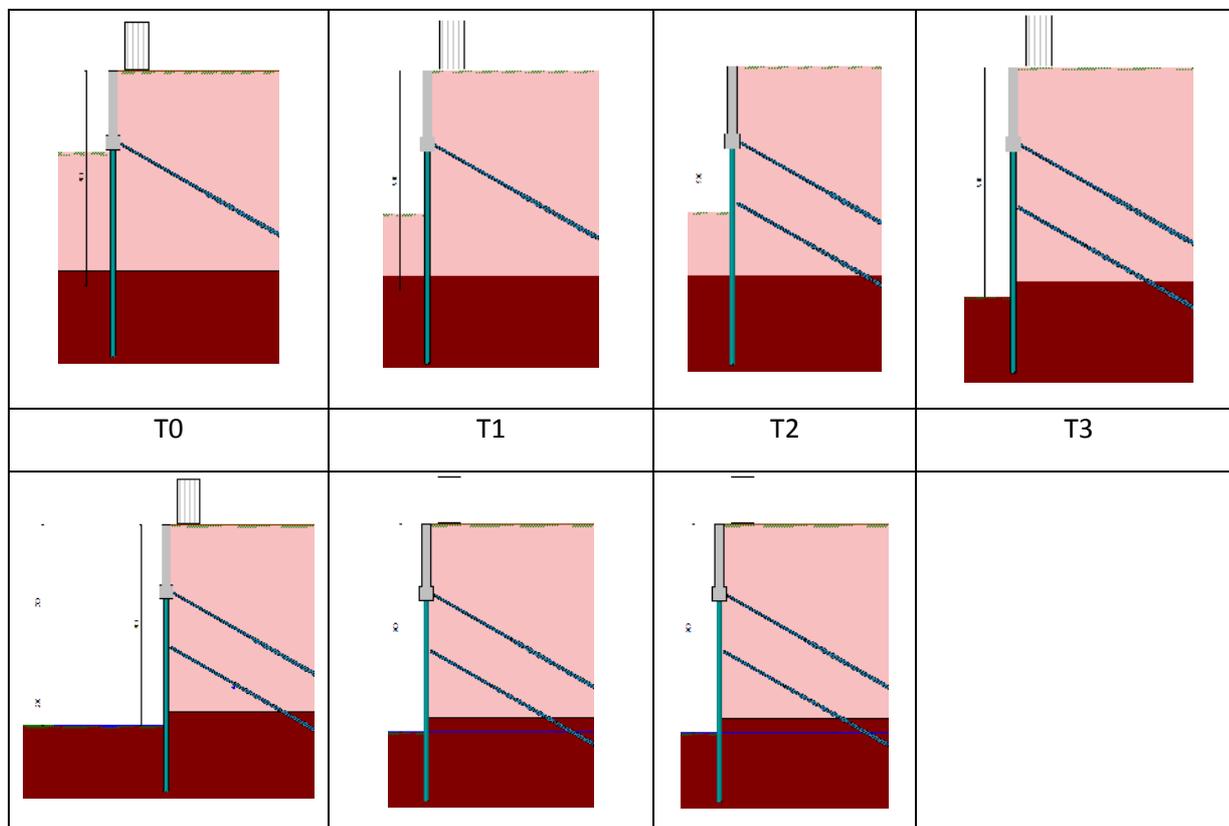
La fase T3 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea del canale sfioratore.

La fase T4 è relativa all'inserimento della falda a lato campagna con canale vuoto.

La fase T5-T6 è relativa alla verifica sismica con falda a quota fondo scavo.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=3.40]	0
2	Scavo fino alla profondità di 3.40 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=3.00) [Hscavo=3.40]	0
4	Scavo fino alla profondità di 5.85 metri	1
5	Inserimento tirante 2 (X=5.50) [Hscavo=5.85]	2
6	Scavo fino alla profondità di 9.00 metri	3
7	Quota falda valle 9.00 metri - Quota falda monte 7.00 metri [Hscavo=9.00]	4
8	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=9.00]	4
9	Quota falda valle 9.00 metri - Quota falda monte 9.00 metri [Hscavo=9.00]	5
10	Inserimento sisma	6

Figura 6-37 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare



T4	T5	T6	
----	----	----	--

Figura 6-38 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

Il terreno a tergo della paratia è stato considerato cautelativamente privo di coesione.

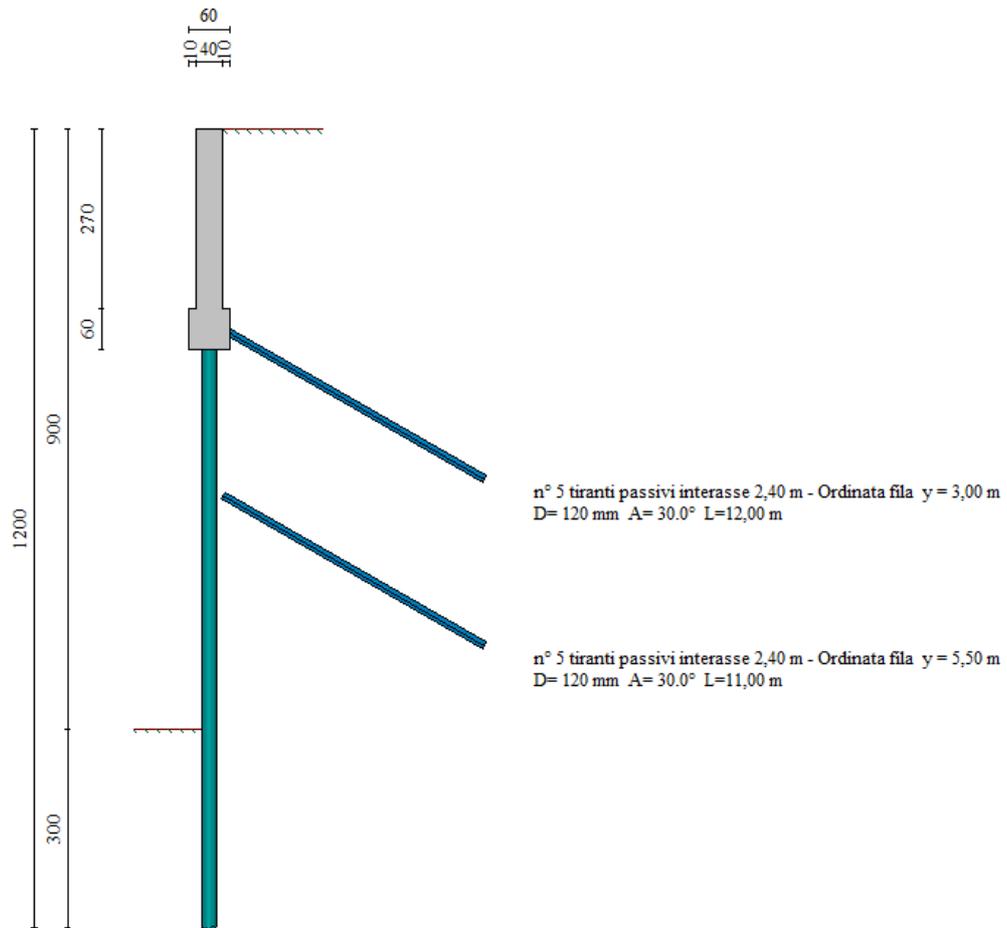


Figura 6-39 – Schema paratia con due ordini di tiranti

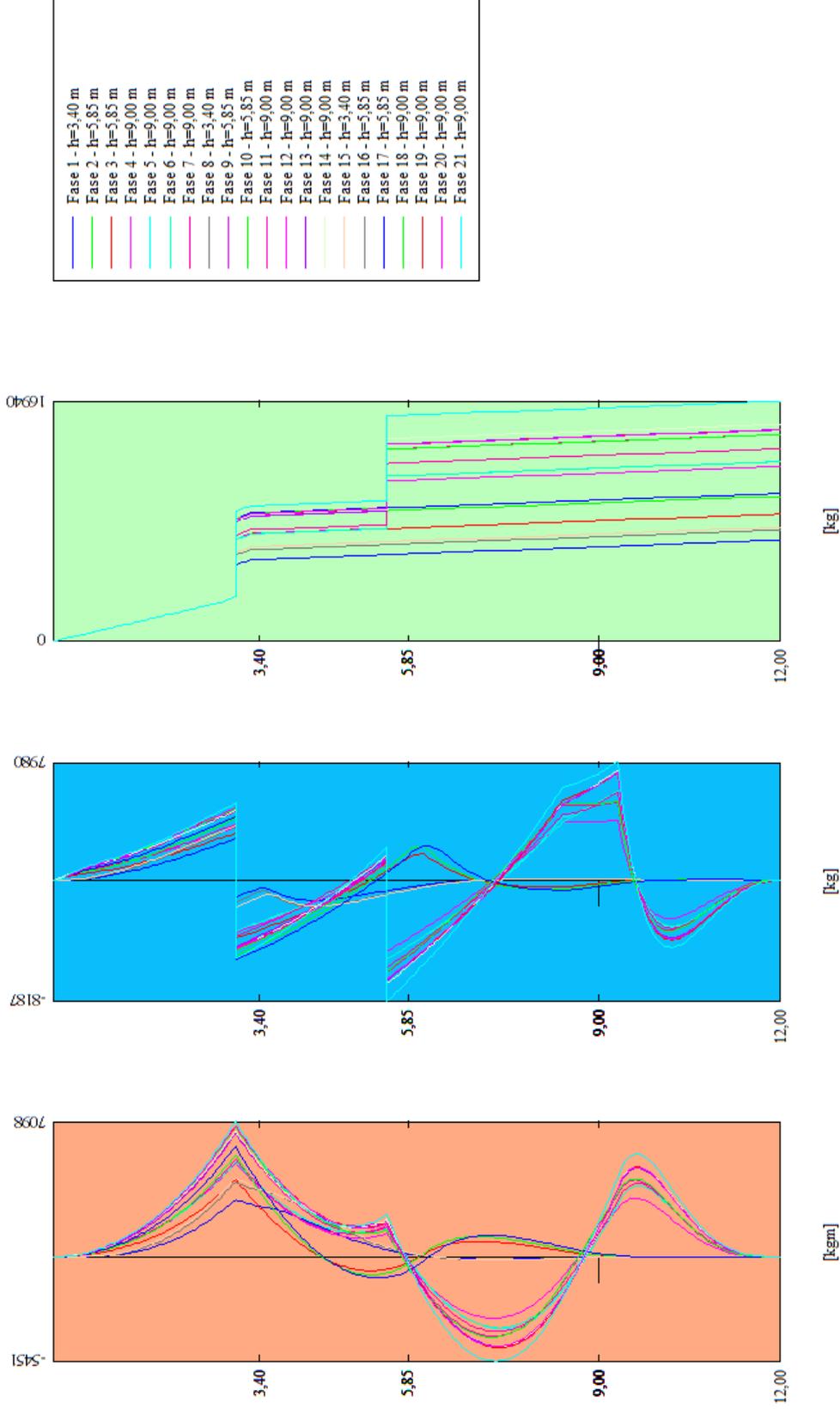


Figura 6-40 – Sollecitazioni paratia con due ordini di tiranti

FASI DI CARICO DA 1 A 7: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T6
FASI DI CARICO DA 8 A 14: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T6
FASI DI CARICO DA 15 A 21: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T6

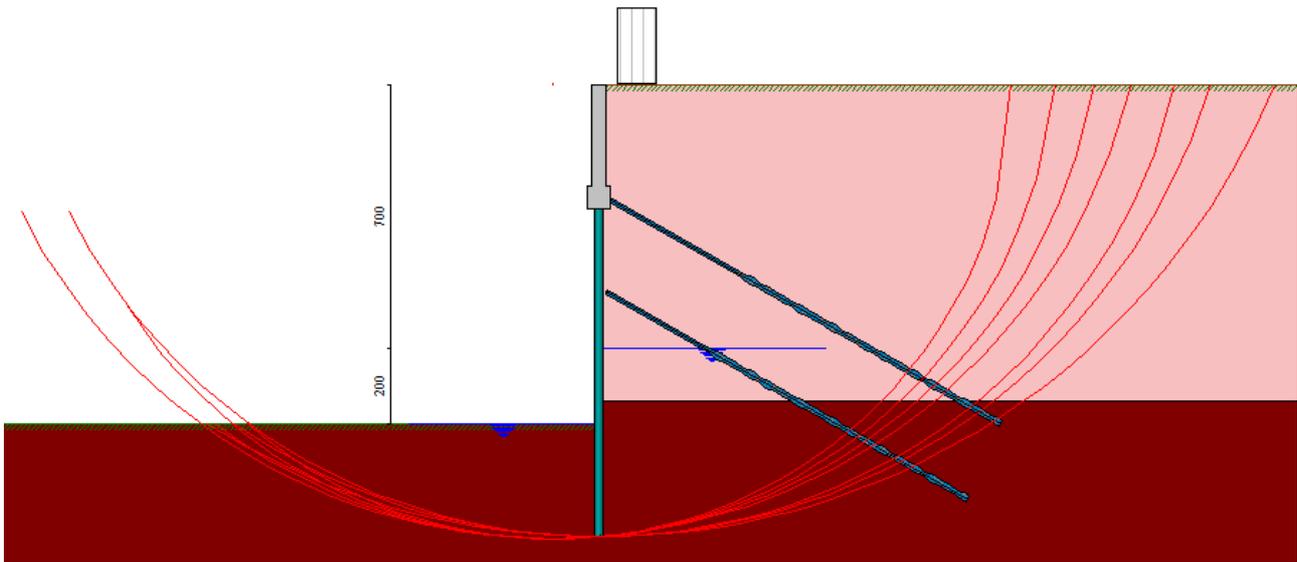


Figura 6-41 – Verifica di stabilità paratia con due ordini di tiranti

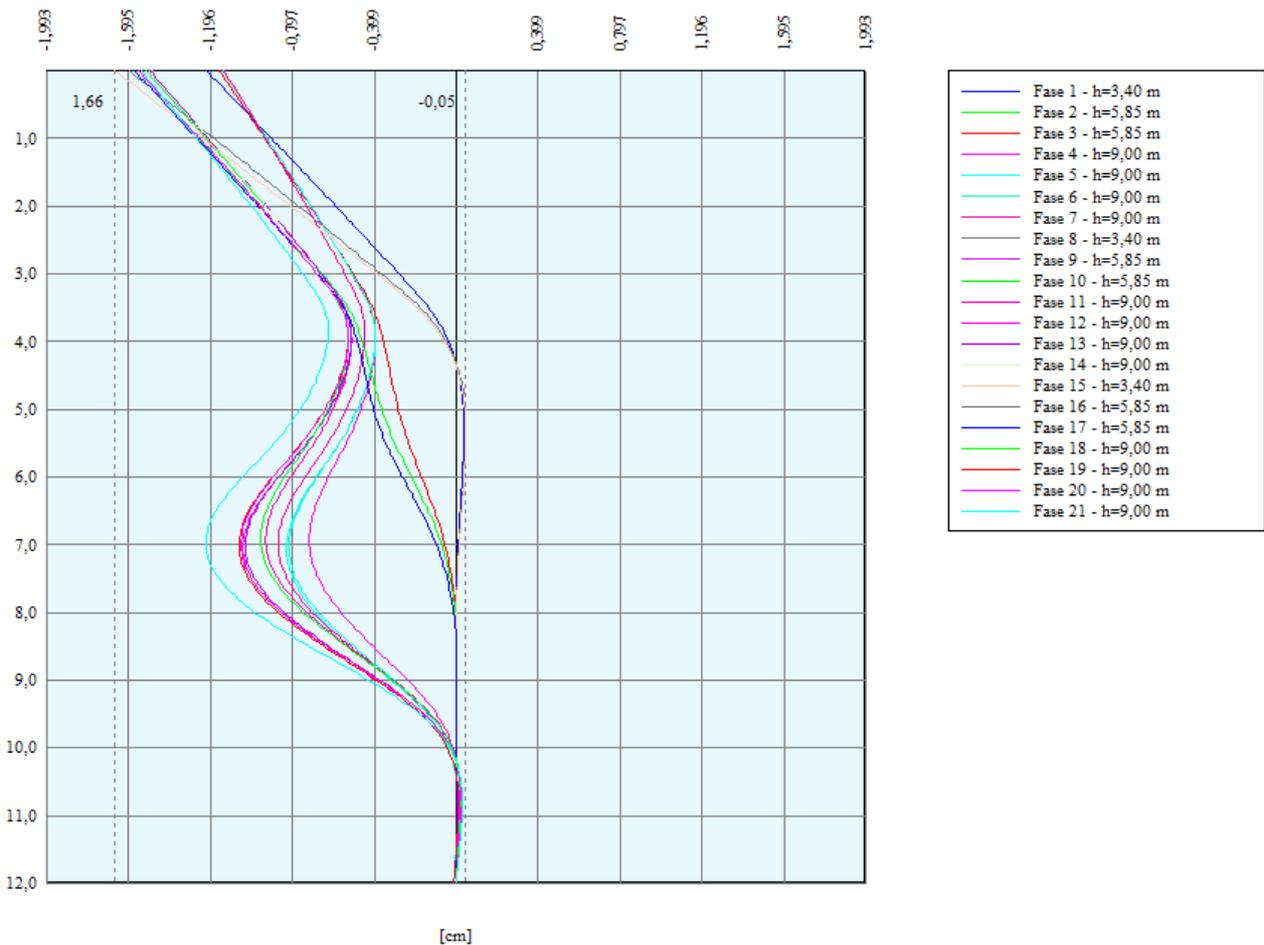


Figura 6-42 – Deformata paratia con due ordini di tiranti

6.8.7.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON DUE ORDINI DI TIRANTI E CON MURO DI SOSTEGNO

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ _f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	23366	8,04	8,00	12,00	2905,31	0,67007	28274	179585	673445	1.210	14
2	21591	8,04	8,00	11,00	2684,67	0,74995	28274	179585	673445	1.310	14

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 137,22 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLV - GEO	2,70	40,00	10,05	10,05	3387	1620	14678	7020	2.600

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLV - GEO	3,00	4259	5514	4731	0	1.111

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 36,76 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
7 - SLV - GEO	2,70	40,00	0,00	4528	17949	3.964	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
7 - SLV - GEO	5,50	-4912	46576	9.482

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

σ_f tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]
 τ_f tensione tangenziale in [kg/cmq]
 σ_{id} tensione ideale espressa in [kg/cmq]

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

A_{fi}	A_{fs}	σ_c	cmb	σ_{fi}	cmb	σ_{fs}	cmb
[cmq]	[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]		[kg/cmq]	
10,05	10,05	26,51	7	-180,75	7	1120,79	7

σ_f	τ_f	σ_{id}	cmb
[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	
3175,28	123,48	3182,47	7

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Oggetto Muro/Paratia
 Y Ordinata sezione, espresso in [m]
 M Momento agente, espresso in [kgm]
 M_f Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
 s Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
 ϵ_{sm} Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
 W_{lim} Apertura limite fessure, espressa in [mm]
 W_k Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M_f	s	ϵ_{sm}	W_{lim}	W_k
		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Muro	7 - ESE	2,70	2413	-7457	0,000	0.0000	0,200	0,000

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M_h momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
 T_h taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
 M_v momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
 T_v taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 2 (X=3,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
$A_{fv}=12,57$ [cmq]	$A_{fh}=6,28$ [cmq]	Staffe $\phi 12/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=7532$ [kgm]	$M_{uh}=27358$ [kgm]	FS=3.63	
$T_h=12553$ [kg]	$T_{Rh}=145348$ [kg]	$FS_T=11.58$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=4348$ [kgm]	$M_{uv}=27358$ [kgm]	FS=6.29	
$T_v=7247$ [kg]	$T_R=145348$ [kg]	$FS_{Tv}=20.06$	$\cotg\theta_v=1.00$

Cordolo N° 3 (X=5,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
$A_{fv}=12,57$ [cmq]	$A_{fh}=3,14$ [cmq]	Staffe $\phi 16/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=7470$ [kgm]	$M_{uh}=19921$ [kgm]	FS=2.67	
$T_h=12450$ [kg]	$T_{Rh}=105708$ [kg]	$FS_T=8.49$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=4313$ [kgm]	$M_{uv}=20519$ [kgm]	FS=4.76	
$T_v=7188$ [kg]	$T_R=109011$ [kg]	$FS_{Tv}=15.17$	$\cotg\theta_v=1.00$

6.8.8 PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

L'inserimento dei tiranti (T1) è stato considerato nella fase immediatamente successiva a quelle dello scavo per la realizzazione dello stesso (T0).

La fase T2 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea del canale sfioratore.

La fase T3 è relativa all'inserimento della falda a lato campagna con canale vuoto.

La fase T4 è relativa alla verifica sismica con falda a quota fondo scavo.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.70]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.70 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.90) [Hscavo=1.70]	1
4	Scavo fino alla profondità di 4.50 metri	2
5	Quota falda valle 4.50 metri - Quota falda monte 2.90 metri [Hscavo=4.50]	3
6	Quota falda valle 4.50 metri - Quota falda monte 4.50 metri [Hscavo=4.50]	4
7	Inserimento sisma	4

Figura 6-43 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

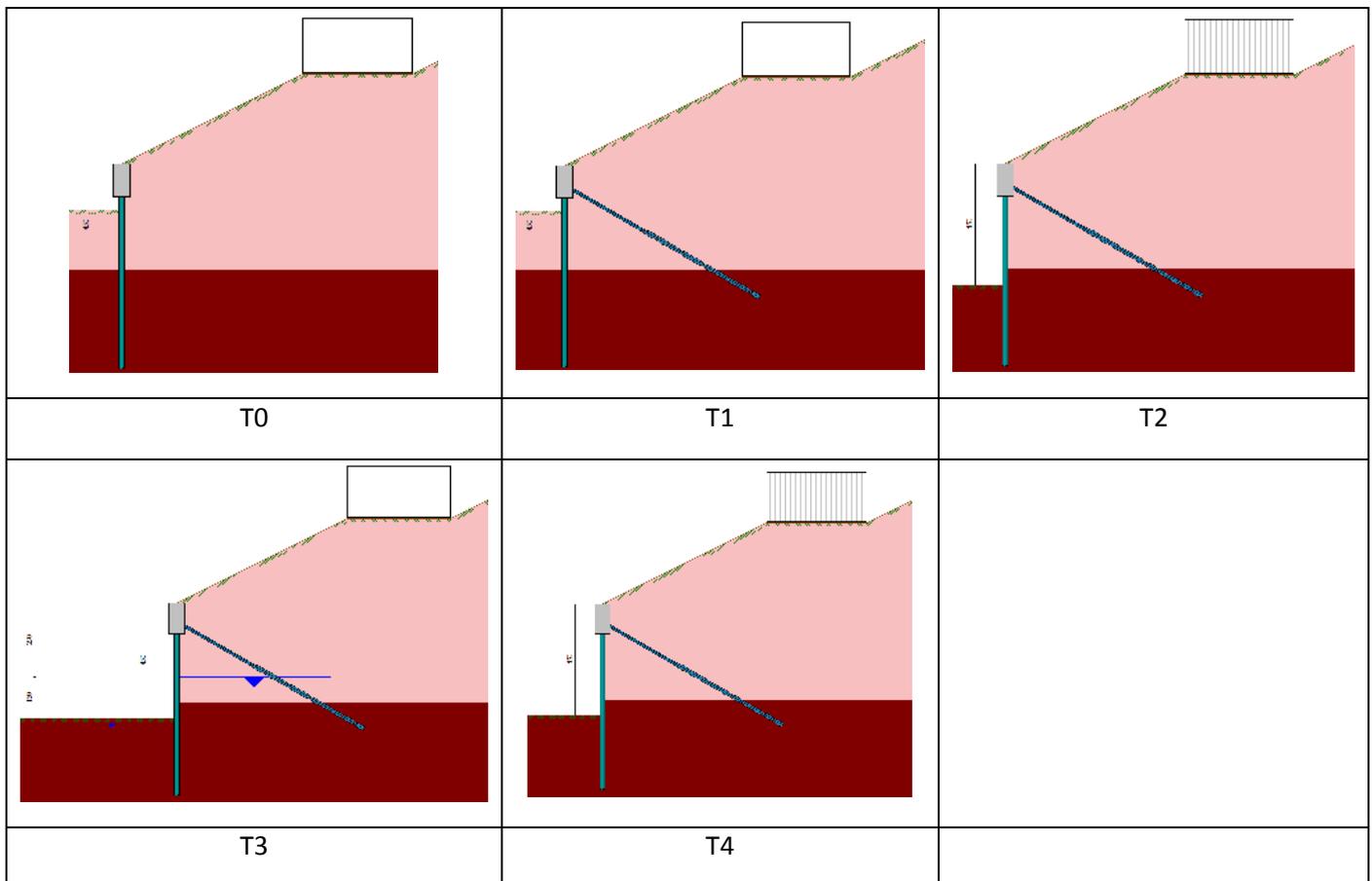


Figura 6-44 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

Il terreno a tergo della paratia è stato considerato cautelativamente privo di coesione.

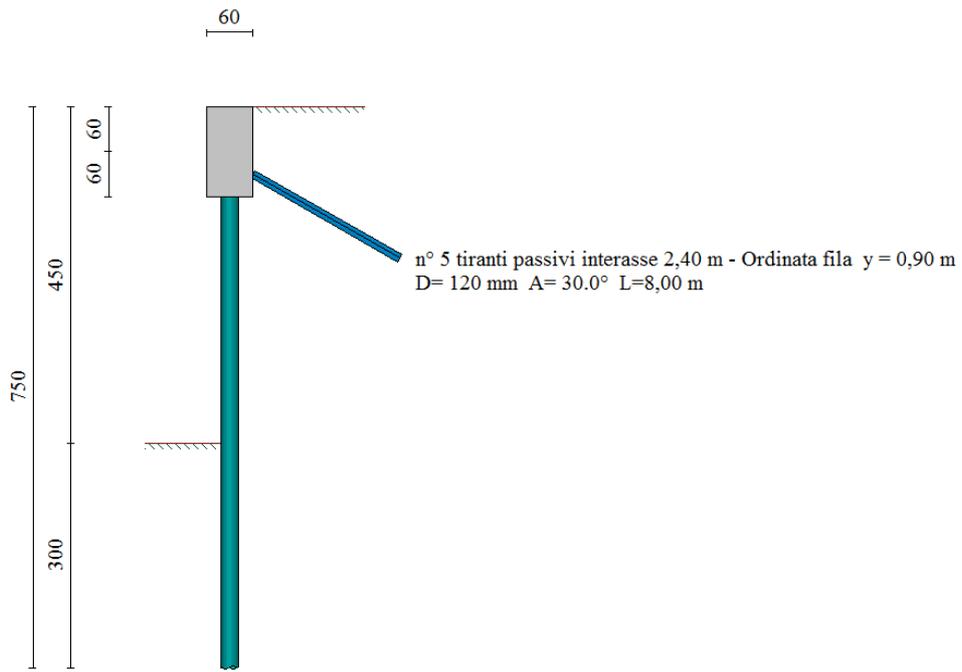
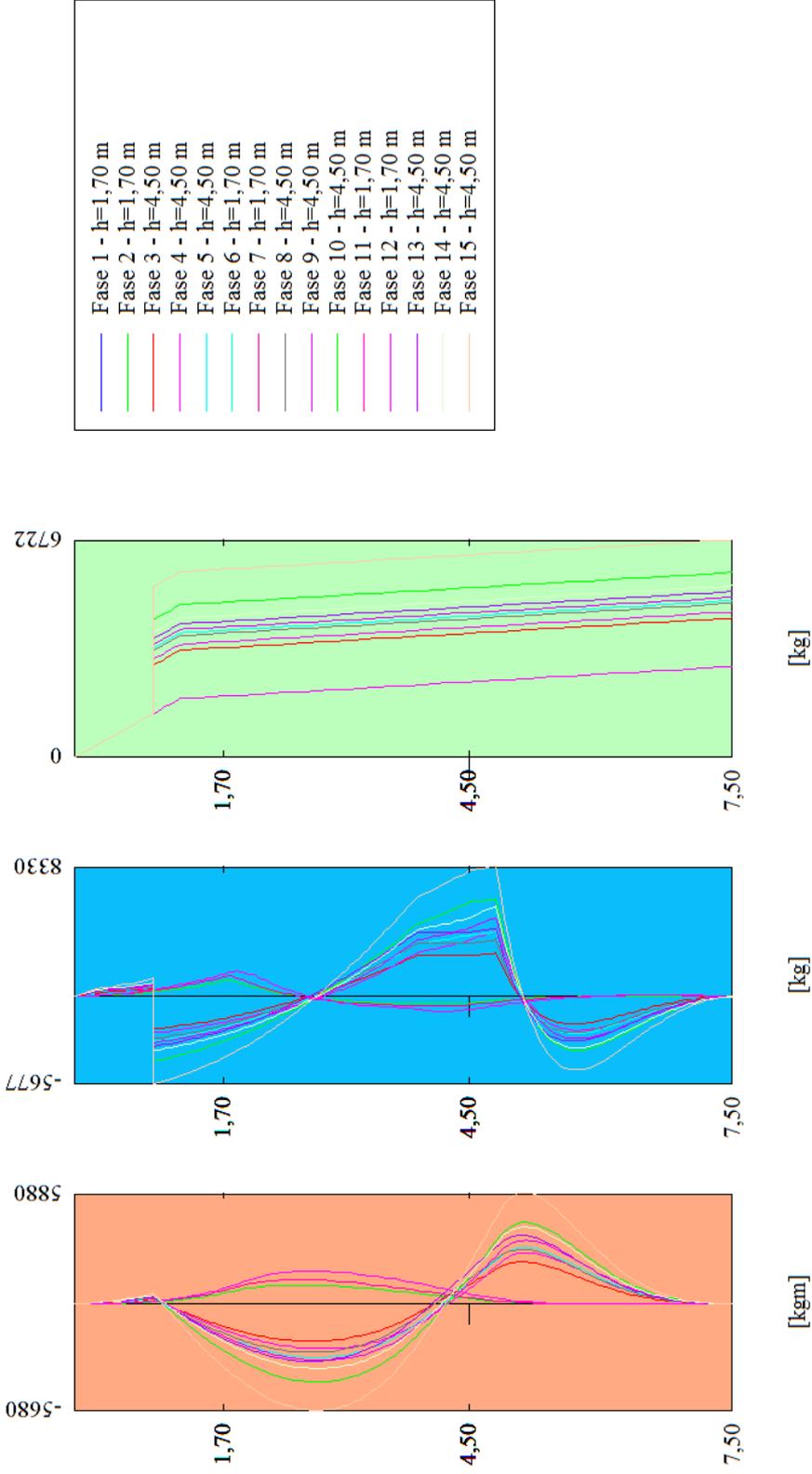


Figura 6-45 – Schema paratia con un ordine di tiranti



FASI DI CARICO DA 1 A 5: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T4
 FASI DI CARICO DA 6 A 10: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T4
 FASI DI CARICO DA 11 A 15: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T4

