

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA TRINCEE

TR01 – TRINCEA HIRPINIA DA PROGR. 0+310 A PROGR. 0+368

Relazione di calcolo

APPALTATORE Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	PROGETTISTA Ing. R.Zanon
--	---	---------------------------------

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. SCALA:

IF28	01	E	ZZ	CL	TR0100	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	G. Furlan	21/02/2020	L. Ongaro	21/02/2020	T. Finocchietti	21/02/2020	R.Zanon
B	Recepimento Istruttoria	G. Furlan	10/06/2020	L. Ongaro	10/06/2020	T. Finocchietti	10/06/2020	
								10/06/2020

File: IF2801EZZCLTR0100001B

n. Elab.: -

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 2 di 131

Indice

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
3.1	NORMATIVA	6
3.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	6
4	MATERIALI.....	7
4.1	MAGRONE	7
4.2	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER PALI E CORDOLI	7
4.3	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER ELEVAZIONI.....	8
4.4	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER FONDAZIONI.....	9
4.5	MISCELE DI INIEZIONE PER TIRANTI	9
4.6	ACCIAIO PER C.A.	10
4.7	ACCIAIO PER TREFOLI PER TIRANTI	10
4.8	ACCIAIO PER PROFILATI E PIASTRE METALLICHE.....	10
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	11
5.1	MURO A U	11
5.2	PARATIA PROVVISORIALE	13
6	CODICI DI CALCOLO.....	15
6.1	MIDAS CIVIL	15
6.2	PARATIE PLUS.....	15
7	ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA - TERRENO	16
8	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE.....	17
9	PARAMETRI GEOTECNICI.....	17
10	ANALISI DEI CARICHI	18
10.1	PESO PROPRIO (G1 - DEAD).....	18
10.2	PERMANENTI PORTATI (G2)	18
10.2.1	MASSICCIATA, ARMAMENTO – G2,1 SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA.....	18
10.2.2	SPINTA DELLE TERRE (SPTSX – SPTDX)	19
10.3	AZIONI VARIABILI (Q)	20

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 3 di 131

10.3.1	TRENI DI CARICO (LM71 LOAD CASE 1, LM71 LOAD CASE 2, LM71 LOAD CASE 3)	20
10.3.2	SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE SUL RILEVATO	22
10.4	AZIONI CLIMATICHE	23
10.4.1	VARIAZIONE TERMICA UNIFORME	23
10.4.2	VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE	24
10.5	AZIONI INDIRETTE	25
10.5.1	RITIRO E VISCOSITÀ	25
10.6	AZIONI SISMICHE	27
10.6.1	SPINTA DELLE TERRE IN FASE SISMICA	30
11	COMBINAZIONI DI CARICO	31
11.1	MODELLO DI CALCOLO	32
12	CRITERI DI VERIFICA	33
12.1	VERIFICHE DEI MURI A U	33
12.2	ANALISI DELLE PARATIE	38
12.2.1	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	39
12.2.2	VERIFICHE AGLI SLE	40
12.1	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DEI FRONTI DI SCAVO	40
13	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI DEI MURI A U	41
13.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL	41
13.2	CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO	42
13.3	ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE	58
14	VERIFICHE STRUTTURALI DEI MURI A U	60
14.1	PIEDRITTO IN CORRISPONDENZA DEL NODO CON LA PLATEA – CONCIO 1	60
14.2	PIEDRITTO IN CORRISPONDENZA DEL NODO CON LA PLATEA – CONCIO 1	62
14.3	PIEDRITTO VERIFICA A TAGLIO ALLA BASE – CONCIO 1	64
14.4	PIEDRITTO IN MEZZERIA – CONCIO 1	65
14.5	PIEDRITTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE– CONCIO 1	67
14.6	PLATEA IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 1	69
14.7	PLATEA IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 1	71
14.8	PLATEA VERIFICA A TAGLIO IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 1	72
14.9	PLATEA IN MEZZERIA – CONCIO 1	73
14.10	PLATEA IN DIREZIONE LONGITUDINALE– CONCIO 1	75
14.11	PIEDRITTO IN CORRISPONDENZA DEL NODO CON LA PLATEA – CONCIO 2	77
14.12	PIEDRITTO VERIFICA A TAGLIO ALLA BASE – CONCIO 2	79
14.13	PIEDRITTO IN MEZZERIA – CONCIO 2	80

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 4 di 131

14.14	PIEDRITTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE– CONCIO 2	82
14.15	PLATEA IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 2	85
14.16	PLATEA VERIFICA A TAGLIO IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 2	87
14.17	PLATEA IN DIREZIONE LONGITUDINALE– CONCIO 2	88
14.18	SETTO TRASVERSALE	90
14.19	SETTO TRASVERSALE	92
14.20	SETTO TRASVERSALE – VERIFICA A TAGLIO	93
14.21	SETTO TRASVERSALE – DIREZIONE LONGITUDINALE	94
15	SINTESI ARMATURE MURO A U	96
15.1	PIEDRITTO SPESSORE 1.2M – CONCIO 1	99
15.2	PIEDRITTO SPESSORE 0.8M CONCIO 2	99
15.3	SETTO TRASV	100
16	RISULTATI E VERIFICHE PARATIE.....	101
16.1	SEZIONE LONGITUDINALE – PALI L = 20 M.....	101
16.1.1	RISULTATI SLE	103
16.1.2	RISULTATI SLU – STR	104
16.1.3	SINTESI SOLLECITAZIONI PARATIA	105
16.1.4	RISULTATI E VERIFICHE SLU - GEO	105
16.1.5	VERIFICHE TIRANTE	106
16.1.6	VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE	108
16.1.7	VERIFICHE STRUTTURALI PALI PARATIA.....	110
16.1.8	DIMENSIONAMENTO CORDOLO PARATIA.....	114
16.2	SEZIONE F-F – PALI L = 15 M.....	115
16.2.1	RISULTATI SLE	117
16.2.2	RISULTATI SLU – STR	118
16.2.3	SINTESI SOLLECITAZIONI PARATIA	119
16.2.4	RISULTATI E VERIFICHE SLU - GEO	119
16.2.5	VERIFICHE TIRANTE	120
16.2.6	VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE	122
16.2.7	VERIFICHE STRUTTURALI PALI PARATIA.....	123
16.2.8	DIMENSIONAMENTO CORDOLO PARATIA.....	127
17	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE.....	128
17.1	PRESCAVO.....	128
17.2	SEZIONE LONGITUDINALE – PALI L = 20 M.....	129
17.3	SEZIONE F-F – PALI L = 15 M.....	130
18	INCIDENZE PARATIA	131

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 5 di 131

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Apice - Orsara - 1° Lotto Funzionale Apice - Hirpinia oggetto di progettazione esecutiva.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nell'ambito del progetto in premessa è prevista la realizzazione del Trincea Hirpinia dal km 0+310 al km 0+368. Tale trincea ferroviaria è costituita da muri "a U".

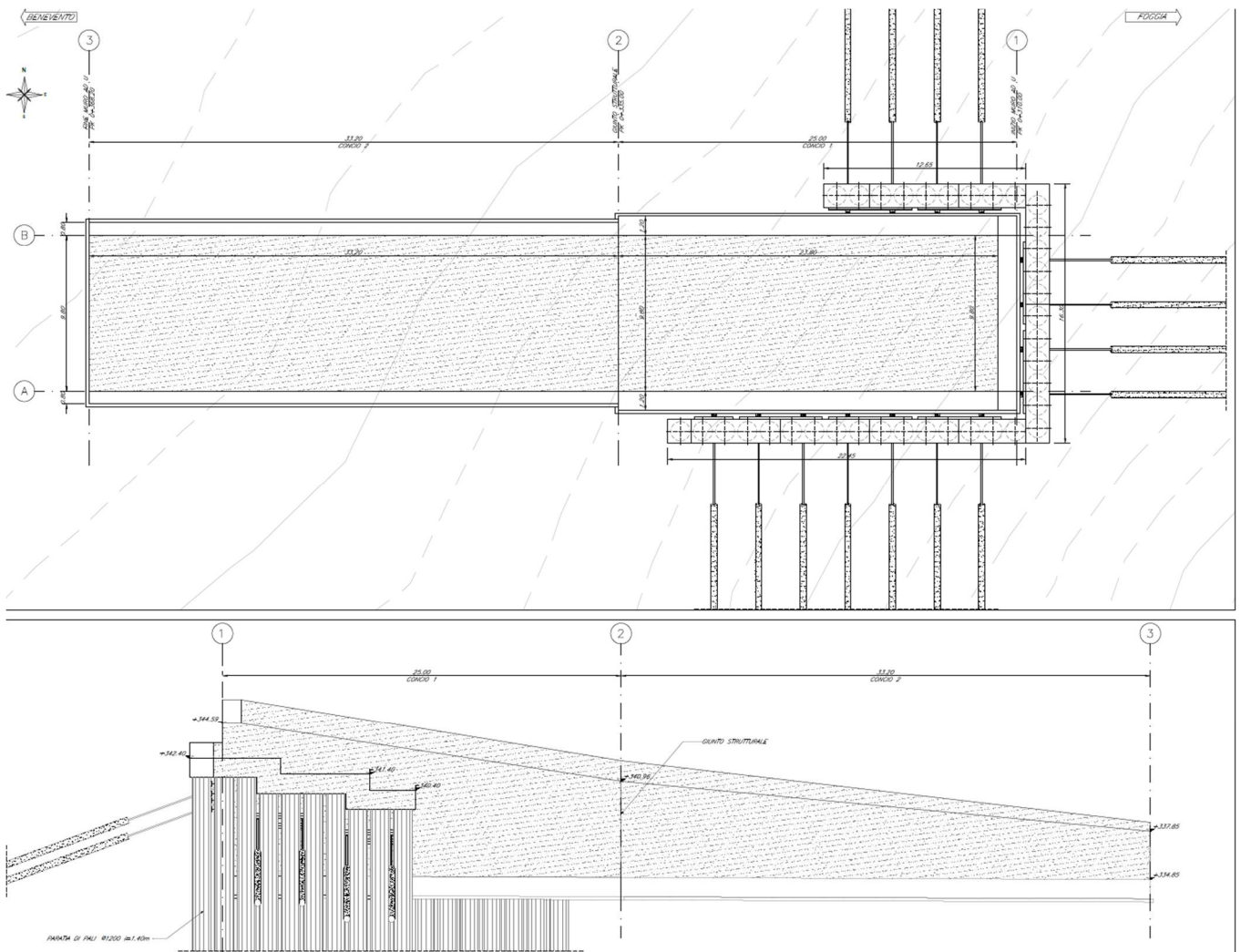


Figura 1 – Stralcio planimetrico e prospetto del TR01

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 6 di 131

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- Rif.[1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»
- Rif.[2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif.[3] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Rif.[4] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif.[5] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif.[6] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Rif.[7] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- Rif.[8] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Rif.[9] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif.[10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif.[11] RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.2: Ponti e strutture” del 30/12/2016
- Rif.[12] RFI DTC SI CS MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.3: Corpo stradale” del 30/12/2016.
- Rif.[13] RFI DTC SI SP IFS 001 A: “Capitolato Generale Tecnico d'appalto delle Opere Civili” del 30/12/2016.

3.2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

- Rif.[14] Progetto Definitivo. Relazione geotecnica generale tratta allo scoperto da pk 0+000 a pk 2+700 (IF0G01D09RBOC0001001A)
- Rif.[15] Progetto Definitivo. Profilo geotecnico tratta allo scoperto da pk 0+000 a pk 2+700. Tav 1/2. (IF0G01D09F6OC0001001A)
- Rif.[16] Progetto Esecutivo. Relazione geotecnica generale tratta allo scoperto da pk 0+000 a pk 2+700 (IF2801EZZRBOC0001001A)
- Rif.[17] Progetto Esecutivo. Profilo geotecnico tratta allo scoperto da pk 0+000 a pk 2+700. Tav 1/2. (IF2801EZZF6OC0001001A)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 7 di 131

4 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

Per tutte le parti in calcestruzzo, si utilizzeranno additivi anti-ritiro al fine di ridurre almeno del 50% lo sviluppo della contrazione da ritiro.

4.1 MAGRONE

Classe di resistenza minima C12/15

Classe di esposizione X0

4.2 CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER PALI E CORDOLI

Classe di resistenza minima C25/30

$R_{ck} =$	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	33	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14,17	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctfm} =$	3,07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm} =$	31000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	12917	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
Classe di esposizione	XC2		
Classe di consistenza pali	S4-S5		
Classe di consistenza cordoli	S3-S4	mm	
$D_{max} =$	32	mm	Dimensione massima dell'inerte
Copriferro minimo	60	mm	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 8 di 131

4.3 CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER ELEVAZIONI

Classe di resistenza minima C32/40

$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
Classe di esposizione	XC4		
Classe di consistenza	S4		
Copriferro minimo	50	mm	
$D_{max} =$	25	mm	Dimensione massima dell'inerte

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 9 di 131

4.4 CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER FONDAZIONI

Classe di resistenza minima	C28/35		
$R_{ck} =$	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	28	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	36	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. per carichi di lunga durata
$g_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	15,87	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2,77	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,32	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	1,94	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	32308	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13462	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
Classe di esposizione	XC2		
Classe di consistenza	S4		
Copriferro minimo	40	mm	
$D_{max} =$	25	mm	Dimensione massima dell'inerte

4.5 MISCELE DI INIEZIONE PER TIRANTI

A/C	<0.45		Rapporto acqua cemento
f_{ck}	>25	MPa	Resistenza a compressione a 28gg

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 10 di 131

4.6 ACCIAIO PER C.A.

B450C

$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15		
$(f_t/f_y)_k <$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%		deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%		deformazione caratteristica ultima

4.7 ACCIAIO PER TREFOLI PER TIRANTI

d_{nom}	15.20	mm	Diametro nominale (6/10")
A_{nom}	139	mm ²	Sezione nominale
$f_{ptk} \geq$	1860	MPa	Tensione caratteristica a rottura
$f_{p(0.1)k} \geq$	1670	MPa	Tensione caratteristica allo 1% di deformazione totale
A_{gt}	3.5	%	Allungamento sotto carico massimo

4.8 ACCIAIO PER PROFILATI E PIASTRE METALLICHE

EN 10025-S275 JR

$f_{tk} \geq$	430	MPa	Tensione di rottura a trazione
$f_{yk} \geq$	275	MPa	Tensione di snervamento

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 11 di 131

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE

5.1 MURO A U

La tipologia strutturale in esame è costituita da un *muro "a U" in c.a.* Tale opera ospita la sede ferroviaria sulla soletta. La trincea TR01 si sviluppa per una lunghezza complessiva di 58.20.

Nella figura seguente è riportata una sezione tipo della struttura analizzata.

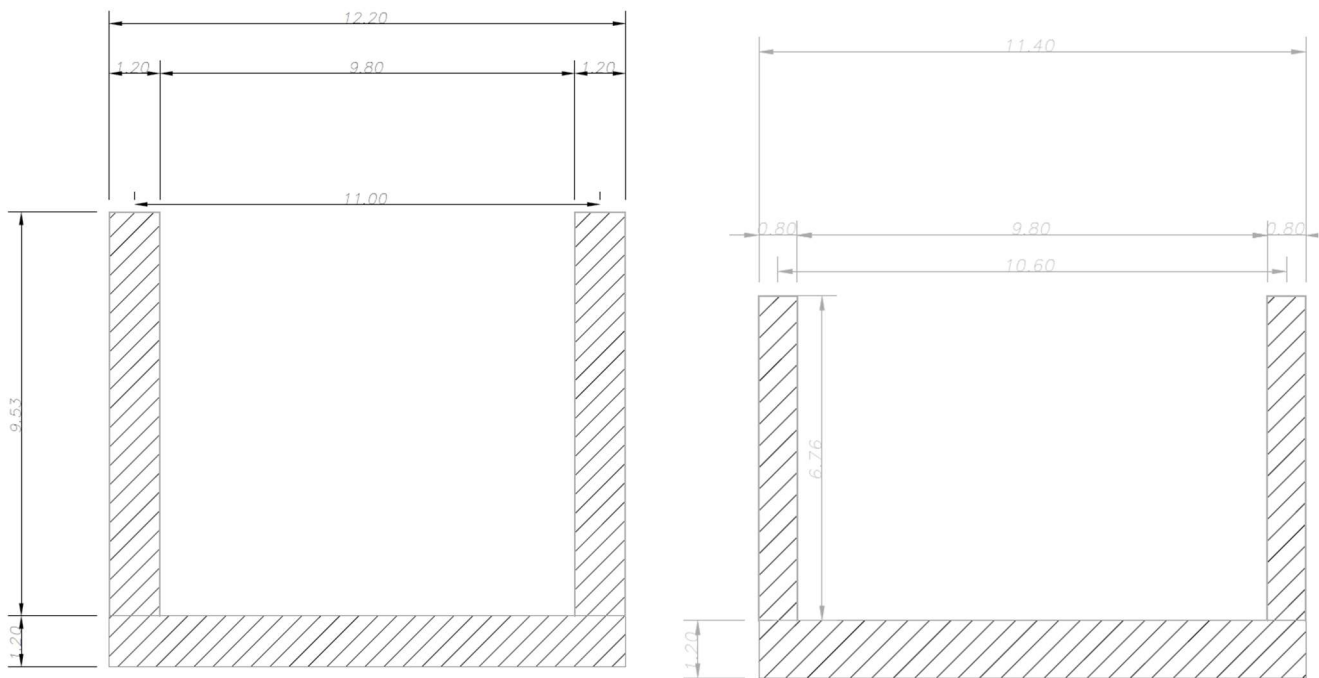


Figura 2 – Sezione tipo del manufatto – concio 1 & concio 2

MURO A "U" CONCIO 1

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche principali del manufatto .

$S_f =$	1.20 m	Spessore fondazione
$S_p =$	1.20 m	Spessore piedritti
$L_{int} =$	9.80 m	Larghezza utile interna
$L_{tot} =$	12.20 m	Larghezza totale
$H_{pied,max} =$	9.50 m	Altezza libera massima del concio 1
$H_{pied,min} =$	7.00 m	Altezza libera minima del concio 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 12 di 131

MURO A “U” CONCIO 2

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche principali del manufatto .

$S_f =$	1.20 m	Spessore fondazione
$S_p =$	0.80 m	Spessore piedritti
$L_{int} =$	9.80 m	Larghezza utile interna
$L_{tot} =$	12.20 m	Larghezza totale
$H_{ped,max} =$	7.00 m	Altezza libera massima del concio 2
$H_{ped,min} =$	4.05 m	Altezza libera minima del concio 2

L'armamento è di tipo convenzionale su ballast.

La geometria del modello ricalca la linea baricentrica degli elementi costituenti l'opera (modello in asse). La trincea è modellata con elementi "SHELL" ad ognuno dei quali è stato assegnato il rispettivo spessore.

X-Y è il piano orizzontale (X dir. trasversale, Y dir. longitudinale).

X-Z è il piano in direzione trasversale.

Y-Z è il piano in direzione longitudinale.

