

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE  
OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35  
RELAZIONE DI CALCOLO**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Guido Fratini Data: Febbraio 2021	Valido per costruzione ing. Luca ZACCARIA iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n. A1206 Data: Febbraio 2021		

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    Progr.    REV.    FOGLIO

IN17    10    Y    I2    CL    IN0100    001    A    - - - Di - - -

		VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
		Firma	Data
		ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	Recepimento prescrizioni Del. CIPE n. 84/2017	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Giovanni MALAVENDA	Febbraio 2021	
								Data: Febbraio 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710Y12CLIN0100001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 102	

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
1.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	5
2	OGGETTO .....	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	8
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	10
5	GEOMETRIA .....	12
6	ANALISI DEI CARICHI .....	12
6.1	Peso proprio degli elementi strutturali (G1) .....	13
6.1.1	Carichi permanenti portati: .....	13
6.2	Spinta permanente del terreno (ENV-SP) .....	13
6.2.1	Spinta simmetrica (SP-R) .....	15
6.2.2	Inviluppo delle spinte permanenti (ENV – SP) .....	15
6.3	Azioni variabili da traffico ferroviario (ENV-TRAFF) .....	15
6.3.1	Carichi verticali (Q) .....	16
6.3.2	Spinte variabili prodotte dal sovraccarico ferroviario sul rinterro .....	18
6.3.3	Frenatura e avviamento (ENV-FREN/AVV) .....	19
6.3.4	Centrifuga e serpeggio (Q4) .....	19
6.4	Gruppi di carico .....	20
6.5	Azioni termiche (ENV-TERMICA) .....	21
6.6	Ritiro (ENV-RITIRO) .....	22
6.6.1	Ritiro Opera di scavalco .....	22
6.6.2	Ritiro Manufatto idraulico .....	23
6.7	Azioni sismiche .....	24
6.7.1	Sovrappinta sismica terreno .....	25
7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	27
7.1.1	Combinazione fondamentale SLU STRUTTURALE .....	30
7.1.2	Combinazione SLE RARA .....	30
7.1.3	Combinazione SLE FREQUENTE .....	30
7.1.4	Combinazione SLE QUASI PERMANENTE .....	31
7.1.5	Combinazione SISMICA .....	31
8	MODELLO DI CALCOLO .....	33
8.1	Modello di calcolo Tombino .....	33
8.2	Modello di calcolo Opera di scavalco .....	34
9	VERIFICHE .....	35
9.1	Stato limite ultimo – resistenza per flessione e/o pressoflessione .....	36
9.2	Stato limite apertura delle fessure .....	36
9.3	Stato limite apertura delle fessure .....	36

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 102

9.4	Sollecitazioni di calcolo .....	38
9.4.1	Sollecitazioni di calcolo Tombino .....	38
9.5	Verifiche Tombino .....	41
9.5.1	Verifica di sezione .....	41
9.6	Verifiche Opera di scavalco .....	47
9.6.1	Sollecitazioni di calcolo Opera di scavalco .....	47
9.6.2	Verifiche di sezione .....	48
9.7	Verifiche pozzo .....	60
9.7.1	Soletta .....	60
9.8	Sistema di contrasto in acciaio .....	71
9.9	Verifiche platea di varo .....	74
9.9.1	Modello muro reggispinta .....	74
9.9.2	Sollecitazioni di calcolo pali .....	75
9.9.3	Verifiche di sezione .....	76
9.9.4	Verifica palo .....	82
9.10	Verifiche della palificata a sostegno dell'opera di scavalco .....	82
9.10.1	Analisi del muro sopra la paratia .....	84
9.10.2	Risultati dell'analisi sulla paratia .....	93
9.11	Verifiche delle palancole provvisionali .....	97
	<b>ALLEGATO A – TABULATO DI CALCOLO PROGRAMMA PARATIE .....</b>	<b>102</b>

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 102	

## 1 PREMESSA

Il presente documento è stato dapprima aggiornato in esito alle istruttorie e tavoli tecnici con il Committente, quindi a seguito delle specifiche richieste di integrazioni durante la fase di istruttoria e da ultimo per il recepimento del quadro prescrittivo a seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo da parte del Cipe con Delibera n.84 del 22.12.2017, in particolare sono state recepite le Prescrizioni n°81 (vedi allegato 1).

Il presente documento inoltre si riferisce all'intero 1° Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza ricompreso tra le progressive pk. 0+000 e pk. 44+250.

Il suddetto Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza, fino alla pk. 44+250, è costituito dall'unione dei sublotti: il primo (SL01) da Verona (pk. 0+000) a Montebello Vicentino (pk. 32+525) a Bivio Vicenza (pk. 44+250) al fine di consentire l'innesto della linea AV/AC sulla linea storica esistente.



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 102	

## 1.1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

### IN01 ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA

I	N	0	D	0	0	D	I	2	R	H	I	N	0	1	0	0	0	0	1	RELAZIONE DI TECNICA DESCRITTIVA
I	N	0	D	0	0	D	I	2	R	B	I	N	0	1	0	0	0	0	1	RELAZIONE GEOTECNICA
I	N	0	D	0	0	D	I	2	R	I	I	N	0	1	0	0	0	0	1	RELAZIONE IDRAULICA
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	Z	I	N	0	1	0	0	0	0	1	PIANTA, PROFILO E SEZIONE TRASVERSALI
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	6	I	N	0	1	0	0	0	0	1	PLANIMETRIA INQUADRAMENTO DELL'OPERA
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	A	I	N	0	1	0	0	0	0	1	POZZO DI RACCORDO - CARPENTERIA
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	B	I	N	0	1	0	0	0	0	1	MONOLITE A SPINTA E PLATEA DI VARO - CARPENTERIA
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	B	I	N	0	1	0	0	0	0	2	SCATOLARE E VASCA DI DISSIPAZIONE - CARPENTERIA
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	Z	I	N	0	1	0	0	0	0	2	SISTEMA DI SOSTEGNO ESSEN: PLANIMETRIA, SEZIONI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
I	N	0	D	0	0	D	I	2	D	9	I	N	0	1	0	0	0	0	1	FASI COSTRUTTIVE
I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	N	0	1	0	0	0	0	1	RELAZIONE DI CALCOLO
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	Z	I	N	0	1	0	0	0	0	3	PIANTA, PROFILO E SEZIONE TRASVERSALI
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	9	I	N	0	1	0	0	0	0	1	GESTIONE DEL TRAFFICO DURANTE LE FASI DI COSTRUZIONE

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 102	

## 2 OGGETTO

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche dell'opera idraulica alla progressiva 0+751.35 m costituita da un pozzo connesso ad un tombino scatolare di dimensioni interne 6.00x5.00 m, e dell'opera di scavalco del tombino esistente 0+764.445

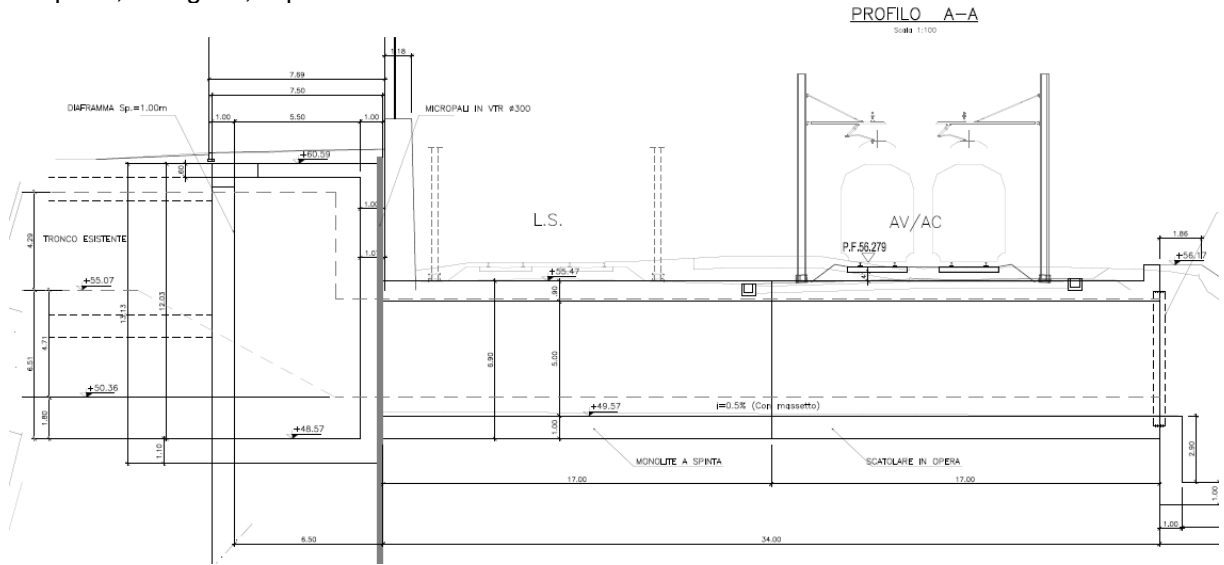
Il tombino è costituito da una struttura scatolare di tipo classico, con piedritti e soletta di copertura di spessore pari a 0.90 m e soletta di fondazione di spessore pari a 1.00 m.

L'opera di scavalco è costituita da un ponte a telaio di luce 6.10m, la struttura è formata da una serie di travi prefabbricate alte 1m ed accostate tra di loro poggiate su di un cordolo. Il cordolo viene incastrato alla base su una serie di pali Ø1000 accostati tra loro. Un getto in opera ha il compito di solidarizzare le travi ed il cordolo.

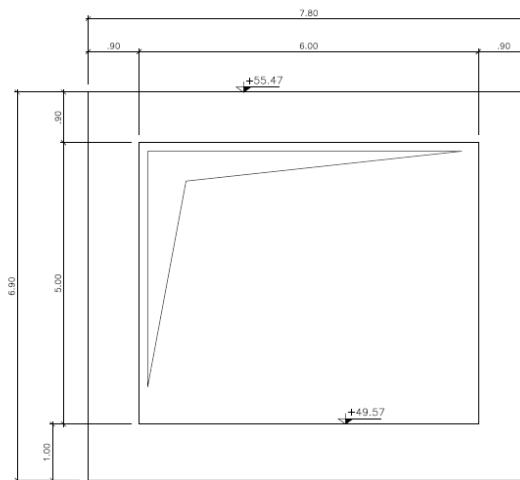
I capitoli seguenti riportano nel dettaglio le analisi e verifiche riguardanti il tombino e lo scavalco, mentre le verifiche strutturali dei diaframmi costituenti il pozzo e le verifiche di portanza della palificata che sorregge l'opera di scavalco sono riportate nella relazione geotecnica.

Nell'ultimo capitolo della presente relazione si riportano le verifiche strutturali riguardanti la soletta superiore del pozzo e del sistema di contrasto definitivo in acciaio.

Si riporta, di seguito, l'opera idraulica.



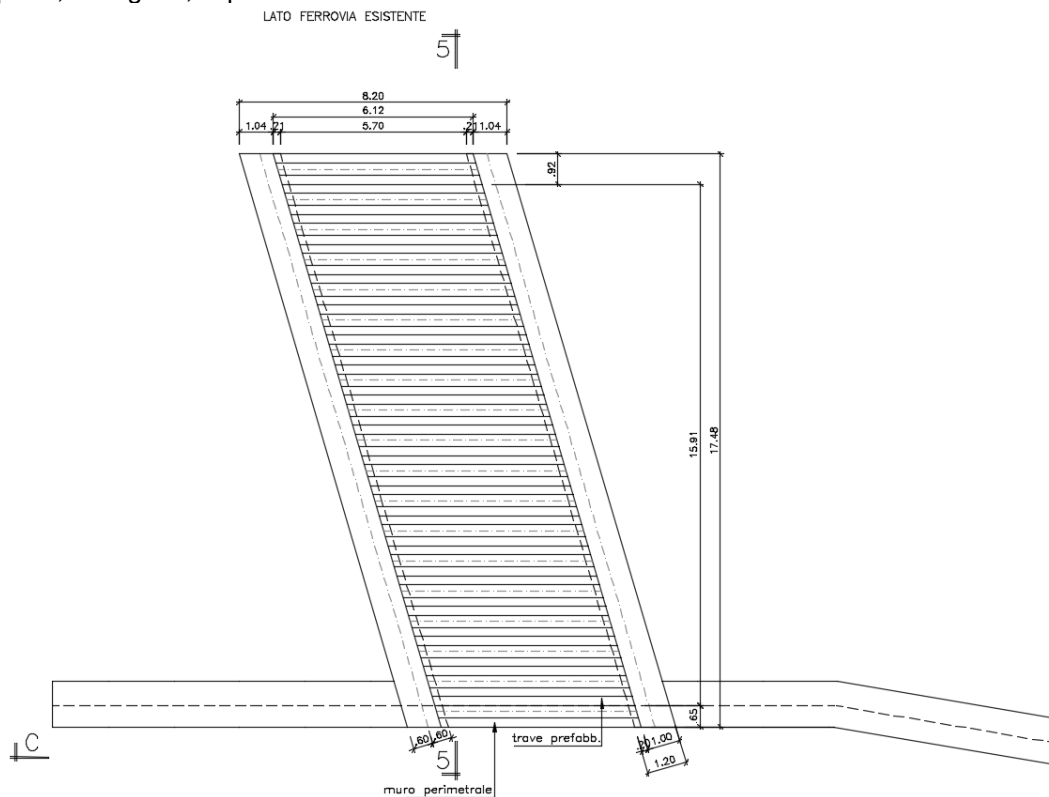
Sezione longitudinale



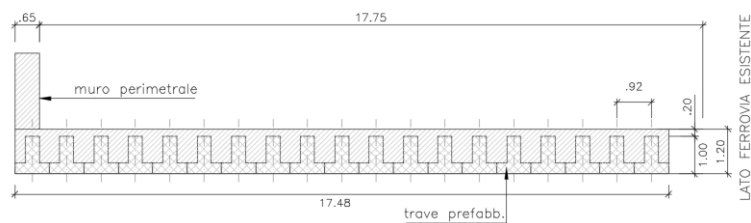
Sezione trasversale tombino

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 8 di 102</p>

Si riporta, di seguito, l'opera di scavalco.



SEZIONE 5-5 IMPALCATO  
(1:100)



SEZIONE 4-4 IMPALCATO  
(1:100)



### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono svolti in ottemperanza alla Normativa vigente:

- NTC 2008 – D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008;
- C.M. 02/02/2009 n.617: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 102	

- RFI-DTC-INC-PO SP IFS 001 A - Istruzione per la progettazione e l'esecuzione di ponti ferroviari;
- RFI-DTC-INC-CS SP IFS 001 A - Istruzione 44G – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M.14.01.08 alla progettazione geotecnica delle opere ferroviarie.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 102

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per entrambe le opere, in accordo al Capitolato di costruzione RFI 2014 (tabella 6.9.1) si adotta la classe di calcestruzzo C30/37 e la classe di esposizione XA1.

<b>6 Attacco chimico</b>	
<p>Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.</p> <p>Nota Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- al di fuori dei limiti del prospetto 2;</li> <li>- in presenza di altri aggressivi chimici;</li> <li>- in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche;</li> <li>- in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.</li> </ul>	
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2

Figura 1 – Prospetto 1 della UNI EN 206

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
6 Attacco chimico <sup>**</sup> )		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.

Figura 2 – Prospetto 1 della UNI 11104

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 					
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 11 di 102</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 102
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 102		

Le opere rientrano quindi nella condizione ambientale aggressiva, secondo la classificazione delle NTC08. Le caratteristiche meccaniche sono:

coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	$\gamma_c$	1.5
coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0.85
modulo di Poisson	$\nu$	0.2
peso dell'unità di volume	$\rho$	25 kN/m <sup>3</sup>
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	1.00E-05 °C <sup>-1</sup>

$f_{ck}$	$R_{ck}$	Classe	$f_{cm}$	$f_{cd}$	$E_{cm}$	$f_{ctm}$	$f_{ctk\ 0,05}$ = 0.7* $f_{ctm}$	$f_{ctk\ 0,95}$ = 1.3* $f_{ctm}$	$f_{cfm}$	$f_{ctd} =$ $f_{ctk\ 0,05} / \gamma_c$
[MPa]	[MPa]		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
30	37	C30/37	38	17.00	32837	2.90	2.03	3.77	3.48	1.35

Per l'acciaio da c.a. si adotta:

Acciaio tipo		B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	450	MPa
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s$	1.15	-
Resistenza di progetto	$f_{yd}$	391.3	MPa

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 102

## 5 GEOMETRIA

Per entrambe le opere verrà esaminata una striscia avente larghezza di 1.00m. In figura si riportano schematicamente la geometria dell'opera e la simbologia adottata.

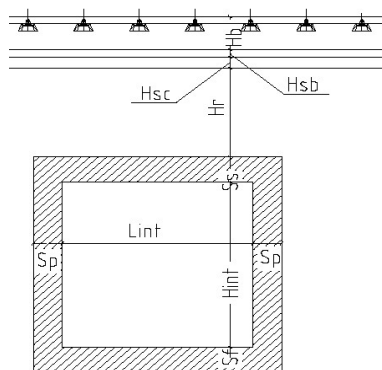


Figura 3 – Geometria dell'opera

Le caratteristiche geometriche risultano:

		<b>Tombino</b>	<b>Opera di scavalco</b>	
Spessore medio del ballast+ armamento	Hb	0.75	0.75	m
Spessore traversina + rotaie	Htb	0.40	0.40	m
Spessore sotto traversa	Hsb	0.35	0.35	m
Spessore del sub ballast	Hsb	0.00	0.00	m
Spessore del supercompattato	Hsc	0.00	0.00	m
Spessore del rinterro	Hr	0.00	2.15	m
Spessore del sub ballast + supercompattato + rinterro	H1=Hr+Hsc+Hsb	0.00	2.15	m
Spessore soletta superiore	Ss	0.90	1.20	m
Spessore piedritti	Sp	0.90	1.20	m
Spessore soletta inferiore	Sf	1.00	0.00	m
Larghezza utile del sottopasso	Lint	6.00	5.70	m
Altezza utile del sottopasso	Hint	5.00	2.10	m
Larghezza totale del sottopasso	Ltot	7.80	17.75	m
Altezza totale del sottopasso	Htot	6.90	3.30	m
Larghezza striscia di calcolo	b	1.00	1.00	m

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle strutture in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	$c'$ (°)
calcestruzzo armato	25	-	-
ballast + armamento	18	-	-
Terreno	20	38	-



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 13 di 102

## 6.1 Peso proprio degli elementi strutturali (G1)

Il peso proprio strutturale viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

### Tombino:

Peso soletta superiore:  $P_{ss} = 0.90 \cdot 25 \cdot 1 = 22.50 \text{ kN/m}$

Peso soletta inferiore:  $P_{si} = 1.00 \cdot 25 \cdot 1 = 25.00 \text{ kN/m}$

Peso piedritti:  $P_p = 0.90 \cdot 25 \cdot 1 = 22.50 \text{ kN/m}$

### Opera di scavalco

Peso soletta superiore:  $P_{ss} = 1.20 \cdot 25 \cdot 1 = 30.00 \text{ kN/m}$  (trave+getto)

Peso cordolo:  $P_p = 1.20 \cdot 25 \cdot 1 = 30.00 \text{ kN/m}$

### 6.1.1 Carichi permanenti portati:

#### Tombino:

Permanente portato (ballast, sp.75cm)

$$G_{2,sup,b} = 0.75 \cdot 18 \cdot 1 = 13.5 \text{ kN/m}$$

#### Opera di scavalco:

Permanente portato (ballast, sp.75cm)

$$G_{2,sup,b} = 0.75 \cdot 18 \cdot 1 = 13.5 \text{ kN/m}$$

Terreno di riempimento (sp. 2.15)

$$G_{2,sup,b} = 2.15 \cdot 20 \cdot 1 = 43.0 \text{ kN/m}$$

## 6.2 Spinta permanente del terreno (ENV-SP)

La spinta permanente del terreno viene considerata mediante opportuna combinazione delle 5 azioni elementari di spinta di seguito riportate. In condizioni statiche, è stata considerata, a seconda che l'effetto fosse favorevole o sfavorevole, la spinta attiva (SP-A), la spinta a riposo (SP-R) e una condizione di spinta asimmetrica (SP-ASYM-SX).



Figura 4 – diagramma di spinta elementare –  $s1=1$



Figura 5 – diagramma di spinta elementare –  $s2=1$



Figura 6 – diagramma di spinta elementare –  $s3=1$



Figura 7 – diagramma di spinta elementare – s4=1



Figura 8 – diagramma di spinta elementare – s5=1



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001    Rev. A    Foglio 15 di 102

### 6.2.1 Spinta simmetrica (SP-R)

Tale azione riguarda la spinta totale laterale in condizioni a riposo e comprende:

- La componente di spinta triangolare sull'altezza totale del piedritto con pressione verticale massima alla base pari a:

Tombino	Opera di scavalco
$s_1 = \gamma \cdot h = 138 \text{ KN/m}^2$	$s_1 = \gamma \cdot h = 66 \text{ KN/m}^2$
$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$ $h = 6.90 \text{ m}$ (altezza fuori tutto dello scatolare)	$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$ $h = 3.3 \text{ m}$

- La componente di spinta rettangolare del terreno al disopra del solettone, considerato come un sovraccarico pari a:

		Tombino		Opera di scavalco	
	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	H (m)	$\gamma \times H$ ( $\text{kN/m}^2$ )	H (m)	$\gamma \times H$ ( $\text{kN/m}^2$ )
Strato					
Spessore medio del ballast + armamento	18	0.75	13.50	0.75	13.50
Terreno di riempimento	20	0.00	0.00	2.15	43
Tensione verticale totale all'estradosso della soletta superiore			$s_{2g} = s_{3g} = 13.50$		$s_{2g} = s_{3g} = 56.5$

Le spinte sono state calcolate con i parametri M1. I coefficienti di spinta orizzontale valgono:

Combinazione	Comb	M1	-
angolo di attrito	$\varphi'$	38.0	°
coeff spinta a riposo	$k_0$	0.384	-

### 6.2.2 Involuppo delle spinte permanenti (ENV – SP)

E' stata definita una combinazione di involuppo delle condizioni elementari sopra definite (SP-R).

### 6.3 Azioni variabili da traffico ferroviario (ENV-TRAFF)

Le azioni considerate prodotte dal traffico ferroviario agente sui solettoni superiori dello scatolare sono le seguenti:

- Carico verticale su soletta superiore e relative spinte congruenti;

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 102

- Azione di frenatura.

### 6.3.1 Carichi verticali (Q)

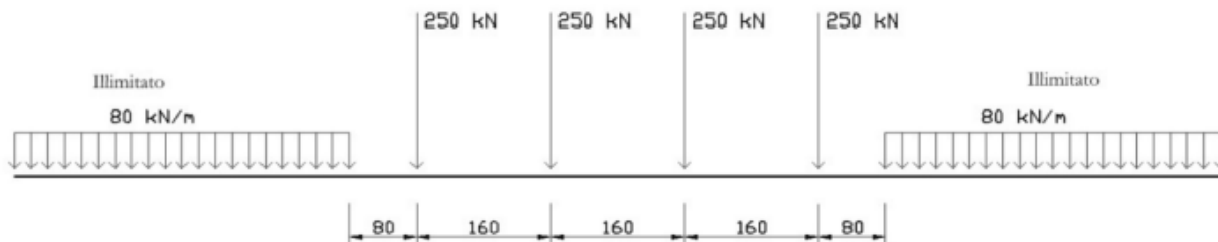
Il carico verticale agente sulla traversina, si diffonde all'interno pacchetto ballast, sub ballast, super compattato, rinterro, fino al piano medio della soletta. Ai fini della determinazione del carico, a favore di sicurezza si è operato, per entrambe le opere, nel seguente modo:

- 4:1 nel ballast sotto traversa;
- 3:2 nel pacchetto sub ballast, super compattato e rinterro (in seguito denominato H1);
- 1:1 all'interno della soletta.
- 

L'incremento della zona di diffusione del carico (d), vale pertanto:

$$d = [(H_b - H_{tb})/4 + H_1/3 \times 2 + S_s/2] \times 2 = 1.10 \text{ m}$$

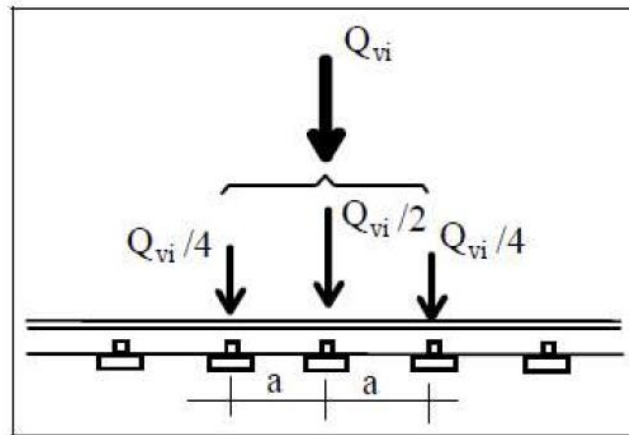
Così come previsto nel 5.2.2.3.1.1 e nel 5.2.2.3.1.2 del DM 08, gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale, utilizzando il modello di carico LM71, si schematizza come in figura seguente:



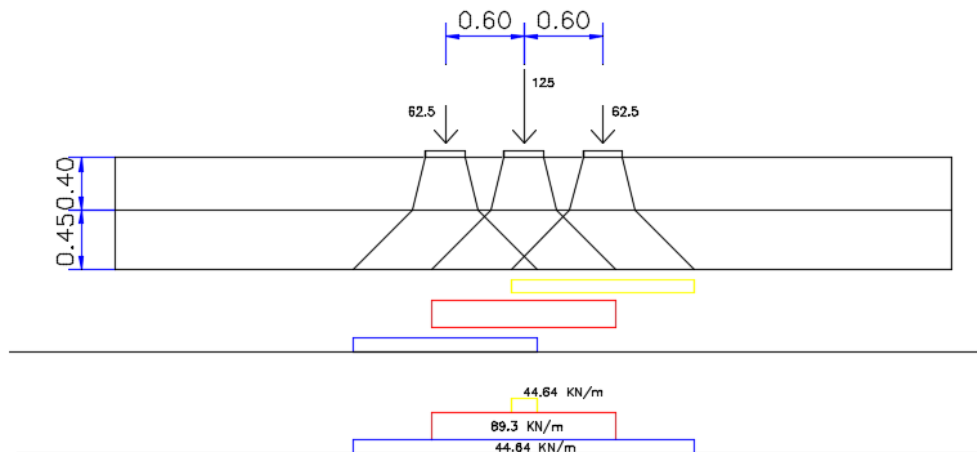
$$Q_{vk} = 250 \text{ kN} \quad q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$

Secondo quanto previsto nel 5.2.2.3.1.4 del DM 08, un carico assiale  $Q_{vi}$  può essere distribuito su tre traverse consecutive poste ad un interasse uniforme "a", ripartendolo fra la traversa che la precede, quella su cui insiste e quella successiva nelle seguenti proporzioni 25%, 50%, 25%.

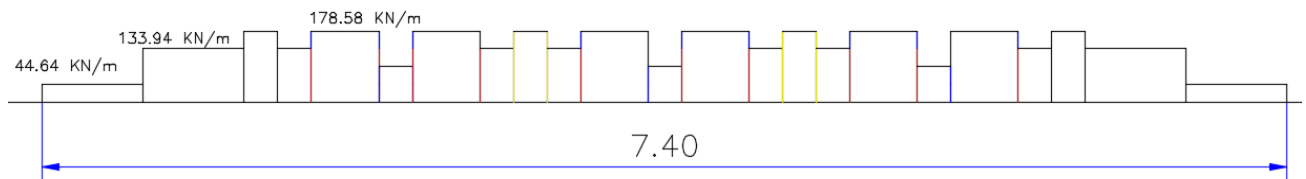
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 17 di 102</p>



La lunghezza totale di ripartizione del carico nella direzione trasversale, risulta essere:  
Larghezza di diffusione trasversale  $B_t = 2.60 + d = 3.7 \text{ m}$  (2.60m, larghezza traversina)



Traslando la diffusione del carico così come rappresentata in figura di 1.6m, così come previsto da normativa, inserendo dunque tutti e quattro i coni di diffusione dei carichi concentrati si ottiene, utilizzando la sovrapposizione degli effetti un carico che agisce sulla soletta superiore del tipo:



A questo punto dividendo tale ripartizione del carico per  $B_t$  e moltiplicando per il coefficiente di adattamento e per il coefficiente di amplificazione dinamico si ottiene:

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 102

	(KN/m)	B <sub>t</sub> (m)	KN/m <sup>2</sup>	Coeff. Adattamento α	Φ <sub>3</sub>	tot (KN/m <sup>2</sup> )
q1	178.58	3.7	48.3	1.1	1.18	62.65
q2	133.94	3.7	36.2	1.1	1.18	46.99
q3	44.64	3.7	12.1	1.1	1.18	15.66

A favore di sicurezza si considera un carico uniformemente distribuito pari a 62.65 KN/m<sup>2</sup>  
 Il coefficiente di adattamento α, per opere di 1° categoria, è pari a 1.1 per LM71  
 Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al paragrafo 1.4.2 “effetti dinamici” delle istruzioni per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di opere minori sotto binario.

Caso	Elemento strutturale	Lunghezza L <sub>Φ</sub>
<b>TRAVI PRINCIPALI</b>		
5	5.1 Travi e solette semplicemente appoggiate (compresi i solettoni a travi incorporate)	Luce nella direzione delle travi principali
	5.2 Travi e solette continue su n luci, indicando con: $L_m = 1/n \cdot (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$	$L_\Phi = k \cdot L_m$ dove: $n = 2 \quad 3 \quad 4 \quad \geq 5$ $k = 1.2 \quad 1.3 \quad 1.4 \quad 1.5$
	5.3 Portali: - a luce singola	da considerare come trave continua a tre luci (usando la 5.2 considerando le altezze dei piedritti e la lunghezza del traverso)
	- a luci multiple	da considerare come trave continua a più luci (usando la 5.2 considerando le altezze dei piedritti terminali e la lunghezza di tutti i traversi)
	5.4 Solette ed altri elementi di scatolari per uno o più binari (sottovia di altezza libera ≤ 5.0 m e luce Per gli scatolari che non rispettano i precedenti limiti vale il punto 5.3, trascurando la presenza della soletta inferiore e considerando un coefficiente riduttivo pari a 0.9, da applicare al coefficiente Φ.	$\Phi_2 = 1.20 = \Phi_3 = 1.35$
	5.5 Travi ad asse curvilineo, archi a spinta eliminata archi senza riempimento.	metà della luce libera
	5.6 Archi e serie di archi con riempimento	due volte la luce libera
5.7 Strutture di sospensione (di collegamento a travi di irrigidimento)	4 volte la distanza longitudinale fra le strutture di sospensione	

- Coefficiente dinamico  $\Phi_3 = 1.18$

Nel caso in cui l’asse del binario attraversa lo scatolare secondo una inclinazione α, i sovraccarichi vengono amplificati del rapporto  $1/\cos\alpha$ .

Con  $\alpha=0^\circ$   $1/\cos\alpha = 1.0$

### 6.3.2 Spinte variabili prodotte dal sovraccarico ferroviario sul rinterro

Essendo tale azione variabile, il suo effetto deve essere considerato pari al valore massimo possibile, pertanto le spinte del sovraccarico vengono considerate solo in condizioni di spinta a riposo. La spinta orizzontale viene calcolata partendo dalla pressione verticale prodotta dal sovraccarico agente sul rinterro, senza il coefficiente di incremento dinamico e con una lunghezza di diffusione longitudinale  $B_{i,1}$ , moltiplicata per il coefficiente di spinta a riposo.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 19 di 102

I valori della spinta uniforme agente sui piedritti per entrambe le opere vale pertanto  
 $s_{03} = [ (178.58 \times 1.1) / B_t ] \times K_0 = 20.38 \text{ kN/m}^2$

### 6.3.3 Frenatura e avviamento (ENV-FREN/AVV)

I valori caratteristici della forza massima di frenatura e avviamento valgono:

- Avviamento LM71  $33 \times 1.1 = 36.3 \text{ kN/m}$
- Frenatura SW2  $35 \times 1.0 = 35 \text{ kN/m}$

Essendo tali azioni paragonabili, si considera una sola condizione di carico pari al valore massimo, e la si combina con gli effetti prodotti dalle azioni verticali e le spinte prodotte dal sovraccarico verticale (Q-ENV)

La forza massima agente su una striscia di 1m, considerando la larghezza di diffusione trasversale  $B_t$  vale:

$$Q_3 = 36.3 / B_t \times (1/\cos\alpha) = 9.87 \text{ kN/m}$$

L'azione longitudinale viene applicata al modello di calcolo attraverso la condizione di carico elementare  $q_l=1$



Figura 9 – azione elementare trasversale –  $q_l=1$

Per considerare il doppio verso dell'azione longitudinale, si utilizza la combinazione "ABSOLUTE ADD" prevista dal programma di calcolo, che considera alternativamente la stessa azione secondo i due versi opposti.

### 6.3.4 Centrifuga e serpeggio (Q4)

Tali azioni, agenti in direzione ortogonale al binario, quindi in direzione parallela all'asse longitudinale dello scatolare, possono essere trascurate.

 Consorzio IricAV Due	 ALTA SORVEGLIANZA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001    Rev. A    Foglio 20 di 102

## 6.4 Gruppi di carico

In definitiva, le azioni prodotte dal traffico ferroviario, vengono considerate nei seguenti gruppi di carico, come indicato dalle Istruzioni ferroviarie

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante  
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi ( $\Phi, \alpha$ , ecc.)  
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

*I valori fra parentesi indicati nella Tab. 5.2.IV vanno assunti quando l'azione risulta favorevole nei riguardi della verifica che si sta svolgendo.*

*Il gruppo 4 è da considerarsi esclusivamente per le verifiche a fessurazione. I valori indicati fra parentesi si assumeranno pari a: (0,6) per impalcati con 2 binari caricati e (0,4) per impalcati con tre o più binari caricati."*

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
ENV-TRAFF-gr.3	Linear Add	Q-ENV FRENAVV-ENV	1
ENV-TRAFF-gr.3	Linear		1
ENV-TRAFF-gr.4	Linear Add	Q-ENV FRENAVV-ENV	0.8
ENV-TRAFF-gr.4			0.8



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 21 di 102	

## 6.5 Azioni termiche (ENV-TERMICA)

Alla soletta superiore si applica una variazione termica uniforme pari a  $\Delta t = \pm 15^\circ \text{C}$  ed una variazione nello spessore tra estradosso ed intradosso pari a  $\Delta t = \pm 5^\circ \text{C}$ .

Le due condizioni elementari si considerano agenti singolarmente e simultaneamente, combinandole con opportuni coefficienti.

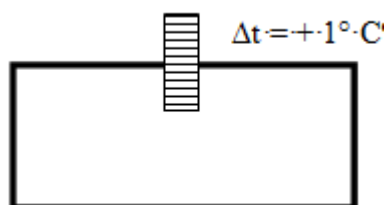


Figura 10 – azione elementare trasversale – DTuni=1

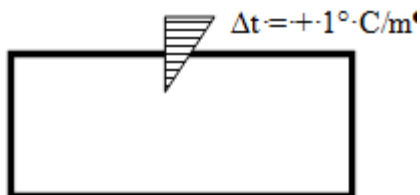


Figura 11 – azione elementare trasversale – DTdiff=1

- DT uni                     $15^\circ \text{C}$     con ComboType = Abs Add
- DT diff                     $(5^\circ \text{C/m}) / (\text{sp. Soletta sup.}) = 5 / 0.9 = 5.6^\circ \text{C}$

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 22 di 102

## 6.6 Ritiro (ENV-RITIRO)

### 6.6.1 Ritiro Opera di scavalco

Il ritiro si considera agente sulla sola soletta. Si applica un'azione termica equivalente pari a  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$  con il modulo ridotto di 1/3.

Valutazione effetti ritiro

Dati input

fck	28	Mpa
UR	80	%
Ac	1	mq
U	1	m
h0	2000	mm
t	1.00E+99	gg
ts	2	gg

ecd,inf		kh	x	ec0
-1.8E-04		0.7		-2.6E-04
ecd(t)		bds	x	ecd,inf
-1.8E-04		1		-1.8E-04
bds(t-ts)	$(t-ts)/[(t-ts)+0.04*h0^{1.5}]$			1.00
ecs	ecd	eca		
-2.3E-04	-1.8E-04	+ -4.5E-05		
Dt equivalente	-23	°C		
Dt di combinazione	0.5	-11		°C
Modulo di elasticità		3.2E+07		kN/mq
Modulo ridotto	0.333333333	1.1E+07		kN/mq

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 23 di 102	

### 6.6.2 Ritiro Manufatto idraulico

Il ritiro si considera agente sulla sola soletta. Si applica un'azione termica equivalente pari a -8 °C con il modulo ridotto di 1/3.

Dati di input:

			10000000.0	
Età in giorni al momento considerato	t =	0		gg
Età in giorni dall'inizio dell'essiccamento (fine maturazione)	t <sub>s</sub> =	2		gg
Umidità relativa in percentuale	RH =	80		%

### Ritiro per essiccamento, $\varepsilon_{cd}$

Parametri e calcolo:

Dimensione fittizia dell'elemento	$h_0 =$	782.6		mm
Coefficiente	$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0.04 * (h_0^3)^{0.5}] =$	1.0		
Coefficiente che dipende da $h_0$	$K_h =$	0.7		
Resistenza media del cls	$f_{cm} =$	38		Mp a
Resistenza di riferimento	$f_{cm 0} =$	10		Mp a
Coefficienti dipendenti dal tipo di cls	$\alpha_{ds1} =$	4		
	$\alpha_{ds2} =$	0.12		
Coefficiente dipendente dall'umidità relativa	$\beta_{RH} =$	0.76		
Deformazione di base dovuta al ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd0} =$	0.00026895		
<b>Deformazione totale da ritiro</b>	<b><math>\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) * k_h * \varepsilon_{cd0} =</math></b>	<b>0.00018825</b>		

Dove:

$$\varepsilon_{cd0} = 0.85 * [(220 + 110 * \alpha_{ds1}) * e^{(-\alpha_{ds2} * (f_{cm}/10))} * 10^{(-6)}] * \beta_{RH}$$

$$k_{RH} = 1.55 [1 - (RH/100)^3]$$

### Ritiro autogeno, $\varepsilon_{ca}(t)$

Parametri e calcolo:

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 24 di 102

Coefficiente per il calcolo ritiro autogeno	$\beta_{sa}(t) = 1 - e^{(-0.2*t^{0.5})} =$	1
	$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) * \varepsilon_{ca}(\infty)$	
<b>Deformazione da ritiro al tempo t</b>	=	<b>0.00005</b>
Deformazione da ritiro autogeno a tempo infinito	$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2.5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6} =$	0.00005
<b>Ritiro totale</b>	$\varepsilon_{cs}(t) = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} =$	<b>0.00023825</b>

Ricordando che  $\varepsilon_{cs}(t) = \alpha * \Delta T$

Si ottiene  $\Delta T = \varepsilon_{cs}(t) / \alpha = 23.8^\circ C$

Nel rispetto della normativa FS vigente, trattandosi di un fenomeno lento, l'effetto del ritiro si determina considerando un valore convenzionale del modulo di elasticità pari a E/3. Pertanto si considera un valore DT equivalente pari a DT /3.

$\Delta T = 7.94^\circ C$ .

## 6.7 Azioni sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k. Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\begin{aligned} \text{Forza sismica orizzontale} & \quad F_h = k_h * W \\ \text{Forza sismica verticale} & \quad F_v = k_v * W \end{aligned}$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$\begin{aligned} k_h &= a_{max}/g \\ k_v &= \pm 0,5 * k_h \end{aligned}$$

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008, viene assegnata all'opera una vita nominale  $V_N = 100$  anni ed una III classe d'uso  $C_u = 1.5$ ; segue un periodo di riferimento  $V_R = V_N * C_u = 150$  anni

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV, in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a:

LONG	LAT	$a_g$
11.045765	45.429240	<b>0.232</b>

I parametri sismici sono calcolati con riferimento all'allegato A delle NTC 2008, il quale fa riferimento alle mappe di pericolosità sismiche fornite dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a_g = S_s * S_t * a_g$$

dove:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 25 di 102</p>

$S_s=1.36$  Coefficiente di amplificazione stratigrafica, per Terreno C  
 $S_T=1$  Coefficiente di amplificazione topografica, per categoria 1

ne deriva che:

$$a_{max} \approx 0.316 g$$

$$k_h = a_{max}/g = 0.316$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h = 0.158$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

Dove nel caso specifico si assumerà per i carichi dovuti al transito dei convogli ferroviari  $\psi_{2j} = 0.2$

Pertanto avremo che:

#### SismaH

Forza orizzontale sulla soletta di copertura totale:

$$F_{h1} = (P_{ss} + G_{2,sup} + G_{2,sup,b} + 0.2 \times q_1) k_h :$$

$$F_{h1, Tombino} = 15.31 \text{ kN/m}$$

$$F_{h1, Opera di scavalco} = 31.31 \text{ kN/m}$$

Forza Orizzontale sui Piedritti:

$$F_{h2} = P_p \times k_h :$$

$$F_{h2, Tombino} = 7.09 \text{ kN/m}$$

$$F_{h2, Opera di scavalco} = 9.48 \text{ kN/m}$$

#### SismaV

Per la forza sismica verticale avremo analogamente:

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F_v = (P_{ss} + G_{2,sup} + G_{2,sup,b} + 0.2 \times q_1) k_v :$$

$$F_{v, Tombino} = 7.65 \text{ kN/m}$$

$$F_{v, Opera di scavalco} = 15.66 \text{ kN/m}$$

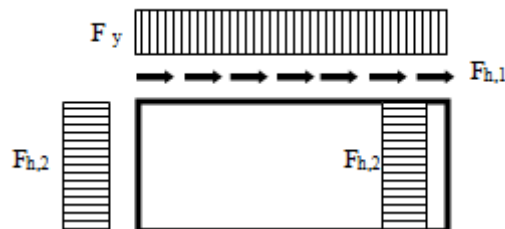


Figura 12 – Forze sismiche agenti sulla struttura

### 6.7.1 Sovrappinta sismica terreno

Le spinte delle terre potranno essere determinate secondo la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H, viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta S_E = (a_{max}/g) * \gamma * H_{tot}^2$$

Tale risultante, applicata ad un'altezza pari ad  $H_{tot}/2$ , sarà considerata agente su uno solo dei piedritti dell'opera.

$$\Delta S_{E, Tombino} = 0.316 \times 20 \times 6.90^2 = 300.43 \text{ kN/m}$$

$$\Delta S_{E, Opera di scavalco} = 0.316 \times 20 \times 3.30^2 = 68.82 \text{ kN/m}$$



Figura 13 – Spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 26 di 102</p>	

Nel modello di calcolo, viene applicato il valore della sovraspinta sismica per unità di altezza agente su un piedritto pari a:

Sovraspinta sismica :

$$\Delta S_{E, \text{Tombino}} / H_{\text{tot}} = 43.54 \text{ kN/m/m}$$

$$\Delta S_{E, \text{Opera di scavalco}} / H_{\text{tot}} = 20.85 \text{ kN/m/m}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 27 di 102	

## 7 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano le combinazioni delle azioni elencate al punto 1.8.3 della Istruzione ferroviaria, la quale riporta integralmente quanto scritto nelle NTC 2008:

Si richiama integralmente il cap. 2 e i paragrafi 4.1, 4.2 e 4.3 del DM 14.1.2008, e si riportano nel seguito le combinazioni delle azioni da utilizzare.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Per la combinazione sismica si rimanda al punto 1.7 e all'Istruzione 44 B. I valori dei coefficienti  $\psi_{0i}$ ,  $\psi_{1i}$ ,  $\psi_{2i}$  indicati nella formula di combinazione precedente sono indicati nella tabella 5.2.VI e 5.2.VII riportate al paragrafo 1.8.3.2.

Per quanto riguarda l'azione sismica, si riporta il paragrafo 1.7 dell'Istruzione ferroviaria 44B.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 28 di 102

## 1.7. COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA CON ALTRE AZIONI

La modalità di combinazione dell'azione sismica con le altre azioni è definita nel par. 3.2.4 del DM 14.1.2008 che si riporta nel seguito:

*Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 (del D.M.) e che qui si riporta:*

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo in conto delle masse indicate al precedente paragrafo 1.5.2.

*Nel caso dei ponti, nelle espressioni precedenti si assumerà per i carichi dovuti al transito dei convogli  $\psi_{2j} = 0,2$ , quando rilevante.*

In merito alle verifiche i coefficienti di combinazione  $\psi_2$  da adottare nella combinazione sismica sono riportati nella tabella 5.2.VI e 5.2.VII del par. 5.2.3.3.2 del DM 14.1.2008. che, ad ogni buon conto si riportano integralmente:

**Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.**

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	$gr_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$gr_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$gr_4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 					
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 29 di 102</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 29 di 102
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 29 di 102		

**Tabella 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.**

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
Azione laterale (serpeggio)		1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti  $\psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

I gruppi di carico di cui alla tabella 5.2.IV del par. 5.2.3.1.3 del DM 14.1.2008, da considerare sono il Gruppo 1 e il Gruppo 3.

**Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico**

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
<b>Gruppo 1</b> (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
<b>Gruppo 2</b> (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
<b>Gruppo 3</b> (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
<b>Gruppo 4</b>	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante  
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi ( $\Phi, \alpha$ , ecc.)  
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

*I valori fra parentesi indicati nella Tab. 5.2.IV vanno assunti quando l'azione risulta favorevole nei riguardi della verifica che si sta svolgendo.*

*Il gruppo 4 è da considerarsi esclusivamente per le verifiche a fessurazione. I valori indicati fra parentesi si assumeranno pari a: (0,6) per impalcati con 2 binari caricati e (0,4) per impalcati con tre o più binari caricati.”*

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 30 di 102

Le azioni agenti sulla struttura considerate vengono di seguito richiamate con il loro nome:

PESI PROPRI	G1
PERMANENTI NON STRUTTURALI	G2
BALLAST	G2b
INVILUPPO DELLE SPINTE PERMANENTI	ENV-SP
TRAFFICO FERROVIARIO COMPRENSIVO DI SPINTE ACCIDENTALI – gr.3	ENV-TRAFF gr.3
TRAFFICO FERROVIARIO COMPRENSIVO DI SPINTE ACCIDENTALI – gr.4 (PER FESSURAZIONE)	ENV-TRAFF gr.4
TERMICA	ENV-TERMICA
RITIRO	ENV-RITIRO

#### 7.1.1 Combinazione fondamentale SLU STRUTTURALE

	STR.SLU-1	STR.SLU-2	STR.SLU-3	STR.SLU-4
G1	1.35	1.35	1	1
G2	1.35	1.35	1	1
G2b	1.5	1.5	1	1
ENV-SP	1.35	1.35	1.35	1.35
ENV-TRAFF gr.3	1.45	1.16	1.45	1.16
ENV-TRAFF gr.4	0	0	0	0
ENV-TERMICA	0.9	1.5	0.9	1.5
ENV-RITIRO	1	1	1	1

#### 7.1.2 Combinazione SLE RARA

	SLE.RARA-1	SLE.RARA-2	SLE.RARA FESS
G1	1	1	1
G2	1	1	1
G2b	1	1	1
ENV-SP	1	1	1
ENV-TRAFF gr.3	1	0.8	0
ENV-TRAFF gr.4	0	0	1
ENV-TERMICA	0.6	1	1
ENV-RITIRO	1	1	1

#### 7.1.3 Combinazione SLE FREQUENTE

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 31 di 102	

	SLE.FREQ-1	SLE.FREQ-2
G1	1	1
G2	1	1
G2b	1	1
ENV-SP	1	1
ENV-TRAFF gr.3	0.6	0
ENV-TRAFF gr.4	0	0
ENV-TERMICA	0.5	0.6
ENV-RITIRO	1	1

#### 7.1.4 Combinazione SLE QUASI PERMANENTE

	SLE.Q.P-1
G1	1
G2	1
G2b	1
ENV-SP	1
ENV-TRAFF gr.3	0
ENV-TRAFF gr.4	0
ENV-TERMICA	0.5
ENV-RITIRO	1

#### 7.1.5 Combinazione SISMICA

	ENV-SISMICA
G1	1
G2	1
G2b	1
ENV-SP	1
ENV-TRAFF gr.3	0.2
ENV-TRAFF gr.4	0
ENV-TERMICA	0.5
ENV-RITIRO	1
ENV-SISMA	1

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 32 di 102

**TABLE: Combination Definitions**

<b>ComboName</b>	<b>ComboType</b>	<b>CaseType</b>	<b>CaseName</b>	<b>ScaleFactor</b>
Text	Text	Text	Text	Text
ENV-STR.SLU	Envelope	Response Combo	STR.SLU-1	1
ENV-STR.SLU		Response Combo	STR.SLU-2	1
ENV-STR.SLU		Response Combo	STR.SLU-3	1
ENV-STR.SLU		Response Combo	STR.SLU-4	1
ENV-SLE.RARA	Envelope	Response Combo	SLE.RARA-1	1
ENV-SLE.RARA		Response Combo	SLE.RARA-2	1
ENV-SLE.RARA.FESS	Envelope	Response Combo	SLE.RARA FESS	1
ENV-SLE.FREQ	Envelope	Response Combo	SLE.FREQ-1	1
ENV-SLE.FREQ		Response Combo	SLE.FREQ-2	1
ENV-SLE.QP	Envelope	Response Combo	SLE.Q.P-1	1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 33 di 102

## 8 MODELLO DI CALCOLO

### 8.1 Modello di calcolo Tombino

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler, realizzato mediante il programma di calcolo SAP2000, rappresentante una striscia di carico unitaria di manufatto su cui agiscono i carichi definiti nel paragrafo "Analisi dei Carichi".

Per il coefficiente di sottofondo, sono stati utilizzati in forma cautelativa i seguenti valori

Coefficiente di sottofondo orizzontale  $k_h = 10000 \text{ kN/m}^3$

Coefficiente di sottofondo verticale  $k_v = 2 \cdot k_h = 20000 \text{ kN/m}^3$

L'interazione terreno struttura viene considerata assegnando ad ogni molla la rigidezza relativa alla sua area di afferenza.