Figura 6-46 – Sollecitazioni paratia con un ordine di tiranti

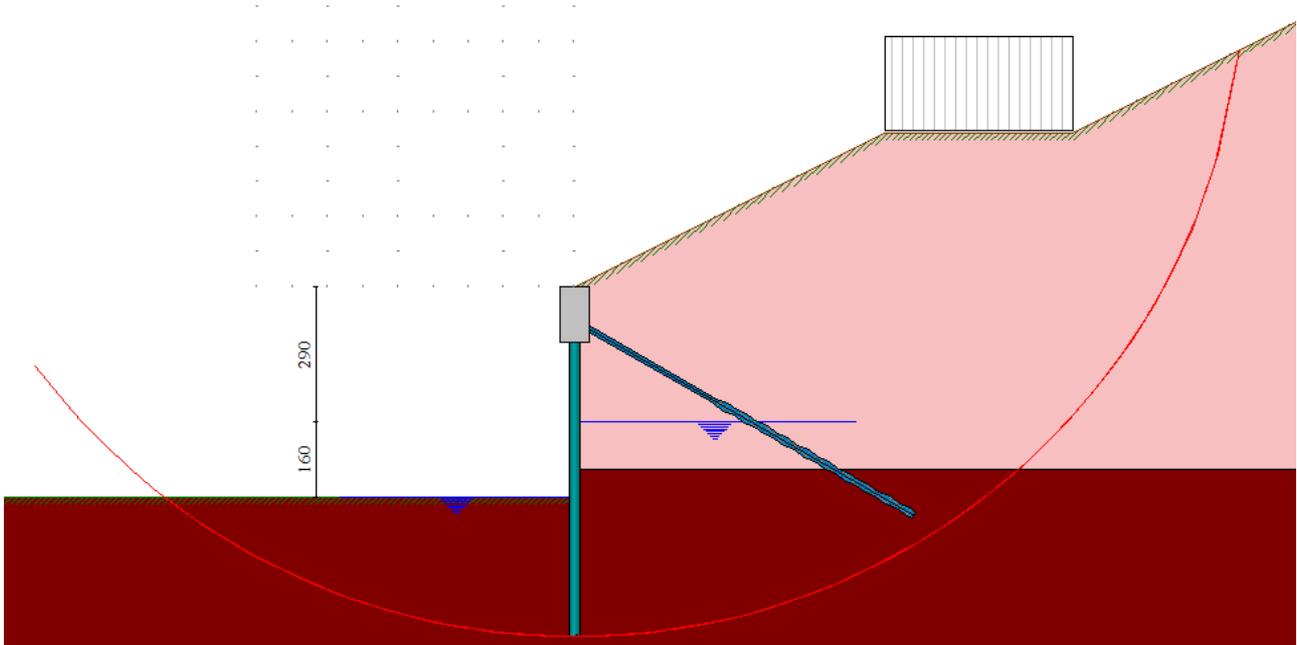


Figura 6-47 – Verifica di stabilità paratia con un ordine di tiranti

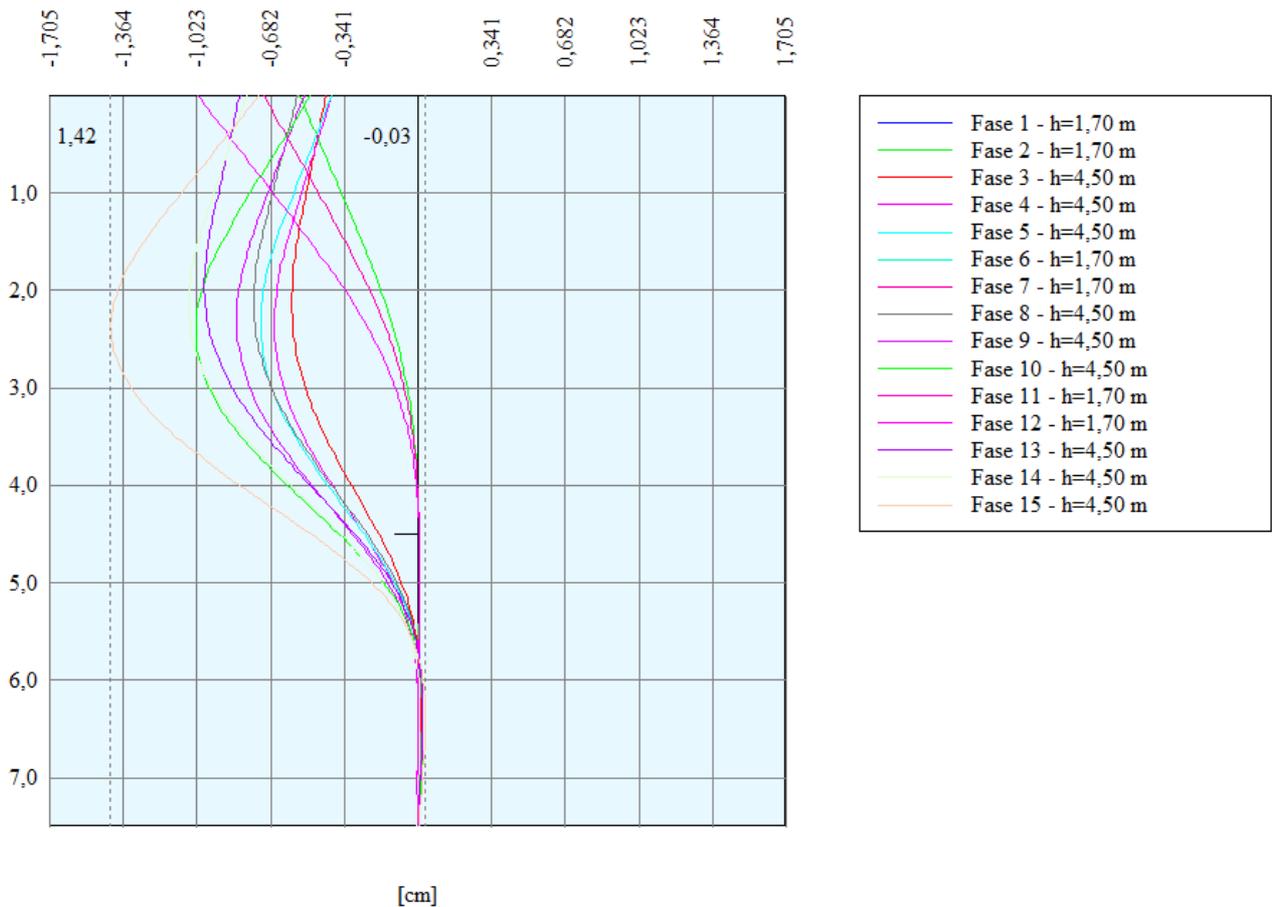


Figura 6-48 – Deformata paratia con un ordine di tiranti

6.8.8.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON UN ORDINE DI TIRANTI

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _t	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N	A _f	L _f	L	σ _t	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]		
1	16954	8,04	5,00	8,00	2108,02	1,06046	21363	112241	420903	1.260	15

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 137,22 [cm³]

n° - Tipo	Y	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
5 - SLV - GEO	0,60	60,00	10,05	10,05	159	540	83172	282172	313.524

n° - Tipo	Y	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
5 - SLV - GEO	5,15	3528	3810	4731	0	1.341

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 36,76 cmq

n° - Tipo	Y	H	A _{sw}	V _{Ed}	V _{Rd}	FS	cotgθ
	[m]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]		
5 - SLV - GEO	0,60	60,00	0,00	752	23928	31.807	1,00

n° - Tipo	Y	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[kg]	[kg]	
5 - SLV - GEO	4,80	4998	46576	9.319

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _t	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ _t	tensione tangenziale in [kg/cm ²]

σ_{id} tensione ideale espressa in [kg/cmq]

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

A_{fi} [cmq]	A_{fs} [cmq]	σ_c [kg/cmqa]	cmb	σ_{fi} [kg/cmqa]	cmb	σ_{fs} [kg/cmqa]	cmb
10,05	10,05	0,38	4	-5,02	4	-1,70	1

σ [kg/cmqa]	τ_f [kg/cmqa]	σ_{id} [kg/cmqa]	cmb
1859,20	14,11	1859,37	5

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M_f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W_{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W_k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M_f [kgm]	s [mm]	ϵ_{sm} [%]	W_{lim} [mm]	W_k [mm]
Muro	4 - ESE	0,60	85	-16631	0,000	0,0000	0,200	0,000

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M_h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T_h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M_v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T_v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 2 (X=0,90 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A_{fv} =12,57 [cmq]	A_{fh} =6,28 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	N_{bh} =2 - N_{bv} =2
M_h =4894 [kgm]	M_{uh} =27358 [kgm]	FS=5.59	
T_h =8157 [kg]	T_{Rh} =145348 [kg]	FS _T =17.82	cotg θ _h =1.00
M_v =2826 [kgm]	M_{uv} =27358 [kgm]	FS=9.68	
T_v =4709 [kg]	T_R =145348 [kg]	FS _{Tv} =30.86	cotg θ _v =1.00

6.8.9 VERIFICA VASCHE C.A. (CON FONDAZIONI SUPERFICIALI E CON FONDAZIONI SU PALI)

Le opere di sostegno presenti non sono opere provvisoriale ma sono state dimensionate come opere definitive con la funzione di sostenere il carico litostatico a tergo delle stesse.

Le vasche in C.A. dei canali fugadori sono state dimensionate considerando gli stessi carichi agenti sulle paratie. Si tiene pertanto conto di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$), la possibile presenza di falda al di sotto dei canali e la possibile presenza di acqua nel canale.

Le pareti in C.A. di rivestimento delle paratie di pali di grande diametro avranno spessore pari a 20 centimetri e saranno vincolate con ancoraggi chimici agli stessi pali.

Le pareti in C.A. di rivestimento delle paratie di micropali avranno spessore pari a 60 centimetri e saranno ancorate con sistemi di continuità tipo "Halfen" ai cordoli di riscontro dei tiranti. Per il dimensionamento delle pareti si è tenuto conto della presenza di tali vincoli.

Le pareti in C.A. realizzate in assenza di opere di sostegno avranno spessore pari a 50 centimetri.

Le platee hanno spessore variabile da 100 centimetri a 60 centimetri.

I canali fugadori saranno in parte realizzati con fondazioni superficiali (porzione di monte) ed in parte con fondazioni profonde (porzione di valle) costituite da micropali con perforazioni $\phi 220\text{mm}$ e armatura $\phi 139.7 \times 10\text{mm}$.

MODELLI DI CALCOLO PER CANALI FUGATORI CON FONDAZIONI SUPERFICIALI

Carico terreno

Terreno	3. Rinfiaccio ridotto
Metodo spinta terra	Spinta a riposo $K_0 + Wood$
Distribuzione spinta sismica	Costante
Coefficiente β_m	1
Falda	Sr: 100; 1
Presente	Si
Quota	100
Partecipazione sismica	1
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno

Carico terreno

Terreno	3. Rinfiaccio ridotto
Metodo spinta terra	Spinta a riposo $K_0 + Wood$
Distribuzione spinta sismica	Costante
Coefficiente β_m	1
Falda	Sr: 370; 1
Presente	Si
Quota	370
Partecipazione sismica	1
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno

Carico terreno

Terreno	3. Rinfiaccio ridotto
Metodo spinta terra	Spinta a riposo $K_0 + Wood$
Distribuzione spinta sismica	Costante
Coefficiente β_m	1
Falda	Sr: 100; 1
Presente	Si
Quota	100
Partecipazione sismica	1
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno

Carico terreno

Terreno	3. Rinfiaccio ridotto
Metodo spinta terra	Spinta a riposo $K_0 + Wood$
Distribuzione spinta sismica	Costante
Coefficiente β_m	1
Falda	Sr: 370; 1
Presente	Si
Quota	370
Partecipazione sismica	1
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno

CARICHI POTENZIALI SU PARETI:

	Descrizione	Colore	Pesi strutturali	Permanenti portati	Variabile da traffico	Spinta idrostatica	Acqua canale
▶ 1	Canale di valle pieno						
Quota 1			4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Valore 1			0	0	0	0	0
Quota 2			0	0	0	0	0
Valore 2			0	0	0	0	4200
2	Canale di monte pieno						
Quota 1			6	6	6	6	6
Valore 1			0	0	0	0	0
Quota 2			0	0	0	0	0
Valore 2			0	0	0	0	6000

CARICHI SUPERFICIALI:

	Descrizione	Colore	Pesi strutturali	Permanenti portati	Variabile da traffico	Spinta idrostatica	Acqua canale
▶ 1	Carico di esercizio su terreno						
Valore			0	0	2000	0	0
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
2	Spinta idrostatica fino a quota +370-100 o acqua nel						
Valore			0	0	0	-3600	6000
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
3	Spinta idrostatica fino a quota +100 o acqua nel can						
Valore			0	0	0	-1600	4200
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale

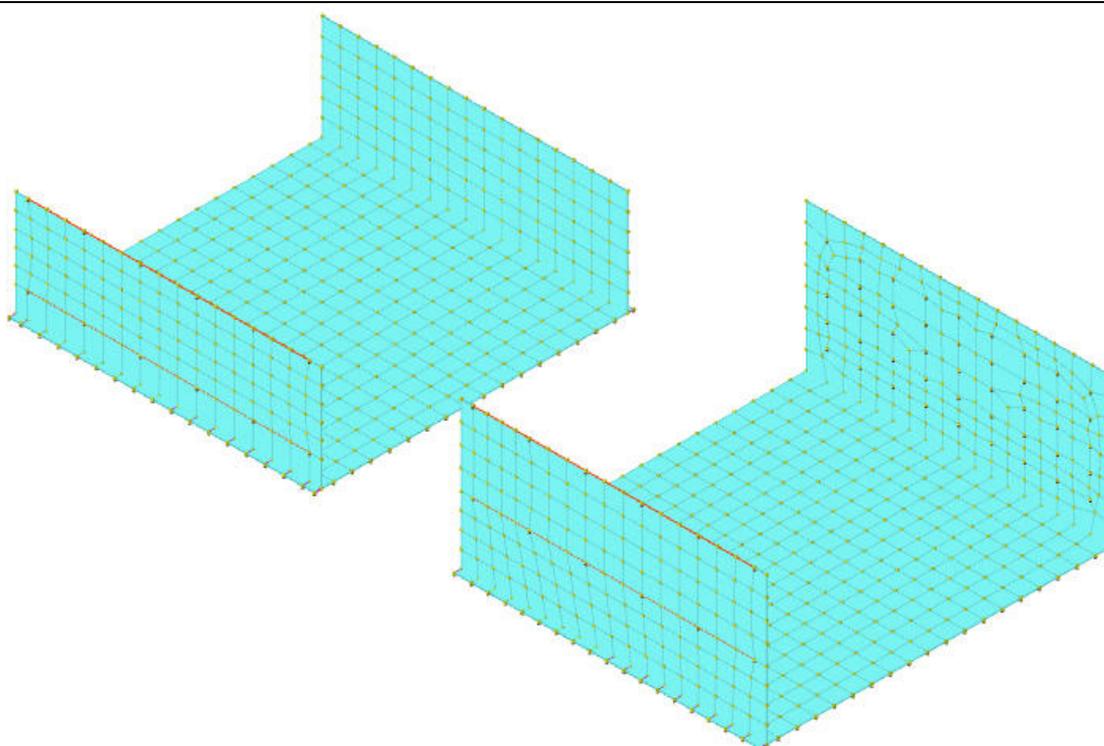
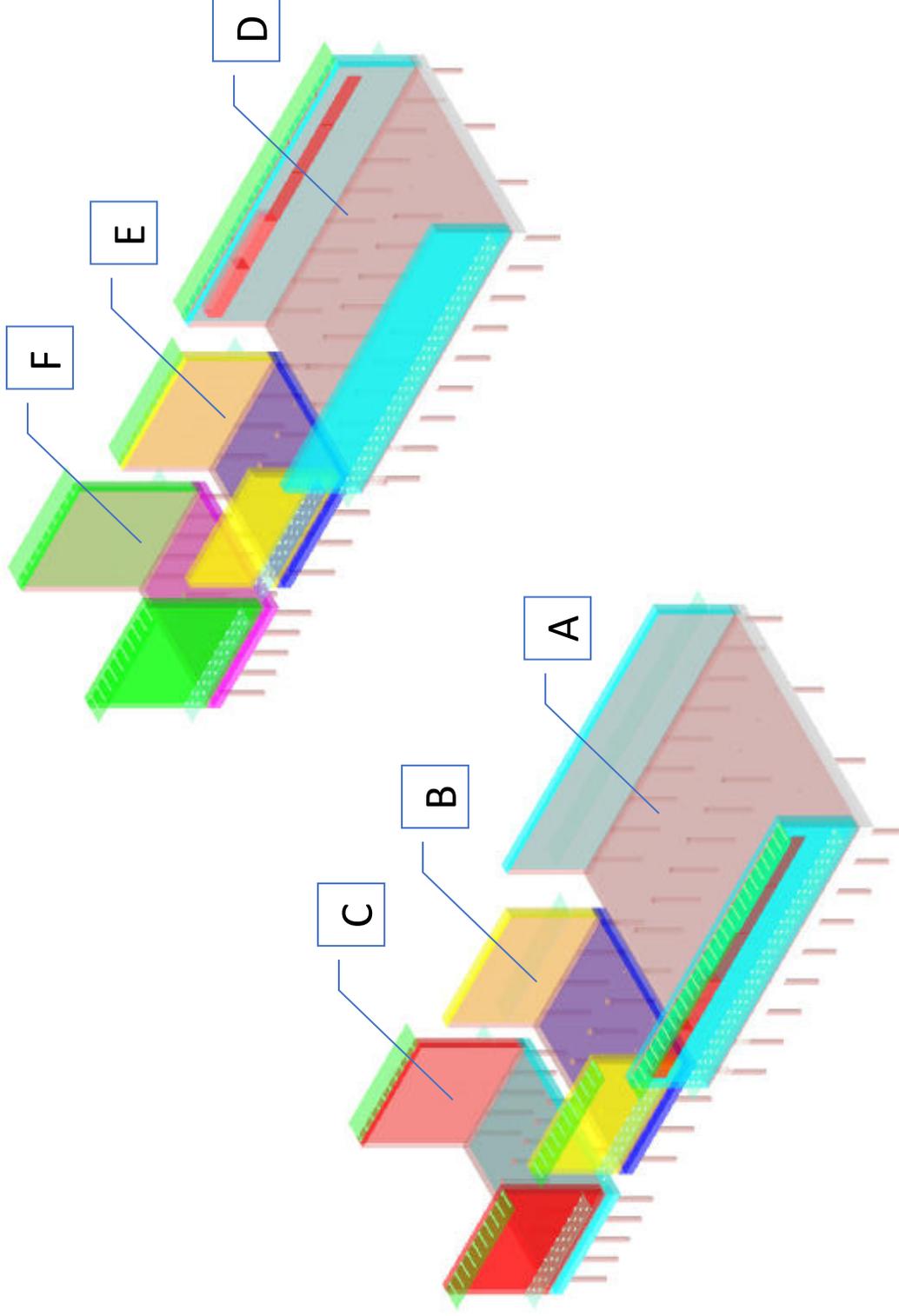


Figura 6-49 – Modelli di calcolo canali fugatori con fondazioni superficiali

MODELLI DI CALCOLO PER CANALI FUGATORI CON FONDAZIONI PROFONDE



<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">A_{sx} – lato campagna</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">A_{sx} – lato diga</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">B_{sx} – lato campagna</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">B_{sx} – lato diga</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">C_{sx} – lato campagna</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">C_{sx} – lato diga</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">D_{dx} – lato campagna</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">D_{dx} – lato diga</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">E_{dx} – lato campagna</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Carico terreno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terreno</td> <td>3. Rinfianco ridotto</td> </tr> <tr> <td>Metodo spinta terra</td> <td>Spinta a riposo Ko + Wood</td> </tr> <tr> <td>Distribuzione spinta sismica</td> <td>Costante</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente β_m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>▲ Falda</td> <td>Si; 100; 1</td> </tr> <tr> <td> Presente</td> <td>Si</td> </tr> <tr> <td> Quota</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td> Partecipazione sismica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sovraccarico</td> <td>Carico di esercizio su terreno</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">E_{dx} – lato diga</p>	Carico terreno		Terreno	3. Rinfianco ridotto	Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood	Distribuzione spinta sismica	Costante	Coefficiente β_m	1	▲ Falda	Si; 100; 1	Presente	Si	Quota	100	Partecipazione sismica	1	Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								
Carico terreno																																									
Terreno	3. Rinfianco ridotto																																								
Metodo spinta terra	Spinta a riposo Ko + Wood																																								
Distribuzione spinta sismica	Costante																																								
Coefficiente β_m	1																																								
▲ Falda	Si; 100; 1																																								
Presente	Si																																								
Quota	100																																								
Partecipazione sismica	1																																								
Sovraccarico	Carico di esercizio su terreno																																								

Carico terreno	Carico terreno
Terreno 3. Rinfiancio ridotto	Terreno 3. Rinfiancio ridotto
Metodo spinta terra Spinta a riposo Ko + Wood	Metodo spinta terra Spinta a riposo Ko + Wood
Distribuzione spinta sismica Costante	Distribuzione spinta sismica Costante
Coefficiente βm 1	Coefficiente βm 1
Falda Si; 100; 1	Falda Si; 100; 1
Presente Si	Presente Si
Quota 100	Quota 100
Partecipazione sismica 1	Partecipazione sismica 1
Sovraccarico Carico di esercizio su terreno	Sovraccarico Carico di esercizio su terreno
F_dx – lato campagna	F_dx – lato diga

CARICHI POTENZIALI SU PARETI:

	Descrizione	Colore	Pesi strutturali	Permanenti portati	Variabile da traffico	Spinta idrostatica	Acqua canale
▶ 1	Canale di valle sx pieno						
Quota 1			4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
Valore 1			0	0	0	0	0
Quota 2			0	0	0	0	0
Valore 2			0	0	0	0	4300
2	Canale intermedio pieno						
Quota 1			3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Valore 1			0	0	0	0	0
Quota 2			0	0	0	0	0
Valore 2			0	0	0	0	3700
3	Canale di valle dx pieno						
Quota 1			5	5	5	5	5
Valore 1			0	0	0	0	0
Quota 2			0	0	0	0	0
Valore 2			0	0	0	0	5000
4	Canale di monte pieno						
Quota 1			3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Valore 1			0	0	0	0	0
Quota 2			0	0	0	0	0
Valore 2			0	0	0	0	3300

CARICHI SUPERFICIALI:

	Descrizione	Colore	Pesi strutturali	Permanenti portati	Variabile da traffico	Spinta idrostatica	Acqua canale
▶ 1	Carico di esercizio su terreno						
Valore			0	0	2000	0	0
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
2	Spinta idrostatica fino a quota +100 o acqua nel can						
Valore			0	0	0	-1600	4300
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
3	Spinta idrostatica fino a quota +100 o acqua nel can						
Valore			0	0	0	-1600	3700
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
4	Spinta idrostatica fino a quota +100 o acqua nel can						
Valore			0	0	0	-1600	5000
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
5	Spinta idrostatica fino a quota +100 o acqua nel can						
Valore			0	0	0	-1600	3300
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale

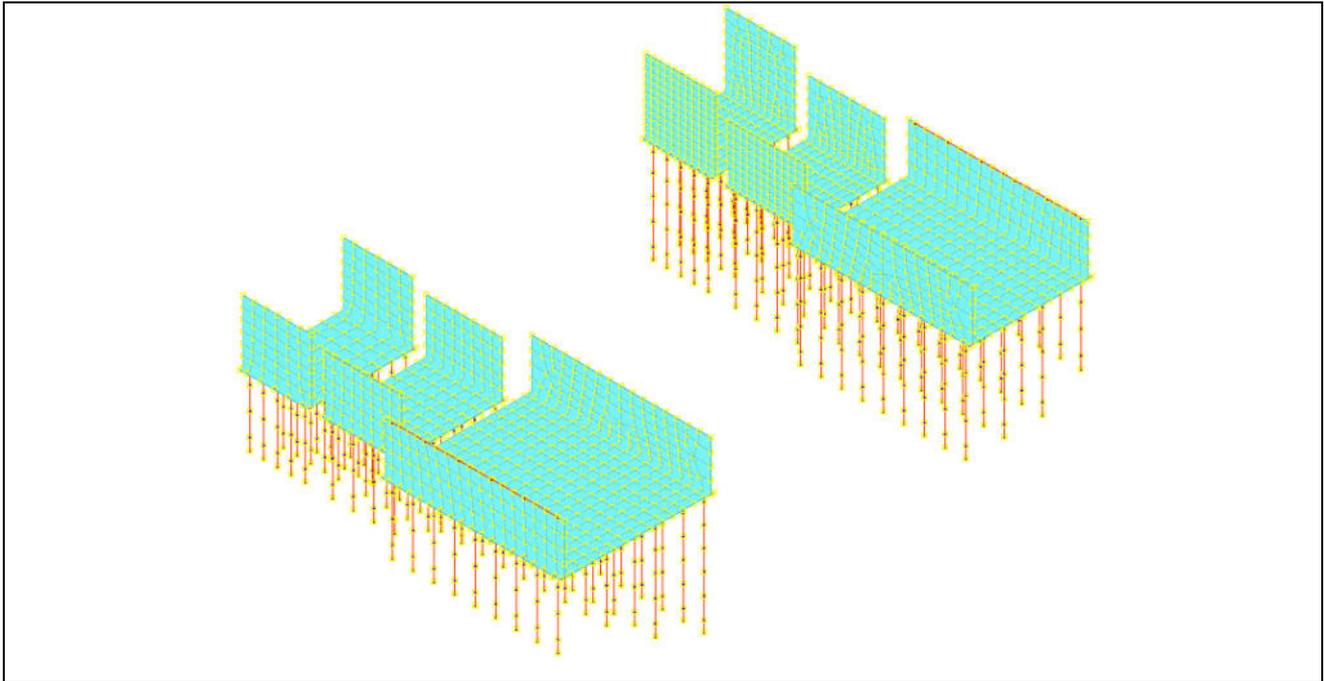
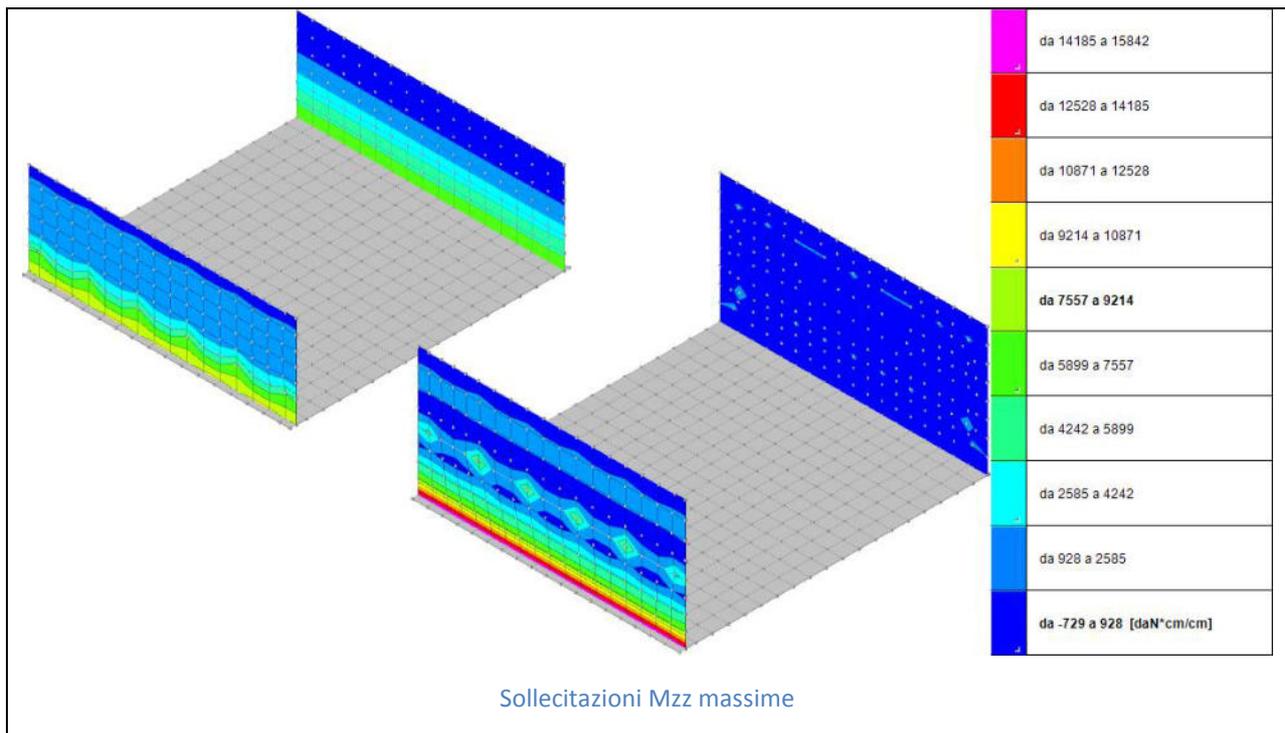
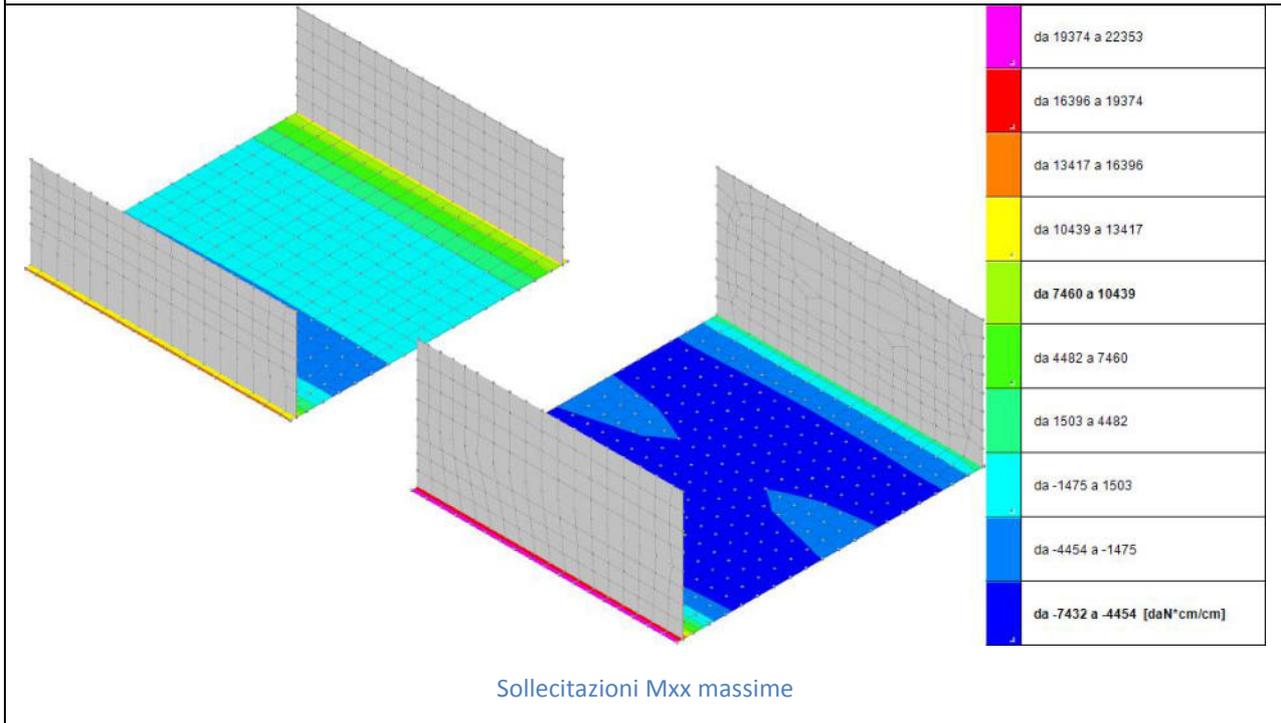
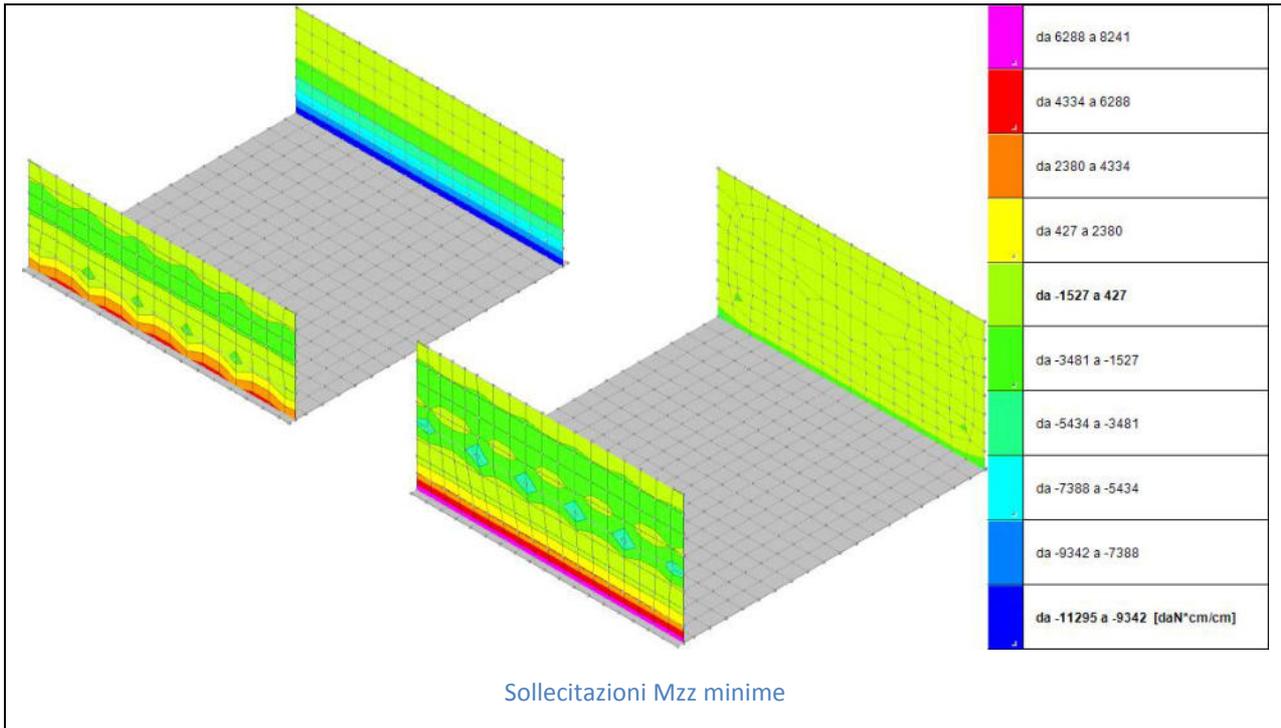