Si riporta di seguito una vista standard ed estrusa del modello di calcolo

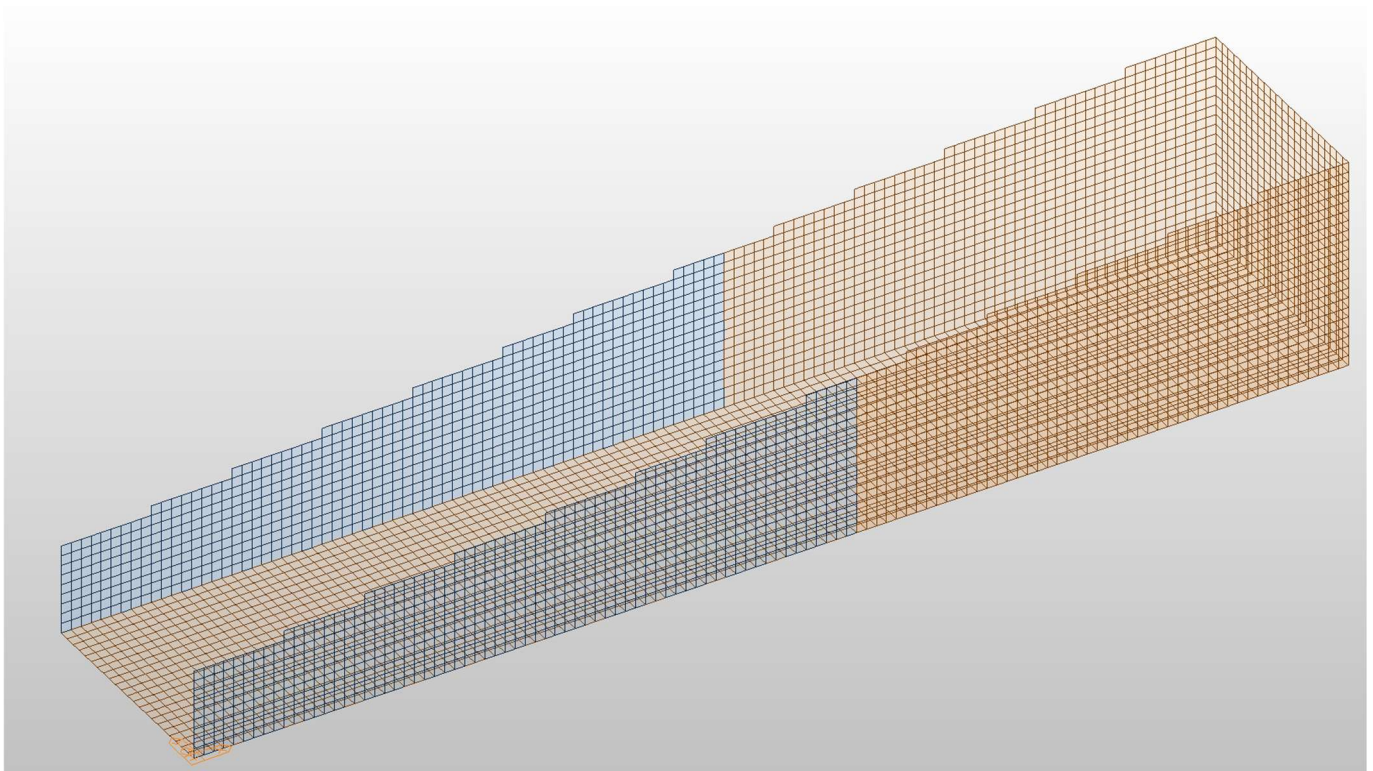


Figura 3 - Modello

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 13 di 131

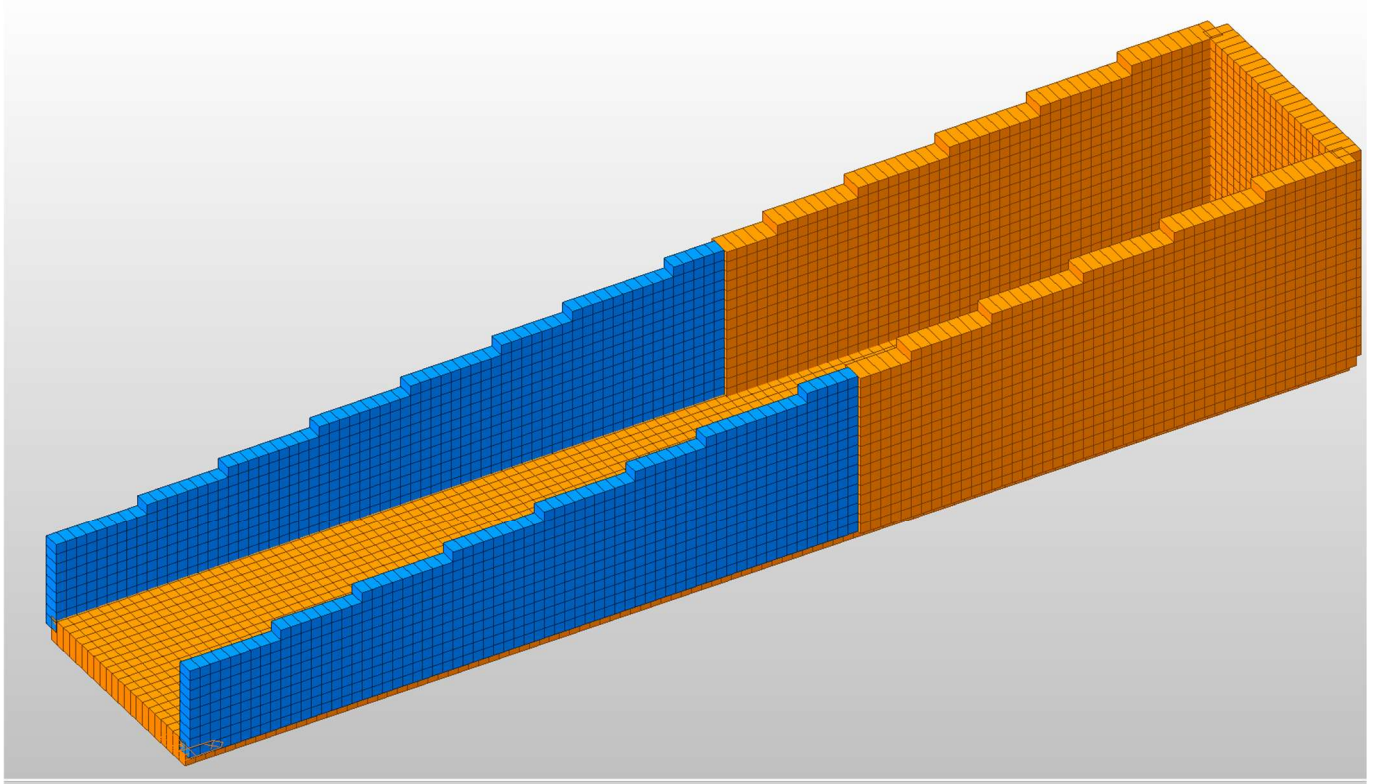


Figura 4 - Modello – visualizzazione 3D

5.2 PARATIA PROVVISORIALE

L'opera provvisoria prevista a presidio degli scavi per la realizzazione dei muri a U è costituita da paratie di pali trivellati di diametro 1200 mm, lunghezza 15.0/20.0 m (in dipendenza dell'altezza di scavo), posti ad interasse 1.4 m e collegati in sommità da un cordolo in c.a. di dimensioni 1.2m (V) x1.5m (H).

Al fine di raggiungere la quota della testa dei pali (variabile da +342.2 a +338.2 m l.m.m.) si procede con un primo sbancamento con scarpata inclinata 1:2 (V:H) e banche di larghezza 2 m ogni 3 m di altezza.

Successivamente si procede con un primo ribasso al fine di eseguire i tiranti a tre trefoli di lunghezza complessiva 18 m (12 m di bulbo + 6 m di lunghezza libera) inclinati di 20° rispetto all'orizzontale ad interasse 2.8 m. Il valore del pre-carico è pari a 100 kN a trefolo.

Infine, si procede al raggiungimento della quota di fondo scavo posta a circa +333.6 m l.m.m..

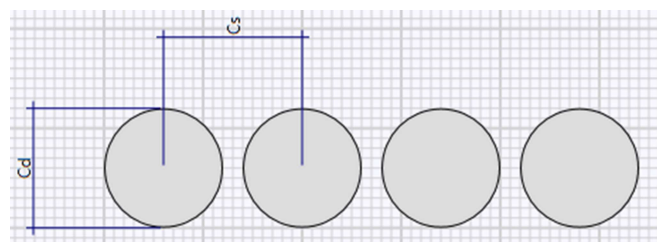


Figura 5 - Pali della paratia – caratteristiche e schema geometrico

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 14 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

Si riportano in seguito le due sezioni di calcolo.

La paratia di testata (sezione longitudinale) è caratterizzata dallo scavo maggiore (9.8 m da testa cordolo a fondo scavo) e i pali hanno una lunghezza di 20 m.

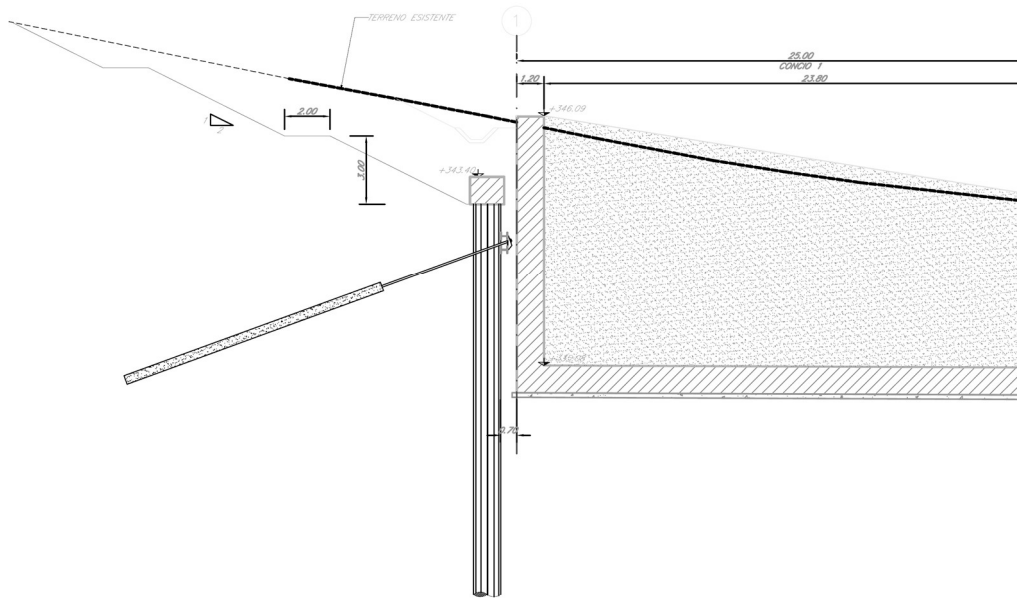


Figura 6 – Paratia di testata – pali L = 20 m

La paratia della sezione F-F è caratterizzata da uno scavo di 7.8 m (da testa cordolo a fondo scavo) e pali di lunghezza 15 m.

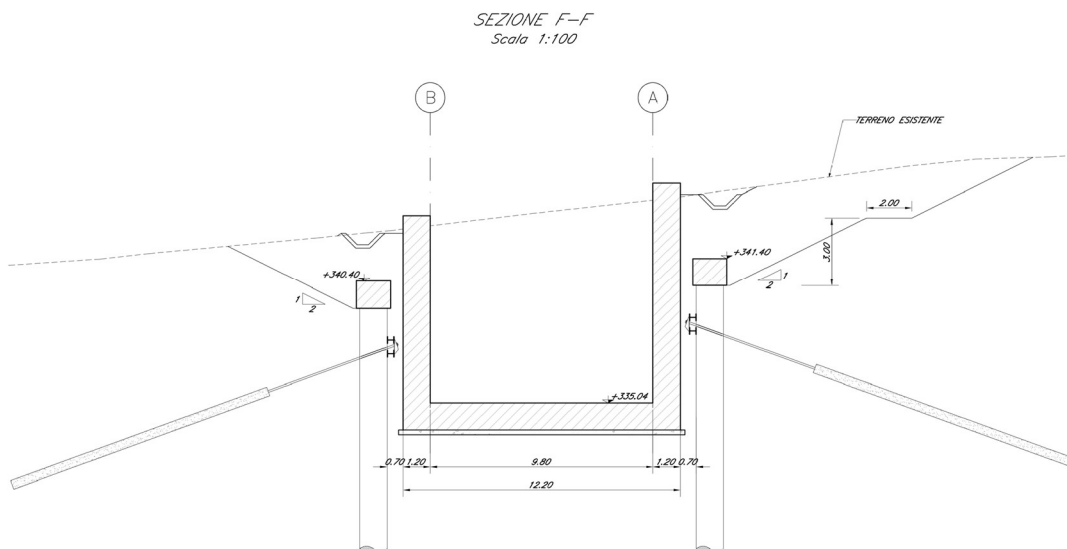


Figura 7 – Sezione F-F – pali L = 15 m

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 15 di 131

6 CODICI DI CALCOLO

In accordo al capitolo 10.2 delle NTC si riportano di seguito origine e caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati.

6.1 MIDAS CIVIL

Per le analisi delle strutture (muri a U) è stato utilizzato il software Midas Civil.

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- temperature: gradi centigradi °

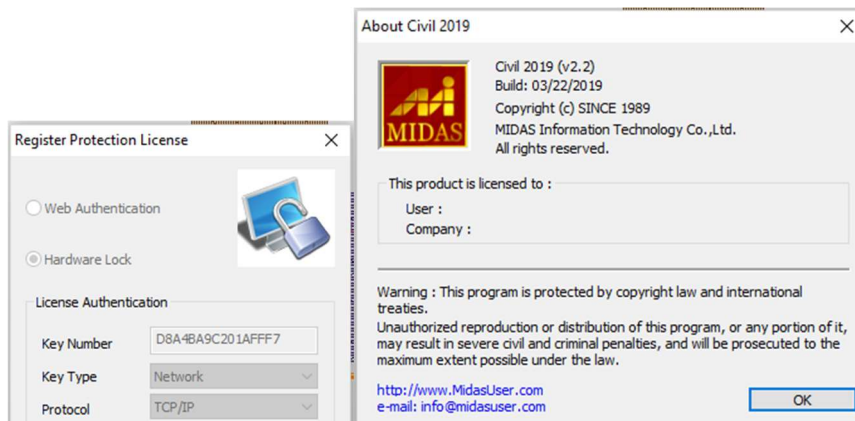


Figura 8 – Licenza d'uso

6.2 PARATIE PLUS

Per le analisi della paratia provvisionale è stato utilizzato il software Paratie Plus 2019 di Harpaceas.

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 16 di 131

7 ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA - TERRENO

Al fine di rappresentare il comportamento dell'opera di sostegno durante le varie fasi di lavoro si è utilizzato un metodo di calcolo capace di simulare l'interazione terreno-paratia.

Il software Paratie Plus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da pareti flessibili e permette di valutarne il comportamento durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

Il problema è visto come un problema piano in cui viene analizzata una "striscia" di parete di sviluppo unitario, come mostrato nella seguente figura.

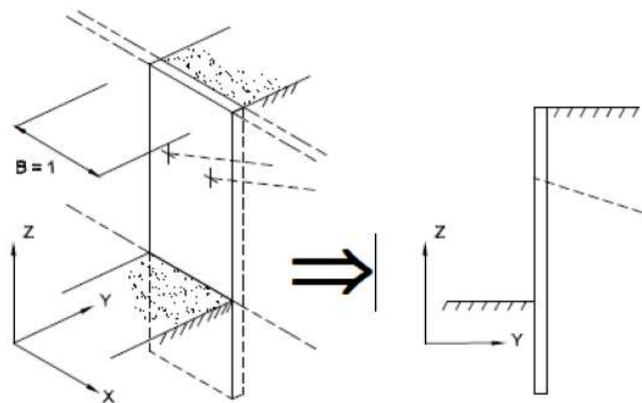


Figura 9 – Modellazione piana della paratia

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico"; le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

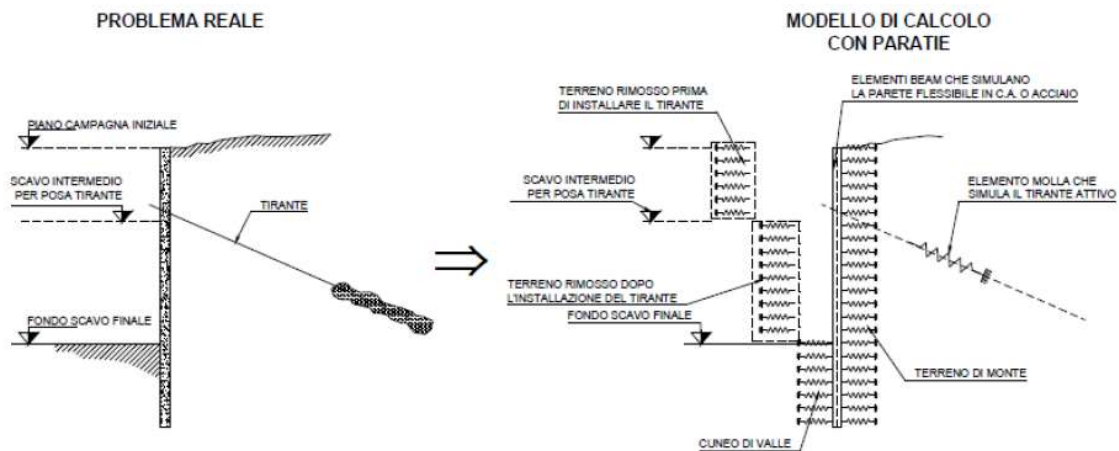


Figura 10 – Schematizzazione terreno ed ancoraggi

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate/puntellate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi "statica incrementale": ogni passo di carico coincide con una ben precisa

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 17 di 131

configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti/vincoli applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

8 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il codice calcolo Slide (ver. 7.026)

Slide è un software bidimensionale per l'analisi di stabilità globale di pendii, rilevati e fronti di scavo. Viene calcolato il fattore di sicurezza allo scorrimento di superfici di scivolamento circolari e non in pendii di terreno o roccia. I carichi esterni, la superficie piezometrica e i diversi tipi di supporto possono essere modellati in vari modi.

Slide analizza la stabilità delle superfici di scorrimento utilizzando i metodi all'equilibrio limite con concetti verticali e non (Bishop, Janbu, Spencer, Sarma, Morgenstern-Price, ..). Possono essere ricercate specifiche superfici di scorrimento oppure è possibile localizzare la superficie di scivolamento critica per un dato pendio.

Il software determina la superficie di scorrimento critica caratterizzata dal valore minimo del coefficiente di sicurezza, definito come il rapporto tra la resistenza di progetto del sistema R_d (momenti stabilizzanti) e l'azione di progetto E_d (momenti ribaltanti). Le verifiche sono soddisfatte se il coefficiente di sicurezza F_s è maggiore di $\gamma_R = 1.1$ (Tab. 6.8.I delle NTC 2008).

9 PARAMETRI GEOTECNICI

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni, dedotti da quelli del progetto definitivo (si veda doc. rif. Rif.[14]) unitamente ai risultati delle indagini integrative, sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 1: Stratigrafia e parametri geotecnici di riferimento

Spessore strato [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	C' [kPa]	φ' [°]	C_u [kPa]	E_{vc} [MPa]	Eur	OCR
8	ALL2_S	18	0	30	-	53	85	1
>30	ANZ2a	22	15	22	40	103	309	5

La base dello strato ALL2_S si trova alla quota +338 m l.m.m., ricavata a partire dalla quota maggiore della sommità dei muri a U (+346 m l.m.m.): $346 \text{ m} - 8 \text{ m} = 338 \text{ m}$.

La falda di progetto si trova alla quota +335 m l.m.m..

I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici indicati.

In particolare i coefficienti di spinta attiva (k_a) sono calcolati secondo la formulazione di Coulomb; i coefficienti di spinta passiva (k_p) sono calcolati secondo la formulazione di Lancellotta (2007), considerando un angolo di attrito terreno/calcestruzzo (δ) pari a $1/2\varphi'$.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 18 di 131

10 ANALISI DEI CARICHI

10.1 PESO PROPRIO (G1 - DEAD)

Il carico delle strutture in calcestruzzo armato viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/mc. Il peso proprio viene automaticamente calcolato dal programma in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

10.2 PERMANENTI PORTATI (G2)

10.2.1 Massicciata, armamento – G2,1 Sovrastruttura ferroviaria

Si assumono convenzionalmente i seguenti pesi di volume relativi alla massicciata e all'armamento (sovrastuttura ferroviaria):

Peso di volume in rettilineo: 18.00 kN/m³.

Mentre per il ricoprimento:

Peso di volume: 20.00 kN/m³

Il ricoprimento totale è dato da un primo strato di spessore medio 0.7 m omogeneamente diffuso, del peso pari a:

$$G_{2,1} = 20.00 \text{ kN/m}^3 \times 0.7 \text{ m} \approx 15 \text{ kN/m}^2.$$

Tale carico viene applicato sull'intera larghezza interna della platea.