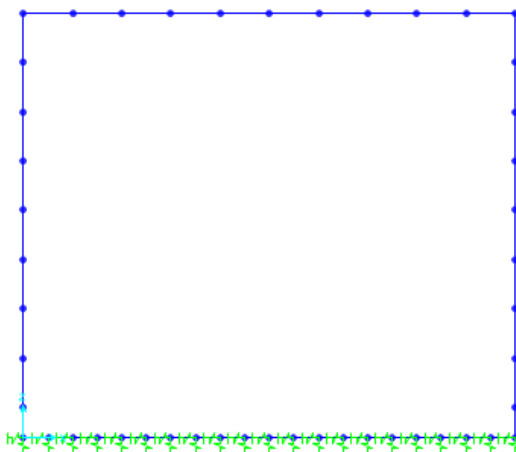


Figura 14 – Modello di calcolo

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 34 di 102</p>

## 8.2 Modello di calcolo Opera di scavalco

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello del portale su pali ai quali è stata assegnata una rigidità orizzontale distribuita ed una verticale concentrata alla base del palo, realizzato mediante il programma di calcolo SAP2000, rappresentante una striscia di carico unitaria di manufatto su cui agiscono i carichi definiti nel paragrafo “Analisi dei Carichi”.  
Per la costante elastica orizzontale del terreno, si è adottato, in favore di sicurezza, un valore di  $kh=10'000$  kN/mc.

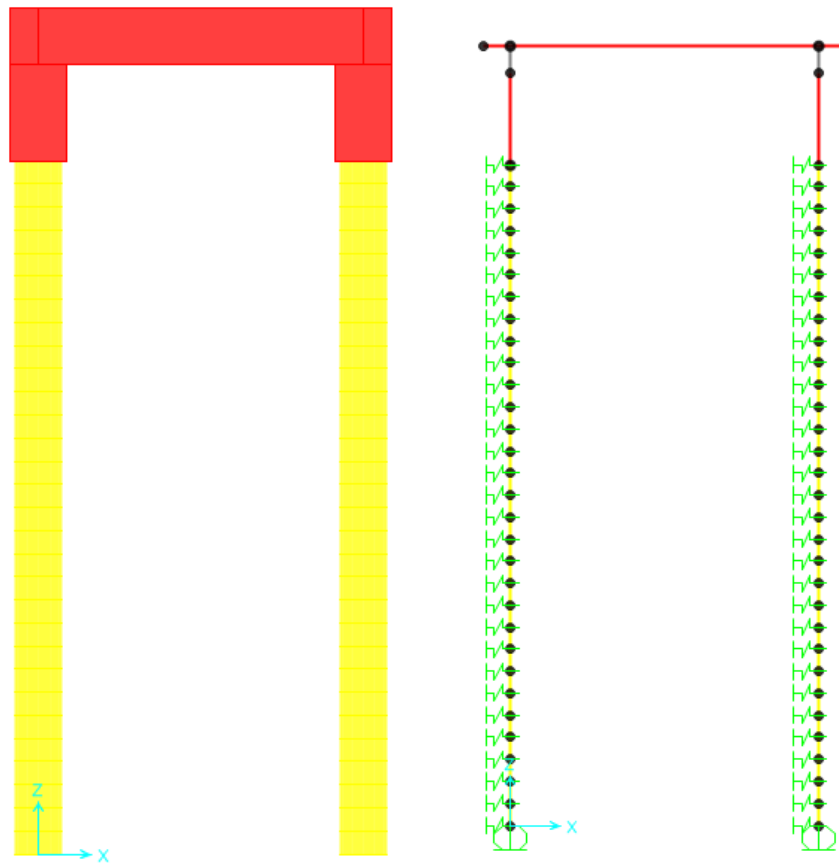


Figura 15 – Modello di calcolo

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 35 di 102	

## 9 VERIFICHE

Le verifiche vengono eseguite considerando i seguenti Stati Limite:

- STATI LIMITE ULTIMI
  - Resistenza per flessione e/o pressoflessione delle membrature
  - Resistenza per taglio delle membrature
- STATI LIMITE DI ESERCIZIO
  - Stato limite di apertura delle fessure
  - Tensioni massime in esercizio

Le verifiche a taglio vengono condotte nelle sezioni di attacco soletta-piedritto, ritto-fondazione, etc..., mentre le verifiche a pressoflessione vengono condotte nelle sezioni poste a distanza s/4 dai nodi del modello.

Le verifiche di resistenza vengono condotte a presso-flessione semplice, considerando il momento flettente massimo e lo sforzo normale congruente associato.

Per le verifiche di tutte le sezioni, viene assunto un copriferro minimo di 5cm. Tale assunzione deriva dalle indicazioni della tabella riportata al par. 2.2.3.2 del documento RFI-DTC-INC-PO SP IFS 001 A - Istruzione per la progettazione e l'esecuzione di ponti ferroviari, la quale indica, per le fondazioni e per le opere in elevazione, un copriferro minimo di 4cm, e impone di aumentare tale valore di 1cm per opere che ricadono nelle condizioni aggressive, come la presente struttura.

Il conseguente copriferro di calcolo è poi funzione del diametro dei ferri ripartitori, esterni all'armatura di forza, e del diametro dell'armatura di forza. Come ripartitori si assume un diametro  $\phi$  12.

Nel seguito vengono riportati i diagrammi di sollecitazione relativi alle combinazioni di carico considerate.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 36 di 102

## 9.1 Stato limite ultimo – resistenza per flessione e/o pressoflessione

### 4.1.2.1.2.4 Analisi della sezione

Con riferimento alla sezione pressoinflessa, rappresentata in Fig. 4.1.3 assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo così come dedotti dalle ipotesi e dai modelli  $\sigma$ - $\epsilon$  di cui nei punti precedenti, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

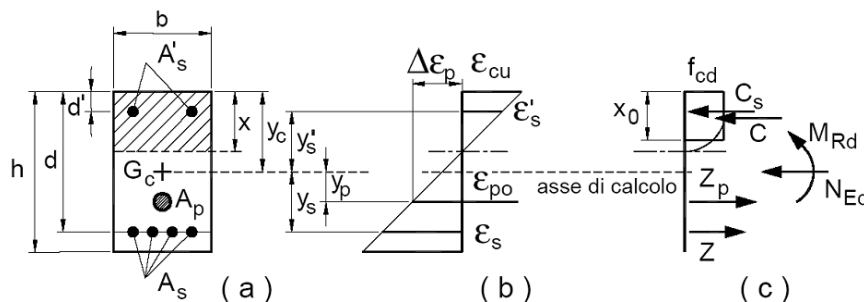
$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed} \quad (4.1.9)$$

dove

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.



## 9.2 Stato limite apertura delle fessure

Le verifiche a fessurazione vengono condotte con riferimento al punto 4.1.2.2.4 delle NTC, tenendo presenti le integrazioni richieste dalla Istruzione ferroviaria al punto 1.8.3.2.4 (di seguito richiamate). L'apertura convenzionale delle fessure viene calcolata con la combinazione SLE RARA.

Le condizioni di ogni sezione di calcolo sono:

- Armatura poco sensibile
- Ambiente aggressivo

### Stato limite di apertura delle fessure

L'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1$  per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per tutte le zone non ispezionabili;
- $\delta_f \leq w_2$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

Il valore limite di apertura delle fessure vale pertanto:

- Armature esterne  $w_{lim} = w_1 = 0.200$  mm
- Armature interne  $w_{lim} = w_1 = 0.200$  mm

## 9.3 Stato limite apertura delle fessure

Le limitazioni tensionali imposte dall'Istruzione Ferroviaria al punto 1.8.3.2.1, sono:



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 37 di 102

### Resistenza dei materiali

Classe di resistenza di calcolo	$f_{ck}$	30	MPa
tensione di snervamento acciaio per c.a.	$f_{yk}$	450	MPa

### Valori limite delle tensioni

#### Tensioni di compressione nel calcestruzzo

- per combinazione di carico rara	$0.55 \cdot f_{ck}$	16.5	MPa
- per combinazione di carico q.p.	$0.40 \cdot f_{ck}$	12.0	MPa

#### Tensioni di trazione nell'acciaio

- per combinazione di carico rara	$0.75 \cdot f_{yk}$	337.5	MPa
-----------------------------------	---------------------	-------	-----

## 9.4 Sollecitazioni di calcolo

### 9.4.1 Sollecitazioni di calcolo Tombino

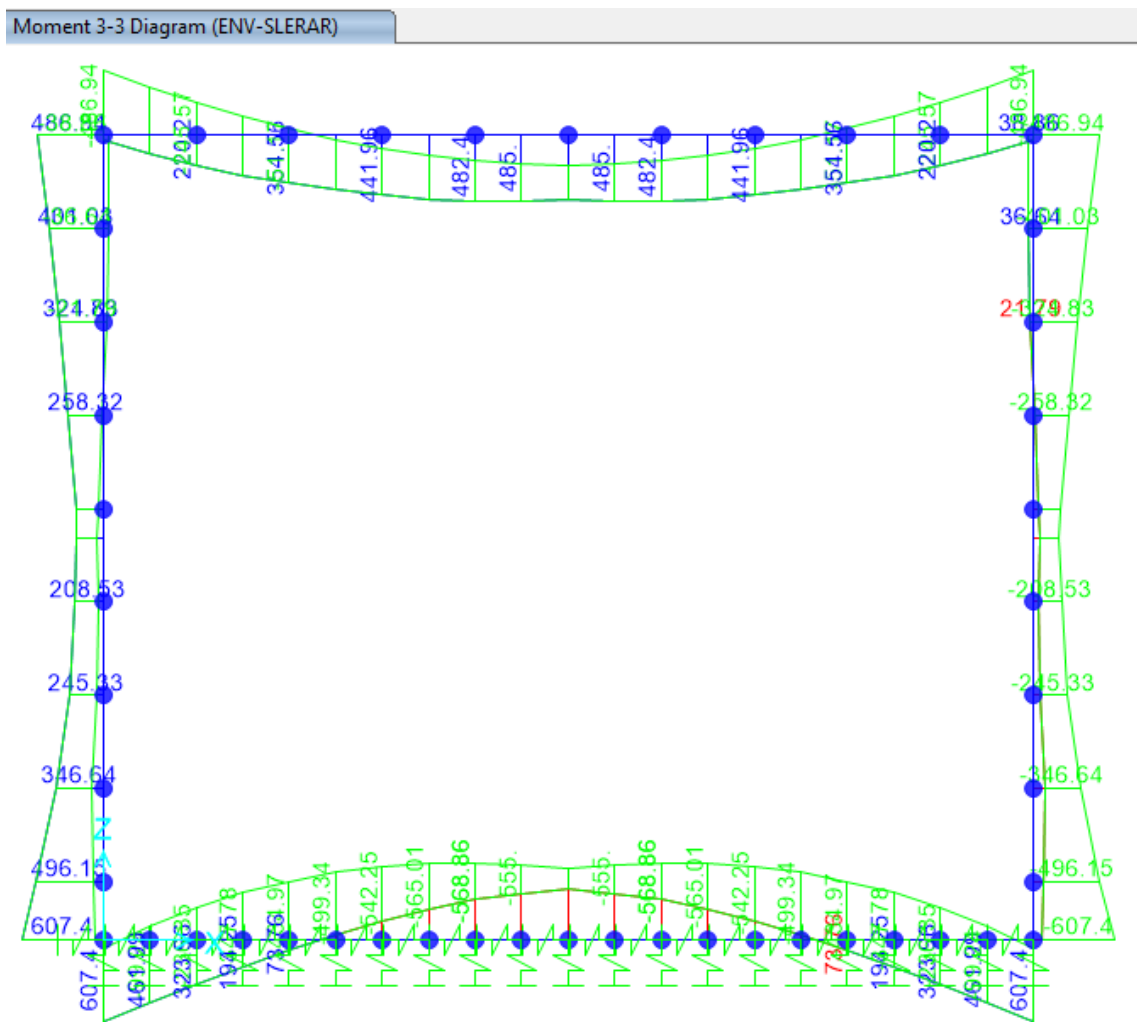


Figura 16 – Momento flettente – comb. ENV - SLE.RARA

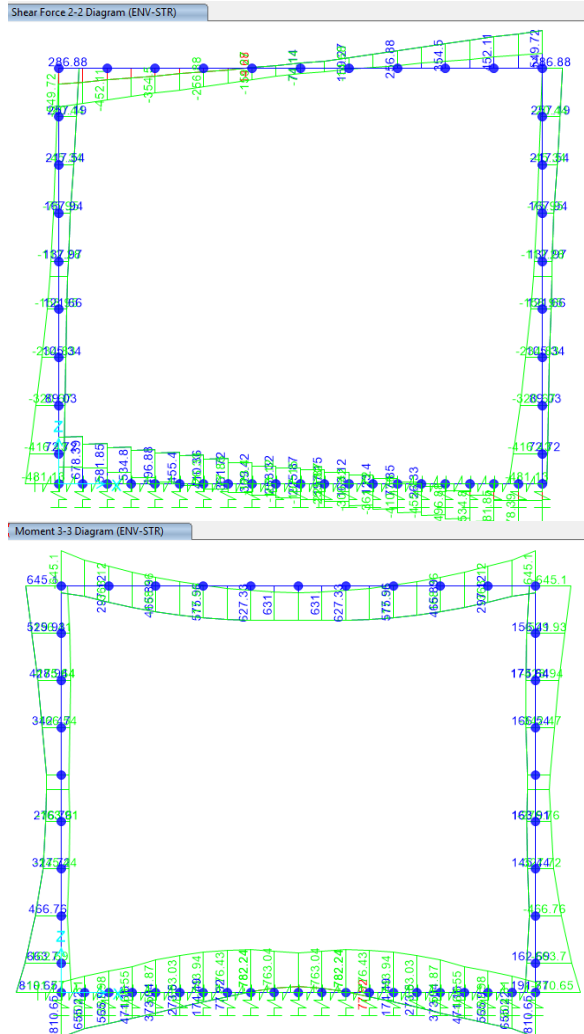
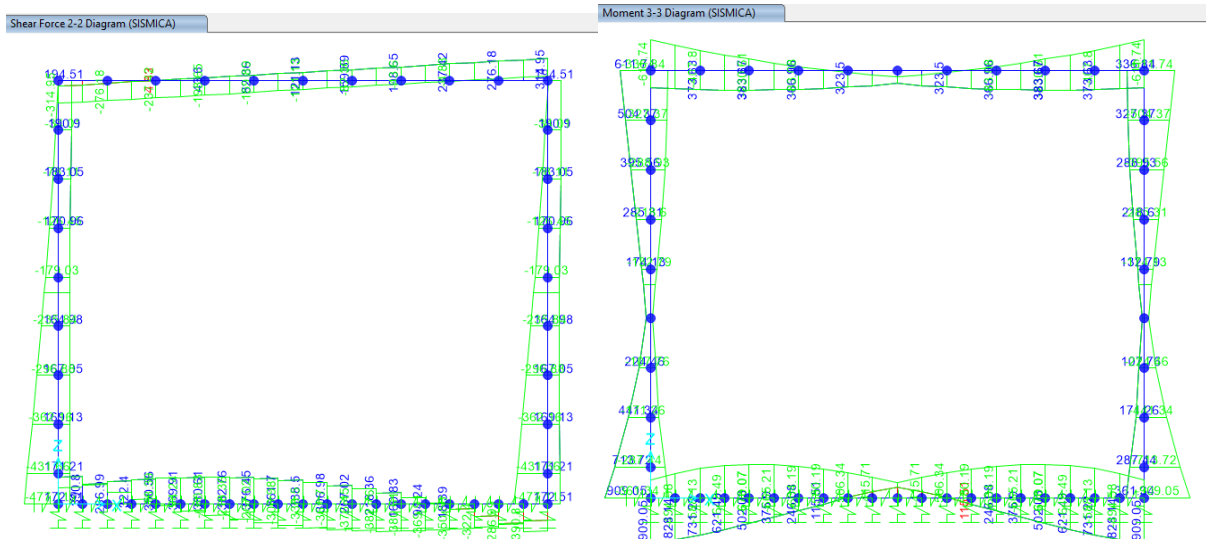
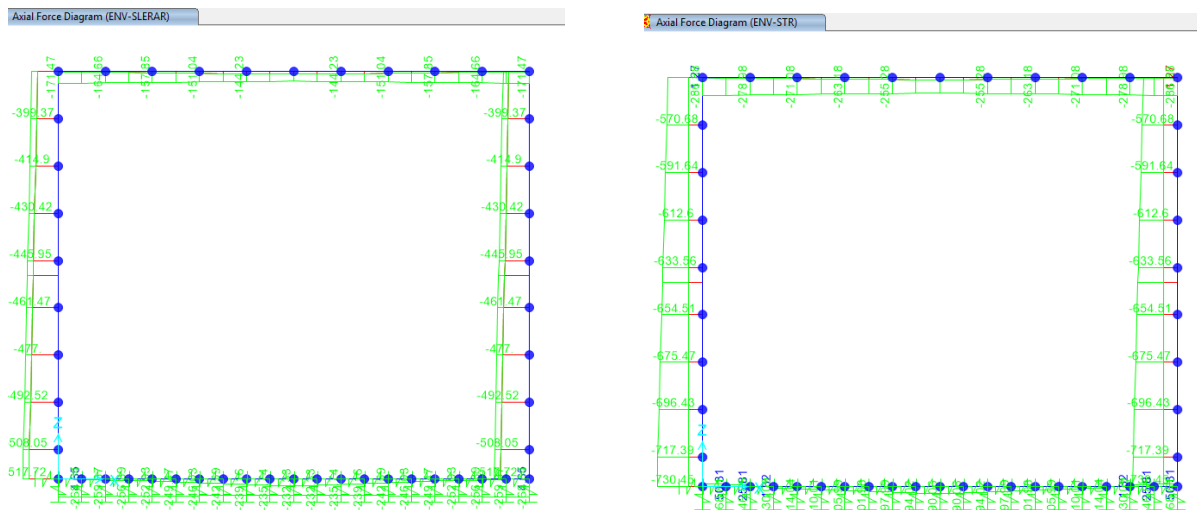


Figura 17 – Taglio e momento flettente – comb. ENV - STR.SLU



**Figura 18 – Taglio e momento flettente – comb. ENV - STR.SISMICA**



**Figura 19 – Sforzo normale – comb. ENV - SLE.RARA e ENV – STR.SLU**

## 9.5 Verifiche Tombino

### 9.5.1 Verifica di sezione

Le sollecitazioni sono simili nelle varie sezioni. Si effettua un'unica verifica valida per tutto il tombino, che viene armato con  $\phi 26/10$  interno/esterno.

La sezione in questione, maggiormente sollecitata con un momento agente  $M_{ed}=909$  KNm, è la sezione di attacco tra piedritto e soletta superiore.

Il quantitativo di armatura inserito verifica con ragionevoli margini di sicurezza (non eccessivi). L'ampiezza delle fessure è  $0.199\text{mm} < 0.200$ .

Verifica a Flessione:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	90

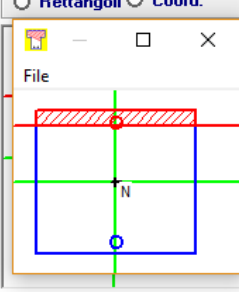
N°	As [cm²]	d [cm]
1	53.09	7.5
2	53.09	82.5

**Tipo Sezione**

Rettan.re    Trapezi

a T    Circolare

Rettangoli    Coord.



**Sollecitazioni**

S.L.U.   **Metodo n**

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="909"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

**P.to applicazione N**

Centro    Baricentro cls

Coord.[cm]   xN    yN

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

<b>B450C</b>	<b>C30/37</b>
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67.5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$ <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3.5"/> ‰
$E_s$ <input type="text" value="200000"/> N/mm²	$f_{cd}$ <input type="text" value="17"/> ‰
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0.8"/> [?]
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="11.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0.6933"/>
	$\tau_{c1}$ <input type="text" value="2.029"/>

**M<sub>xRd</sub>**  kN m

$\sigma_c$   N/mm²

$\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

d  cm

x       x/d

$\delta$

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+    S.L.U.-

Metodo n

**Tipo flessione**

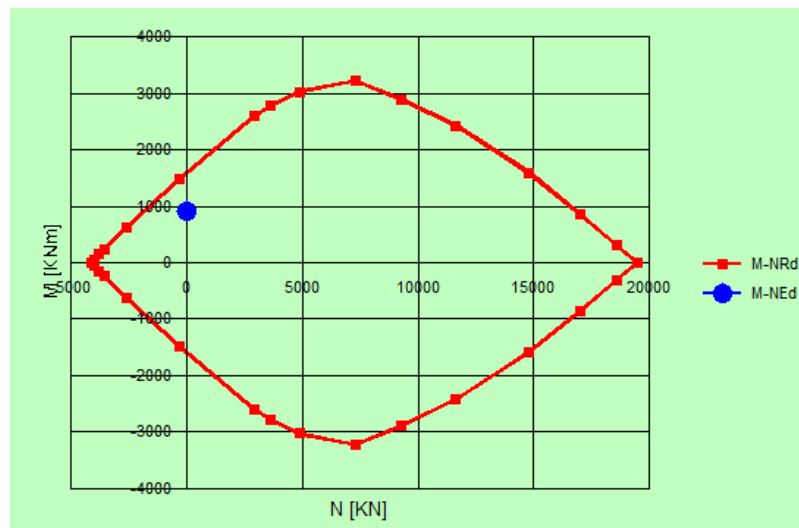
Retta    Deviata

N° rett.

**Calcola MRd**   **Dominio M-N**

L<sub>0</sub>  cm   **Col. modello**

Precompresso



**Verifica SLE-Tensionale  
 Caratteristica**

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom    N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	90	1	53.09	7.5
			2	53.09	82.5

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0    0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0    607 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0    0

**P.to applicazione N**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN 0    yN 0

**Materiali**  
 B450C    C30/37

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰    ε<sub>c2</sub> 2 ‰    σ<sub>c</sub> -4.493 N/mm²  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm²    ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰    σ<sub>s</sub> 153.7 N/mm²  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm²    f<sub>cd</sub> 17    ε<sub>s</sub> 0.7685 ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15    f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 [?]    d 82.5 cm  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰    σ<sub>c,adm</sub> 11.5    x 25.15    x/d 0.3048  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²    τ<sub>co</sub> 0.6933    δ 0.821  
 τ<sub>c1</sub> 2.029

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

**Verifica**    N° iterazioni:

Precompresso

$\sigma_c = 4.49 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.55 \cdot f_{ck} \text{ [MPa]} = 16.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 $\sigma_s = 153.7 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{s,lim} = 0.75 \cdot f_{yk} \text{ [MPa]} = 337.5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

**Quasi Permanente**

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom    N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	90	1	53.09	7.5
			2	53.09	82.5

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0    0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0    334 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0    0

**P.to applicazione N**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN 0    yN 0

**Materiali**  
 B450C    C30/37

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰    ε<sub>c2</sub> 2 ‰    σ<sub>c</sub> -2.472 N/mm²  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm²    ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰    σ<sub>s</sub> 84.57 N/mm²  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm²    f<sub>cd</sub> 17    ε<sub>s</sub> 0.4229 ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15    f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 [?]    d 82.5 cm  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰    σ<sub>c,adm</sub> 11.5    x 25.15    x/d 0.3048  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²    τ<sub>co</sub> 0.6933    δ 0.821  
 τ<sub>c1</sub> 2.029

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

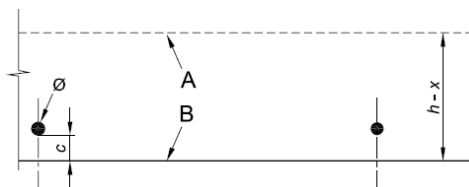
**Verifica**    N° iterazioni:

Precompresso

$\sigma_c = 2.47 \text{ [N/mm}^2\text{]} < \sigma_{c,lim} = 0.40 \cdot f_{ck} \text{ [MPa]} = 12.0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 43 di 102

## Verifica a fessurazione



### **STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE - Rif. UNI EN 1992-1-1: 2005 Par.7.3**

Altezza della sezione	$h$	900	[mm]
Larghezza della sezione	$b$	1000	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	838	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	$c$	62	[mm]
Armatura tesa ordinaria			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$	10	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$	26	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$	5309	[mm <sup>2</sup> ]
Armatura tesa di infittimento			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$	0	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$	0	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$	0	[mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	$f_{ck}$	30	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	$f_{ctm}$	2.90	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	$E_{cm}$	32837	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	$f_{yk}$	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	$E_s$	200000	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	141.5	[MPa]
Asse neutro della sezione	$x$	251.5	[mm]
<input type="button" value="Lunga"/>			
Tipo e durata dei carichi applicati			
Coefficiente di omogeneizzazione	$\alpha_e$	6.09	[-]

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 44 di 102	

Area totale delle armature presenti nella zona tesa	$A_s$	5309	[mm <sup>2</sup> ]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	155000	[mm <sup>2</sup> ]
	$A_{c,eff.2}$	216167	[mm <sup>2</sup> ]
	$A_{c,eff.3}$	450000	[mm <sup>2</sup> ]
	$A_{c,eff.min}$	155000	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0.017	[-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2.90	[MPa]
Fattore di durata del carico	$k_t$	0.4	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}]_{min}$	0.000425	[-]
	$[\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}]_{calc.}$	0.000334	[-]
	$[\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}]$	0.000425	[-]
Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	$s$	94.4	[mm]
Diametro equivalente delle barre	$\phi_{eq}$	26	[mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	375	[mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	$k_1$	0.8	[-]
	$k_2$	0.5	[-]
	$k_3$	3.4	[-]
	$k_4$	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max.1}$	469	[mm]
	$s_{r,max.2}$	843	[mm]
	$s_{r,max}$	469	[mm]
Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0.200	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure (di calcolo)</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0.199</b>	<b>[mm]</b>



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 45 di 102

### Verifica a taglio

Si ha un taglio massimo di 678 kN in corrispondenza dell'attacco piedritto-soletta. La resistenza del cls non è sufficiente. Si inseriscono quindi 5 spille  $\phi 10/20$ .

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>678</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>1000</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>900</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>10.0</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>26</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>62</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>5</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>10</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>200</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	39.000
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>30</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$			<b>0.85</b>
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$\alpha_{cc}f_{ck}/\gamma_c$	MPa	17.00
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
21	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi/2$	mm	825
22	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	5'309
23	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.00644
24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.49237
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.349
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.349
27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot\theta^2)$		0.489
28	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 46 di 102

29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd}$	$0,18k(100\rho_{fck})^{1/3}$	MPa	0.480
30	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>396</b>
31	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>	<b>?</b>	<b>armatura NECESSARIA</b>
32	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rcd}$	$0,5\alpha_c v_{fcd}$	MPa	4.157
33	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rcd}</math></b>	<b><math>0,9v_{Rcd}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>3'087</b>
34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rcd}$	$V_{Rcd} / V_{Ed}$	-	4.553
35	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rcd}</math></b>	<b>?</b>	<b>OK</b>
36	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm <sup>2</sup>	393
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta) s_e n_a$		1.235
38	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rsd}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>704</b>
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rsd}$	$V_{Rsd} / V_{Ed}$	-	1.039
40	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rsd}</math></b>	<b>?</b>	<b>OK</b>
41	<b>Verifica a taglio sulla sezione?</b>				<b>OK</b>

## 9.6 Verifiche Opera di scavalco

### 9.6.1 Sollecitazioni di calcolo Opera di scavalco

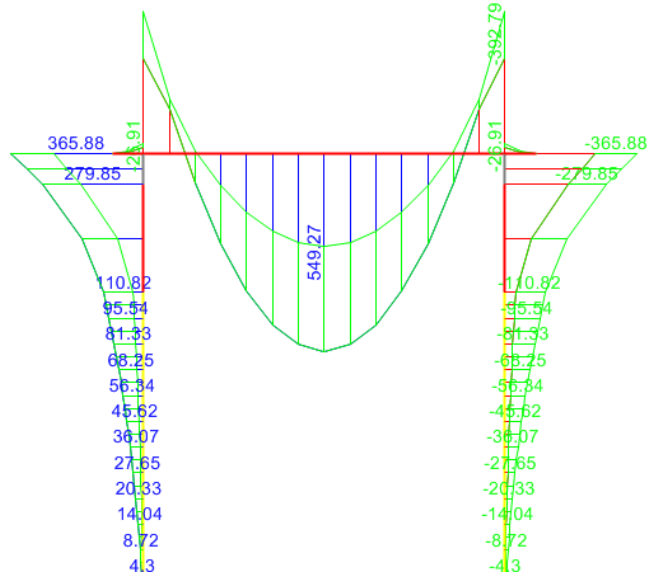


Figura 20 – Momento flettente – comb. ENV - SLE.RARA

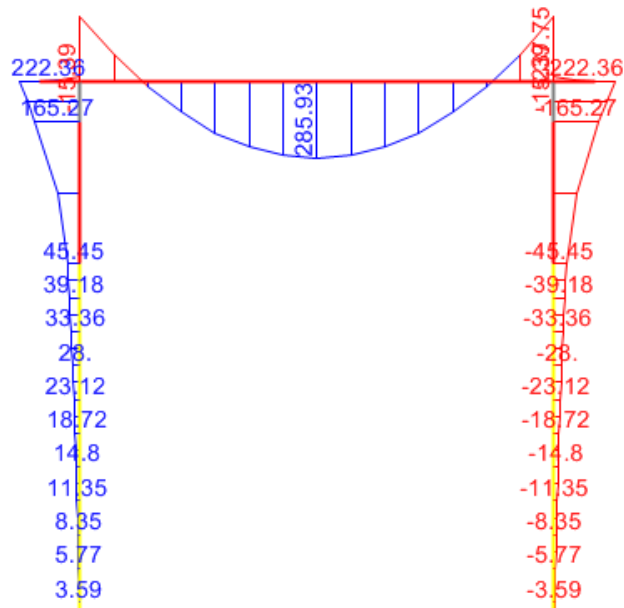


Figura 21 – Momento flettente – comb. QUASI PERMANENTE

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 48 di 102

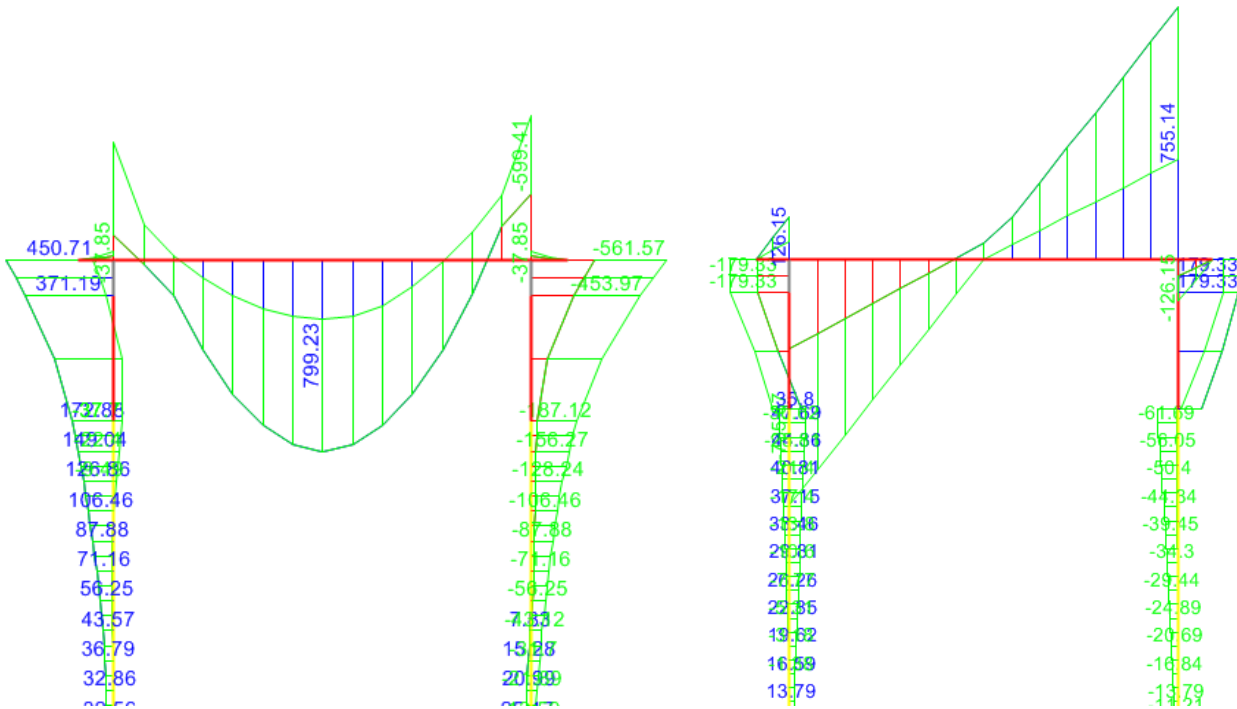


Figura 22 – Momento flettente e Taglio – comb. ENV SLU

### 9.6.2 Verifiche di sezione

Si riportano le verifiche effettuate per l'opera di scavalco delle sezioni maggiormente sollecitate. Le sezioni in questione sono quella di mezzeria della campata della trave, che viene armata con  $\phi 26/12.5$  interno/esterno, quella del cordolo di fondazione armato con  $\phi 26/20$  interno/esterno e la sezione del palo armato con  $20\phi 26$ .

#### SEZIONE MEZZERIA TRAVE

##### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	155.00	800.00	756.00	0.00

##### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 49 di 102

N°Comb.	N	Mx
1	174.00	523.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	174.00	523.00 (963.15)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	126.00	286.00 (989.87)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.5 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 1.5 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	155.00	800.00	155.18	1960.75	2.451	114.0	0.05	0.70 42.5 (19.4)

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 50 di 102

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione					
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)					
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)					
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00117	116.0	-0.06418	4.0

### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 15.1 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	15.1	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm <sup>2</sup> /m]

### VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata									
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)									
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]									
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]									
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]									
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Altezza utile sezione									
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato									
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione									
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]									
N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast	
1	S	756.00	460.40	3083.26	1540.07	100.0 116.0	2.500	1.008	7.4	

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata										
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]										
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]										
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]										
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre										
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)										
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)										
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)										
N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.60	120.0	0.00	86.5	-96.0	116.0	10.0	1000	42.5	13.1

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srn	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 					
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 40%;">Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 20%;">Foglio 51 di 102</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 51 di 102
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 51 di 102		

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00050	0.00020	0.50	0.60	0.000288 (0.000288)	196	0.056 (990.00)	963.15

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.60	120.0	0.00	86.5	-96.0	116.0	10.0	1000	42.5	13.1

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00050	0.00020	0.50	0.60	0.000288 (0.000288)	196	0.056 (0.40)	963.15

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.44	120.0	0.00	84.7	-49.4	116.0	10.0	1000	42.5	13.1

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00026	0.00011	0.50	0.40	0.000148 (0.000148)	196	0.029 (0.30)	989.87

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 					
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 52 di 102</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 52 di 102
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 52 di 102		

## SEZIONE CORDOLO

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe: C30/37 Resistenza compress. di progetto fcd: 17.00 MPa Resistenza compress. ridotta fcd': 8.500 MPa Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020 Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035 Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa Resis. media a trazione fctm: 2.900 MPa Coeff.Omogen. S.L.E.: 15.00 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 18.000 MPa Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 18.000 MPa Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 13.500 MPa Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo: B450C Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.00 MPa Resist. caratt. a rottura ftk: 450.00 MPa Resist. a snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa Deform. ultima di progetto Epu: 0.068 Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 1.00 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 0.50 Comb.Rare - Sf Limite: 360.00 MPa

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	5Ø26	(26.5 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø26	(26.5 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-561.57	179.32	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-365.88

### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 53 di 102

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-365.88 (-808.24)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-222.36 (-808.24)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	1.1	cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)									
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico									
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)									
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$									
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.									
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC; deve essere $< 0.45$									
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]									
N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	-561.57	0.02	-1151.34	2.050	6.5	0.06	0.70	26.5 (19.1)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione					
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)					
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)					
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)					
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)					
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.00027	6.0	-0.05788	114.0

#### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	16	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 26.8 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	20.1	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm <sup>2</sup> /m]

#### VERIFICHE A TAGLIO

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001    Rev. A    Foglio 54 di 102

Ver S = comb.verificata a taglio-tors. / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]  
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	179.32	371.05	3007.25	2018.03	100.0 114.0	2.500	1.000	1.8

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.30	0.0	0.00	24.0	-129.5	6.0	15.0	1500	26.5	22.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica  
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata  
 K2 = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e2)$  in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC  
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2  
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es  
 srm Distanza massima in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00069	0.00017	0.50	0.60	0.000389 (0.000389)	410	0.159 (990.00)	-808.24

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.30	0.0	0.00	24.0	-129.5	6.0	15.0	1500	26.5	22.0

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00069	0.00017	0.50	0.60	0.000389 (0.000389)	410	0.159 (0.20)	-808.24

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.40	0.0	0.00	24.0	-78.7	6.0	15.0	1500	26.5	22.0

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 55 di 102	

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00042	0.00010	0.50	0.40	0.000236 (0.000236)	410	0.097 (0.20)	-808.24

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 			
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 56 di 102

## SEZIONE PALO

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	100.0	cm
Barre circonferenza:	20Ø26	(106.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.(dal baric. barre):	6.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	966.34	-187.12	-61.69	0.00

### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	675.95	-110.82

### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 57 di 102

1 675.95 -110.82 (-1977.55)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	413.55	-45.45 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.2 cm  
 Interferro massimo barre longitudinali: 13.8 cm [deve essere < 30.0]  
 Copriferro netto minimo staffe: 3.5 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
 As Tot. Area complessiva armature long. pilastro [cm<sup>2</sup>]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	966.34	-187.12	966.18	-1770.57	9.462	-19.0	---	---	106.2 (23.6)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-50.0	0.00282	-44.0	-0.00713	44.0

#### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 11.3 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm<sup>2</sup>/m]

#### VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 58 di 102

Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]					
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]					
bw z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Braccio coppia interna					
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato					
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione					
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]					
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg Acw Ast
1	S	-61.69	1662.05	781.97	88.6 70.7	2.500 1.087 0.9

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata										
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])										
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])										
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]										
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre										
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)										
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)										
N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.58	50.0	0.00	-50.0	-0.7	-44.0	0.0	408	0.0	---

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica										
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata										
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata										
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC										
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2										
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es										
srm	Distanza massima in mm tra le fessure										
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.										
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]										
N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.	
1	S	0.00000	0.00000		---	---	---	---	---	-1977.55	

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.58	50.0	0.00	-50.0	-0.7	-44.0	0.0	408	0.0	---

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00000	0.00000		---	---	---	---	---	-1977.55

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.79	50.0	0.09	-50.0	1.9	-44.0	0.0	0	0.0	---

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00006	0.00001		---	---	---	---	---	0.00

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 59 di 102</p>	

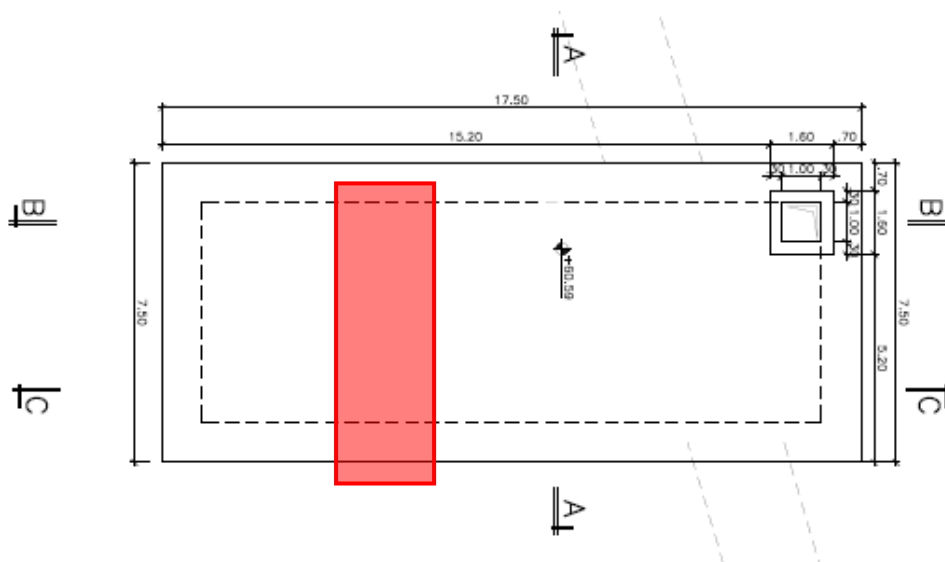
<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 60 di 102

## 9.7 Verifiche pozzo

Si riportano nel seguito le verifiche riguardanti la soletta superiore del pozzo ed il diaframma in acciaio.

### 9.7.1 Soletta

Il dimensionamento della soletta superiore del manufatto è condotto considerando una striscia equivalente di 1 m di soletta nella direzione di luce minore, effettuando un calcolo semplificato a trave incastrata agli estremi. Poiché la struttura si trova in adiacenza alla carreggiata si considera, in favore di sicurezza, l'eventualità che il carico variabile stradale insista sulla soletta. Si considera a tal fine lo schema di carico 1.



I parametri geometrici adottati ed i carichi che insistono sulla struttura sono riportati nelle seguenti tabelle:

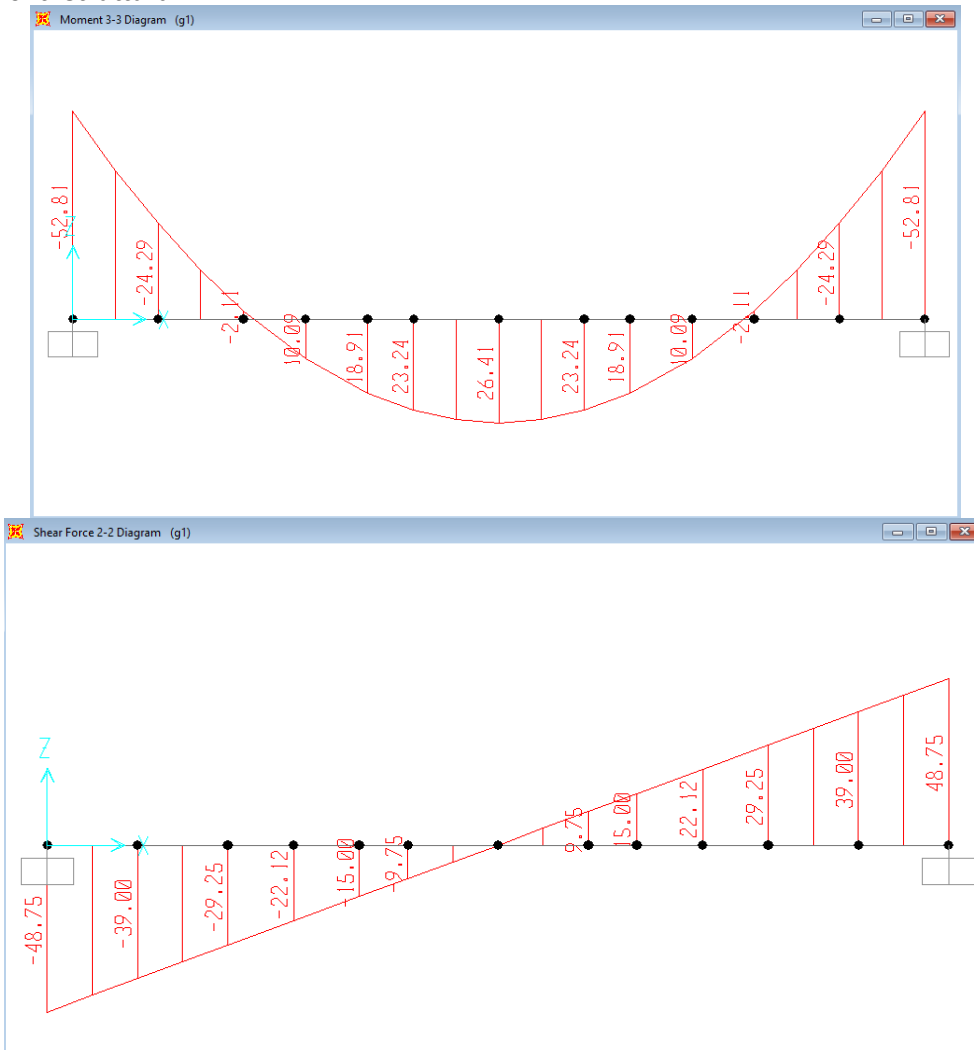
Larghezza	1	m	
Spessore	0.6	m	
Luce di calcolo	6.5	m	
Peso proprio	g1	15	kN/mq
Permanenti portati	g2	5	kN/mq
Totale Permanenti	g	20	kN/mq
Variabile uniforme	qk	9	kN/mq
Variabile concentrato	Qk	300	kN

Considerando uno schema di vincolo incastro-incastro si procede al calcolo delle sollecitazioni agenti sulla striscia equivalente di soletta, mediante l'ausilio del software SAP2000.

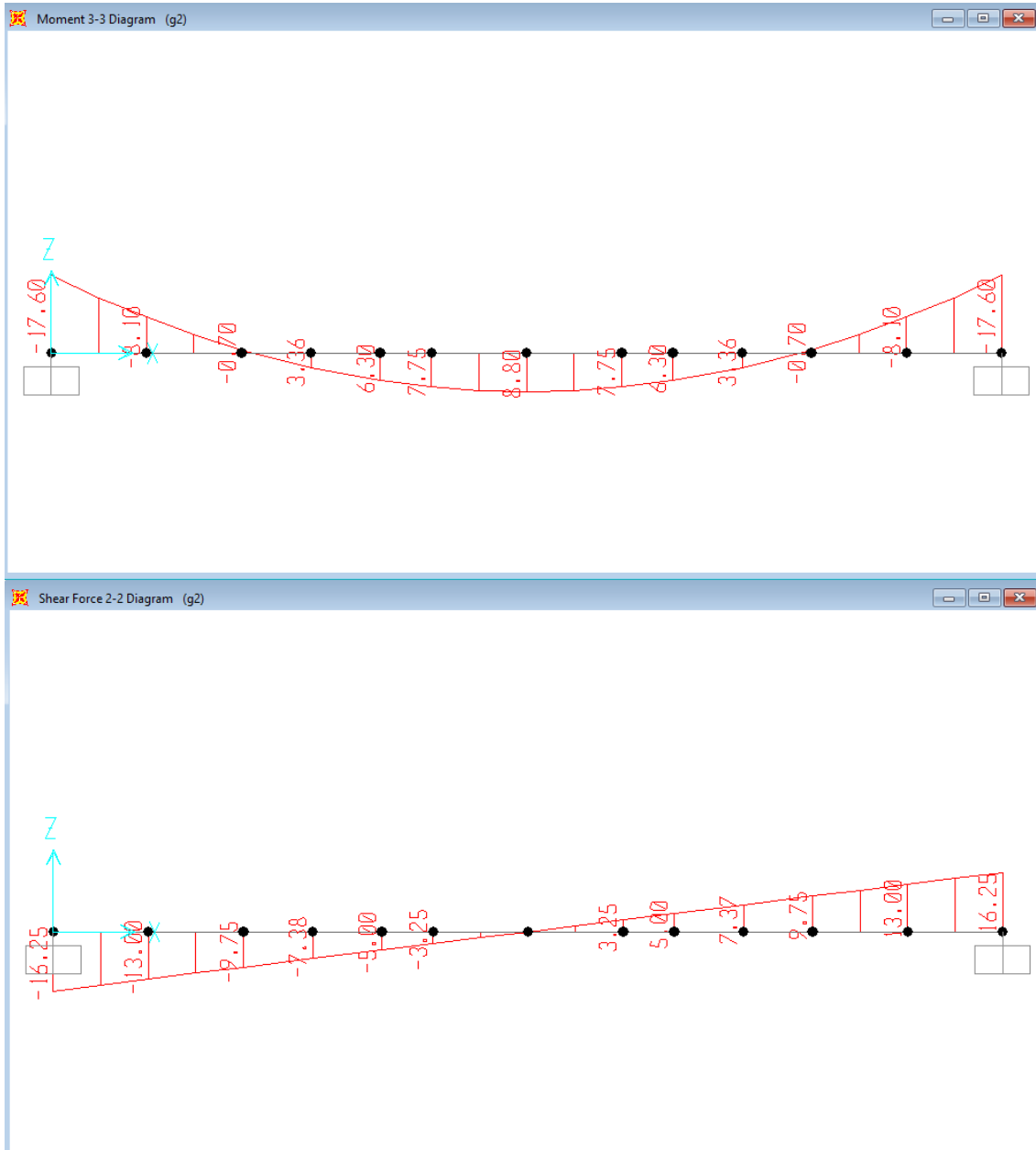
Si riportano di seguito momento e taglio agenti sulla soletta nei casi di carico elementari sopra indicati.