Figura 6-50 – Modelli di calcolo canali fugatori con fondazioni profonde





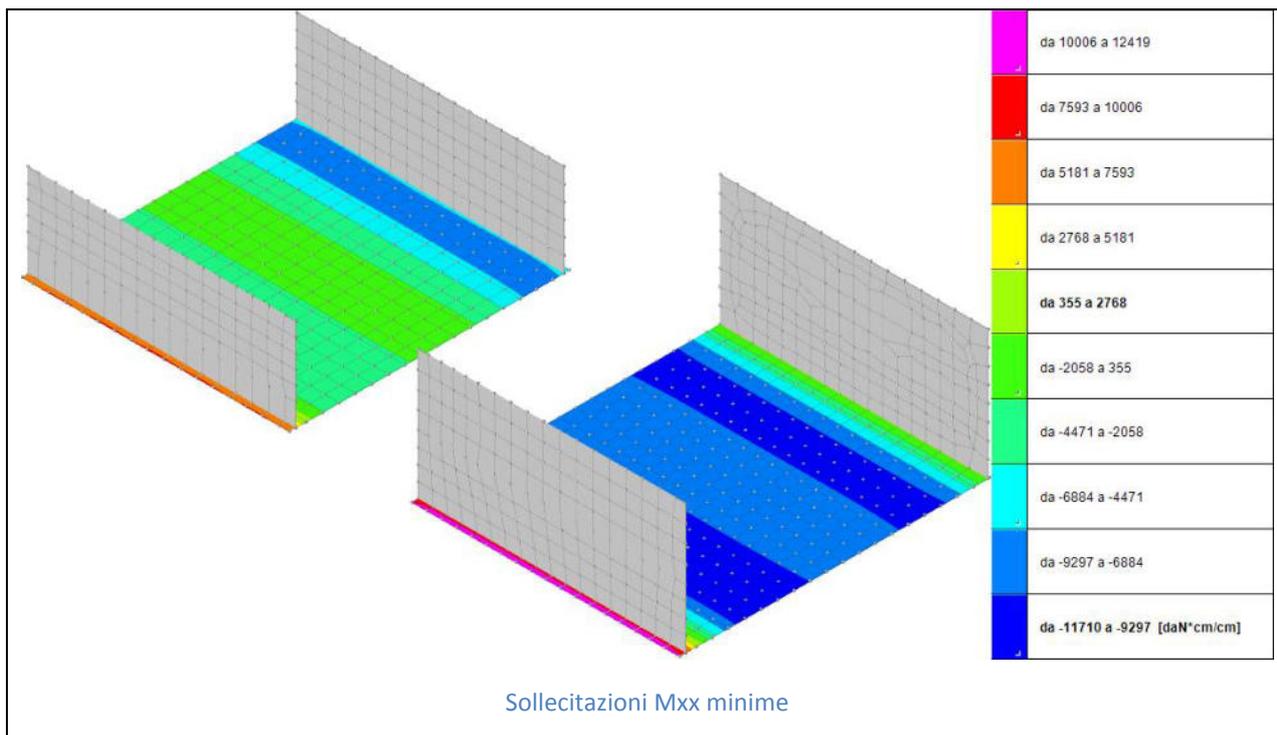
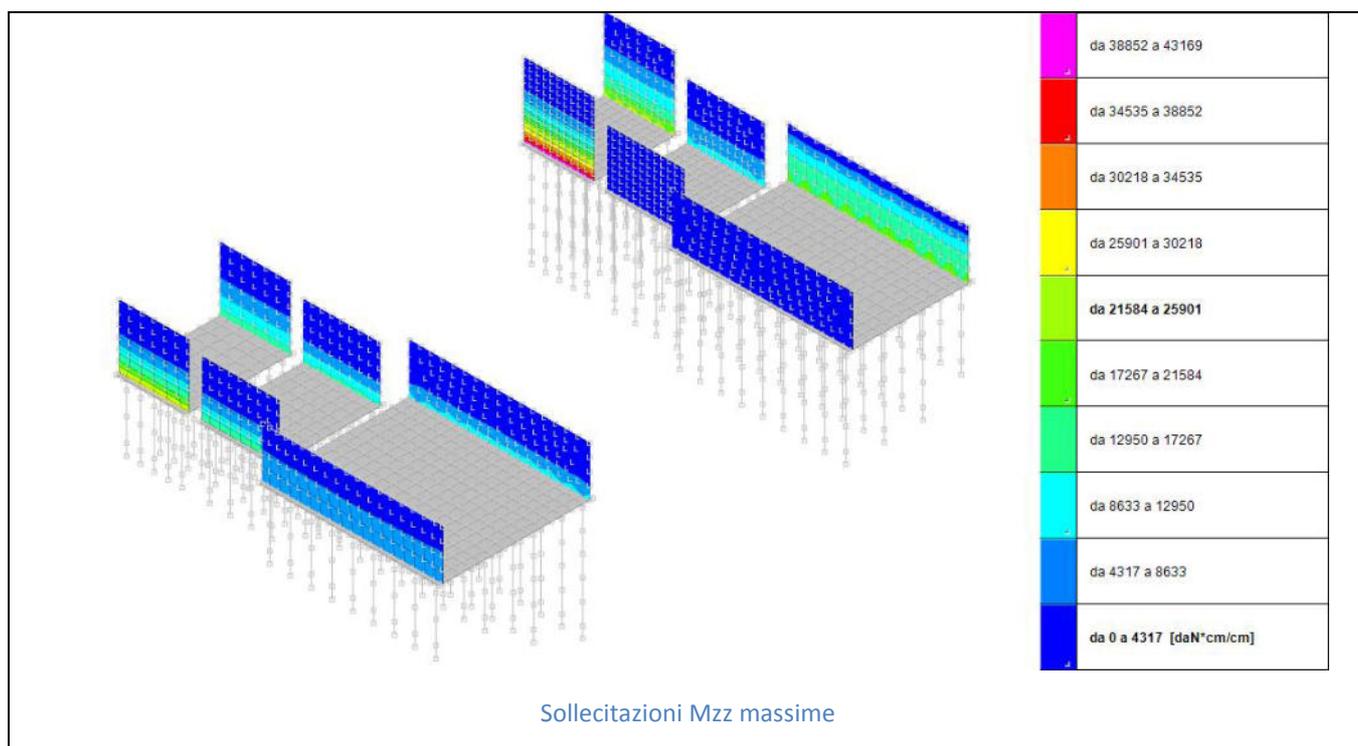
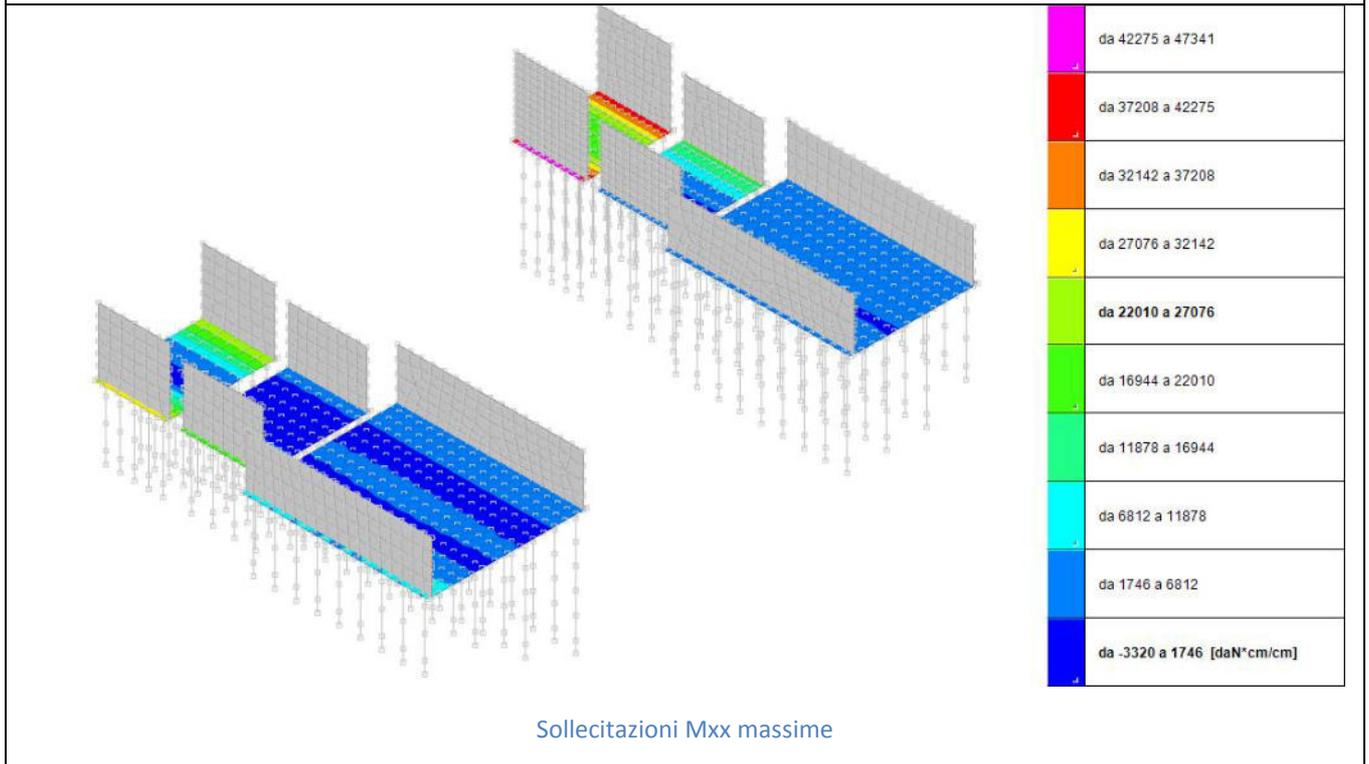
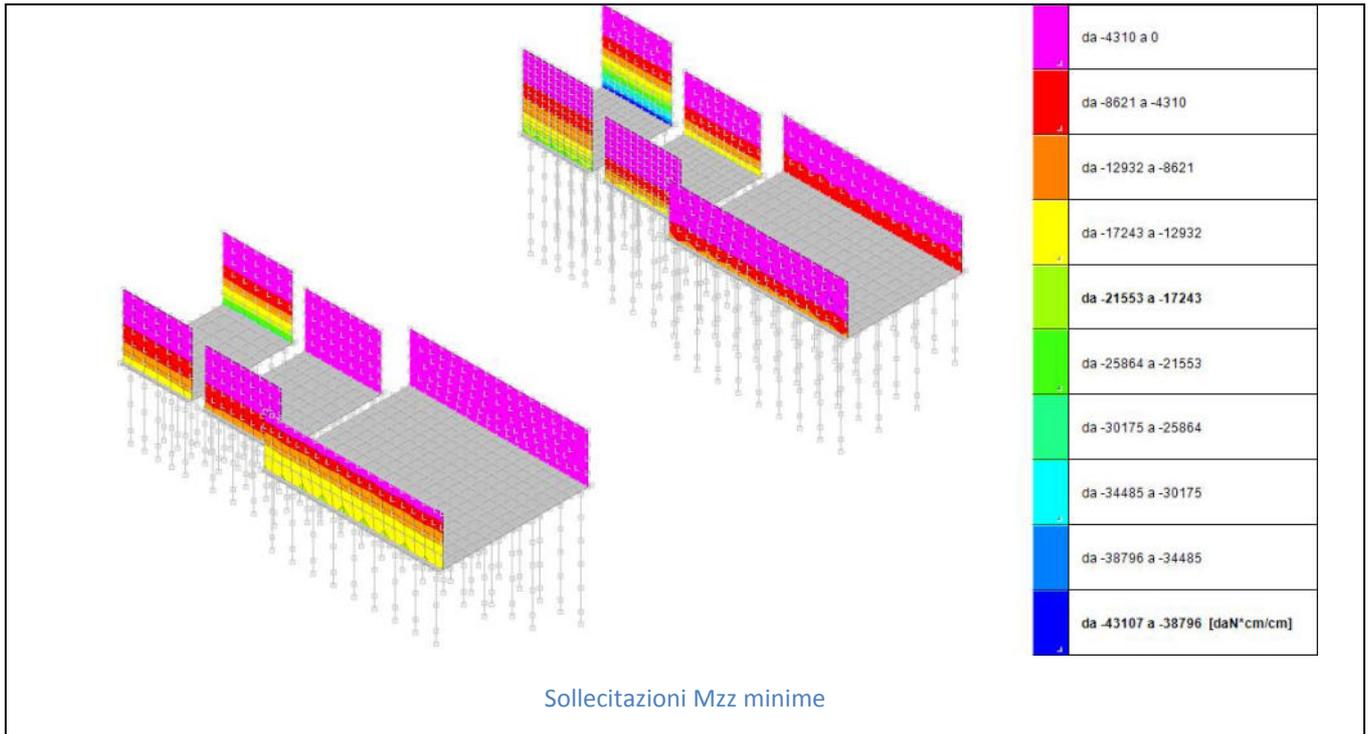


Figura 6-51 – Sollecitazioni canali sfioratori con fondazioni superficiali





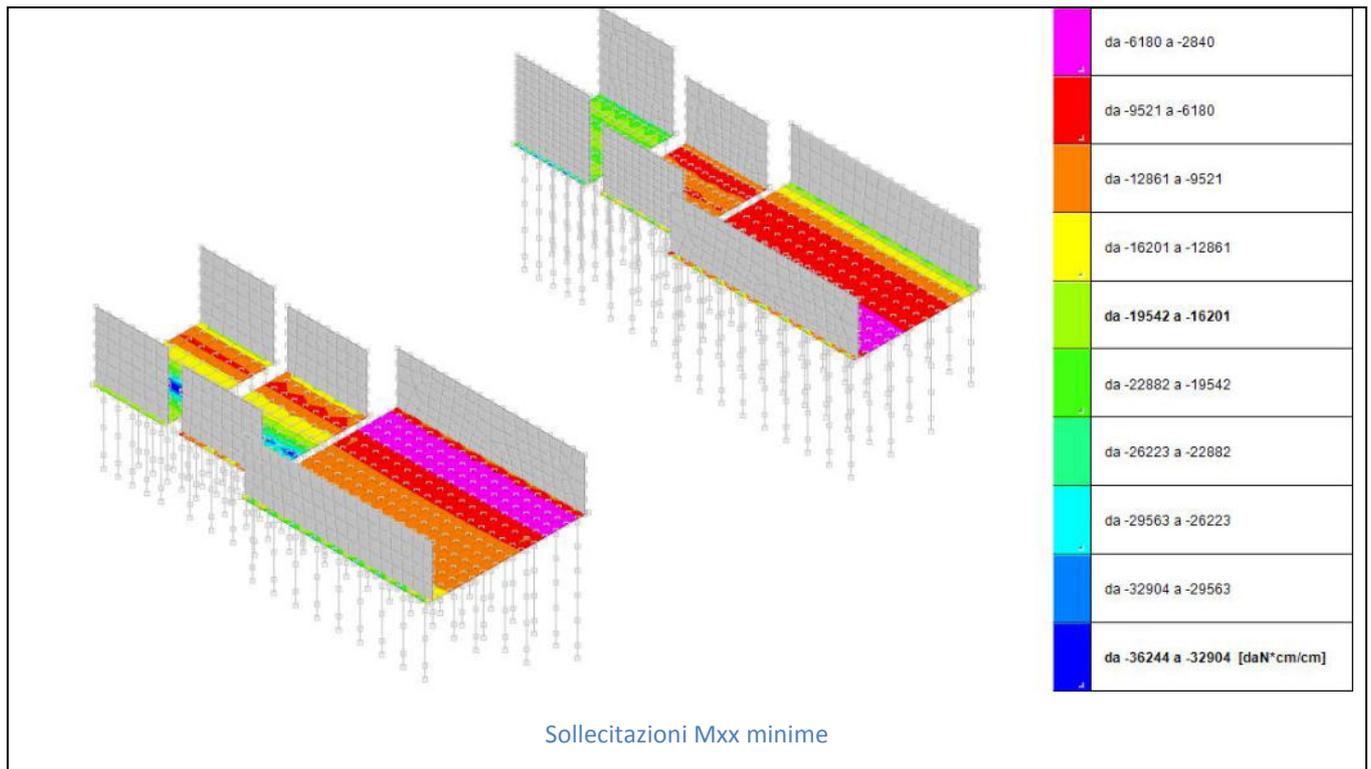


Figura 6-52 – Sollecitazioni canali fuggatori con fondazioni profonde

6.8.9.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI VASCHE C.A. (CON FONDAZIONI SUPERFICIALI)

PARETE H600 LATO CAMPAGNA

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
25	o	272	60	26.7	26.7	5.8	5.8	2.049	17 SLU	-56620	4237361	-115990	8680446
	v	270	60	28.1	28.1	5.8	5.8	38.233	14 SLU	-310	166033	-11868	6348037
375	o	344	60	34.2	34.2	5.8	5.8	2.053	17 SLU	-71522	5386602	-146855	11060210
	v	270	60	28.1	28.1	5.8	5.8	28.792	14 SLU	-1242	241318	-35765	6947944

PARETE H600 LATO DIGA

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
22	o	200	20	11.3	11.3	5.6	5.6	1.992	17 SLU	-21868	533949	-43556	1063516
	v	170	20	15.8	15.8	5.6	5.6	64.570	17 SLU	-147	17944	-9462	1158634
418	o	200	20	11.3	11.3	5.6	5.6	1.971	17 SLU	-21890	538340	-43152	1061248
	v	270	20	15.8	15.8	5.6	5.6	63.888	17 SLU	-147	18124	-9364	1157928

PARETE H400 LATO CAMPAGNA

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
441	o	150	60	14.1	14.1	5.8	5.8	3.428	17 SLU	-20662	1409643	-70824	4831862
	v	130	60	12.1	12.1	5.8	5.8	21.049	13 SLV	-354	133482	-7452	2809635
481	o	200	60	20.1	20.1	5.8	5.8	3.575	17 SLU	-27289	1895905	-97551	6777451
	v	130	60	12.1	12.1	5.8	5.8	14.253	14 SLU	384	174333	5467	2484794

PARETE H400 LATO DIGA

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
478	o	453	50	69.1	69.1	5.7	5.7	2.584	1 SLV	-27223	5067509	-70350	13095650
	v	370	50	36.2	36.2	5.8	5.8	42.800	1 SLV	202	145712	8643	6236439
778	o	300	50	46.0	46.0	5.7	5.7	2.599	3 SLV	-18261	3356868	-47454	8723437
	v	370	50	36.2	36.2	5.8	5.8	132.287	1 SLV	901	29544	119156	3908334

PLATEA S=100

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
------	------	---	---	---------	---------	---------	---------	-------	---	---	----	----	------	----------

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
46	Y	200	100	31.42	6	31.42	6	SLU 17	4459974	0	11318133	0	2.5377	Si
374	Y	200	100	31.42	6	31.42	6	SLU 17	4456479	0	11318133	0	2.5397	Si
68	Y	200	100	31.42	6	31.42	6	SLU 17	4453289	0	11318133	0	2.5415	Si
24	Y	172.2	100	27.05	6	27.05	6	SLU 17	3823479	0	9724881	0	2.5435	Si

PLATEA S=60

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
721	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLV FO 3	2781294	0	6104697	0	2.1949	Si
479	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLV FO 1	2781244	0	6104697	0	2.195	Si
701	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLV FO 3	2771812	0	6104697	0	2.2024	Si
499	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLV FO 1	2771725	0	6104697	0	2.2025	Si
459	Y	176.5	60	27.72	6	27.72	6	SLV FO 1	2419293	0	5353809	0	2.213	Si

6.8.9.2 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI VASCHE C.A. (CON FONDAZIONI PROFONDE)

PARETE SX MANUFATTO "A" - H330 LATO CAMPAGNA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1142	o 400	60	62.8	62.8	5.7	5.7	2.137	14 SLU	-22076	-6663170	-47170	-14237070
	v 230	60	22.1	22.1	5.8	5.8	13.819	15 SLV	-658	-363251	-9098	-5019836
2193	o 400	60	40.2	40.2	5.8	5.8	1.967	15 SLV	-10349	-4669196	-20356	-9184196
	v 400	60	40.2	40.2	5.8	5.8	17.129	15 SLV	-2922	-579748	-50045	-9930714

PARETE SX MANUFATTO "A" - H330 LATO DIGA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1106	o 300	50	30.2	30.2	5.8	5.8	1.613	2 SLU	-7546	-3453895	-12170	-5570041
	v 180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	18.532	14 SLU	2606	-118976	48289	-2204819
1176	o 300	50	30.2	30.2	5.8	5.8	1.628	2 SLU	-8135	-3434252	-13246	-5592178
	v 180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	16.988	14 SLU	2583	-135530	43886	-2302328

PLATEA SX MANUFATTO "A"

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1060	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-4498348	0	-6406426	0	1.4242	Si
1141	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-4498315	0	-6406426	0	1.4242	Si
998	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-4460406	0	-6406426	0	1.4363	Si
1207	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-4459795	0	-6406426	0	1.4365	Si

PALI SX MANUFATTO "A"

Fila 1

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-103	3	-	-30	350	-162	372		4 SLV FO 9	48333	119.03	-82325	-35906	-11542	SLV FO 9	543970	5.56	Si

Fila 2

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-206	12	-	323	350	-162	360		4 SLV FO 9	48333	122.39	-42496	-19154	-6221	SLV FO 9	543970	5.72	Si

Fila 3

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-156	29	-	677	1550	-131	-281	-5	SLV FO 11	48334	156.16	56420	-26243	-7029	SLV FO 11	543970	6.07	Si

Fila 4

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-187	38	-	1030	1550	-145	-302	-4	SLV FO 11	48334	144.15	45441	-21829	-8361	SLV FO 11	543970	6.14	Si

PARETE SX MANUFATTO "B" - H330 LATO CAMPAGNA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1482	o 300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.619	13 SLV	-17927	5270337	-29017	8530867
	v 180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	14.726	13 SLV	-389	224764	-5721	3309844
1516	o 300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.615	13 SLV	-16914	5261848	-27314	8497409
	v 180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	19.001	13 SLV	-370	175602	-7030	3336545

PARETE SX MANUFATTO "B" - H330 LATO DIGA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1525	o 300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.743	2 SLU	-5768	-4677728	-10056	-8154866
	v 180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	22.452	2 SLU	-1891	-180292	-42453	-4047938
1548	o 300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.760	2 SLU	-6879	-4655644	-12109	-8195075

Interventi di miglioramento della diga di Cepparello nel Comune di Poggibonsi (SI)

ET.09.1 - Relazione sulle strutture

v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	14.168	14	SLU	2453	-176114	34748	-2495115
1628	o	150	50	22.0	22.0	5.7	5.7	1.763	2	SLU	-8202	-2282168	-14460 -4023460
	v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	108.829	14	SLU	730	13767	79416 1498222

PLATEA SX MANUFATTO "B"

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1405	Y	150	60	32.99	6	23.56	6	SLU 14	-4795885	0	-6562578	0	1.3684	Si
1622	Y	150	60	32.99	6	23.56	6	SLU 14	-4796406	0	-6589287	0	1.3738	Si
1603	Y	200	60	44.13	6	31.42	6	SLU 14	-6372875	0	-8810380	0	1.3825	Si
1426	Y	200	60	45.45	6	31.42	6	SLU 14	-6372703	0	-9075359	0	1.4241	Si

PARETE SX MANUFATTO "C" – H430 LATO CAMPAGNA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	
1642	o	250	50	40.8	40.8	5.7	5.7	1.064	13	SLV	-19467	6843468	-20714 7281831
	v	280	50	28.1	28.1	5.8	5.8	53.638	15	SLV	2041	49471	109487 2653498
1665	o	300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.025	13	SLV	-23278	8223225	-23860 8428793
	v	280	50	27.1	27.1	5.8	5.8	18.713	13	SLV	476	247572	8904 4632710
1699	o	400	50	62.8	62.8	5.7	5.7	1.026	13	SLV	-31275	10958770	-32088 11243790
	v	280	50	27.1	27.1	5.8	5.8	11.519	13	SLV	388	410028	4474 4723067
1824	o	250	50	40.8	40.8	5.7	5.7	1.064	15	SLV	-19467	6843474	-20707 7279335
	v	280	50	27.1	27.1	5.8	5.8	51.753	13	SLV	2042	49474	105679 2560402

PARETE SX MANUFATTO "C" – H430 LATO DIGA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	
1742	o	300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.026	1	SLV	-24391	8239159	-25020 8451720
	v	180	50	17.1	17.1	5.8	5.8	8.888	3	SLV	-216	346117	-1922 3076433
1776	o	300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.028	3	SLV	-23385	8201125	-24046 8432843
	v	180	50	17.1	17.1	5.8	5.8	7.896	3	SLV	-81	386393	-643 3050911
1833	o	150	50	23.1	23.1	5.7	5.7	1.019	1	SLV	-8977	4015642	-9148 4092180
	v	180	50	17.1	17.1	5.8	5.8	32.936	1	SLV	1933	50999	63667 1679729

PLATEA SX MANUFATTO "C"

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1772	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLV 15	6005070	0	6406426	0	1.0668	Si
1698	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLV 13	6005042	0	6406426	0	1.0668	Si
1732	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLV 13	6000502	0	6406426	0	1.0676	Si
1664	Y	150	60	23.56	6	23.56	6	SLV 13	4419592	0	4791883	0	1.0842	Si

PALI SX MANUFATTO "B-C"

Fila 1

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-103	51	-	135	2750	-1369	-76	0	SLV FO 15	48333	35.25	16904	-302823	912	SLV FO 15	543970	1.65	Si

Fila 2

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-124	60	-	378	2750	-283	-16	-2	SLV FO 15	48333	170.23	12834	-227264	-12605	SLV FO 15	543970	2.17	Si

Fila 3

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-156	69	-	622	2750	1103	63	1	SLV FO 1	48333	43.76	-12588	221716	-2381	SLV FO 1	543970	1.7	Si

Fila 4

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-187	78	-	865	2750	1228	71	0	SLV FO 1	48333	39.3	-10628	184625	306	SLV FO 1	543970	1.67	Si

PARETE DX MANUFATTO "D" - H330 LATO CAMPAGNA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	
841	o	150	60	22.0	22.0	5.7	5.7	1.787	14	SLU	-15610	-2960483	-27895 -5290353
	v	180	60	18.1	18.1	5.8	5.8	71.606	14	SLU	1539	12960	110202 927980
1070	o	300	60	47.1	47.1	5.7	5.7	1.755	14	SLU	-20524	-6092502	-36023 -10693630
	v	180	60	18.1	18.1	5.8	5.8	13.195	1	SLV	-1261	-327450	-16636 -4320615
2169	o	150	60	14.1	14.1	5.8	5.8	1.734	1	SLV	-5538	-1902081	-9602 -3297876
	v	300	60	30.2	30.2	5.8	5.8	135.393	14	SLU	1367	11104	185139 1503429

PARETE DX MANUFATTO "D" - H330 LATO DIGA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	
1036	o	300	50	30.2	30.2	5.8	5.8	1.648	2	SLU	-8608	-3404237	-14186 -5610363
	v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	18.511	14	SLU	2111	-130107	39074 -2408434
1109	o	300	50	30.2	30.2	5.8	5.8	1.635	2	SLU	-8029	-3417996	-13131 -5589576
	v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	20.696	14	SLU	2061	-112543	42657 -2329235

PLATEA DX MANUFATTO "D"**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1152	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-5366995	0	-6406426	0	1.1937	Si
1071	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-5366795	0	-6406426	0	1.1937	Si
1214	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-5348475	0	-6406426	0	1.1978	Si
1005	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-5347296	0	-6406426	0	1.1981	Si
1276	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 14	-5306442	0	-6406426	0	1.2073	Si

PALI DX MANUFATTO "D"**Fila 1-2-3**

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	Verifica
-156	111	-	3489	1550	63	-263	2	SLV FO 7	48333	178.96	52811	12620	-3275	SLV FO 7	543970	6.96	Si

Fila 4

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	Verifica
-124	120	-	3767	1550	16	-68	4	SLV FO 7	48333	688.45	54773	12948	-18867	SLV FO 7	543970	8.8	Si

PARETE DX MANUFATTO "E" - H370 LATO CAMPAGNA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1422 o	150	50	22.0	22.0	5.7	5.7	1.542	3 SLV	-7812	2578597	-12044	3975617
v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	34.907	18 SLU	1026	70863	35815	2473595
1639 o	150	50	22.0	22.0	5.7	5.7	1.543	1 SLV	-7835	2577166	-12089	3976285
v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	33.142	18 SLU	1042	75427	34531	2499780

PARETE DX MANUFATTO "E" - H370 LATO DIGA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1505 o	300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.746	2 SLU	-6239	-4679640	-10894	-8171524
v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	18.341	2 SLU	-171	-177660	-3142	-3258389
1528 o	300	50	47.1	47.1	5.7	5.7	1.746	2 SLU	-6239	-4679705	-10895	-8171524
v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	18.345	2 SLU	-173	-177661	-3176	-3259184
1631 o	150	50	22.0	22.0	5.7	5.7	1.756	2 SLU	-8160	-2290059	-14327	-4020815
v	180	50	18.1	18.1	5.8	5.8	131.054	14 SLU	847	5721	111018	749773

PLATEA DX MANUFATTO "E"**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1497	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 18	4003593	0	6406426	0	1.6002	Si
1560	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 18	4003255	0	6406426	0	1.6003	Si
1480	Y	200	60	31.42	6	31.42	6	SLU 18	3979541	0	6406426	0	1.6098	Si

PARETE DX MANUFATTO "F" - H500 LATO CAMPAGNA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1713 o	350	50	110.0	110.0	6.0	6.0	1.230	3 SLV	-32250	14862130	-39670	18281800
v	230	50	34.6	34.6	6.0	6.0	10.154	1 SLV	-173	578610	-1754	5875066
1753 o	400	50	125.7	125.7	6.0	6.0	1.235	1 SLV	-44594	17072630	-55061	21079900
v	230	50	34.6	34.6	6.0	6.0	10.102	3 SLV	-766	593183	-7742	5992569
1787 o	350	50	110.0	110.0	6.0	6.0	1.230	1 SLV	-32290	14861220	-39722	18281800
v	230	50	34.6	34.6	6.0	6.0	10.144	3 SLV	-84	577417	-857	5857064
1844 o	200	50	62.8	62.8	6.0	6.0	1.236	1 SLV	-16357	8410727	-20224	10399250
v	230	50	36.1	36.1	6.0	6.0	21.933	3 SLV	3756	203115	82374	4454850

PARETE DX MANUFATTO "F" - H500 LATO DIGA

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1779 o	350	50	106.8	106.8	6.0	6.0	1.196	13 SLV	-32118	14869870	-38424	17789280
v	230	50	34.6	34.6	6.0	6.0	10.406	15 SLV	160	558060	1661	5807062
1813 o	250	50	75.4	75.4	6.0	6.0	1.186	13 SLV	-21207	10564360	-25148	12527860
v	230	50	34.6	34.6	6.0	6.0	16.650	15 SLV	1702	317208	28340	5281367
1836 o	200	50	61.3	61.3	6.0	6.0	1.206	13 SLV	-16081	8413278	-19399	10149330
v	230	50	34.6	34.6	6.0	6.0	42.239	13 SLV	3334	72124	140807	3046469

PLATEA DX MANUFATTO "F"**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1838	Y	150	60	23.56	6	23.56	6	SLU 17	3970959	0	4791883	0	1.2067	Si
1656	Y	150	60	23.56	6	23.56	6	SLU 17	3970955	0	4791883	0	1.2067	Si
1842	Y	150	60	23.56	6	23.56	6	SLU 17	3968319	0	4791883	0	1.2075	Si
1660	Y	150	60	23.56	6	23.56	6	SLU 17	3968301	0	4791883	0	1.2075	Si

PALI DX MANUFATTO "E-F"**Fila 1-2-3-4**

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	Verifica
-156	160	-	3642	2750	1426	74	0	SLV FO 1	48333	33.84	-14857	286764	4079	SLV FO 1	543970	1.32	Si

6.9 MURO DI SOSTEGNO

Le verifiche delle paratie necessarie alla realizzazione della strada sono state condotte con un'analisi per combinazioni non essendo previste fasi realizzative particolari.

Il terreno a tergo della paratia è stato considerato cautelativamente privo di coesione.