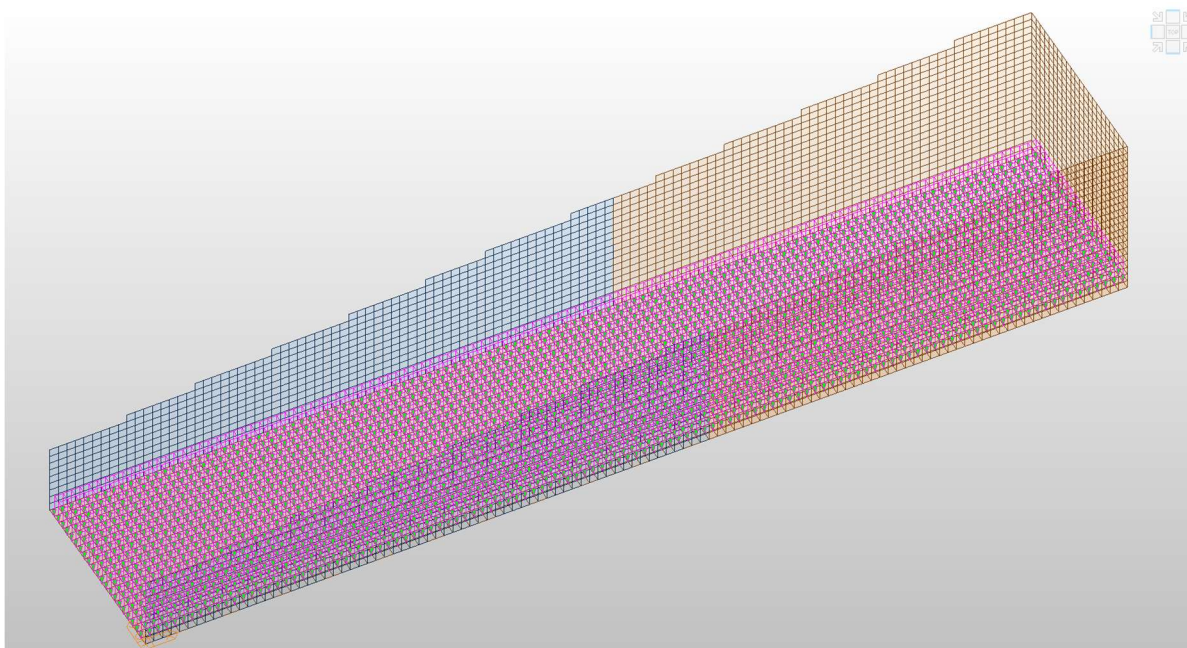


Figura 11 – Applicazione del carico G2,1 nel modello di calcolo

Il carico del ballast, invece, ha spessore medio di circa 0.45 m:

$$G_{2,1} = 18.00 \text{ kN/m}^3 \times 0.45 \text{ m} \approx 8.5 \text{ kN/m}^2.$$

Questo carico si diffonde su di una porzione di 6m di larghezza circa.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 19 di 131

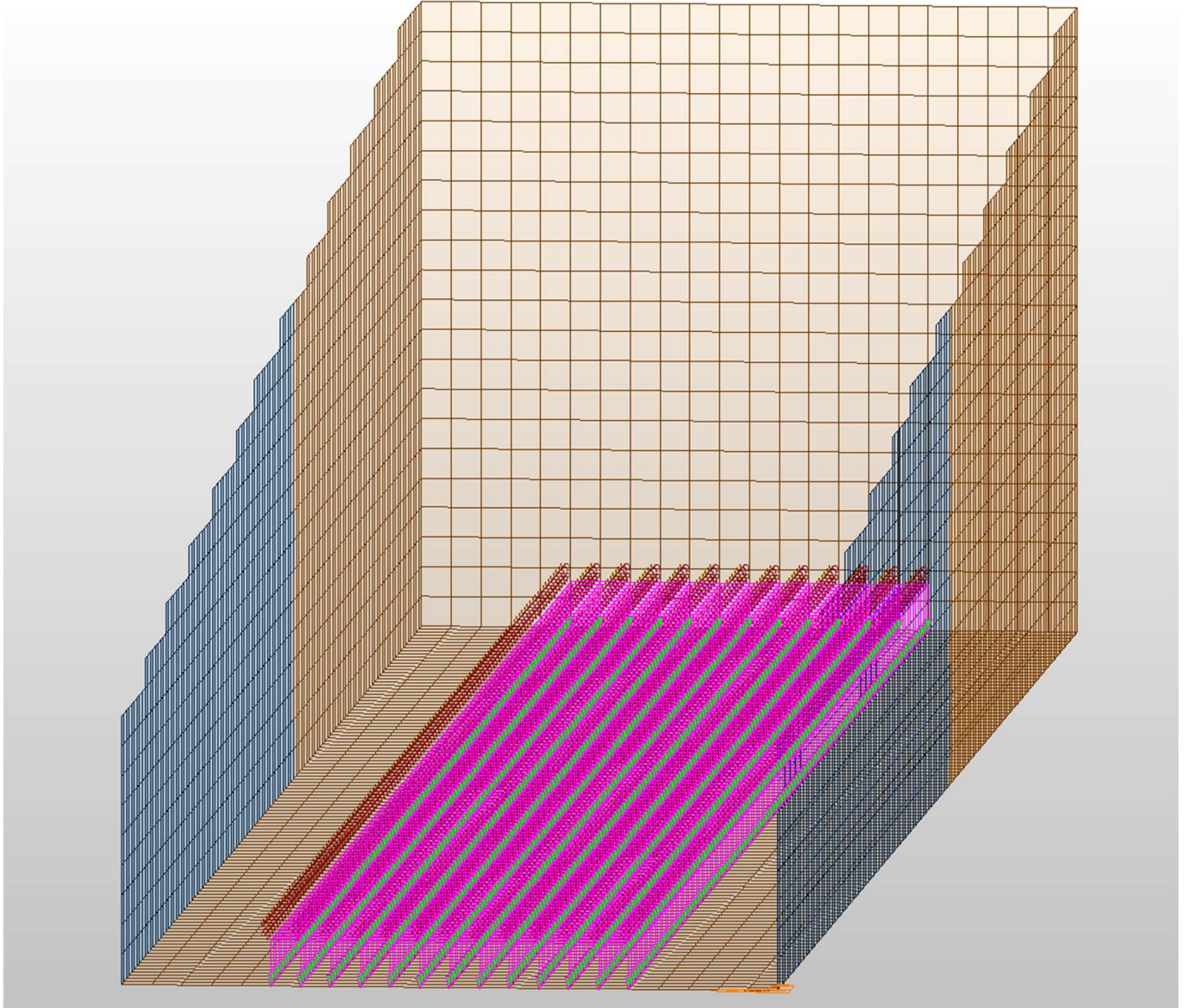


Figura 12 - carico ballast

10.2.2 Spinta delle terre (SPTSX – SPTDX)

La spinta del terreno viene considerata in regime di spinta a riposo con:

Terreno ai lati dei muri

Peso per unità di volume	γ	20.40 kN/m ³
Angolo d'attrito	Φ	25.20 °
Coefficiente di spinta a riposo	K_0	0.574

Tali parametri si traducono ad un diagramma di pressioni triangolare ($p_h = K_0 \cdot \gamma_t \cdot z$) da applicare sui piedritti.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 20 di 131

10.3 AZIONI VARIABILI (Q)

10.3.1 Treni di carico (LM71 Load Case 1, LM71 Load Case 2, LM71 Load Case 3)

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico; in particolare, sono forniti due modelli di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale (modello di carico LM71), il secondo rappresentativo del traffico pesante (modello di carico SW). I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per il coefficiente "α" che deve assumersi come da tabella seguente:

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"
LM71	1,10
SW/0	1,10
SW/2	1,00

Tabella 2 – coefficienti α per modelli di carico

Treno di carico LM71

Il Treno di carico LM71 è schematizzato nella figura seguente.

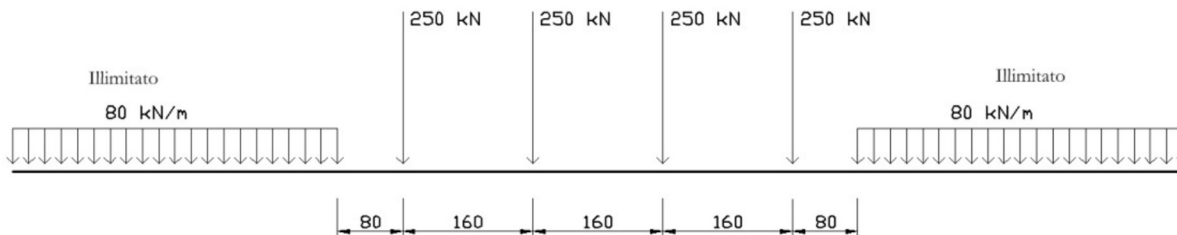


Figura 13 – Treno di carico LM71

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si fa riferimento al paragrafo 2.5.1.4.2.5 del Manuale di Progettazione e in particolare alla tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 al punto 5.4 per la definizione della lunghezza caratteristica $L\Phi$. Considerando un portale di due luci e un ridotto standard manutentivo, si ottiene:

Coeff. Dinamico		
<i>L1</i>	10.6	m
<i>L2</i>	11	m
<i>L3</i>	10.6	m
<i>Lm</i>	10.73	m
<i>k</i>	1.3	
<i>Lφ</i>	13.95	m
coeff.rid	0.9	
ϕ	1.21	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 21 di 131

DISTRIBUZIONE LONGITUDINALE E TRASVERSALE DEL CARICO FERROVIARIO

I sovraccarichi ferroviari (LM71 e SW2) si distribuiscono attraverso il ricoprimento con una pendenza 1 a 4 all'interno del ballast e con la pendenza a 45° all'interno del CLS, per cui la diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario, considerando la larghezza della traversina pari a 2.40m, uno spessore del ballast al di sotto della traversina di 1.1 m, e metà spessore soletta pari a 0.60m, risulta pari a:

$$L_t = L_{traversina} + 2 \cdot H_{ballast} \cdot \frac{1}{4} + 2 \cdot \frac{H_{soletta}}{2} \cdot \frac{1}{1} = 4.15m$$

In direzione longitudinale, le 4 forze concentrate da 250 kN, vengono disposte in posizioni differenti al fine di considerare gli effetti più sfavorevoli.

Questo è eseguito tramite la "Moving Load Analysis" implementata nel software, che tiene in conto automaticamente anche di un'eccentricità di 0.08 m dei carichi verticali.

Treni di carico SW/0- SW/2

Il Treni di carico SW/0-SW/2 sono schematizzati nella figura seguente.

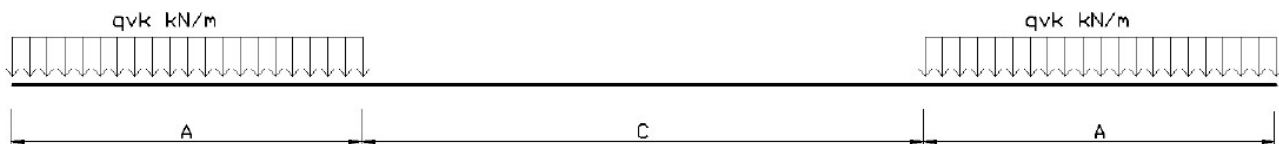


Figura 14 – Treno di carico SW

Il modello di carico SW/0 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale per travi continue (esso andrà utilizzato solo per le travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71, nel caso in esame non viene quindi preso in considerazione).

Il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Le caratterizzazioni di entrambe queste configurazioni sono indicate nella tabella seguente:

<i>Tipo di carico</i>	Q_{vk} [kN/m]	<i>A</i> [m]	<i>C</i> [m]
<i>SW/0</i>	133	15,00	5,30
<i>SW/2</i>	150	25,00	7,00

Tabella 3 – caratterizzazione treni di carico SW

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 22 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

10.3.2 Spinta del sovraccarico accidentale sul rilevato

Ai lati del muro si ha un carico orizzontale uniformemente distribuito sui piedritti dovuto alla spinta del sovraccarico accidentale di 5 kN/m² calcolato come $k_0 \times q$.

$$q = k_0 \cdot q_{ril} = 0.574 \cdot 5 \frac{kN}{m^2} = 2.87 \frac{kN}{m^2}$$

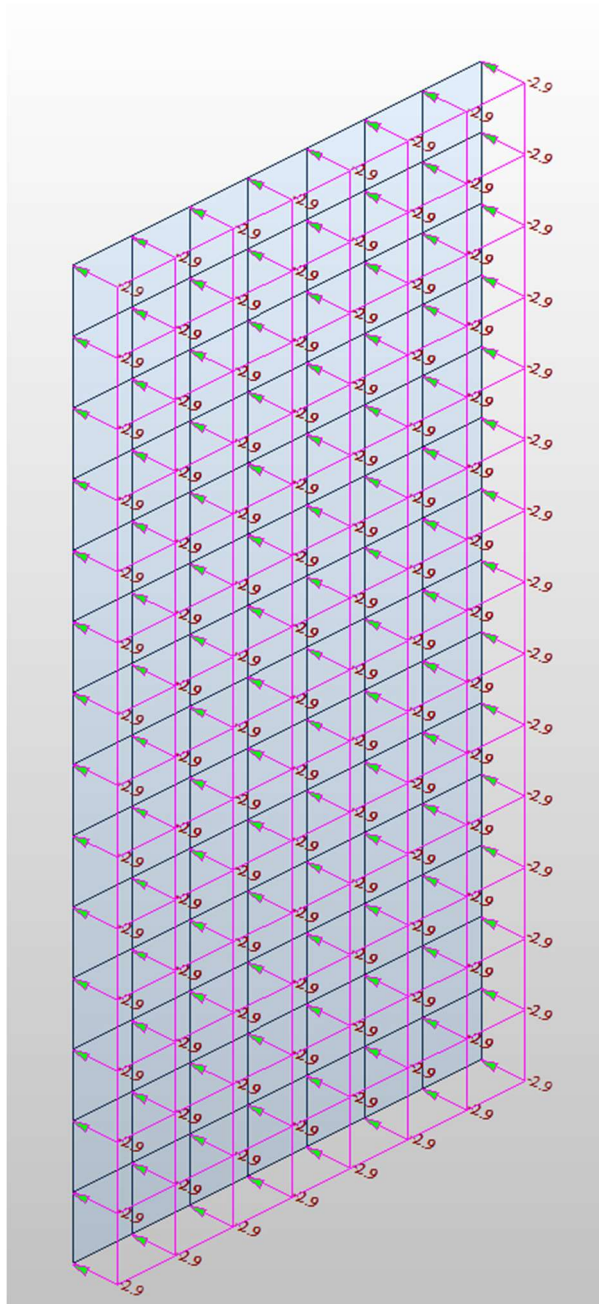


Figura 15 - Sovraccarico Accidentale sul rilevato

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0100 001</td> <td>B</td> <td>23 di 131</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0100 001	B	23 di 131
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	TR0100 001	B	23 di 131													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo																		

10.4 AZIONI CLIMATICHE

Le variazioni termiche, uniforme e differenziale, vengono applicate sui piedritti.

10.4.1 Variazione termica uniforme

L'opera considerata è una trincea completamente interrata.

Si ritiene adeguato adottare un valore di azione termica uniforme che rispecchi questa configurazione.

Pertanto verrà utilizzata una variazione termica uniforme pari a $\pm 10^{\circ}\text{C}$, come per una struttura in c.a. e c.a.p. protetta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 24 di 131

10.4.2 Variazione termica differenziale

È stata considerata una differenza di temperatura tra estradosso e intradosso degli elementi pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

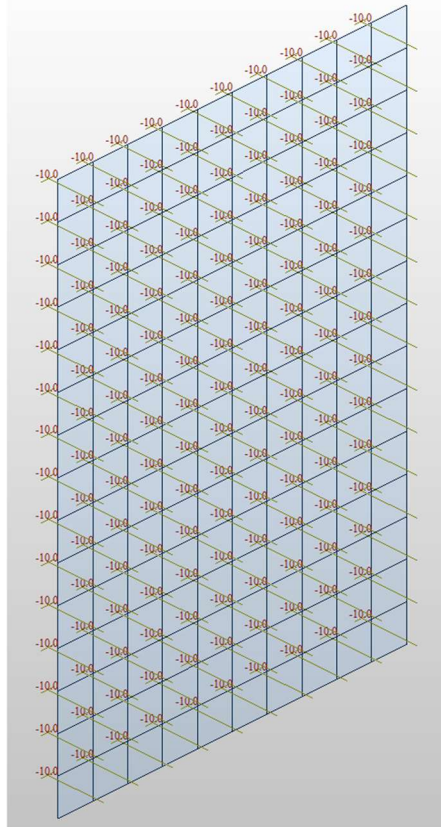


Figura 16 – Variazione termica differenziale $\pm 5^{\circ}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 25 di 131

10.5 AZIONI INDIRETTE

10.5.1 Ritiro e Viscosità

Il ritiro non si considera agire sulla soletta di fondazione in quanto sostanzialmente interrata per la maggior parte della sua dimensione. Si applica una variazione di temperatura equivalente per schematizzare il fenomeno di ritiro abbattuta per tenere in conto che il fenomeno si sviluppa nel tempo.

Il valore del ritiro autogeno preso in considerazione è quello a tempo infinito, mentre il valore di ritiro da essiccamento è trovato interpolando i valori tabellari forniti alla Tab. 3.2 dell'EC2.

fck	32.00
ϵ_{c0}	0.000384
ϵ_{ca}	-5.5E-05
kh	0.7
$\epsilon_{c,tot}$	0.000214

Per determinare il coefficiente di viscosità si fa riferimento all'appendice B dell'EC2:

fck	32.00	MPa
RH	65.00	%
B	-	m
H	-	m
u	21.50	m
t0 ritiro	1.00	gg
t	18250.00	gg
fcm	40.00	MPa
Ac	11.50	m ²
h0	1070	mm
$\phi_{RH<35}$	1.342	
α_1	0.911	
α_2	0.974	
α_3	0.935	
$\phi_{RH>35}$	1.277	
ϕ_{RH}	1.277	
$\beta(fcm)$	2.66	
$\beta(t0)$	0.909	
ϕ_0	3.08	
$\beta_{H<35}$	1500.00	
$\beta_{H>35}$	1403.12	
β_H	1403.12	
$\beta_c(t,t0)$	0.978	
$\phi(t,t0)$	3.02	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 26 di 131

La variazione termica equivalente al ritiro viene valutata con l'espressione $\epsilon_s / [(\phi(t,t_0)) \times \alpha]$.

$\epsilon_{c,tot}$	-0.0003238	
$\phi(t,t_0)$	3.02	
α	0.00001	1/°C
ΔT	-10.74	°C

Si assume una variazione termica equivalente applicata ai piedritti pari a:
 $\Delta T = -11^\circ C$

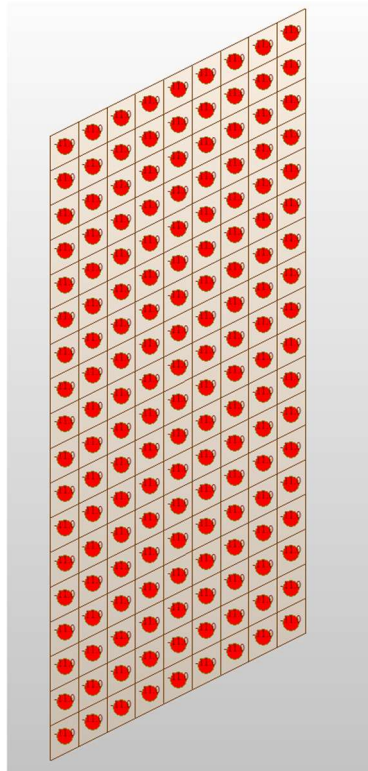


Figura 17 – Variazione termica equivalente agli effetti del ritiro $Q31 = -11^\circ$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 27 di 131

10.6 AZIONI SISMICHE

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto §7.9.2. delle NTC, assimilando il muro "ad U" alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato:

- la vita nominale (VN) dell'opera.
- la classe d'uso.
- il periodo di riferimento (VR) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso.

Per l'opera in esame si ha:

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	<input type="text" value="75"/>	info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_U	<input type="text" value="1.5"/>	info
Valori di progetto		
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	<input type="text" value="112.5"/>	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R		info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

I valori delle caratteristiche sismiche (ag , $F0$, T^*c) per gli stati limite di normativa sono:

Coordinate geografiche del sito:

- Latitudine = 41.0510°
- Longitudine = 15.0333°

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 28 di 131

SLATO LIMITE	T _R [anni]	a _g [g]	F ₀ [-]	T _c [*] [s]
SLO	68	0.098	2.325	0.318
SLD	113	0.129	2.316	0.333
SLV	1068	0.381	2.287	0.415
SLC	2193	0.500	2.353	0.430

- ag → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- F₀ → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^{*} → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t) ed è pari a 1.177.

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

		amax
TR	68	0.115
TR	113	0.152
TR	1068	0.448
TR	2193	0.589

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

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

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.50 \cdot k_h$$

dove

- a_{max} = S_s · S_t · a_g accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g - accelerazione di gravità;

Essendo la struttura non scatolare, ma che presenta muri molto alti e snelli, si suppone che la struttura si comporti come una paratia e quindi che ammetta spostamenti relativi rispetto al terreno, per la definizione del coefficiente β, funzione del massimo spostamento in testa al piedritto u_s che l'opera può tollerare, è stata svolta un'analisi iterativa in condizioni SLD ipotizzando inizialmente uno spostamento nullo con β = 1.

I successivi valori di β si ottengono entrando nel grafico di Figura 6.4 con il valore dello spostamento ottenuto nell'analisi precedente.

Tale procedura iterativa conduce ai seguenti risultati.