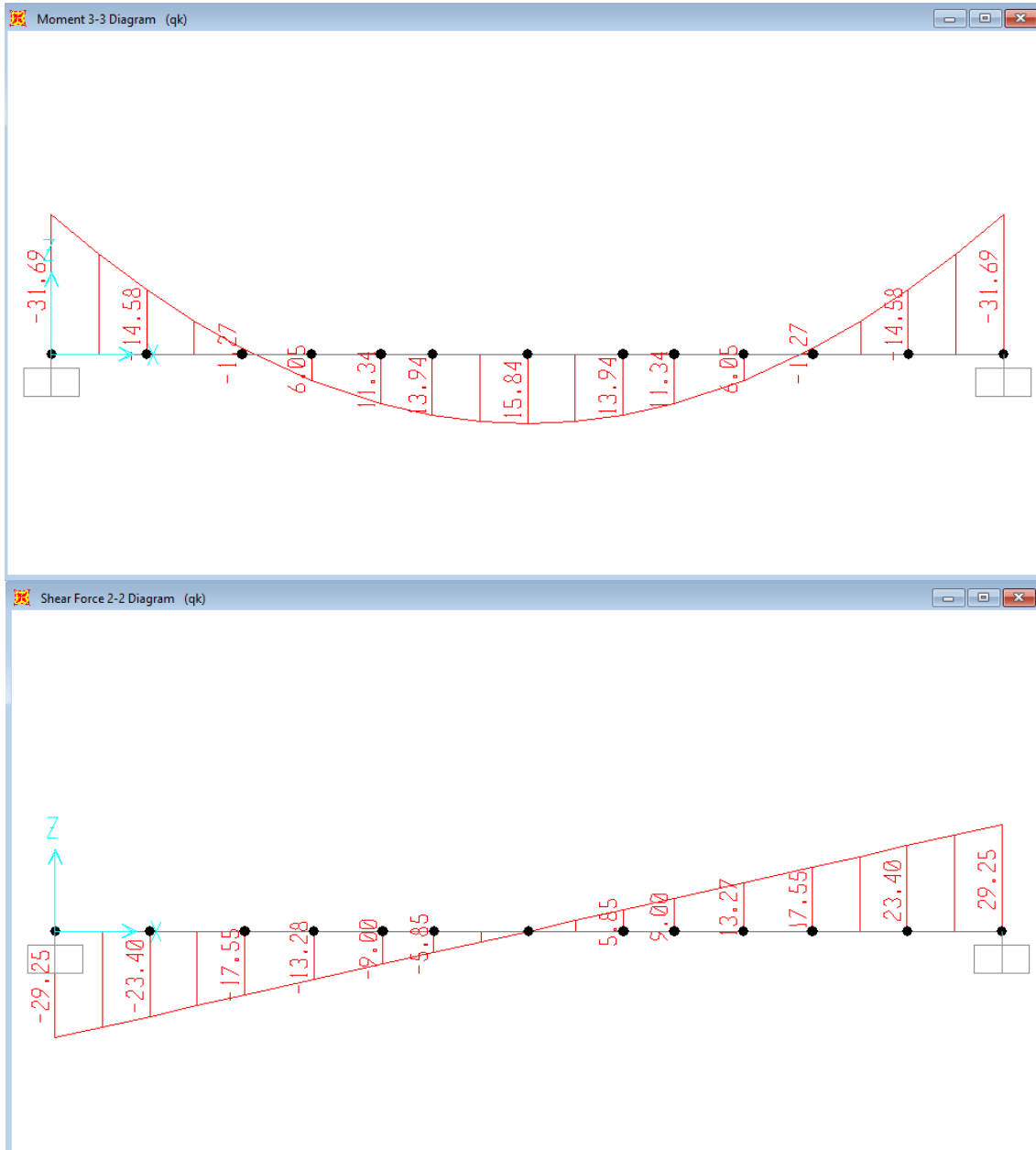
**Permanenti strutturali**



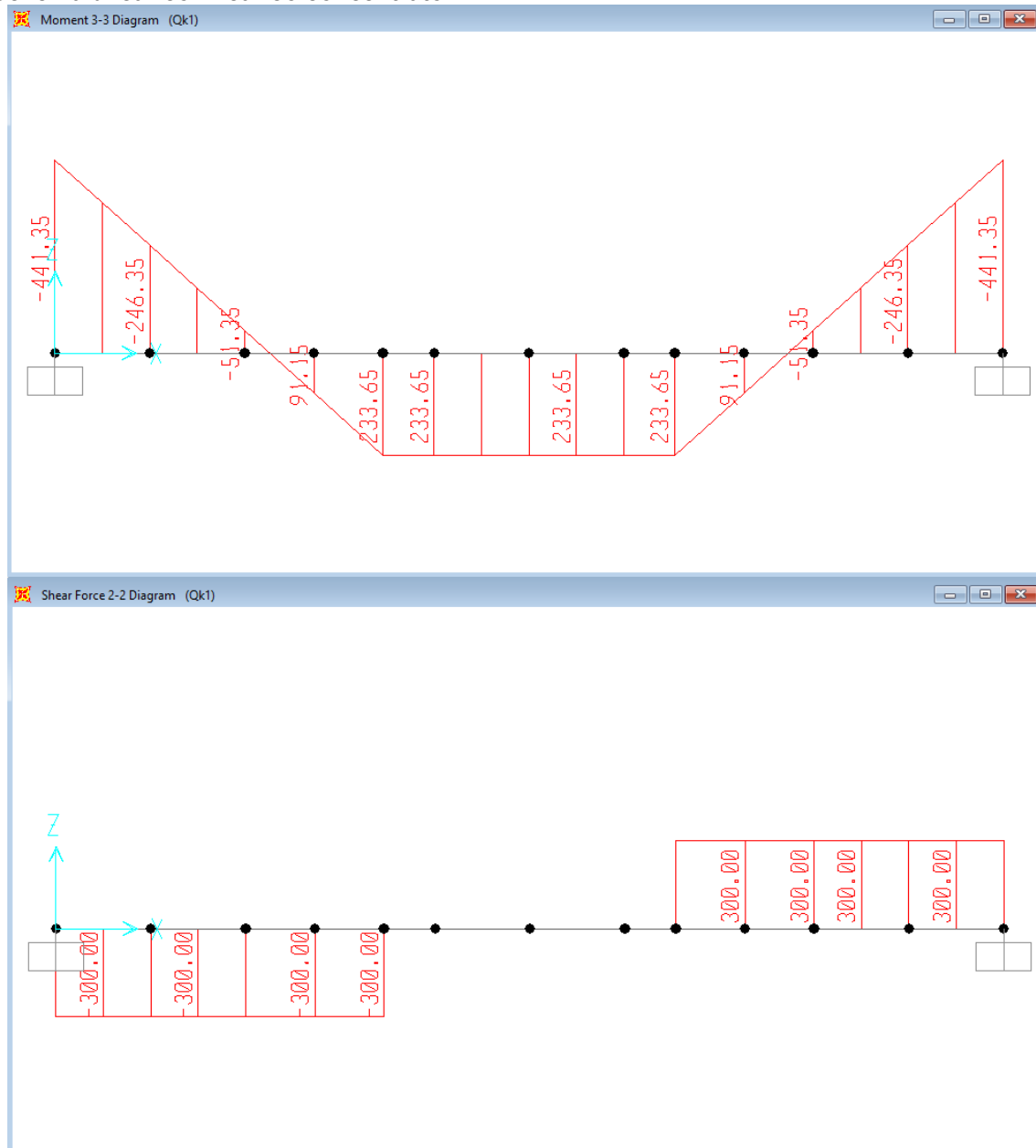
**Permanenti portati**



**Schema di carico 1: carico uniforme**



**Schema di carico 1: carico concentrato**



Le verifiche strutturali sono condotte amplificando i carichi elementari e combinandoli secondo quanto prescritto nelle NTC2008, come riportato nei capitoli precedenti. Le verifiche flessionali agli SLU ed SLE sono condotte nelle sezioni di incastro e di mezzeria: si riportano le armature adottate ed i valori delle sollecitazioni adottate in verifica.

Sezione di incastro:

φ26/100

Mmax 804 kNm/m

Vmax 581 kN/m

Sezione di mezzeria:

φ26/200

Mmax 422 kNm/m

Vmax 490 kN/m

**Sezione di incastro - SLU**

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	53.09	5
			2	26.55	55

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C C25/30

$\epsilon_{cu}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   ‰  
 $\tau_{c1}$   ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 $x$    $x/d$    
 $\delta$

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**

Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso

**Sezione di incastro – SLE**

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

N\* strati barre 2 Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N*	As [cm²]	d [cm]
1	53.09	5
2	26.55	55

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 -414 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14.17  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6  
 τ<sub>c1</sub> 1.829

σ<sub>c</sub> -6.406 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 160.6 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 0.8029 ‰  
 d 55 cm  
 x 20.59 x/d 0.3743  
 δ 0.9079

Verifica N\* iterazioni: 4

Precompresso

La tensione massima agente nelle barre di armatura risulta compatibile con la verifica di fessurazione indiretta:

prospetto 7.2N Diametri massimi delle barre φ<sub>s</sub> per il controllo della fessurazione<sup>1)</sup>

Tensione nell'acciaio <sup>2)</sup> [MPa]	Diametro massimo delle barre [mm]		
	w <sub>k</sub> = 0,4 mm	w <sub>k</sub> = 0,3 mm	w <sub>k</sub> = 0,2 mm
160	40	32	25

**Sezione di mezzeria – SLU**

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO: \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5
2	26.55	55

Tipologia sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N <sub>Ed</sub>	0	0	kN
M <sub>xEd</sub>	422	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Tipologia flessione:  
 Retta  Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali:

B450C	C25/30
$\epsilon_{su}$ 67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰
$E_s$ 200 000 N/mm²	$f_{cd}$ 14.17
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8
$\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	$\tau_{co}$ 0.6
	$\tau_{c1}$ 1.829

M<sub>xRd</sub> 536.6 kNm

$\sigma_c$  -14.17 N/mm²

$\sigma_s$  391.3 N/mm²

$\epsilon_c$  3.5 ‰

$\epsilon_s$  28.02 ‰

d 55 cm

x 6.108 w/d 0.111

$\delta$  0.7

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001    Rev. A    Foglio 68 di 102

### Sezione di mezzeria – SLE

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO: \_\_\_\_\_

N° strati barre:  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	26.55	5
2	26.55	55

**Tipo Sezione**

Rettan.re     Trapezi  
 a T     Circolare  
 Rettangoli     Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub>      kN  
M<sub>xEd</sub>      kNm  
M<sub>yEd</sub>    

**P.to applicazione N**

Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN   
yN

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

**B450C**    **C25/30**

ε<sub>su</sub>  ‰    ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm²    ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm²    f<sub>cd</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>     f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
ε<sub>syd</sub>  ‰    σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm²    τ<sub>co</sub>  ‰  
τ<sub>c1</sub>  ‰

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x     x/d   
δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

La tensione massima agente nelle barre di armatura risulta compatibile con la verifica di fessurazione indiretta:

prospetto 7.2N **Diametri massimi delle barre φ<sub>s</sub> per il controllo della fessurazione<sup>1)</sup>**

Tensione nell'acciaio <sup>2)</sup> [MPa]	Diametro massimo delle barre [mm]		
	w <sub>k</sub> = 0,4 mm	w <sub>k</sub> = 0,3 mm	w <sub>k</sub> = 0,2 mm
160	40	32	25

Si riporta di seguito il calcolo della resistenza a taglio:

f <sub>ck</sub>	25	MPa
f <sub>cd</sub>	14.2	MPa
b <sub>w</sub>	1000	mm
d	550	mm
φ	26	mm
N	10	
A <sub>i</sub>	531	mmq
A <sub>sl</sub>	5309	mmq
ρ <sub>i</sub>	0.009653	<0.02
k	1.603	



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 					
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 69 di 102</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 69 di 102
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 69 di 102		

$V_{Rd,c}$	306		kN/m
$\phi$	12		mm
N	4		
$A_i$	113		mmq
$A_{sw}$	452		mmq
s	125		mm
z	495		mm
$f_{ywd}$	391		MPa
$\theta$	45		
$tg\theta$	1		
$ctg\theta$	1		
$\alpha_c$	1		
$V_{Rd,s}$	701		kN/m
$V_{Rd,c}$	1753		kN/m
$V_{Rd}$	701		kN/m

Si è inoltre condotta la verifica di taglio-punzonamento considerando la presenza del carico concentrato definito dallo schema di carico 1.

Verifica punzonamento (EC1992-1-1 6.4)

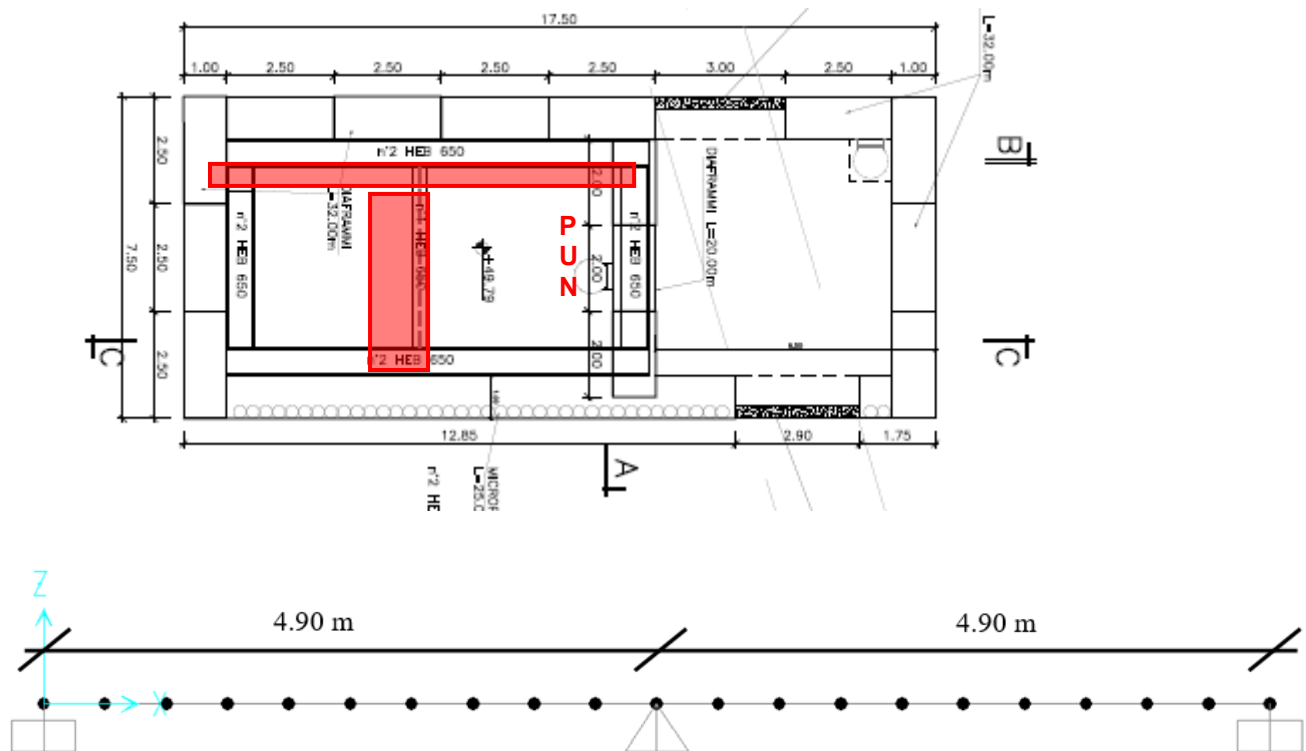
Spessore soletta	s	0.6	m
Dimensioni impronta	b	0.4	m
	h	0.4	m
Carico Concentrato	$Q_k$	300	kN
Altezza utile	dx	0.55	m
	dy	0.5	m
	$d_{eff}$	0.525	m
Perimetro	u1	10	m
	$\beta$	1.15	(6.21N)
Tensione Sollecitante	$V_{Ed}$	0.066	MPa
Resistenza al punzonamento	$f_{ck}$	25	MPa
	k	1.617	
	$\rho_l$	0.0096533	<0.02
	$C_{rdc}$	0.12	
	$V_{Rd}$	0.561	MPa
Coeff. Di Sicurezza		8.53	

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 70 di 102</p>	

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 71 di 102

## 9.8 Sistema di contrasto in acciaio

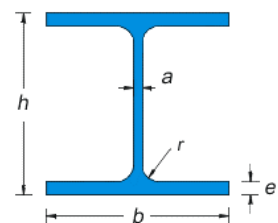
Si riporta di seguito il calcolo delle sollecitazioni e conseguente verifica dei profilati in acciaio costituenti il sistema di contrasto orizzontale posto a quota -5.12 m dall'estradosso soletta. Per la coppia di travi HEB650 costituenti la cerchiatura del pozzo si considera un modello a trave incastrata agli estremi ed incernierata nella mezzera.



Dalla relazione geotecnica si ha che la spinta agente sulla coppia di travi è pari a 470 kN/m nella combinazione di carico più gravosa. Si considera pertanto solamente la detta condizione ed il carico si ripartisce equamente sui due profili, pertanto il carico agente sulla singola trave HEB650 è  $470/2 = 235$  kN/m.

### Verifiche telaio

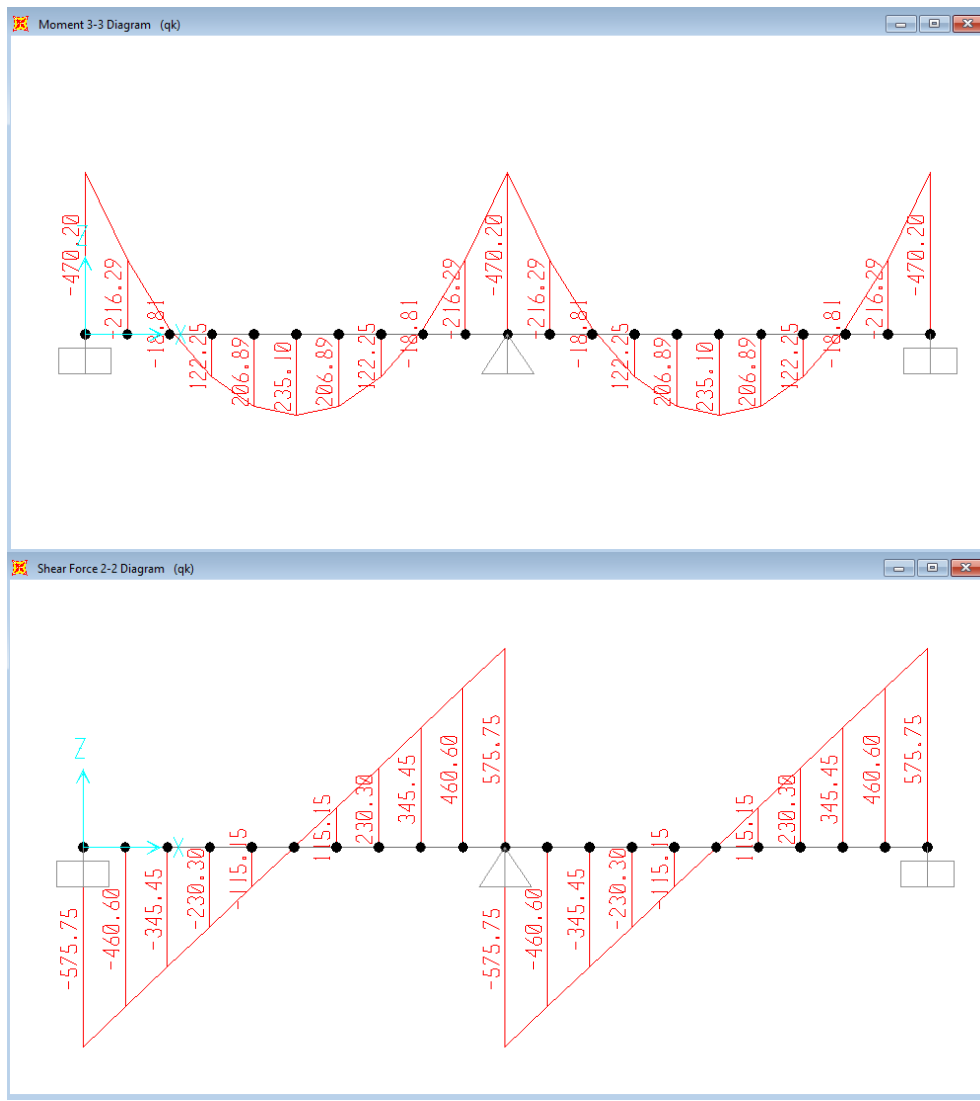
Luce	9.8	m
Interasse	4.9	m
Carico	470	kN/m
Carico/2	235	kN/m
$f_{yk}$	355	MPa
$\gamma_{M0}$	1.05	(NTC 4.2.V)



### Caratteristiche della sezione (singolo profilo)

A	2.86E+04	mm <sup>2</sup>
J	2.10E+09	mm <sup>4</sup>
Jmin	1.40E+08	mm <sup>4</sup>
W	6.48E+06	mm <sup>3</sup>

Di seguito si riporta l'andamento del momento e del taglio indotti nel singolo profilo HEB650 dal carico sopra definito:



Considerando la sezione maggiormente sollecitata si procede al calcolo delle tensioni massime agenti nella sezione stessa:

Mmax	470	kNm	$\sigma$	73	MPa
Vmax	575	kN	$\tau$	30	MPa
			$\sigma_{tot}=(\sigma^2+3\tau^2)^{0.5}$	89	MPa
		Coeff. Sicurezza		0.264	<1

La sezione risulta dunque ampiamente verificata.

Si procede ora alla verifica sul puntone costituito da un singolo profilo HEB650 e sollecitato esclusivamente da un carico di compressione indotto dalla spinta del terreno pari a 470 kN/m moltiplicata per l'area di influenza del puntone stesso  $l = 4.90$  m, ovvero  $470 \times 4.90 = 2303$  kN. Poiché l'elemento risulta prevalentemente compresso si procede alla verifica di instabilità secondo il paragrafo 4.2.4.1.3.1 delle NTC2008.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 73 di 102

$N_{ed}$	2303	kN
Luce	5.2	m
$l_0$	2600	mm
$f_{yk}$	355	MPa
$\gamma_{M1}$	1.05	(NTC 4.2.V)

Caratteristiche della sezione

A	2.86E+04	mm <sup>2</sup>
J	2.10E+09	mm <sup>4</sup>
Jmin	1.40E+08	mm <sup>4</sup>

$$N_{cr} = \pi^2 \frac{EJ_{\min}}{l_1^2}$$

$N_{cr}$	42863	kN
$\lambda_b$	0.487	
$\alpha$	0.21	
$\Phi$	0.649	
$\chi$	0.928	<1
$N_{b,Rd}$	8985	kN
Coeff.		
Sicurezza	0.256	<1

Si è considerata una luce libera di inflessione  $l_0=l/2 = 2.6$  m, poiché il puntone risulta doppiamente incastrato ad entrambe le estremità.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 74 di 102

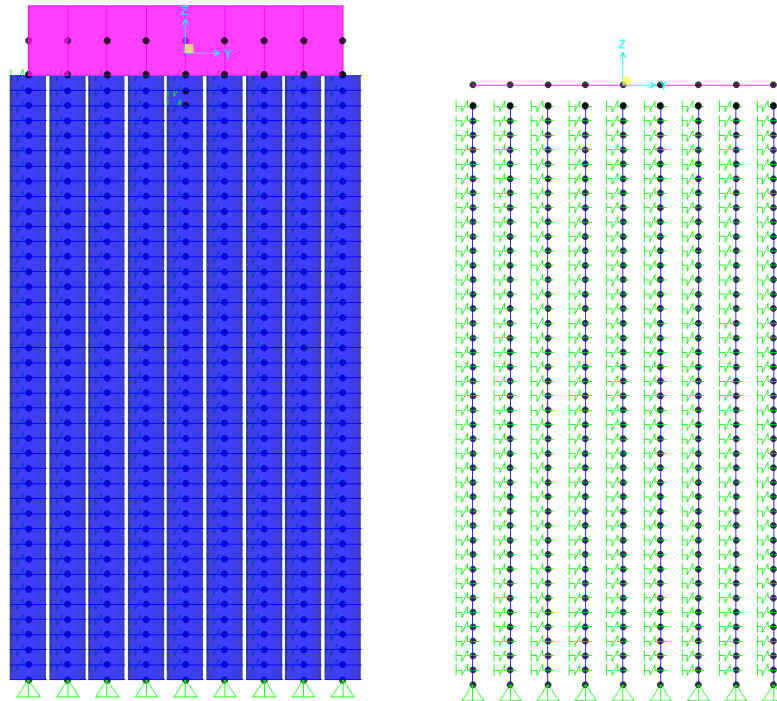
## 9.9 Verifiche platea di varo

Di seguito si riportano le ipotesi di calcolo e le verifiche delle opere adottate per il sistema di spinta.

### 9.9.1 Modello muro reggispinta

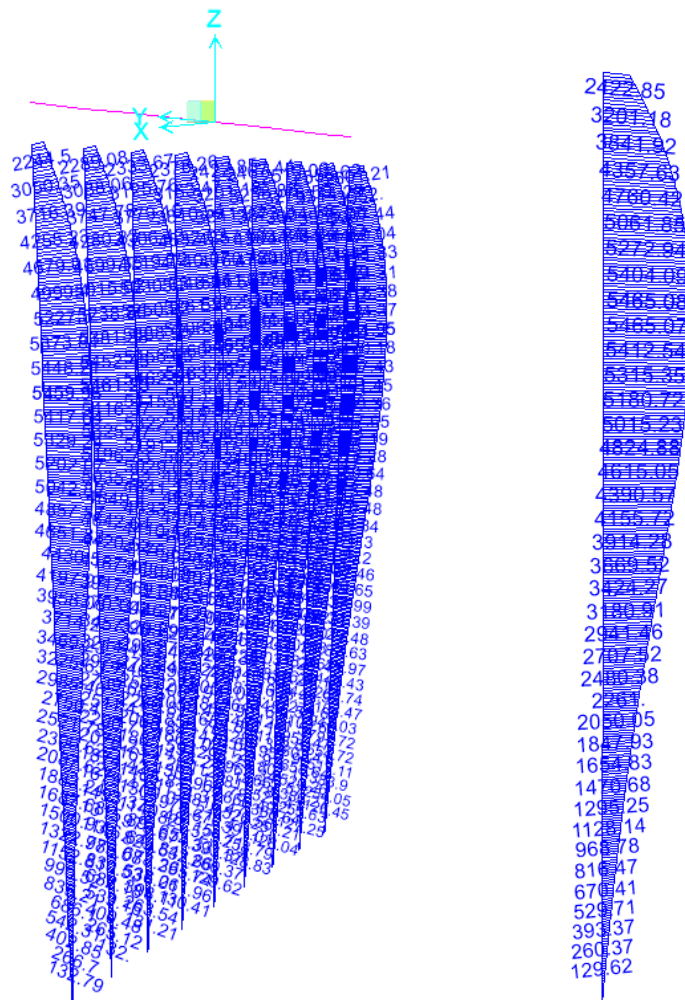
Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello del palo libero di ruotare in testa e vincolato con molle alle quali è stata assegnata una rigidità orizzontale distribuita ed un appoggio concentrato alla base del palo, realizzato mediante il programma di calcolo SAP2000. Il carico considerato agente è pari al peso del manufatto da spingere valutato come:  $(23.82 \cdot 25 \cdot 17 + 1828.5) = 11952 \text{ kN}$

Dove 23.82 è l'area della sezione dello scatolare moltiplicata per il peso del calcestruzzo armato e lo sviluppo, mentre 1828.5 kN è il peso dei rostri che vengono in seguito demoliti. Il peso del monolite è stato moltiplicato per 1.5 come indicato nell'elaborato IN0D00DI2PZIN0100002A. Per la costante elastica orizzontale del terreno, si è adottato, un valore di  $k_h = 25'000 \text{ kN/mc}$ , in accordo con i parametri geotecnici del sito.



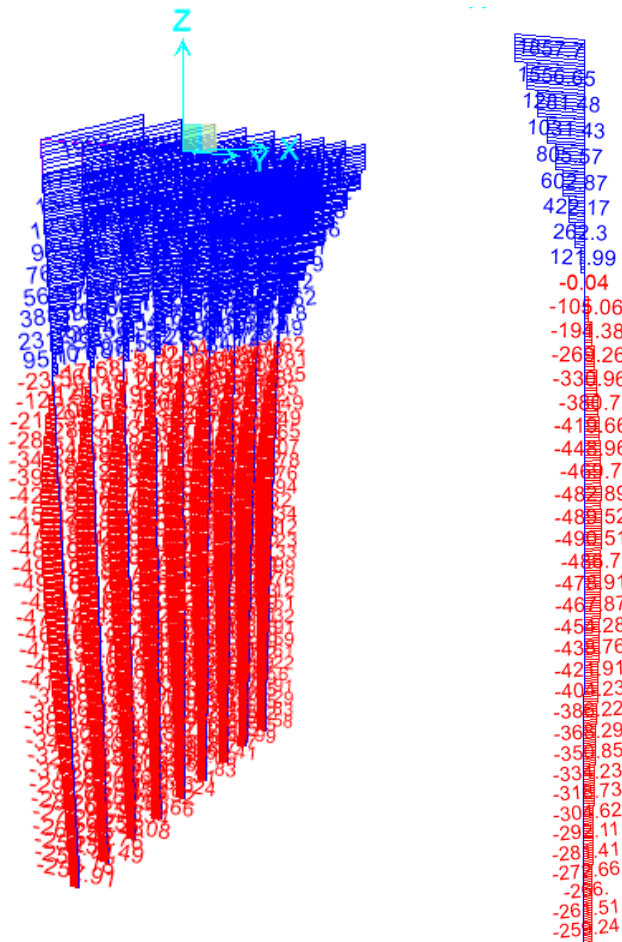
Modello di calcolo

**9.9.2 Sollecitazioni di calcolo pali**



**Figura 23 – Momento flettente**

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 76 di 102



**Figura 24 – Taglio**

### 9.9.3 Verifiche di sezione

Si effettua la verifica allo stato limite ultimo con i pali diametro 1200 armati con 55 $\phi$ 30 e una doppia corona di staffe circolari  $\phi$ 20/20.

La sezione in questione, maggiormente sollecitata con un momento agente  $M_{ed}=5481$  KNm.

Ed un Taglio agente pari a  $V_{ed}=2000$  kN.



**Titolo :** \_\_\_\_\_

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno  [cm]  
 Raggio interno  [cm]  
 N° barre uguali   
 Diametro barre  [cm]  
 Copriferro (baric.)  [cm]

N° barre  Zoom

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

**B450C** **C25/30**

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$    
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$    
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$    
 $\tau_{c1}$

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**

Retta  Deviata

Vertici:  N° rett.

Calcola MRd  cm **Dominio M-N**  
 Col. modello

Precompresso

Descrizione (Parametro/Caratteristica)	Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore
1 Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	1992
2 Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	0
3 Larghezza Sezione	B		mm	1010
4 Altezza Sezione	H		mm	1105
5 Numero delle barre longitudinali	n		-	55.0
6 Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	30
7 Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	60
8 Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	4
9 Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	20

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 78 di 102	

10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>200</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	45.000
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$			<b>0.85</b>
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$\alpha_{cc}f_{ck}/\gamma_c$	MPa	14.17
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk}/\gamma_a$	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed}/BH < 0,2f_{cd}$	MPa	0.00
21	Altezza Utile Sezione	$d$	$H - c - \phi/2$	mm	1030
22	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n\pi\phi^2/4$	mm <sup>2</sup>	38'877
23	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl}/Bd < 0,02$	-	0.02000
24	Coefficiente amplificativo	$k$	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.44065
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.303
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15\sigma_{cp}$	MPa	0.303
27	Coefficiente di riduzione	$v$	$(\cot\alpha + \cot\theta)/(1 + \cot\theta^2)$		0.500
28	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.637
30	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>663</b>
31	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>	<b>?</b>	<b>armatura NECESSARIA</b>
32	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rcd}$	$0,5\alpha_c v f_{cd}$	MPa	3.542
33	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rcd}</math></b>	<b><math>0,9v_{Rcd}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>3'316</b>
34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rcd}$	$V_{Rcd} / V_{Ed}$	-	1.658
35	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rcd}</math></b>	<b>?</b>	<b>OK</b>
36	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w\pi\phi_w^2/4$	mm <sup>2</sup>	1'257
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta)\text{sena}$		1.000
38	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rsd}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>2'279</b>
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rsd}$	$V_{Rsd} / V_{Ed}$	-	1.140
40	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rsd}</math></b>	<b>?</b>	<b>OK</b>

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 79 di 102	

41	<b>Verifica a taglio sulla sezione?</b>	<b>OK</b>
----	---	-----------

Si effettua la verifica a taglio della sezione del muro reggispinta armata con una maglia 300x300 di spille  $\phi 16$

Descrizione (Parametro/Caratteristica)		Notazione (NTC 2008)	Formule (NTC 2008)	Unità	Valore
1	Taglio Agente	$V_{ed}$		kN	<b>18000</b>
2	Sforzo Normale Agente	$N_{ed}$		kN	
3	Larghezza Sezione	B		mm	<b>12000</b>
4	Altezza Sezione	H		mm	<b>1400</b>
5	Numero delle barre longitudinali	n		-	<b>80.0</b>
6	Diametro delle barre longitudinali	$\phi$		mm	<b>26</b>
7	Copriferro delle barre longitudinali	c		mm	<b>40</b>
8	Numero delle barre trasversali a taglio	$n_w$		-	<b>40.0</b>
9	Diametro delle barre trasversali a taglio	$\phi_w$		mm	<b>16</b>
10	Interasse delle barre trasversali a taglio	$s_w$		mm	<b>300</b>
11	Angolo barre trasversali - asse trave	$\alpha$		°	<b>90</b>
12	Angolo bielle compresse - asse trave	$\theta$		°	21.801
13	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	$f_{ck}$		Mpa	<b>25</b>
14	Coefficiente di sicurezza sul calcestruzzo	$\gamma_c$		-	<b>1.5</b>
15	Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$			<b>0.85</b>
16	Resistenza caratteristica dell'acciaio	$f_{yk}$		MPa	<b>450</b>
17	Coefficiente di sicurezza sull'acciaio	$\gamma_a$		-	<b>1.15</b>
18	Resistenza di calcolo del calcestruzzo	$f_{cd}$	$\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	MPa	14.17
19	Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd}$	$f_{yk} / \gamma_a$	MPa	391
20	Tensione Compressione Media	$\sigma_{cp}$	$N_{Ed} / BH < 0,2 f_{cd}$	MPa	0.00
21	Altezza Utile Sezione	d	$H - c - \phi / 2$	mm	1347
22	Area di acciaio longitudinale	$A_{sl}$	$n \pi \phi^2 / 4$	mm <sup>2</sup>	42'474
23	Densità di armatura longitudinale	$\rho_l$	$A_{sl} / Bd < 0,02$	-	0.00263
24	Coefficiente amplificativo	k	$1 + \sqrt{(200/d)} < 2$	-	1.38533
25	Resistenza minima a taglio del cls non compres.	$v_{min}$	$0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	MPa	0.285
26	Resistenza minima a taglio del cls compresso	$v'_{min}$	$v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}$	MPa	0.285
27	Coefficiente di riduzione	v	$(\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$		0.345

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>					
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 80 di 102</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 80 di 102
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 80 di 102		

28	Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	$f(\sigma_{cp}/f_{cd})$	-	1.000
29	Resistenza di calcolo a taglio del cls non armato	$V_{Rd}$	$0,18k(100\rho_l f_{ck})^{1/3}$	MPa	0.311
30	<b>Taglio Resistente del cls non armato</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b><math>v_{Rd,c}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>5'033</b>
31	<b>Verifica in assenza di armature a taglio</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rd,c}</math></b>	<b>?</b>	<b>armatura NECESSARIA</b>
32	Resistenza massima a taglio del cls	$V_{Rcd}$	$0,5\alpha_c v f_{cd}$	MPa	2.443
33	<b>Taglio Resistente massimo del cls</b>	<b><math>V_{Rcd}</math></b>	<b><math>0,9v_{Rcd}Bd</math></b>	<b>kN</b>	<b>35'533</b>
34	Coefficiente di sicurezza a taglio del cls	$\eta_{Rcd}$	$V_{Rcd} / V_{Ed}$	-	1.974
35	<b>Verifica a taglio per cls compresso</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rcd}</math></b>	<b>?</b>	<b>OK</b>
36	Area di acciaio trasversale	$A_{sw}$	$n_w \pi \phi_w^2 / 4$	mm <sup>2</sup>	8'042
37	Coefficiente di resistenza dell'armatura	$v_1$	$(\cot\alpha + \cot\theta) s_{ena}$		2.500
38	<b>Taglio Resistente dell'armatura</b>	<b><math>V_{Rsd}</math></b>	<b><math>0,9dA_{sw}f_{yd}v_1/s_w</math></b>	<b>kN</b>	<b>31'793</b>
39	Coefficiente di sicurezza della sezione armata	$\eta_{Rsd}$	$V_{Rsd} / V_{Ed}$	-	1.766
40	<b>Verifica a taglio dell'armatura</b>		<b><math>V_{Ed} &lt; V_{Rsd}</math></b>	<b>?</b>	<b>OK</b>
41	<b>Verifica a taglio sulla sezione?</b>				<b>OK</b>

Di seguito la verifica a trazione della platea di varo sotto l'azione della spinta. La verifica è effettuata con un armatura di 46 $\phi$ 26 superiori e 46 $\phi$ 26 inferiori.

Verifica C.A. S.L.U. - File: IN01 paloreggispinta

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

N\* strati barre  Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	930	40

N*	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	244.23	5.3
2	244.23	34.7

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>   kN  
 M<sub>xEd</sub>   kNm  
 M<sub>yEd</sub>

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

Tipo rottura  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>  kN m

Materiali

ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm<sup>2</sup>  
 σ<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup>  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N\* rett.

Calcola MRd

L<sub>0</sub>  cm

Precompresso

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 82 di 102

### 9.9.4 Verifica palo

Di seguito il calcolo della resistenza ultima dei pali a taglio secondo la teoria di Broms. Per i parametri geotecnici si fa riferimento al seguente elaborato.

I	N	0	D	0	0	D	I	2	R	B	I	N	0	1	0	0	0	0	1	RELAZIONE GEOTECNICA
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------------

lunghezza del palo:	L (m) =	<b>10.00</b>		
diametro:	d (mm) =	<b>1200</b>	d (m) =	1.20
momento di plasticizzazione:	M <sub>y</sub> (kNm) =	<b>5991</b>		
			L/d =	8.3333
peso di volume efficace (terreno):	γ (kN/m <sup>3</sup> ) =	<b>19.5</b>		
angolo di resistenza al taglio efficace:	φ (°) =	<b>37</b>	K <sub>p</sub> =	4.0228
			coefficiente spinta passiva	

$$M_y / (K_p \cdot \gamma \cdot d^4) = 36.83$$

palo libero in testa:  
 valutazione forza orizzontale limite H

eccentricità forza orizzontale: e (m) = **0.50**                      e/d = 0.4167

**palo corto:**       $H / (K_p \cdot \gamma \cdot d^3) = 33.07$       H (kN) = 4482.5

$$\frac{H}{k_p \gamma d^3} = \frac{d}{2(e+L)} \left( \frac{L}{d} \right)^3$$

**palo lungo:**       $H / (K_p \cdot \gamma \cdot d^3) = 14.71$       H (kN) = 1994.4

### 9.10 Verifiche della palificata a sostegno dell'opera di scavalco

L'analisi dell'interazione terreno-struttura è stata svolta con il codice di calcolo PARATIE PLUS 2016. Tale software considera l'interazione terreno-struttura attraverso il metodo semplificato della trave su letto di molle alla Winkler. In dettaglio, il codice di calcolo Paratie schematizza il terreno con molle le cui rigidezze sono caratterizzate da leggi costitutive non lineari, del tipo elasto-plastico o elastico non lineare-plastico, con valori iniziali delle tensioni orizzontali efficaci pari a quelle geostatiche e valori limite pari a

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 83 di 102

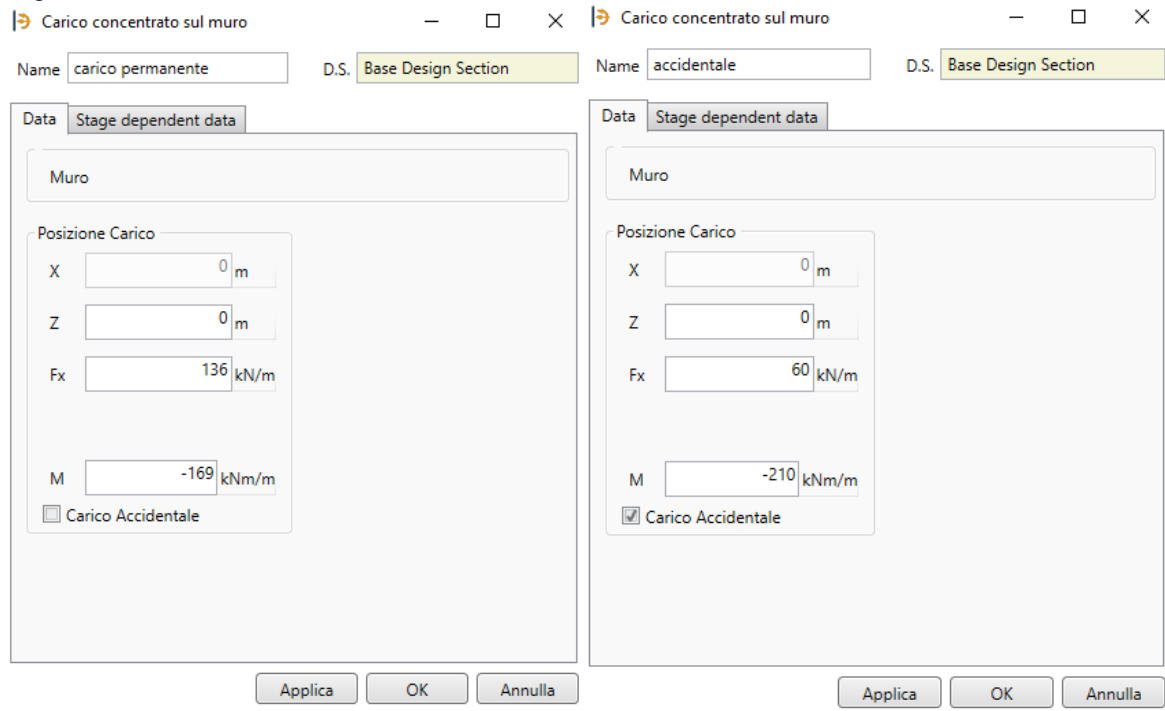
quelli attivi e passivi. Il software permette di verificare il comportamento della struttura in tutte le fasi costruttive.

Gli stage analizzati sono i seguenti:

- 1- CONDIZIONI INIZIALI GEOSTATICHE
- 2- FASE DI SCAVO
- 3- REALIZZAZIONE MURO DI SOSTEGNO
- 4- ANALISI SISMICA

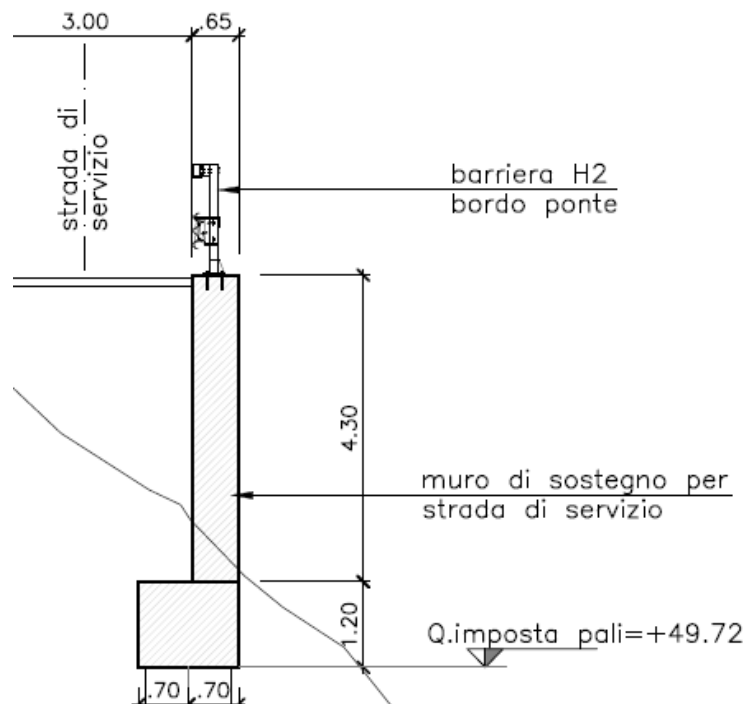
<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 84 di 102

Dalla fase tre con la realizzazione del muro di sostegno si inseriscono nel modello di paratie le forze derivanti dal riempimento e dal carico accidentale valutate con un'analisi piana del muro descritta di seguito.



### 9.10.1 Analisi del muro sopra la paratia

Dalla fase tre con la realizzazione del muro di sostegno si inseriscono nel modello di paratie le forze derivanti dal riempimento e dal carico accidentale valutate con un'analisi piana del muro descritta di seguito.





<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 85 di 102</p>

Nelle tabelle vengono riepilogati, suddivisi per argomenti, i dati del muro e del terreno utili ai fini delle verifiche, secondo il seguente ordine:

- La geometria della muro e del terreno a tergo (Geometric data).

Il muro viene definito dalle coordinate dei punti di 2 polilinee che ne descrivono il profilo a monte ( $D$ ,  $y_m$ ) e a valle ( $B$ ,  $y_m$ ). L'asse  $y$  coincide con la verticale passante per l'estremo a monte della fondazione del muro, ed è diretto verso il basso; l'origine è all'intersezione con il piano di campagna: in definitiva l'asse  $y$  individua la traccia della superficie teorica di applicazione della spinta. Le 2 polilinee disegnano il muro al loro interno, la polilinea di monte e l'asse  $y$  disegnano il volume di terra gravante sul muro. Vengono inoltre indicati: la quota di spiccato del muro o estradosso fondazione (Foundation height), la quota di intradosso fondazione o altezza totale (Global height), la pendenza del paramento a monte (Wall slope) e l'estensione longitudinale del muro (Wall estension), che viene utilizzata solo ai fini della verifica della fondazione, mentre tutte le sollecitazioni vengono calcolate a  $m$  lineare.

- I dati generali di carico (General data).

- Peso specifico del materiale del muro (Wall unit weight).
- Valore del sovraccarico esteso, a monte del muro.

Dato che si è in presenza di un muro di sostegno affiancante una pista di servizio, su tutta la larghezza è stato considerato il sovraccarico uniformemente distribuito permanente della pavimentazione stradale pari a  $3 \text{ kN/m}^2$  (Dead Load).

Il sovraccarico accidentale del traffico stradale sulla superficie di riferimento risulta pari a  $20 \text{ kN/m}^2$  (Live Load).

- Le caratteristiche del terreno (Soil Characteristics).

Vengono indicati i parametri caratteristici degli strati di terreno spingente: quota  $y_t$ , peso volume  $p_s$ , angolo di attrito  $\varphi$ , coesione efficace  $c$  e coesione non drenata  $c_u$ , alla quota  $y_t$ . I parametri  $\alpha_c$  e  $\alpha_{cu}$  possono essere inseriti per ridurre la quota di coesione efficace o non drenata da utilizzare nella verifica a scorrimento del muro, così da tener conto del rimaneggiamento in fase di scavo. Per i parametri in fondazione, ai fini della valutazione del carico critico, saranno utilizzati quelli dello strato immediatamente al disotto della quota massima del muro.

Per il rilevato stradale, come da specifica

RFIDTCINCCSSPIFS001A, si assumono:

$$p_s = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi = 35^\circ$$

Vengono poi forniti:

- La pendenza del piano di campagna a monte (Ground slope)  $L$ ;
- L'angolo di attrito terra-muro (Soil-wall friction) come percentuale rispetto a  $\varphi$ ;
- La quota della falda a monte (Groundwater upstream);
- La quota della falda a valle (Groundwater downstream).

L'opzione "Rest Coefficient" permette di selezionare il calcolo delle spinte statiche mediante il coefficiente di spinta a riposo:

$$k_0 = 1 - \text{sen } \varphi$$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 86 di 102</p>

piuttosto che mediante il coefficiente di spinta attiva. Le spinte in condizioni sismiche sono valutate sempre come spinte attive.

- Le forze concentrate applicate (Point loads), definite sempre come carichi per metro lineare di muro, insieme alle coordinate del loro punto di applicazione: l'ascissa (Distance) per le forze verticali, l'ordinata (Height) per quelle orizzontali. Possono essere inserite anche forze orizzontali aggiuntive generate dal sisma (Seismic force). Possono essere trattate come "Point loads" eventuali forze dovute al peso di parti di muro non descrivibili diversamente, le azioni trasmesse dagli impalcati sulle spalle, i carichi dovuti ad azioni su barriere disposte alla sommità del muro, ecc. Ciascuna forza concentrata verrà fattorizzata in funzione della sua natura, permanente (Dead), accidentale (Live), o sismica (Seismic) e del suo effetto sulle verifiche: favorevole (F) o sfavorevole (S).
- Le caratteristiche dei materiali strutturali con i relativi coefficienti di sicurezza e le resistenze di calcolo (Structural materials). E' stata definita anche una tensione ammissibile nell'acciaio teso per gli SLS pari a  $337 \text{ MPa} < 0.75 f_{yk}$ , che è stata ridotta a  $180 \text{ MPa}$  nel caso raro e quasi permanente per limitare la fessurazione.
- La geometria delle sezioni di verifica (Characteristics of RC sections).  
Per le sezioni di spiccato del muro (Base of the wall) e per quelle della fondazione a valle (Section 1) e a monte (Section 2), vengono indicati:
  - L'altezza H della sezione;
  - La larghezza B, in generale pari a 1 m;
  - Il copriferro c;
  - Il numero  $n_a$ , il diametro  $\varnothing_a$  e la distanza d dal lembo teso delle armature a flessione;
  - Il diametro  $\varnothing_s$  delle barre a taglio (Ties), qualora necessarie, e il loro interasse  $s_x$  ed  $s_y$  nelle due direzioni in pianta.
- Le combinazioni di carico esaminate con i fattori di combinazione (Combination factors).  
Oltre alla denominazione sulla base della nomenclatura di norma, sono riportati i coefficienti parziali assunti nelle diverse combinazioni per le singole azioni considerate (Load factors) e per i parametri di resistenza del terreno (Soil parameter coefficients). L'indicazione (1) si riferisce ad una serie di coefficienti tutti unitari, utilizzati per le verifiche agli SLS. Tra i fattori parziali sono indicati:
  - $\gamma_{GS}$  il fattore per i carichi permanenti stabilizzanti (es. peso muro e terreno);
  - $\gamma_{GR}$  il fattore per i carichi permanenti ribaltanti (es. spinte di terra e di falda);
  - $\gamma_{QS}$  il fattore per i carichi accidentali stabilizzanti (es. sovraccarico sul muro);
  - $\gamma_{QR}$  il fattore per i carichi accidentali ribaltanti (es. spinte del sovraccarico);
  - $\psi_Q$  il fattore di contemporaneità dei carichi accidentali, da associare sempre a  $\gamma_{QS}$  e  $\gamma_{QR}$ ;
  - $\gamma_E$  il fattore moltiplicatore per le azioni sismiche;
  - $\gamma_{\text{tang}\phi}$  il coefficiente di sicurezza sulla tangente dell'angolo di attrito del terreno;
  - $\gamma_c$  il coefficiente di sicurezza sulla coesione efficace;
  - $\gamma_\gamma$  il coefficiente di sicurezza sul peso volume;

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 87 di 102	

- $\gamma_{cu}$  il coefficiente di sicurezza sulla coesione non drenata.

Ai fini della composizione dei fattori di combinazione si precisa che:

- Vengono assunti sempre e solo i valori sfavorevoli per i carichi ribaltanti;
- Il fattore  $\gamma_E$ , ove presente, è posto pari a 1, avendo già inserito il fattore di importanza all'interno dell'accelerazione di base;
- La combinazione con fattori EQU viene utilizzata ai soli fini delle verifiche globali (Global check) per i muri su fondazione superficiale.