6.9.1 MURO DI SOSTEGNO PER REALIZZAZIONE STRADA PEDONALE

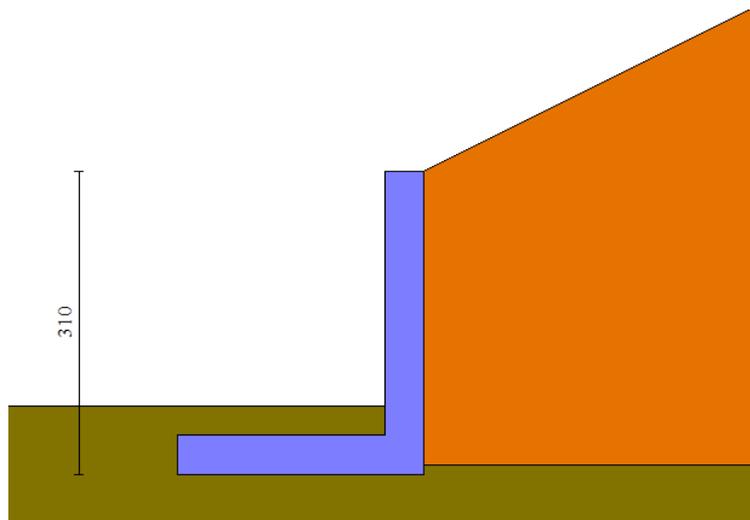


Figura 6-53 – Schema muro di sostegno

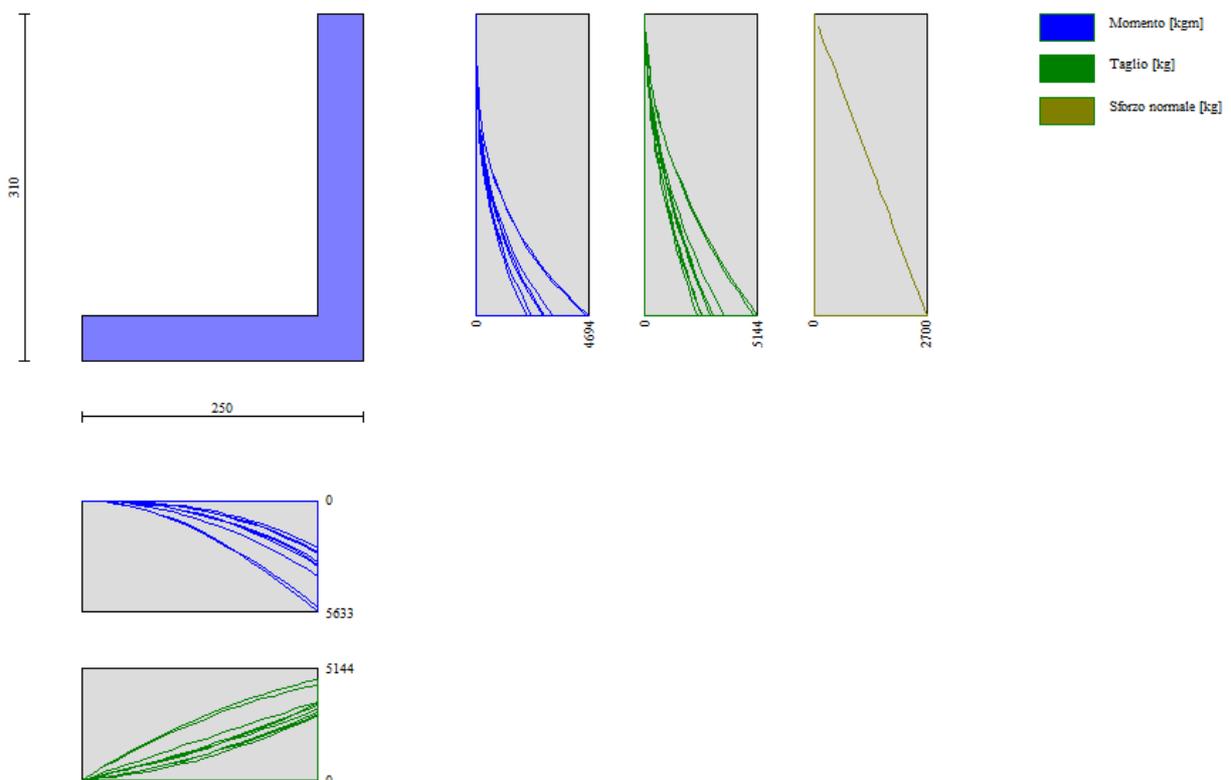


Figura 6-54 – Sollecitazioni muro di sostegno

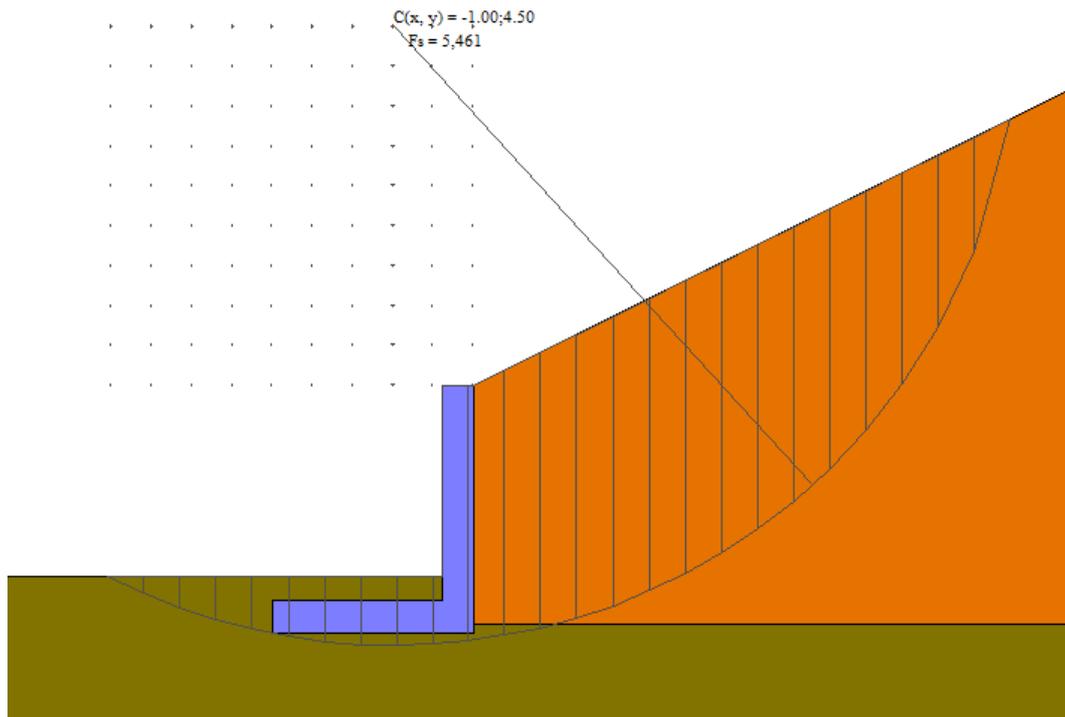


Figura 6-55 – Verifica di stabilità muro di sostegno

6.9.1.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI MURO DI SOSTEGNO

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espressa in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kg]
Mu	momento ultimi espresso in [kgm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	100	40	10,05	10,05	0	0	0	0	100000.000
2	100	40	10,05	10,05	0	0	0	0	100000.000
3	100	40	10,05	10,05	1	200	2630	456493	2282.465
4	100	40	10,05	10,05	4	300	5910	456493	1521.643
5	100	40	10,05	10,05	19	400	19475	411983	1029.959
6	100	40	10,05	10,05	35	500	25205	357476	714.952
7	100	40	10,05	10,05	59	600	29569	300780	501.299
8	100	40	10,05	10,05	91	700	32505	248748	355.355
9	100	40	10,05	10,05	134	800	33881	202144	252.680
10	100	40	10,05	10,05	188	900	31555	150899	167.665
11	100	40	10,05	10,05	255	1000	27885	109271	109.271
12	100	40	10,05	10,05	336	1100	24262	79330	72.118
13	100	40	10,05	10,05	433	1200	21793	60356	50.297
14	100	40	10,05	10,05	547	1300	19993	47505	36.542
15	100	40	10,05	10,05	679	1400	18655	38445	27.461
16	100	40	10,05	10,05	831	1500	17692	31924	21.283
17	100	40	10,05	10,05	1004	1600	16969	27034	16.896
18	100	40	10,05	10,05	1200	1700	16411	23251	13.677
19	100	40	10,05	10,05	1419	1800	15968	20252	11.251

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
20	100	40	10,05	10,05	1664	1900	15609	17825	9.381
21	100	40	10,05	10,05	1935	2000	15314	15828	7.914
22	100	40	10,05	10,05	2234	2100	15068	14163	6.744
23	100	40	10,05	10,05	2563	2200	14861	12757	5.799
24	100	40	10,05	10,05	2922	2300	14684	11558	5.025
25	100	40	10,05	10,05	3313	2400	14531	10526	4.386
26	100	40	10,05	10,05	3738	2500	14399	9630	3.852
27	100	40	10,05	10,05	4198	2600	14283	8847	3.403
28	100	40	10,05	10,05	4694	2700	14181	8158	3.021

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	100	40	10,05	10,05	0	0	0	0	100000.000
2	100	40	10,05	10,05	16	0	12976	0	807.931
3	100	40	10,05	10,05	64	0	12976	0	204.072
4	100	40	10,05	10,05	142	0	12976	0	91.647
5	100	40	10,05	10,05	249	0	12976	0	52.096
6	100	40	10,05	10,05	385	0	12976	0	33.697
7	100	40	10,05	10,05	549	0	12976	0	23.653
8	100	40	10,05	10,05	739	0	12976	0	17.568
9	100	40	10,05	10,05	954	0	12976	0	13.599
10	100	40	10,05	10,05	1194	0	12976	0	10.864
11	100	40	10,05	10,05	1458	0	12976	0	8.899
12	100	40	10,05	10,05	1744	0	12976	0	7.439
13	100	40	10,05	10,05	2052	0	12976	0	6.323
14	100	40	10,05	10,05	2381	0	12976	0	5.450
15	100	40	10,05	10,05	2729	0	12976	0	4.755
16	100	40	10,05	10,05	3096	0	12976	0	4.192
17	100	40	10,05	10,05	3480	0	12976	0	3.729
18	100	40	10,05	10,05	3881	0	12976	0	3.343
19	100	40	10,05	10,05	4298	0	12976	0	3.019
20	100	40	10,05	10,05	4729	0	12976	0	2.744
21	100	40	10,05	10,05	5175	0	12976	0	2.508
22	100	40	10,05	10,05	5633	0	12976	0	2.304

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	40	0,00	--	0	0	17191	0	100.000
2	100	40	0,00	--	0	0	17204	12	1417.215
3	100	40	0,00	--	0	0	17217	38	451.538
4	100	40	0,00	--	0	0	17230	78	221.389
5	100	40	0,00	--	0	0	17243	131	131.504
6	100	40	0,00	--	0	0	17256	198	87.110
7	100	40	0,00	--	0	0	17269	279	61.943
8	100	40	0,00	--	0	0	17282	373	46.307
9	100	40	0,00	--	0	0	17296	481	35.930
10	100	40	0,00	--	0	0	17309	603	28.693
11	100	40	0,00	--	0	0	17322	739	23.445
12	100	40	0,00	--	0	0	17335	888	19.518
13	100	40	0,00	--	0	0	17348	1051	16.503
14	100	40	0,00	--	0	0	17361	1228	14.138
15	100	40	0,00	--	0	0	17374	1418	12.249
16	100	40	0,00	--	0	0	17387	1623	10.715
17	100	40	0,00	--	0	0	17401	1841	9.454
18	100	40	0,00	--	0	0	17414	2072	8.403
19	100	40	0,00	--	0	0	17427	2318	7.519
20	100	40	0,00	--	0	0	17440	2577	6.768
21	100	40	0,00	--	0	0	17453	2850	6.125
22	100	40	0,00	--	0	0	17466	3136	5.569
23	100	40	0,00	--	0	0	17479	3437	5.086
24	100	40	0,00	--	0	0	17492	3751	4.664
25	100	40	0,00	--	0	0	17506	4078	4.292

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsđ} [kg]	V _{Rđ} [kg]	T [kg]	FS
26	100	40	0,00	--	0	0	17519	4420	3.964
27	100	40	0,00	--	0	0	17532	4775	3.672
28	100	40	0,00	--	0	0	17545	5144	3.411

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotθ	V _{Rcd} [kg]	V _{Rsđ} [kg]	V _{Rđ} [kg]	T [kg]	FS
1	100	40	0,00	--	0	0	17191	0	100.000
2	100	40	0,00	--	0	0	17191	-320	53.791
3	100	40	0,00	--	0	0	17191	-629	27.317
4	100	40	0,00	--	0	0	17191	-929	18.502
5	100	40	0,00	--	0	0	17191	-1219	14.101
6	100	40	0,00	--	0	0	17191	-1499	11.466
7	100	40	0,00	--	0	0	17191	-1769	9.715
8	100	40	0,00	--	0	0	17191	-2030	8.469
9	100	40	0,00	--	0	0	17191	-2280	7.539
10	100	40	0,00	--	0	0	17191	-2521	6.819
11	100	40	0,00	--	0	0	17191	-2752	6.247
12	100	40	0,00	--	0	0	17191	-2973	5.783
13	100	40	0,00	--	0	0	17191	-3184	5.400
14	100	40	0,00	--	0	0	17191	-3385	5.079
15	100	40	0,00	--	0	0	17191	-3576	4.807
16	100	40	0,00	--	0	0	17191	-3758	4.575
17	100	40	0,00	--	0	0	17191	-3929	4.375
18	100	40	0,00	--	0	0	17191	-4091	4.202
19	100	40	0,00	--	0	0	17191	-4243	4.052
20	100	40	0,00	--	0	0	17191	-4385	3.921
21	100	40	0,00	--	0	0	17191	-4517	3.806
22	100	40	0,00	--	0	0	17191	-4639	3.706

6.10 VASCA DI DISSIPAZIONE

6.10.1 PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

L'inserimento dei tiranti (T2-T4) è stato considerato nelle fasi immediatamente successive a quelle degli scavi (T1-T3) ad eccezione del tirante di testa.

La fase T5 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea della vasca di dissipazione.

La fase T6 è relativa alla realizzazione della platea della vasca di dissipazione (fine opera).

La fase T7 è relativa all'inserimento della falda massima a tergo dell'opera in condizioni di manutenzione (vasca vuota):

- Livello falda a quota +165.20;
- Livello acqua canale - vuoto;
- Sottospinta sulla platea dovuta alla presenza della falda (nel calcolo della paratia è stato inserito un carico verticale puntuale pari all'aliquota di sottospinta non scontata dal peso proprio del canale $\Delta F=20.000\text{daN}$ arrotondata per eccesso).

La fase T8 è relativa alla verifica sismica.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=2.40]	0
2	Scavo fino alla profondità di 2.40 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=2.00) [Hscavo=2.40]	0
4	Scavo fino alla profondità di 5.85 metri	1
5	Inserimento tirante 2 (X=5.50) [Hscavo=5.85]	2
6	Scavo fino alla profondità di 9.35 metri	3
7	Inserimento tirante 3 (X=9.00) [Hscavo=9.35]	4
8	Scavo fino alla profondità di 13.00 metri	5
9	Inserimento vincolo 1 (X=-11.90) [Hscavo=13.00]	6
10	Inserimento vincolo 2 (X=-12.90) [Hscavo=13.00]	6
11	Quota falda valle 13.00 metri - Quota falda monte 7.60 metri [Hscavo=13.00]	7
12	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=13.00]	7
13	Quota falda valle 13.00 metri - Quota falda monte 13.00 metri [Hscavo=13.00]	8
14	Inserimento sisma	8
15	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=13.00]	8

Figura 6-56 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

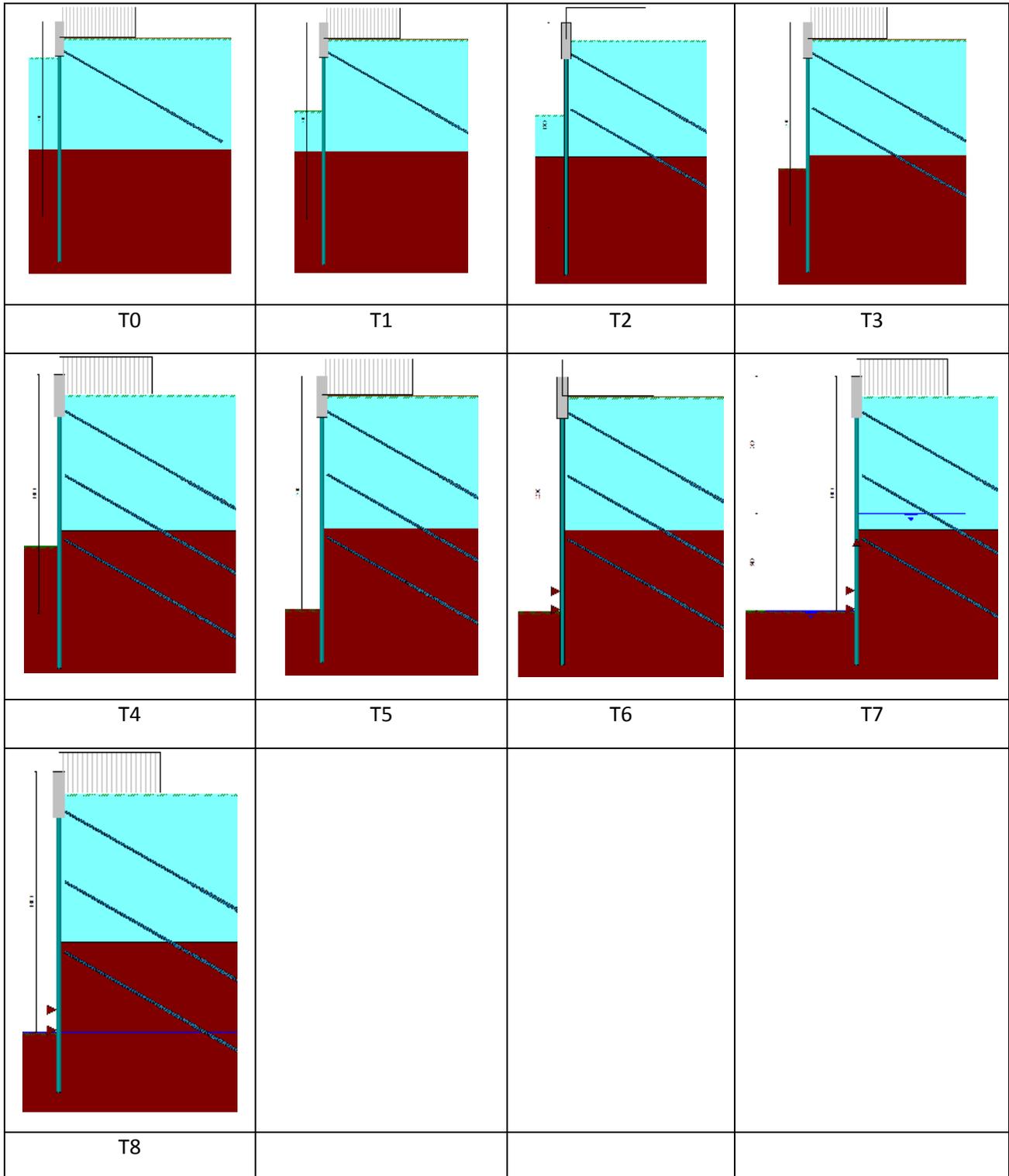


Figura 6-57 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

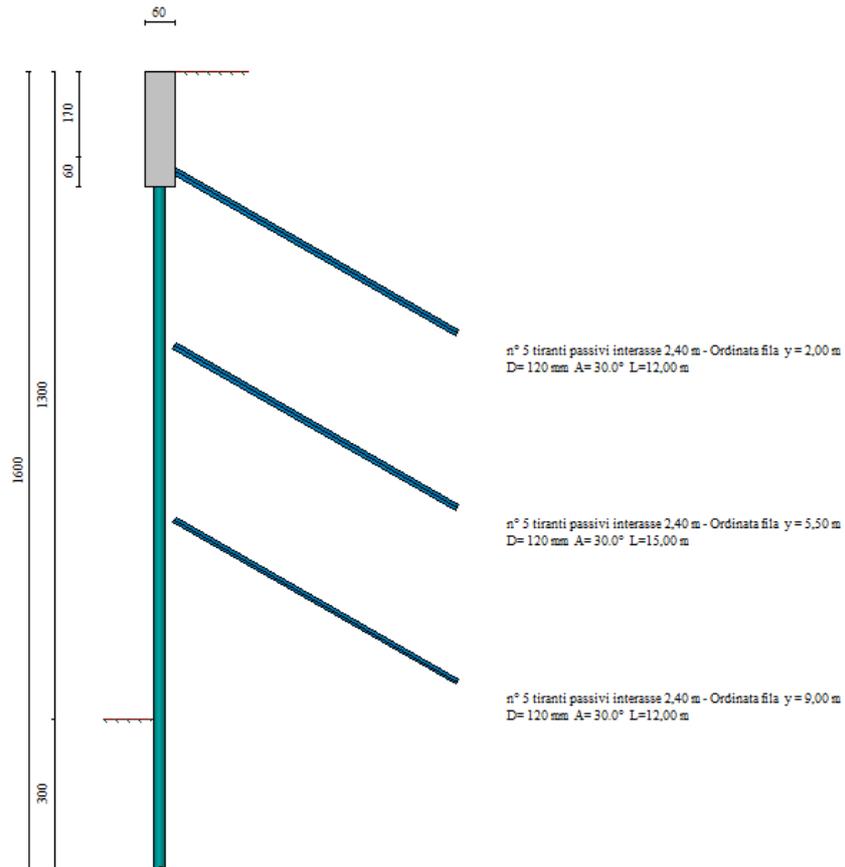


Figura 6-58 – Schema paratia con tre ordini di tiranti

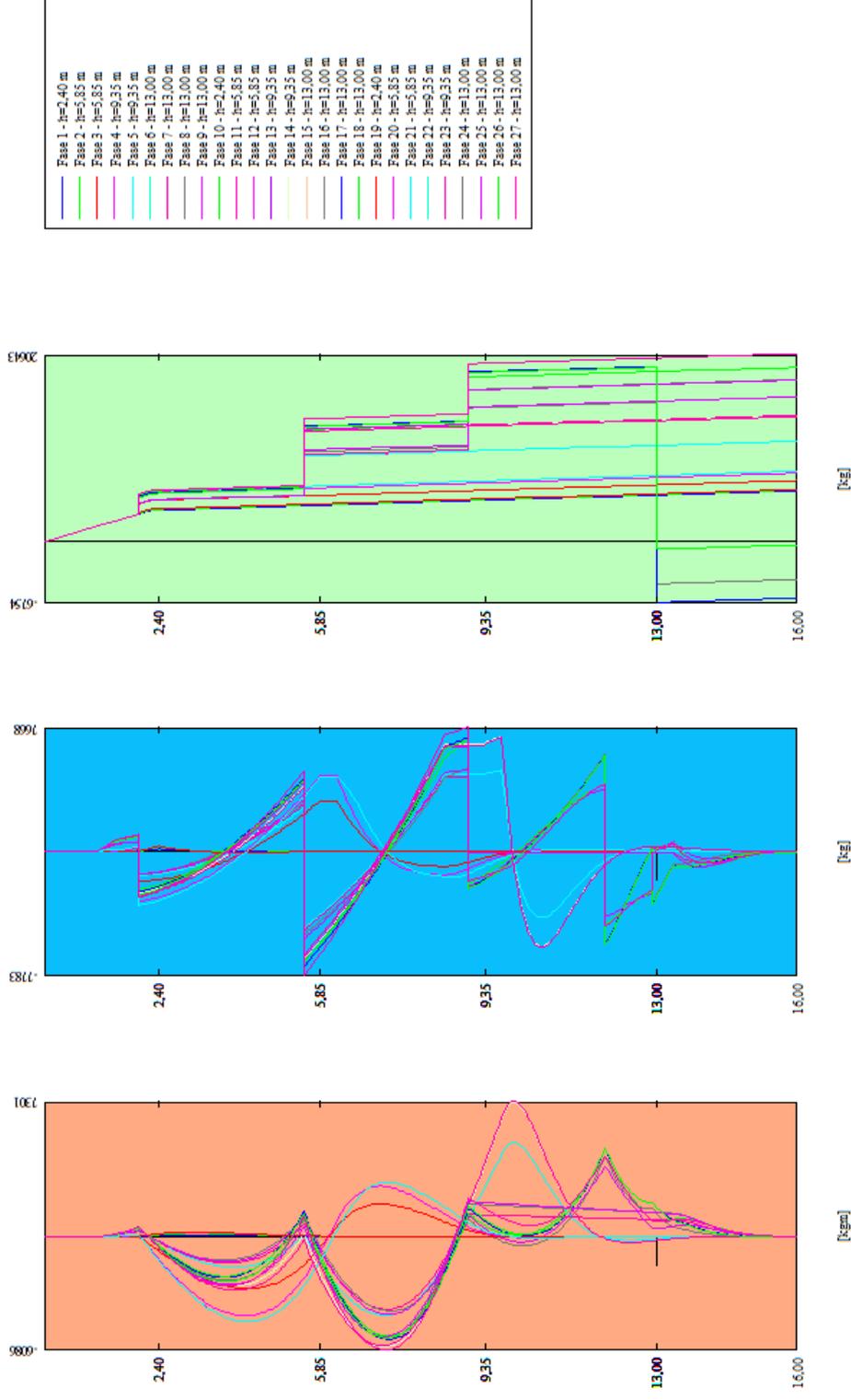


Figura 6-59 – Sollecitazioni paratia con tre ordini di tiranti

FASI DI CARICO DA 1 A 9: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T8
FASI DI CARICO DA 10 A 18: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T8
FASI DI CARICO DA 19 A 27: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T8

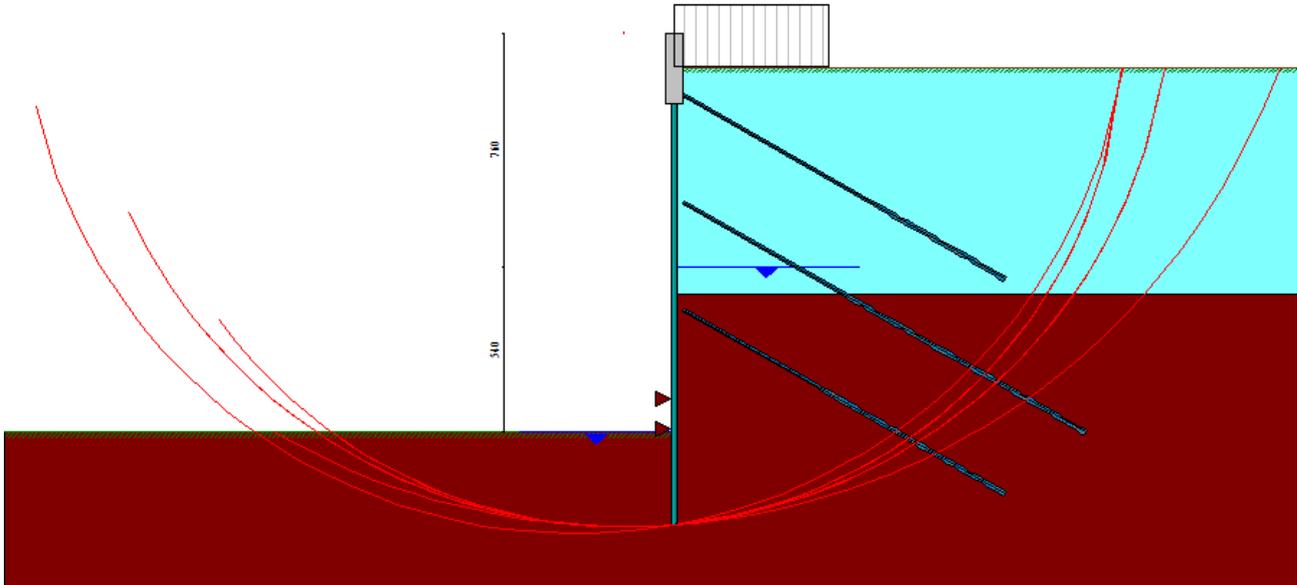


Figura 6-60 – Verifica di stabilità paratia con tre ordini di tiranti

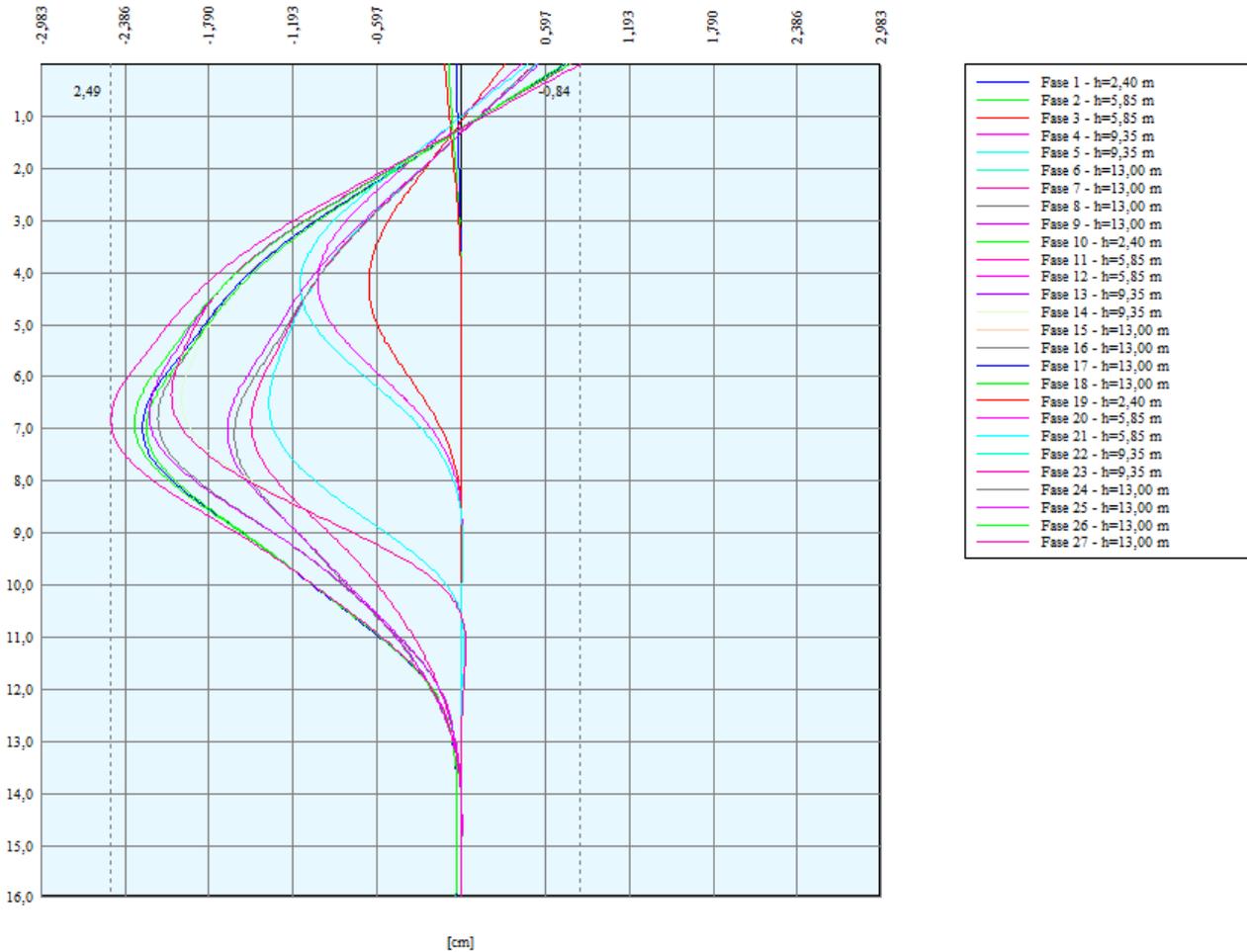


Figura 6-61 – Deformata paratia con tre ordini di tiranti

6.10.1.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ _f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	8672	8,04	5,00	12,00	1078,30	0,44687	17802	112241	420903	2.053	17
2	29095	8,04	9,00	15,00	3617,67	1,96137	31765	202033	757626	1.092	17
3	23440	8,04	7,00	12,00	2914,52	1,55074	24784	157137	589264	1.057	17

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-11752	2	--	--	0,16648	0,23202
2	-3489	2802	--	--	0,06886	0,04986

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 40,75 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 168,55 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
2 - SLU - STR	1,35	60,00	10,05	10,05	0	1215	0	-80226	39.618

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
5 - SLU - GEO	9,95	4381	7670	5811	0	1.326

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area $A = 40,75 \text{ cm}^2$

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
9 - SLV - GEO	1,70	60,00	0,00	807	24164	29.938	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
9 - SLV - GEO	5,50	-4670	51632	11.056

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _t	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ _t	tensione tangenziale in [kg/cm ²]
σ _{td}	tensione ideale espressa in [kg/cm ²]

Area della sezione del tubolare 40,75 [cm²]

A _n [cm ²]	A _s [cm ²]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{ti} [kg/cm ²]	cmb	σ _{ts} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	0,68	9	-9,52	9	-6,07	1

σ _t [kg/cm ²]	τ _t [kg/cm ²]	σ _{td} [kg/cm ²]	cmb
2605,16	9,36	2605,21	5

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
w _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
w _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	w _{lim} [mm]	w _k [mm]
Muro	9 - ESE	1,70	110	-16631	0,000	0.0000	0,200	0,000

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M _h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T _h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M _v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T _v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 2 (X=2,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cm ²]	A _{fh} =6,28 [cm ²]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =2792 [kgm]	M _{uh} =27358 [kgm]	FS=9.80	
T _h =4653 [kg]	T _{Rh} =145348 [kg]	FS _T =31.24	cotgθ _h =1.00
M _v =1612 [kgm]	M _{uv} =27358 [kgm]	FS=16.97	
T _v =2687 [kg]	T _{Rv} =145348 [kg]	FS _{Tv} =54.10	cotgθ _v =1.00

Cordolo N° 3 (X=5,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cm ²]	A _{fh} =3,14 [cm ²]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =9151 [kgm]	M _{uh} =19921 [kgm]	FS=2.18	
T _h =15251 [kg]	T _{Rh} =105708 [kg]	FS _T =6.93	cotgθ _h =1.00
M _v =5283 [kgm]	M _{uv} =20519 [kgm]	FS=3.88	
T _v =8805 [kg]	T _{Rv} =109011 [kg]	FS _{Tv} =12.38	cotgθ _v =1.00

Cordolo N° 4 (X=9,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cm ²]	A _{fh} =3,14 [cm ²]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2

$M_h=6876$ [kgm]	$M_{uh}=19921$ [kgm]	$FS=2.90$	
$T_h=11461$ [kg]	$T_{Rh}=105708$ [kg]	$FS_r=9.22$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=3970$ [kgm]	$M_{uv}=20519$ [kgm]	$FS=5.17$	
$T_v=6617$ [kg]	$T_R=109011$ [kg]	$FS_{TV}=16.48$	$\cotg\theta_v=1.00$

6.10.2 PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

L'inserimento del tirante 1 avviene al tempo 0.