Prima iterazione ammettendo β = 1 si ottiene:

H _{max} = 10.50 m	Altezza massima piedritto
α = 1.00	coefficiente di deformabilità
u _s = 144 mm	spostamento in testa al piedritto
β = 0.47	Valore di β ottenuto dal grafico

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 29 di 131

Seconda iterazione ammettendo $\beta= 0.47$ si ottiene:

H = 10.50 m	Altezza massima piedritto
$\alpha= 1.00$	coefficiente di deformabilità
$u_s=91$ mm	sposamento in testa al piedritto
$\beta= 0.53$	Valore di β ottenuto dal grafico

Terza iterazione ammettendo $\beta= 0.53$ si ottiene:

H = 10.50 m	Altezza massima piedritto
$\alpha= 1.00$	coefficiente di deformabilità
$u_s=97$ mm	sposamento in testa al piedritto
$\beta= 0.52$	Valore di β ottenuto dal grafico

Il coefficiente β_m che viene assunto è il valore 0.50.

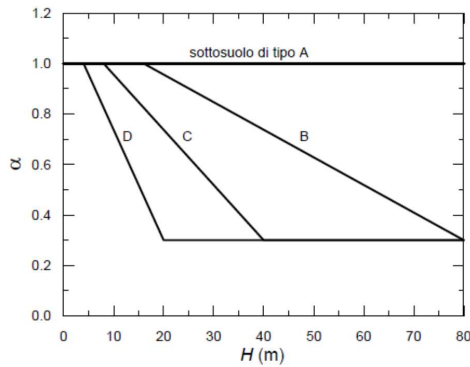


Figura 10-18: Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

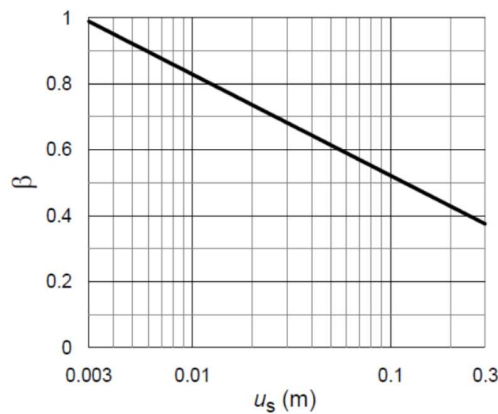


Figura 10-19: Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β

Pertanto, si ottiene:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 30 di 131

		Kh	Kh
TR	68	0.058	0.029
TR	113	0.076	0.038
TR	1068	0.224	0.112
TR	2193	0.294	0.147

Nel setto trasversale, nella parte terminare della trincea invece, si considererà un coefficiente β_m unitario, in quanto vincolato dai piedritti

10.6.1 Spinta delle terre in fase sismica

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (par. 7.11.6.2.1 D.M. 14.01.08), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato attraverso la trattazione di WOOD valida per pareti che accettano piccoli spostamenti:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

e va a sommarsi alle condizioni statiche valutate in condizioni di spinta a riposo.

Il punto di applicazione della spinta che interessa il piedritto è posto $h_{pied} / 2$, con "htot" altezza dal piano di progetto alla fondazione dello scatolare e hscat l'altezza della trincea.

Essendo "ΔPd" la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul paramento verticale.

$$\Delta p = (a_g/g) \cdot St \cdot Ss \cdot \gamma \cdot H$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 31 di 131

11 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto in base a quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008.

- 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):

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

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_2 \cdot Q_{kj}$$

Nella valutazione dell'azione sismica, la risposta è calcolata unitariamente per le componenti come segue:

- $E_1 = \pm 1.00 \text{ Ex} \pm 0.30 \text{ Ey}$
- $E_2 = \pm 0.30 \text{ Ex} \pm 1.00 \text{ Ey}$

Con E_x , E_y rappresentative rispettivamente dell'azione sismica orizzontale in direzione x e y.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 32 di 131

11.1 MODELLO DI CALCOLO

Nel software di calcolo agli elementi finiti è stato modellato l'intero sviluppo longitudinale pari a 53.6 m.

Questo modello è stato considerato per la valutazione delle sollecitazioni e le deformazioni degli elementi strutturali per le combinazioni agli stati limite ultimi, di esercizio e sismiche.

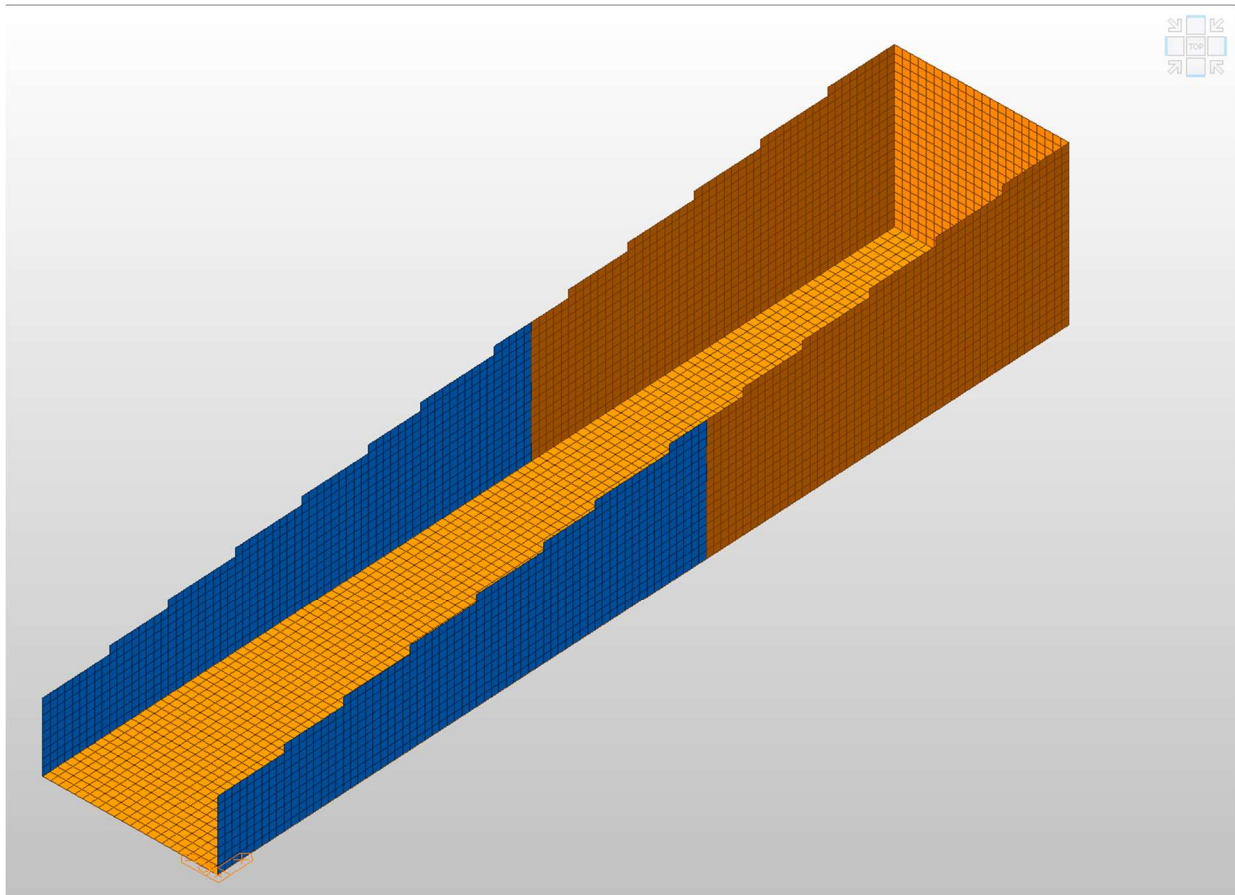


Figura 20 – Modello di calcolo SLU/SLE

Il suolo a contatto con la platea viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler

Terreno di fondazione

Modulo di Young del terreno E=53000 kN/m²

dimensione trasversale compresa dei muri b_t=12.2 m

dimensione longitudinale dell'opera b_l= 53.6 m

Si applica la formulazione di Vogt per definire la molla elastica distribuita sul beam di fondazione:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{b t^2 \cdot b l}}$$

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale

K_v = 3527 kN/m³

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 33 di 131

12 CRITERI DI VERIFICA

12.1 VERIFICHE DEI MURI A U

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 14/01/2008 di seguito riportata.

In particolare, per ogni gruppo viene individuata un'azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 (LM 71''+"SW/0'')
2	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	-	1,0 (LM 71''+"SW/0'')
≥ 3	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	0,75 (LM 71''+"SW/0'')	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71''+"SW/0'')	0,75 (LM 71''+"SW/0'')	1,0 (LM 71''+"SW/0'')
	Altri	-	0,75 (LM 71''+"SW/0'')	-

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 (ϕ, α , 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 carichi e 0.4 per impalcati con tre o più binari carichi.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si sono considerati i soli Gruppo 1 e 3, mentre per la verifica a fessurazione è stato utilizzato il Gruppo 4. Nella tabella 5.2.III vengono riportati i carichi da utilizzare in caso di impalcati con due, tre o più binari carichi.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti. In particolare nel calcolo della struttura in esame si fa riferimento alla combinazione A1 STR.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 34 di 131

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_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	Ξ_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	Ξ_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	Ξ_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	Ξ_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	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 ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti ed utilizzati nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 38 di 131

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLE di carico implementate nel modello di calcolo:

		Carico bordo-MAX M-							
n°	LoadCase	LC52	LC53	LC54	LC55	LC56	LC57	LC58	LC59
1	C_PP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	PermPort	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Temperatura	0.00	0.00	0.60	0.60	-0.60	-0.60	1.00	-1.00
4	Ritiro	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	MaxLLbordoSX	1.00	0.80	1.00	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80
6	MaxLLcorrenteSX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	SismaX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	SismaXTerr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	SismaY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	SismaYTerrSX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	SismaYTerrDx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	VarSpintaTerr	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	0.75

		Carico mezzeria -MAX M-							
n°	LoadCase	LC60	LC61	LC62	LC63	LC64	LC65	LC66	LC67
1	C_PP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	PermPort	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Temperatura	0.00	0.00	0.60	0.60	-0.60	-0.60	1.00	-1.00
4	Ritiro	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	MaxLLbordoSX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	MaxLLcorrenteSX	1.00	0.80	1.00	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80
7	SismaX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	SismaXTerr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	SismaY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	SismaYTerr-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	SismaYTerr+y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	VarSpintaTerr	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	0.75

		Carico accidentale terr						
n°	LoadCase	LC68	LC69	LC70	LC71	LC72	LC73	LC74
1	C_PP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	PermPort	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Temperatura	0.00	0.60	0.60	-0.60	-0.60	1.00	-1.00
4	Ritiro	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	MaxLLbordoSX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	MaxLLcorrenteSX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	SismaX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	SismaXTerr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	SismaY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	SismaYTerr-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	SismaYTerr+y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	VarSpintaTerr	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	0.75	0.75

12.2 ANALISI DELLE PARATIE

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) sono state effettuate nel rispetto dei criteri delle NTC2008.

In generale, le analisi degli stati limite di esercizio (SLE) sono utilizzate per ottenere informazioni circa gli spostamenti attesi sotto i carichi di esercizio e per verificarne l'ammissibilità nei confronti della funzionalità dell'opera.

Le analisi agli stati limite ultimi (SLU) sono impiegate per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali e per le verifiche geotecniche.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 39 di 131

12.2.1 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, ovvero:

$$E_d = E \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

$$E_d = \gamma_E E \left(F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

con $\gamma_E = \gamma_F$, e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right),$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d .

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = \gamma_E E_k$. Nella formulazione delle resistenze R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulle resistenze del sistema.

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

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito degli approcci previsti dalla normativa.

Le verifiche della paratia sono state sviluppate adottando per gli stati limite ultimi (SLU) di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO):

- approccio 1, combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);
- approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R1 (GEO).

I coefficienti parziali per le azioni (A) e per i parametri geotecnici del terreno (M) sono in accordo alla tab. 6.2.I, 6.2.II di cui alle NTC 2008. I coefficienti R1 sono unitari.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{E1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{E2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 40 di 131

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Poiché si tratta di una paratia provvisoria, sono state omesse le verifiche in condizioni sismiche.

12.2.2 Verifiche agli SLE

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d,$$

dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. In condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera di sostegno dovranno essere compatibili con la funzionalità della stessa. Si assumono accettabili spostamenti orizzontali della paratia inferiori a $H_{scavo} / 200$.

12.1 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DEI FRONTI DI SCAVO

Le verifiche di stabilità globale dei fronti di scavo per raggiungere la quota della testa dei pali, sono state condotte con riferimento all'Approccio 2 secondo la combinazione A2+M2+R2. I coefficienti parziali per le azioni (A), per i parametri geotecnici del terreno (M) e per le resistenze (R) sono in accordo alla tab. 6.2.I, 6.2.II, 6.8.I di cui alle NTC 2008.

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

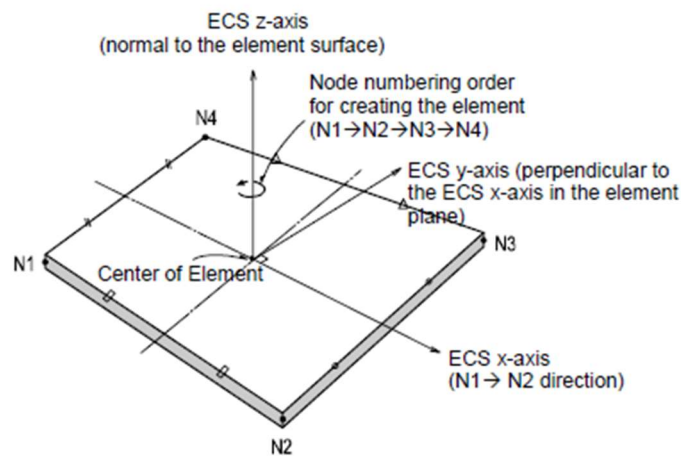
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 41 di 131

13 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI DEI MURI A U

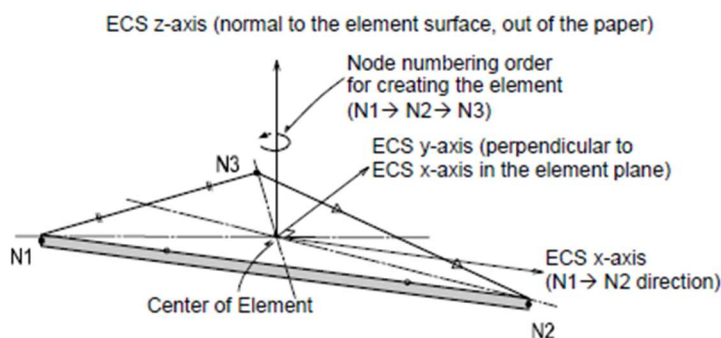
13.1 ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL

L'orientamento degli assi locali 1 e 2 è determinato dalla relazione tra l'asse locale 3 e l'asse globale Z:

- il piano locale 3-2 viene preso verticale, cioè parallelo all'asse Z;
- l'asse locale 2 viene preso in direzione positiva verso l'alto (+Z) a meno che la shell non sia orizzontale nel qual caso l'asse locale 2 è preso orizzontale diretto lungo la direzione globale +Y;
- l'asse locale 1 è sempre orizzontale cioè giace in un piano parallelo al piano XY.



(a) ECS for a quadrilateral element



(b) ECS for a triangular element

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 42 di 131

13.2 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le combinazioni di carico risultate più critiche.

Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;
- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a fessurazione e a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.

Di seguito si riportano le mappe delle sollecitazioni dimensionanti SLU/SLV. Il valore delle sollecitazioni è in kN e kNm.

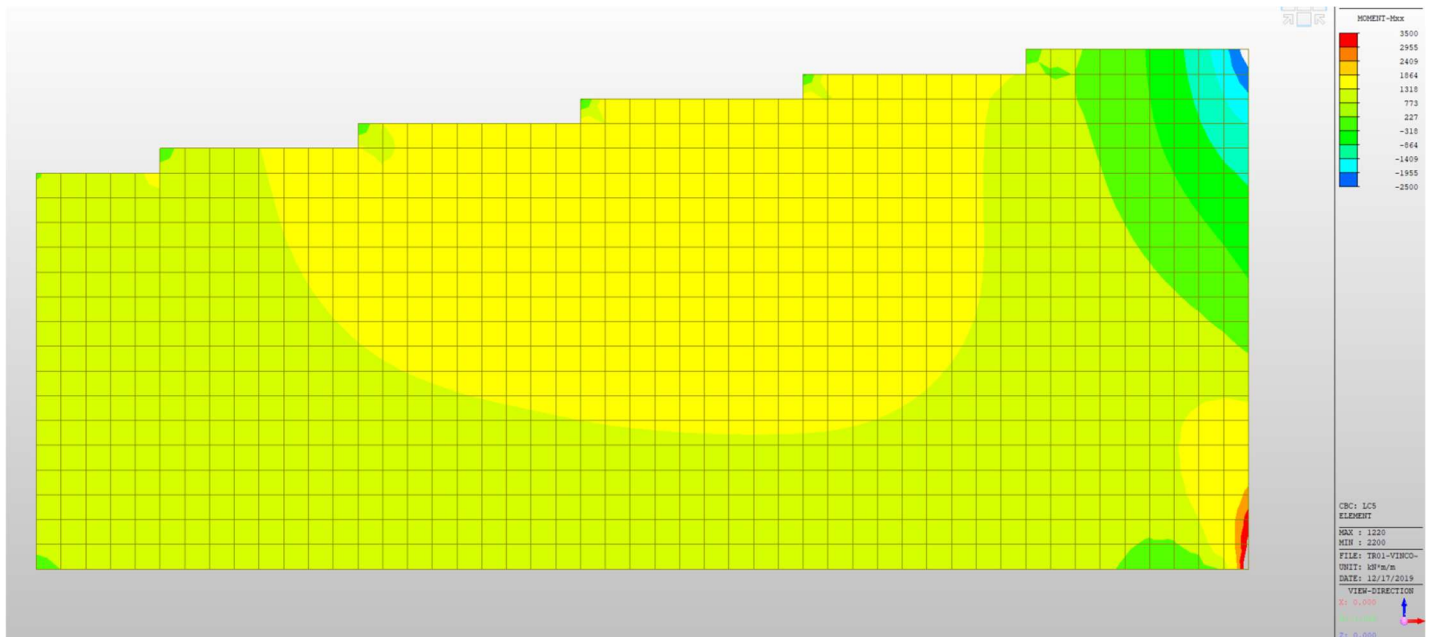


Figura 22 - combinazione momento Mxx positivo massimo sul setto di spessore 1.2 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 43 di 131

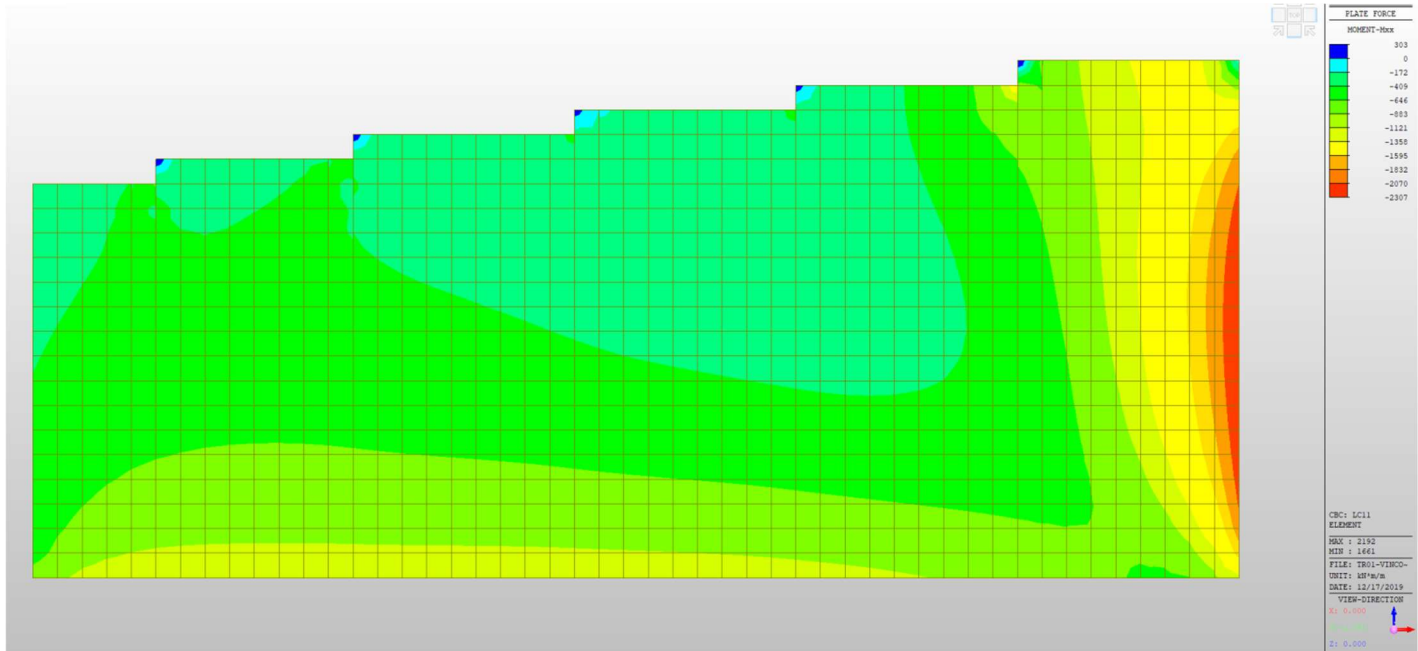


Figura 23 - combinazione momento M_{xx} negativo minimo sul setto di spessore 1.2 m.