Nei casi in esame vengono perciò considerate le seguenti combinazioni:

- 1) ULS EQU – Vengono combinati i fattori EQU+M2;
- 2) ULS 1 STR – Vengono combinati i fattori A1+M1, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 3) ULS 2 STR – Vengono combinati i fattori A1+M1, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 4) ULS 3 GEO – Vengono combinati i fattori A2+M1, con i valori favorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 5) ULS 4 GEO – Vengono combinati i fattori A2+M1, con i valori sfavorevoli per i carichi stabilizzanti;
- 6) ULV SEIS – Combinazione sismica con fattori di carico unitari e coefficienti M2 per il terreno;
- 7) SLS RARA – Combinazione di esercizio (tutti  $\gamma = 1$ ) in presenza di carico accidentale ( $\psi_Q = 1$ );
- 8) SLS QUASIP – Combinazione di esercizio (tutti  $\gamma = 1$ ) in assenza di carico accidentale ( $\psi_Q = 0$ ).

Nel foglio di calcolo è possibile inserire, per i fattori di carico e per i coefficienti dei parametri del terreno, gruppi di valori coerenti con norme diverse e per diverse tipologie di opere.

Per i fattori di carico:

- NTC 2008 – Carichi mobili non stradali
- NTC 2008 – Carichi mobili stradali
- NTC 2008 – Carichi mobili ferroviari
- EN 1990
- Altro

Per i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno:

- NTC 2008
- EN 1997
- NTC 08 opere di sostegno
- Altro

Si possono inserire altresì gruppi di valori diversi da quelli predisposti scegliendo la voce "Altro" dal menù a tendina. In questo caso è conveniente inserire i valori da utilizzare nella maschera esterna all'area di stampa e richiamare la voce nella casella in alto a sinistra.

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 88 di 102

- Le sollecitazioni in fondazione (Stress on foundation).

Per ciascuna combinazione vengono riassunte, ricavandoli dai risultati dei fogli successivi le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N, forza orizzontale T e momento ribaltante M.

- Il controllo di verifica della sezione di spiccato del muro (Check at the base of the wall).

Per ciascuna combinazione vengono riassunti, ricavandoli dai risultati dei fogli successivi:

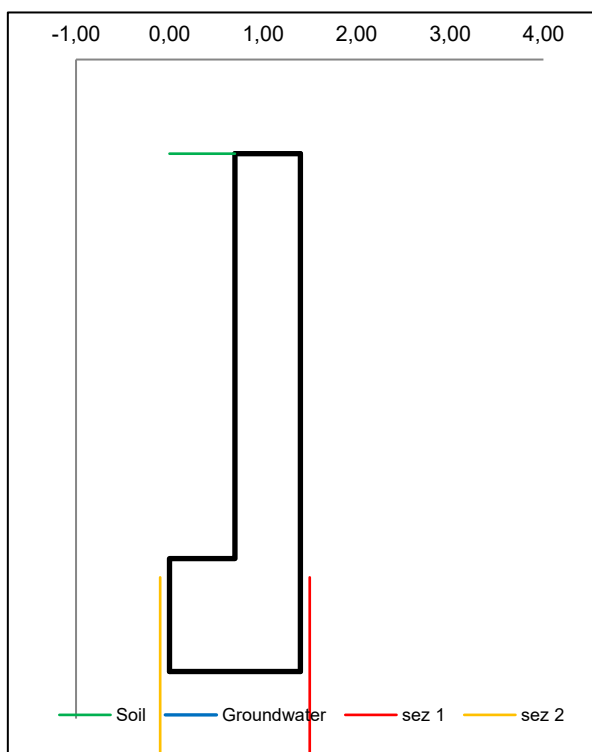
- Lo sforzo normale  $N_s$ , il taglio  $T_s$  e il momento flettente  $M_s$  allo spiccato;
- Il coefficienti di utilizzazione a taglio della sezione,  $U_{T_s}$ , calcolato come rapporto tra la sollecitazione esterna agente  $T_s$  e la resistenza a taglio della sezione: La resistenza a taglio è quella della sezione non armata in assenza di barre a taglio, ovvero, in presenza di armature a taglio, la minima tra la resistenza a compressione per taglio del calcestruzzo e la resistenza a trazione delle barre a taglio (Ties);
- Il coefficiente di utilizzazione a momento flettente  $U_{M_s}$ , calcolato come rapporto tra la sollecitazione esterna  $M_s$  e il momento resistente in presenza dello sforzo normale  $N_s$ . Per le combinazioni SLS il coefficiente di utilizzazione si riferisce al dominio costruito sulla base delle tensioni limiti nel calcestruzzo e nell'acciaio. L'esito delle verifiche è positivo se i coefficienti di utilizzazione a taglio e a momento sono minori di 1.

**WALL H**  
= **5.50 m**

### SUMMARY OF DATA

#### Geometric data

$y_m$	D	B
m	m	m
<b>0.00</b>		
<b>0.00</b>	<b>0.70</b>	<b>1.40</b>
<b>0.60</b>	<b>0.70</b>	<b>1.40</b>
<b>0.70</b>	<b>0.70</b>	<b>1.40</b>
<b>4.30</b>	<b>0.70</b>	<b>1.40</b>
<b>4.30</b>	<b>0.00</b>	<b>1.40</b>
<b>5.50</b>	<b>0.00</b>	<b>1.40</b>
Foundation Height		<b>5.50</b>
Global Height		<b>5.50</b>
Wall slope (°)		<b>0.00</b>
Wall extention		<b>5.00</b>
Work out strip		<b>1.00</b>



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 89 di 102

### General data

Wall unit weight	kN/m <sup>3</sup>	<b>25.00</b>
Dead load	kN/m <sup>2</sup>	<b>3.00</b>
Dead load 2 (ballast)	kN/m <sup>2</sup>	<b>0.00</b>
Live load	kN/m <sup>2</sup>	<b>20.00</b>

### Structural materials

Parametro	Unit	Value
Concrete Characteristic Strength	Mpa	<b>30</b>
Concrete safety factor		<b>1.5</b>
Steel Characteristic Strength	Mpa	<b>450</b>
Steel safety factor		<b>1.15</b>
Concrete Design strength	Mpa	<i>17.00</i>
Steel Design strength	Mpa	<i>391</i>
Concrete Design strength SLS RARE	Mpa	<i>16.50</i>
Concrete Design strength SLS QP	Mpa	<i>12.00</i>
Steel Limit strength SLS RARE	Mpa	<i>337.50</i>
Steel Limit strength SLS QP	Mpa	<i>180.00</i>

### Soil characteristics

Soil layer	y <sub>t</sub>	ps	φ'	c'	c <sub>u</sub>	α <sub>c</sub>	α <sub>cu</sub>	ps'
	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	-	-	kN/m <sup>3</sup>
1	<i>0.00</i>	<i>20.00</i>	<i>35.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.00</i>	<i>1.00</i>	<i>20.00</i>
	<i>4.30</i>	<i>20.00</i>	<i>35.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.00</i>	<i>1.00</i>	<i>20.00</i>
2	<i>4.30</i>	<i>20.00</i>	<i>35.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.00</i>	<i>1.00</i>	<i>20.00</i>
	<i>5.50</i>	<i>20.00</i>	<i>35.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>1.00</i>	<i>1.00</i>	<i>20.00</i>
Ground slope (°)							<i>0.00</i>	°
Soil/wall Friction							<i>0%</i>	% φ
Groundwater upstream							<i>15.00</i>	m
Groundwater downstream							<i>15.00</i>	m
Groundwater							<i>NO</i>	
Rest Coefficient							<i>SI</i>	

### Point loads

Load type	Horizontal		Vertical		
	Force	Height	Force	Distance	
	kN/m	m	kN/m	m	
Dead force	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>F</b>
Live force	<b>10</b>	<b>-3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>S</b>
ΔSeismic force	<b>5</b>	<b>3</b>			

### Characteristics of RC sections

Section	Base of the wall		
Geometric data	H	B	c
Dimensions and concrete cover	<i>700</i>	<i>1000</i>	<b>40</b>

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 90 di 102

<b>Bending reinforcement</b>	$n_a$	$\phi_a$	$d$
Rear reinforcement (soil side)	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
Rear reinforcement (second layer)			<b>80</b>
Third layer			<b>80</b>
Front reinforcement	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>650</b>
<b>Shear reinforcement</b>	$\phi_s$	$s_x$	$s_y$
Ties		<b>400</b>	<b>400</b>

### Combinations factors

stradali Iricav2	Load	Load factors							
		$\gamma_{GS}$	$\gamma_{GR}$	$\gamma_{GRperm}$ port	$\gamma_{QS}$	$\gamma_{QR}$	$\psi_Q$	$\gamma_E$	
ULS EQU	EQU	0.90	1.10	1.10	0.00	1.50	1.00	0.00	
ULS STR 1	A1	1.00	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	0.00	
ULS STR 2	A1	1.35	1.35	1.50	1.35	1.35	1.00	0.00	
ULS GEO 1	A2	1.00	1.00	1.30	0.00	1.15	1.00	0.00	
ULS GEO 2	A2	1.00	1.00	1.30	1.15	1.15	1.00	0.00	
ULS SEISM	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.20	1.00	
SLS RARE	(1)	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	
SLS QUASIP	(1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	

**WALL H** = **5.50 m**      **SUMMARY OF RESULTS**

### Stress on foundation

stradali Iricav2		Load	Soil	N	T	M
				kN/m	kN/m	kNm/m
ULS	EQU	EQU	M2	176.00	278.77	734.12
ULS	STR 1	A1	M1	195.55	260.46	675.60
ULS	STR 2	A1	M1	282.89	260.46	683.45
ULS	GEO 1	A2	M2	195.55	239.28	623.70
ULS	GEO 2	A2	M2	211.65	239.28	618.06
ULS	SEISM	(1)	M2	176.42	229.18	523.58
SLS	RARE	(1)	(1)	195.55	192.94	511.16
SLS	QUASIP	(1)	(1)	195.55	136.03	297.17

### Check at the base of the wall

stradali Iricav2		Load	Soil	$N_s$	$T_s$	$U_{Ts}$	$M_s$	$U_{Ms}$	CHECK
				kN/m	kN/m	-	kNm/m	-	
ULS	STR 1	A1	M1	195.55	260.46	0.579	675.60	0.723	OK
ULS	STR 2	A1	M1	282.89	260.46	0.563	683.45	0.691	OK
ULS	GEO 1	A2	M2	195.55	239.28	0.532	623.70	0.668	OK
ULS	GEO 2	A2	M2	211.65	239.28	0.529	618.06	0.654	OK
ULS	SEISM	(1)	M2	176.42	217.09	0.485	490.32	0.532	OK
SLS	RARE	(1)	(1)	195.55	192.94		511.16	0.648	OK

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 91 di 102

SLS	QUASIP	(1)	(1)	195.55	136.03		348.08	0.441	OK
-----	--------	-----	-----	--------	--------	--	--------	-------	----

**WALL H = 5.50 m SEZIONE ALLO SPICCATO**  
**VERIFICA SEZIONE IN C.A. A TAGLIO E PRESSOFLESSIONE RETTA**

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Parametro	Simb.	Unità	Valore
Resistenza caratteristica del cls	$f_{ck}$	Mpa	30
Coefficiente di sicurezza sul cls	$\gamma_c$	-	1.5
Coefficiente di riduzione sul cls	$\alpha_c$	-	0.85
Resistenza di calcolo del cls	$f_{cd}$	MPa	17.0
Resistenza caratt. dell'acciaio	$f_{yk}$	MPa	450
Coefficiente di secur. sull'acciaio	$\gamma_s$	-	1.15
Resistenza di calc. dell'acciaio	$f_{yd}$	MPa	391
Tensione limite calcestruzzo RARE	$\sigma_{cd}$	MPa	16.5
Tensione limite calcestruzzo QUASIP	$\sigma_{cd}$	MPa	12.0
Tensione limite acciaio RARE	$\sigma_{yd}$	MPa	337.5
Tensione limite acciaio QUASIP	$\sigma_{yd}$	MPa	180.0
Coeffic. di omogeneizzazione	$n$	-	15

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Dimensione in direzione y	B	mm	1000
Dimensione in direzione x	H	mm	1400
Copriferro netto	c	mm	40

#### CARATTERISTICHE ARMATURE

ARMATURE A FLESSIONE	$n_a$	$\phi_a$ (mm)	D (mm)
Armature parallele lato B strato 1	5	20	50
Armature parallele lato B strato 2	0	0	80
Armature parallele lato B strato 3	0	0	80
Armature parallele lato B strato 4	5	20	1350
ARMATURE A TAGLIO	$n_b$	$\phi_w$ (mm)	$s_w$ (mm)
Staffe in direzione x	2.5	0	400





<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 93 di 102

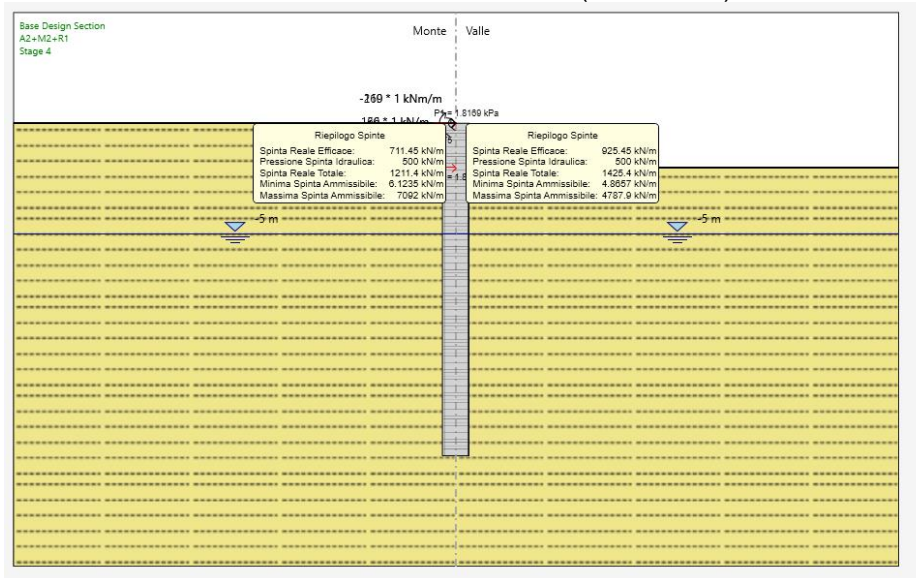
### 9.10.2 Risultati dell'analisi sulla paratia

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalle analisi effettuate. Per i tabulati di calcolo con i dati di input ed output delle sezioni esaminate vedere l'allegato A.

Si riportano in forma grafica:

- I risultati delle verifiche di stabilità geotecnica condotte in accordo alle NTC 2008, per gli SLU secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2;
- le azioni interne da considerare ai fini delle verifiche strutturali della paratia, in accordo alle NTC 2008, per gli SLU secondo l'Approccio 1 – Combinazione 1
- i valori di spostamento agli SLE.

#### STABILITA' GEOTECNICA DELL'OPERA DI SOSTEGNO (A2+M2+R1)



Riepilogo delle spinte sulla paratia

SOLLECITAZIONI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI (A1+M1+R1)

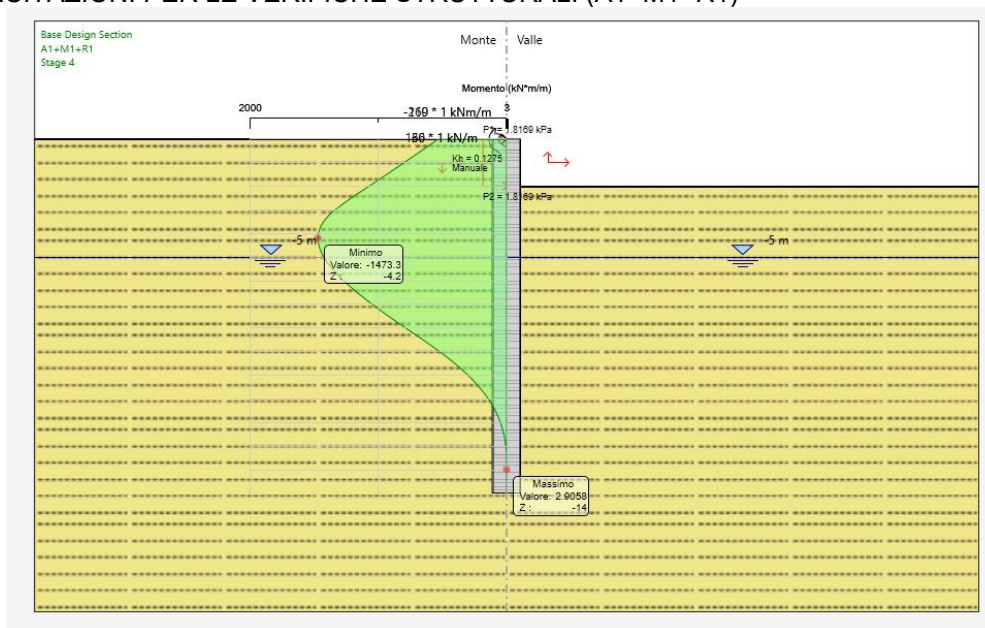


Grafico del momento (A1+M1+R1)

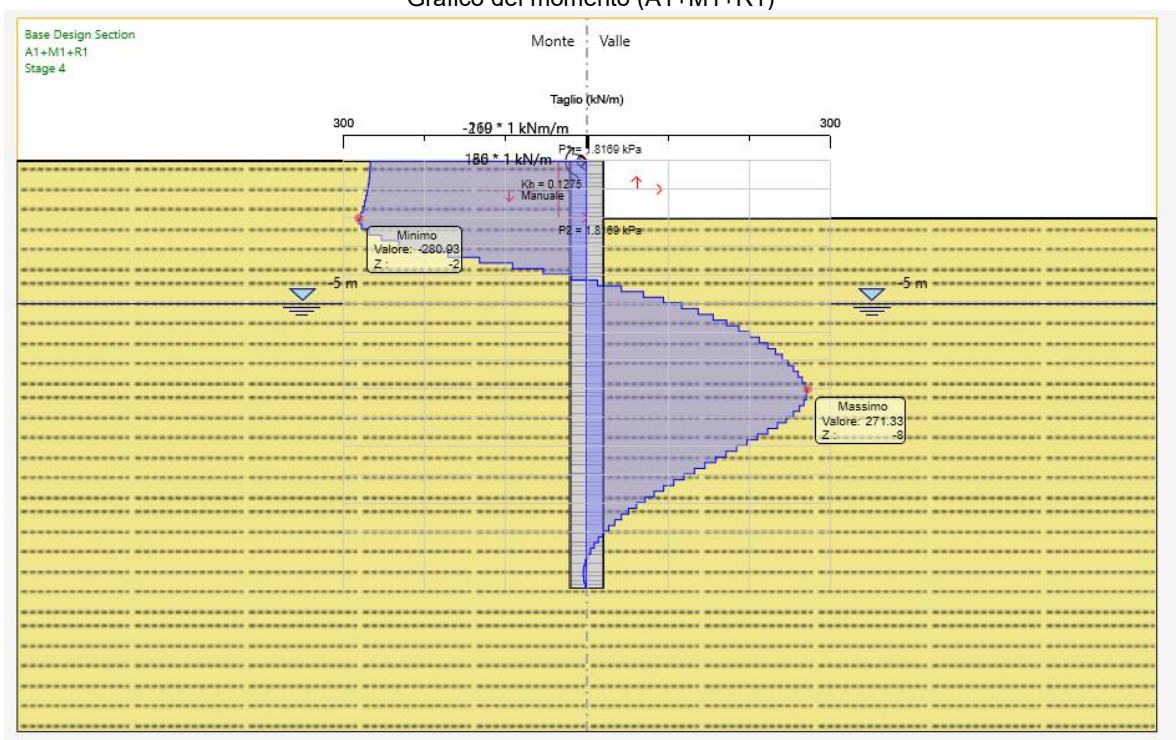


Grafico del taglio (A1+M1+R1)

SOLLECITAZIONI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI (SISMICA GEO)

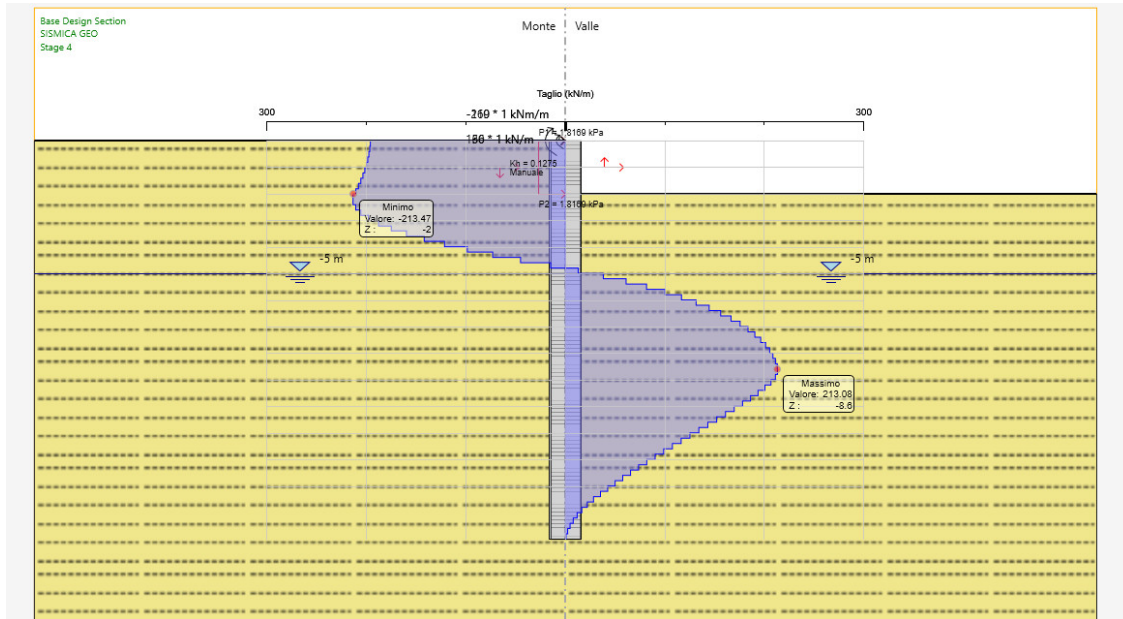


Grafico del taglio (SISMICA GEO)

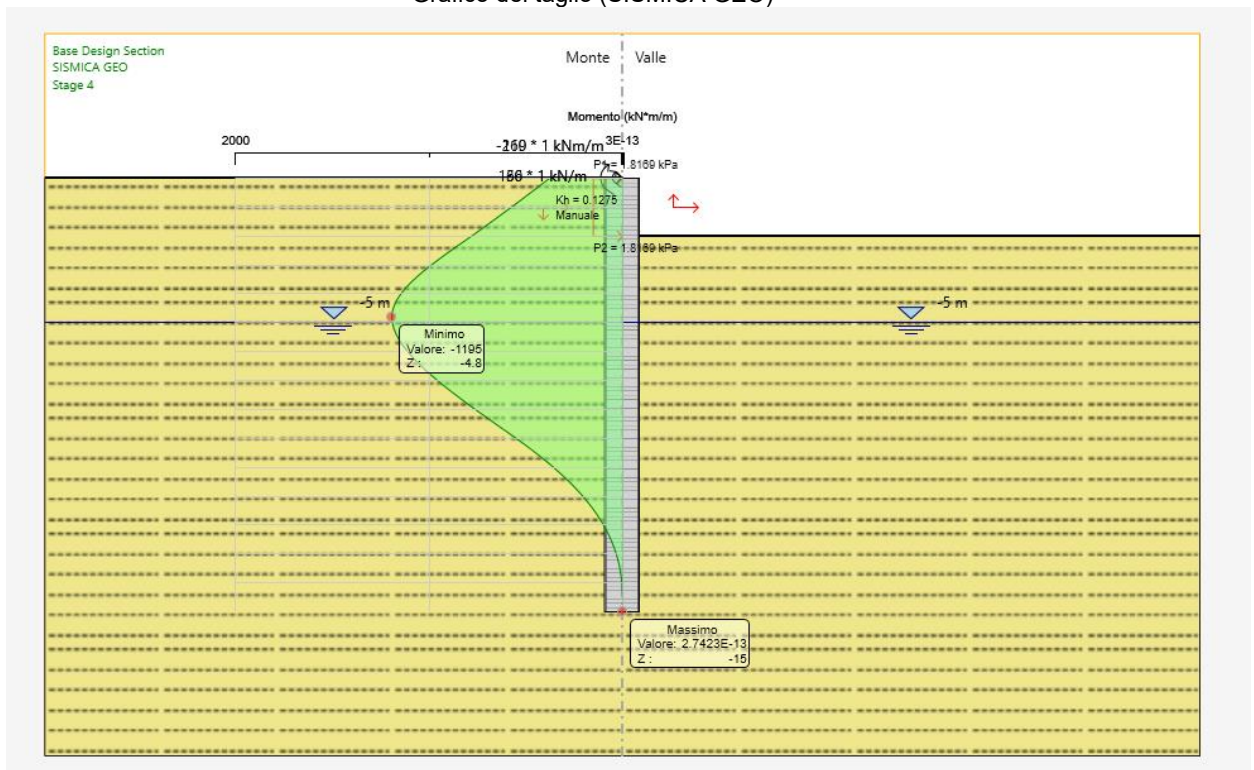


Grafico del momento (SISMICA GEO)



SPOSTAMENTI (SLE)

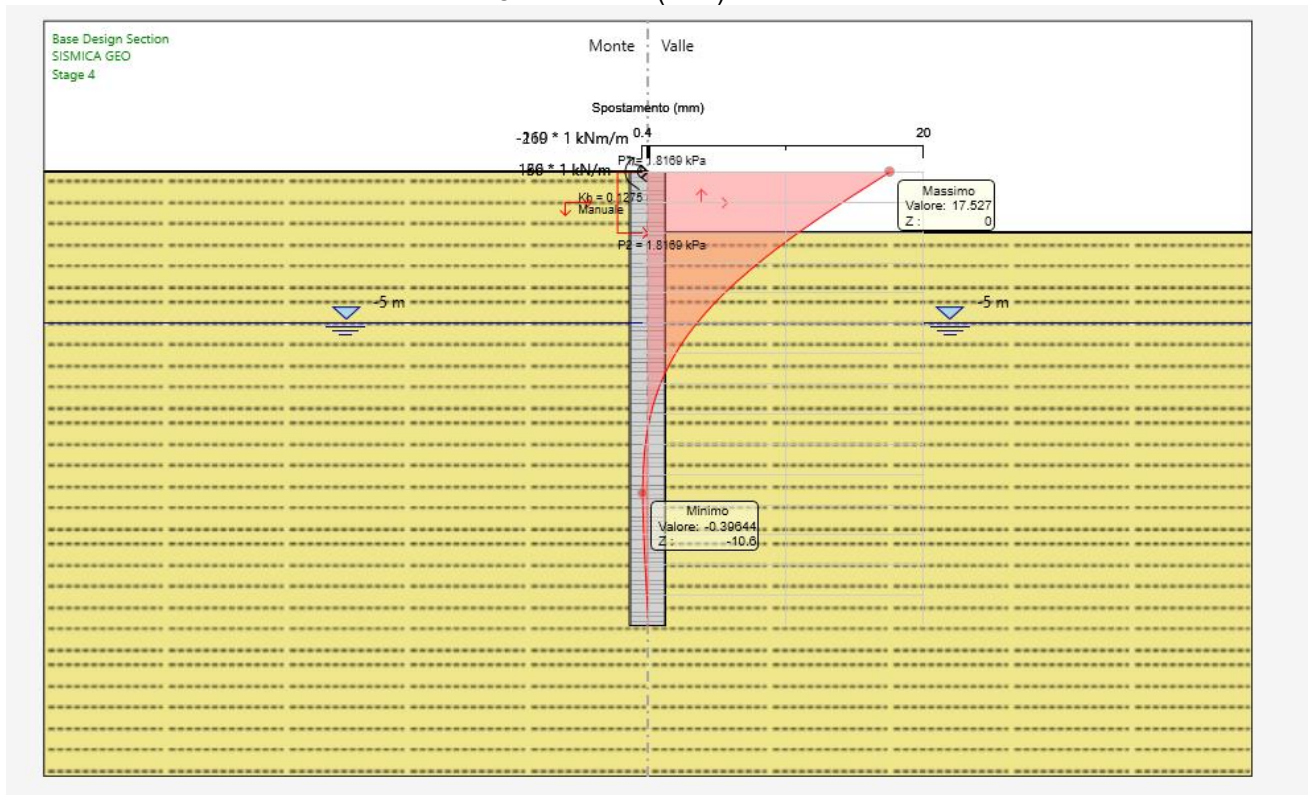


Grafico dello spostamento (SLE)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001	Rev. A	Foglio 97 di 102

## 9.11 Verifiche delle palancole provvisionali

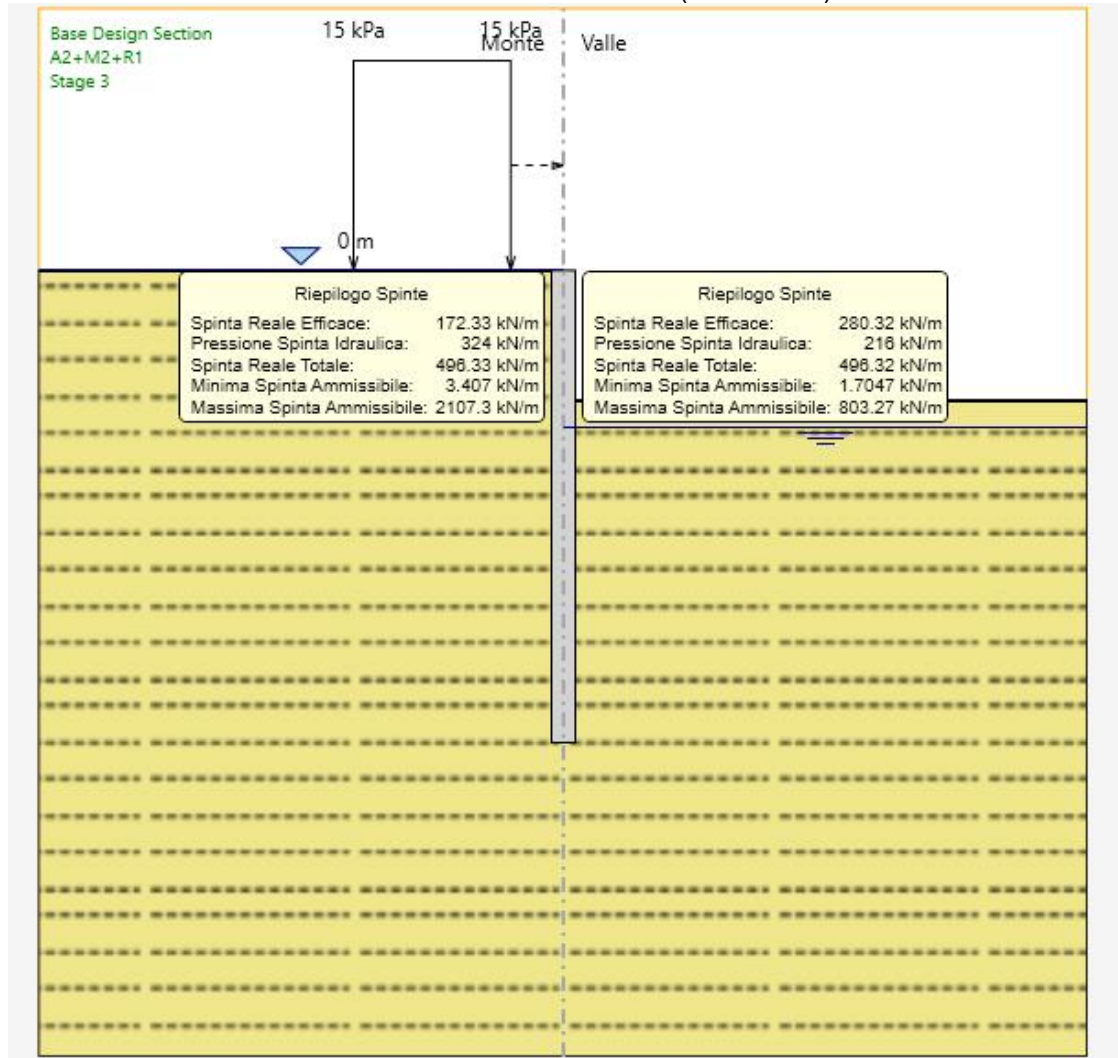
L'analisi dell'interazione terreno-struttura è stata svolta con il codice di calcolo PARATIE PLUS 2016. Tale software considera l'interazione terreno-struttura attraverso il metodo semplificato della trave su letto di molle alla Winkler. In dettaglio, il codice di calcolo Paratie schematizza il terreno con molle le cui rigidezze sono caratterizzate da leggi costitutive non lineari, del tipo elasto-plastico o elastico non lineare-plastico, con valori iniziali delle tensioni orizzontali efficaci pari a quelle geostatiche e valori limite pari a quelli attivi e passivi. Il software permette di verificare il comportamento della struttura in tutte le fasi costruttive.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalle analisi effettuate. Per i tabulati di calcolo con i dati di input ed output delle sezioni esaminate vedere l'allegato A.

Si riportano in forma grafica:

- I risultati delle verifiche di stabilità geotecnica condotte in accordo alle NTC 2008, per gli SLU secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2;
- le azioni interne da considerare ai fini delle verifiche strutturali della paratia, in accordo alle NTC 2008, per gli SLU secondo l'Approccio 1 – Combinazione 1
- i valori di spostamento agli SLE.

## STABILITA' GEOTECNICA DELL'OPERA DI SOSTEGNO (A2+M2+R1)



Riepilogo delle spinte sulla paratia

## SOLLECITAZIONI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI (A1+M1+R1)

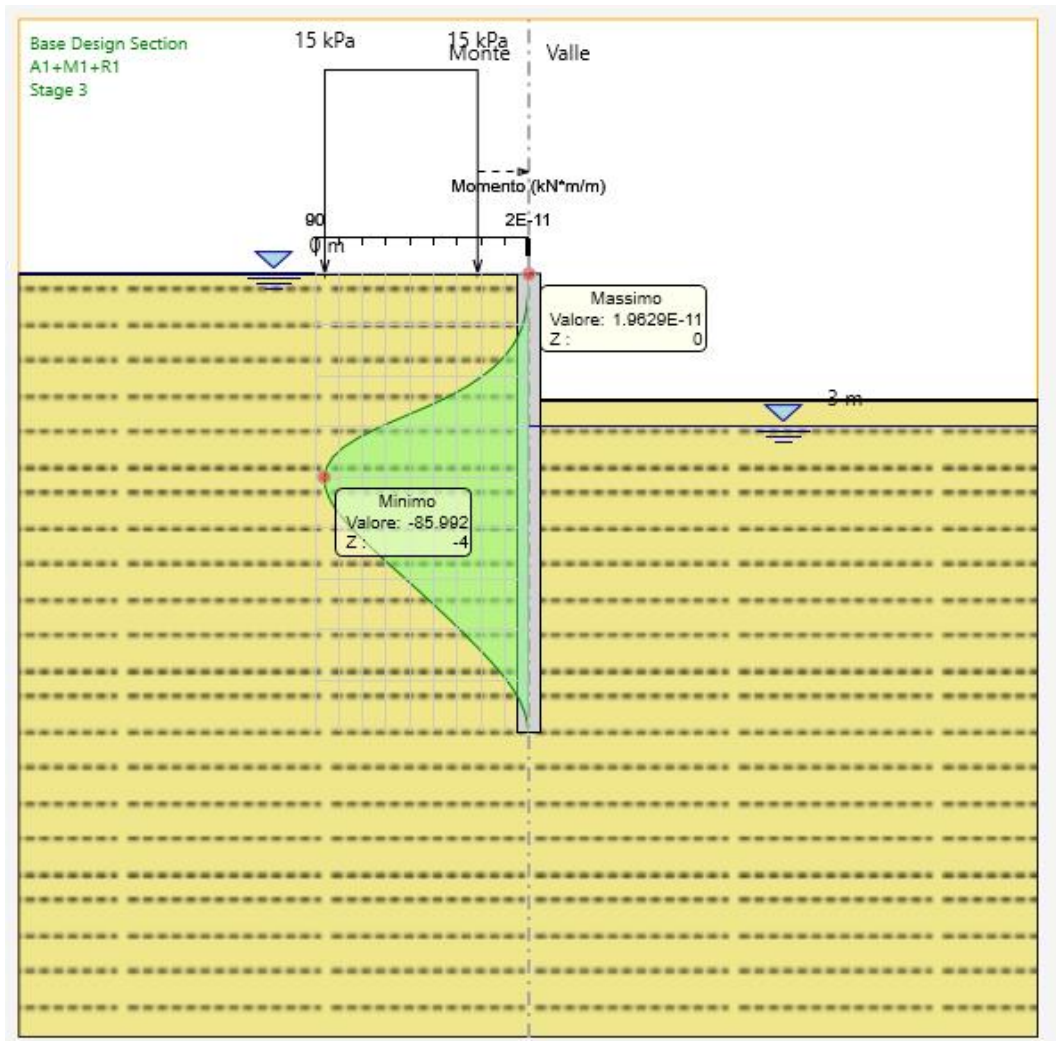


Grafico del momento (A1+M1+R1)



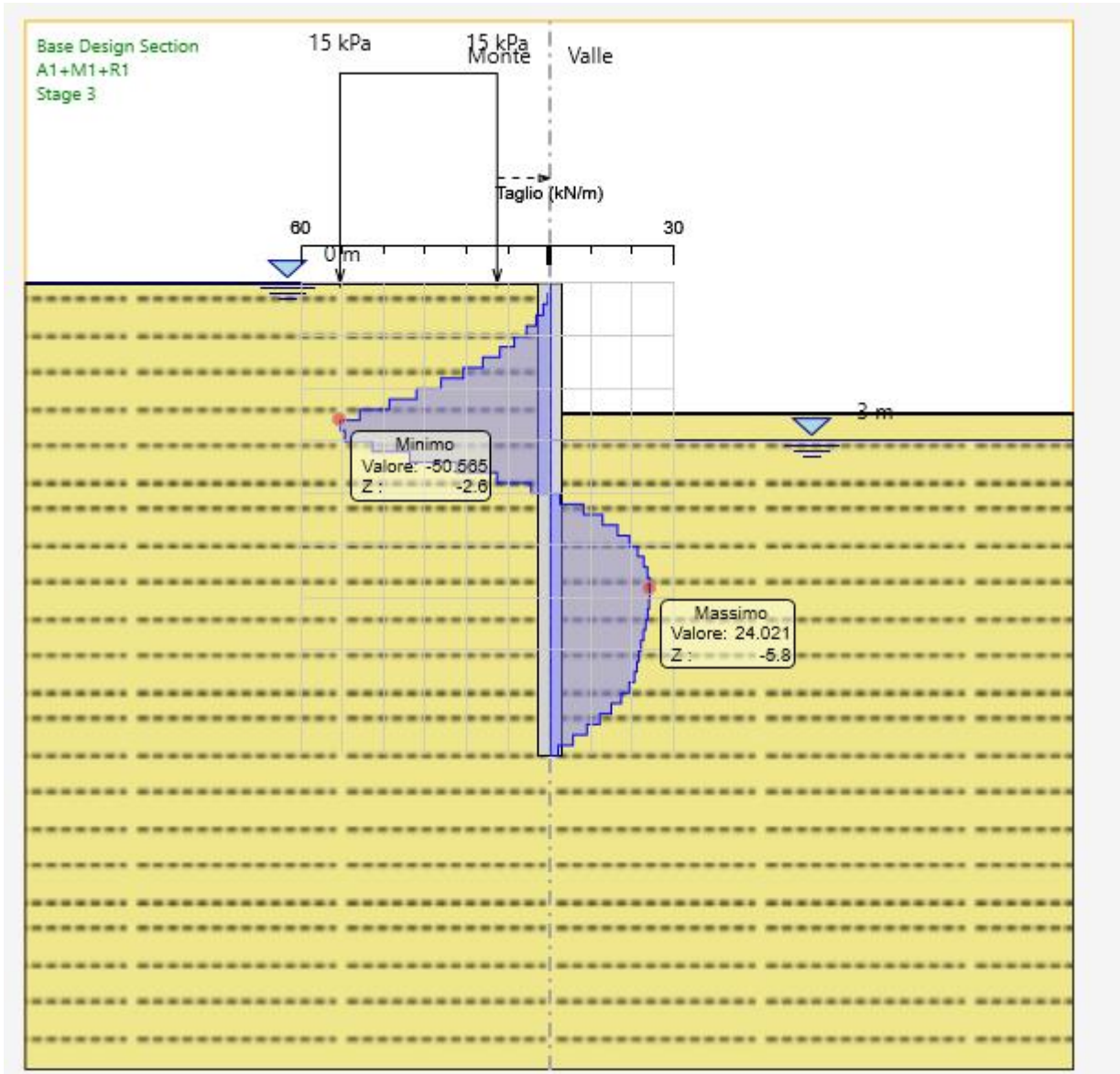


Grafico del taglio (A1+M1+R1)

SPOSTAMENTI (SLE)



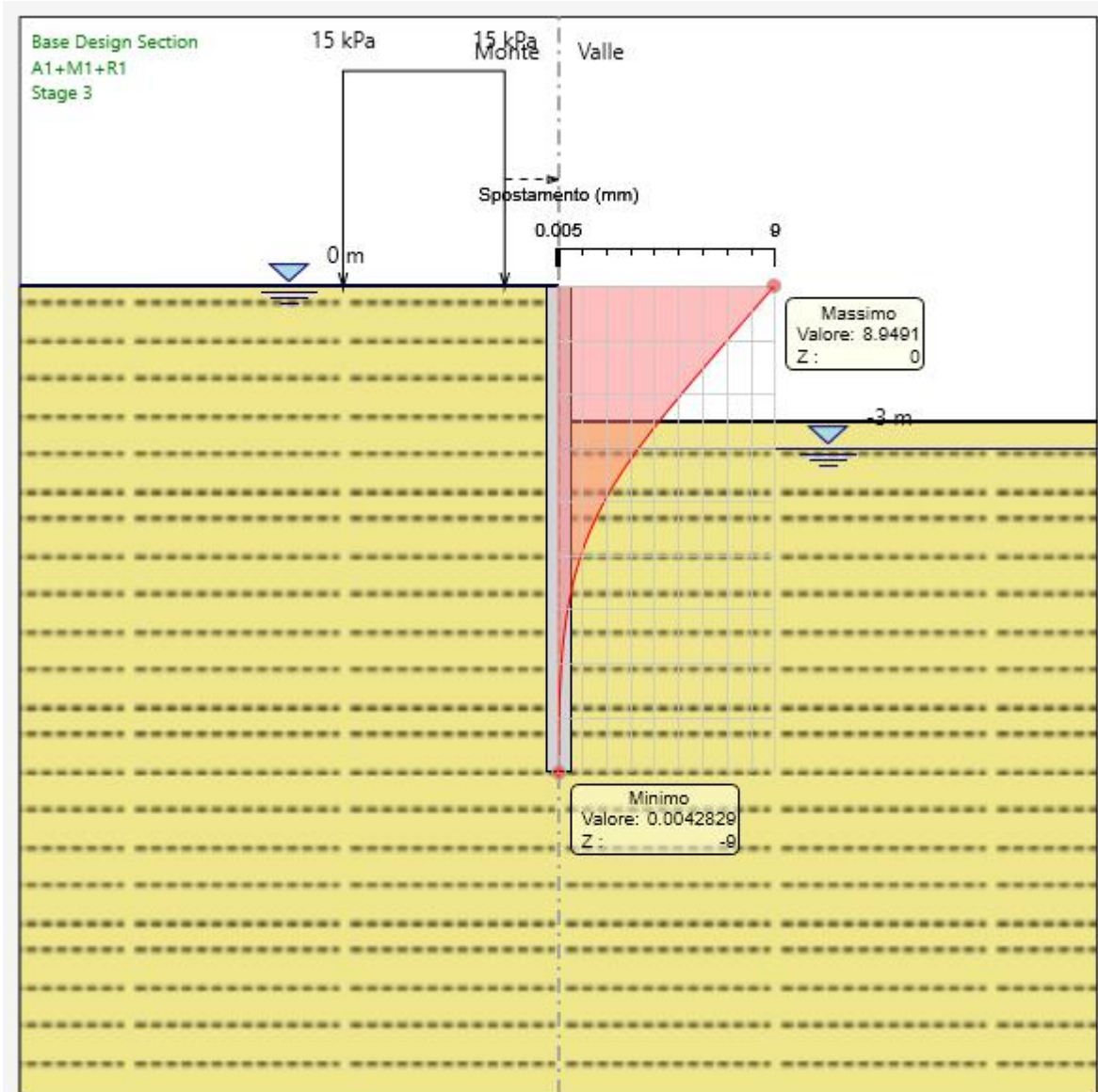


Grafico dello spostamento (SLE)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IN01 - ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TORRENTE VALPANTENA AL km 0+751,35 RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL IN 01 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 102 di 102</p>	

## ALLEGATO A – TABULATO DI CALCOLO PROGRAMMA PARATIE



## ***Report di Calcolo***

Nome Progetto: Palancola IN01

Autore:

Jobname:

Data: 08/12/2018 18:37:11

Design Section: Base Design Section

# Sommario

## Contenuto Sommario

## ***1. Descrizione del Software***

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

## 2. Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$ sat kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$\phi$ °	$c$ kPa	$S_u$ kPa	Modulo Elastico	$E_u$ kPa	$E_{vc}$ kPa	$E_{ur}$ kPa	Ah	Av	exp Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku kPa	Kvc kN/m <sup>3</sup>	Kur kN/m <sup>3</sup>
1	SABBIE e GHIAIE	19	19	36		0		Constant	80000	240000									

### 3. Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Muro di sinistra

Sezione : palanca

Area equivalente : 0.02161 m

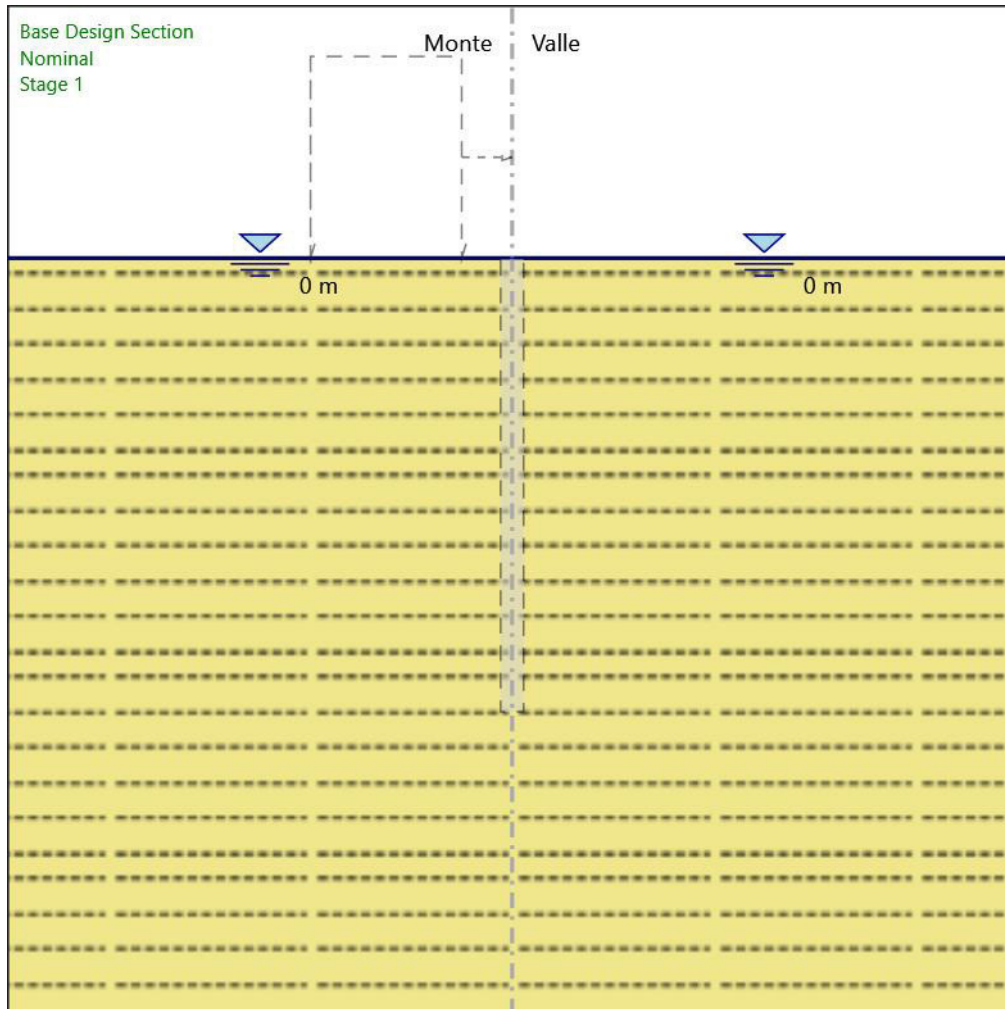
Inerzia equivalente : 0.0006 m<sup>4</sup>/m