Il tirante successivo (T2) è inserito successivamente allo scavo (T1).

La fase T3 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea della vasca di dissipazione.

La fase T4 è relativa alla realizzazione della platea della vasca di dissipazione (fine opera).

La fase T5 è relativa all'inserimento della falda massima a tergo dell'opera in condizioni di manutenzione (vasca vuota):

- Livello falda a quota +165.20;
- Livello acqua canale - vuoto;
- Sottospinta sulla platea dovuta alla presenza della falda (nel calcolo della paratia è stato inserito un carico verticale puntuale pari all'aliquota di sottospinta non scontata dal peso proprio del canale $\Delta F=10.000\text{daN}$ arrotondata per eccesso).

La fase T6 è relativa alla verifica sismica.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=4.90]	0
2	Scavo fino alla profondità di 4.90 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=4.50) [Hscavo=4.90]	0
4	Scavo fino alla profondità di 8.35 metri	1
5	Inserimento tirante 2 (X=8.00) [Hscavo=8.35]	2
6	Scavo fino alla profondità di 12.00 metri	3
7	Inserimento vincolo 1 (X=-10.90) [Hscavo=12.00]	4
8	Inserimento vincolo 2 (X=-11.90) [Hscavo=12.00]	4
9	Quota falda valle 12.00 metri - Quota falda monte 6.60 metri [Hscavo=12.00]	5
10	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=12.00]	5
11	Quota falda valle 12.00 metri - Quota falda monte 12.00 metri [Hscavo=12.00]	6
12	Inserimento sisma	6
13	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=12.00]	6

Figura 6-62 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

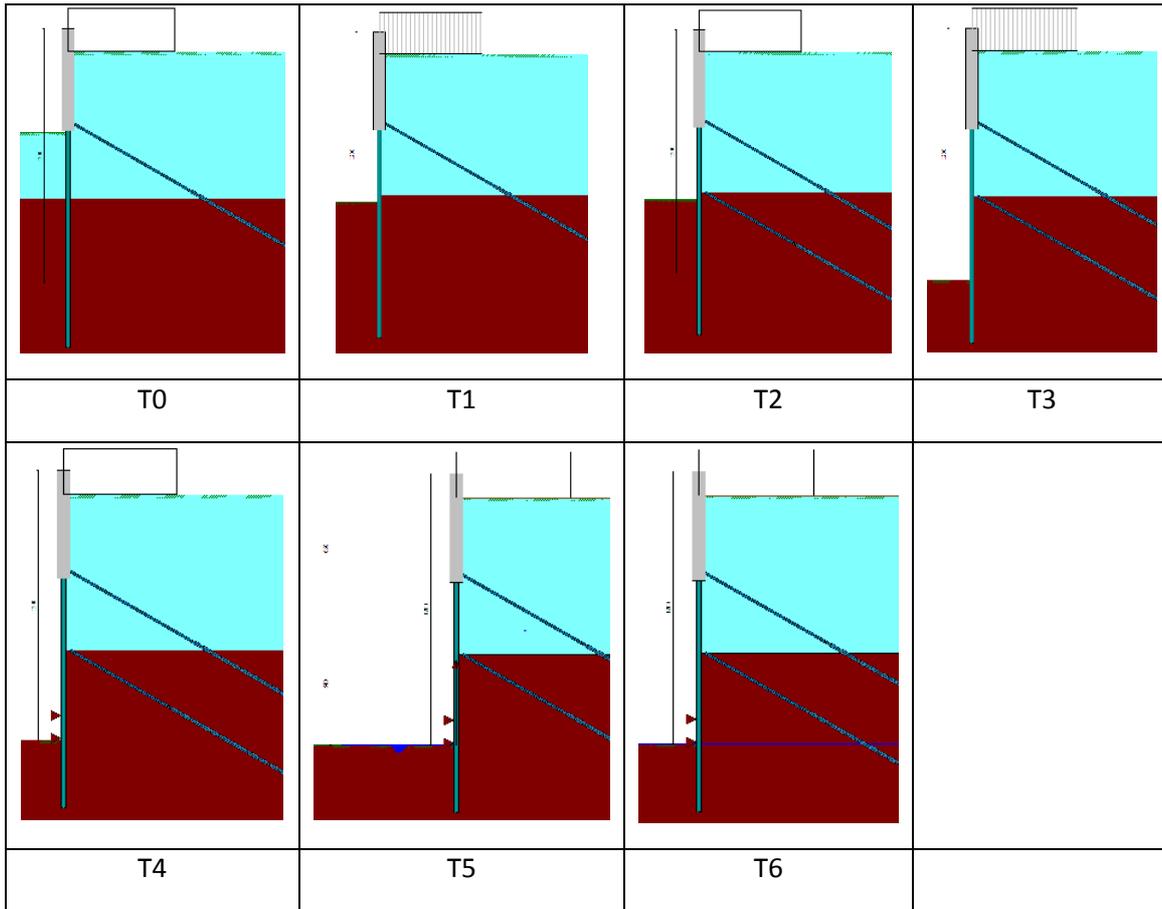


Figura 6-63 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

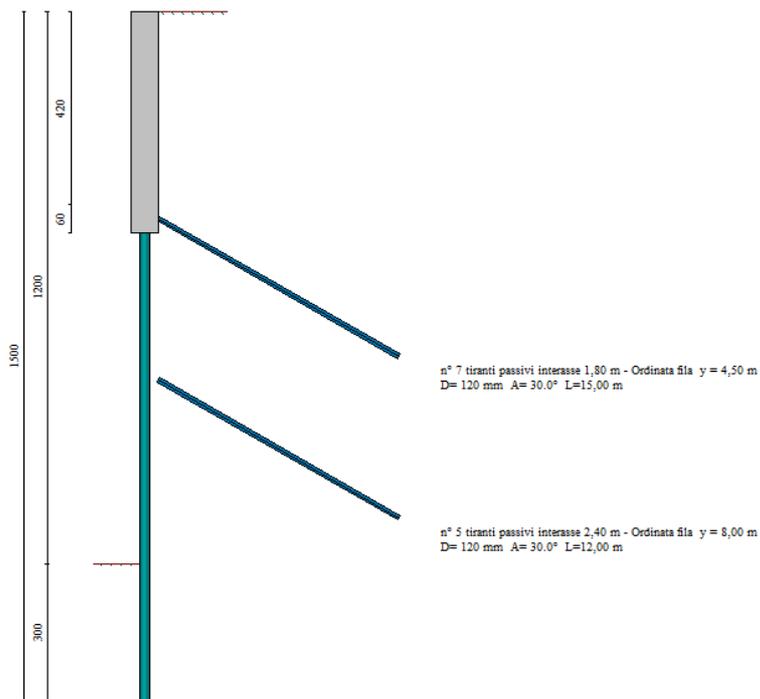


Figura 6-64 – Schema paratia con 2 ordini di tiranti

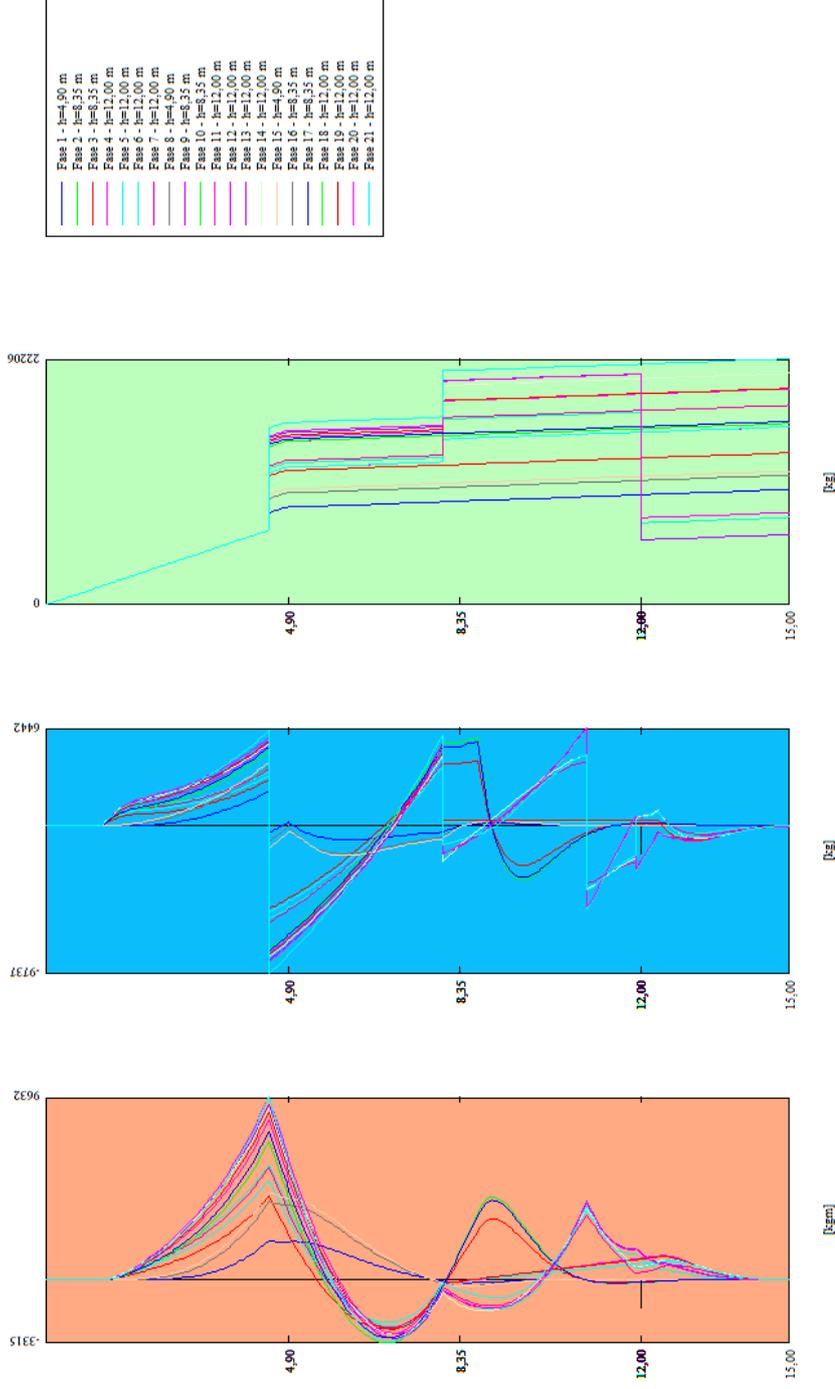


Figura 6-65 – Sollecitazioni paratia con 2 ordini di tiranti

FASI DI CARICO DA 1 A 9: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T9
FASI DI CARICO DA 10 A 18: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T9
FASI DI CARICO DA 19 A 27: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T9

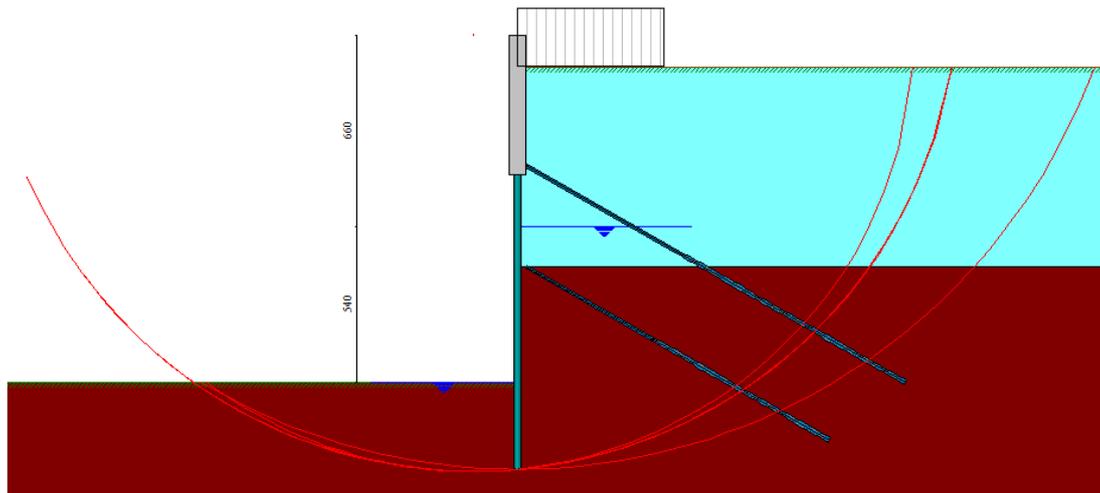


Figura 6-66 – Verifica di stabilità paratia con 2 ordini di tiranti

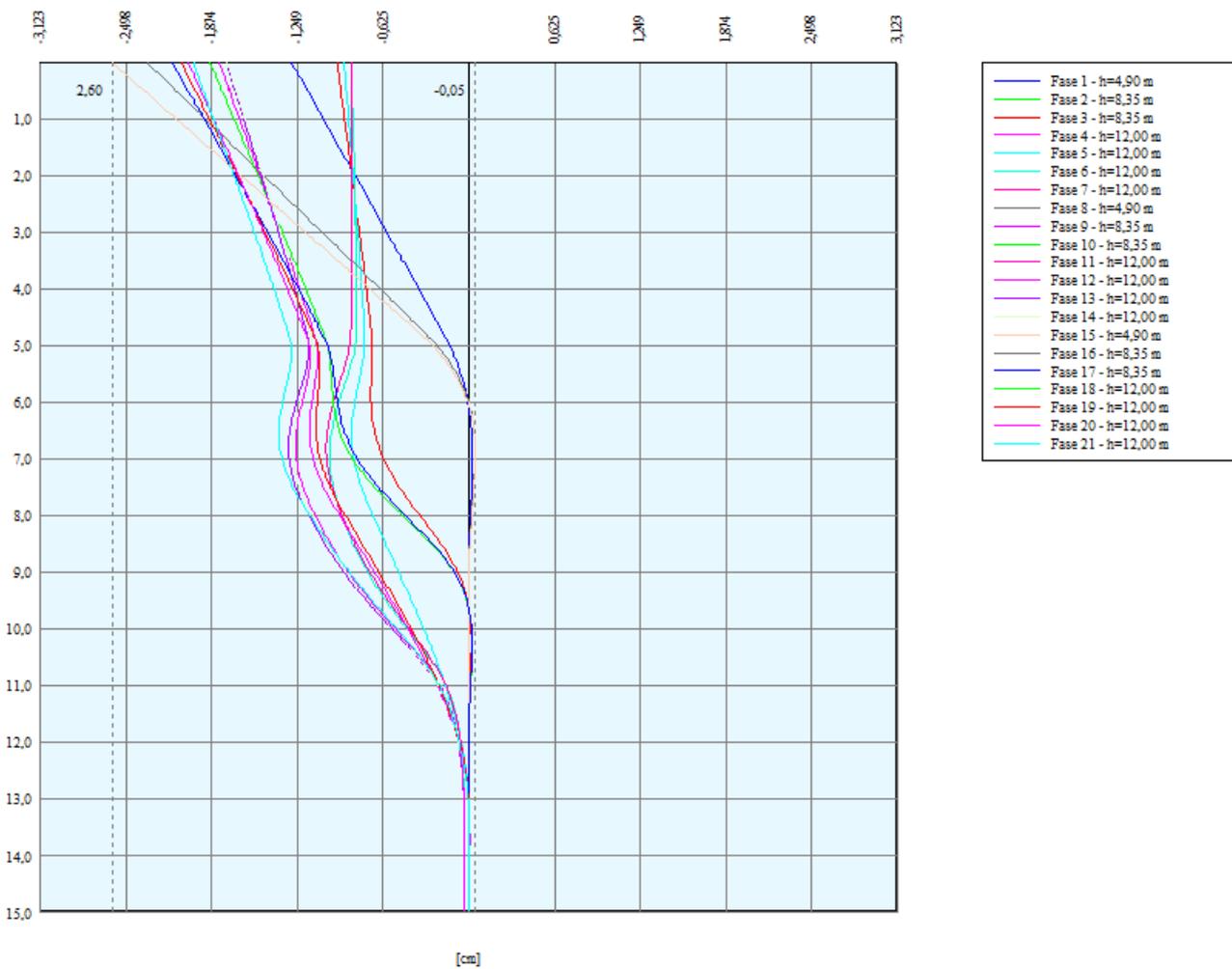


Figura 6-67 – Deformata paratia con 2 ordini di tiranti

6.10.2.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ _f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	28566	8,04	9,00	15,00	3551,92	1,21203	31765	202033	757626	1.112	13
2	20022	8,04	7,00	12,00	2489,58	1,16144	24784	157137	589264	1.238	13

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-11854		1	--	0,18256	0,23205
2	-3457	2863	--	--	0,07986	0,06303

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 40,75 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 168,55 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
6 - SLU - GEO	4,20	60,00	10,05	10,05	4798	3780	26596	20951	3.326

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLV - GEO	4,50	5779	4050	5811	0	1.006

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 40,75 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
7 - SLV - GEO	4,20	60,00	0,00	5395	24698	4.578	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
7 - SLV - GEO	4,50	-5842	51632	8.838

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ _f	tensione tangenziale in [kg/cm ²]
σ _{id}	tensione ideale espressa in [kg/cm ²]

Area della sezione del tubolare 40,75 [cm²]

A _n [cm ²]	A _{fs} [cm ²]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{fi} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	16,13	6	-157,77	6	683,98	6

σ _f [kg/cm ²]	τ _f [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
3114,95	179,67	3130,46	6

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	6 - ESE	4,20	3022	-16631	0,000	0.0000	0,200	0,000

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M _h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T _h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M _v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T _v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 2 (X=4,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cm ²]	A _{fh} =6,28 [cm ²]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =6469 [kgm]	M _{uh} =27358 [kgm]	FS=4.23	
T _h =14376 [kg]	T _{Rh} =145348 [kg]	FS _T =10.11	cotgθh=1.00
M _v =3735 [kgm]	M _{uv} =27358 [kgm]	FS=7.32	
T _v =8300 [kg]	T _{Rv} =145348 [kg]	FS _{Tv} =17.51	cotgθv=1.00

Cordolo N° 3 (X=8,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cm ²]	A _{fh} =3,14 [cm ²]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =5202 [kgm]	M _{uh} =19921 [kgm]	FS=3.83	
T _h =8670 [kg]	T _{Rh} =105708 [kg]	FS _T =12.19	cotgθh=1.00
M _v =3003 [kgm]	M _{uv} =20519 [kgm]	FS=6.83	
T _v =5006 [kg]	T _{Rv} =109011 [kg]	FS _{Tv} =21.78	cotgθv=1.00

6.10.3 PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE

Le verifiche delle paratie sono state condotte per fasi realizzative.

A tergo dell'opera di sostegno si considera la presenza di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$).

L'inserimento del tirante 1 avviene al tempo 0.

La fase T1 è relativa allo scavo massimo necessario per la realizzazione della platea della vasca di dissipazione.

La fase T2 è relativa alla realizzazione della platea della vasca di dissipazione (fine opera).

La fase T3 è relativa all'inserimento della falda massima a tergo dell'opera in condizioni di manutenzione (vasca vuota):

- Livello falda a quota +165.20;
- Livello acqua canale - vuoto;
- Sottospinta sulla platea dovuta alla presenza della falda (nel calcolo della paratia è stato inserito un carico verticale puntuale pari all'aliquota di sottospinta non scontata dal peso proprio del canale $\Delta F=20.000\text{daN}$ arrotondata per eccesso).

La fase T4 è relativa alla verifica sismica.

N°	OPERAZIONE	T
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.00 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.30) [Hscavo=1.00]	0
4	Scavo fino alla profondità di 4.50 metri	1
5	Inserimento vincolo 1 (X=-4.50) [Hscavo=4.50]	2
6	Inserimento vincolo 2 (X=-4.00) [Hscavo=4.50]	2
7	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=4.50]	3
8	Quota falda valle 4.50 metri - Quota falda monte 0.00 metri [Hscavo=4.50]	3
9	Inserimento sisma	4
10	Quota falda valle 4.50 metri - Quota falda monte 4.50 metri [Hscavo=4.50]	4
11	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=4.50]	4

Figura 6-68 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo tabellare

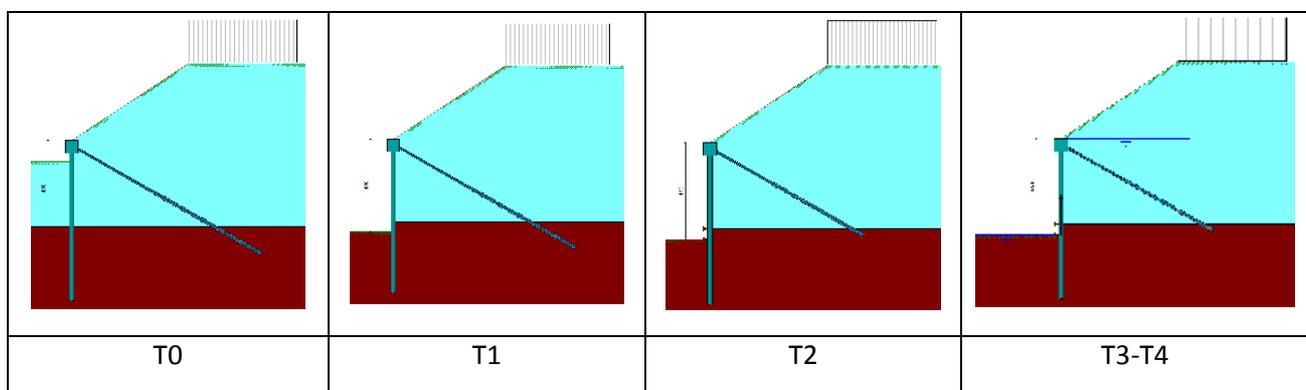


Figura 6-69 – Fasi di calcolo inserite nel programma PAC 14.0 – Riepilogo con schemi grafici

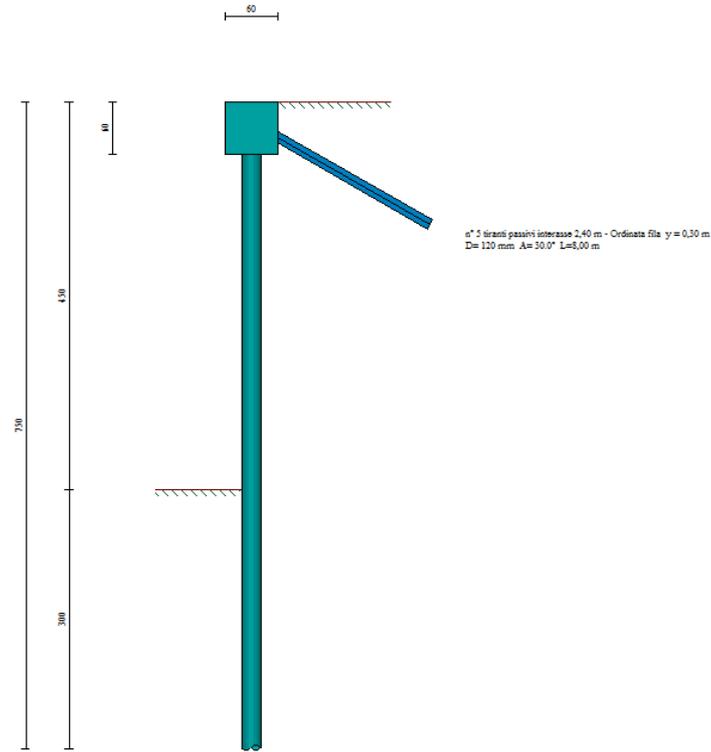


Figura 6-70 – Schema paratia con un ordine di tiranti

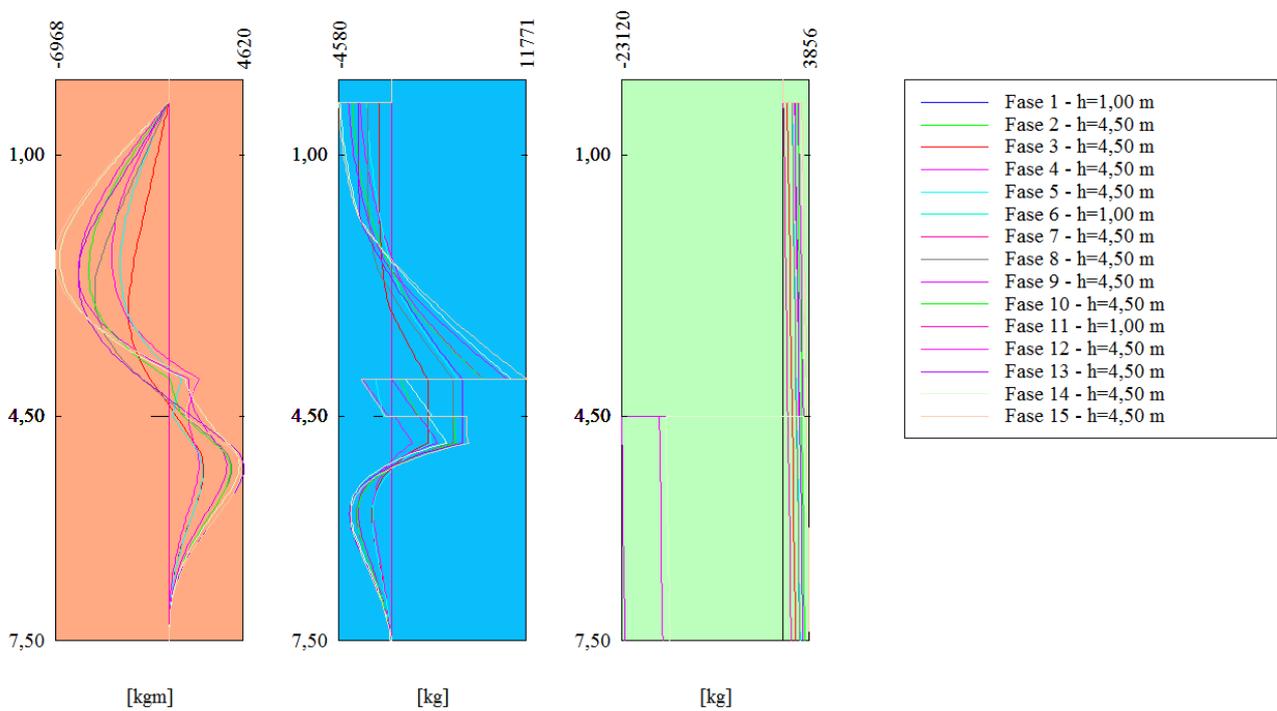


Figura 6-71 – Sollecitazioni paratia con un ordine di tiranti

FASI DI CARICO DA 1 A 5: Analisi per condizioni di esercizio da T0 a T4
FASI DI CARICO DA 6 A 10: Analisi con coefficienti tipo A1-M1 da T0 a T4
FASI DI CARICO DA 11 A 15: Analisi con coefficienti tipo A2-M2 da T0 a T4

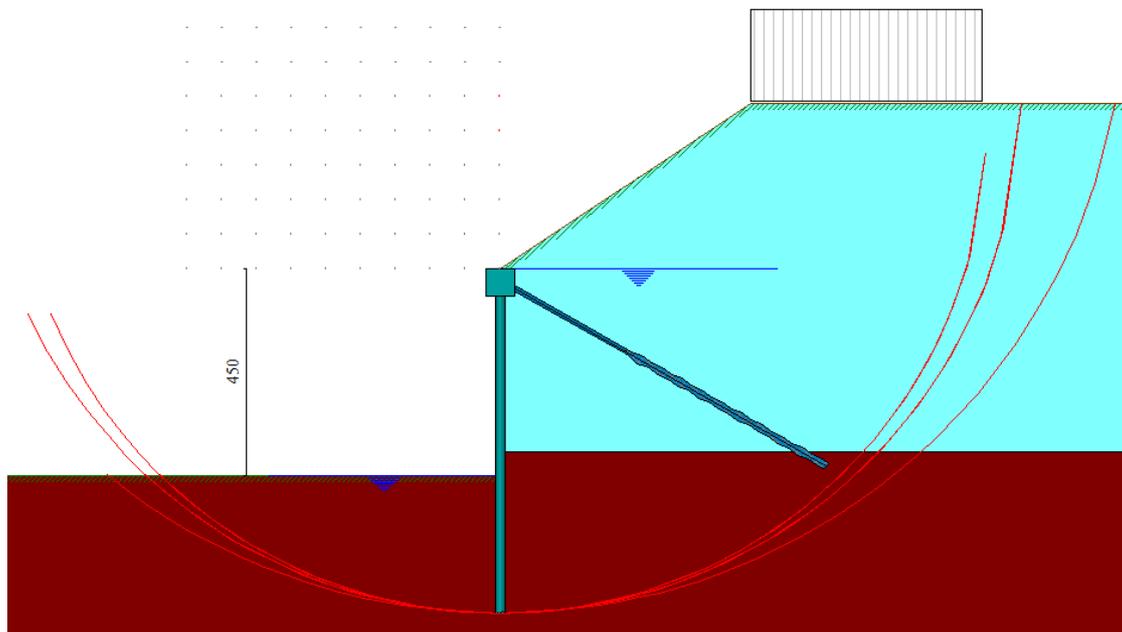


Figura 6-72 – Verifica di stabilità paratia con un ordine di tiranti

6.10.3.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI – VASCA DI DISSIPAZIONE

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A_f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L_f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ_t	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto $\min(R1, R2, R3)/N$)

n°	N [kg]	A_f [cmq]	L_f [m]	L [m]	σ_t [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	11528	8,04	5,00	8,00	1433,39	0,24273	21363	112241	420903	1.853	15

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R_x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R_0	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	$R_{x,min}$ [kg]	$R_{x,max}$ [kg]	$R_{0,min}$ [kgm]	$R_{0,max}$ [kgm]	Umin [cm]	Umax [cm]
1	-320	7026	--	--	0,37724	0,37724
2	-14350	0	--	--	0,60843	0,28434

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 40,75 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 168,55 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
5 - SLV - GEO	2,40	-4181	1829	5811	0	1.390

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 40,75 cmq

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
5 - SLV - GEO	4,00	7062	51632	7.311

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ _f	tensione tangenziale in [kg/cm ²]
σ _{id}	tensione ideale espressa in [kg/cm ²]

Area della sezione del tubolare 40,75 [cmq]

σ _f [kg/cm ²]	τ _f [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
1731,24	0,06	1731,24	4

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M _h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T _h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M _v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T _v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cmq]	A _{fh} =6,28 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =3328 [kgm]	M _{uh} =27358 [kgm]	FS=8.22	
T _h =5546 [kg]	T _{Rh} =145348 [kg]	FS _T =26.21	cotgθh=1.00
M _v =1921 [kgm]	M _{uv} =27358 [kgm]	FS=14.24	
T _v =3202 [kg]	T _{Rv} =145348 [kg]	FS _{Tv} =45.39	cotgθv=1.00

6.10.4 VASCA DI DISSIPAZIONE

Le opere di sostegno presenti non sono opere provvisoriale ma sono state dimensionate come opere definitive con la funzione di sostenere il carico litostatico a tergo delle stesse.

Gli elementi in C.A. della vasca di dissipazione sono stati dimensionati considerando gli stessi carichi agenti sulle paratie. Si tiene pertanto conto di un carico accidentale dovuto alla possibile presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$), la spinta idrostatica dovuta alla possibile presenza di falda (fino alla quota +4.40m dall'estradosso della platea) e la possibile presenza di acqua nella vasca (vasca piena).

Le verifiche sono state eseguite mediante programma di calcolo agli elementi finiti con le stesse ipotesi e combinazioni di carico previste per le opere di sostegno per quanto applicabili.

VASCA DI DISSIPAZIONE LATO DIGA

Le pareti in C.A. di rivestimento delle paratie di micropali avranno spessore pari a 60 centimetri e saranno ancorati con sistemi di continuità tipo "Halfen" ai cordoli di riscontro dei tiranti. Per il dimensionamento delle pareti si è tenuto conto della presenza di tali vincoli.