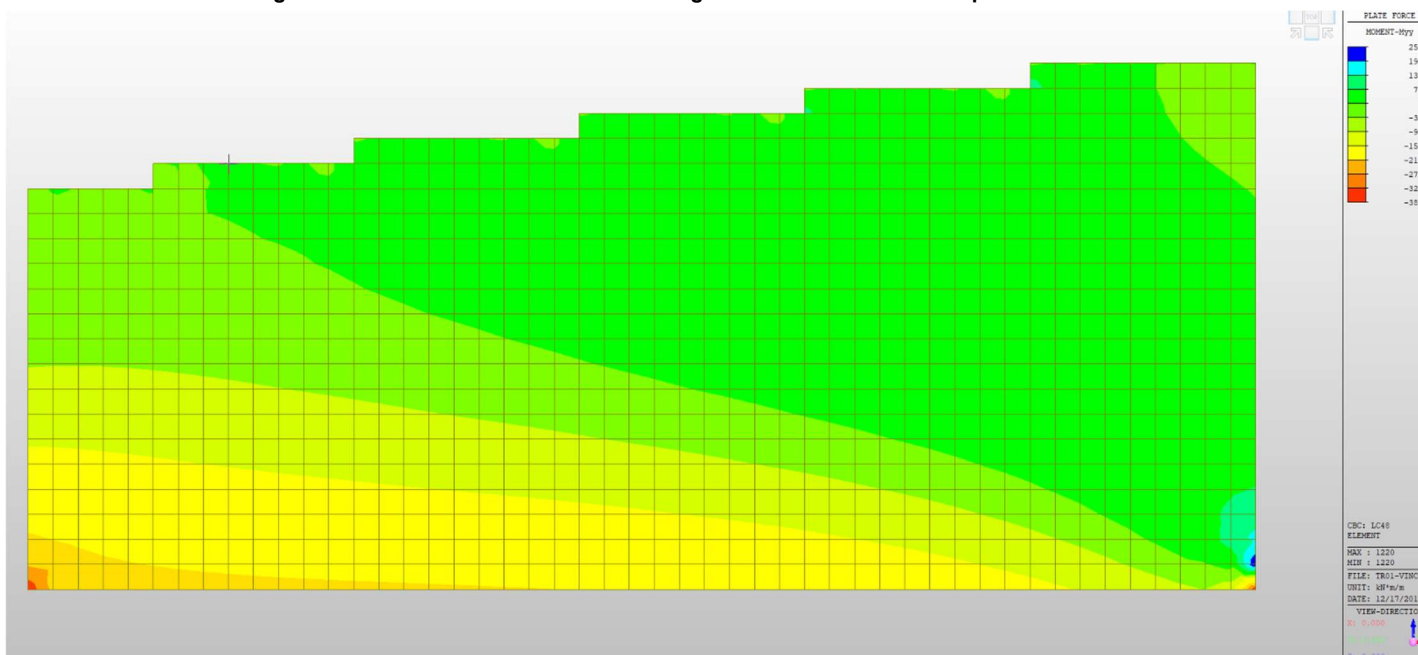


Figura 24 - combinazione momento M_{yy} positivo massimo sul setto di spessore 1.2 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 44 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

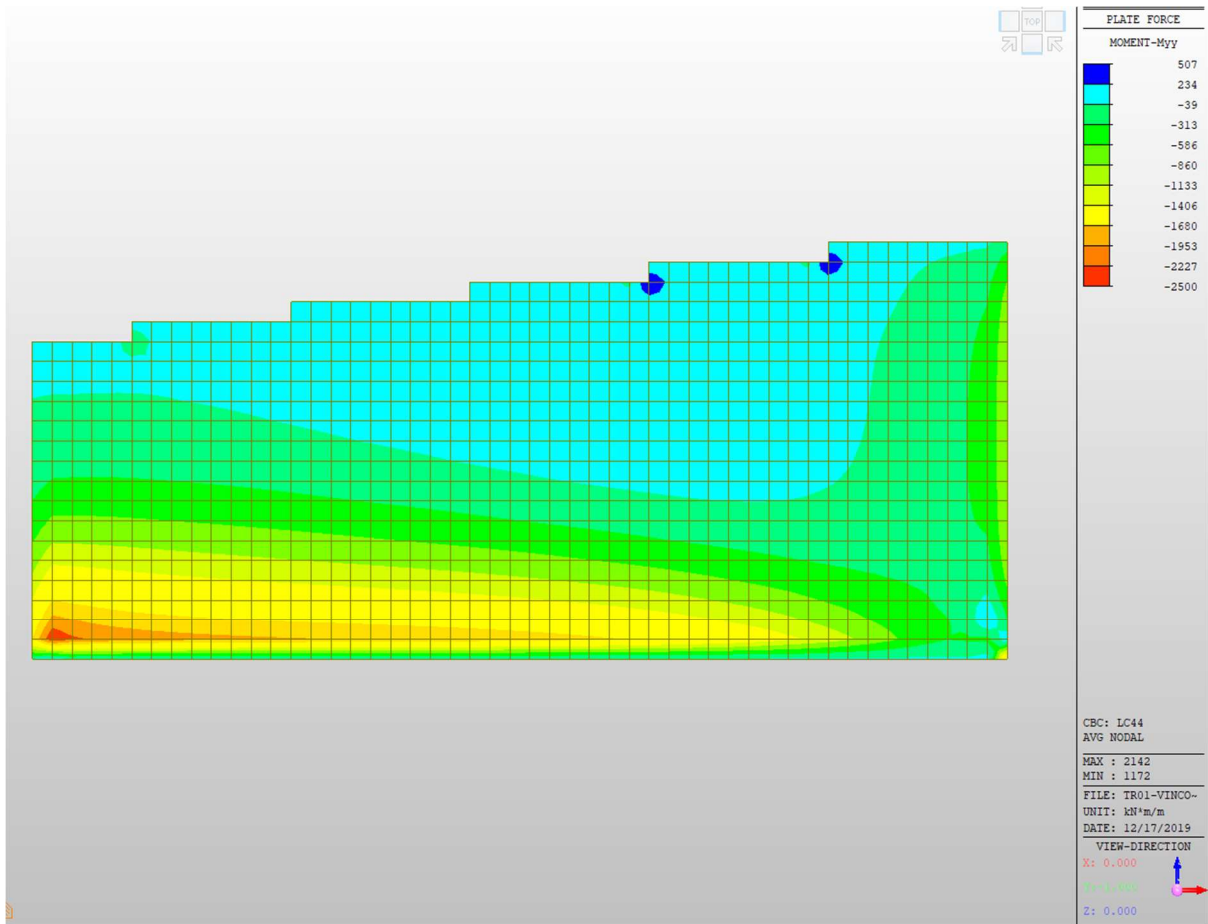


Figura 25 - combinazione momento Myy negativo minimo sul setto di spessore 1.2 m.

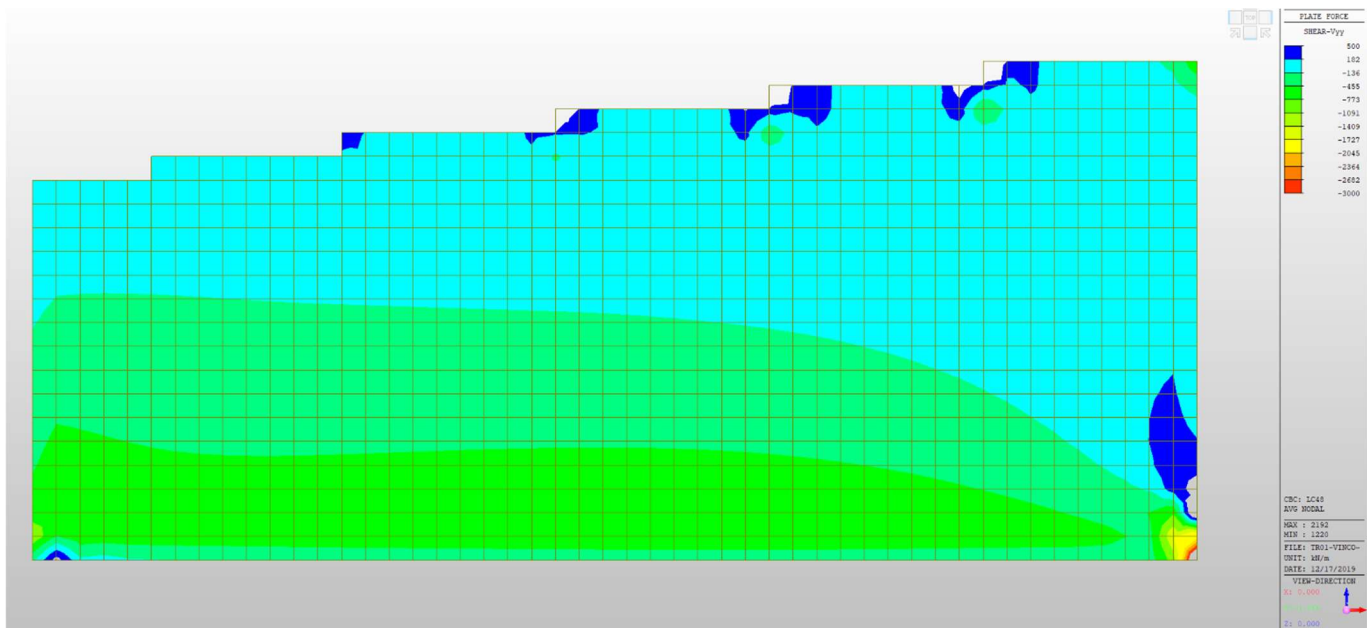


Figura 26 - combinazione Taglio Vyy negativo minimo sul setto di spessore 1.2 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 45 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

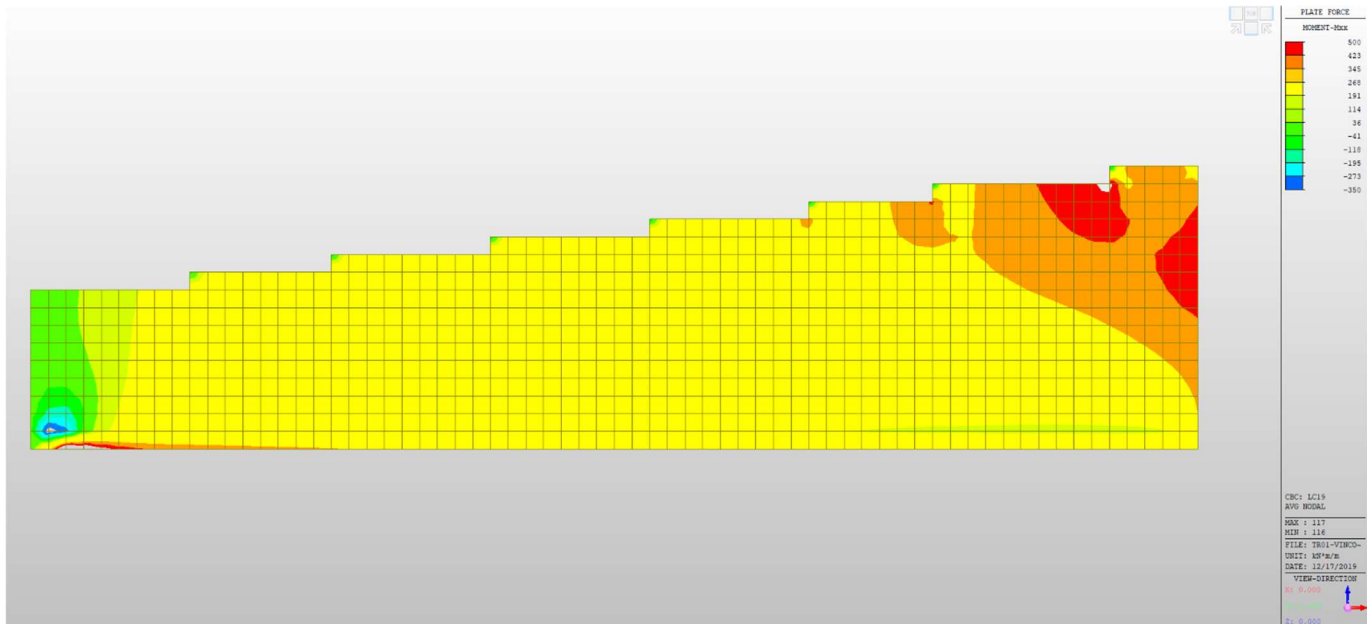


Figura 27 - combinazione momento Mxx massimo sul piedritto di spessore 0.8m.

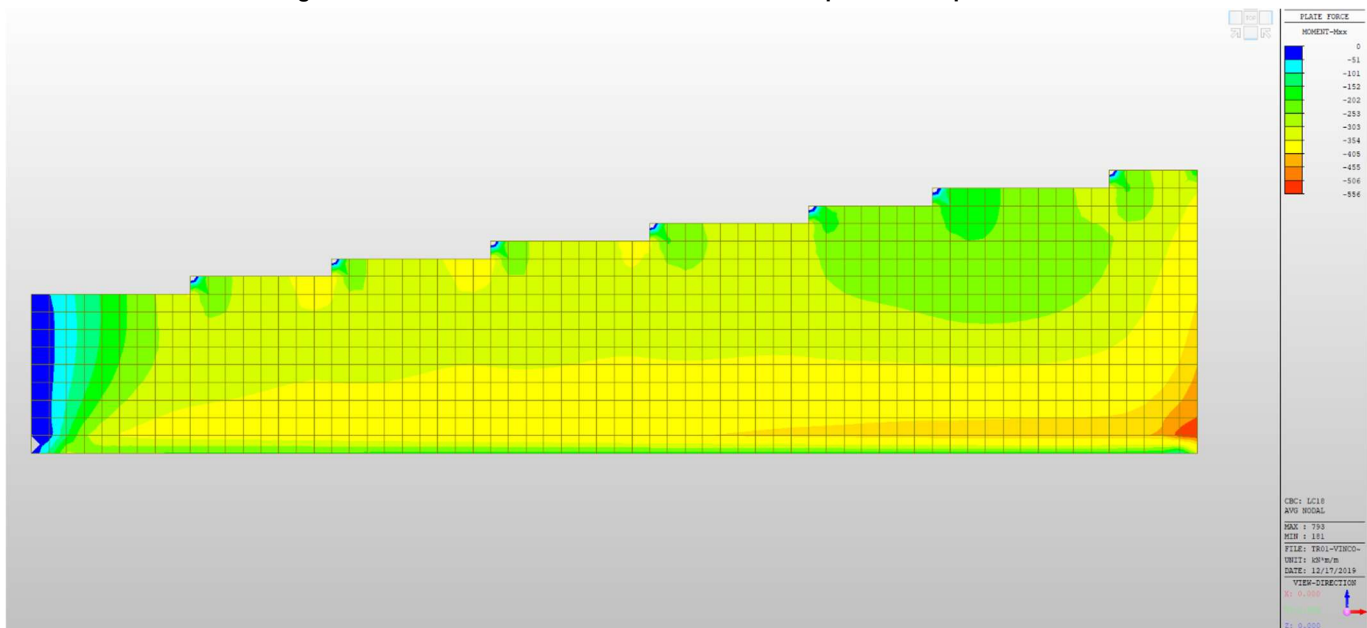


Figura 28 - combinazione momento Mxx negativo minimo sul piedritto di spessore 0.8m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 46 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

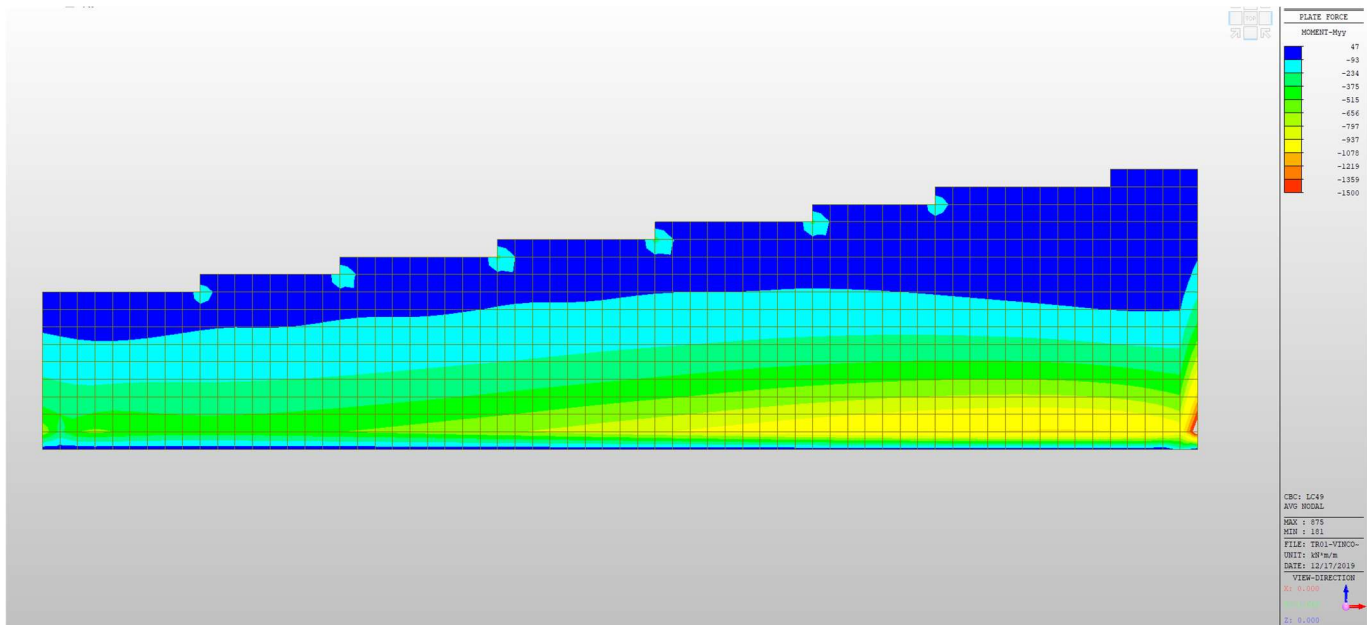


Figura 29 - combinazione momento Myy negativo minimo nel piedritto di spessore 0.8 m.