Profilo palanca : PU\_28



## 4. Fasi di Calcolo

### 4.1. Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

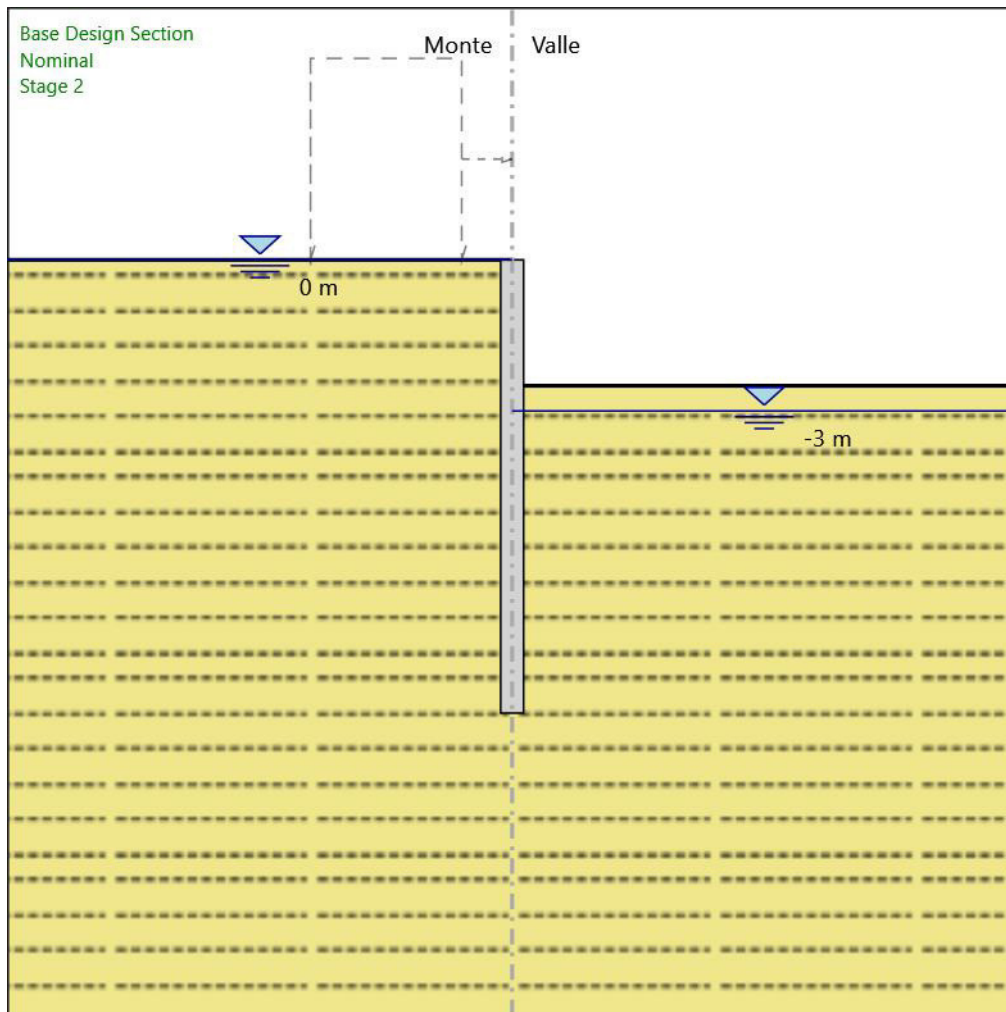
Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m



Falda di destra : 0 m

## 4.2. Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : -3 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

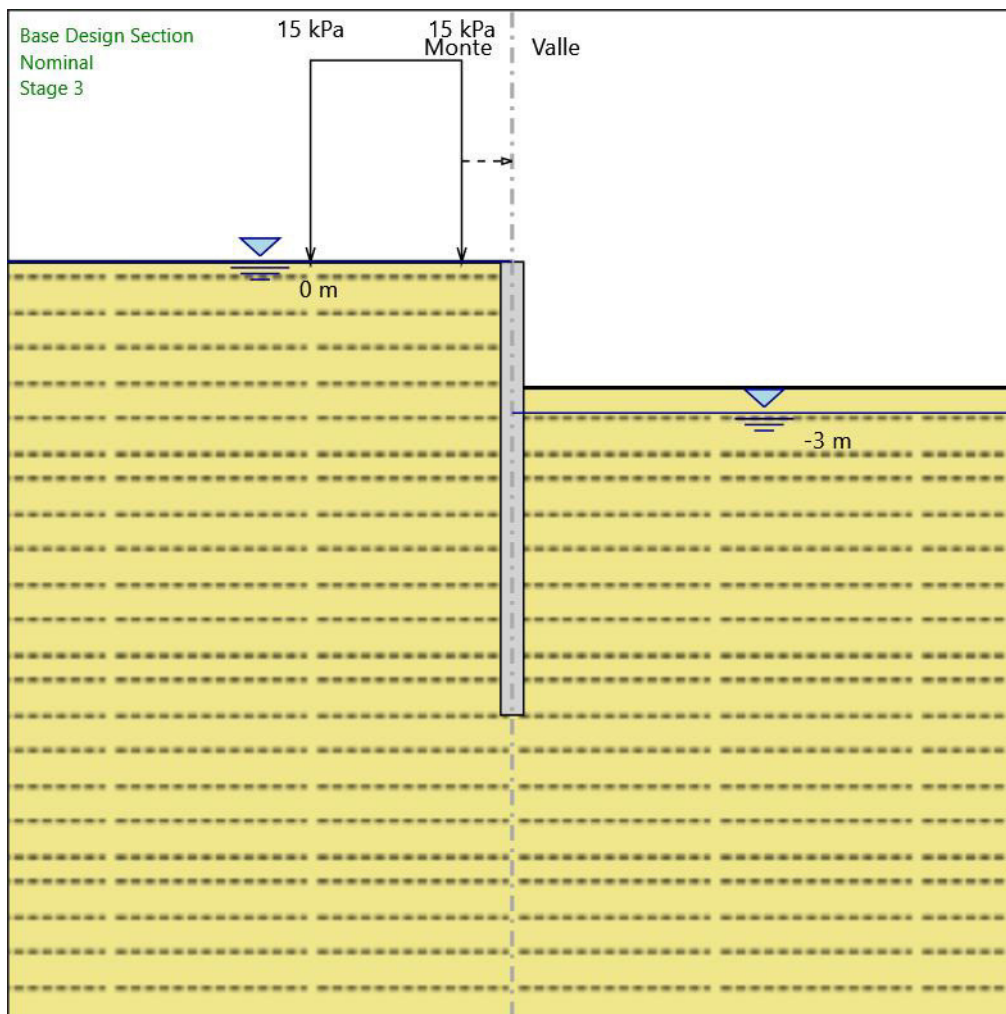
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : palanca

### 4.3. Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : -3 m

## Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -4 m

X finale : -1 m

Pressione iniziale : 15 kPa

Pressione finale : 15 kPa

## Elementi strutturali

Paratia : WallElement

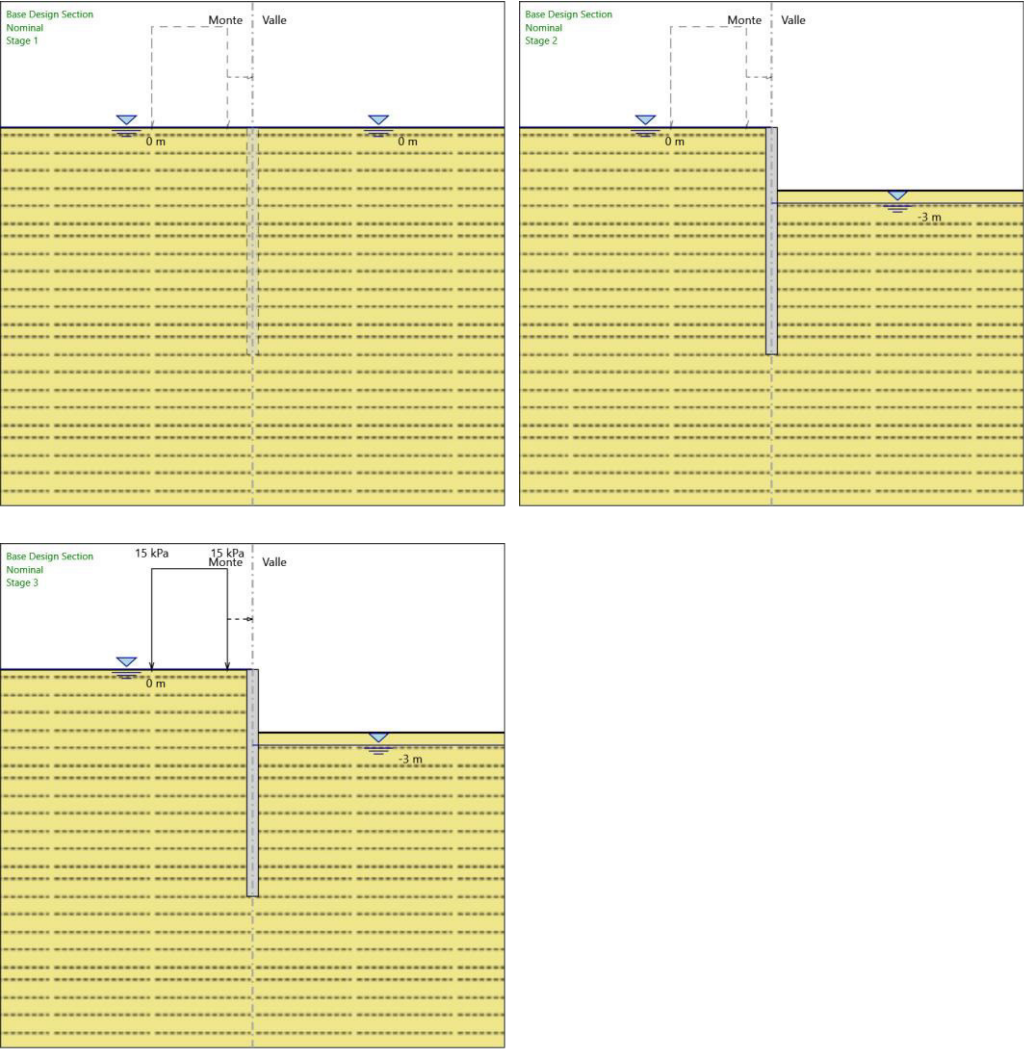
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -9 m

Sezione : palancola

### 4.4. Tabella Configurazione Stage (Nominal)



## 5. Grafici dei Risultati

### 5.1. Design Assumption : Nominal

#### 5.1.1. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Stage 1

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Stage 1	0	0
Stage 1	-0.2	0
Stage 1	-0.4	0
Stage 1	-0.6	0
Stage 1	-0.8	0
Stage 1	-1	0
Stage 1	-1.2	0
Stage 1	-1.4	0
Stage 1	-1.6	0
Stage 1	-1.8	0
Stage 1	-2	0
Stage 1	-2.2	0
Stage 1	-2.4	0
Stage 1	-2.6	0
Stage 1	-2.8	0
Stage 1	-3	0
Stage 1	-3.2	0
Stage 1	-3.4	0
Stage 1	-3.6	0
Stage 1	-3.8	0
Stage 1	-4	0
Stage 1	-4.2	0
Stage 1	-4.4	0
Stage 1	-4.6	0
Stage 1	-4.8	0
Stage 1	-5	0
Stage 1	-5.2	0
Stage 1	-5.4	0
Stage 1	-5.6	0
Stage 1	-5.8	0
Stage 1	-6	0
Stage 1	-6.2	0
Stage 1	-6.4	0
Stage 1	-6.6	0
Stage 1	-6.8	0
Stage 1	-7	0
Stage 1	-7.2	0
Stage 1	-7.4	0
Stage 1	-7.6	0
Stage 1	-7.8	0
Stage 1	-8	0
Stage 1	-8.2	0
Stage 1	-8.4	0
Stage 1	-8.6	0
Stage 1	-8.8	0
Stage 1	-9	0

### 5.1.2. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Stage 2

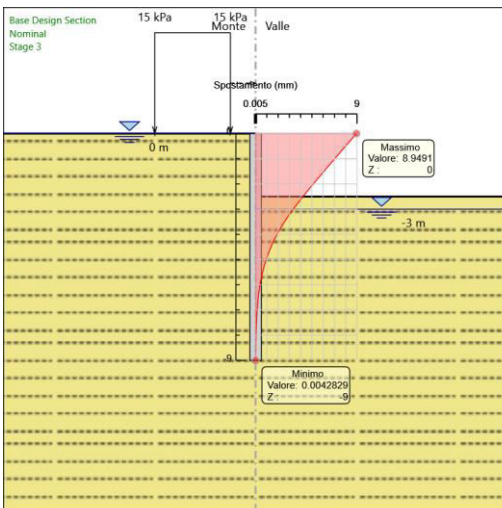
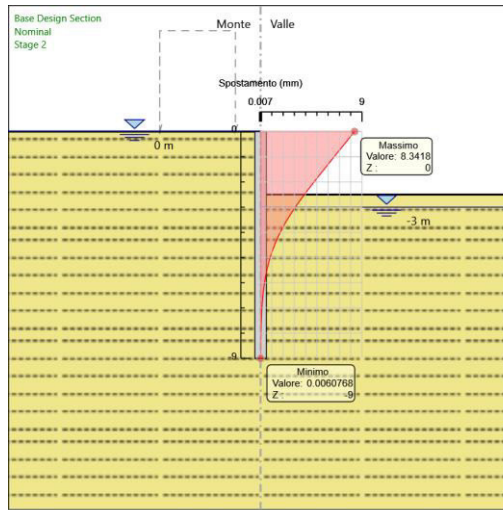
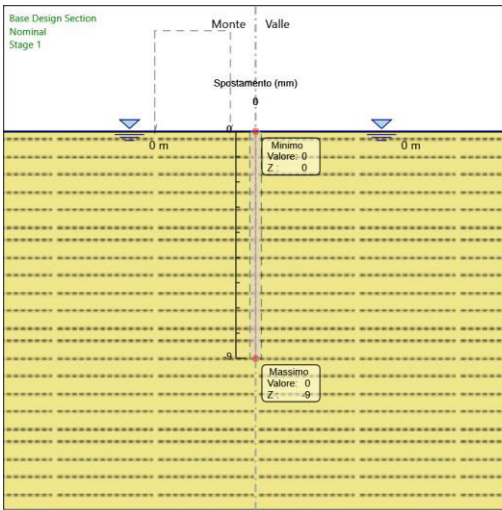
Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Stage 2	0	8.34
Stage 2	-0.2	7.98
Stage 2	-0.4	7.62
Stage 2	-0.6	7.26
Stage 2	-0.8	6.9
Stage 2	-1	6.54
Stage 2	-1.2	6.18
Stage 2	-1.4	5.82
Stage 2	-1.6	5.46
Stage 2	-1.8	5.1
Stage 2	-2	4.75
Stage 2	-2.2	4.4
Stage 2	-2.4	4.06
Stage 2	-2.6	3.72
Stage 2	-2.8	3.4
Stage 2	-3	3.08
Stage 2	-3.2	2.78
Stage 2	-3.4	2.5
Stage 2	-3.6	2.23
Stage 2	-3.8	1.98
Stage 2	-4	1.74
Stage 2	-4.2	1.53
Stage 2	-4.4	1.33
Stage 2	-4.6	1.15
Stage 2	-4.8	0.99
Stage 2	-5	0.85
Stage 2	-5.2	0.72
Stage 2	-5.4	0.61
Stage 2	-5.6	0.51
Stage 2	-5.8	0.42
Stage 2	-6	0.35
Stage 2	-6.2	0.28
Stage 2	-6.4	0.23
Stage 2	-6.6	0.19
Stage 2	-6.8	0.15
Stage 2	-7	0.12
Stage 2	-7.2	0.09
Stage 2	-7.4	0.07
Stage 2	-7.6	0.06
Stage 2	-7.8	0.05
Stage 2	-8	0.04
Stage 2	-8.2	0.03
Stage 2	-8.4	0.02
Stage 2	-8.6	0.02
Stage 2	-8.8	0.01
Stage 2	-9	0.01



### 5.1.3. Tabella Spostamento Nominal - LEFT Stage: Stage 3

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Stage 3	0	8.95
Stage 3	-0.2	8.56
Stage 3	-0.4	8.18
Stage 3	-0.6	7.8
Stage 3	-0.8	7.41
Stage 3	-1	7.03
Stage 3	-1.2	6.64
Stage 3	-1.4	6.26
Stage 3	-1.6	5.88
Stage 3	-1.8	5.5
Stage 3	-2	5.12
Stage 3	-2.2	4.75
Stage 3	-2.4	4.39
Stage 3	-2.6	4.03
Stage 3	-2.8	3.68
Stage 3	-3	3.34
Stage 3	-3.2	3.02
Stage 3	-3.4	2.72
Stage 3	-3.6	2.43
Stage 3	-3.8	2.16
Stage 3	-4	1.91
Stage 3	-4.2	1.68
Stage 3	-4.4	1.47
Stage 3	-4.6	1.27
Stage 3	-4.8	1.1
Stage 3	-5	0.94
Stage 3	-5.2	0.8
Stage 3	-5.4	0.68
Stage 3	-5.6	0.57
Stage 3	-5.8	0.48
Stage 3	-6	0.39
Stage 3	-6.2	0.32
Stage 3	-6.4	0.26
Stage 3	-6.6	0.21
Stage 3	-6.8	0.17
Stage 3	-7	0.14
Stage 3	-7.2	0.11
Stage 3	-7.4	0.09
Stage 3	-7.6	0.07
Stage 3	-7.8	0.06
Stage 3	-8	0.04
Stage 3	-8.2	0.03
Stage 3	-8.4	0.03
Stage 3	-8.6	0.02
Stage 3	-8.8	0.01
Stage 3	-9	0

### 5.1.4. Grafici Spostamento in tabella



## 5.2. Involuppi Spostamento Nominal

## 5.3. Risultati Paratia

### 5.3.1. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 1

Design Assumption: Nominal Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 1	0	0	0
Stage 1	-0.2	0	0
Stage 1	-0.4	0	0
Stage 1	-0.6	0	0
Stage 1	-0.8	0	0
Stage 1	-1	0	0
Stage 1	-1.2	0	0
Stage 1	-1.4	0	0
Stage 1	-1.6	0	0
Stage 1	-1.8	0	0
Stage 1	-2	0	0
Stage 1	-2.2	0	0
Stage 1	-2.4	0	0
Stage 1	-2.6	0	0
Stage 1	-2.8	0	0
Stage 1	-3	0	0
Stage 1	-3.2	0	0
Stage 1	-3.4	0	0
Stage 1	-3.6	0	0
Stage 1	-3.8	0	0
Stage 1	-4	0	0
Stage 1	-4.2	0	0
Stage 1	-4.4	0	0
Stage 1	-4.6	0	0
Stage 1	-4.8	0	0
Stage 1	-5	0	0
Stage 1	-5.2	0	0
Stage 1	-5.4	0	0
Stage 1	-5.6	0	0
Stage 1	-5.8	0	0
Stage 1	-6	0	0
Stage 1	-6.2	0	0
Stage 1	-6.4	0	0
Stage 1	-6.6	0	0
Stage 1	-6.8	0	0
Stage 1	-7	0	0
Stage 1	-7.2	0	0
Stage 1	-7.4	0	0
Stage 1	-7.6	0	0
Stage 1	-7.8	0	0
Stage 1	-8	0	0
Stage 1	-8.2	0	0
Stage 1	-8.4	0	0
Stage 1	-8.6	0	0
Stage 1	-8.8	0	0
Stage 1	-9	0	0

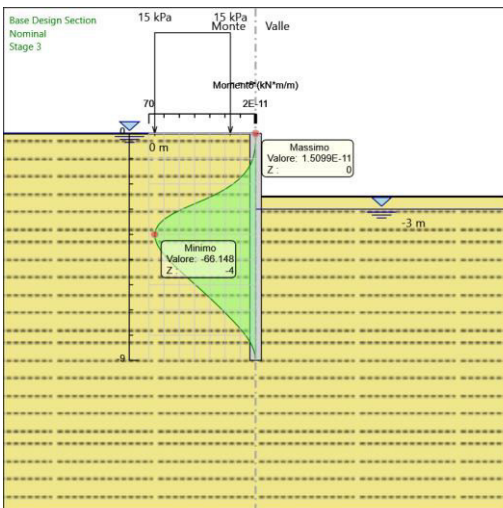
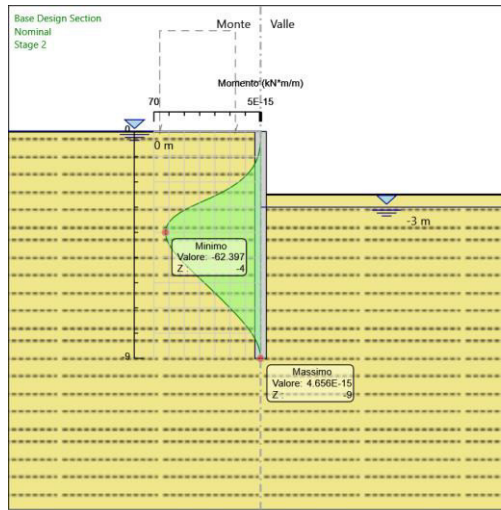
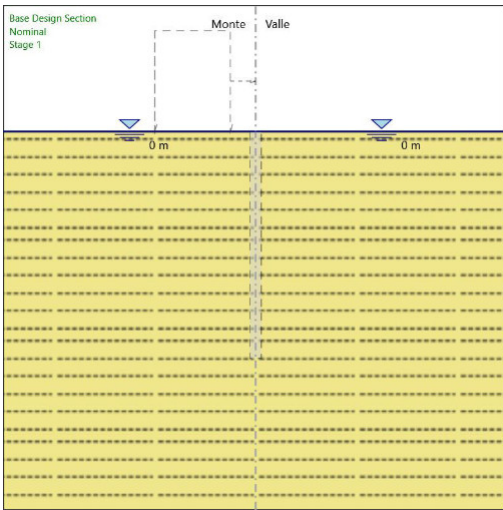
### 5.3.2. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 2

Design Assumption: Nominal Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	0	0	0
Stage 2	-0.2	0	0
Stage 2	-0.2	0	0
Stage 2	-0.4	-0.09	-0.44
Stage 2	-0.6	-0.35	-1.31
Stage 2	-0.8	-0.87	-2.61
Stage 2	-1	-1.74	-4.35
Stage 2	-1.2	-3.05	-6.53
Stage 2	-1.4	-4.87	-9.13
Stage 2	-1.6	-7.31	-12.17
Stage 2	-1.8	-10.44	-15.65
Stage 2	-2	-14.35	-19.55
Stage 2	-2.2	-19.13	-23.89
Stage 2	-2.4	-24.86	-28.67
Stage 2	-2.6	-31.64	-33.88
Stage 2	-2.8	-39.06	-37.14
Stage 2	-3	-46.27	-36.05
Stage 2	-3.2	-52.4	-30.62
Stage 2	-3.4	-57.07	-23.38
Stage 2	-3.6	-60.15	-15.39
Stage 2	-3.8	-61.86	-8.53
Stage 2	-4	-62.4	-2.71
Stage 2	-4.2	-61.96	2.17
Stage 2	-4.4	-60.73	6.18
Stage 2	-4.6	-58.84	9.43
Stage 2	-4.8	-56.44	11.99
Stage 2	-5	-53.65	13.95
Stage 2	-5.2	-50.58	15.39
Stage 2	-5.4	-47.3	16.4
Stage 2	-5.6	-43.89	17.04
Stage 2	-5.8	-40.41	17.38
Stage 2	-6	-36.91	17.49
Stage 2	-6.2	-33.43	17.41
Stage 2	-6.4	-29.99	17.22
Stage 2	-6.6	-26.6	16.95
Stage 2	-6.8	-23.27	16.65
Stage 2	-7	-20.01	16.32
Stage 2	-7.2	-16.85	15.77
Stage 2	-7.4	-13.83	15.12
Stage 2	-7.6	-10.94	14.46
Stage 2	-7.8	-8.26	13.39
Stage 2	-8	-5.87	11.93
Stage 2	-8.2	-3.84	10.16
Stage 2	-8.4	-2.2	8.18
Stage 2	-8.6	-1	6.02
Stage 2	-8.8	-0.26	3.71
Stage 2	-9	0	1.28

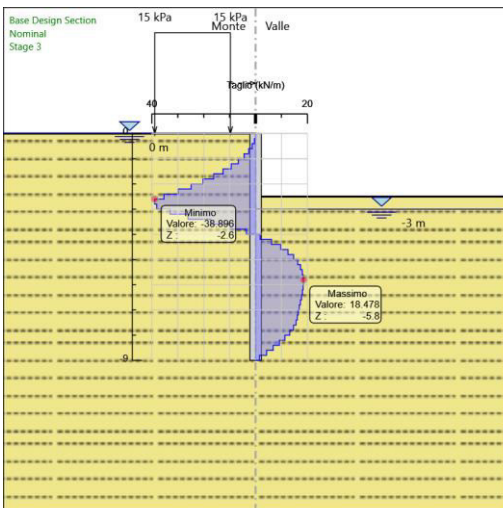
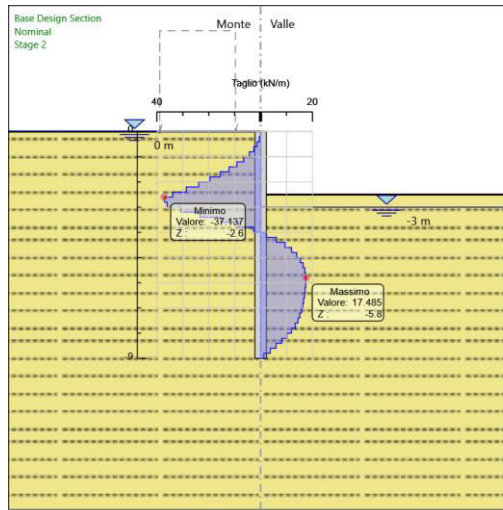
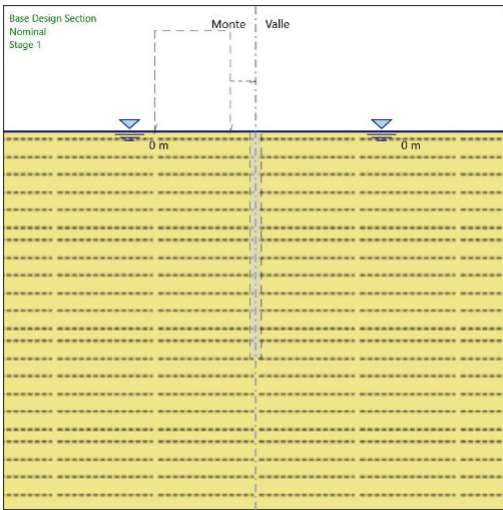
### 5.3.3. Tabella Risultati Paratia Nominal - Stage: Stage 3

Design Assumption: Nominal Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 3	0	0	0
Stage 3	-0.2	0	0
Stage 3	-0.2	0	0
Stage 3	-0.4	-0.09	-0.44
Stage 3	-0.6	-0.35	-1.31
Stage 3	-0.8	-0.88	-2.64
Stage 3	-1	-1.76	-4.42
Stage 3	-1.2	-3.1	-6.66
Stage 3	-1.4	-4.97	-9.36
Stage 3	-1.6	-7.47	-12.53
Stage 3	-1.8	-10.71	-16.16
Stage 3	-2	-14.76	-20.27
Stage 3	-2.2	-19.73	-24.84
Stage 3	-2.4	-25.7	-29.87
Stage 3	-2.6	-32.77	-35.35
Stage 3	-2.8	-40.55	-38.9
Stage 3	-3	-48.17	-38.11
Stage 3	-3.2	-54.77	-32.99
Stage 3	-3.4	-59.99	-26.08
Stage 3	-3.6	-63.46	-17.38
Stage 3	-3.8	-65.44	-9.89
Stage 3	-4	-66.15	-3.53
Stage 3	-4.2	-65.79	1.78
Stage 3	-4.4	-64.56	6.16
Stage 3	-4.6	-62.62	9.71
Stage 3	-4.8	-60.11	12.51
Stage 3	-5	-57.18	14.66
Stage 3	-5.2	-53.93	16.25
Stage 3	-5.4	-50.46	17.35
Stage 3	-5.6	-46.86	18.04
Stage 3	-5.8	-43.18	18.39
Stage 3	-6	-39.48	18.48
Stage 3	-6.2	-35.81	18.36
Stage 3	-6.4	-32.19	18.09
Stage 3	-6.6	-28.65	17.72
Stage 3	-6.8	-25.19	17.3
Stage 3	-7	-21.81	16.87
Stage 3	-7.2	-18.52	16.47
Stage 3	-7.4	-15.3	16.1
Stage 3	-7.6	-12.18	15.63
Stage 3	-7.8	-9.25	14.65
Stage 3	-8	-6.61	13.18
Stage 3	-8.2	-4.34	11.34
Stage 3	-8.4	-2.5	9.2
Stage 3	-8.6	-1.14	6.82
Stage 3	-8.8	-0.29	4.23
Stage 3	-9	0	1.46

### 5.3.4. Grafico Momento Nominal

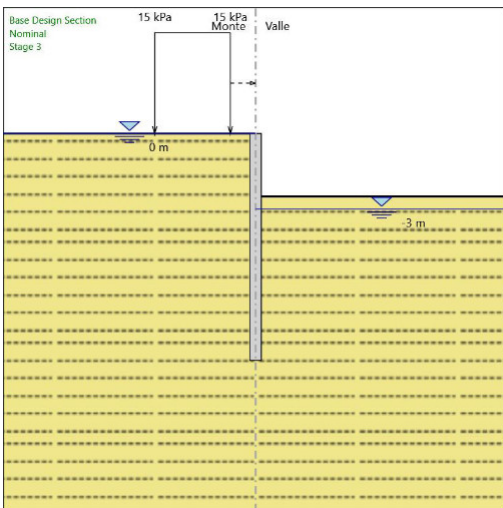
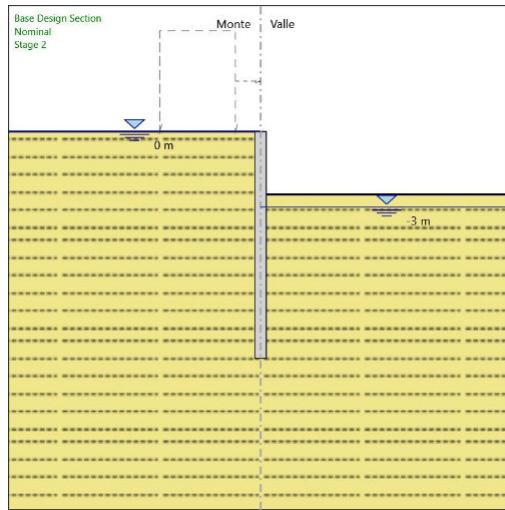
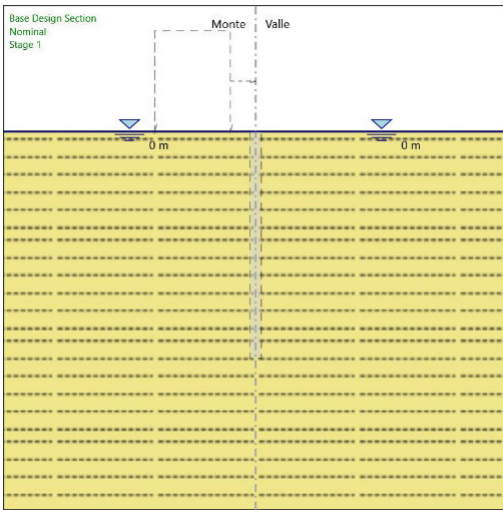


### 5.3.5. Grafico Taglio Nominal

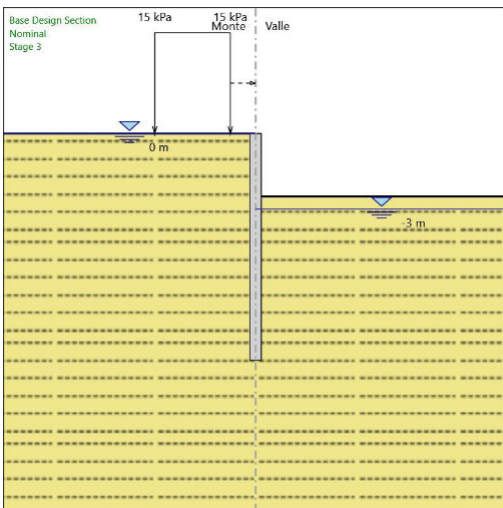
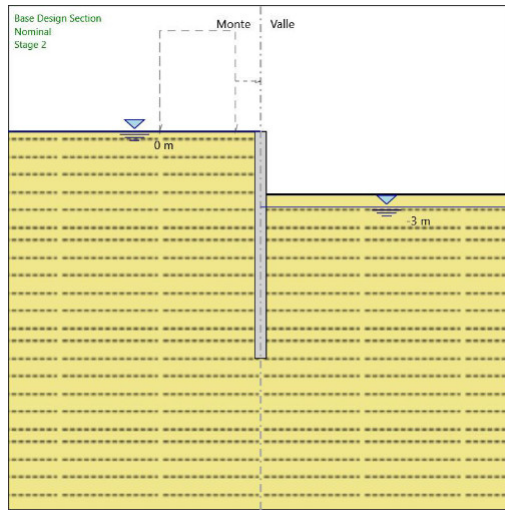
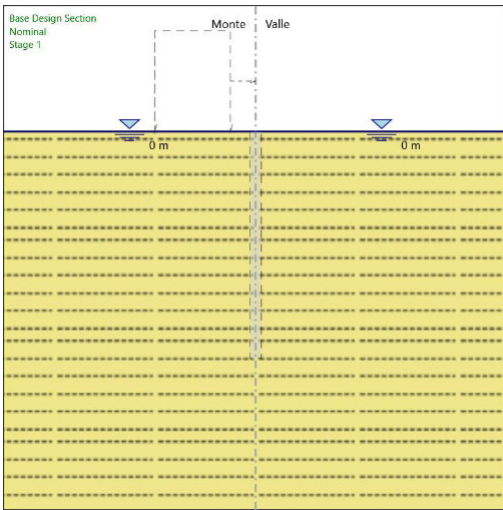




### 5.3.6. Grafico Momento Nominal



### 5.3.7. Grafico Taglio Nominal



## 5.4. Inviluppi Risultati Paratia Nominal

## 5.4. Riepilogo spinte

Design Assump- tion: Nominal	Tipo Risultato: Riepi- logo spinte	Muro:	LEFT	Lato	LEFT		
Stage	Vera effettiva (kN/m)	Pressione neutra (kN/m)	Vera Totale (kN/m)	Min ammissibile (kN/m)	Max ammissibile (kN/m)	Percentuale di resi- stenza massima	Vera / At- tiva
Stage 1	149.4	405	554.4	2.1	2292.3	6.52%	71.14
Stage 2	130.8	324	454.8	2.6	2801.7	4.67%	50.31
Stage 3	140.7	324	464.7	2.7	3059.9	4.6%	52.11

Design Assump- tion: Nominal	Tipo Risultato: Riepi- logo spinte	Muro:	LEFT	Lato	RIGHT		
Stage	Vera effettiva (kN/m)	Pressione neutra (kN/m)	Vera Totale (kN/m)	Min ammissibile (kN/m)	Max ammissibile (kN/m)	Percentuale di resi- stenza massima	Vera / At- tiva
Stage 1	149.4	405	554.4	2.1	2292.3	6.52%	71.14
Stage 2	238.8	216	454.8	1.3	1166.4	20.47%	183.69
Stage 3	248.7	216	464.7	1.3	1166.4	21.32%	191.31

## 6. Descrizione Coefficienti Design Assumption

### Coefficienti A

Nome	Carichi Per- manenti (F_dead_loa d_unfavour)	Carichi Per- manenti Fa- vorevoli (F_dead_loa ad_favour)	Carichi Va- riabili Sfa- vorevoli (F_live_loa d_unfa- vour)	Carichi Va- riabili Fa- vorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Si- smico (F_seism_ load)	Pres sioni Lato Mon te (F_ Wa- terD R)	Pres sioni Lato Vall e (F_ Wa- ter Res)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_UPL_GD Stab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_UPL_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_UPL_QD Stab)	Carichi Per- manenti De- stabiliz- zanti (F_HYD_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_HYD_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_HYD_Q DStab)
Sim- bolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M1 +R1	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2 +R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

### Coefficienti M

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

### Coefficienti R

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti perma- nenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti tempo- ranei (F_Anch_T)	Parziale elementi strut- turali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

## 6.1. Risultati SLE (Rara)

### 6.1.1. Tabella Spostamento SLE (Rara) - LEFT Stage: Stage 1

Design Assumption: SLE (Rara) Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
Stage 1	0	0
Stage 1	-0.2	0
Stage 1	-0.4	0
Stage 1	-0.6	0
Stage 1	-0.8	0
Stage 1	-1	0
Stage 1	-1.2	0
Stage 1	-1.4	0
Stage 1	-1.6	0
Stage 1	-1.8	0
Stage 1	-2	0
Stage 1	-2.2	0
Stage 1	-2.4	0
Stage 1	-2.6	0
Stage 1	-2.8	0
Stage 1	-3	0
Stage 1	-3.2	0
Stage 1	-3.4	0
Stage 1	-3.6	0
Stage 1	-3.8	0
Stage 1	-4	0
Stage 1	-4.2	0
Stage 1	-4.4	0
Stage 1	-4.6	0
Stage 1	-4.8	0
Stage 1	-5	0
Stage 1	-5.2	0
Stage 1	-5.4	0
Stage 1	-5.6	0
Stage 1	-5.8	0
Stage 1	-6	0
Stage 1	-6.2	0
Stage 1	-6.4	0
Stage 1	-6.6	0
Stage 1	-6.8	0
Stage 1	-7	0
Stage 1	-7.2	0
Stage 1	-7.4	0
Stage 1	-7.6	0
Stage 1	-7.8	0
Stage 1	-8	0
Stage 1	-8.2	0
Stage 1	-8.4	0
Stage 1	-8.6	0
Stage 1	-8.8	0
Stage 1	-9	0

### 6.1.2. Tabella Risultati Paratia SLE (Rara) - Left Wall - Stage: Stage 1

Design Assumption: SLE (Rara) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 1	0	0	0
Stage 1	-0.2	0	0
Stage 1	-0.4	0	0
Stage 1	-0.6	0	0
Stage 1	-0.8	0	0
Stage 1	-1	0	0
Stage 1	-1.2	0	0
Stage 1	-1.4	0	0
Stage 1	-1.6	0	0
Stage 1	-1.8	0	0
Stage 1	-2	0	0
Stage 1	-2.2	0	0
Stage 1	-2.4	0	0
Stage 1	-2.6	0	0
Stage 1	-2.8	0	0
Stage 1	-3	0	0
Stage 1	-3.2	0	0
Stage 1	-3.4	0	0
Stage 1	-3.6	0	0
Stage 1	-3.8	0	0
Stage 1	-4	0	0
Stage 1	-4.2	0	0
Stage 1	-4.4	0	0
Stage 1	-4.6	0	0
Stage 1	-4.8	0	0
Stage 1	-5	0	0
Stage 1	-5.2	0	0
Stage 1	-5.4	0	0
Stage 1	-5.6	0	0
Stage 1	-5.8	0	0
Stage 1	-6	0	0
Stage 1	-6.2	0	0
Stage 1	-6.4	0	0
Stage 1	-6.6	0	0
Stage 1	-6.8	0	0
Stage 1	-7	0	0
Stage 1	-7.2	0	0
Stage 1	-7.4	0	0
Stage 1	-7.6	0	0
Stage 1	-7.8	0	0
Stage 1	-8	0	0
Stage 1	-8.2	0	0
Stage 1	-8.4	0	0
Stage 1	-8.6	0	0
Stage 1	-8.8	0	0
Stage 1	-9	0	0

### 6.1.3. Tabella Spostamento SLE (Rara) - LEFT Stage: Stage 2

Design Assumption: SLE (Rara) Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m) Spostamento (mm)
Stage 2	0 8.34
Stage 2	-0.2 7.98
Stage 2	-0.4 7.62
Stage 2	-0.6 7.26
Stage 2	-0.8 6.9
Stage 2	-1 6.54
Stage 2	-1.2 6.18
Stage 2	-1.4 5.82
Stage 2	-1.6 5.46
Stage 2	-1.8 5.1
Stage 2	-2 4.75
Stage 2	-2.2 4.4
Stage 2	-2.4 4.06
Stage 2	-2.6 3.72
Stage 2	-2.8 3.4
Stage 2	-3 3.08
Stage 2	-3.2 2.78
Stage 2	-3.4 2.5
Stage 2	-3.6 2.23
Stage 2	-3.8 1.98
Stage 2	-4 1.74
Stage 2	-4.2 1.53
Stage 2	-4.4 1.33
Stage 2	-4.6 1.15
Stage 2	-4.8 0.99
Stage 2	-5 0.85
Stage 2	-5.2 0.72
Stage 2	-5.4 0.61
Stage 2	-5.6 0.51
Stage 2	-5.8 0.42
Stage 2	-6 0.35
Stage 2	-6.2 0.28
Stage 2	-6.4 0.23
Stage 2	-6.6 0.19
Stage 2	-6.8 0.15
Stage 2	-7 0.12
Stage 2	-7.2 0.09
Stage 2	-7.4 0.07
Stage 2	-7.6 0.06
Stage 2	-7.8 0.05
Stage 2	-8 0.04
Stage 2	-8.2 0.03
Stage 2	-8.4 0.02
Stage 2	-8.6 0.02
Stage 2	-8.8 0.01
Stage 2	-9 0.01



#### 6.1.4. Tabella Risultati Paratia SLE (Rara) - Left Wall - Stage: Stage 2

Design Assumption: SLE (Rara) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	0	0	0
Stage 2	-0.2	0	0
Stage 2	-0.2	0	0
Stage 2	-0.4	-0.09	-0.44
Stage 2	-0.6	-0.35	-1.31
Stage 2	-0.8	-0.87	-2.61
Stage 2	-1	-1.74	-4.35
Stage 2	-1.2	-3.05	-6.53
Stage 2	-1.4	-4.87	-9.13
Stage 2	-1.6	-7.31	-12.17
Stage 2	-1.8	-10.44	-15.65
Stage 2	-2	-14.35	-19.55
Stage 2	-2.2	-19.13	-23.89
Stage 2	-2.4	-24.86	-28.67
Stage 2	-2.6	-31.64	-33.88
Stage 2	-2.8	-39.06	-37.14
Stage 2	-3	-46.27	-36.05
Stage 2	-3.2	-52.4	-30.62
Stage 2	-3.4	-57.07	-23.38
Stage 2	-3.6	-60.15	-15.39
Stage 2	-3.8	-61.86	-8.53
Stage 2	-4	-62.4	-2.71
Stage 2	-4.2	-61.96	2.17
Stage 2	-4.4	-60.73	6.18
Stage 2	-4.6	-58.84	9.43
Stage 2	-4.8	-56.44	11.99
Stage 2	-5	-53.65	13.95
Stage 2	-5.2	-50.58	15.39
Stage 2	-5.4	-47.3	16.4
Stage 2	-5.6	-43.89	17.04
Stage 2	-5.8	-40.41	17.38
Stage 2	-6	-36.91	17.49
Stage 2	-6.2	-33.43	17.41
Stage 2	-6.4	-29.99	17.22
Stage 2	-6.6	-26.6	16.95
Stage 2	-6.8	-23.27	16.65
Stage 2	-7	-20.01	16.32
Stage 2	-7.2	-16.85	15.77
Stage 2	-7.4	-13.83	15.12
Stage 2	-7.6	-10.94	14.46
Stage 2	-7.8	-8.26	13.39
Stage 2	-8	-5.87	11.93
Stage 2	-8.2	-3.84	10.16
Stage 2	-8.4	-2.2	8.18
Stage 2	-8.6	-1	6.02
Stage 2	-8.8	-0.26	3.71
Stage 2	-9	0	1.28

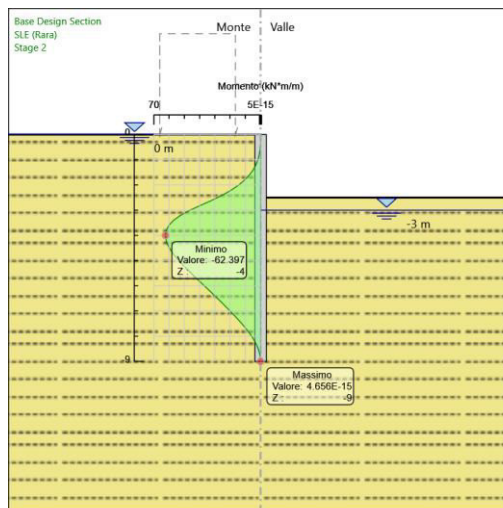
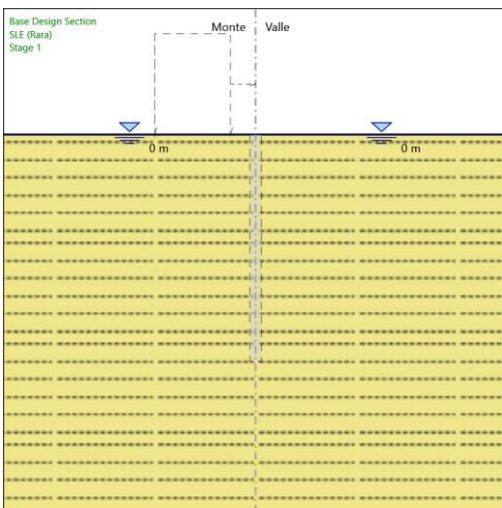
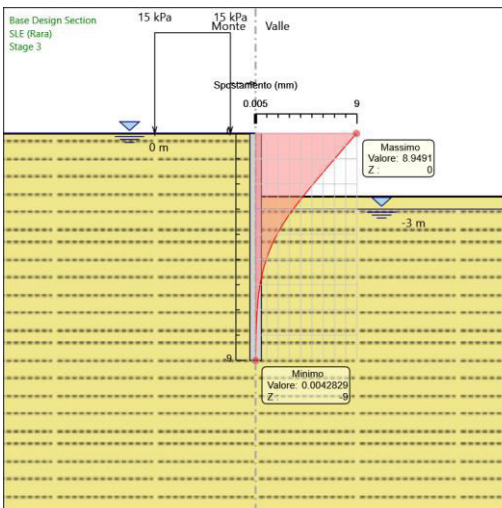
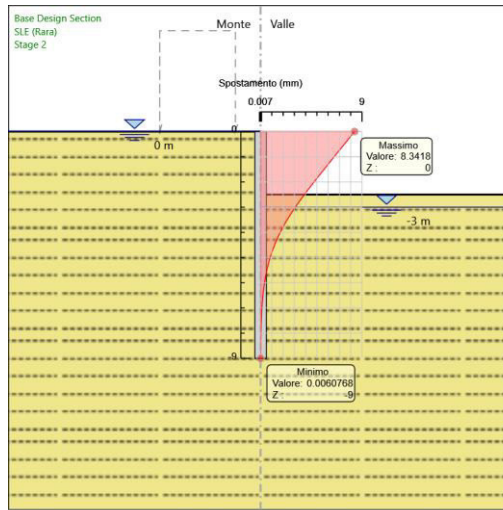
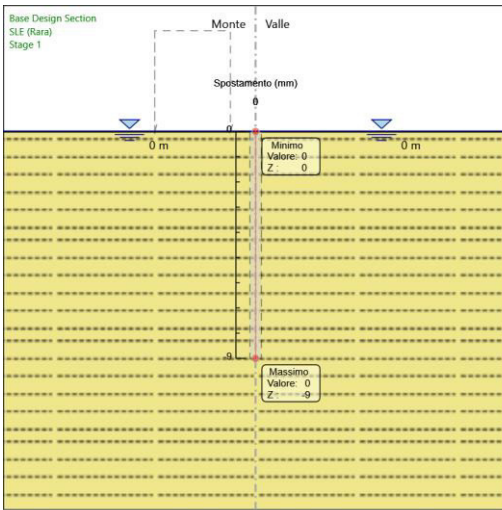
### 6.1.5. Tabella Spostamento SLE (Rara) - LEFT Stage: Stage 3

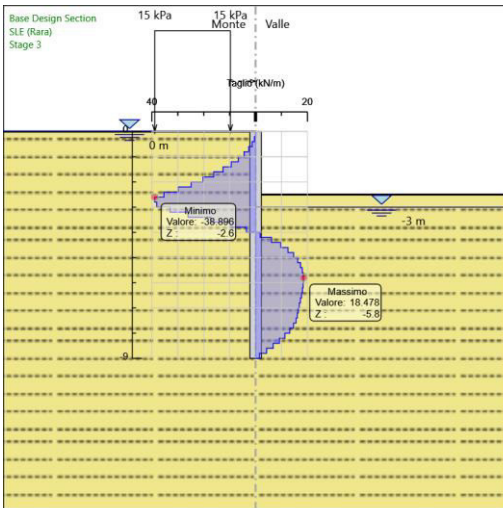
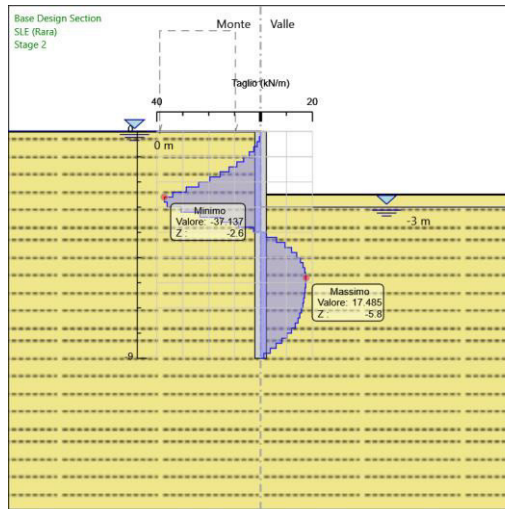
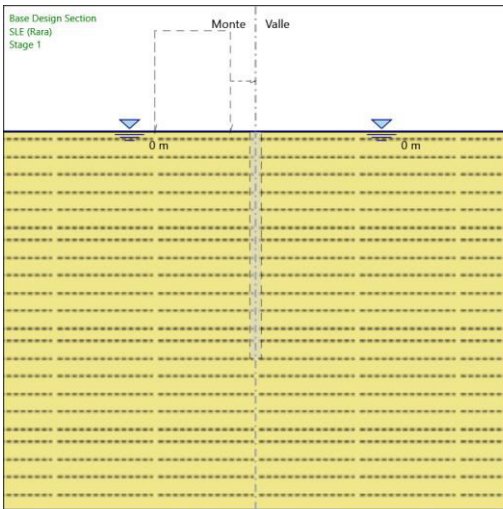
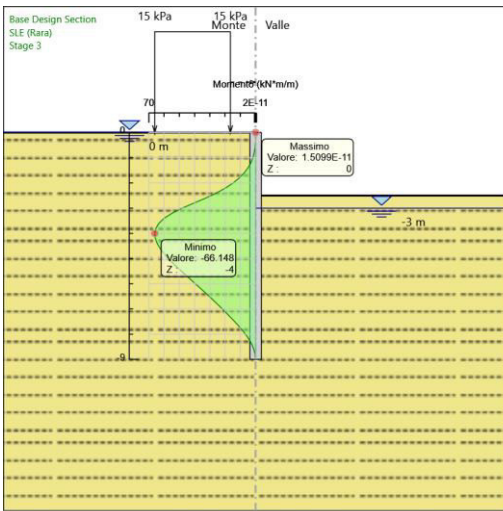
Design Assumption: SLE (Rara) Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m) Spostamento (mm)
Stage 3	0 8.95
Stage 3	-0.2 8.56
Stage 3	-0.4 8.18
Stage 3	-0.6 7.8
Stage 3	-0.8 7.41
Stage 3	-1 7.03
Stage 3	-1.2 6.64
Stage 3	-1.4 6.26
Stage 3	-1.6 5.88
Stage 3	-1.8 5.5
Stage 3	-2 5.12
Stage 3	-2.2 4.75
Stage 3	-2.4 4.39
Stage 3	-2.6 4.03
Stage 3	-2.8 3.68
Stage 3	-3 3.34
Stage 3	-3.2 3.02
Stage 3	-3.4 2.72
Stage 3	-3.6 2.43
Stage 3	-3.8 2.16
Stage 3	-4 1.91
Stage 3	-4.2 1.68
Stage 3	-4.4 1.47
Stage 3	-4.6 1.27
Stage 3	-4.8 1.1
Stage 3	-5 0.94
Stage 3	-5.2 0.8
Stage 3	-5.4 0.68
Stage 3	-5.6 0.57
Stage 3	-5.8 0.48
Stage 3	-6 0.39
Stage 3	-6.2 0.32
Stage 3	-6.4 0.26
Stage 3	-6.6 0.21
Stage 3	-6.8 0.17
Stage 3	-7 0.14
Stage 3	-7.2 0.11
Stage 3	-7.4 0.09
Stage 3	-7.6 0.07
Stage 3	-7.8 0.06
Stage 3	-8 0.04
Stage 3	-8.2 0.03
Stage 3	-8.4 0.03
Stage 3	-8.6 0.02
Stage 3	-8.8 0.01
Stage 3	-9 0