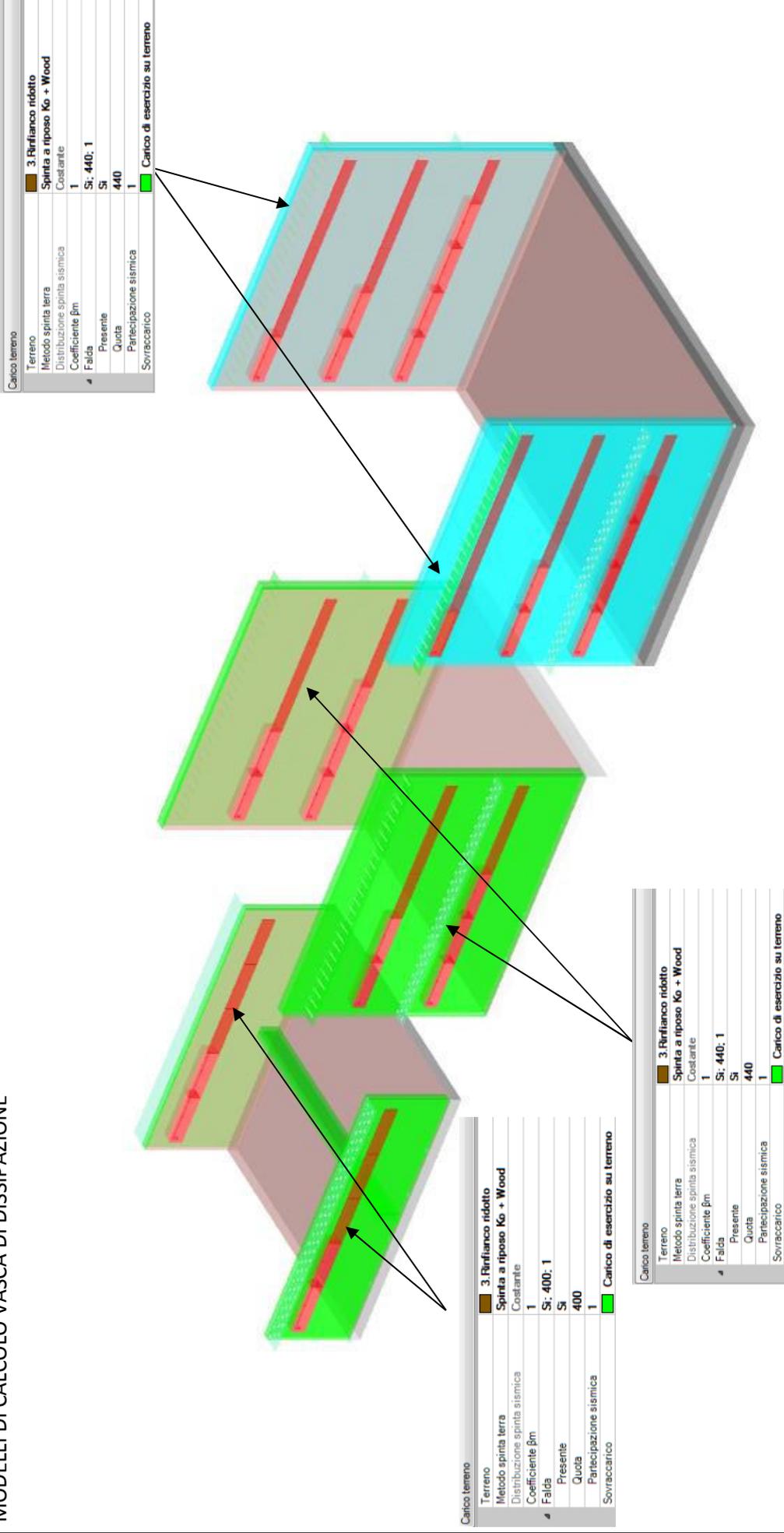
La platea di fondazione ha spessore pari a 100 centimetri.

VASCA DI DISSIPAZIONE A VALLE DELLO STRAMAZZO

Le pareti in C.A. di rivestimento delle paratie di micropali avranno spessore pari a 50 centimetri. Per il dimensionamento delle pareti si è tenuto conto della presenza dei vincoli con il cordolo di testa della paratia.

La platea di fondazione ha spessore pari a 50 centimetri.

MODELLI DI CALCOLO VASCA DI DISSIPAZIONE



CARICHI POTENZIALI SU PARETI:

	Descrizione	Colore	Pesi strutturali	Permanenti portati	Variabile da traffico	Spinta idrostatica	Acqua canale
► 1	Canale H9.9						
Quota 1			9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
Valore 1			0	0	0	0	0
Quota 2			0	0	0	0	0
Valore 2			0	0	0	0	9900
2	Canale H11.9						
Quota 1			11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
Valore 1			0	0	0	0	0
Quota 2			0	0	0	0	0
Valore 2			0	0	0	0	11900

CARICHI SUPERFICIALI:

	Descrizione	Colore	Pesi strutturali	Permanenti portati	Variabile da traffico	Spinta idrostatica	Acqua canale
► 1	Carico di esercizio su terreno						
Valore			0	0	2000	0	0
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
2	Carico su platea 1 (sottospinta a quota +240)						
Valore			0	0	0	-3400	9900
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
3	Carico su platea 2 (sottospinta a quota +240)						
Valore			0	0	0	-3400	11900
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale
4	Carico su platea 3 (sottospinta a quota +240)						
Valore			0	0	0	-2900	4000
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale

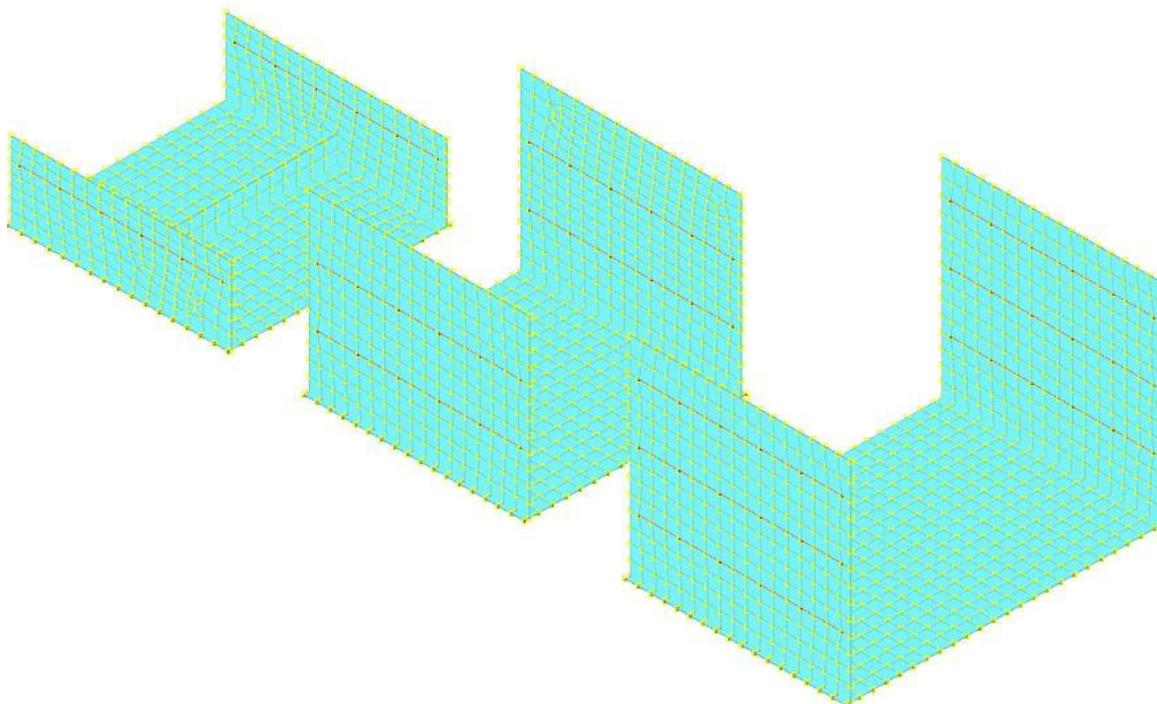
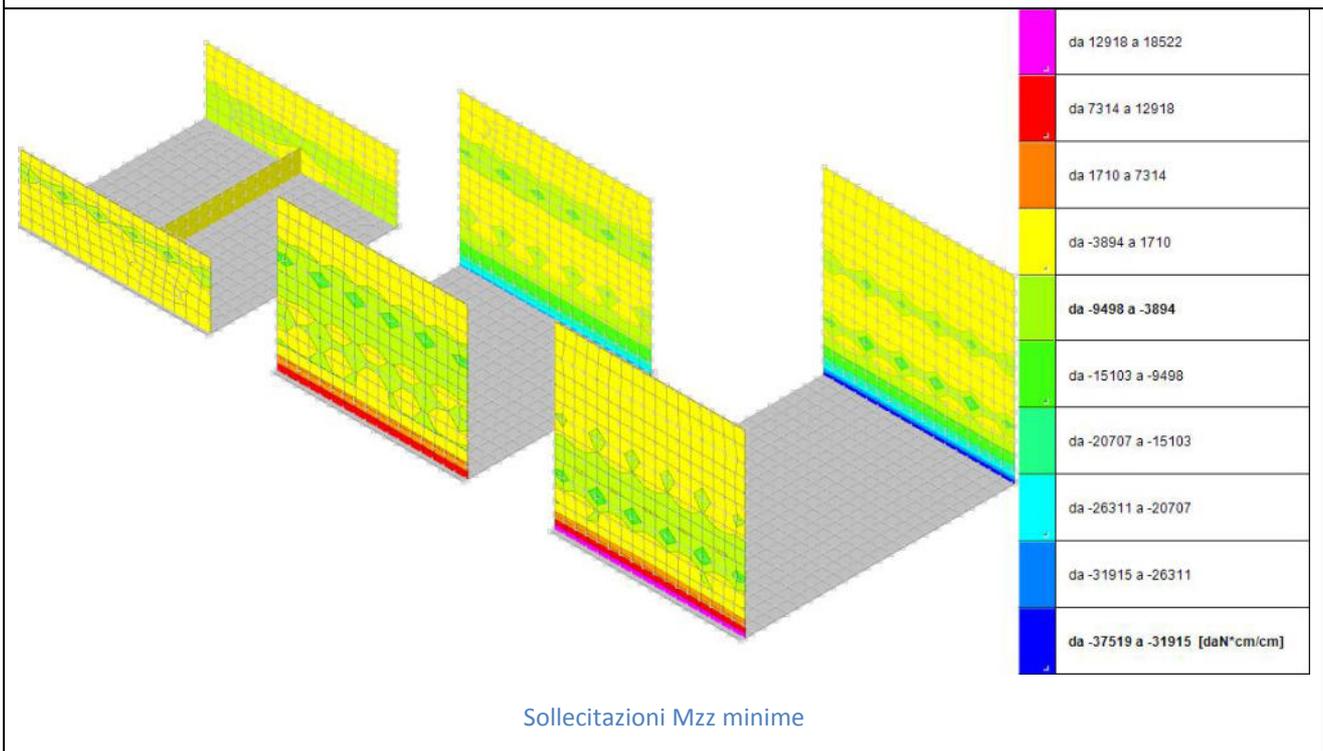
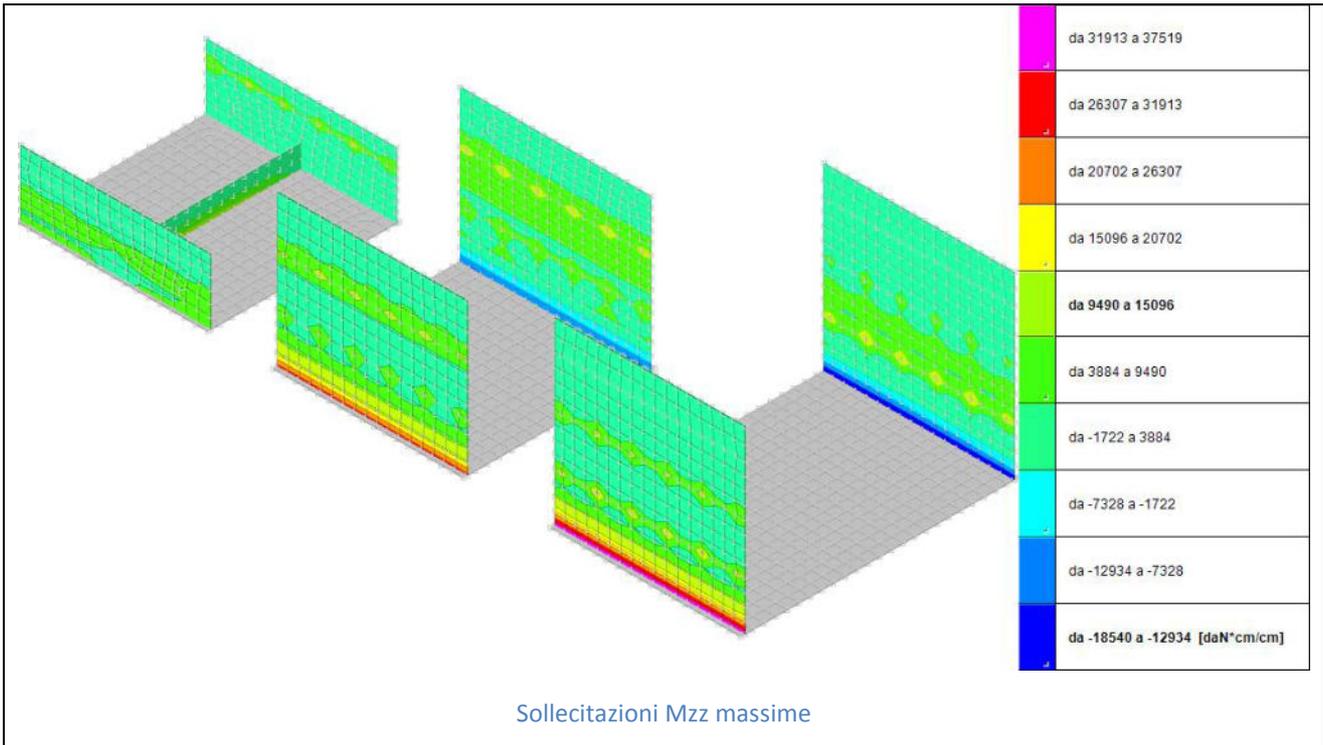


Figura 6-73 – Modelli di calcolo vasca di dissipazione



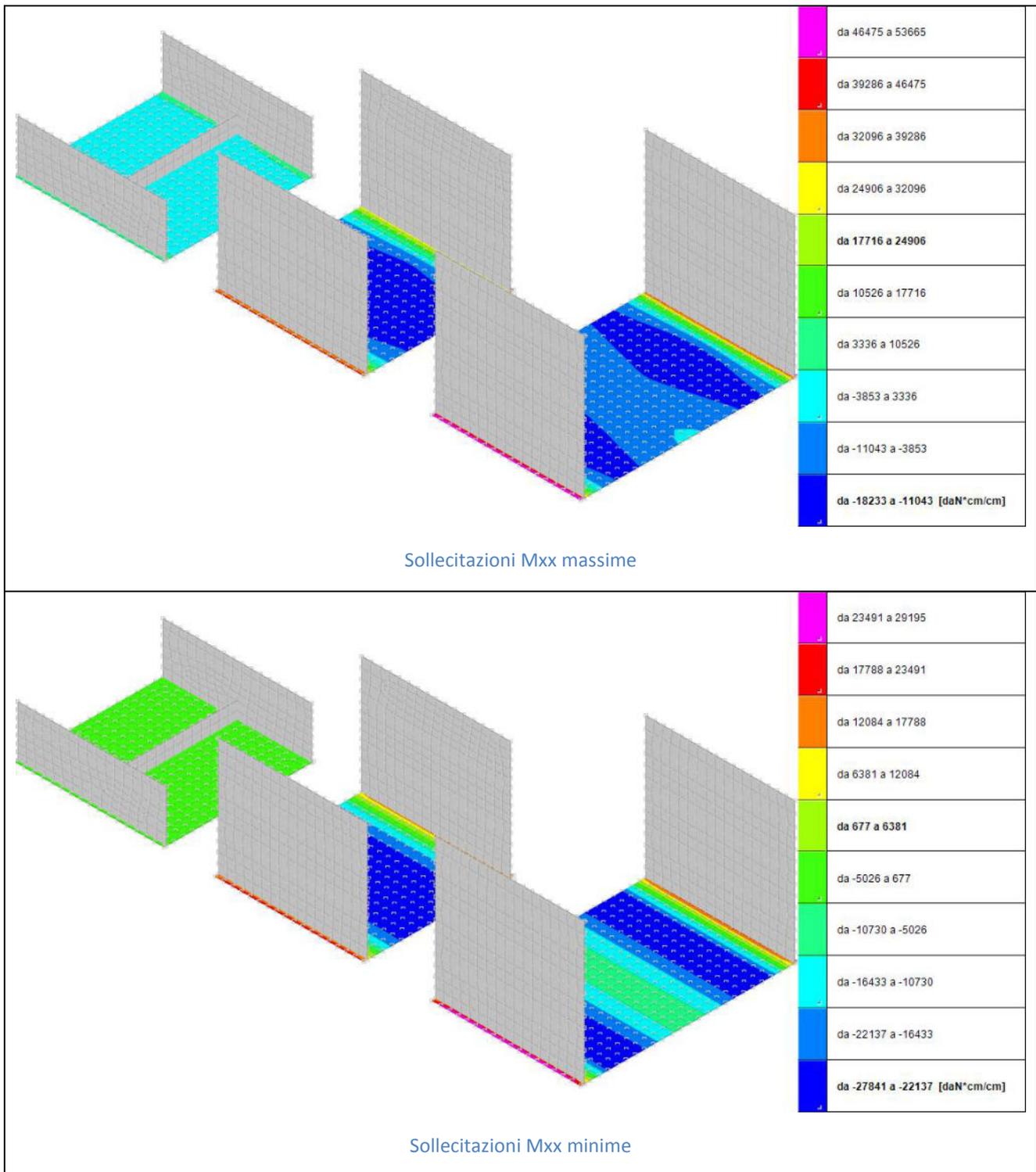


Figura 6-74 – Sollecitazioni vasca dissipazione

6.10.4.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI VASCA DI DISSIPAZIONE

PARETE H1190

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
108	o	200	60	51.5	51.5	5.9	5.9	2.064	17 SLU	-102524	7472689	-211610	15423730
	v	150	60	14.1	14.1	5.8	5.8	9.584	17 SLU	-2880	391302	-27601	3750090
405	o	200	60	51.5	51.5	5.9	5.9	2.064	17 SLU	-102523	7472690	-211610	15423730
	v	150	60	14.1	14.1	5.8	5.8	9.584	17 SLU	-2880	391302	-27601	3750090
432	o	200	60	51.5	51.5	5.9	5.9	2.074	17 SLU	-103520	7470782	-214726	15496220
	v	150	60	14.1	14.1	5.8	5.8	9.918	17 SLU	-2696	375906	-26741	3728262
486	o	100	60	25.8	25.8	5.9	5.9	2.127	17 SLU	-52018	3679130	-110620	7823933
	v	150	60	14.1	14.1	5.8	5.8	20.717	17 SLU	1910	97949	39567	2029154

PARETE H990

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
546	o	629	60	159.7	159.7	5.9	5.9	2.558	17 SLU	-236813	18249300	-605681	46675160
	v	450	60	44.2	44.2	5.8	5.8	26.691	2 SLU	-3304	441206	-88174	11776210
2073	o	800	60	80.4	80.4	5.8	5.8	2.217	2 SLU	-37644	-8770574	-83447	-19442250
	v	750	60	75.4	75.4	5.8	5.8	23.098	13 SLV	-397	-714063	-9174	-16493490

PARETE H400

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
1191	o	200	40	20.1	20.1	5.8	5.8	2.509	17 SLU	-17420	1364438	-43705	3423276
	v	250	40	26.1	26.1	5.8	5.8	123.572	17 SLU	731	17363	90337	2145613
1615	o	400	40	40.2	40.2	5.8	5.8	1.820	2 SLU	-3459	-3088427	-6297	-5622046
	v	325	40	32.2	32.2	5.8	5.8	9.088	2 SLU	-2343	523067	-21296	4753728
1635	o	330	40	32.2	32.2	5.8	5.8	1.786	2 SLU	-2776	-2528355	-4959	-4516184
	v	325	40	32.2	32.2	5.8	5.8	7.111	2 SLU	7	623098	48	4430845

PLATEA S=100**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
434	Y	176.5	100	27.72	6	53.44	6	SLU 17	9409053	0	18740091	0	1.9917	Si
2	Y	100	100	15.71	6	31.42	6	SLV FO 9	5108208	0	10354911	0	2.0271	Si
461	Y	100	100	15.71	6	31.42	6	SLV FO 11	5106775	0	10354911	0	2.0277	Si
487	Y	100	100	15.71	6	31.42	6	SLV FO 7	5108151	0	10423443	0	2.0406	Si
28	Y	100	100	15.71	6	31.42	6	SLV FO 5	5108026	0	10423443	0	2.0406	Si

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
820	Y	100	100	15.71	6	15.71	6	SLU 17	-2620443	0	-5659066	0	2.1596	Si
497	Y	100	100	15.71	6	15.71	6	SLU 17	-2620418	0	-5659066	0	2.1596	Si
821	Y	100	100	15.71	6	15.71	6	SLU 17	-2619960	0	-5659066	0	2.16	Si
498	Y	100	100	15.71	6	15.71	6	SLU 17	-2619925	0	-5659066	0	2.16	Si
819	Y	100	100	15.71	6	15.71	6	SLU 17	-2619718	0	-5659066	0	2.1602	Si

PLATEA S=50**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1173	Y	181.3	50	18.22	5.8	18.22	5.8	SLU 17	1568145	0	3101549	0	1.9778	Si
865	Y	181.3	50	18.22	5.8	18.22	5.8	SLU 17	1567991	0	3101549	0	1.978	Si
1152	Y	200	50	20.11	5.8	20.11	5.8	SLU 17	1739628	0	3449890	0	1.9831	Si
886	Y	200	50	20.11	5.8	20.11	5.8	SLU 17	1739547	0	3449890	0	1.9832	Si
862	Y	181.3	50	18.22	5.8	18.22	5.8	SLU 17	1553721	0	3101549	0	1.9962	Si

6.11 POZZETTO PERDITE

Il progetto prevede la realizzazione di un manufatto scatolare in cemento armato per la realizzazione di un pozzetto per il controllo delle perdite della diga e dei drenaggi.

Le fondazioni sono di tipo profondo composte da micropali $\phi 220\text{mm}$ e platea di collegamento da 60 centimetri. Le opere in elevato sono composte da pareti in cemento armato da 50 centimetri. Non sono presenti impalcati di piano.

Si considera un carico accidentale a tergo delle pareti del pozzetto dovuto ai mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$) e la spinta idrostatica dovuta alla possibile presenza di falda (su pareti e platea).

Le verifiche sono state eseguite mediante programma di calcolo agli elementi finiti con le stesse ipotesi e combinazioni di carico previste per le opere di sostegno per quanto applicabili.

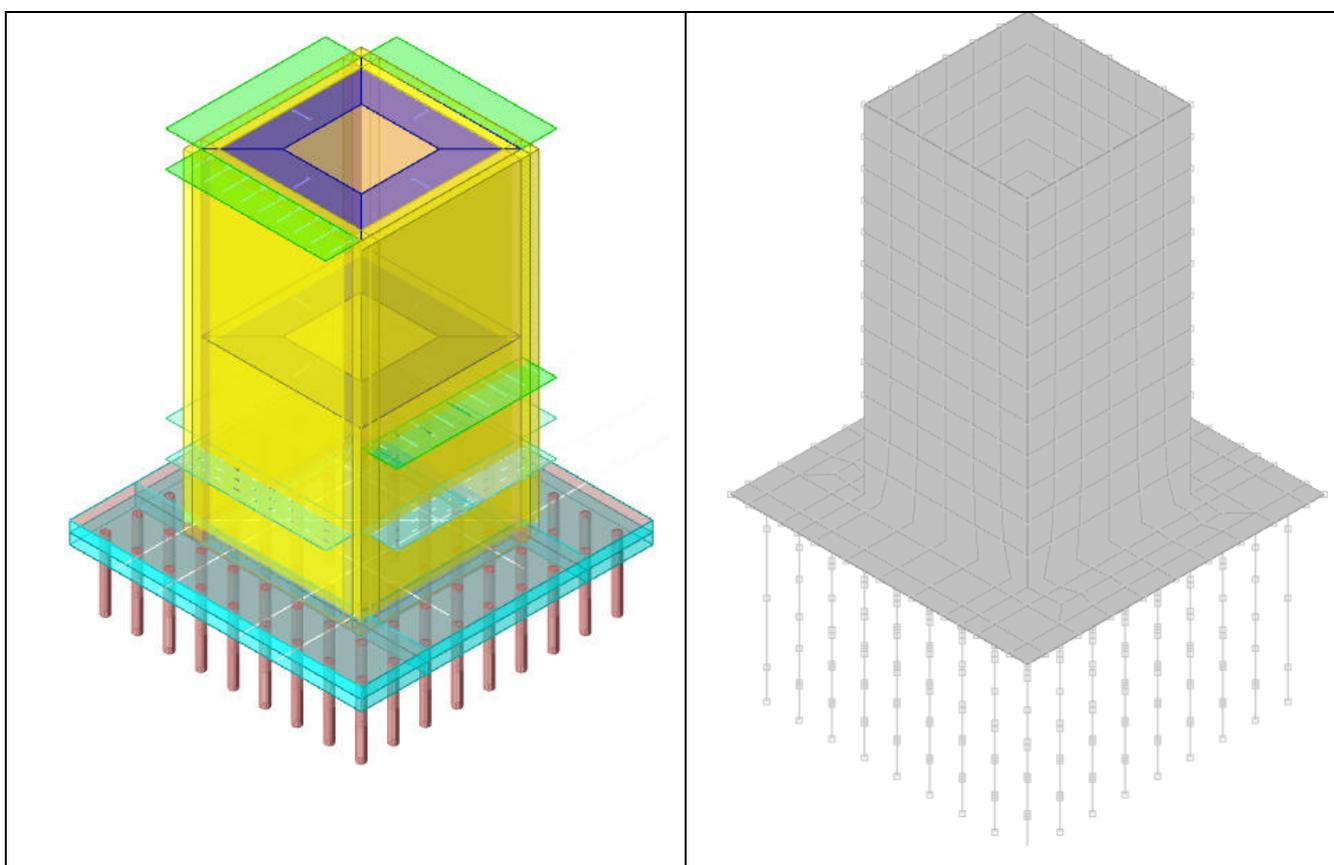
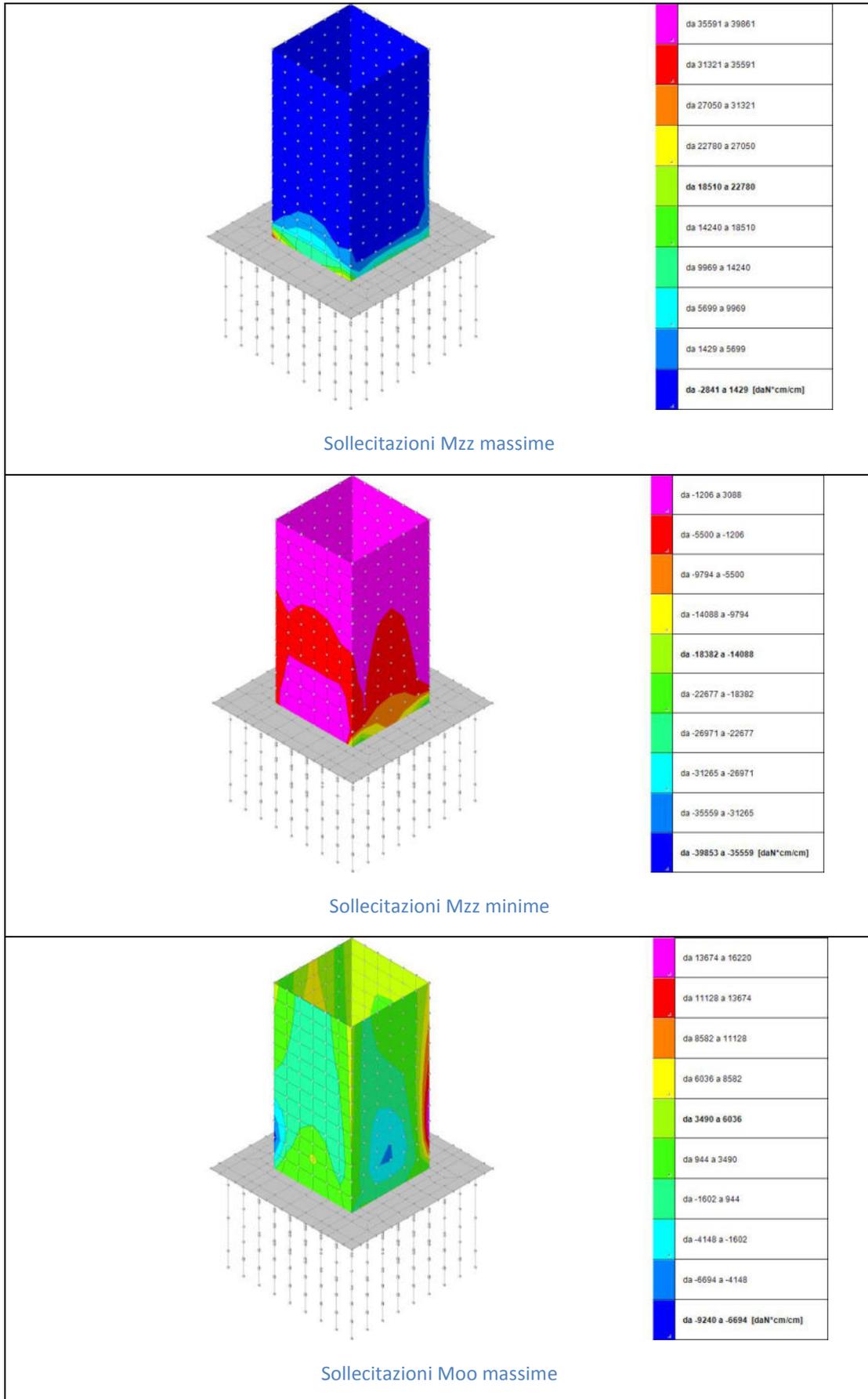


Figura 6-75 – Modello di calcolo pozzetto per controllo perdite



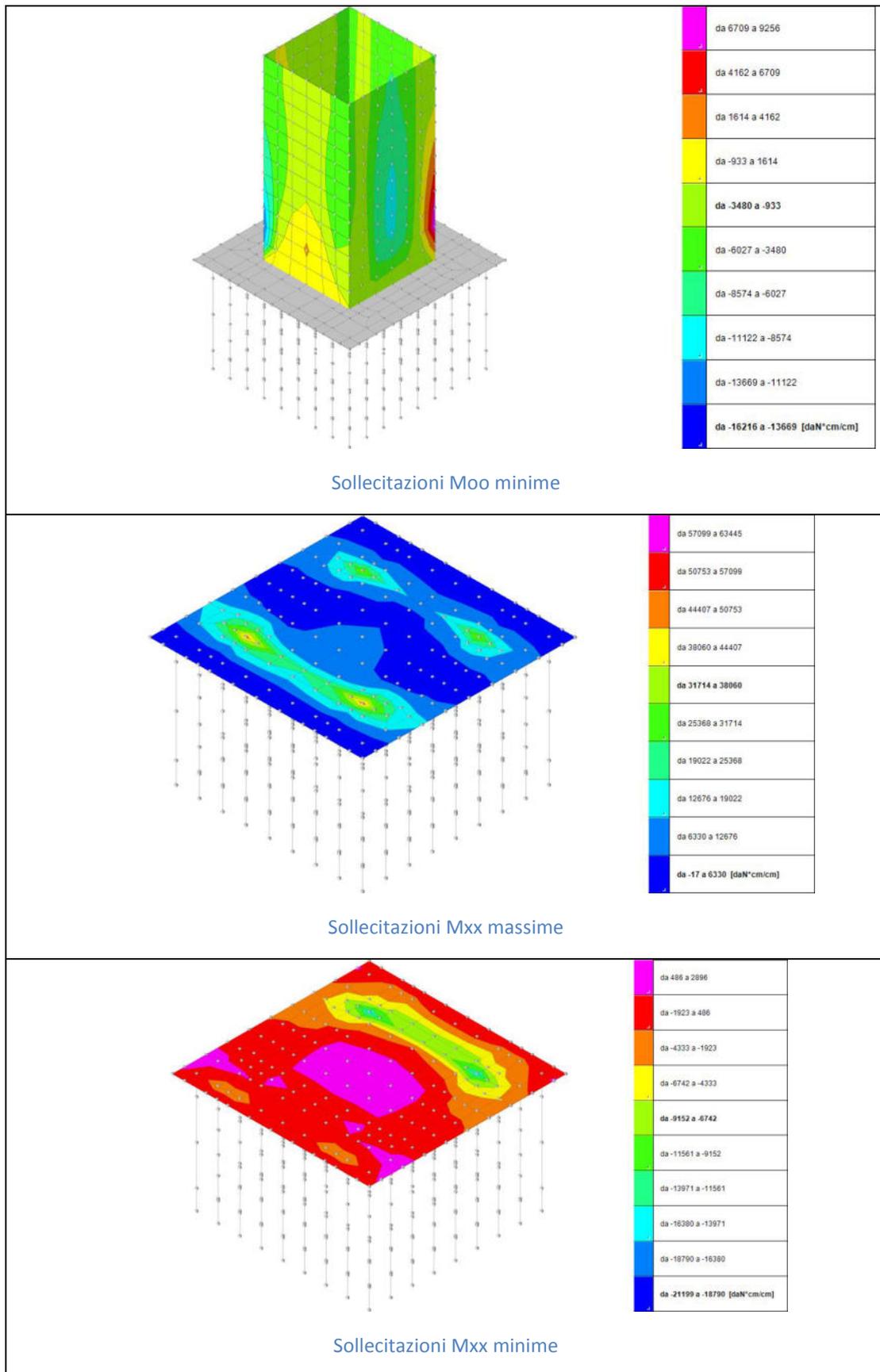


Figura 6-76 – Sollecitazioni pozzetto per controllo perdite

6.11.1.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI POZZETTO PERDITE

PARETE

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
537	o	175	50	10.2	10.2	5.6	5.6	5.762	15 SLV	10341	-86032	59585	-495716
	v	300	50	17.0	17.0	5.6	5.6	1.044	42 SLU	-69429	4516755	-72453	4713467
554	o	175	50	10.2	10.2	5.6	5.6	5.761	13 SLV	10345	-86050	59597	-495714
	v	300	50	17.0	17.0	5.6	5.6	1.044	42 SLU	-69428	4516229	-72460	4713467

PLATEA**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
340	X	200	60	31.42	8	51.52	7.9	SLV 9	9739098	0	9916513	0	1.0182	Si
418	X	200	60	31.42	8	51.52	7.9	SLV 11	9738067	0	9919792	0	1.0187	Si
419	X	200	60	31.42	8	51.52	7.9	SLV 11	9338039	0	9906954	0	1.0609	Si
341	X	200	60	31.42	8	51.52	7.9	SLV 9	9339109	0	9911481	0	1.0613	Si

PALI

Quota	Posizione				Taglio					PressoFlessione					Verifica		
	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.		Mrd	C.S.pf
-206	-	-	1132	995	-1016	1579	0	SLV FO 9	48333	25.75	-186326	-119872	3396	SLV FO 9	543970	1.2	Si

6.12 OPERA DI PRESA SCARICO DI FONDO

Il progetto prevede la realizzazione di un canale aperto a C in cemento armato per la realizzazione dell'opera di presa dello scarico di fondo.