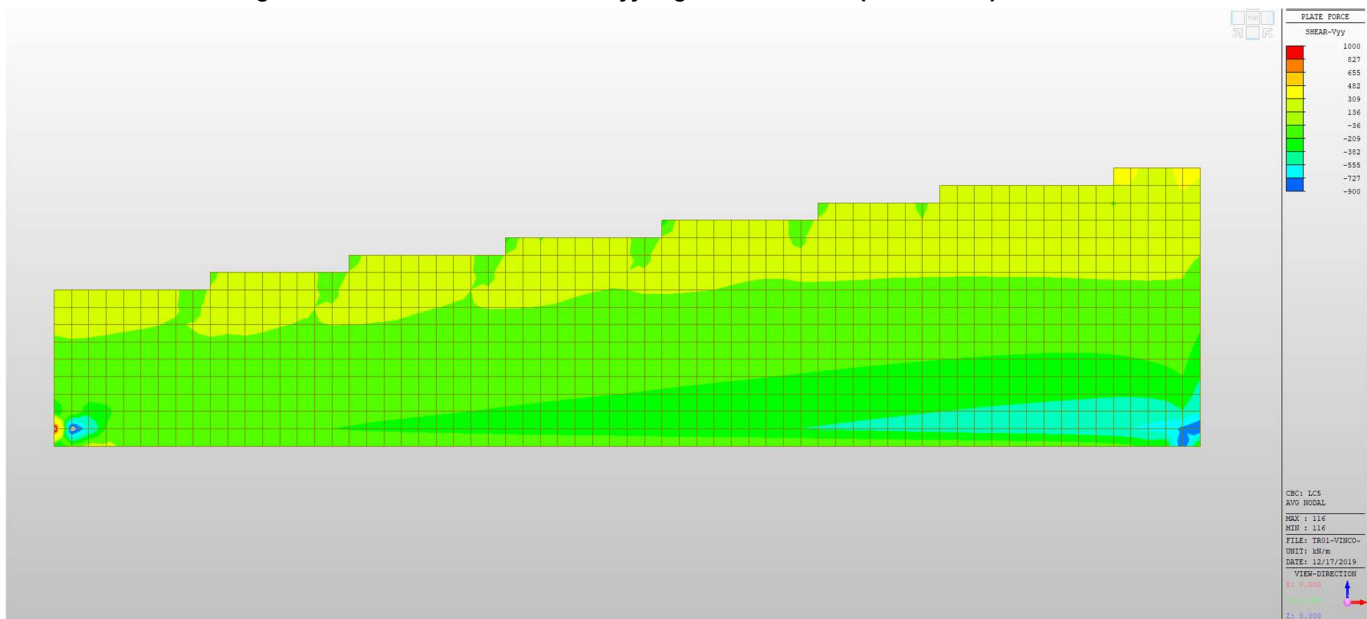


Figura 30 - combinazione taglio Vyy negativo minimo nel piedritto di spessore 0.8 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 47 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

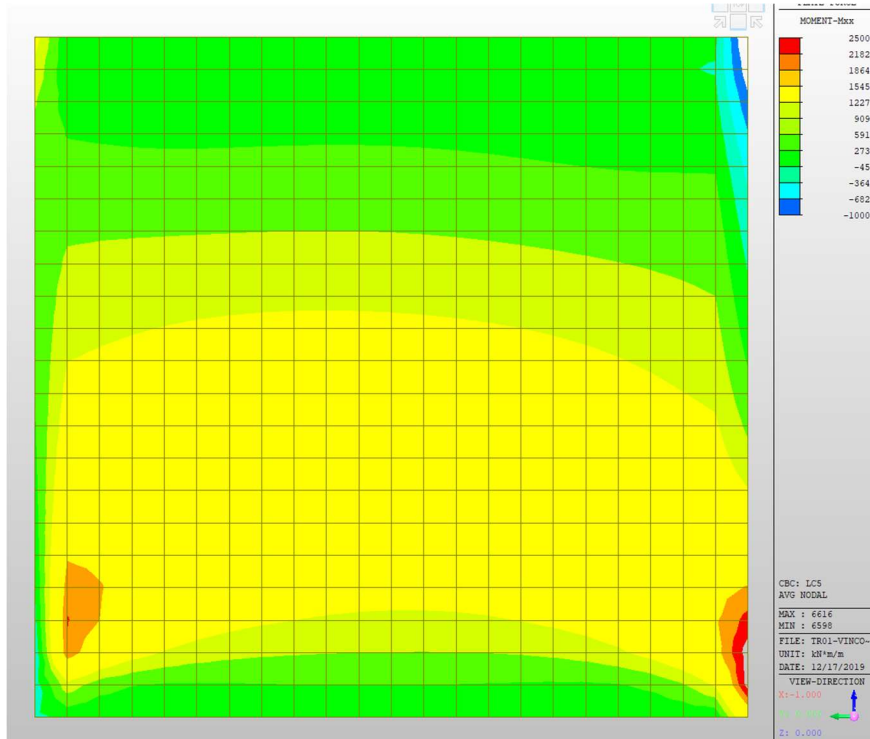


Figura 31 - combinazione momento Mxx massimo positivo per il setto trasversale.

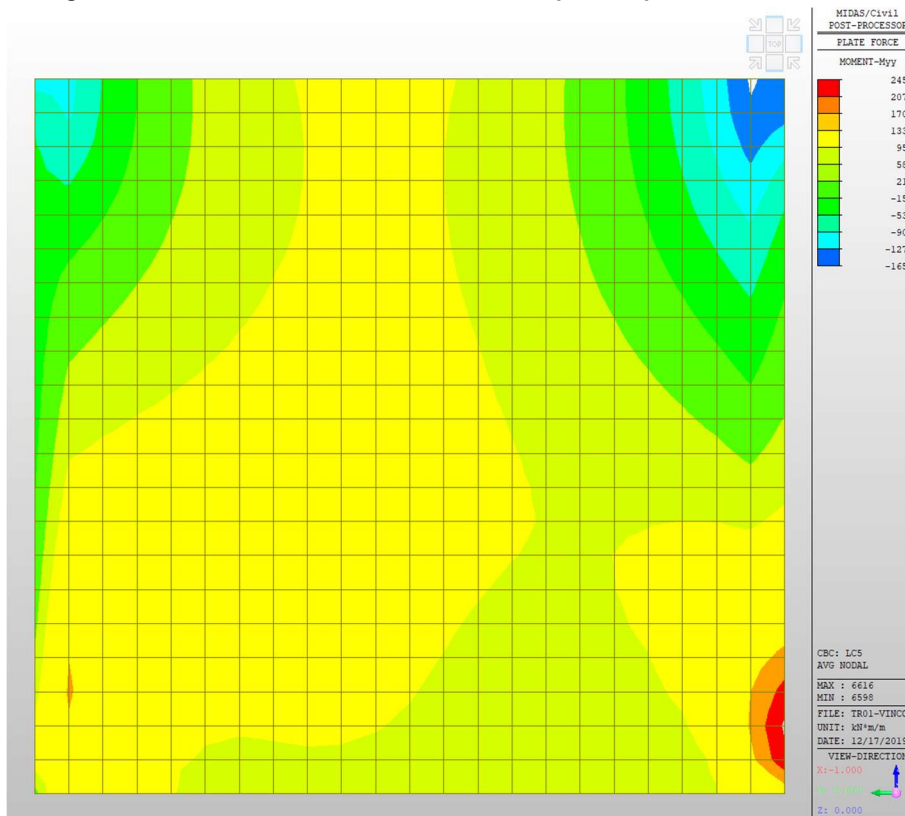


Figura 32 - combinazione momento Myy positivo massimo per il setto trasversale.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 48 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

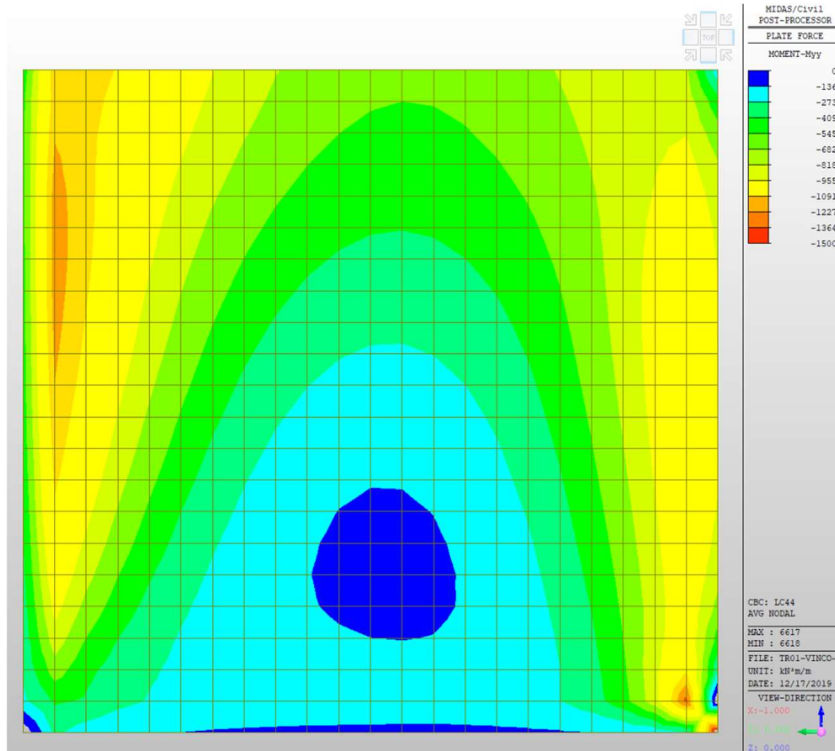


Figura 33 - combinazione momento Myy negativo minimo per il setto trasversale.

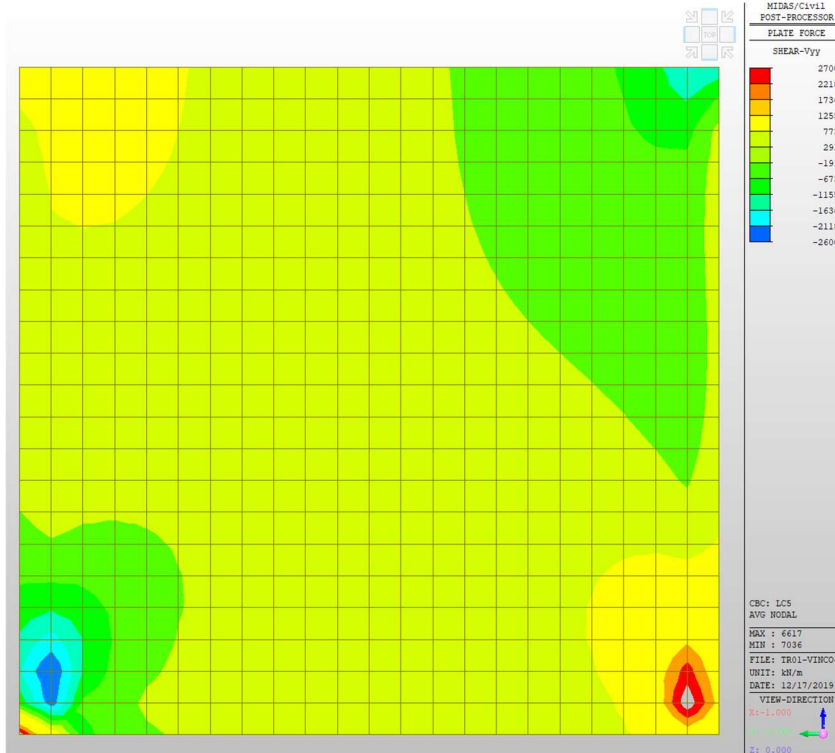


Figura 34 - combinazione taglio Vyy massimo positivo nel setto trasversale.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 49 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

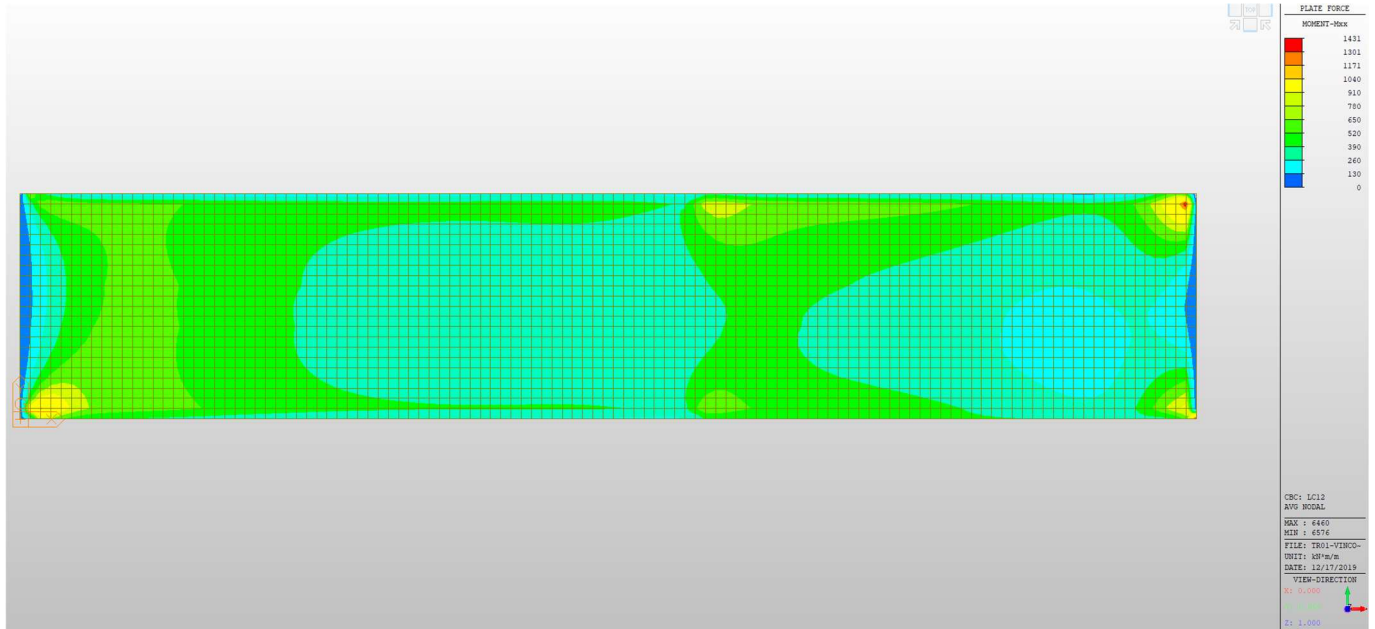


Figura 35 - combinazione momento Mxx massimo positivo nella platea.

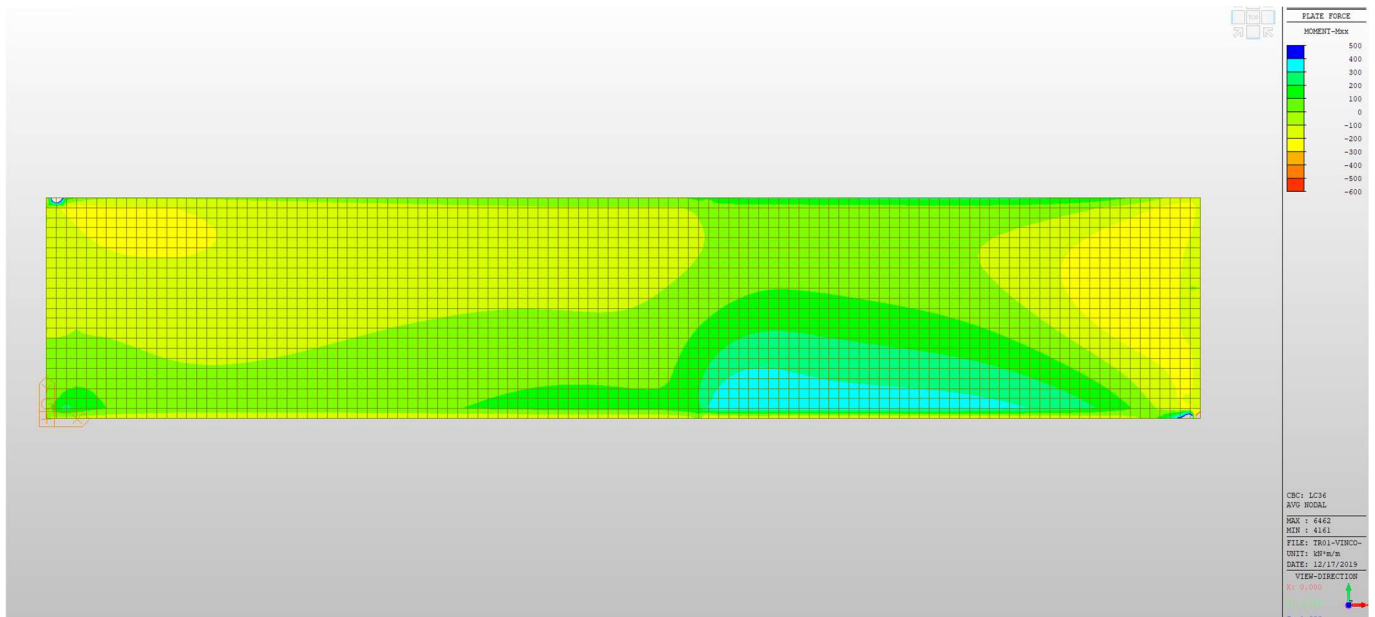


Figura 36 - combinazione momento Mxx minimo negativo nella platea.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		IF28	01	E ZZ CL	TR0100 001	B	50 di 131

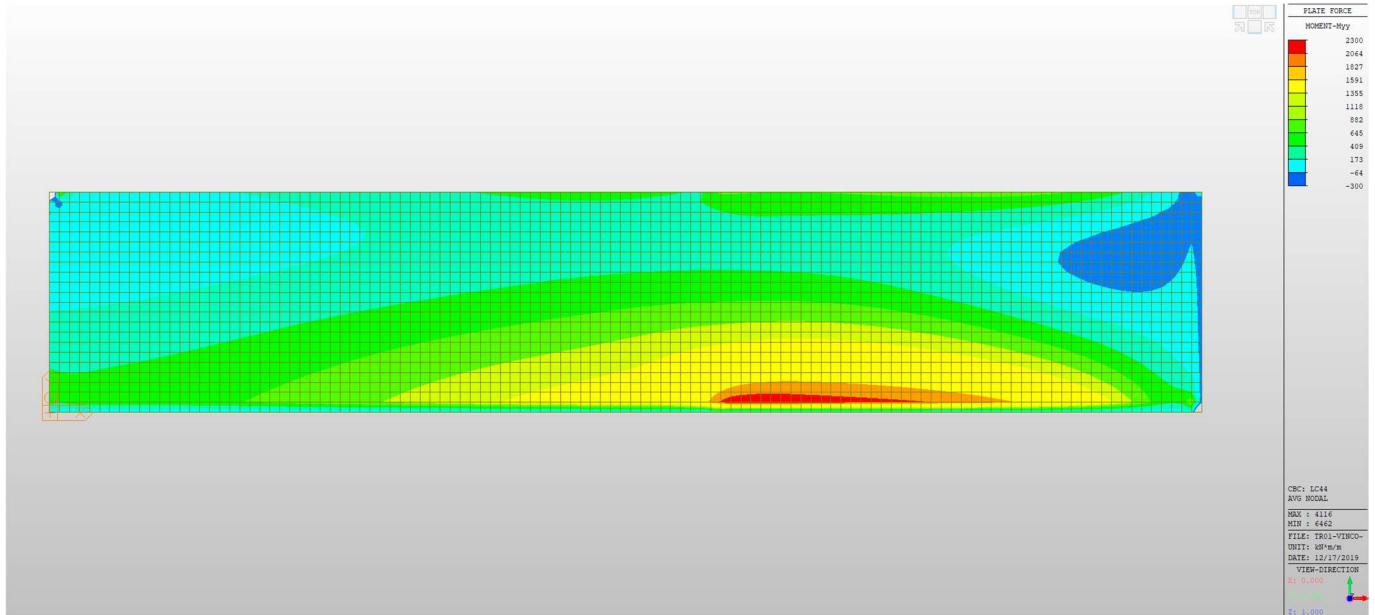


Figura 37 - combinazione momento Myy massimo positivo nella platea.