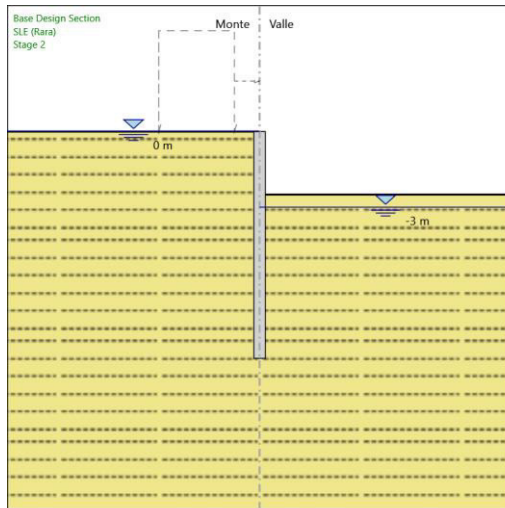
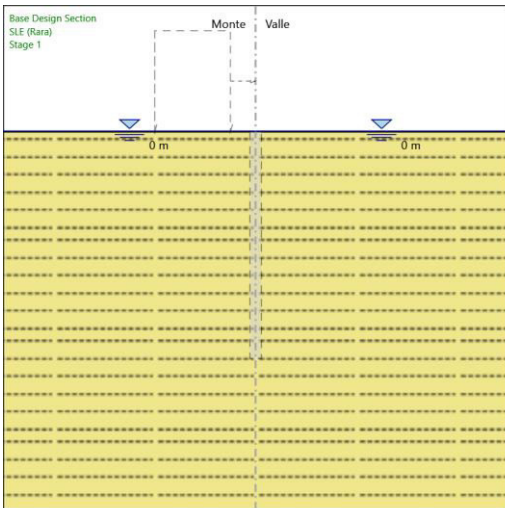
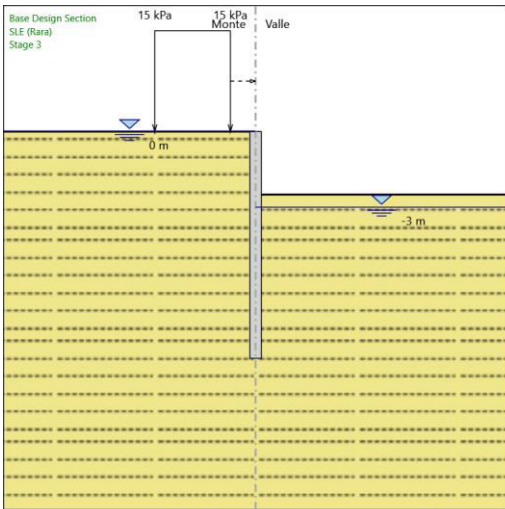
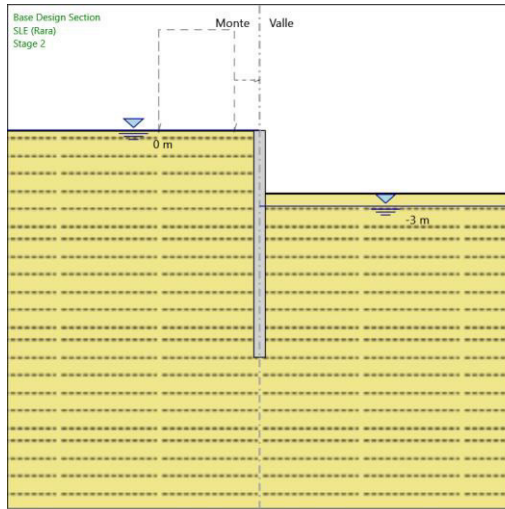
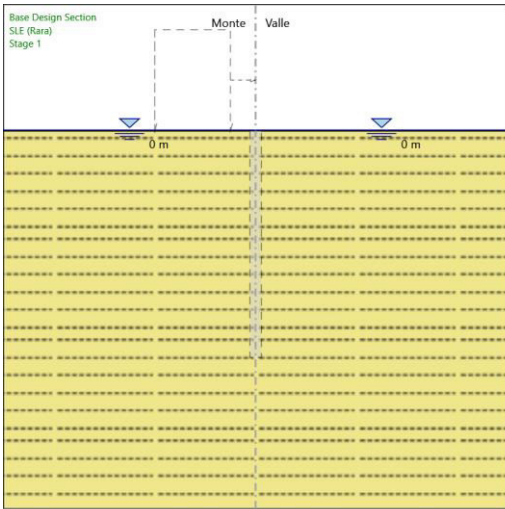
### 6.1.6. Tabella Risultati Paratia SLE (Rara) - Left Wall - Stage: Stage 3

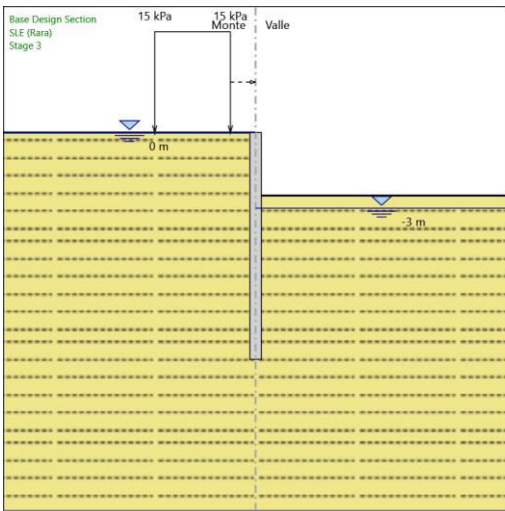
Design Assumption: SLE (Rara) Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 3	0	0	0
Stage 3	-0.2	0	0
Stage 3	-0.2	0	0
Stage 3	-0.4	-0.09	-0.44
Stage 3	-0.6	-0.35	-1.31
Stage 3	-0.8	-0.88	-2.64
Stage 3	-1	-1.76	-4.42
Stage 3	-1.2	-3.1	-6.66
Stage 3	-1.4	-4.97	-9.36
Stage 3	-1.6	-7.47	-12.53
Stage 3	-1.8	-10.71	-16.16
Stage 3	-2	-14.76	-20.27
Stage 3	-2.2	-19.73	-24.84
Stage 3	-2.4	-25.7	-29.87
Stage 3	-2.6	-32.77	-35.35
Stage 3	-2.8	-40.55	-38.9
Stage 3	-3	-48.17	-38.11
Stage 3	-3.2	-54.77	-32.99
Stage 3	-3.4	-59.99	-26.08
Stage 3	-3.6	-63.46	-17.38
Stage 3	-3.8	-65.44	-9.89
Stage 3	-4	-66.15	-3.53
Stage 3	-4.2	-65.79	1.78
Stage 3	-4.4	-64.56	6.16
Stage 3	-4.6	-62.62	9.71
Stage 3	-4.8	-60.11	12.51
Stage 3	-5	-57.18	14.66
Stage 3	-5.2	-53.93	16.25
Stage 3	-5.4	-50.46	17.35
Stage 3	-5.6	-46.86	18.04
Stage 3	-5.8	-43.18	18.39
Stage 3	-6	-39.48	18.48
Stage 3	-6.2	-35.81	18.36
Stage 3	-6.4	-32.19	18.09
Stage 3	-6.6	-28.65	17.72
Stage 3	-6.8	-25.19	17.3
Stage 3	-7	-21.81	16.87
Stage 3	-7.2	-18.52	16.47
Stage 3	-7.4	-15.3	16.1
Stage 3	-7.6	-12.18	15.63
Stage 3	-7.8	-9.25	14.65
Stage 3	-8	-6.61	13.18
Stage 3	-8.2	-4.34	11.34
Stage 3	-8.4	-2.5	9.2
Stage 3	-8.6	-1.14	6.82
Stage 3	-8.8	-0.29	4.23
Stage 3	-9	0	1.46

### 6.1.7. Tabella Grafici dei Risultati









## 6.2. Risultati A1+M1+R1

### 6.2.1. Tabella Risultati Paratia A1+M1+R1 - Left Wall - Stage: Stage 1

Design Assumption: A1+M1+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 1	0	0	0
Stage 1	-0.2	0	0
Stage 1	-0.4	0	0
Stage 1	-0.6	0	0
Stage 1	-0.8	0	0
Stage 1	-1	0	0
Stage 1	-1.2	0	0
Stage 1	-1.4	0	0
Stage 1	-1.6	0	0
Stage 1	-1.8	0	0
Stage 1	-2	0	0
Stage 1	-2.2	0	0
Stage 1	-2.4	0	0
Stage 1	-2.6	0	0
Stage 1	-2.8	0	0
Stage 1	-3	0	0
Stage 1	-3.2	0	0
Stage 1	-3.4	0	0
Stage 1	-3.6	0	0
Stage 1	-3.8	0	0
Stage 1	-4	0	0
Stage 1	-4.2	0	0
Stage 1	-4.4	0	0
Stage 1	-4.6	0	0
Stage 1	-4.8	0	0
Stage 1	-5	0	0
Stage 1	-5.2	0	0
Stage 1	-5.4	0	0
Stage 1	-5.6	0	0
Stage 1	-5.8	0	0
Stage 1	-6	0	0
Stage 1	-6.2	0	0
Stage 1	-6.4	0	0
Stage 1	-6.6	0	0
Stage 1	-6.8	0	0
Stage 1	-7	0	0
Stage 1	-7.2	0	0
Stage 1	-7.4	0	0
Stage 1	-7.6	0	0
Stage 1	-7.8	0	0
Stage 1	-8	0	0
Stage 1	-8.2	0	0
Stage 1	-8.4	0	0
Stage 1	-8.6	0	0
Stage 1	-8.8	0	0
Stage 1	-9	0	0



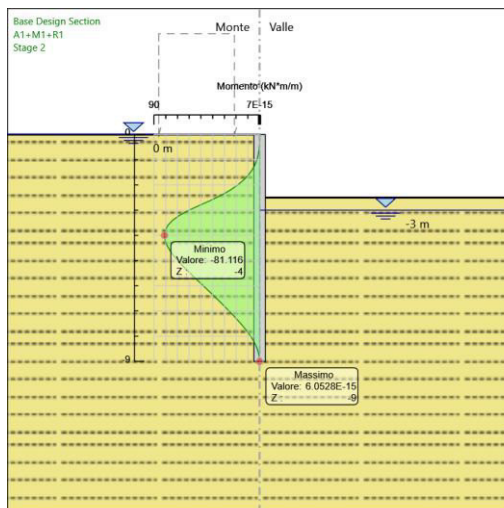
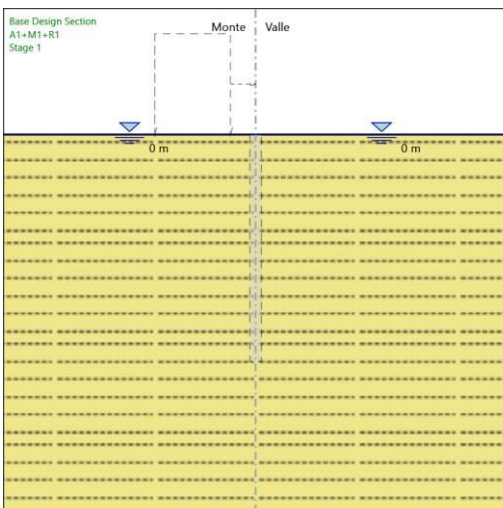
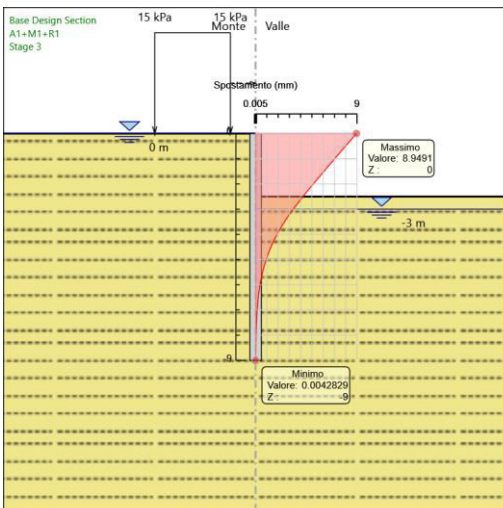
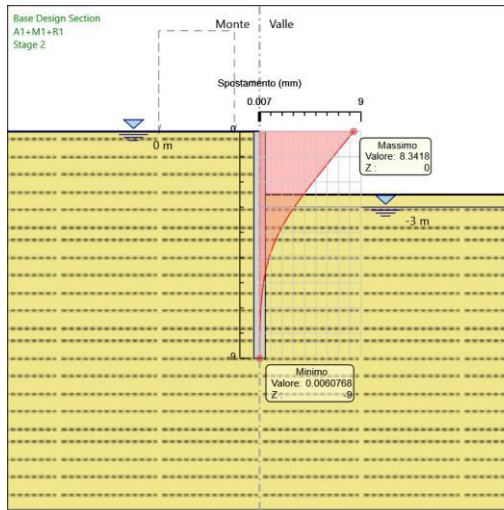
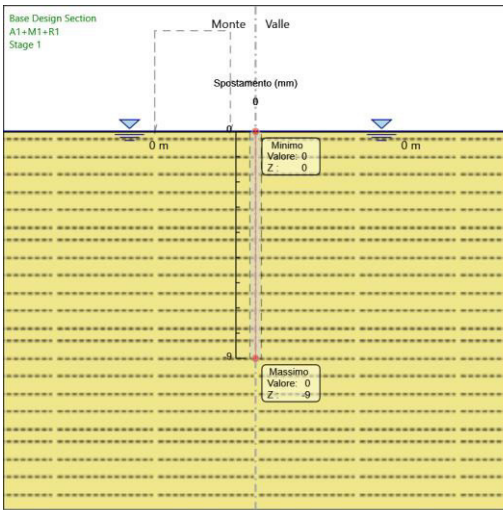
## 6.2.2. Tabella Risultati Paratia A1+M1+R1 - Left Wall - Stage: Stage 2

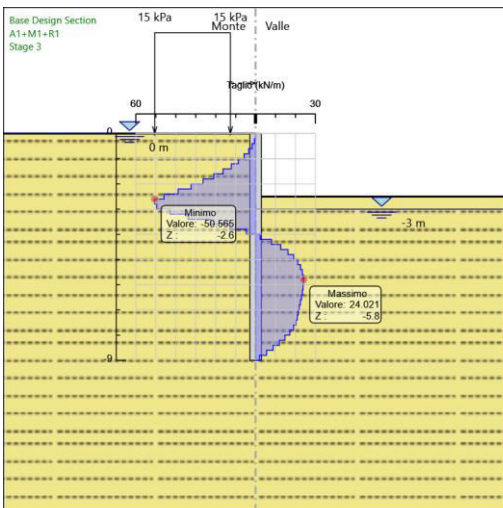
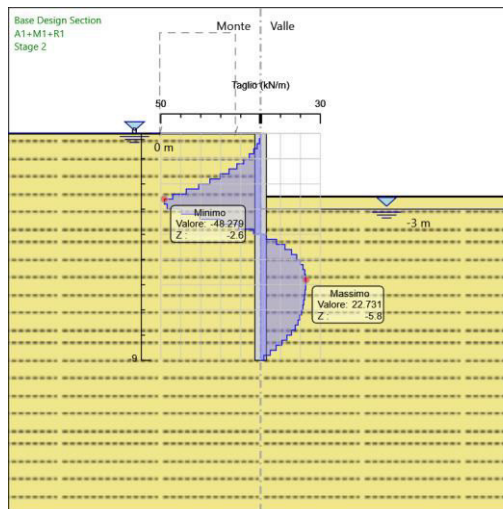
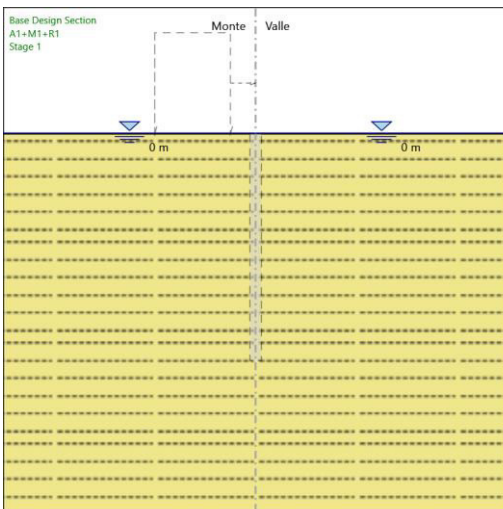
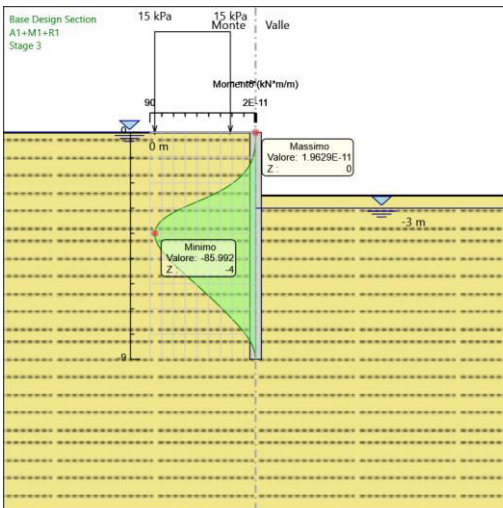
Design Assumption: A1+M1+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	0	0	0
Stage 2	-0.2	0	0
Stage 2	-0.2	0	0
Stage 2	-0.4	-0.11	-0.57
Stage 2	-0.6	-0.45	-1.7
Stage 2	-0.8	-1.13	-3.4
Stage 2	-1	-2.27	-5.66
Stage 2	-1.2	-3.96	-8.48
Stage 2	-1.4	-6.34	-11.87
Stage 2	-1.6	-9.5	-15.82
Stage 2	-1.8	-13.57	-20.34
Stage 2	-2	-18.65	-25.42
Stage 2	-2.2	-24.86	-31.06
Stage 2	-2.4	-32.32	-37.27
Stage 2	-2.6	-41.13	-44.04
Stage 2	-2.8	-50.78	-48.28
Stage 2	-3	-60.16	-46.86
Stage 2	-3.2	-68.12	-39.8
Stage 2	-3.4	-74.19	-30.39
Stage 2	-3.6	-78.2	-20.01
Stage 2	-3.8	-80.41	-11.09
Stage 2	-4	-81.12	-3.52
Stage 2	-4.2	-80.55	2.82
Stage 2	-4.4	-78.95	8.04
Stage 2	-4.6	-76.49	12.25
Stage 2	-4.8	-73.38	15.58
Stage 2	-5	-69.75	18.13
Stage 2	-5.2	-65.75	20.01
Stage 2	-5.4	-61.48	21.32
Stage 2	-5.6	-57.05	22.15
Stage 2	-5.8	-52.54	22.59
Stage 2	-6	-47.99	22.73
Stage 2	-6.2	-43.46	22.64
Stage 2	-6.4	-38.98	22.38
Stage 2	-6.6	-34.58	22.03
Stage 2	-6.8	-30.25	21.64
Stage 2	-7	-26.01	21.21
Stage 2	-7.2	-21.91	20.5
Stage 2	-7.4	-17.97	19.66
Stage 2	-7.6	-14.22	18.79
Stage 2	-7.8	-10.73	17.41
Stage 2	-8	-7.63	15.51
Stage 2	-8.2	-4.99	13.21
Stage 2	-8.4	-2.86	10.63
Stage 2	-8.6	-1.3	7.82
Stage 2	-8.8	-0.33	4.83
Stage 2	-9	0	1.66

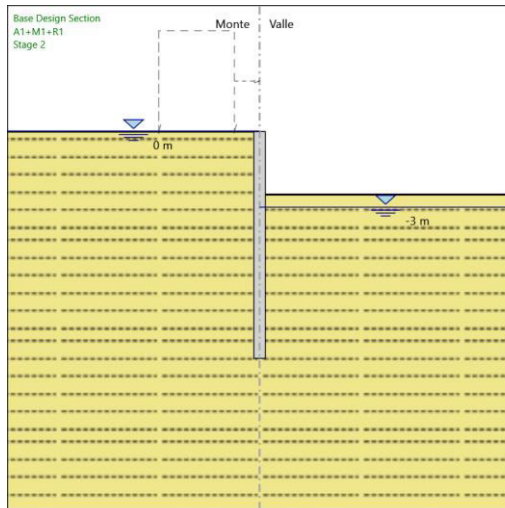
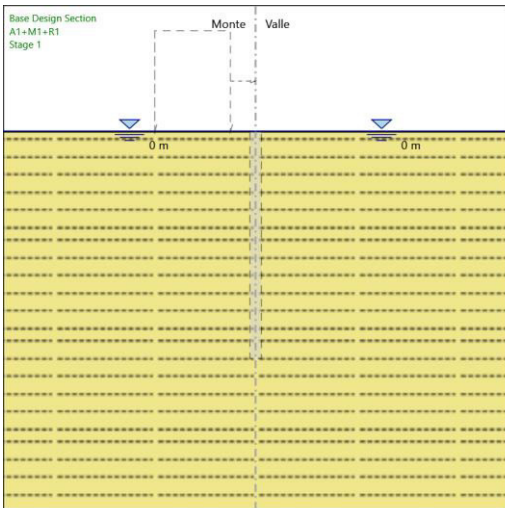
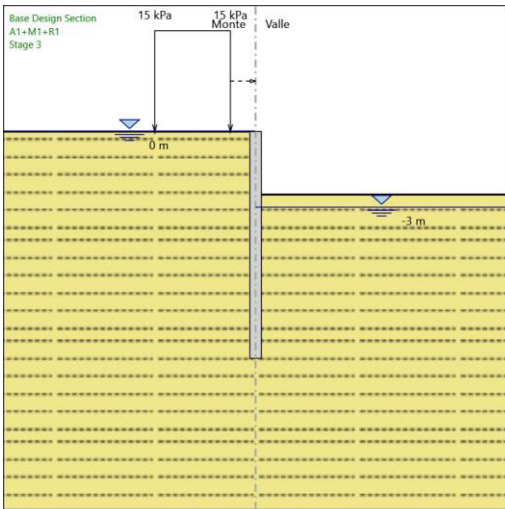
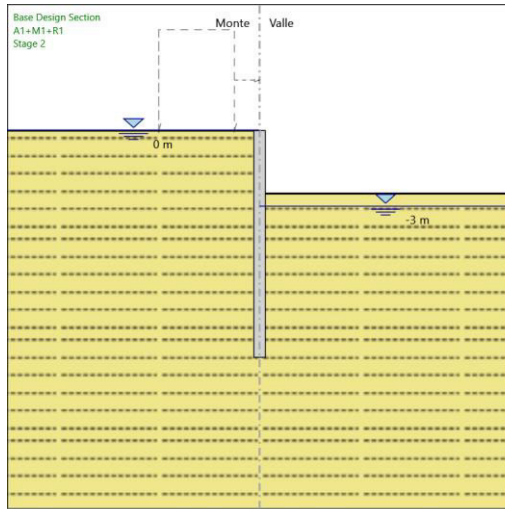
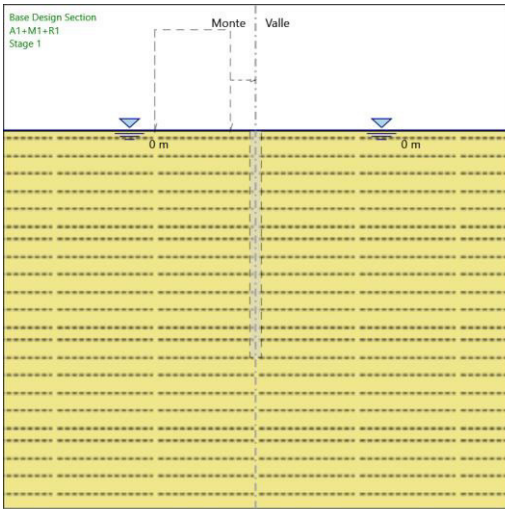
### 6.2.3. Tabella Risultati Paratia A1+M1+R1 - Left Wall - Stage: Stage 3

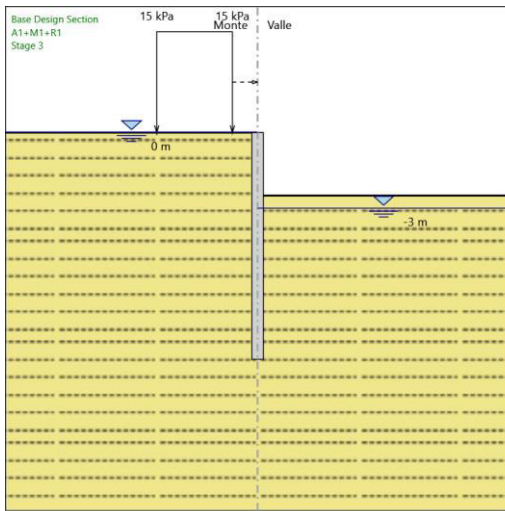
Design Assumption: A1+M1+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 3	0	0	0
Stage 3	-0.2	0	0
Stage 3	-0.2	0	0
Stage 3	-0.4	-0.11	-0.57
Stage 3	-0.6	-0.45	-1.71
Stage 3	-0.8	-1.14	-3.43
Stage 3	-1	-2.29	-5.75
Stage 3	-1.2	-4.02	-8.66
Stage 3	-1.4	-6.46	-12.17
Stage 3	-1.6	-9.71	-16.29
Stage 3	-1.8	-13.92	-21.01
Stage 3	-2	-19.19	-26.35
Stage 3	-2.2	-25.65	-32.29
Stage 3	-2.4	-33.41	-38.83
Stage 3	-2.6	-42.6	-45.95
Stage 3	-2.8	-52.72	-50.56
Stage 3	-3	-62.62	-49.54
Stage 3	-3.2	-71.2	-42.89
Stage 3	-3.4	-77.98	-33.91
Stage 3	-3.6	-82.5	-22.59
Stage 3	-3.8	-85.07	-12.85
Stage 3	-4	-85.99	-4.59
Stage 3	-4.2	-85.53	2.31
Stage 3	-4.4	-83.93	8.01
Stage 3	-4.6	-81.4	12.62
Stage 3	-4.8	-78.15	16.27
Stage 3	-5	-74.34	19.06
Stage 3	-5.2	-70.11	21.12
Stage 3	-5.4	-65.6	22.55
Stage 3	-5.6	-60.91	23.45
Stage 3	-5.8	-56.13	23.91
Stage 3	-6	-51.33	24.02
Stage 3	-6.2	-46.55	23.87
Stage 3	-6.4	-41.85	23.52
Stage 3	-6.6	-37.24	23.04
Stage 3	-6.8	-32.74	22.49
Stage 3	-7	-28.36	21.93
Stage 3	-7.2	-24.08	21.41
Stage 3	-7.4	-19.89	20.93
Stage 3	-7.6	-15.83	20.31
Stage 3	-7.8	-12.02	19.05
Stage 3	-8	-8.59	17.14
Stage 3	-8.2	-5.64	14.74
Stage 3	-8.4	-3.25	11.95
Stage 3	-8.6	-1.48	8.86
Stage 3	-8.8	-0.38	5.5
Stage 3	-9	0	1.9

### 6.2.4. Tabella Grafici dei Risultati









## 6.3. Risultati A2+M2+R1

### 6.3.1. Tabella Risultati Paratia A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: Stage 1

Design Assumption: A2+M2+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 1	0	0	0
Stage 1	-0.2	0	0
Stage 1	-0.4	0	0
Stage 1	-0.6	0	0
Stage 1	-0.8	0	0
Stage 1	-1	0	0
Stage 1	-1.2	0	0
Stage 1	-1.4	0	0
Stage 1	-1.6	0	0
Stage 1	-1.8	0	0
Stage 1	-2	0	0
Stage 1	-2.2	0	0
Stage 1	-2.4	0	0
Stage 1	-2.6	0	0
Stage 1	-2.8	0	0
Stage 1	-3	0	0
Stage 1	-3.2	0	0
Stage 1	-3.4	0	0
Stage 1	-3.6	0	0
Stage 1	-3.8	0	0
Stage 1	-4	0	0
Stage 1	-4.2	0	0
Stage 1	-4.4	0	0
Stage 1	-4.6	0	0
Stage 1	-4.8	0	0
Stage 1	-5	0	0
Stage 1	-5.2	0	0
Stage 1	-5.4	0	0
Stage 1	-5.6	0	0
Stage 1	-5.8	0	0
Stage 1	-6	0	0
Stage 1	-6.2	0	0
Stage 1	-6.4	0	0
Stage 1	-6.6	0	0
Stage 1	-6.8	0	0
Stage 1	-7	0	0
Stage 1	-7.2	0	0
Stage 1	-7.4	0	0
Stage 1	-7.6	0	0
Stage 1	-7.8	0	0
Stage 1	-8	0	0
Stage 1	-8.2	0	0
Stage 1	-8.4	0	0
Stage 1	-8.6	0	0
Stage 1	-8.8	0	0
Stage 1	-9	0	0

### 6.3.2. Tabella Risultati Paratia A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: Stage 2

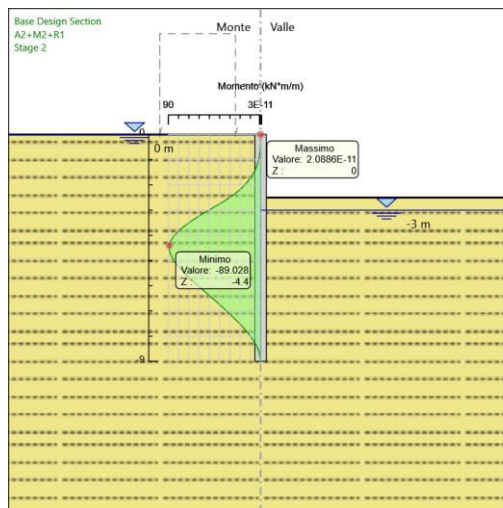
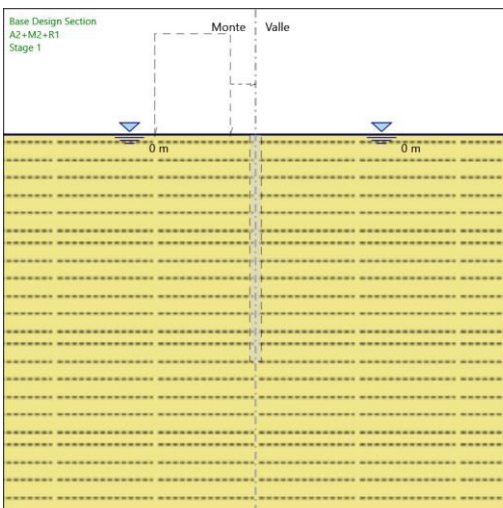
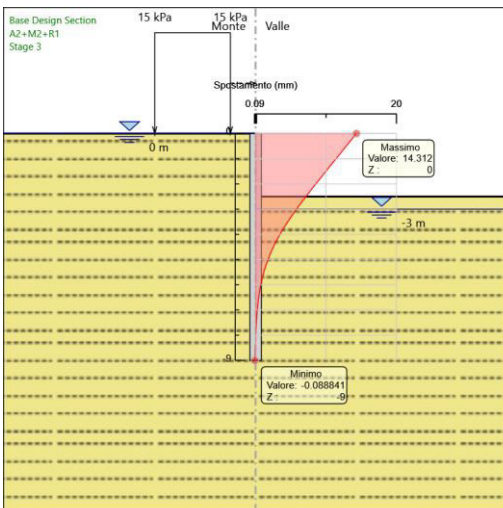
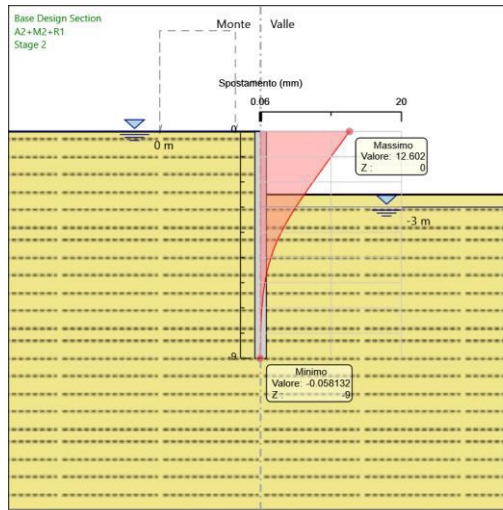
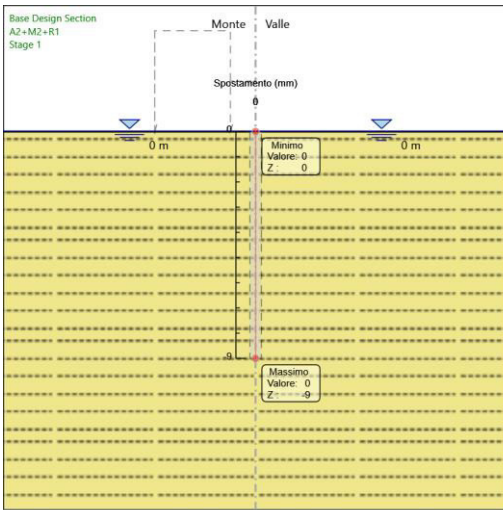
Design Assumption: A2+M2+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	0	0	0
Stage 2	-0.2	0	0
Stage 2	-0.2	0	0
Stage 2	-0.4	-0.09	-0.47
Stage 2	-0.6	-0.37	-1.4
Stage 2	-0.8	-0.93	-2.79
Stage 2	-1	-1.86	-4.66
Stage 2	-1.2	-3.26	-6.98
Stage 2	-1.4	-5.22	-9.78
Stage 2	-1.6	-7.82	-13.04
Stage 2	-1.8	-11.18	-16.76
Stage 2	-2	-15.37	-20.95
Stage 2	-2.2	-20.49	-25.61
Stage 2	-2.4	-26.63	-30.73
Stage 2	-2.6	-33.9	-36.32
Stage 2	-2.8	-42.04	-40.73
Stage 2	-3	-50.51	-42.31
Stage 2	-3.2	-58.72	-41.06
Stage 2	-3.4	-66.44	-38.59
Stage 2	-3.6	-73.42	-34.9
Stage 2	-3.8	-79.41	-29.97
Stage 2	-4	-84.17	-23.82
Stage 2	-4.2	-87.46	-16.44
Stage 2	-4.4	-89.03	-7.83
Stage 2	-4.6	-88.88	0.74
Stage 2	-4.8	-87.31	7.84
Stage 2	-5	-84.59	13.62
Stage 2	-5.2	-80.94	18.22
Stage 2	-5.4	-76.59	21.78
Stage 2	-5.6	-71.7	24.43
Stage 2	-5.8	-66.44	26.29
Stage 2	-6	-60.95	27.48
Stage 2	-6.2	-55.33	28.11
Stage 2	-6.4	-49.67	28.28
Stage 2	-6.6	-44.06	28.07
Stage 2	-6.8	-38.54	27.58
Stage 2	-7	-33.17	26.87
Stage 2	-7.2	-27.97	26
Stage 2	-7.4	-22.96	25.03
Stage 2	-7.6	-18.2	23.81
Stage 2	-7.8	-13.76	22.19
Stage 2	-8	-9.79	19.88
Stage 2	-8.2	-6.41	16.9
Stage 2	-8.4	-3.69	13.61
Stage 2	-8.6	-1.68	10.05
Stage 2	-8.8	-0.43	6.23
Stage 2	-9	0	2.16

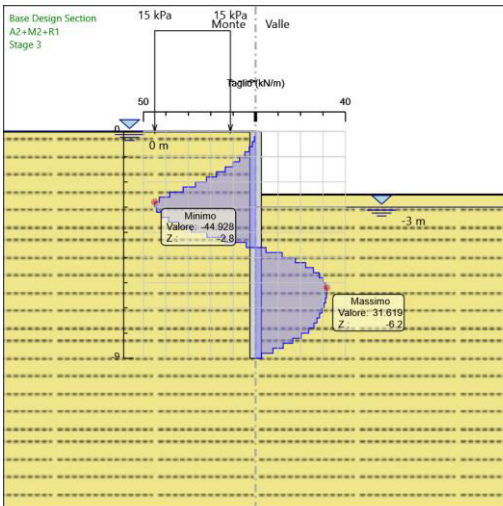
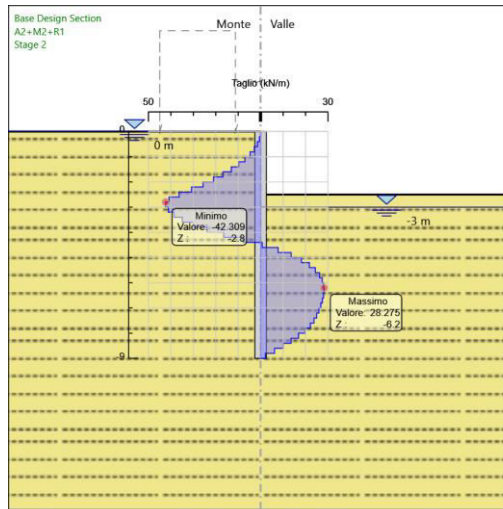
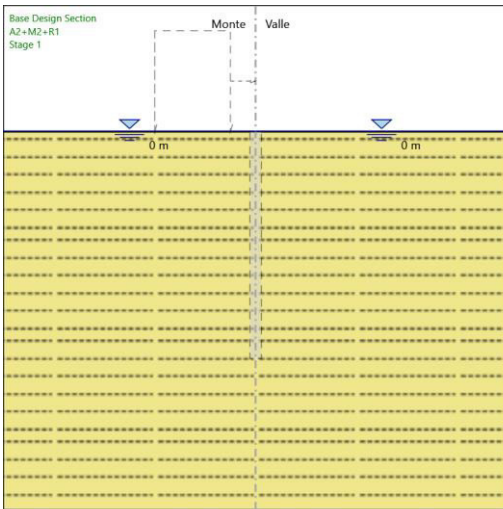
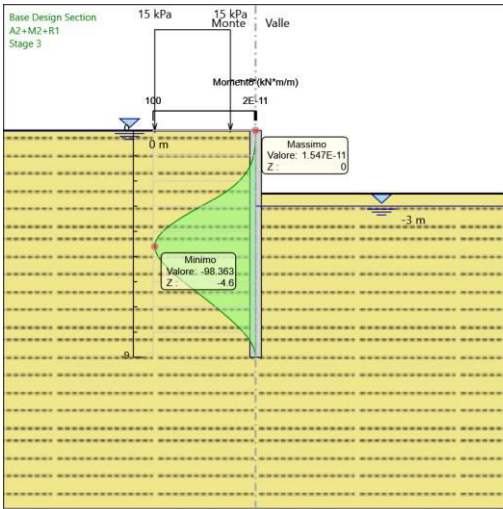


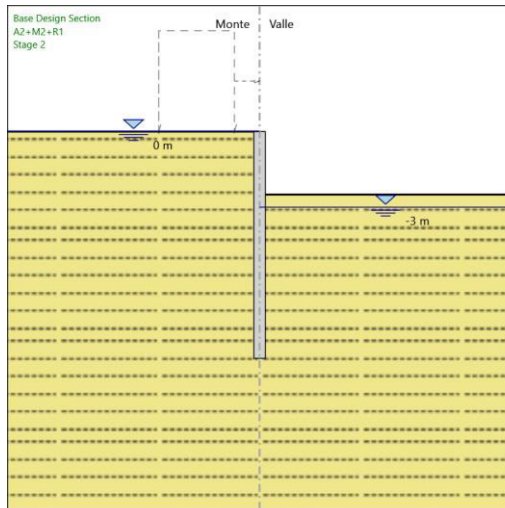
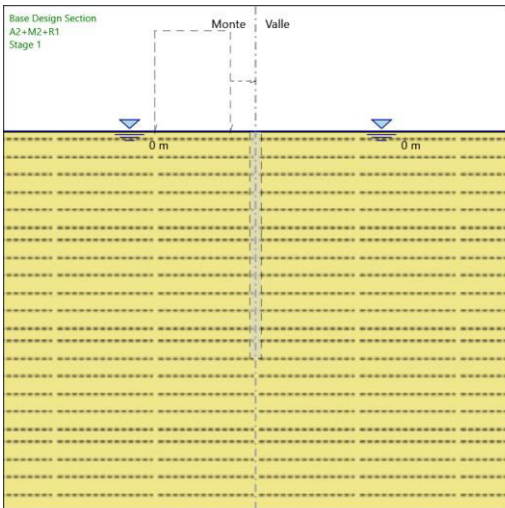
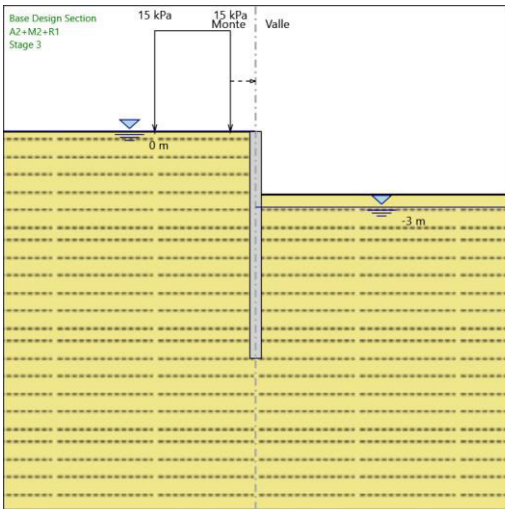
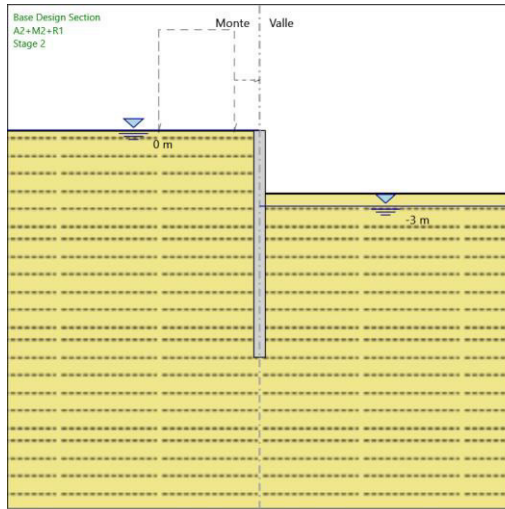
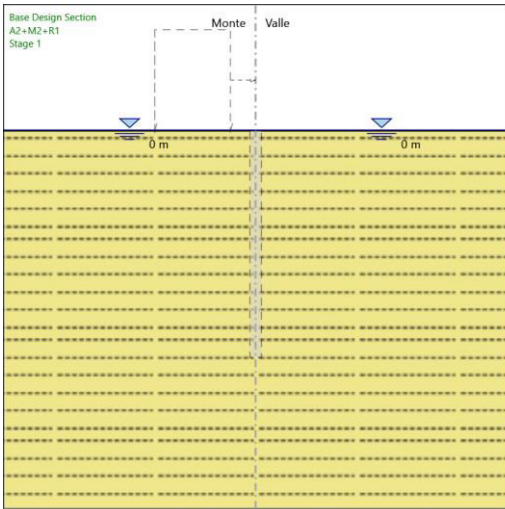
### 6.3.3. Tabella Risultati Paratia A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: Stage 3

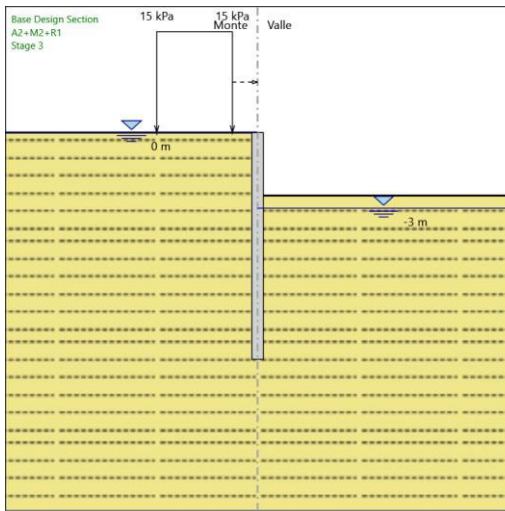
Design Assumption: A2+M2+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 3	0	0	0
Stage 3	-0.2	0	0
Stage 3	-0.2	0	0
Stage 3	-0.4	-0.09	-0.47
Stage 3	-0.6	-0.38	-1.41
Stage 3	-0.8	-0.94	-2.84
Stage 3	-1	-1.89	-4.76
Stage 3	-1.2	-3.33	-7.17
Stage 3	-1.4	-5.35	-10.08
Stage 3	-1.6	-8.05	-13.5
Stage 3	-1.8	-11.53	-17.43
Stage 3	-2	-15.91	-21.87
Stage 3	-2.2	-21.27	-26.82
Stage 3	-2.4	-27.72	-32.26
Stage 3	-2.6	-35.36	-38.19
Stage 3	-2.8	-43.95	-42.96
Stage 3	-3	-52.94	-44.93
Stage 3	-3.2	-61.75	-44.09
Stage 3	-3.4	-70.16	-42.04
Stage 3	-3.6	-77.92	-38.77
Stage 3	-3.8	-84.77	-34.29
Stage 3	-4	-90.49	-28.6
Stage 3	-4.2	-94.83	-21.68
Stage 3	-4.4	-97.54	-13.53
Stage 3	-4.6	-98.36	-4.13
Stage 3	-4.8	-97.43	4.65
Stage 3	-5	-95.06	11.88
Stage 3	-5.2	-91.51	17.72
Stage 3	-5.4	-87.05	22.31
Stage 3	-5.6	-81.89	25.82
Stage 3	-5.8	-76.21	28.37
Stage 3	-6	-70.19	30.11
Stage 3	-6.2	-63.96	31.15
Stage 3	-6.4	-57.64	31.62
Stage 3	-6.6	-51.31	31.61
Stage 3	-6.8	-45.07	31.21
Stage 3	-7	-38.97	30.52
Stage 3	-7.2	-33.05	29.6
Stage 3	-7.4	-27.34	28.53
Stage 3	-7.6	-21.87	27.34
Stage 3	-7.8	-16.67	26.01
Stage 3	-8	-11.94	23.67
Stage 3	-8.2	-7.86	20.36
Stage 3	-8.4	-4.55	16.56
Stage 3	-8.6	-2.08	12.34
Stage 3	-8.8	-0.54	7.72
Stage 3	-9	0	2.7

### 6.3.4. Tabella Grafici dei Risultati









## ***7. Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali***

### **Normative Verifiche**

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### **Coefficienti per Verifica Tiranti**

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

# 7.1. Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3
SLE (Rara)	V	V	V
A1+M1+R1	V	V	V
A2+M2+R1	V	V	V

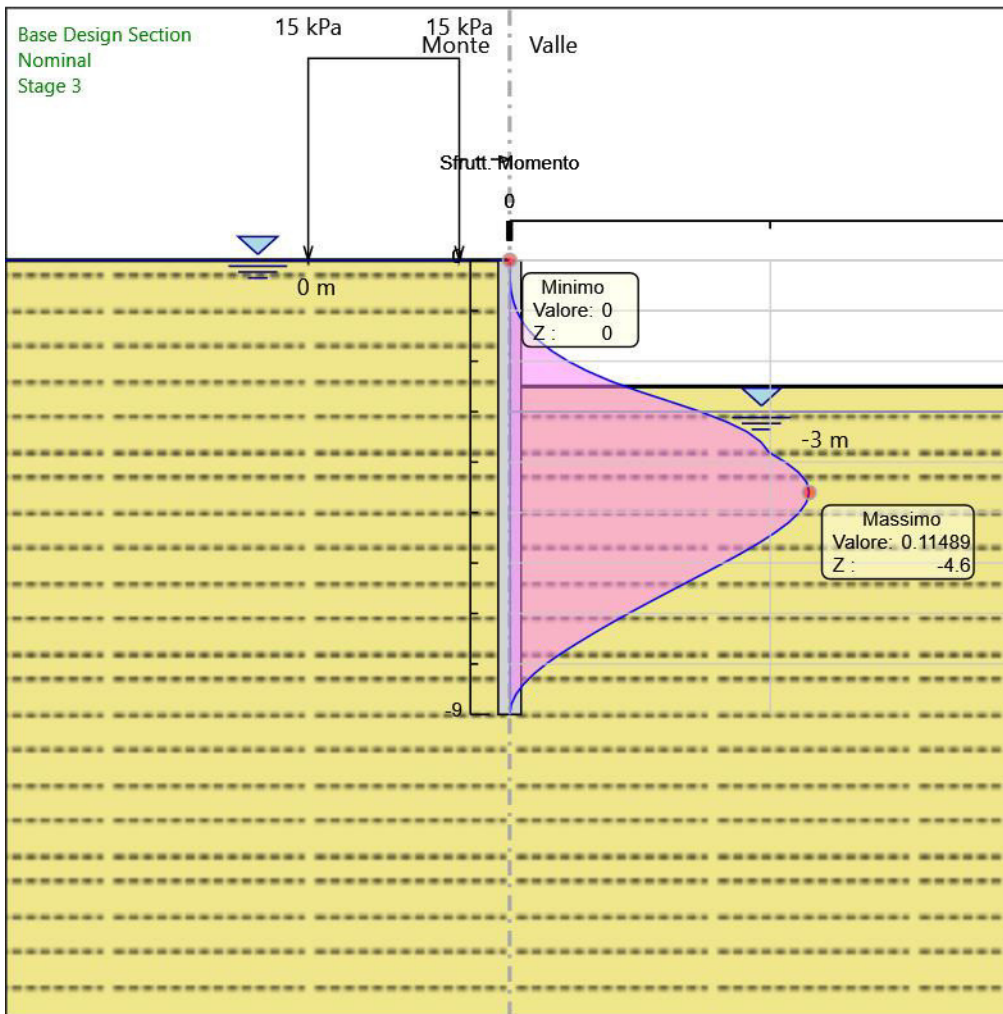
## 7.2. Risultati SteelWorld

### 7.2.1. Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.2	0
-0.4	0
-0.6	0.001
-0.8	0.001
-1	0.003
-1.2	0.005
-1.4	0.008
-1.6	0.011
-1.8	0.016
-2	0.022
-2.2	0.03
-2.4	0.039
-2.6	0.05
-2.8	0.062
-3	0.073
-3.2	0.083
-3.4	0.091
-3.6	0.096
-3.8	0.099
-4	0.106
-4.2	0.111
-4.4	0.114
-4.6	0.115
-4.8	0.114
-5	0.111
-5.2	0.107
-5.4	0.102
-5.6	0.096
-5.8	0.089
-6	0.082
-6.2	0.075
-6.4	0.067
-6.6	0.06
-6.8	0.053
-7	0.046
-7.2	0.039
-7.4	0.032
-7.6	0.026
-7.8	0.019
-8	0.014
-8.2	0.009
-8.4	0.005
-8.6	0.002
-8.8	0.001
-9	0