Le fondazioni sono di tipo profondo composte da micropali $\phi 220\text{mm}$ e platea di collegamento con spessore da 50 centimetri e da 100 centimetri. Le opere in elevato sono composte da pareti in cemento armato da 40 centimetri.

Si considera un carico accidentale a tergo delle pareti del pozzetto dovuto alla presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$) e la spinta idrostatica dovuta alla possibile presenza di falda (su pareti e platea).

Le verifiche sono state eseguite mediante programma di calcolo agli elementi finiti con le stesse ipotesi e combinazioni di carico previste per le opere di sostegno per quanto applicabili.

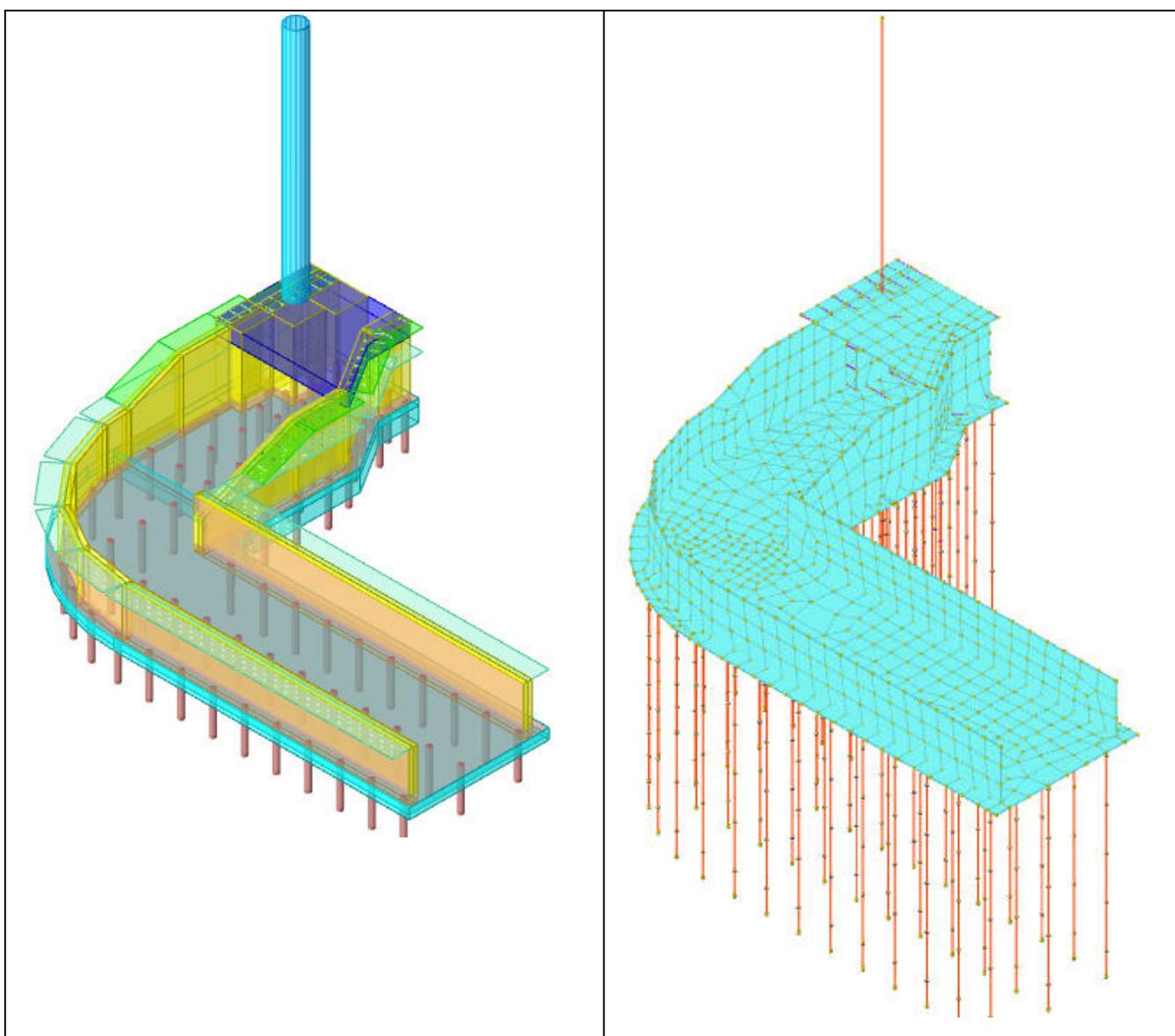
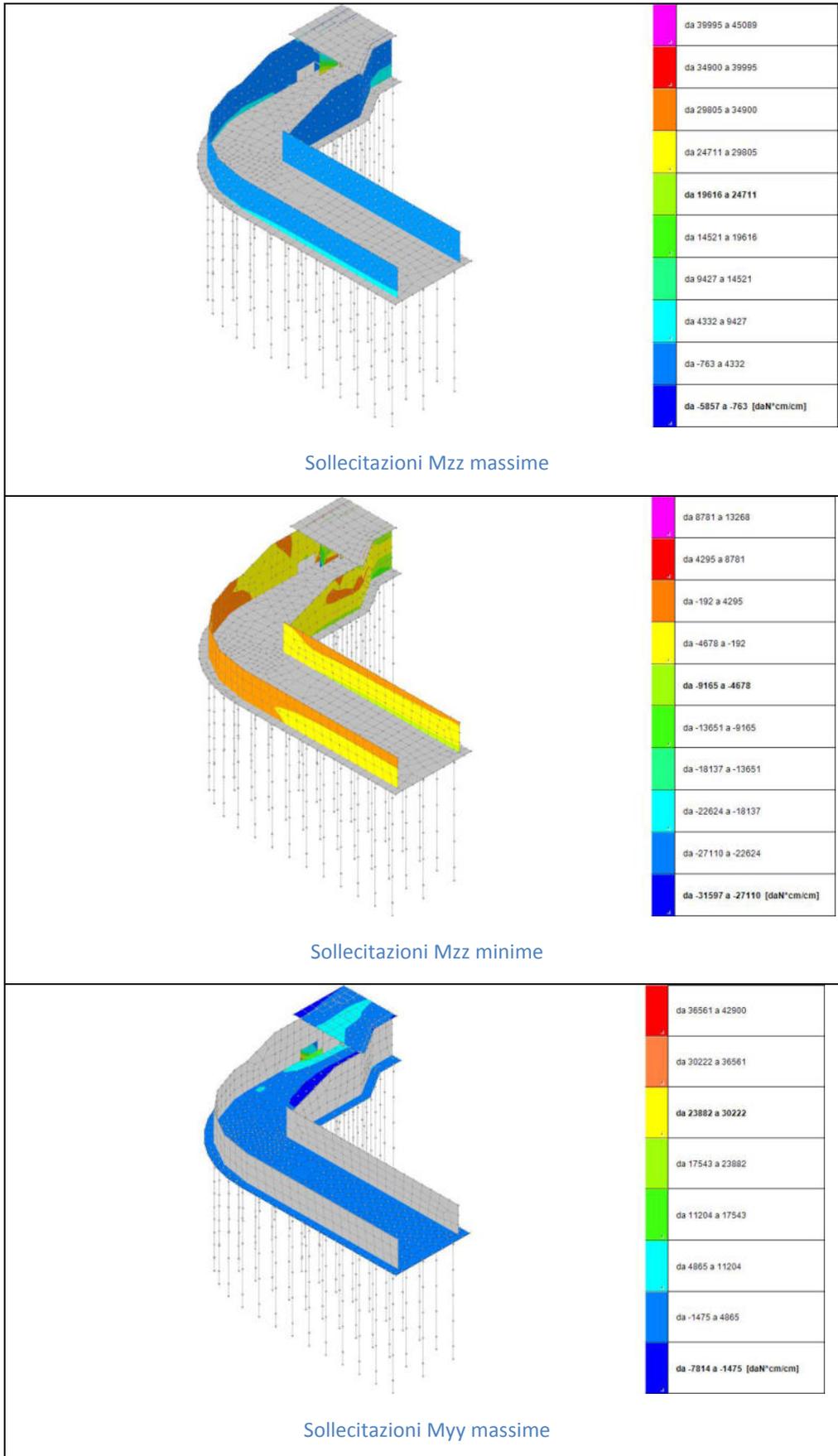


Figura 6-77 – Modello di calcolo opera di presa



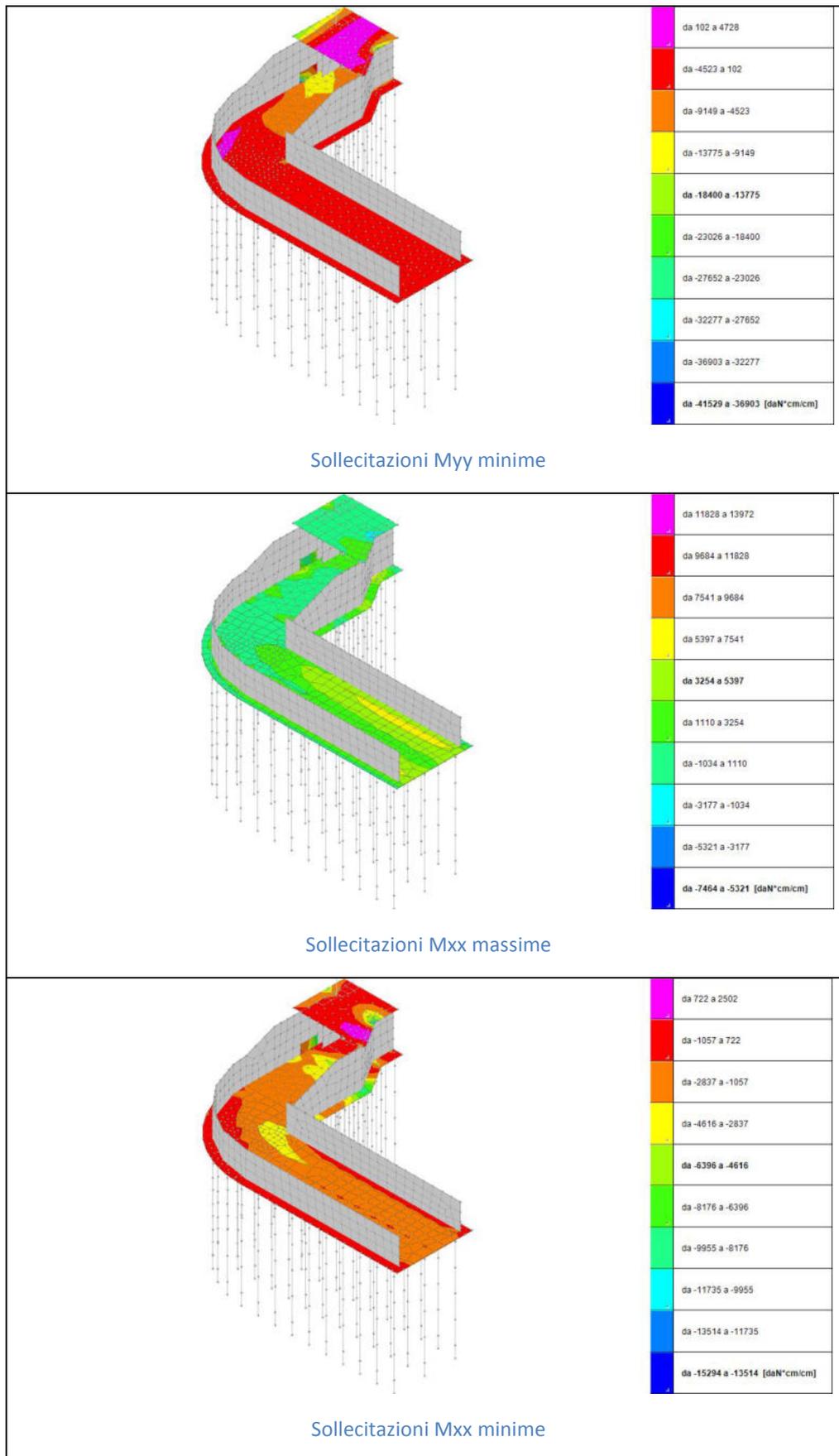


Figura 6-78 – Sollecitazioni opera di presa

6.12.1.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI OPERA DI PRESA

PARETE H=300

Verifica di stato limite ultimo													
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
829	o	300	40	30.2	30.2	5.8	5.8	2.816	30 SLU	-23202	1822414	-65330	5131461
	v	180	40	10.2	10.2	5.6	5.6	11.969	11 SLV	4834	-35842	57859	-428991
1180	o	170	40	16.1	16.1	5.8	5.8	12.213	11 SLV	5326	94876	65048	1158729
	v	188	40	11.3	11.3	5.6	5.6	1.848	32 SLU	10713	707303	19803	1307418
1281	o	150	40	16.1	16.1	5.8	5.8	6.461	12 SLV	2686	298359	17354	1927789
	v	150	40	9.0	9.0	5.6	5.6	1.807	32 SLU	8871	576728	16034	1042390

PARETE H=200

Verifica di stato limite ultimo													
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
510	o	150	40	14.1	14.1	5.8	5.8	2.150	32 SLU	-6619	-1009449	-14228	-2170058
	v	180	40	10.2	10.2	5.6	5.6	92.815	30 SLU	366	9517	33939	883332
521	o	197	40	18.1	18.1	5.8	5.8	2.109	32 SLU	-7774	-1313039	-16394	-2768953
	v	180	40	10.2	10.2	5.6	5.6	24.723	30 SLU	705	-48026	17435	-1187320

PLATEA**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
614	Y	200	50	20.11	5.8	20.11	5.8	SLU 32	1386143	0	3449890	0	2.4888	Si
642	Y	200	50	20.11	5.8	20.11	5.8	SLU 32	1382951	0	3449890	0	2.4946	Si
585	Y	200	50	20.11	5.8	20.11	5.8	SLU 32	1382635	0	3449890	0	2.4952	Si
534	Y	200	50	20.11	5.8	20.11	5.8	SLU 32	1381039	0	3449890	0	2.498	Si

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1107	X	200	100	31.42	8	31.42	8	SLV 9	4617000	0	11174870	0	2.4204	Si
1106	X	200	100	31.42	8	31.42	8	SLV 9	4520309	0	11174870	0	2.4721	Si
1108	X	200	100	31.42	8	31.42	8	SLV 10	4486792	0	11174870	0	2.4906	Si
1109	X	185	100	29.06	8	29.06	8	SLV 10	4067381	0	10287746	0	2.5293	Si

PALI

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-208	-	-	3114	-	-1329	-162	18	SLV FO 15	48331	36.11	19158	-157561	1730	SLV FO 15	543970	1.79	Si

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-104	-	-	3707	907	-756	1014	-51	SLV FO 10	48338	38.2	-226016	-168505	-1812	SLV FO 10	543970	1.89	Si

Posizione					Taglio					PressoFlessione					Verifica		
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-208	-	-	4204	907	-756	1230	-51	SLV FO 10	48338	33.48	-145811	-89684	-6626	SLV FO 10	543970	1.66	Si

6.13 POZZETTO DI COMANDO SCARICO DI FONDO

Il progetto prevede la realizzazione di un manufatto scatolare in cemento armato per la realizzazione del pozzetto di comando dello scarico di fondo rigidamente connessa ad una parte della vasca di dissipazione.

Per la descrizione delle paratie propedeutiche allo scavo si rimanda al capitolo della vasca di dissipazione.

Le fondazioni della vasca e del pozzetto avranno rispettivamente uno spessore pari a 100 e 60 centimetri.

Le pareti entro terra e fuori terra avranno rispettivamente uno spessore pari a 60 e 25 centimetri.

La soletta di copertura del pozzetto avrà spessore pari a 30 centimetri mentre la soletta di copertura del vano scala avrà spessore pari a 20 centimetri.

Si considera un carico accidentale a tergo delle pareti del pozzetto dovuto alla presenza di mezzi d'opera (carico $q_{acc}=2000\text{daN/mq}$) e la spinta idrostatica dovuta alla possibile presenza di falda.

Le verifiche sono state eseguite mediante programma di calcolo agli elementi finiti con le stesse ipotesi e combinazioni di carico previste per le opere di sostegno per quanto applicabili.

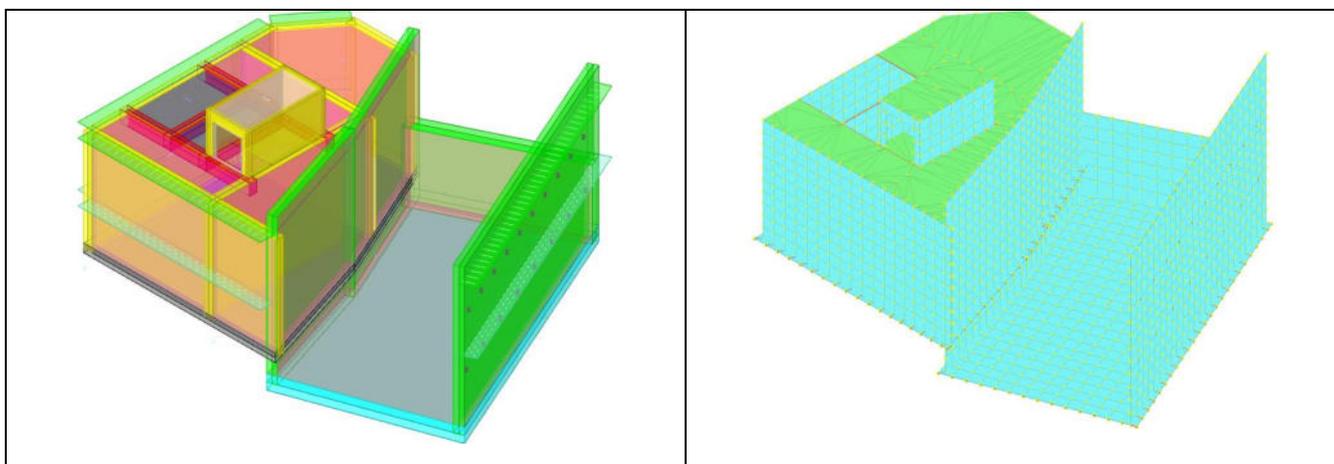
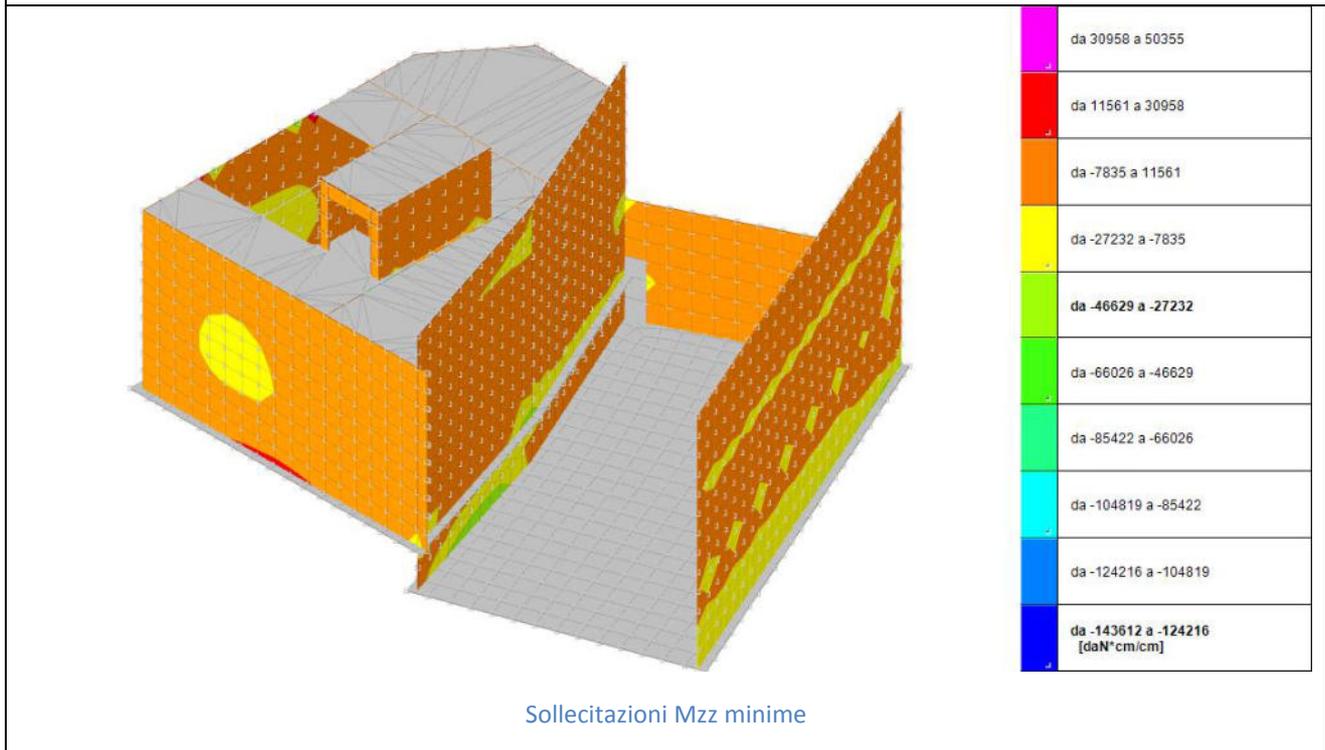
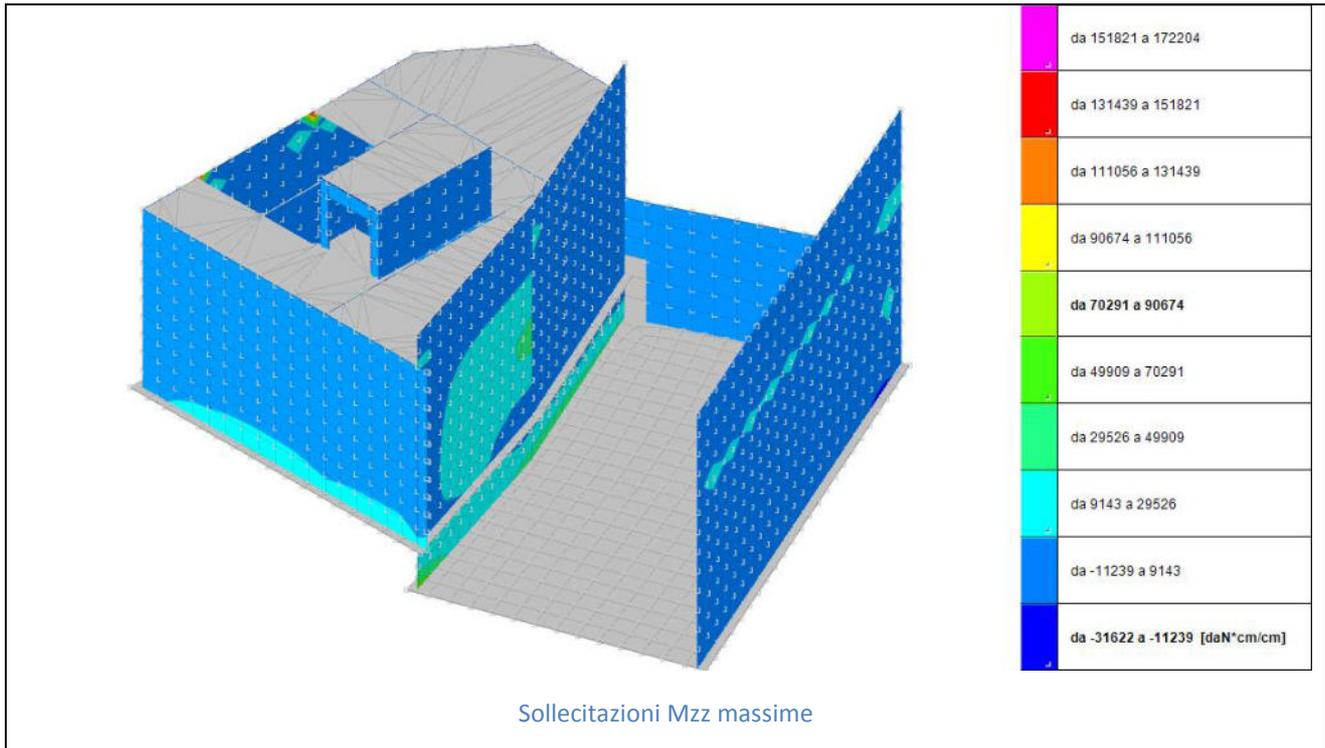


Figura 6-79 – Modello di calcolo pozzetto di manovra scarico di fondo



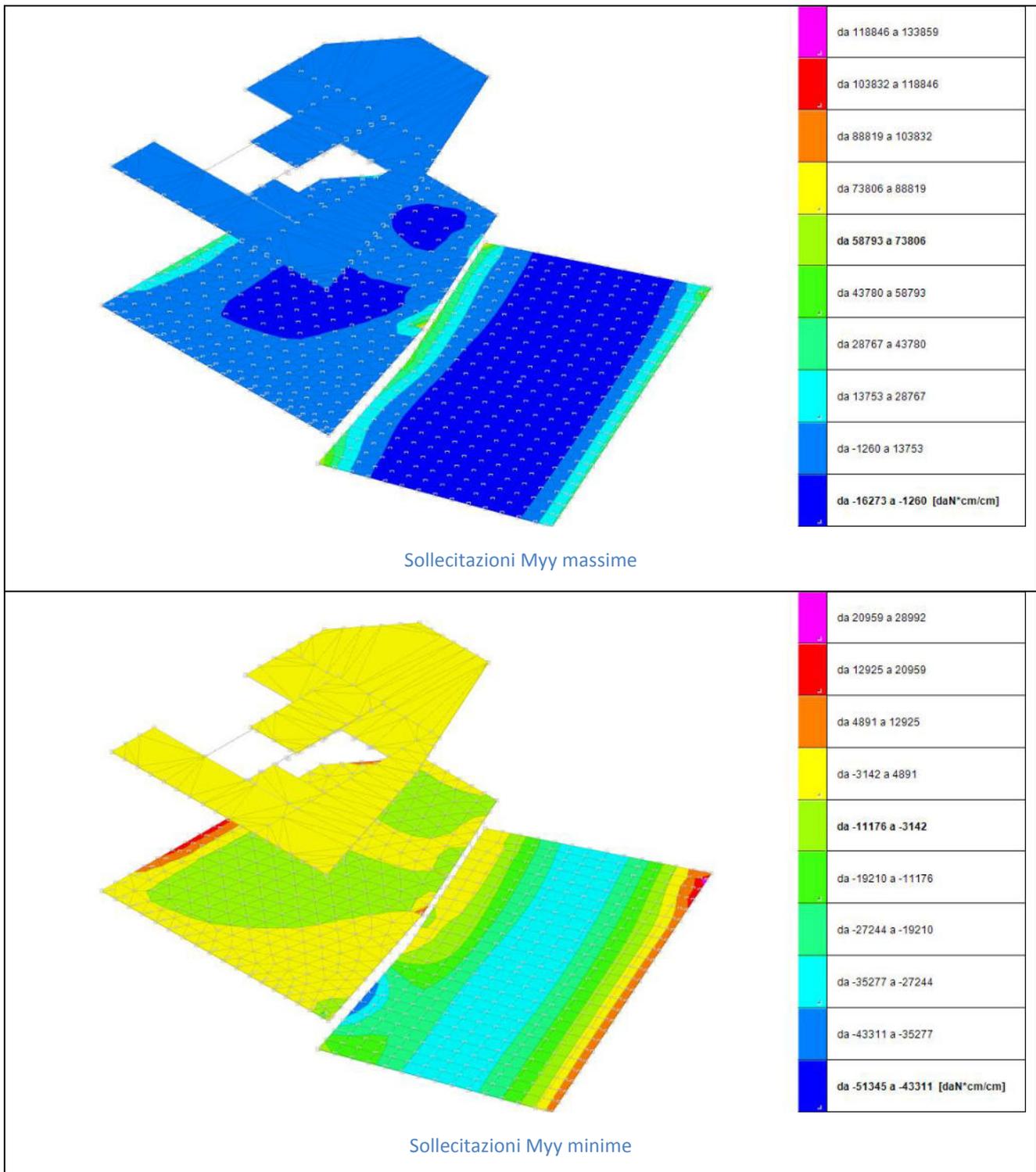


Figura 6-80 – Sollecitazioni pozzetto di manovra scarico di fondo

6.13.1.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI – OPERA PROVVISORIALE PER POZZETTO DI COMANDO

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ _f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	6869	8,04	4,00	9,00	854,07	0,27933	13963	89793	336722	2.033	12
2	33853	8,04	10,00	13,00	4209,28	1,24620	35256	224482	841806	1.041	15

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-1933	808	--	--	1,71570	1,36924
2	-7397	0	--	--	1,36029	1,36029

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 40,75 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 168,55 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
1 - SLU - STR	0,20	60,00	10,05	10,05	0	180	0	-80226	267.421

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLU - GEO	6,25	-4203	7197	5811	0	1.382

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 40,75 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
8 - SLV - GEO	0,40	60,00	0,00	333	23886	71.752	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
8 - SLV - GEO	4,20	-5632	51632	9.167

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _r	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ _r	tensione tangenziale in [kg/cm ²]
σ _{id}	tensione ideale espressa in [kg/cm ²]

Area della sezione del tubolare 40,75 [cm²]

A _n [cm ²]	A _s [cm ²]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _r [kg/cm ²]	cmb	σ _s [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	0,16	8	-2,23	8	-1,43	1

σ _r [kg/cm ²]	τ _r [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
2334,47	2,52	2334,47	7

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _r	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _r [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	8 - ESE	0,40	25	-16631	0,000	0.0000	0,200	0,000

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M _h	momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T _h	taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M _v	momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T _v	taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 2 (X=0,70 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cm ²]	A _{fh} =6,28 [cm ²]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =2289 [kgm]	M _{uh} =27358 [kgm]	FS=11.95	
T _h =3816 [kg]	T _{Rh} =145348 [kg]	FS _r =38.09	cotgθ _h =1.00
M _v =1322 [kgm]	M _{uv} =27358 [kgm]	FS=20.70	
T _v =2203 [kg]	T _{Rv} =145348 [kg]	FS _r _v =65.98	cotgθ _v =1.00

Cordolo N° 3 (X=4,20 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cm ²]	A _{fh} =3,14 [cm ²]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =10789 [kgm]	M _{uh} =19921 [kgm]	FS=1.85	
T _h =17982 [kg]	T _{Rh} =105708 [kg]	FS _r =5.88	cotgθ _h =1.00
M _v =6229 [kgm]	M _{uv} =20519 [kgm]	FS=3.29	
T _v =10382 [kg]	T _{Rv} =109011 [kg]	FS _r _v =10.50	cotgθ _v =1.00

6.13.1.2 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI POZZETTO DI COMANDO

PARETE H990 VASCA

Verifica di stato limite ultimo													
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
185	o	300	60	47.1	47.1	6.0	6.0	1.296	164 SLU	-87445	9691633	-113319	12559260
	v	350	60	144.2	144.2	6.3	6.3	98.839	144 SLU	6639	124497	656212	12305120
458	o	352	60	56.5	56.5	6.0	6.0	13.615	10 SLV	-52200	2066088	-710710	28130170
	v	435	60	177.7	177.7	6.3	6.3	1.353	54 SLU	223165-20237040		301944-27380840	
1171	o	352	60	56.5	56.5	6.0	6.0	4.328	7 SLV	-23125	3273679	-100093	14169340

PARETE ESTERNA H700 POZZETTO

Verifica di stato limite ultimo													
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
2134	o	315	60	49.7	49.7	6.0	6.0	1.080	164 SLU	-62936-11090100		-67982-11979350	
	v	200	60	19.1	19.1	5.8	5.8	8.416	3 SLV	10175	221180	85637	1861538
2135	o	400	60	62.8	62.8	6.0	6.0	1.221	164 SLU	-77477-12577050		-94634-15362120	
	v	200	60	19.1	19.1	5.8	5.8	10.084	7 SLV	10237	134866	103228	1359937
2136	o	400	60	62.8	62.8	6.0	6.0	1.298	164 SLU	-74818-11880790		-97123-15422670	

PARETE INTERNA H700 POZZETTO

Verifica di stato limite ultimo													
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
2052	o	315	60	48.7	48.7	6.0	6.0	1.273	164 SLU	-59435	9409652	-75632	11974070
	v	200	60	20.1	20.1	5.8	5.8	7.092	2 SLV	13063	-265931	92640	-1885956
2062	o	400	60	62.8	62.8	6.0	6.0	1.357	159 SLU	-57575	11023750	-78117	14956920
	v	200	60	20.1	20.1	5.8	5.8	16.651	1 SLV	3425	172720	57033	2875910
2063	o	315	60	50.3	50.3	6.0	6.0	1.253	159 SLU	-40701	9310385	-51012	11668980

PARETE H440 STRAMAZZO

Verifica di stato limite ultimo													
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
431	o	330	100	51.5	51.5	6.0	6.0	53.746	10 SLU	3743	-180814	201158	-9717992
	v	350	100	110.8	110.8	6.4	6.4	1.555	62 SLU	-2490-25281680		-3872-39313060	
1295	o	330	100	51.7	51.7	6.0	6.0	3.781	103 SLU	82569	1199108	312171	4533484
	v	378	100	117.0	117.0	6.4	6.4	1.083	62 SLU	232120-27954970		251449-30282810	
1429	o	330	100	51.7	51.7	6.0	6.0	7.539	95 SLU	50205	167463	378519	1262581
	v	300	100	92.4	92.4	6.4	6.4	1.055	62 SLU	217553-21354070		229618-22538350	

PARETE ESTERNA H280 POZZETTO

Verifica di stato limite ultimo													
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
2071	o	327	25	36.2	36.2	5.6	5.6	1.155	164 SLU	-31154	2651106	-35968	3060715
	v	250	25	9.4	9.4	5.5	5.5	2.230	164 SLU	13499	235645	30103	525494
2072	o	262	25	29.4	29.4	5.6	5.6	1.080	164 SLU	-25216	2283022	-27225	2464908

PLATEA S=100

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
173	X	250	100	39.27		8	39.27	8 SLU 164	11374197	0	13940761	0	1.2256	Si
346	X	250	100	39.27		8	77.04	8 SLU 4	11290123	0	13961641	0	1.2366	Si
336	X	250	100	39.27		8	80.01	8 SLU 4	11153500	0	13971441	0	1.2527	Si
281	X	78.1	100	12.27		8	24.84	8 SLV FO 5	6270059	0	8051802	0	1.2842	Si
169	X	250	100	39.27		8	39.27	8 SLU 164	10628045	0	13940761	0	1.3117	Si

PLATEA S=60

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
749	Y	500	60	78.54	6	6	78.54	6 SLU 133	14001911	0	16016064	0	1.1438	Si
775	Y	500	60	78.54	6	6	78.54	6 SLU 133	13673787	0	16016064	0	1.1713	Si
721	Y	500	60	78.54	6	6	78.54	6 SLU 133	13156819	0	16016064	0	1.2173	Si
800	Y	500	60	78.54	6	6	78.54	6 SLU 133	12174786	0	16016064	0	1.3155	Si

6.14 MURO CONTROSPINTA MICROTUNNELING PER SCARICO DI FONDO

Si prevede la realizzazione di un telaio in acciaio con funzionamento a mensola tozza.