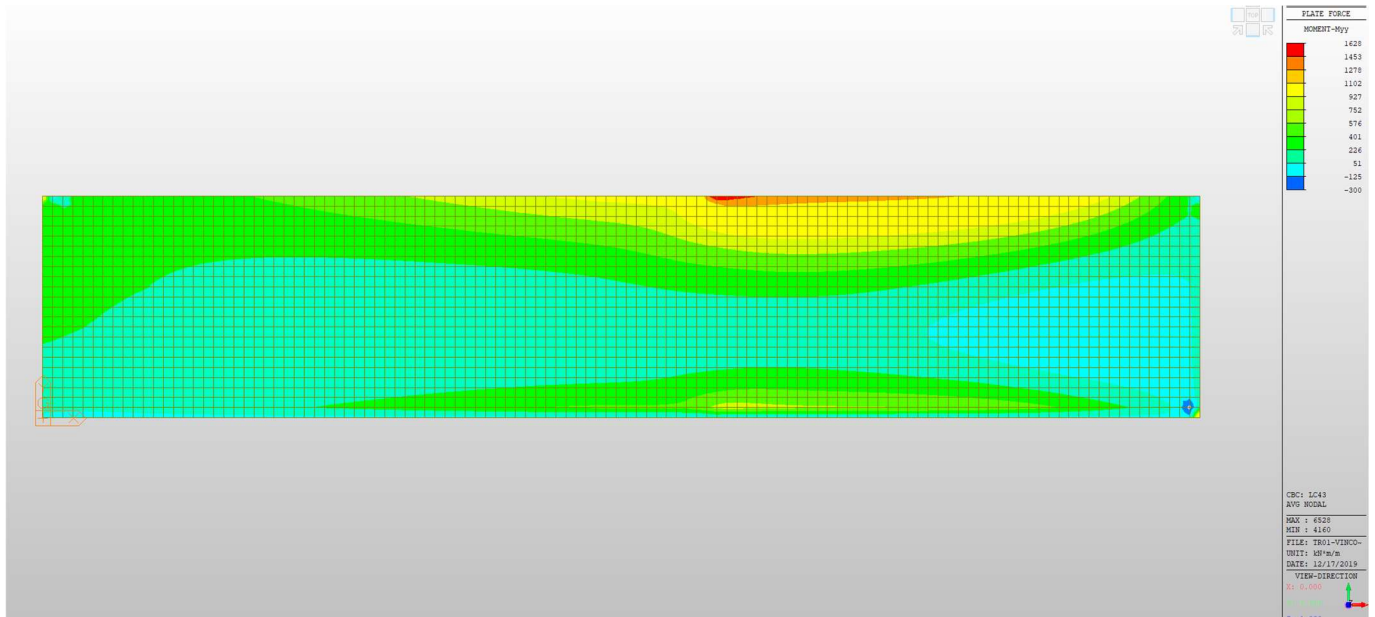


Figura 38 - combinazione momento Myy minimo negativo nella platea.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 51 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

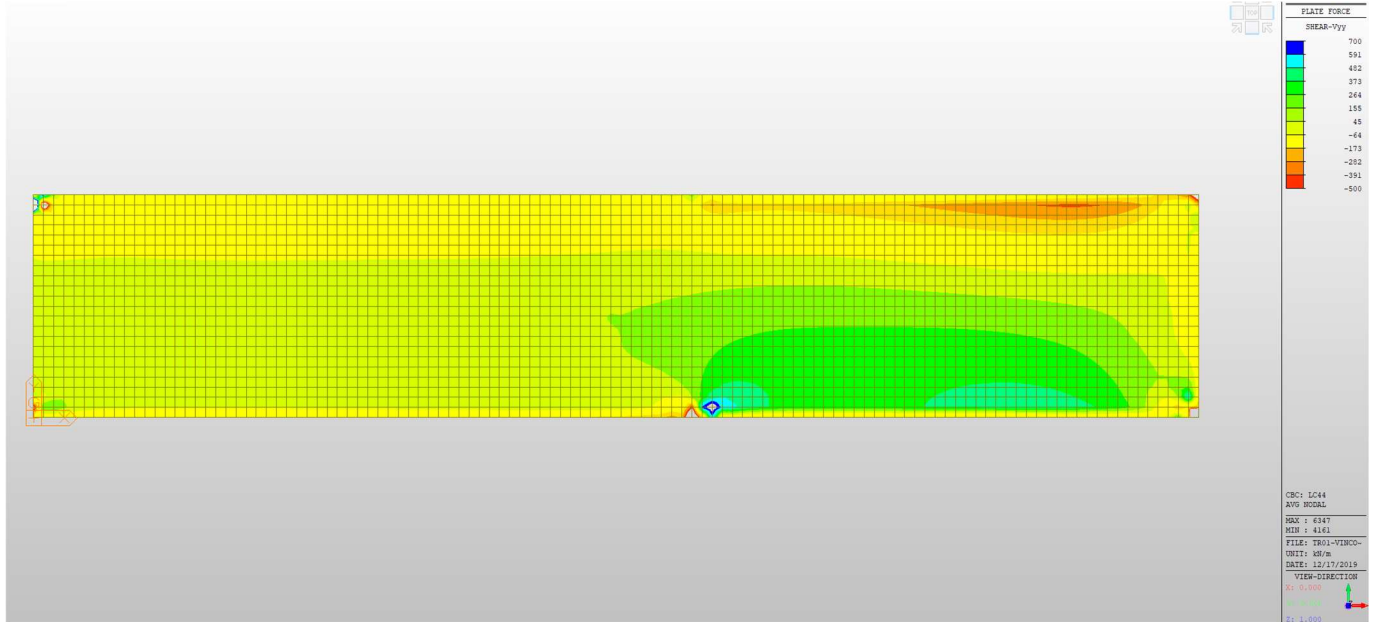


Figura 39 - combinazione taglio Vyy massimo nella platea.

Di seguito si riportano le mappe delle sollecitazioni dimensionanti SLE. Il valore delle sollecitazioni è in kN e kNm.

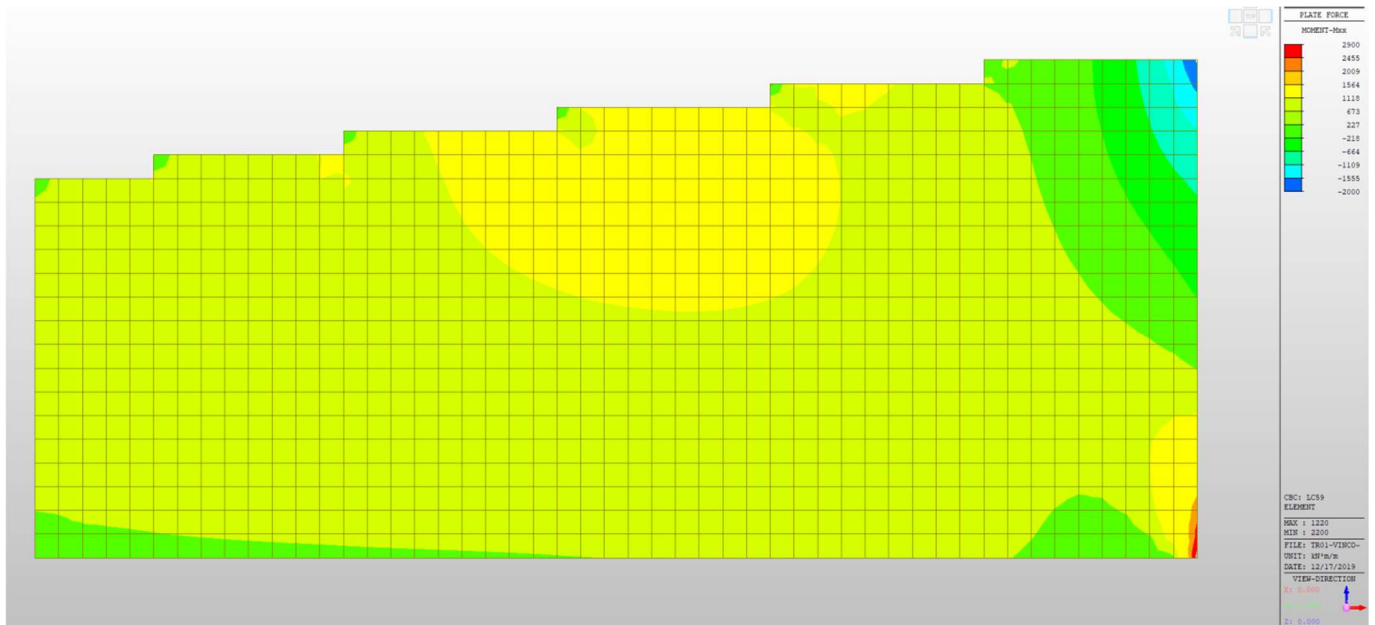


Figura 40 - combinazione momento Mxx massimo positivo nel piedritto di spessore 1.2 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		IF28	01	E ZZ CL	TR0100 001	B	52 di 131

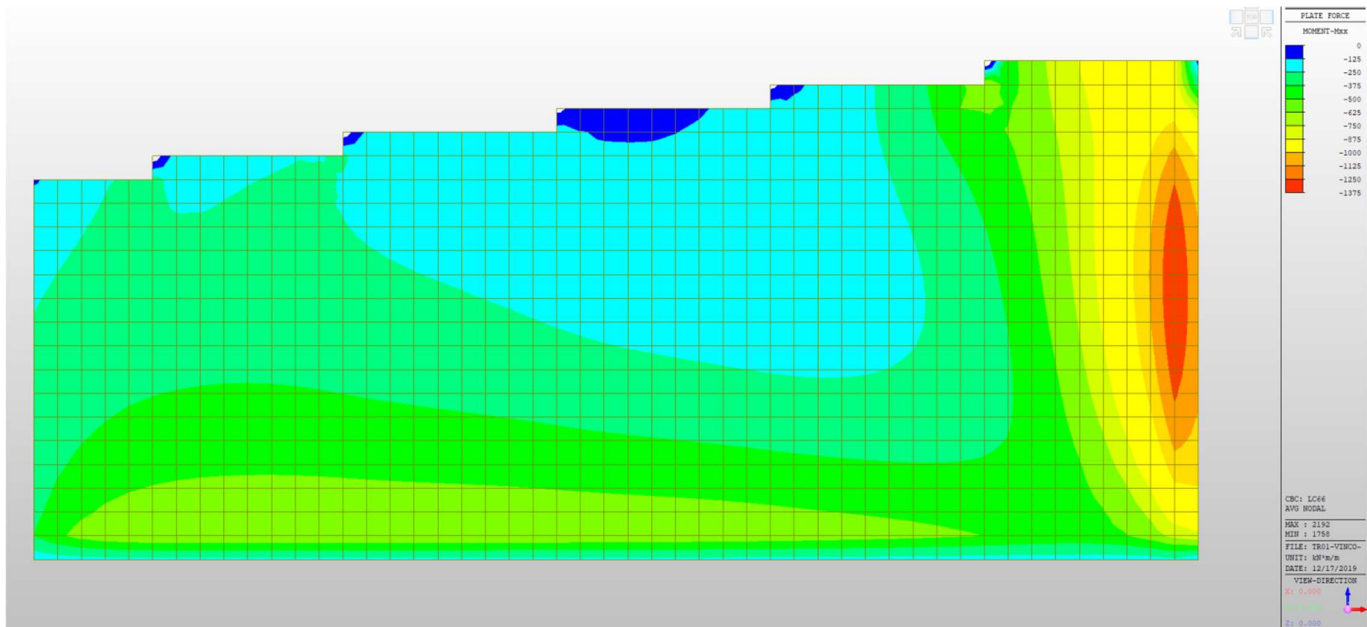


Figura 41 - combinazione momento Mxx negativo minimo nel piedritto di spessore 1.2 m.

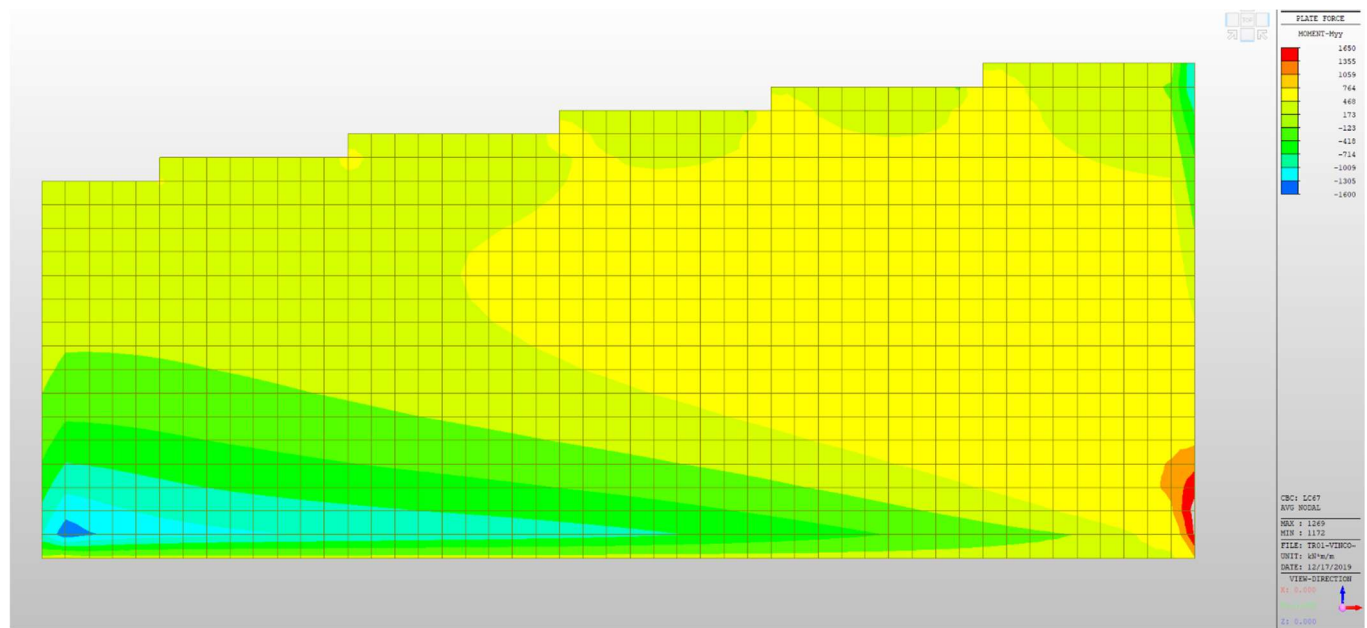


Figura 42 - combinazione momento Myy massimo positivo nel piedritto di spessore 1.2 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		IF28	01	E ZZ CL	TR0100 001	B	53 di 131

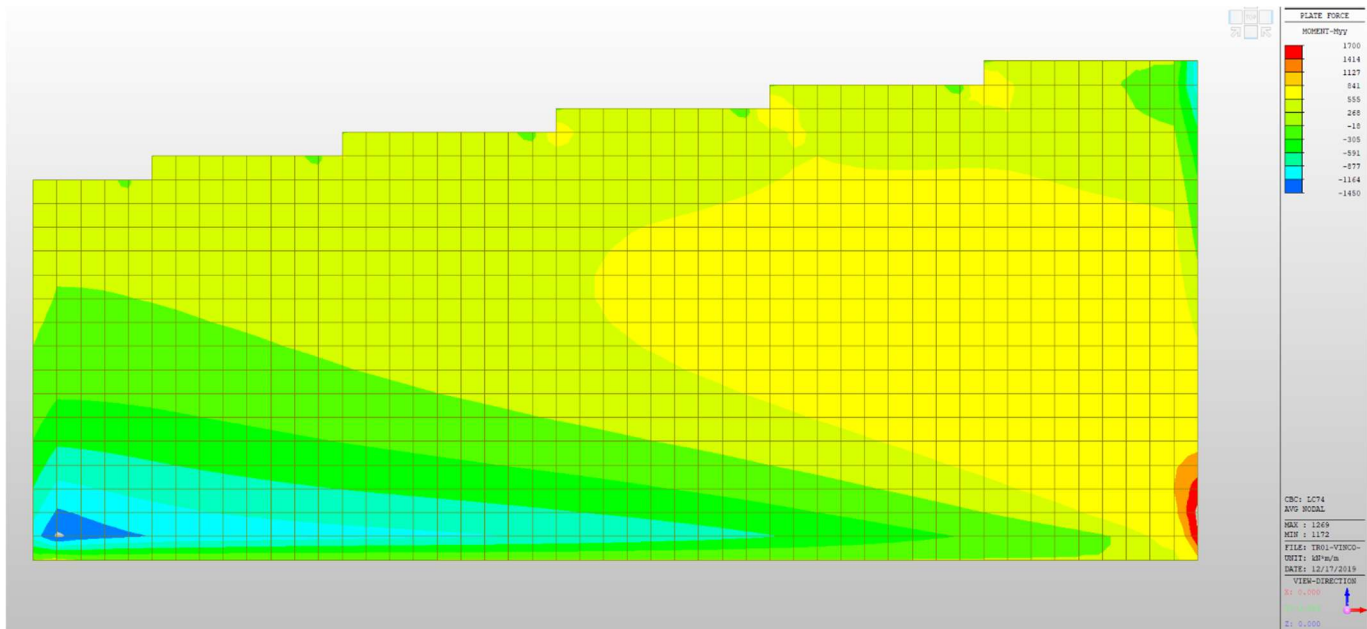


Figura 43 - combinazione momento Myy negativo minimo nel piedritto di spessore 1.2 m.

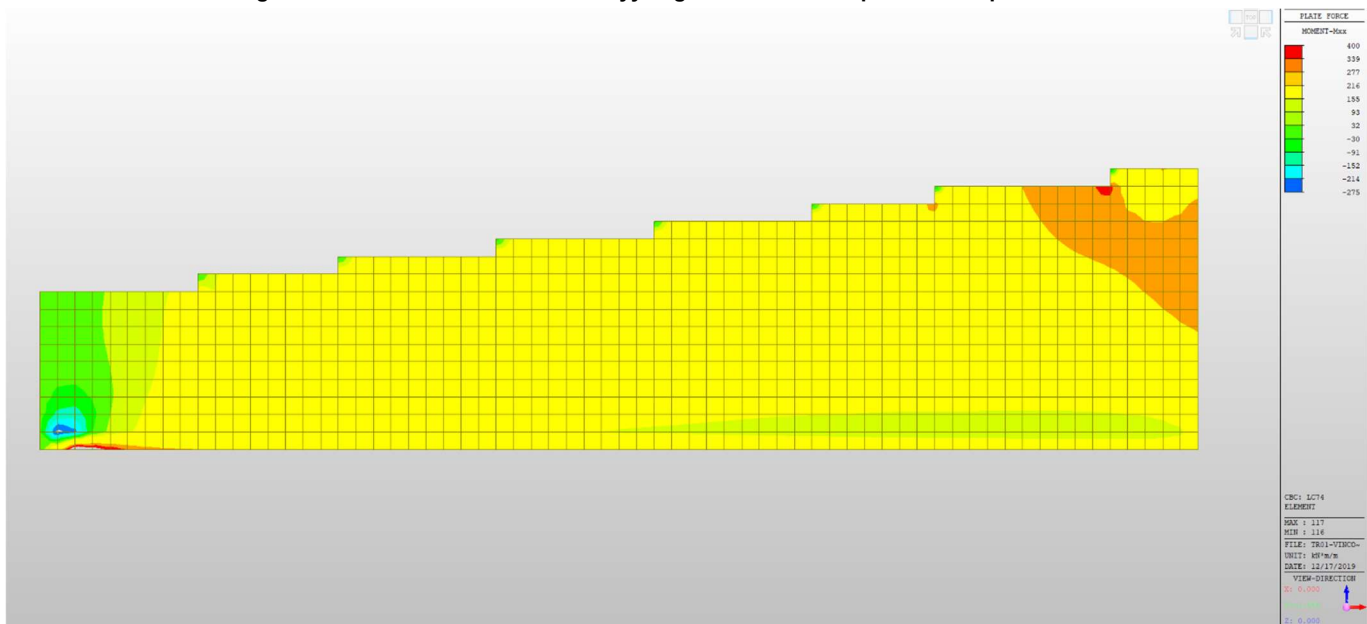


Figura 44 - combinazione momento Mxx massimo positivo nel piedritto di spessore 0.8 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 54 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo							

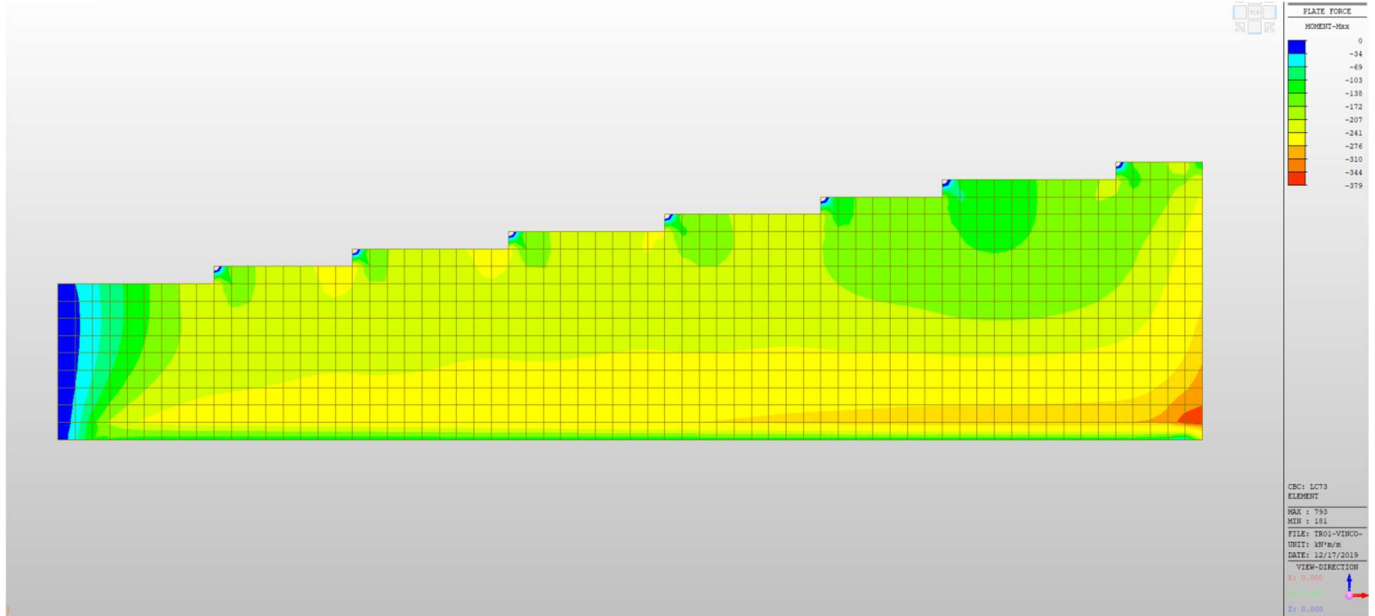


Figura 45 - combinazione momento Mxx negativo minimo nel piedritto di spessore 0.8 m.