## 7.2.2. Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

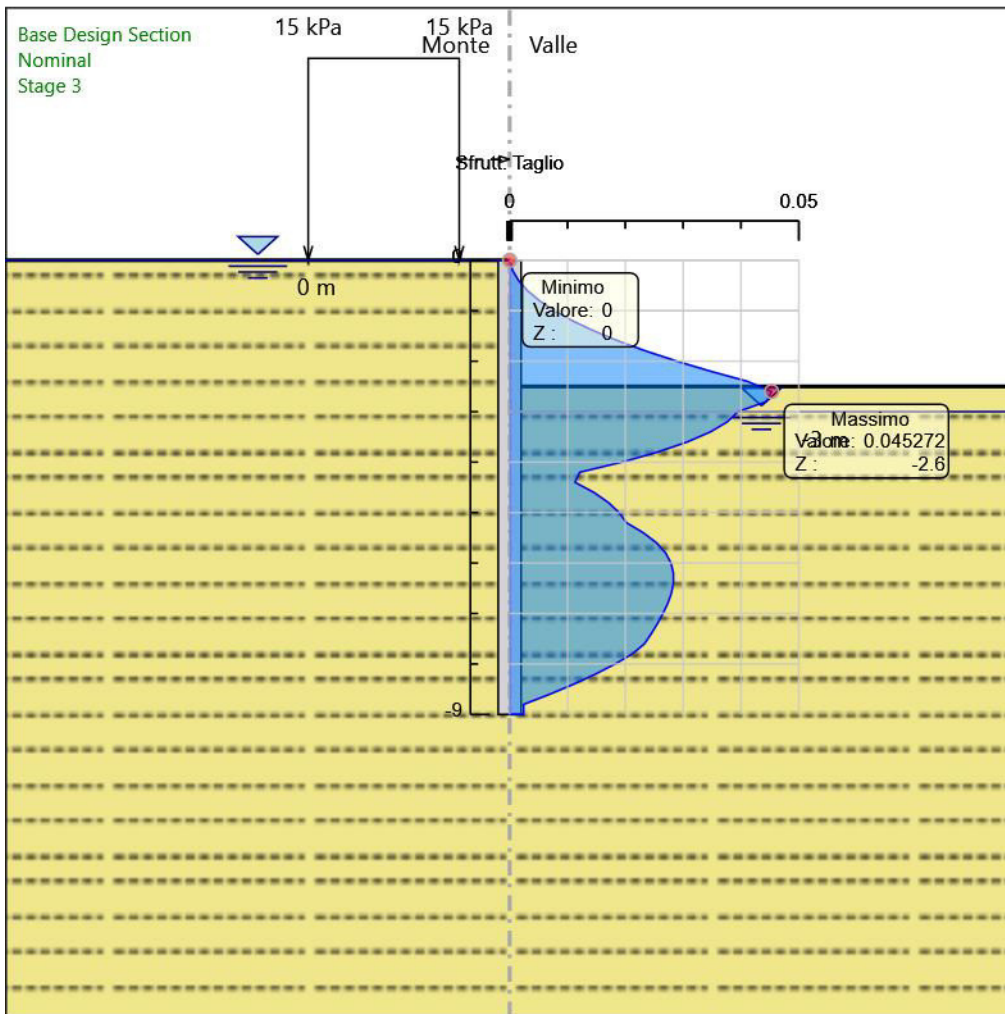


Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

### 7.2.1. Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0
-0.2	0.001
-0.4	0.002
-0.6	0.003
-0.8	0.005
-1	0.008
-1.2	0.011
-1.4	0.015
-1.6	0.019
-1.8	0.024
-2	0.029
-2.2	0.035
-2.4	0.041
-2.6	0.045
-2.8	0.044
-3	0.039
-3.2	0.038
-3.4	0.035
-3.6	0.031
-3.8	0.026
-4	0.019
-4.2	0.012
-4.4	0.011
-4.6	0.015
-4.8	0.017
-5	0.019
-5.2	0.02
-5.4	0.023
-5.6	0.025
-5.8	0.027
-6	0.028
-6.2	0.028
-6.4	0.028
-6.6	0.028
-6.8	0.027
-7	0.027
-7.2	0.026
-7.4	0.024
-7.6	0.023
-7.8	0.021
-8	0.018
-8.2	0.015
-8.4	0.011
-8.6	0.007
-8.8	0.002
-9	0.002

### 7.2.2. Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld





## ***Report di Calcolo***

Nome Progetto: Paratia di pali H=15m

Autore:

Jobname:

Data: 08/12/2018 18:32:12

Design Section: Base Design Section

# Sommario

## Contenuto Sommario

## ***1. Descrizione del Software***

ParatiePlus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

## 2. Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$ sat kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$\phi$ °	$c$ kPa	$S_u$ kPa	Modulo Elastico	$E_u$ kPa	$E_{vc}$ kPa	$E_{ur}$ kPa	Ah	Av	exp Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku kPa	Kvc kN/m <sup>3</sup>	Kur kN/m <sup>3</sup>
1	SABBIE e GHIAIE	19	19	36		0		Constant	80000	240000									



### **3. Descrizione Pareti**

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Muro di sinistra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 15 m

Materiale :

Quota iniziale : 0 m

Barre 1

Numero di barre : 40

Diametro : 0.03 m

Distanza dal bordo : 0.06 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.03 m

Diametro : 0.012 m

Lunghezza : 15 m

Quota iniziale : 0 m

Passo : 0.15 m

Sezione : Pali fi1200

Area equivalente : 0.86997950407102 m

Inerzia equivalente : 0.0783 m<sup>4</sup>/m

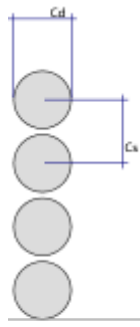
Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.3 m

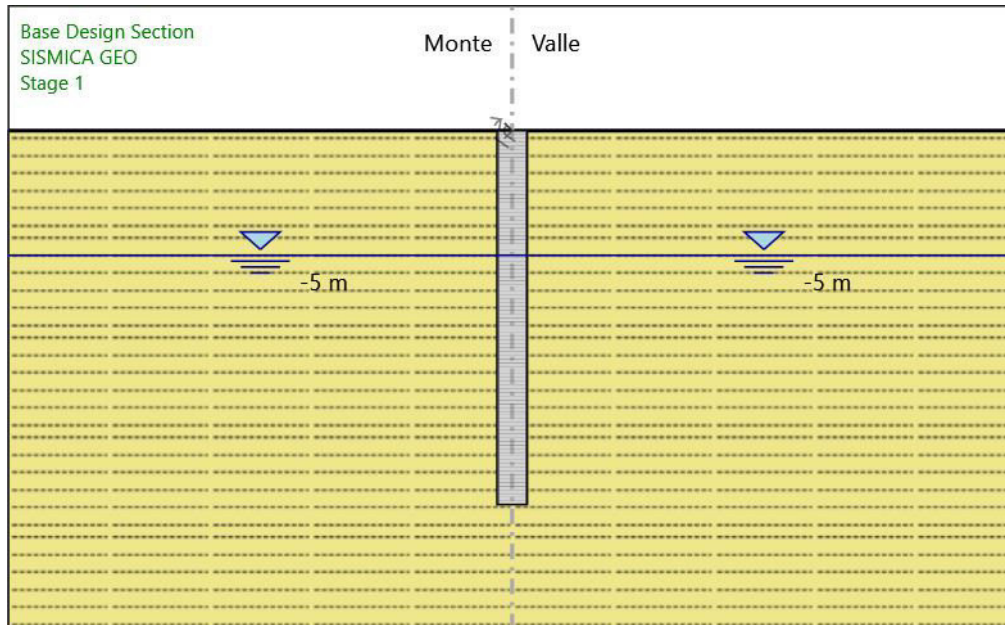
Diametro : 1.2 m

Efficacia : 1



## 4. Fasi di Calcolo

### 4.1. Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5 m

Falda di destra : -5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

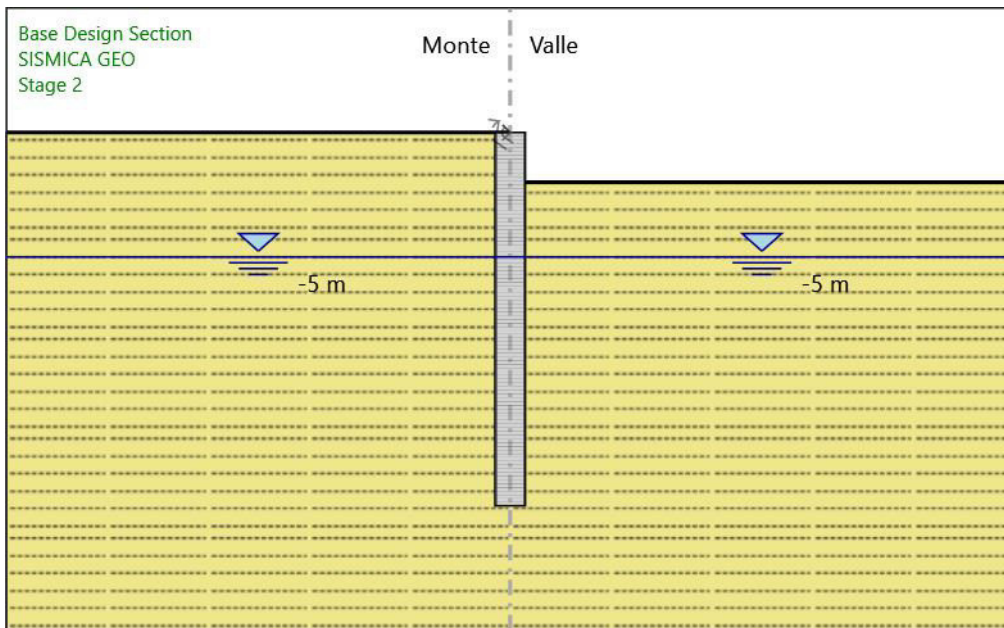
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Pali fi1200

## 4.2. Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5 m

Falda di destra : -5 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

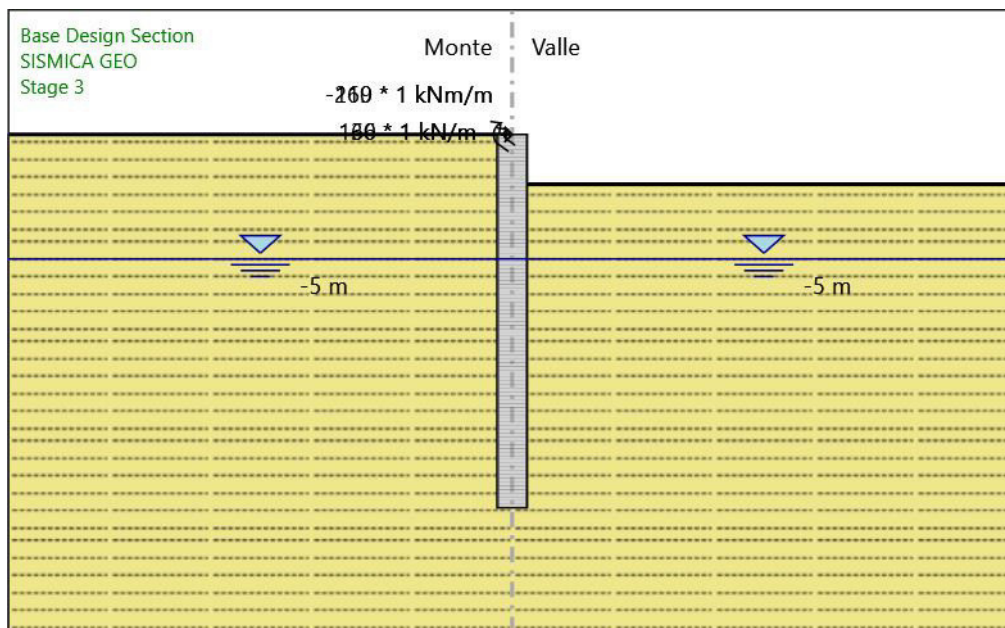
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : Pali fi1200

### 4.3. Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5 m

Falda di destra : -5 m

Carichi

Carico puntuale alla paratia : carico permanente

Quota : 0 m

Px : 136 kN/m

Pz : 1 kN/m

: -169 kNm/m

X : 0 m

Carico puntuale alla paratia : accidentale

Quota : 0 m

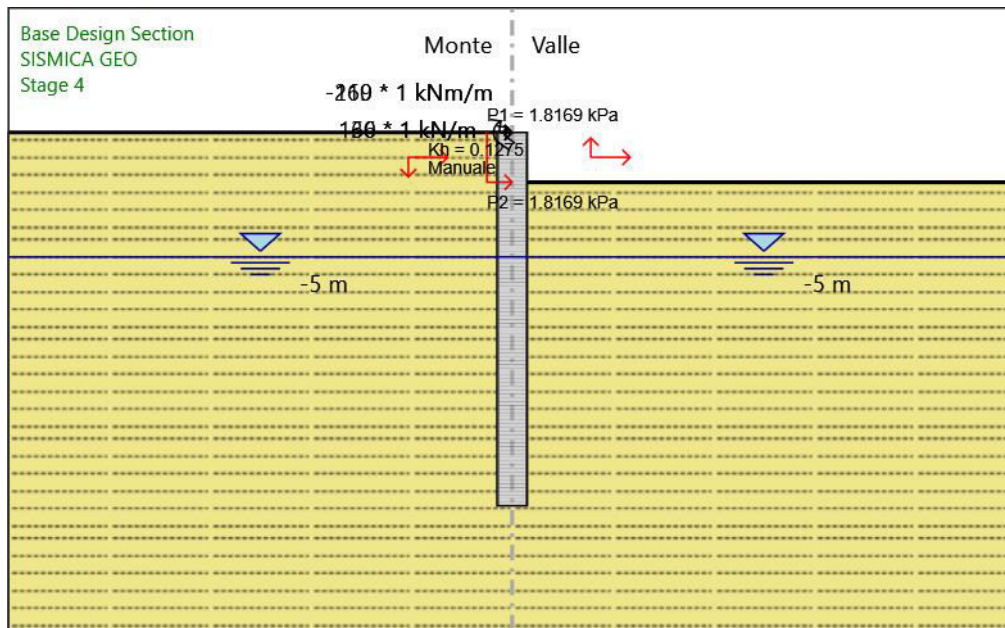
Px : 60 kN/m

Pz : 1 kN/m  
: -210 kNm/m  
X : 0 m

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -15 m  
Sezione : Pali fi1200

## 4.4. Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5 m

Falda di destra : -5 m

Carichi

Carico puntuale alla paratia : carico permanente

Quota : 0 m

Px : 136 kN/m

Pz : 1 kN/m

: -169 kNm/m

X : 0 m

Carico puntuale alla paratia : accidentale

Quota : 0 m

Px : 60 kN/m

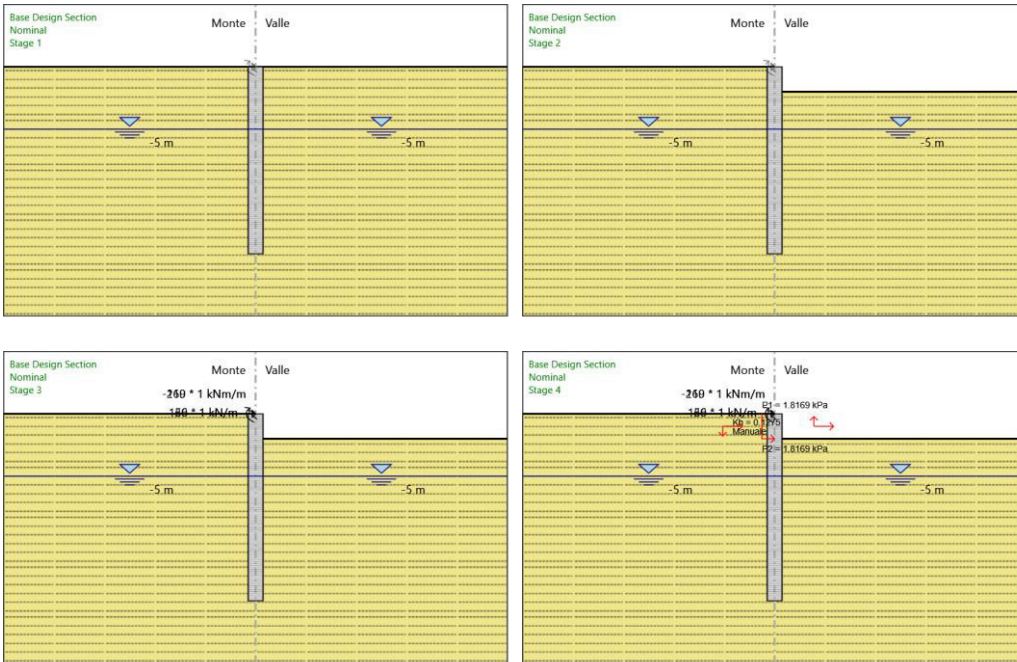


Pz : 1 kN/m  
: -210 kNm/m  
X : 0 m

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -15 m  
Sezione : Pali fi1200

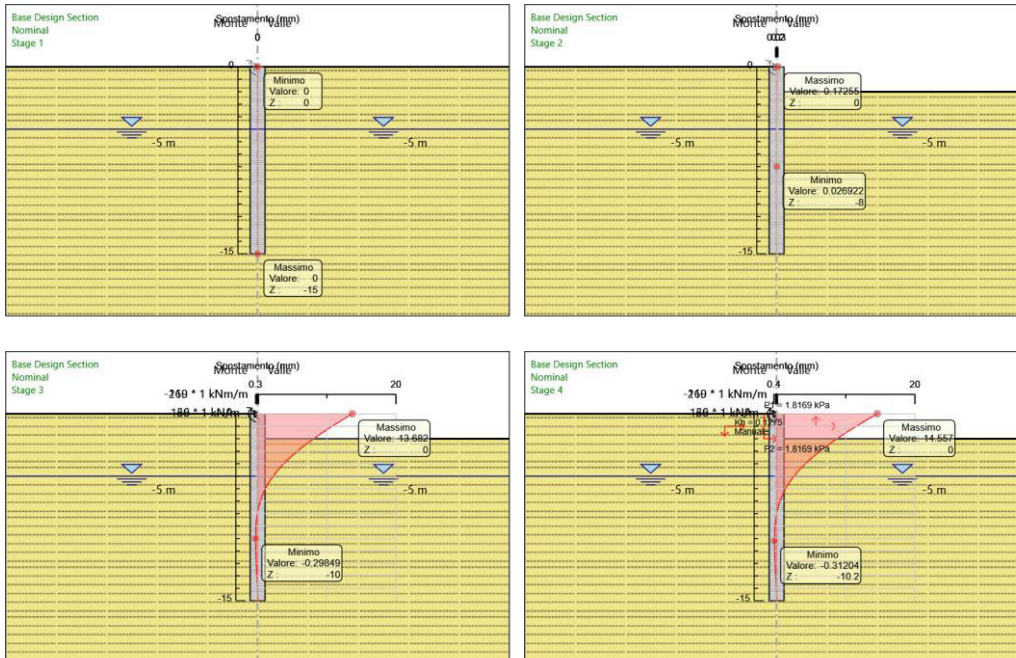
## 4.5. Tabella Configurazione Stage (Nominal)



## 5. Grafici dei Risultati

### 5.1. Design Assumption : Nominal

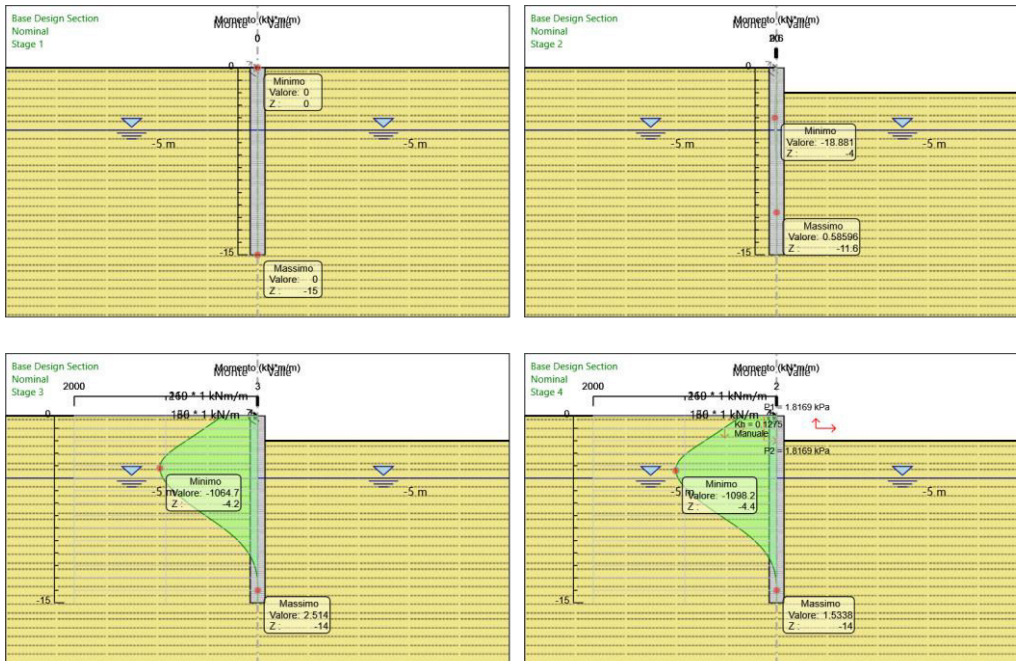
#### 5.1.1. Grafici Spostamento in tabella



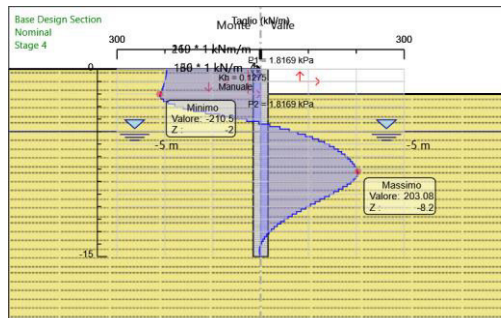
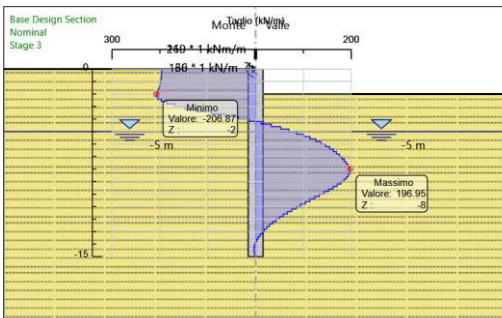
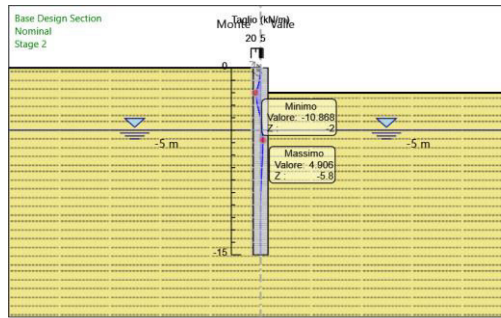
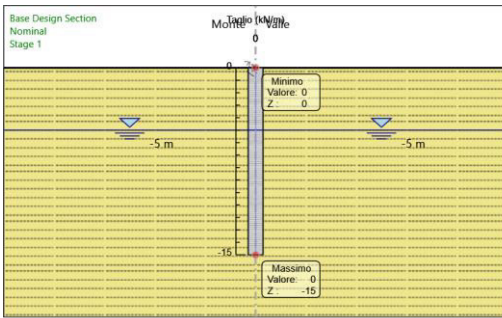
## 5.2. Involuppi Spostamento Nominal

## 5.3. Risultati Paratia

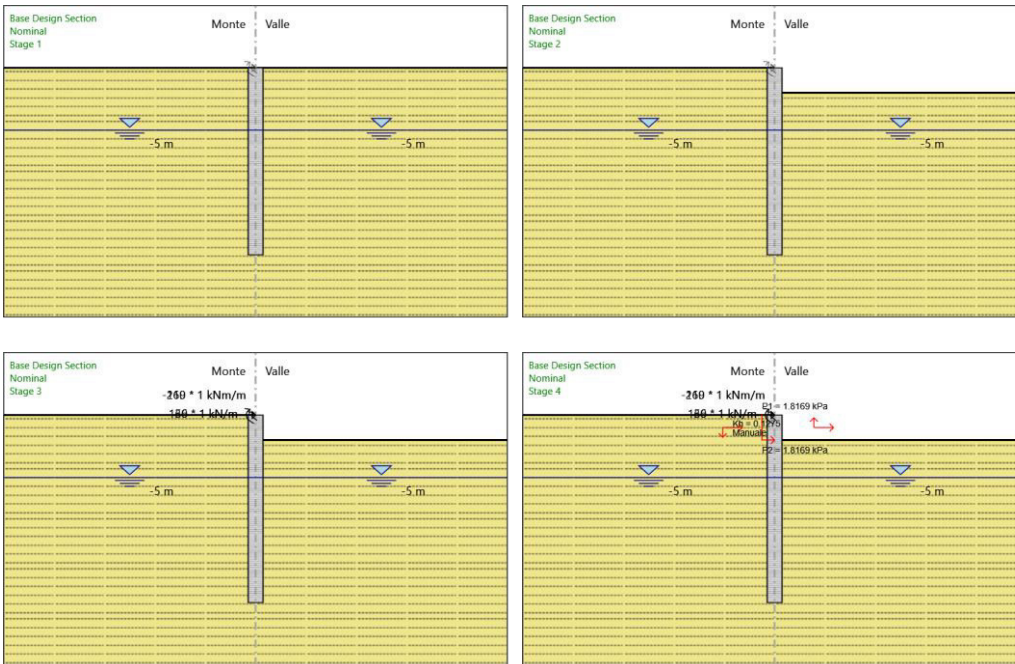
### 5.3.1. Grafico Momento Nominal



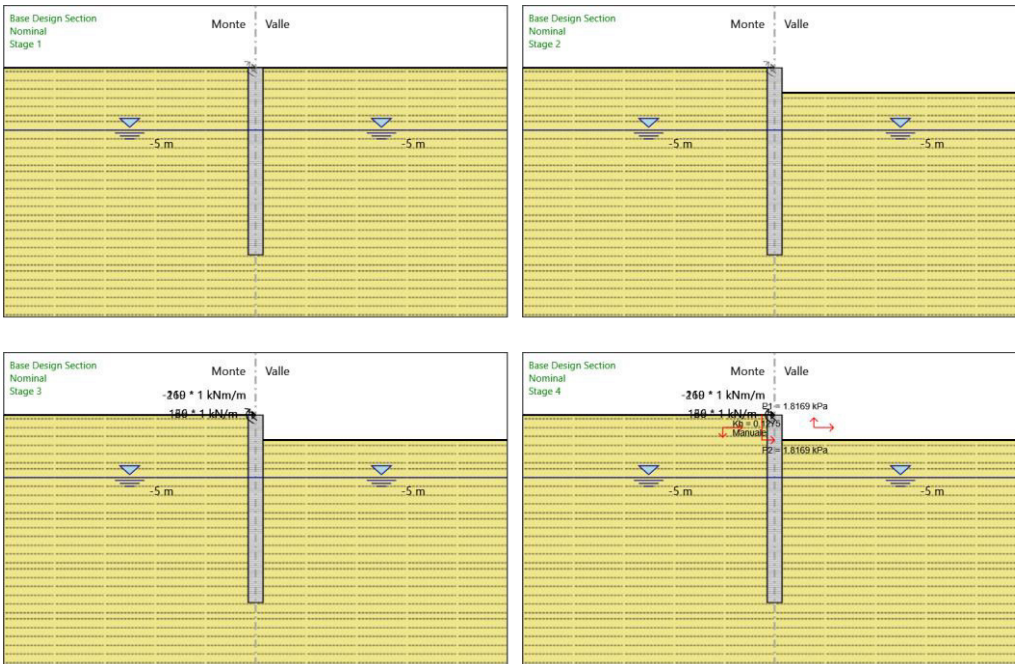
### 5.3.2. Grafico Taglio Nominal



### 5.3.3. Grafico Momento Nominal



### 5.3.4. Grafico Taglio Nominal





## 5.4. Involuppi Risultati Paratia Nominal

## 5.4. Riepilogo spinte

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Riepilogo spinte	Muro:	LEFT	Lato	LEFT		
Stage	Vera effettiva (kN/m)	Pressione neutra (kN/m)	Vera Totale (kN/m)	Min ammissibile (kN/m)	Max ammissibile (kN/m)	Percentuale di resistenza massima	Vera / Attiva
Stage 1	671.4	500	1171.4	4.8	10298.2	6.52%	139.88
Stage 2	587.4	500	1087.4	4.8	10298.2	5.7%	122.38
Stage 3	634.1	500	1134.1	4.8	10298.2	6.16%	132.1
Stage 4	636.1	500	1136.1	4.8	9875.3	6.44%	132.52

Design Assumption: Nominal	Tipo Risultato: Riepilogo spinte	Muro:	LEFT	Lato	RIGHT		
Stage	Vera effettiva (kN/m)	Pressione neutra (kN/m)	Vera Totale (kN/m)	Min ammissibile (kN/m)	Max ammissibile (kN/m)	Percentuale di resistenza massima	Vera / Attiva
Stage 1	671.4	500	1171.4	4.8	10298.2	6.52%	139.88
Stage 2	587.4	500	1087.4	3.8	6952.5	8.45%	154.58
Stage 3	830.1	500	1330.1	3.8	6952.5	11.94%	218.45
Stage 4	835.2	500	1335.2	3.8	5663.2	14.75%	219.79

## 6. Descrizione Coefficienti Design Assumption

### Coefficienti A

Nome	Carichi Per- manenti (F_dead_loa d_unfavour)	Carichi Per- manenti Fa- vorevoli (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Va- riabili Sfa- vorevoli (F_live_loa d_unfa- vour)	Carichi Va- riabili Fa- vorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Si- smico (F_seism_ load)	Pres sioni Lato Mon te (F_ Wa- terD R)	Pres sioni Lato Vall e (F_ Wa- ter Res)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_UPL_GD Stab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_UPL_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_UPL_QD Stab)	Carichi Per- manenti De- stabiliz- zanti (F_HYD_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_HYD_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_HYD_Q DStab)
Sim- bolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M1 +R1	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2 +R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

### Coefficienti M

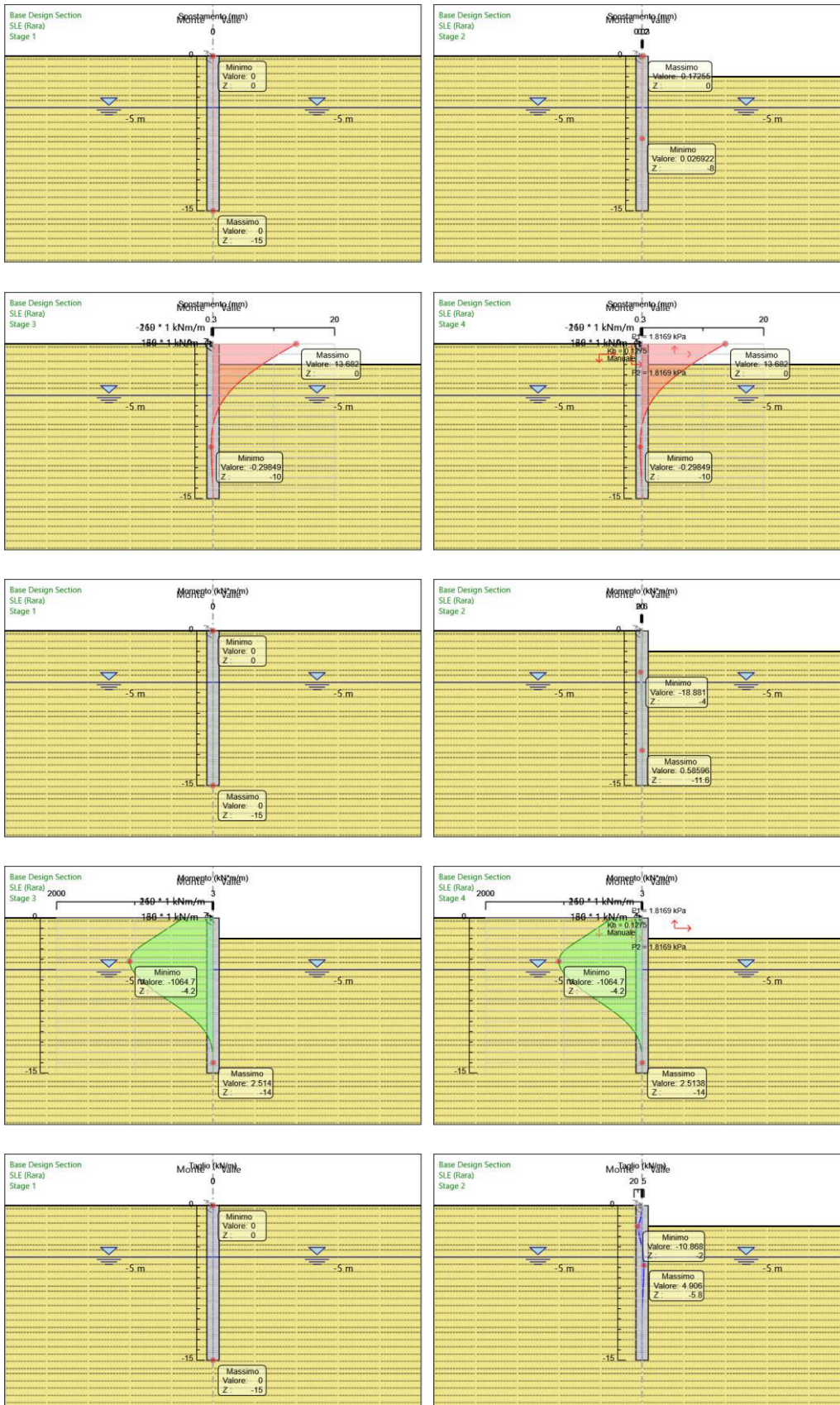
Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1.25	1.25	1.4	1	1

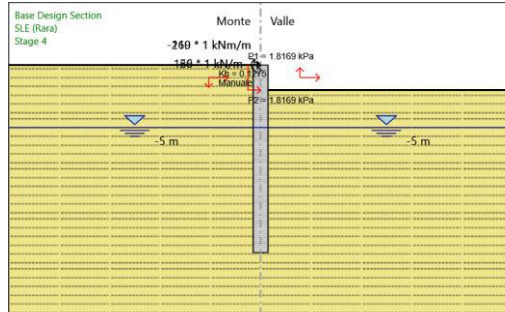
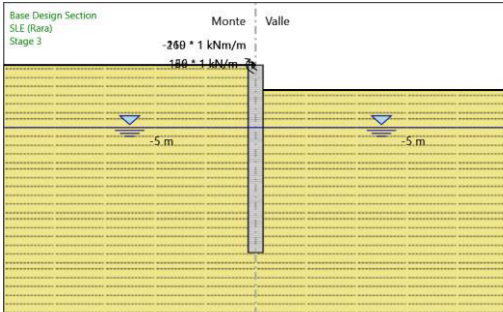
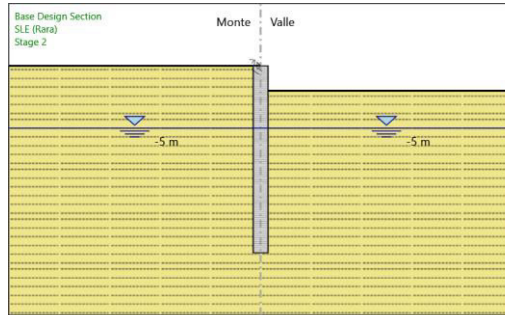
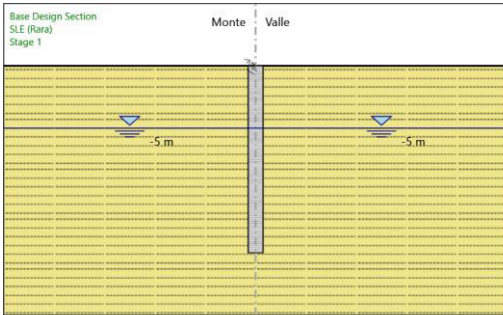
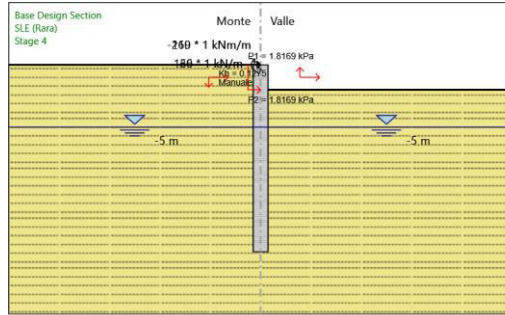
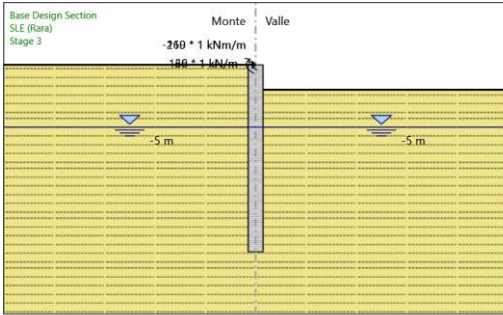
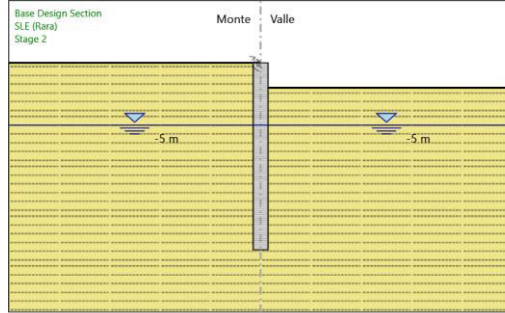
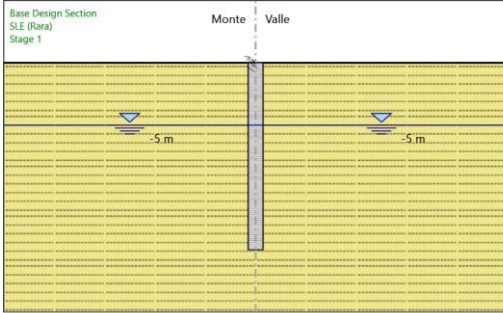
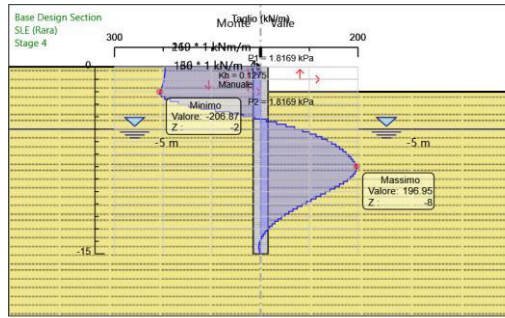
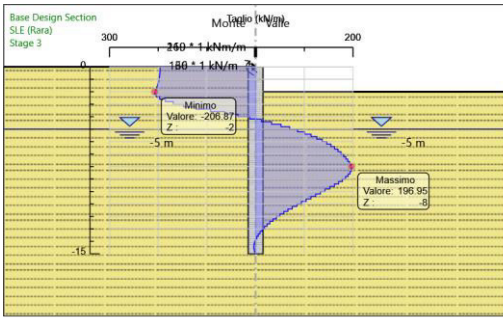
### Coefficienti R

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti perma- nenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti tempo- ranei (F_Anch_T)	Parziale elementi strut- turali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara)	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

## 6.1. Risultati SLE (Rara)

### 6.1.1. Tabella Grafici dei Risultati

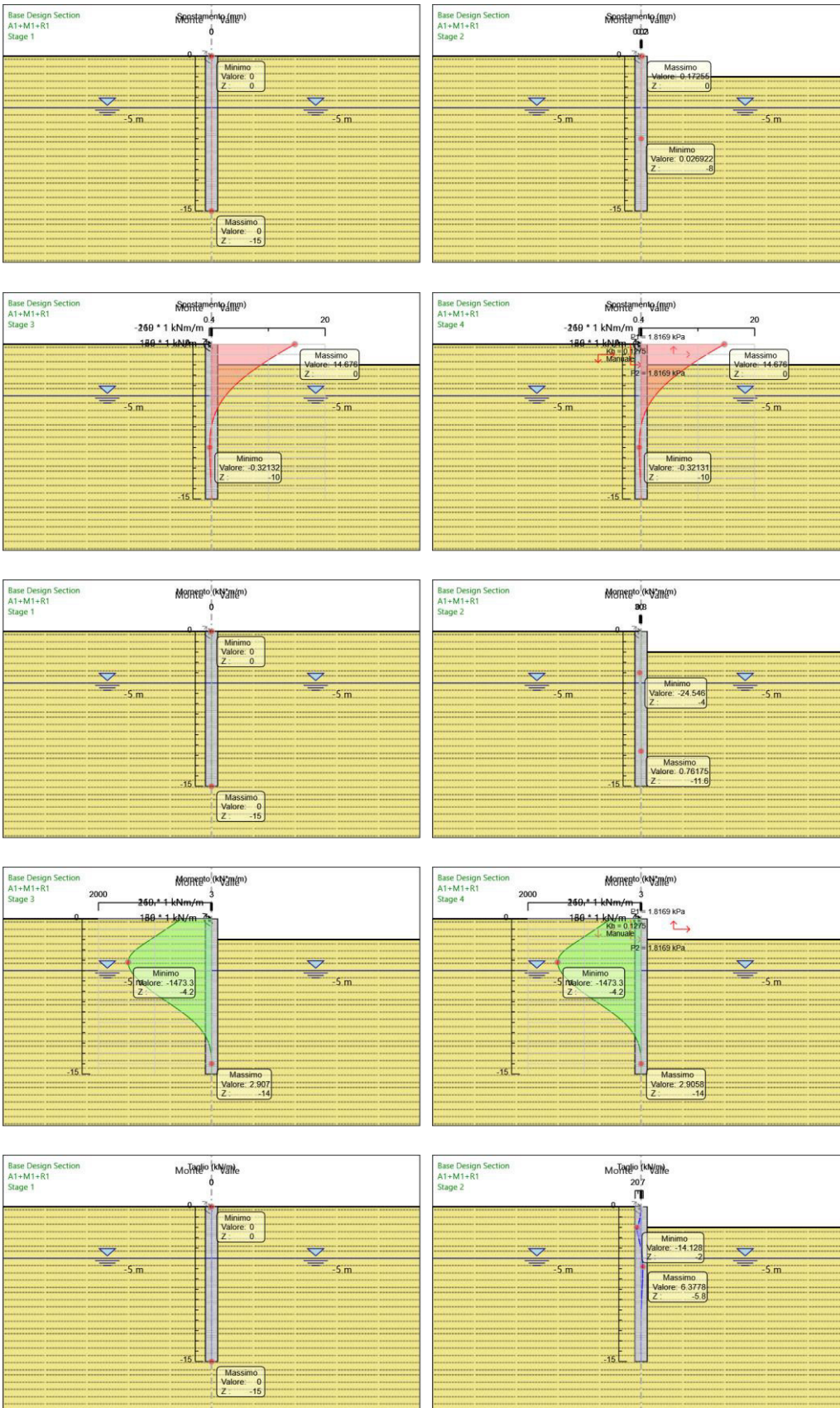


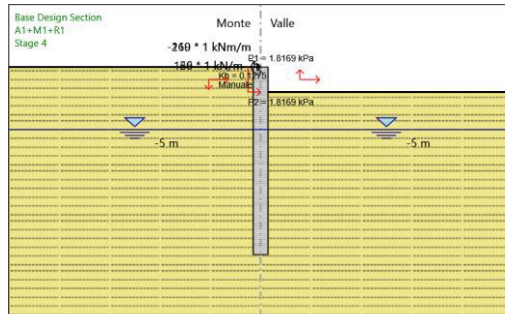
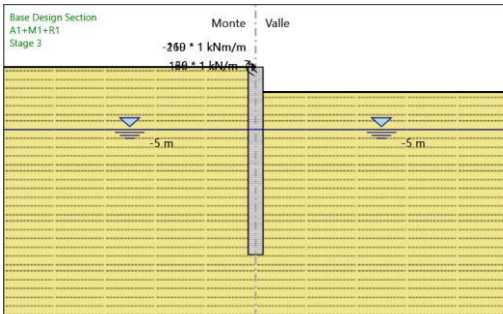
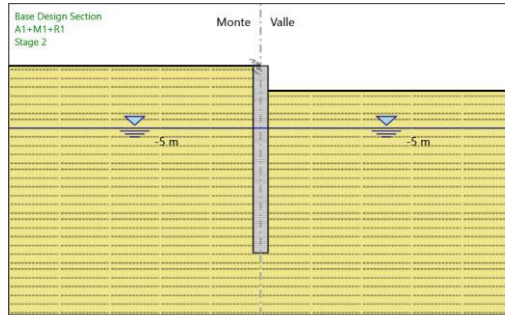
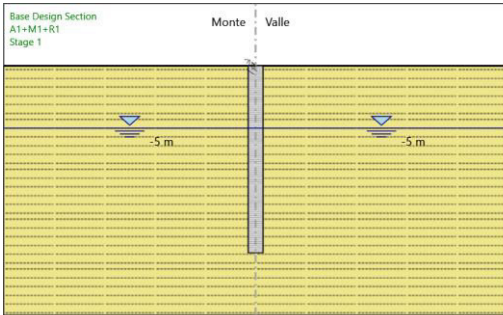
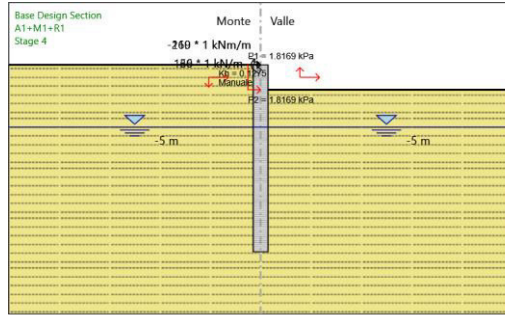
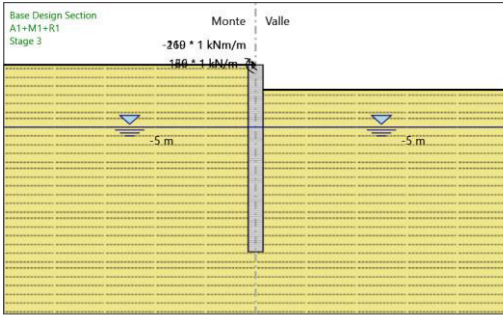
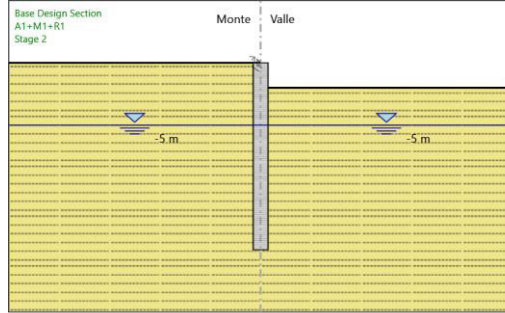
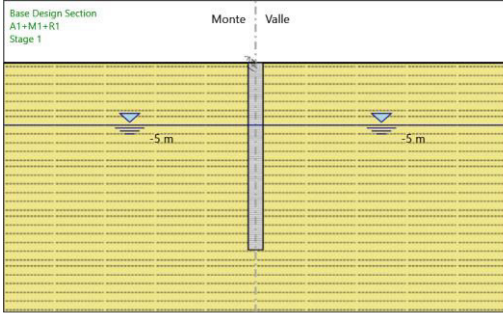
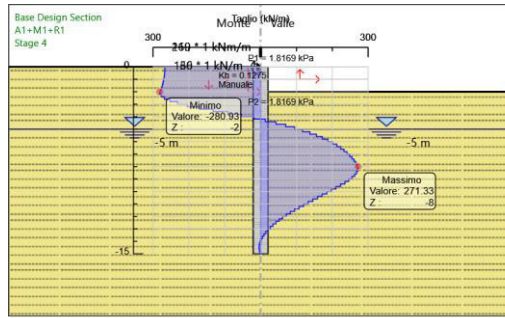
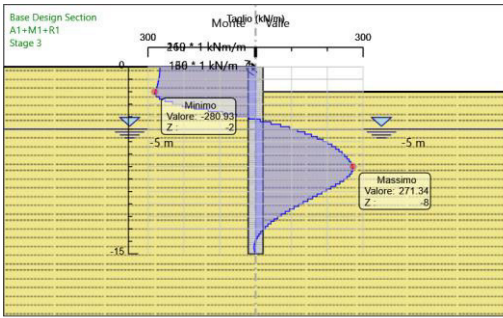