Il muro è stato dimensionato per sopportare una spinta massima pari a 1100ton (275 ton a pistone).

Le verifiche sono state eseguite mediante programma di calcolo agli elementi finiti.

Gli elementi saldati saranno realizzati con procedimento di saldatura ad arco con elettrodi rivestiti. Le saldature saranno realizzate a completa penetrazione di classe I.

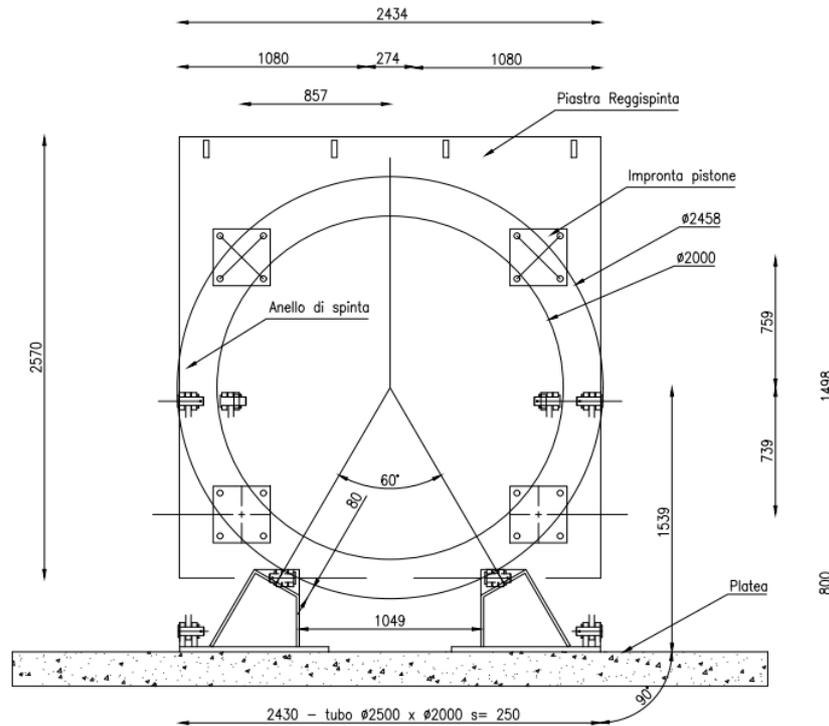


Figura 6-81 – Piastra reggispinta con indicazione dell'impronta dei pistoni

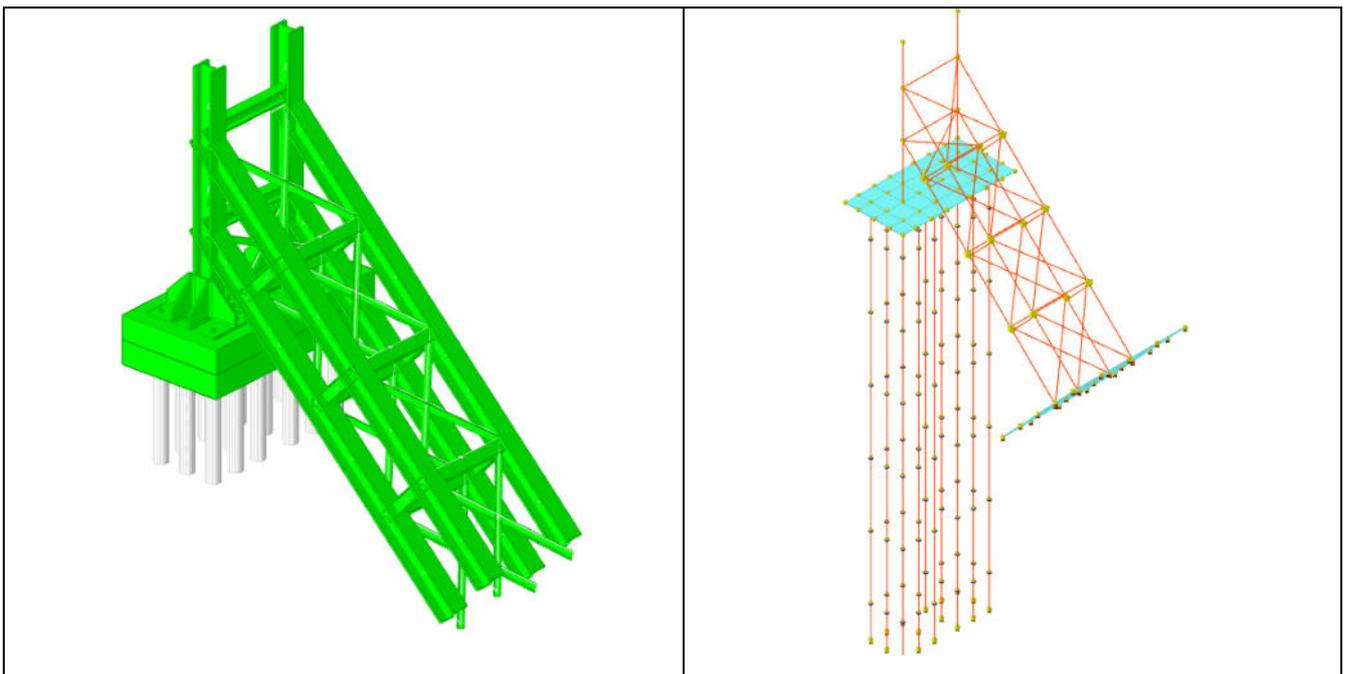


Figura 6-82 – Modello di calcolo muro contropinta microtunneling

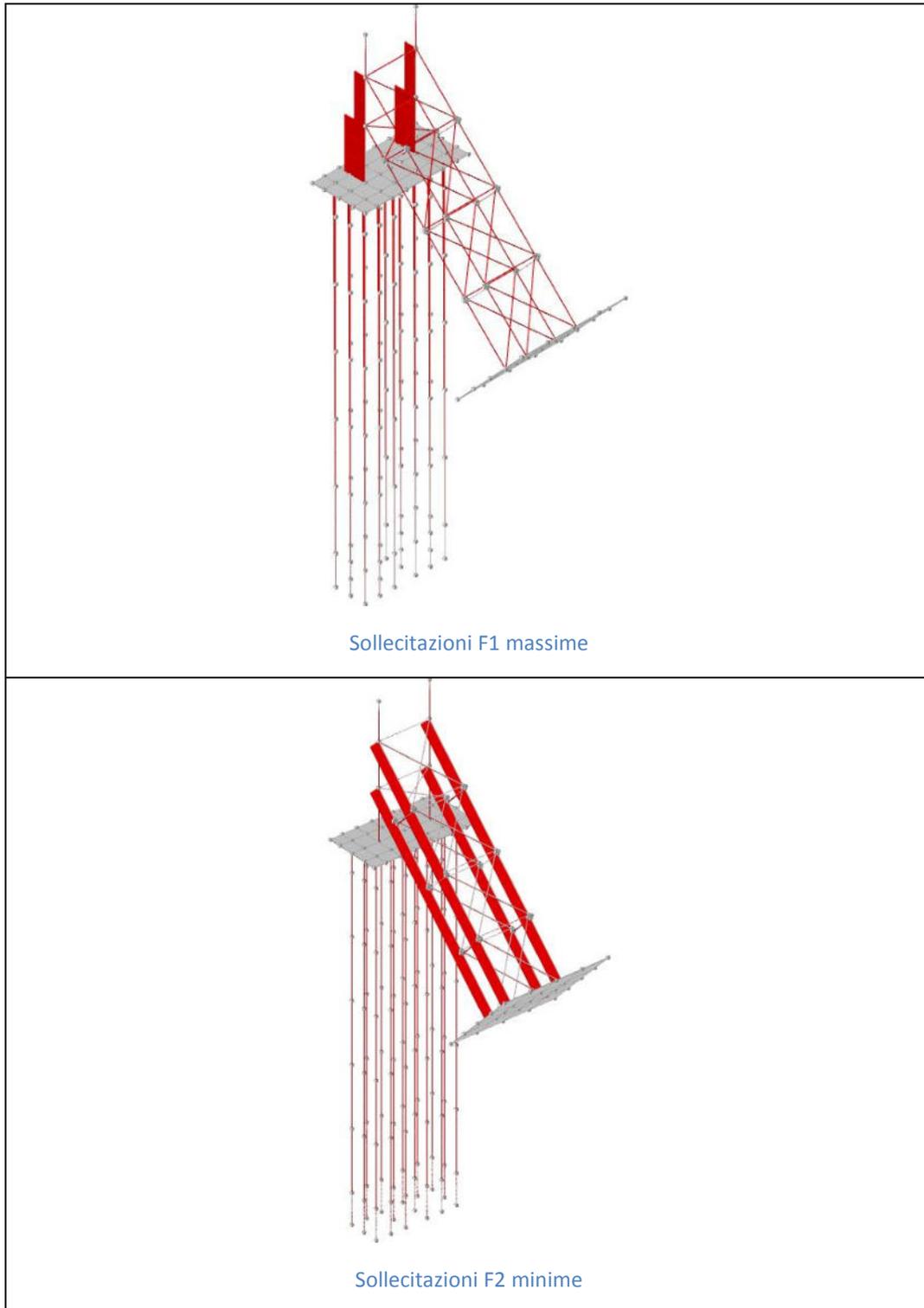


Figura 6-83 – Sollecitazioni muro contropinta microtunneling

6.14.1.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI MURO DI CONTROSPINTA

Verifica asta inclinata HEM320

Verifica superelemento in acciaio	
Spessore	10000
Minimo snellezza	7.869
Verifiche in SLE Ra	40
Verifica a flessione	1.52
Verifica a taglio	13.683
Minimo trazione	353.127
Minimo compressione	1.773
Minimo taglio	13.683
Minimo flessione semplice	85.082
Minimo flessione deviata	84.752
Minimo flessione semplice + N	1.52
Minimo flessione deviata + N	1.525
Minimo instabilità pressoflessione	1.49
Minimo svergolamento	68.028
Minimo instabilità tensoflessione	83.507
Minimo instabilità taglio	4.175
Minimo verificabilità classe 4	10000
Sicurezza minima sismica	4.175
Sicurezza minima non sismica	1.49
Sicurezza minima	1.49

Verifica asta verticale HEM320

Verifica superelemento in acciaio	
Titolo	Superelemento in acciaio composto da 3 a
Spessore	10000
Minimo snellezza	3.612
Verifica a flessione	397.61
Minimo trazione	1.223
Minimo compressione	178.679
Minimo flessione semplice	663.142
Minimo flessione deviata	1145.116
Minimo flessione semplice + N	397.61
Minimo flessione deviata + N	483.288
Minimo instabilità compressione	10000
Minimo instabilità pressoflessione	133.164
Minimo verificabilità classe 4	10000
Sicurezza minima sismica	133.164
Sicurezza minima non sismica	1.223
Sicurezza minima	1.223

Verifica asta HEB200

Verifica superelemento in acciaio	
Titolo	Superelemento in acciaio composto dall'a
Minimo deformazione totale	40
Spessore	10000
Minimo snellezza	5.888
Verifiche in SLE Ra	40
Verifica a flessione	10.419
Verifica a taglio	776.272
Minimo trazione	10.733
Minimo taglio	776.272
Minimo flessione semplice	1543.543
Minimo flessione deviata	260.336
Minimo flessione semplice + N	10.679
Minimo flessione deviata + N	10.419
Minimo instabilità pressoflessione	270.252
Minimo instabilità taglio	2.936
Minimo verificabilità classe 4	10000
Sicurezza minima sismica	2.936
Sicurezza minima non sismica	2.936
Sicurezza minima	2.936

Verifica asta verticale L100*10

Verifica superelemento in acciaio	
Titolo	Superelemento in acciaio composto da
Minimo deformazione totale	40
Spessore	10000
Minimo snellezza	1.515
Verifiche in SLE Ra	40
Verifica a flessione	3.206
Verifica a taglio	706.965
Minimo trazione	104.289
Minimo compressione	3.373
Minimo taglio	706.965
Minimo torsione	191.342
Minimo flessione semplice	85.312
Minimo flessione semplice + N	3.206
Minimo instabilità pressoflessione	1.109
Minimo verificabilità classe 4	10000
Sicurezza minima sismica	22.669
Sicurezza minima non sismica	1.109
Sicurezza minima	1.109

- Verifica micropali a trazione:

Carico applicato $F_t := 11000\text{kN}$

Resistenza tiranti: $(R_{a,c})_{med} = \pi \cdot \alpha \cdot D_{perf} \cdot L_{bulbo} \cdot \tau_{ad} \text{ k med}$

Coefficiente di sicurezza per tiranti permanenti: $\gamma_{R.tir.p} := 1.2$

Coefficienti in relazione al numero di prove geotecniche: $\xi_{a,3} := 1.8$

Diametro micropali: $D_{perf} := 22\text{-cm}$

Lunghezza micropali: $L_{bulbo} := 12\text{-m}$

Adesione in roccia: $\tau_{ad} := 2 \cdot \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$

Coefficiente sbulbamento: $\alpha := 1$

Da cui:

$$R_{a,c.med} := \pi \cdot \alpha \cdot D_{perf} \cdot L_{bulbo} \cdot \tau_{ad} \qquad R_{a,c.med} = 165876 \text{ daN}$$

Pertanto sarà: $n := \frac{F_t}{\frac{(\pi \cdot \alpha \cdot D_{perf} \cdot L_{bulbo} \cdot \tau_{ad})}{\gamma_{R.tir.p} \cdot \xi_{a,3}}}$ $n = 14.32$ numero minimo micropali per verifica resistenza laterale

6.15 PASSERELLE IN ACCIAIO

Le verifiche relative all'impalcato delle passerelle sono svolte secondo i criteri della scienza delle costruzioni nelle ipotesi di trave semplicemente appoggiata.

Le verifiche sono state eseguite mediante programma di calcolo agli elementi finiti.

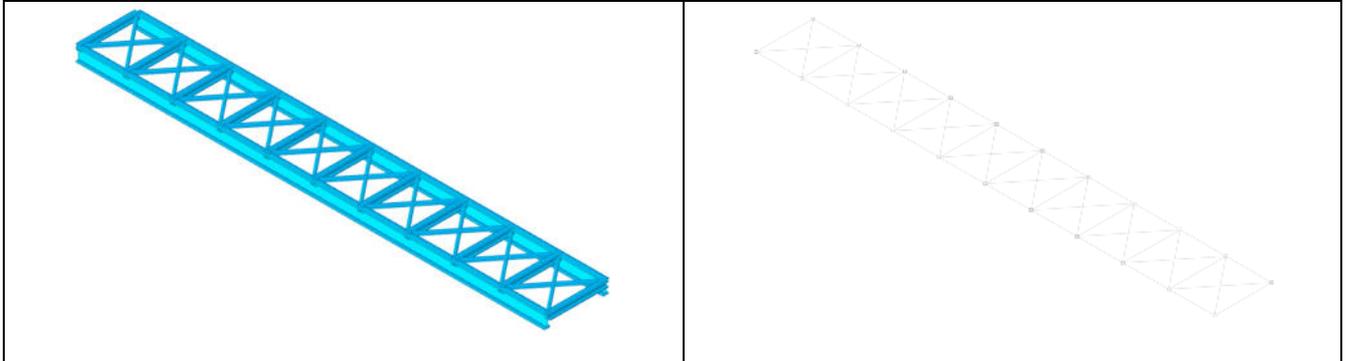
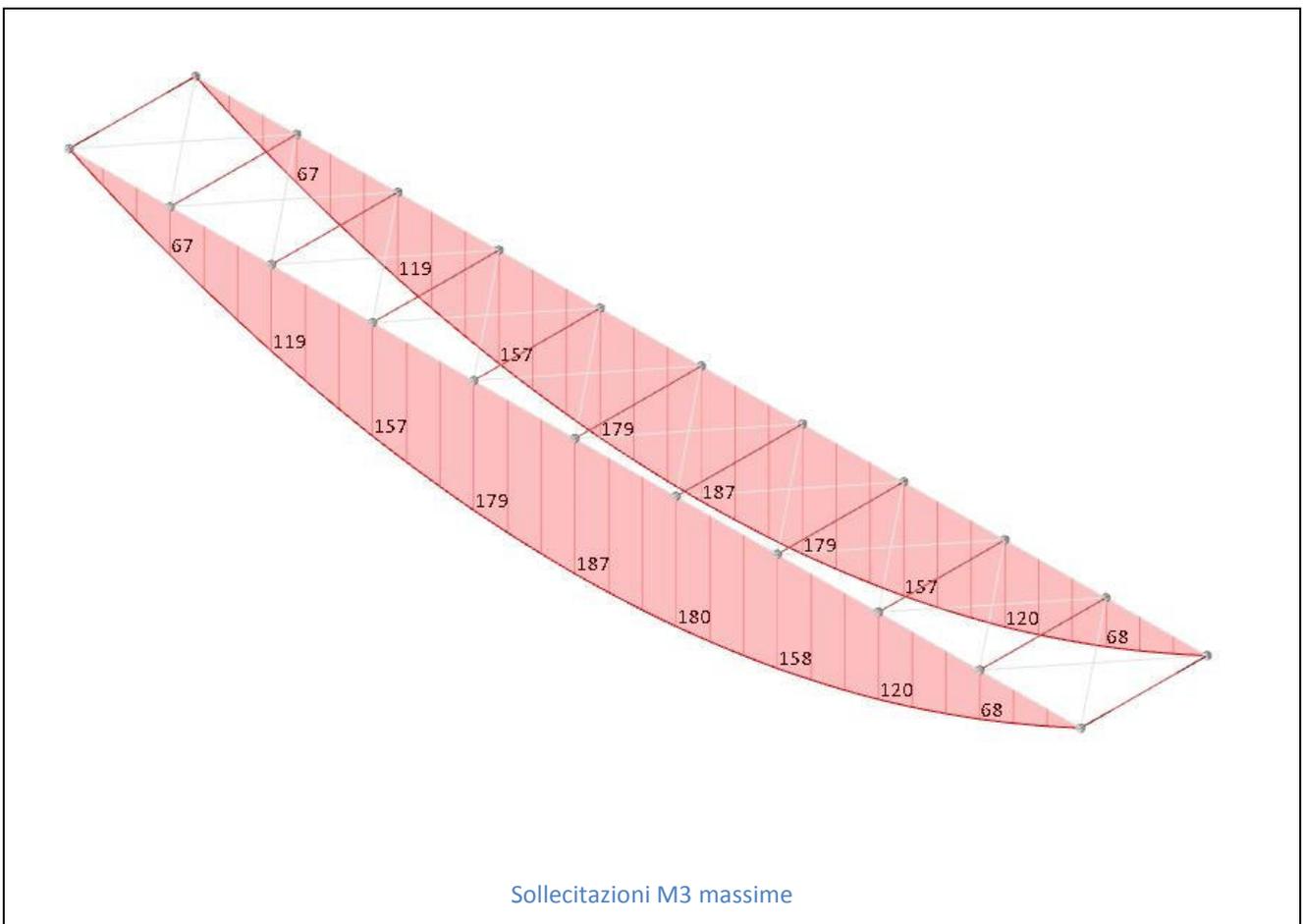
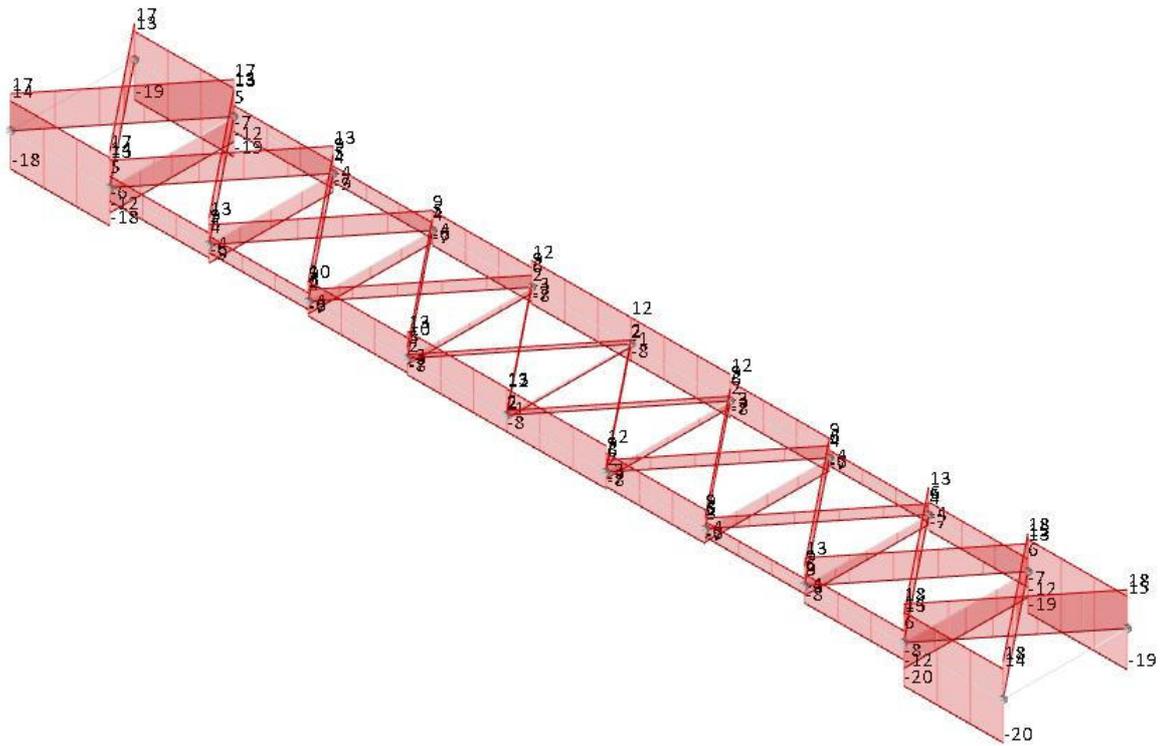
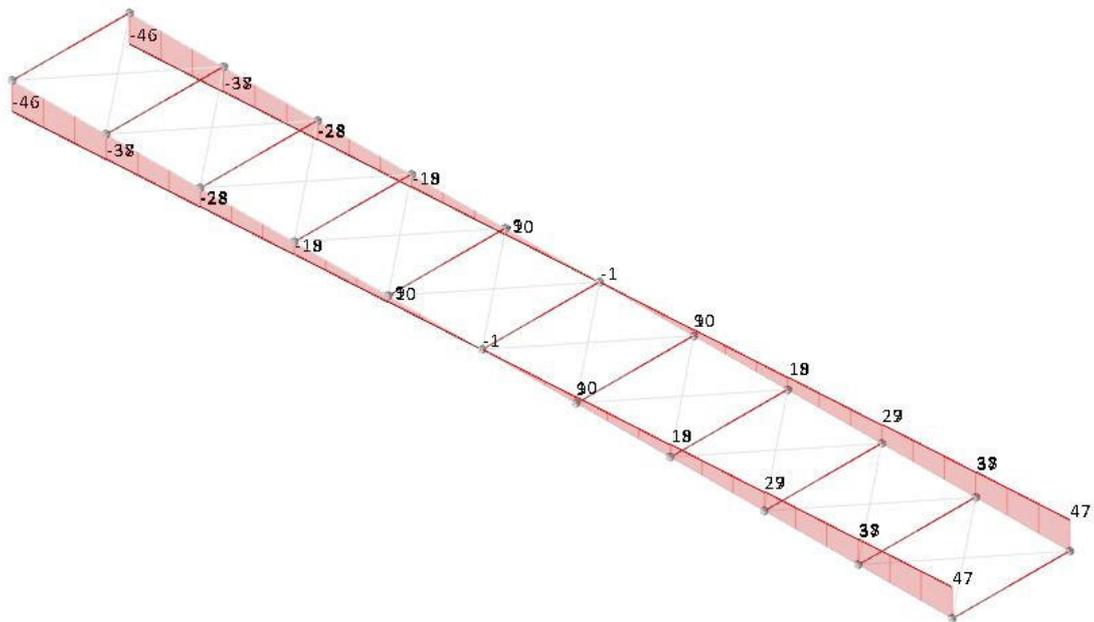


Figura 6-84 – Modello di calcolo passerelle in acciaio





Sollecitazioni F1 massime



Sollecitazioni F2 massime

Figura 6-85 – Sollecitazioni passerelle in acciaio

6.15.1.1 RIEPILOGO VERIFICHE STRUTTURALI PASSERELLE IN ACCIAIO

Verifica asta IPE450

Verifica superelemento in acciaio	
Titolo	Superelemento in acciaio composto da
Minimo deformazione totale	1.065
Minimo deformazione variabile	2.199
Spessore	10000
Minimo snellezza	5.146
Verifiche in SLE Ra	1.065
Verifica a flessione	2.388
Verifica a taglio	16.556
Minimo trazione	181.075
Minimo compressione	124.424
Minimo taglio	16.556
Minimo flessione semplice	2.388
Minimo flessione deviata	3.872
Minimo flessione semplice + N	3.728
Minimo flessione deviata + N	3.65
Minimo instabilità pressoflessione	3.678
Minimo svergolamento	2.388
Minimo instabilità tensoflessione	3.742
Minimo instabilità taglio	1.239
Minimo verificabilità classe 4	10000
Sicurezza minima sismica	1.239
Sicurezza minima non sismica	1.239
Sicurezza minima	1.065

Verifica asta HEA180

Verifica superelemento in acciaio	
Titolo	Superelemento in acciaio composto dal
Minimo deformazione totale	40
Minimo deformazione variabile	28.571
Spessore	10000
Minimo snellezza	4.518
Verifiche in SLE Ra	28.571
Verifica a flessione	79.889
Verifica a taglio	474.792
Minimo compressione	193.472
Minimo taglio	474.792
Minimo flessione semplice	368.474
Minimo flessione semplice + N	79.889
Minimo flessione deviata + N	83.216
Minimo instabilità pressoflessione	90.446
Minimo svergolamento	350.498
Minimo instabilità taglio	2.189
Minimo verificabilità classe 4	10000
Sicurezza minima sismica	2.189
Sicurezza minima non sismica	2.189
Sicurezza minima	2.189

Verifica asta L80X80X8

Verifica superelemento in acciaio	
Titolo	Superelemento in acciaio composto dal
Spessore	10000
Minimo trazione	17.762
Minimo verificabilità classe 4	10000
Sicurezza minima sismica	17.762
Sicurezza minima non sismica	10000
Sicurezza minima	17.762

7 FASCICOLO DEI CALCOLI STRUTTURALI

Tipo di analisi svolta per le paratie

L'analisi delle paratie è stata eseguita con il programma di calcolo PAC 14.0 della Atzec Informatica. Si tratta di un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e alla verifica delle paratie in cemento armato e acciaio.

Generalità sull'analisi strutturale dei presidi degli scarichi

L'analisi della struttura è stata eseguita con il programma di calcolo agli elementi finiti SismiCAD 12.13 (Concrete s.r.l.).

Si tratta di un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un programma agli elementi finiti elastoplastico. Le procedure di progettazione si possono sostanzialmente dividere in tre fasi:

- il preprocessore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore;
- il solutore agli elementi finiti;
- il post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo per le paratie

Titolo	PAC - Analisi e calcolo paratie
Versione	14.01d
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Licenza	AIU39417G

Precisazioni su analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo per i manufatti

Titolo	SismiCAD 12
Versione	12.13
Produttore	Concrete s.r.l, Padova (PD)
Licenza	SW-7851662

Affidabilità dei codici di calcolo

La documentazione fornita dai produttori dei software contiene la descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo attraverso casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tali da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. I codici di calcolo consentono di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

8 PIANO DI MANUTENZIONE

In relazione alle strutture sopra descritte, è possibile individuare un programma di manutenzione al fine di assicurarne la corretta conservazione, funzionalità e permanenza dei livelli di sicurezza previsti in fase di progetto.

A prescindere dal presente piano di manutenzione, tutte le strutture interessate dovranno essere verificate da parte di un tecnico abilitato in caso di eventi eccezionali, urti particolarmente gravi, sisma di rilevante entità, esplosioni, ecc.

8.1 FONDAZIONI

Non sono previsti interventi di manutenzione periodica nell'arco della vita utile dei manufatti.

Qualora le opere in elevato manifestassero segni di cedimento differenziale delle fondazioni a causa di particolari eventi o comportamenti anomali del terreno, saranno comunque possibili interventi di consolidamento localizzato con opportune tecniche (rinforzi, micropali, ecc.).

Detti interventi di carattere eccezionale dovranno essere in ogni caso oggetto di studio appropriato da parte di un tecnico abilitato.

8.2 STRUTTURE IN C.A. IN ELEVATO

Le strutture in cemento armato in elevato dovranno essere soggette ad ispezioni visive quinquennali nelle parti a vista.

Dovranno essere verificate l'assenza di lesioni, cretture, distacchi del copriferro ed in generale il perfetto ricoprimento di tutte le armature in acciaio.

In caso di danni alla superficie del calcestruzzo si dovrà procedere alla riparazione con le seguenti fasi:

- o Asportazione delle parti friabili con spicconatura, scalpellatura, spazzolatura, ecc;
- o Applicazione di idoneo prodotto protettivo anticorrosione sulle armature;
- o Applicazione di specifica malta reoplastica protettiva, eventualmente preceduta da primer aggrappante secondo le indicazioni della scheda tecnica fornita dal produttore della stessa.

8.3 PARATIE

Le opere di sostegno dovranno essere soggette ad ispezioni visive con periodicità biennale, verificandone l'inclinazione.

Qualora si manifestassero segni di eccessiva rotazione a causa di particolari eventi o comportamenti anomali del terreno, saranno comunque possibili interventi di consolidamento localizzato con opportune tecniche (inserimento di ulteriori tiranti, sostituzione dei tiranti passivi).

Detti interventi di carattere eccezionale dovranno essere in ogni caso oggetto di studio appropriato da parte di un tecnico abilitato.

8.4 TIRANTI

I tiranti permanenti non necessitano di manutenzione se non per le parti eventualmente esposte (testata e relativa calotta di protezione). A seconda del tipo di protezione adottato (zincatura a caldo, verniciatura) è necessario, previo esame dello stato di conservazione, procedere, con intervallo max. decennale, ad una successiva verniciatura secondo DIN EN ISO 12944. Preventivamente la calotta va smontata ed eventualmente rimboccata internamente di pasta anticorrosione.