## 6.2. Risultati A1+M1+R1

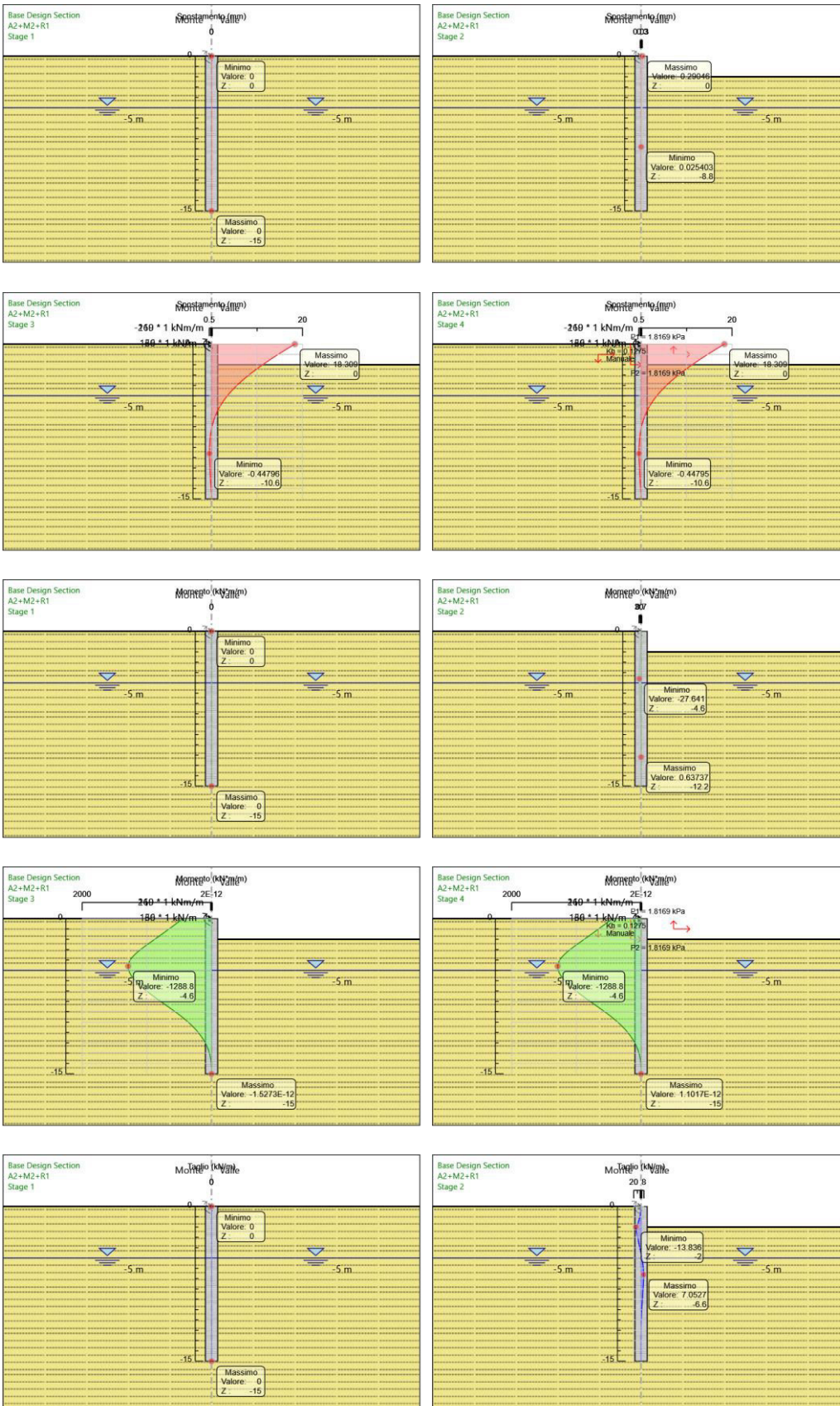
### 6.2.1. Tabella Grafici dei Risultati



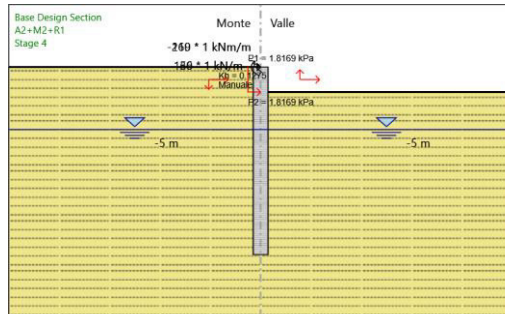
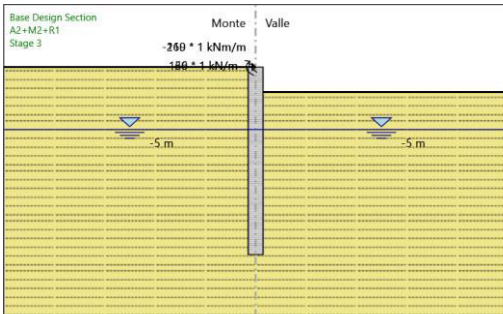
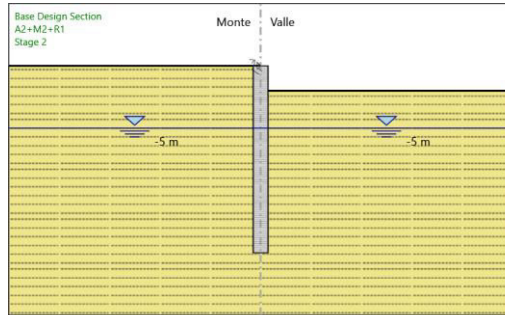
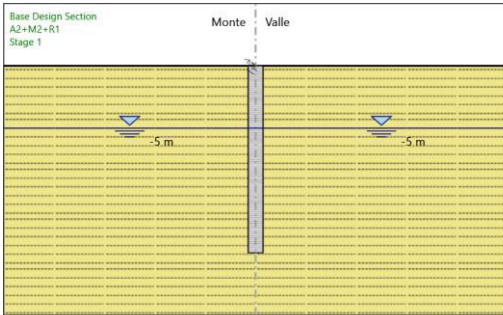
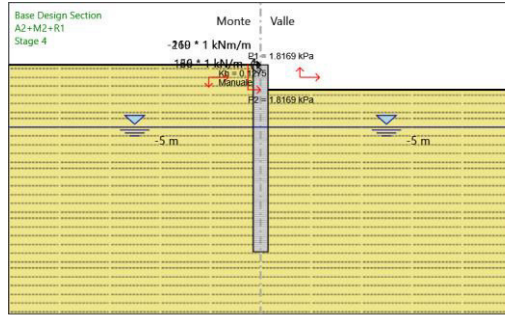
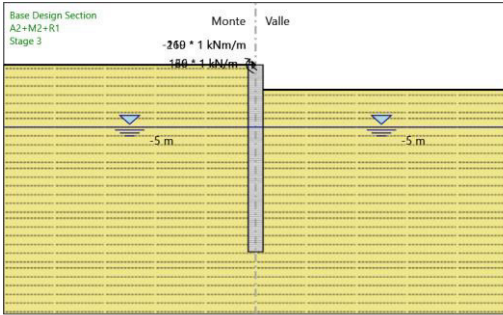
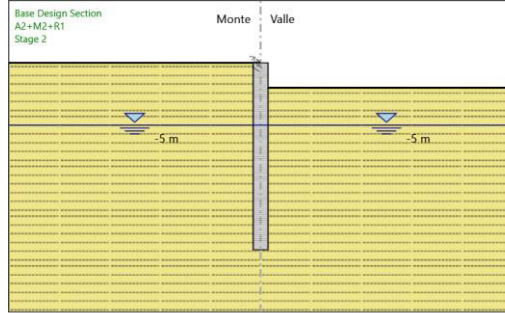
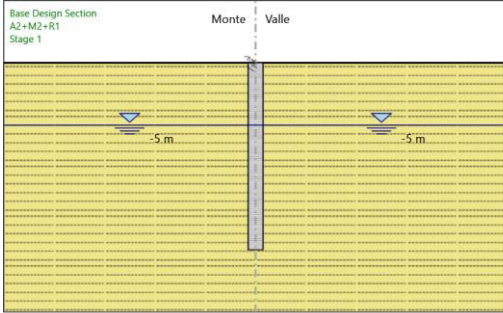
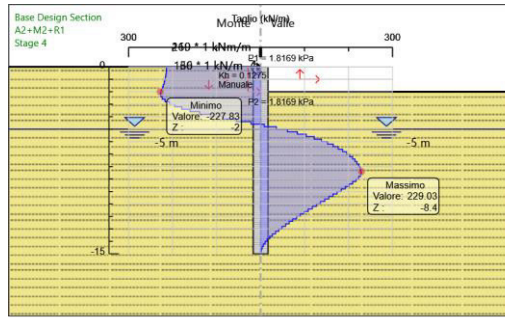
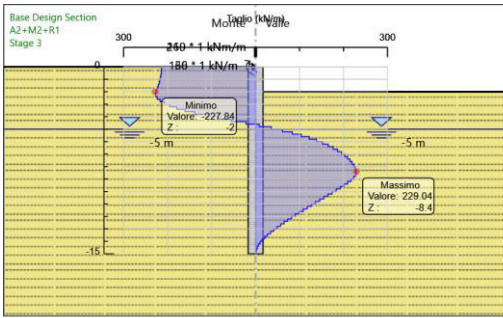


## 6.3. Risultati A2+M2+R1

### 6.3.1. Tabella Grafici dei Risultati

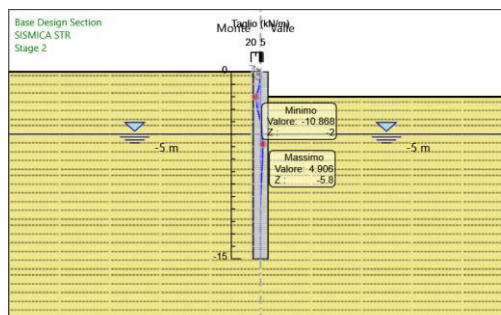
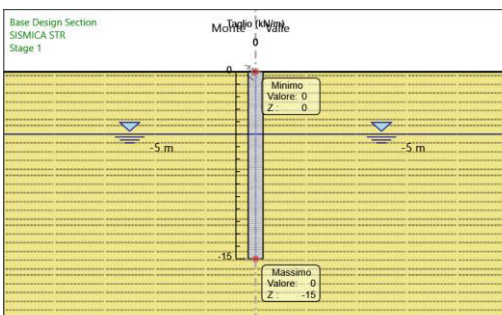
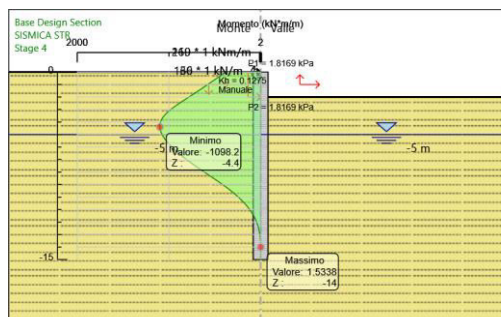
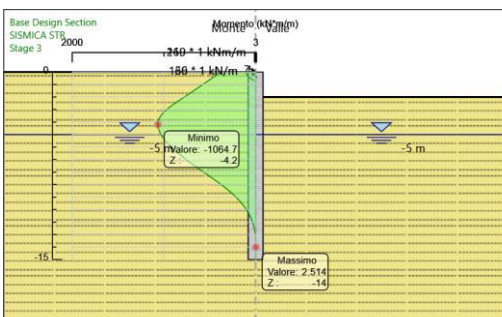
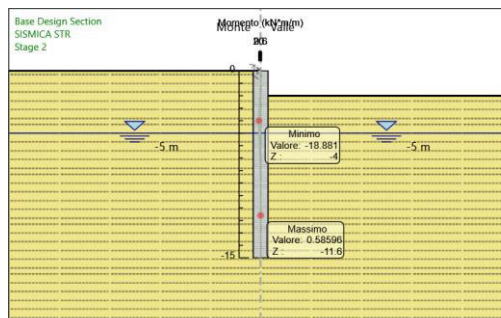
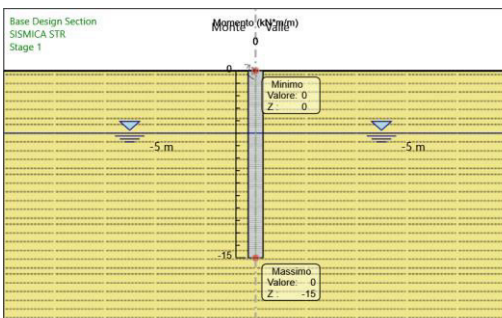
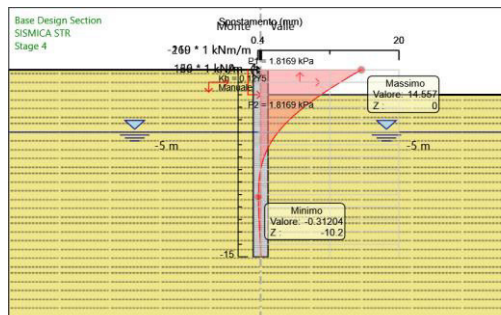
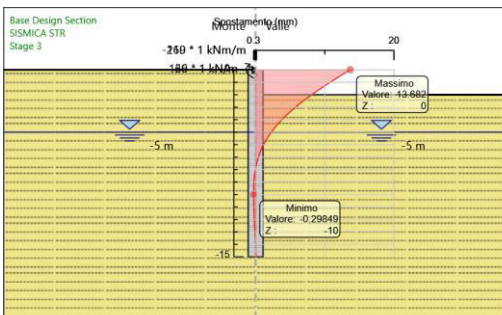
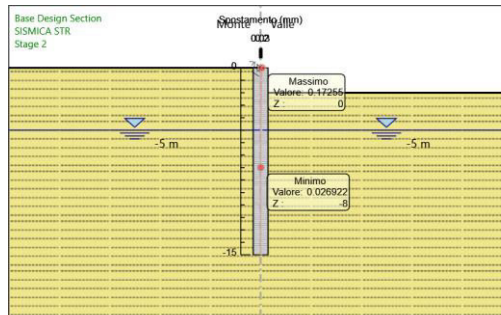
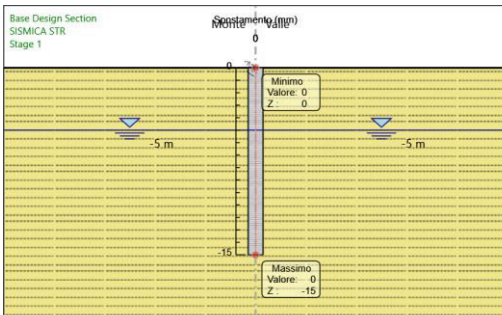


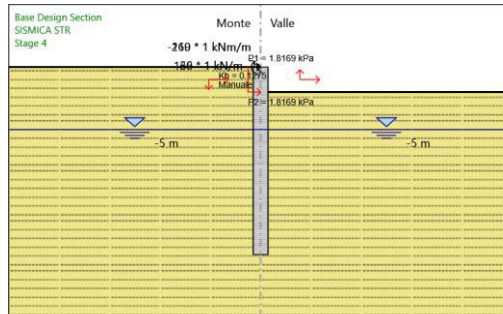
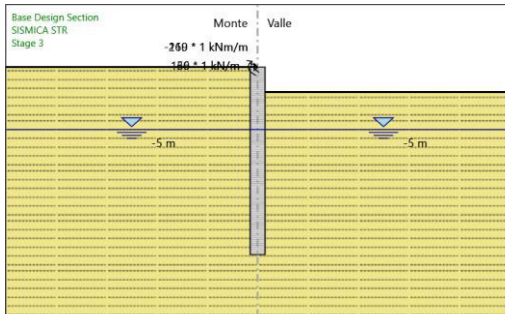
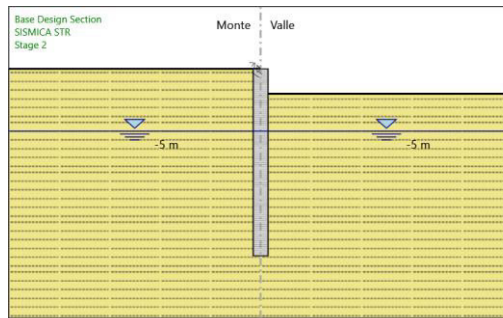
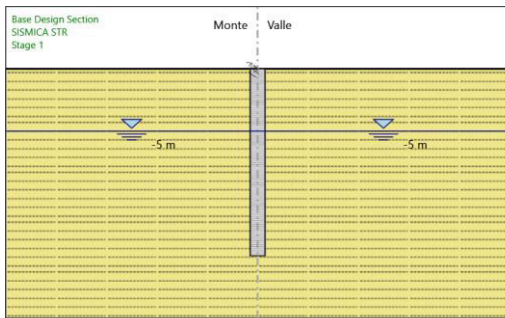
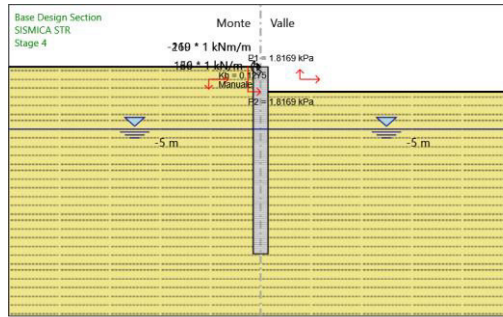
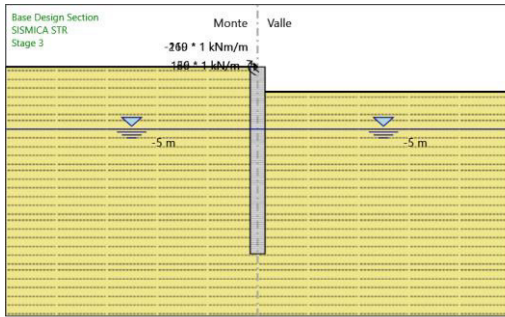
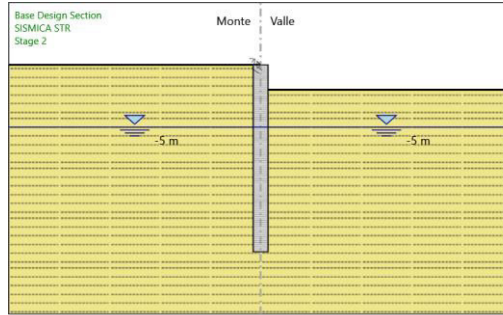
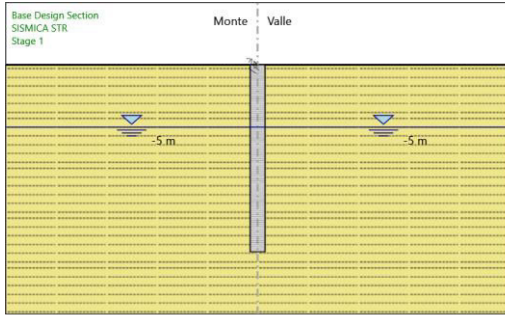
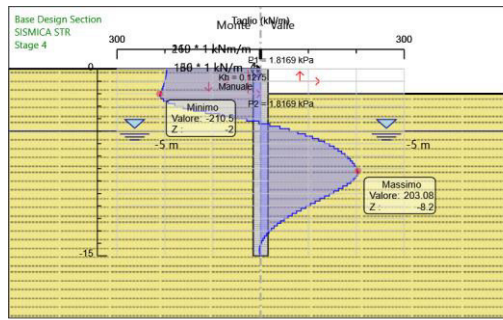
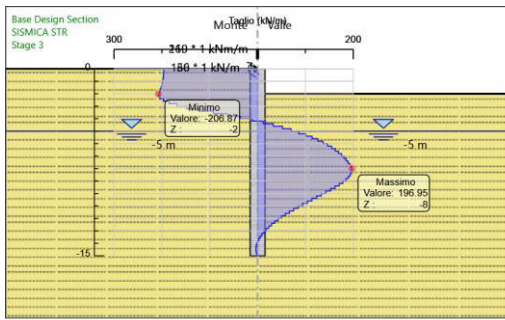




## 6.4. Risultati SISMICA STR

### 6.4.1. Tabella Grafici dei Risultati

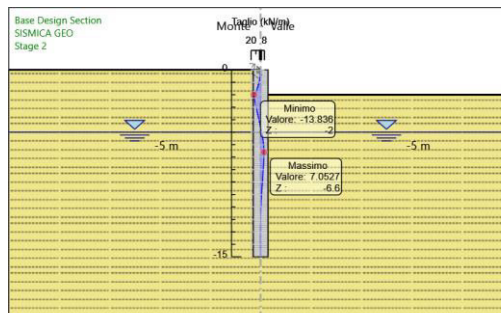
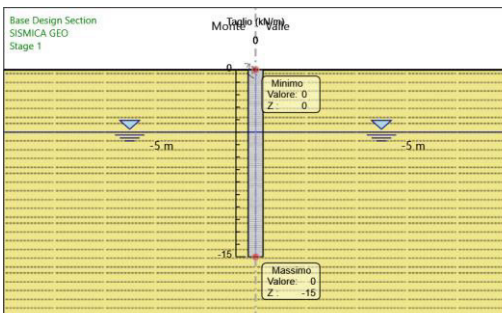
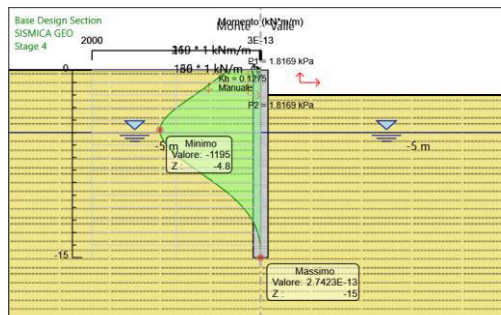
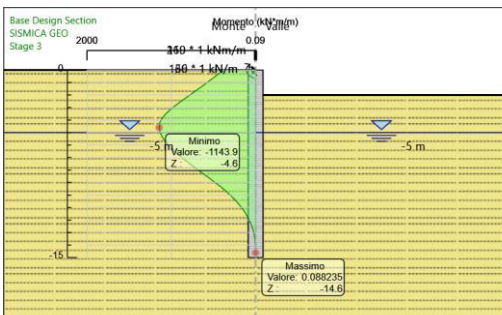
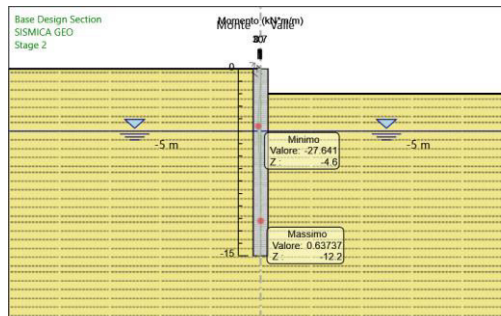
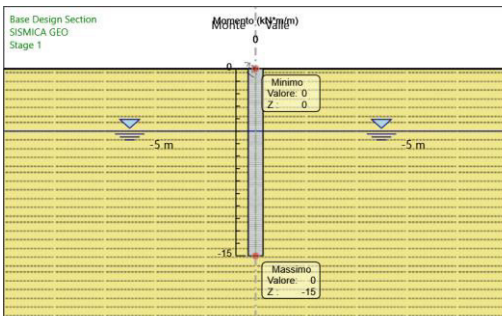
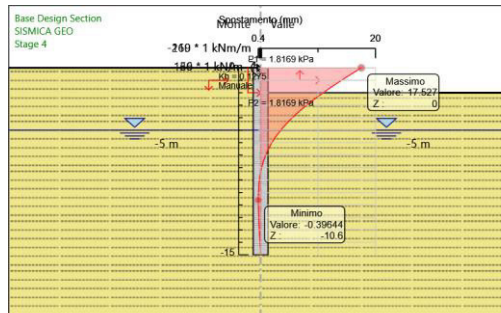
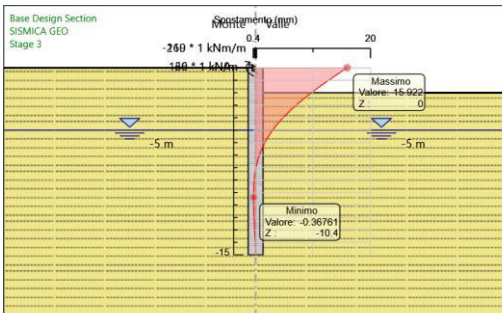
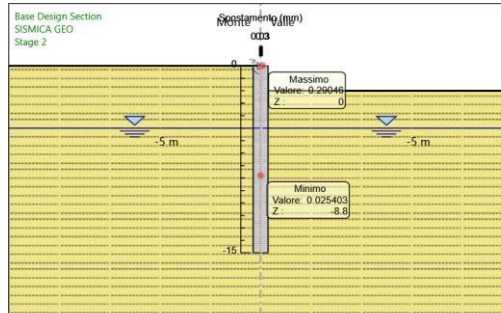
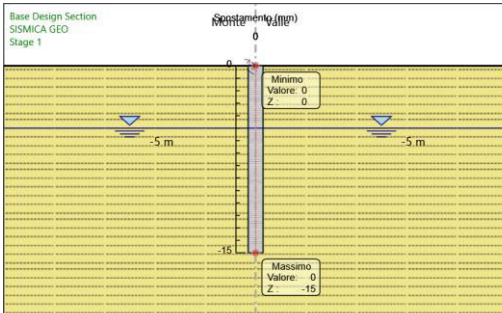


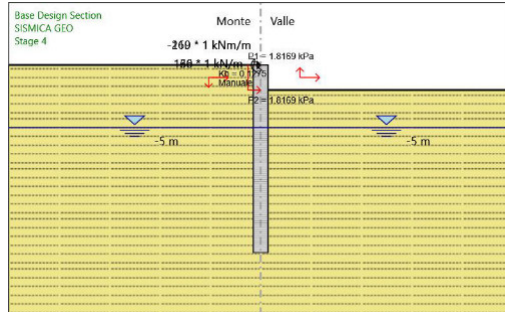
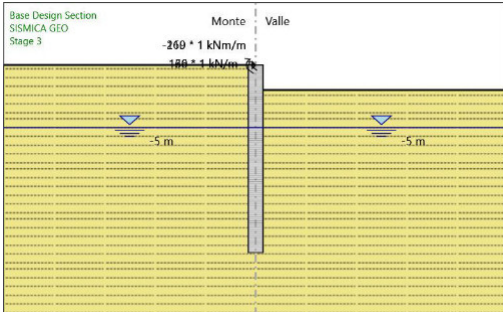
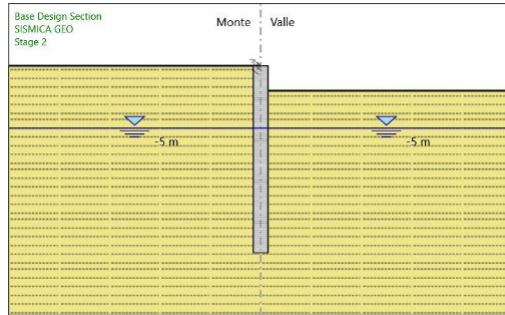
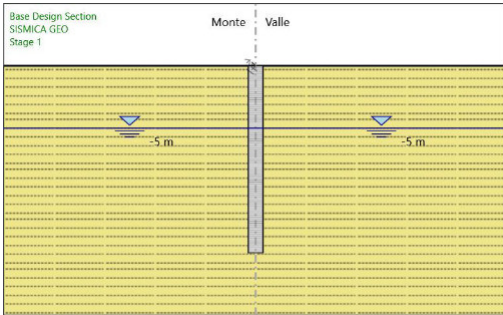
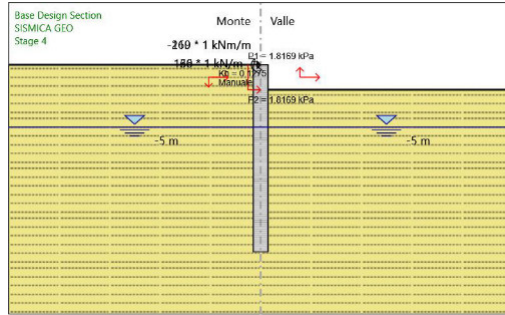
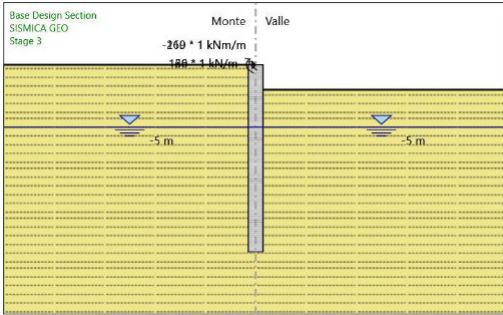
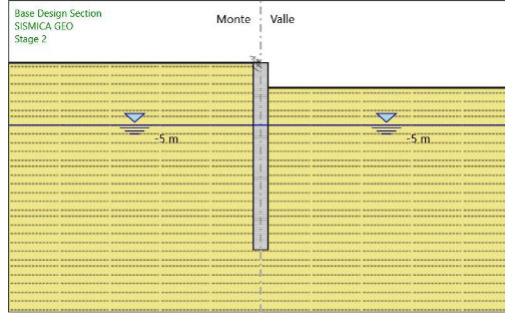
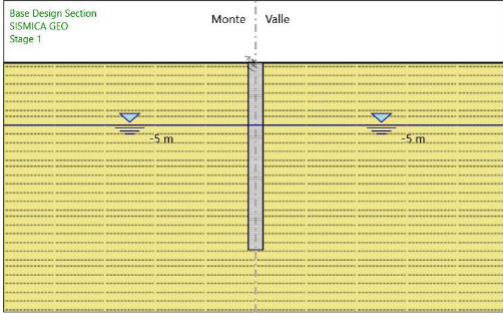
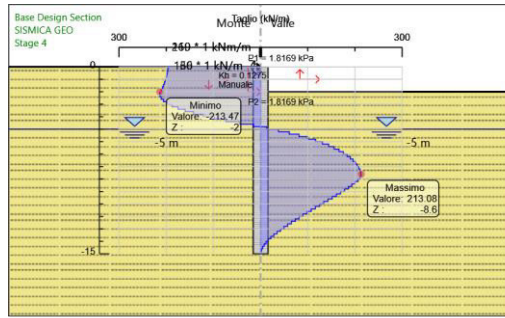
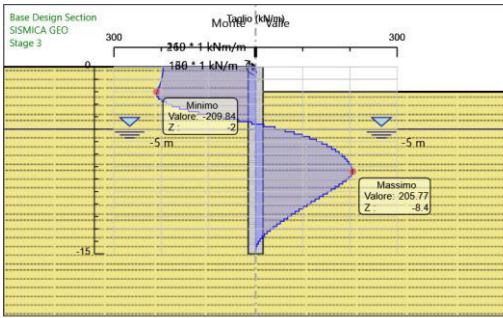




## 6.5. Risultati SISMICA GEO

### 6.5.1. Tabella Grafici dei Risultati





## ***7. Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali***

### **Normative Verifiche**

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### **Coefficienti per Verifica Tiranti**

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

## 7.1. Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
SLE (Rara)	V	V	V	V
A1+M1+R1	V	V	V	V
A2+M2+R1	V	V	V	V
SISMICA STR	V	V	V	V
SISMICA GEO	V	V	V	V

## 7.2. Risultati Caver

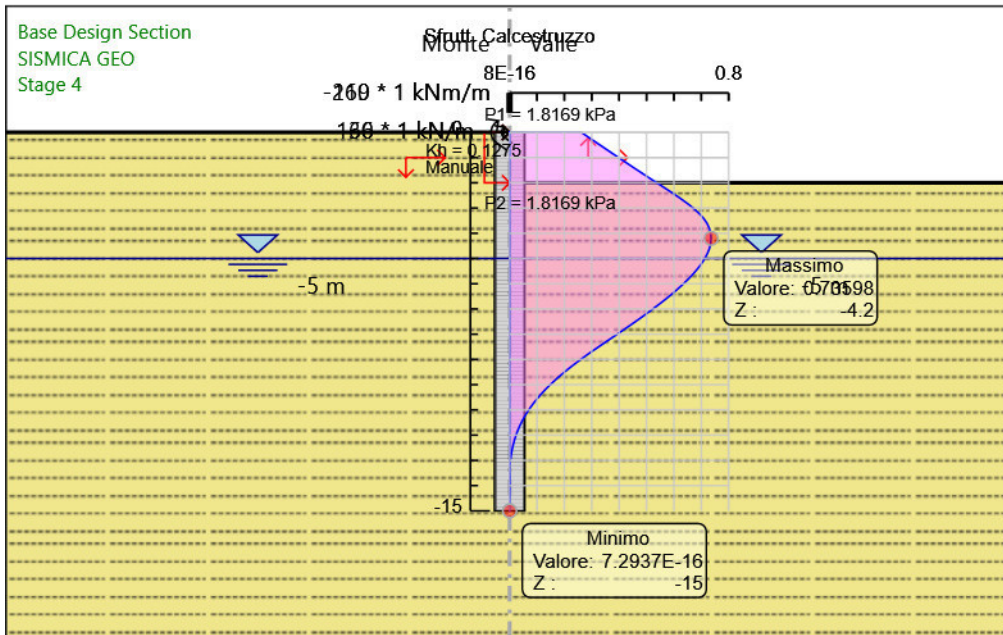
### 7.2.1. Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
0	0.262
-0.2	0.289
-0.4	0.316
-0.6	0.343
-0.8	0.371
-1	0.398
-1.2	0.426
-1.4	0.453
-1.6	0.481
-1.8	0.509
-2	0.537
-2.2	0.566
-2.4	0.594
-2.6	0.622
-2.8	0.647
-3	0.671
-3.2	0.691
-3.4	0.708
-3.6	0.721
-3.8	0.729
-4	0.734
-4.2	0.736
-4.4	0.734
-4.6	0.73
-4.8	0.723
-5	0.713
-5.2	0.701
-5.4	0.687
-5.6	0.671
-5.8	0.654
-6	0.635
-6.2	0.615
-6.4	0.593
-6.6	0.571
-6.8	0.547
-7	0.523
-7.2	0.498
-7.4	0.473
-7.6	0.446
-7.8	0.42
-8	0.393
-8.2	0.366
-8.4	0.338
-8.6	0.312
-8.8	0.285
-9	0.26
-9.2	0.235
-9.4	0.211
-9.6	0.189
-9.8	0.168
-10	0.148
-10.2	0.13
-10.4	0.113
-10.6	0.097
-10.8	0.083
-11	0.07
-11.2	0.058
-11.4	0.047
-11.6	0.038
-11.8	0.03
-12	0.023
-12.2	0.017
-12.4	0.012
-12.6	0.008



Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	
-12.8		0.005
-13		0.003
-13.2		0.001
-13.4		0.001
-13.6		0.001
-13.8		0.002
-14		0.002
-14.2		0.001
-14.4		0.001
-14.6		0.001
-14.8		0
-15		0

## 7.2.2. Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver



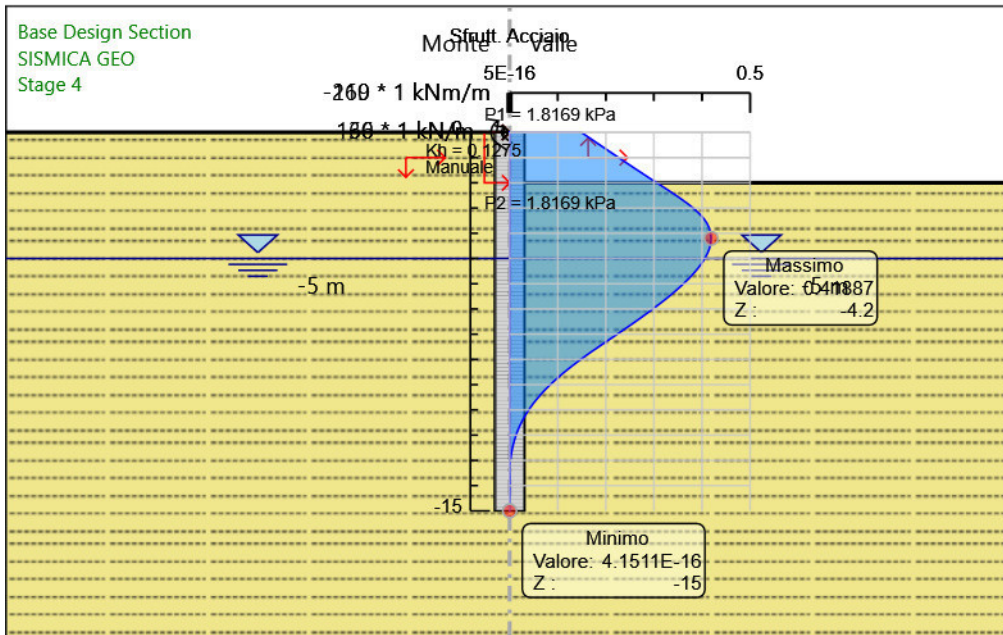
Involuppi  
Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

### 7.2.3. Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver
0	0.149
-0.2	0.165
-0.4	0.18
-0.6	0.195
-0.8	0.211
-1	0.227
-1.2	0.242
-1.4	0.258
-1.6	0.274
-1.8	0.29
-2	0.306
-2.2	0.322
-2.4	0.338
-2.6	0.354
-2.8	0.368
-3	0.382
-3.2	0.393
-3.4	0.403
-3.6	0.41
-3.8	0.415
-4	0.418
-4.2	0.419
-4.4	0.418
-4.6	0.415
-4.8	0.411
-5	0.406
-5.2	0.399
-5.4	0.391
-5.6	0.382
-5.8	0.372
-6	0.361
-6.2	0.35
-6.4	0.338
-6.6	0.325
-6.8	0.312
-7	0.298
-7.2	0.284
-7.4	0.269
-7.6	0.254
-7.8	0.239
-8	0.224
-8.2	0.208
-8.4	0.193
-8.6	0.177
-8.8	0.162
-9	0.148
-9.2	0.134
-9.4	0.12
-9.6	0.108
-9.8	0.096
-10	0.084
-10.2	0.074
-10.4	0.064
-10.6	0.055
-10.8	0.047
-11	0.04
-11.2	0.033
-11.4	0.027
-11.6	0.022
-11.8	0.017
-12	0.013
-12.2	0.01
-12.4	0.007
-12.6	0.005
-12.8	0.003
-13	0.001
-13.2	0

Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	
-13.4		0
-13.6		0.001
-13.8		0.001
-14		0.001
-14.2		0.001
-14.4		0.001
-14.6		0
-14.8		0
-15		0

### 7.2.4. Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver



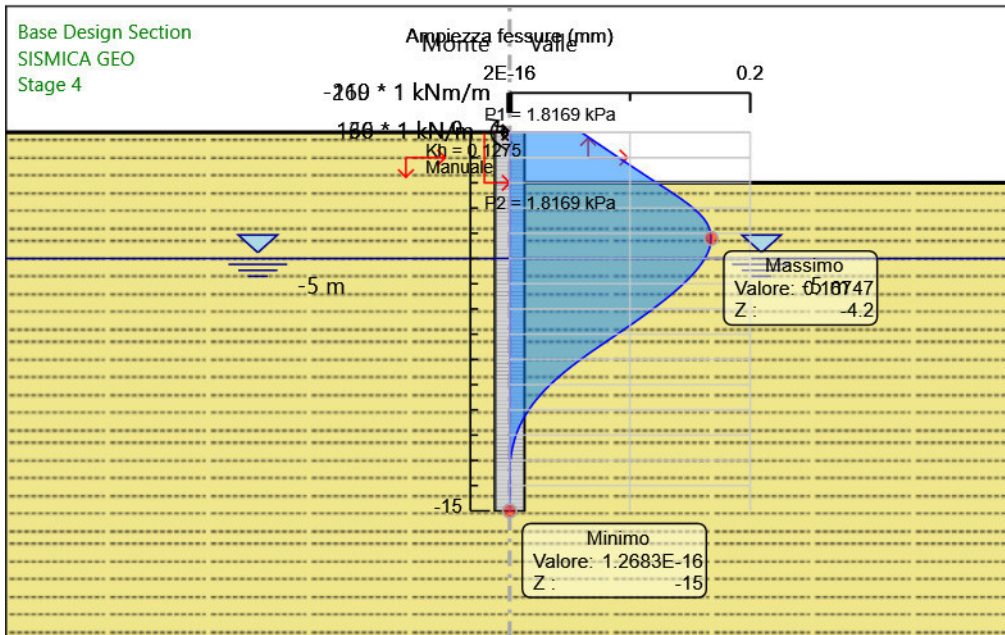
Involuppi  
Tasso di Sfruttamento Armature - Caver

## 7.2.5. Tabella Involuppi Apertura Fessure - Caver : LEFT

Involuppi Apertura Fessure - Caver	LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
0	0.06
-0.2	0.066
-0.4	0.072
-0.6	0.078
-0.8	0.084
-1	0.091
-1.2	0.097
-1.4	0.103
-1.6	0.109
-1.8	0.116
-2	0.122
-2.2	0.129
-2.4	0.135
-2.6	0.141
-2.8	0.147
-3	0.153
-3.2	0.157
-3.4	0.161
-3.6	0.164
-3.8	0.166
-4	0.167
-4.2	0.167
-4.4	0.167
-4.6	0.166
-4.8	0.164
-5	0.162
-5.2	0.16
-5.4	0.156
-5.6	0.153
-5.8	0.149
-6	0.144
-6.2	0.14
-6.4	0.135
-6.6	0.13
-6.8	0.125
-7	0.119
-7.2	0.113
-7.4	0.108
-7.6	0.102
-7.8	0.096
-8	0.089
-8.2	0.083
-8.4	0.077
-8.6	0.071
-8.8	0.065
-9	0.059
-9.2	0.053
-9.4	0.048
-9.6	0.043
-9.8	0.038
-10	0.034
-10.2	0.03
-10.4	0.026
-10.6	0.022
-10.8	0.019
-11	0.016
-11.2	0.013
-11.4	0.011
-11.6	0.009
-11.8	0.007
-12	0.005
-12.2	0.004
-12.4	0.003
-12.6	0.002
-12.8	0.001
-13	0.001
-13.2	0

Inviluppi Apertura Fessure - Caver		LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)	
-13.4	0	
-13.6	0	
-13.8	0	
-14	0	
-14.2	0	
-14.4	0	
-14.6	0	
-14.8	0	
-15	0	

### 7.2.6. Grafico Involuppi Apertura Fessure - Cover



Involuppi  
Apertura Fessure - Cover

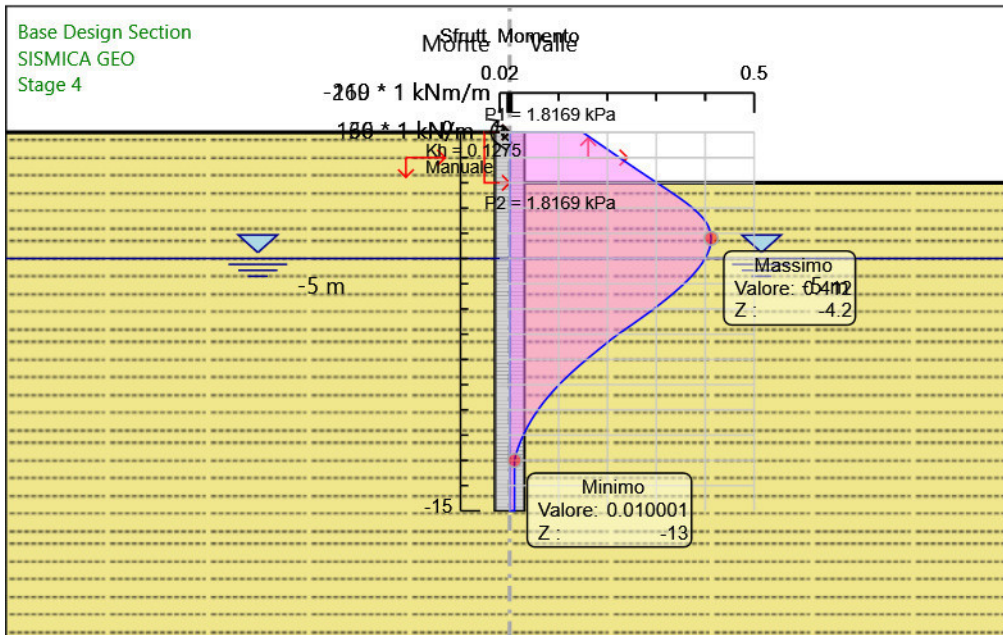


### 7.2.7. Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	
0	0.15	
-0.2	0.164	
-0.4	0.179	
-0.6	0.194	
-0.8	0.209	
-1	0.224	
-1.2	0.24	
-1.4	0.255	
-1.6	0.27	
-1.8	0.286	
-2	0.301	
-2.2	0.317	
-2.4	0.332	
-2.6	0.347	
-2.8	0.361	
-3	0.374	
-3.2	0.386	
-3.4	0.395	
-3.6	0.403	
-3.8	0.408	
-4	0.411	
-4.2	0.412	
-4.4	0.411	
-4.6	0.409	
-4.8	0.405	
-5	0.4	
-5.2	0.393	
-5.4	0.385	
-5.6	0.377	
-5.8	0.367	
-6	0.357	
-6.2	0.345	
-6.4	0.333	
-6.6	0.321	
-6.8	0.308	
-7	0.294	
-7.2	0.281	
-7.4	0.266	
-7.6	0.252	
-7.8	0.237	
-8	0.222	
-8.2	0.208	
-8.4	0.195	
-8.6	0.182	
-8.8	0.17	
-9	0.157	
-9.2	0.145	
-9.4	0.133	
-9.6	0.122	
-9.8	0.111	
-10	0.101	
-10.2	0.091	
-10.4	0.082	
-10.6	0.073	
-10.8	0.065	
-11	0.058	
-11.2	0.051	
-11.4	0.044	
-11.6	0.038	
-11.8	0.033	
-12	0.028	
-12.2	0.023	
-12.4	0.019	
-12.6	0.016	
-12.8	0.012	
-13	0.01	
-13.2	0.01	

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	
-13.4		0.01
-13.6		0.01
-13.8		0.01
-14		0.01
-14.2		0.01
-14.4		0.01
-14.6		0.01
-14.8		0.01
-15		0.01

### 7.2.8. Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver



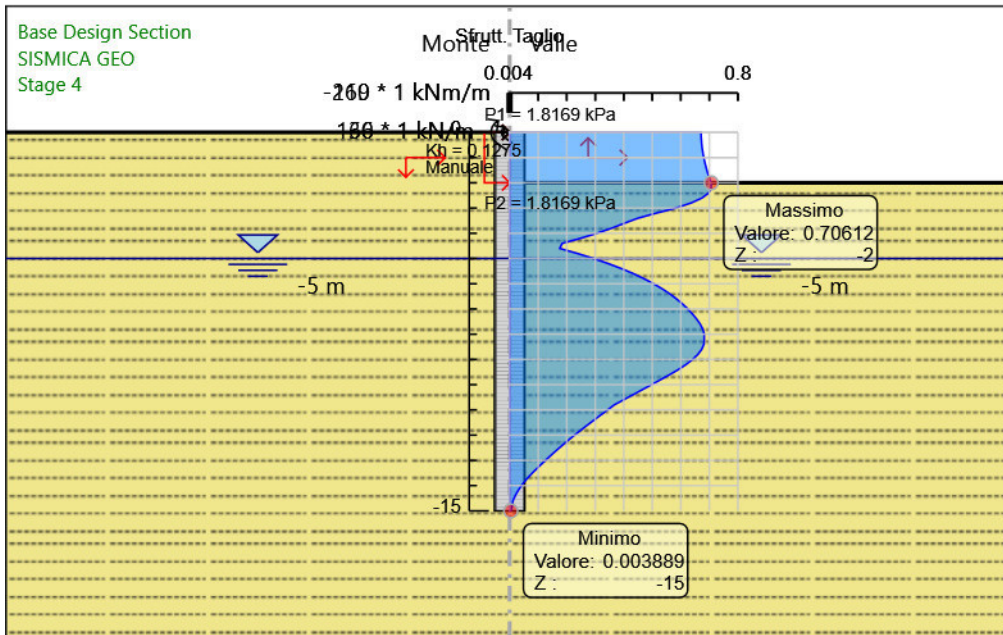
Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver

## 7.2.9. Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
0	0.671
-0.2	0.671
-0.4	0.673
-0.6	0.674
-0.8	0.677
-1	0.68
-1.2	0.684
-1.4	0.689
-1.6	0.694
-1.8	0.7
-2	0.706
-2.2	0.706
-2.4	0.698
-2.6	0.674
-2.8	0.636
-3	0.582
-3.2	0.514
-3.4	0.45
-3.6	0.403
-3.8	0.357
-4	0.306
-4.2	0.248
-4.4	0.184
-4.6	0.176
-4.8	0.238
-5	0.294
-5.2	0.346
-5.4	0.392
-5.6	0.434
-5.8	0.471
-6	0.505
-6.2	0.535
-6.4	0.561
-6.6	0.585
-6.8	0.606
-7	0.625
-7.2	0.641
-7.4	0.655
-7.6	0.668
-7.8	0.677
-8	0.682
-8.2	0.682
-8.4	0.681
-8.6	0.673
-8.8	0.66
-9	0.641
-9.2	0.618
-9.4	0.591
-9.6	0.561
-9.8	0.529
-10	0.497
-10.2	0.465
-10.4	0.432
-10.6	0.399
-10.8	0.367
-11	0.343
-11.2	0.319
-11.4	0.296
-11.6	0.273
-11.8	0.25
-12	0.227
-12.2	0.206
-12.4	0.185
-12.6	0.164
-12.8	0.144
-13	0.125
-13.2	0.107

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	
-13.4		0.088
-13.6		0.071
-13.8		0.055
-14		0.041
-14.2		0.029
-14.4		0.019
-14.6		0.011
-14.8		0.009
-15		0.004

### 7.2.10. Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Cover



Involuppi  
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Cover