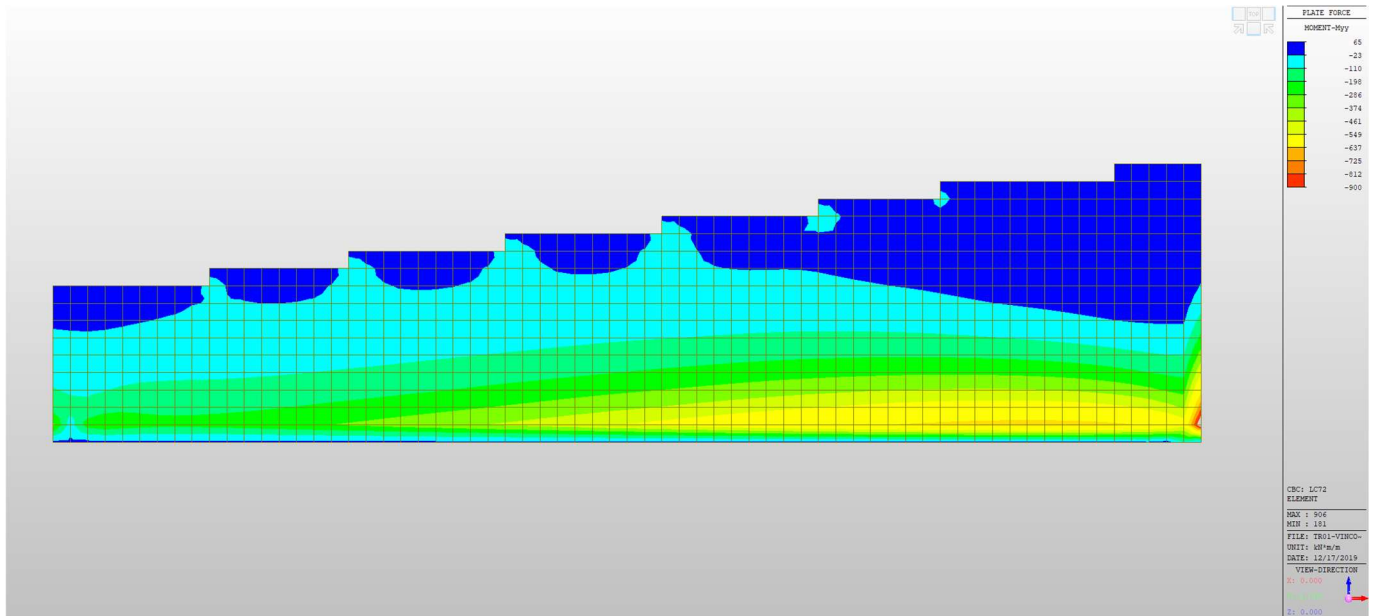


Figura 46 - combinazione momento Myy negativo minimo nel piedritto di spessore 0.8 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 55 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

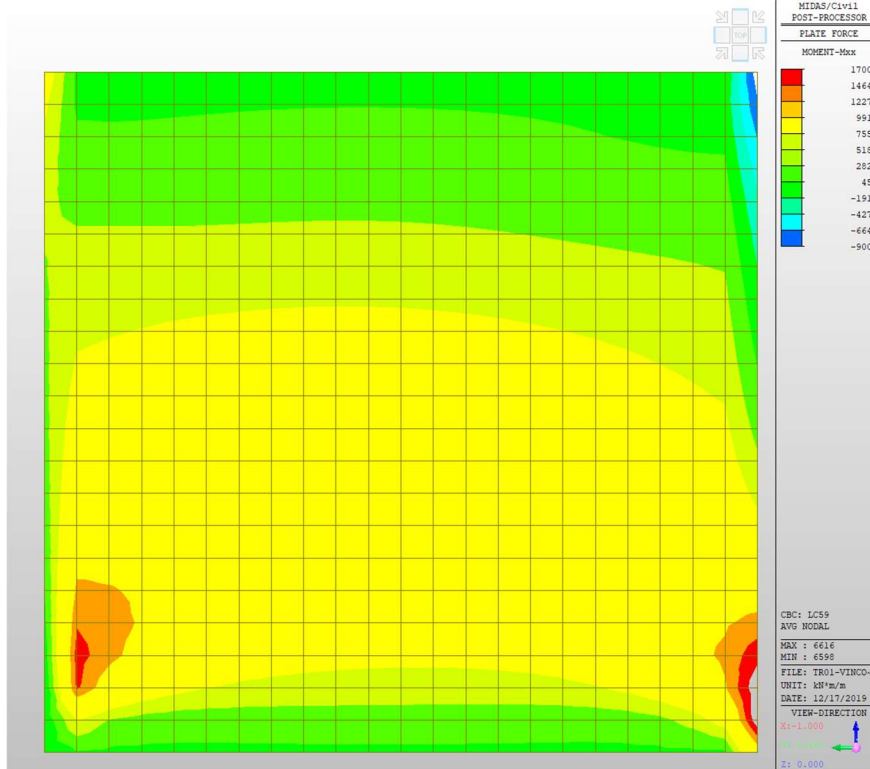


Figura 47 - combinazione momento Mxx positivo massimo nel setto trasversale.

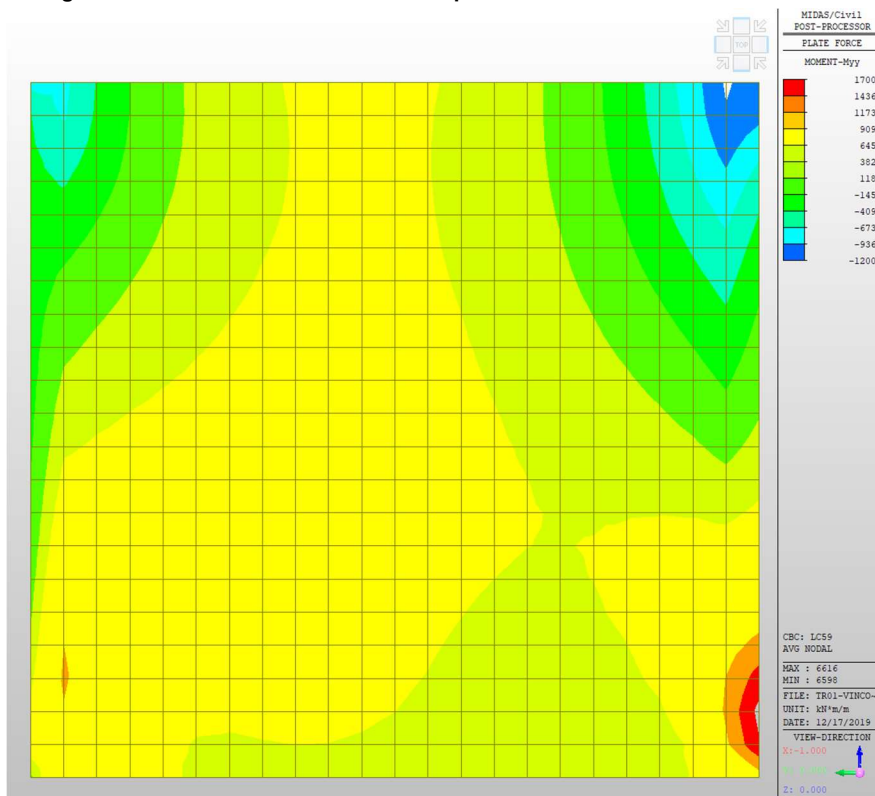


Figura 48 - combinazione momento Myy positivo massimo setto trasversale.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 56 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

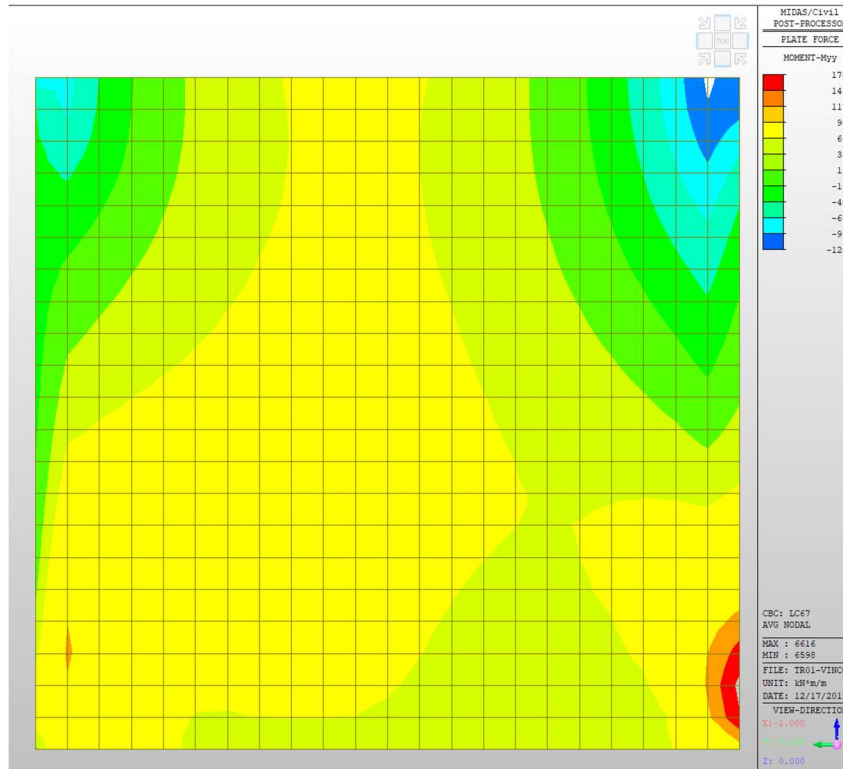


Figura 49 - combinazione momento Myy negativo minimo setto trasversale.

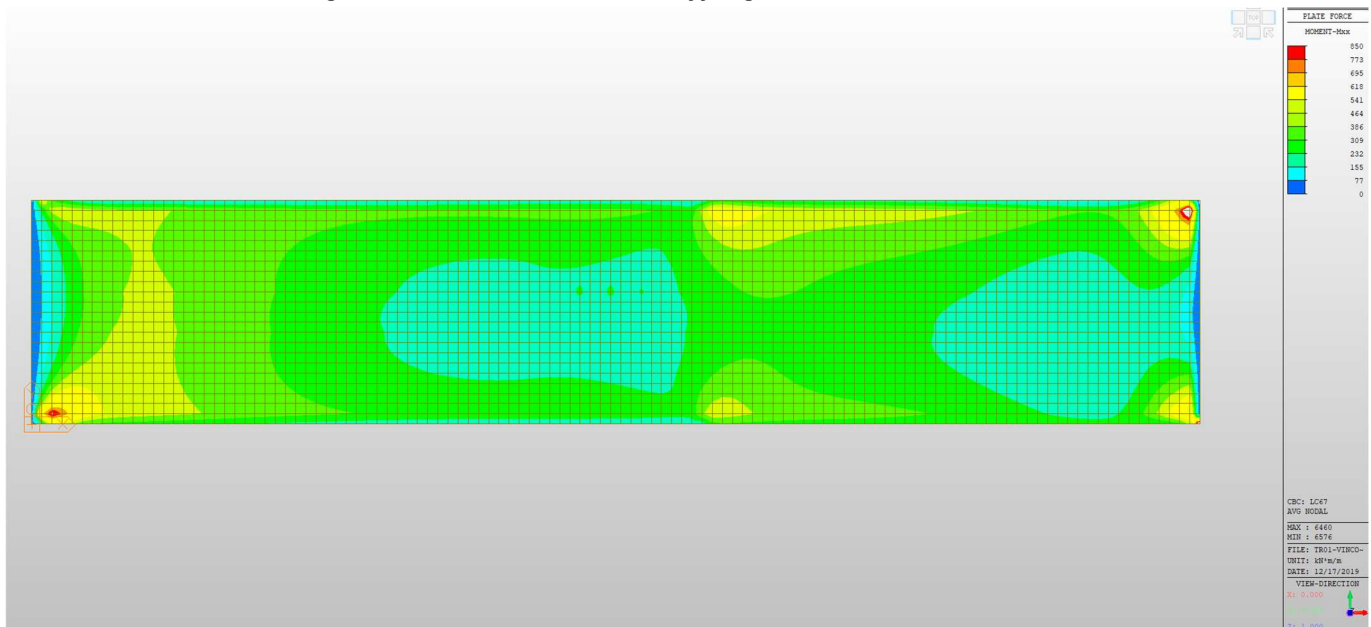


Figura 50 - combinazione momento Mxx positivo massimo nella platea.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 57 di 131

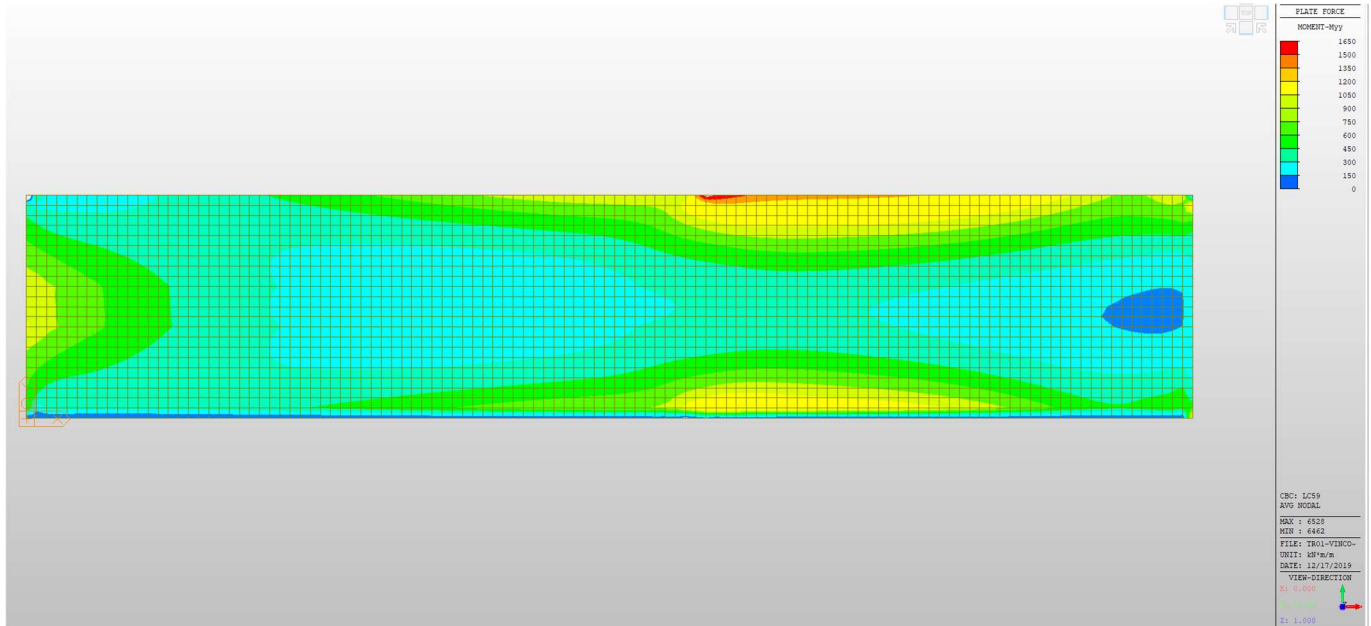


Figura 51 - combinazione momento Myy positivo massimo nella platea.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 58 di 131

13.3 ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Le azioni agenti in direzione longitudinale Y possono essere riassunte in:

- azioni sismiche;
- azioni causate dal ritiro;
- azioni dovute alla temperatura.

Per i piedritti l'azione sismica longitudinale può essere trascurata in quanto la trincea ha sviluppo notevole. Ne consegue che le tensioni interne principalmente membranali sono minime.

L'azione dovuta al ritiro del calcestruzzo, già determinata precedentemente come temperatura equivalente, genera tensioni di trazione permanenti a lungo termine principalmente nei piedritti poichè si assume conservativamente che essi non possano contrarsi liberamente a causa del vincolo di incastro alla soletta di fondazione la quale, avendo sicuramente una maggiore età di maturazione rispetto alle sovrastrutture, costituisce vincolo alla contrazione delle rimanenti parti di sovrastruttura.

Per quanto riguarda invece la tensione di trazione dovuta alla temperatura, essa agisce a breve termine per cui non contribuisce alla formazione permanente di fessurazione. L'azione termica sarà comunque considerata per le verifiche allo S.L.U. ed allo S.L.E.

La coazione da ritiro determina nelle zone adiacenti la fondazione una tensione di trazione pari circa a 2.5MPa, valore pressochè uguale al limite imposto da normativa ($f_{ctm}/1.2 = 3.0/1.2 = 2.5$ MPa) per cui si ritiene necessario inserire una specifica armatura.

I piedritti del "Concio 1" hanno altezza media pari ad $H = 9.00$ m e spessore effettivo pari a $B = 1.20$ m.

I piedritti del "Concio 2" hanno altezza media pari ad $H = 5.90$ m e spessore effettivo pari a $B = 0.80$ m.

Si determina l'armatura minima mediante l'equazione definita in Eurocodice 2 di seguito riportata.

$$A_{s,min} > k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Per il calcolo dei coefficienti si considera conservativamente la sezione trasversale del piedritto tenso-inflessa con tensione inferiore pari a $\sigma_{c,bot} = f_{ct,eff} = f_{ctm}/1.2$ e superiore pari a metà di quella inferiore, $\sigma_{c,top} = 0.5 \cdot \sigma_{cb}$ ($1/3 \cdot H$ superiore compresso e $2/3 \cdot H$ inferiore tesi).

CONCIO 1

Si assume quindi:

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} / 1.2 = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,bot} = 2.5 \text{ MPa}, \sigma_{c,top} = 1.25 \text{ MPa}$$

$$k_c = 0.4 \cdot [1 - (\sigma_c / (k_1 \cdot (h/h^*) \cdot f_{ct,eff}))]$$

$$\sigma_c = N / (B \cdot H)$$

Dove $N = N_{comp} + N_{traz} = +2250 - 9000 = -6750$ kN è la forza assiale di trazione su tutta la sezione del piedritto dovuta a ritiro impedito calcolata con andamento tensionale sopra definito ($\sigma_{c,bot}$ e $\sigma_{c,top}$).

$$\text{Si ottiene: } \sigma_c = N / (B \cdot H) = -6750 \cdot 10^3 / (1200 \cdot 9000) = -0.625 \text{ MPa}$$

$$h^* = 1.0 \text{ m}$$

$$k_1 = 2/3 \cdot (1.0/9.0) = 0.074$$

$$k_c = 0.4 \cdot [1 - (-0.625 / (0.074 \cdot (9.0/1.0) \cdot 2.5))] = 0.4 \cdot [1 + 0.15] \approx 0.55$$

$$k = 0.65$$

$$\sigma_s = 240 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{yk} = 330 \text{ MPa}$$

Si ottiene:

$$A_{s,min} > 0.55 \cdot 0.65 \cdot 2.5 \cdot (2/3 \cdot 9000 \cdot 1200) / 240 = 0.55 \cdot 0.65 \cdot 2.5 \cdot 7200000 / 240 = 6435000 / 240 = 26812 \text{ mm}^2$$

Tale armature sarà disposta per una altezza pari a circa $2/3 \cdot H = 6.0$ m di piedritto (zona inferiore tesa)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 59 di 131

Si dispongono:

- nei primi 3.0m: 2Φ20/200mm (di parete) + 2Φ16/200mm + 3 Φ 12/200mm interni allo spessore B
- nei successivi 3.0m: 2 Φ 16/200mm (di parete) + 2 Φ 12/200mm interni allo spessore B

Si ottiene:

$$A_{s,d} = [2*(3.0/0.2)*314+2*(3.0/0.2)*201+3*(3.0/0.2)*113+2*(3.0/0.2)*201+2*(3.0/0.2)*113] = 29955 \text{ mm}^2 > A_{s,min}$$

Il passo delle armature in direzione orizzontale è pari circa a 200mm nella zona inferiore tesa.

CONCIO 2

Si assume quindi:

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} / 1.2 = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,bot} = 2.5 \text{ MPa}, \sigma_{c,top} = 1.25 \text{ MPa}$$

$$k_c = 0.4*[1-(\sigma_c/(k_1*(h/h^*)*f_{ct,eff}))]$$

$$\sigma_c = N/(B*H)$$

Dove $N = N_{comp} + N_{traz} = +983.33 - 3933.33 = -2950 \text{ kN}$ è la forza assiale di trazione su tutta la sezione del piedritto dovuta a ritiro impedito calcolata con andamento tensionale sopra definito ($\sigma_{c,bot}$ e $\sigma_{c,top}$).

$$\text{Si ottiene: } \sigma_c = N/(B*H) = -2950*10^3/(800*5900) = -0.625 \text{ MPa}$$

$$h^* = 1.0 \text{ m}$$

$$k_1 = 2/3*(1.0/5.9) = 0.11$$

$$k_c = 0.4*[1-(-0.625/(0.11*(5.9/1.0)*2.5))] = 0.4*[1+0.15] \approx 0.55$$

$$k = 0.65$$

$$\sigma_s = 240 \text{ MPa} < 0.75*f_{yk} = 330 \text{ MPa}$$

Si ottiene:

$$A_{s,min} > 0.55*0.65*2.5*(2/3*5900*800)/240 = 0.55*0.65*2.5*3146666.67/240 = 2812333/240 = 11'718 \text{ mm}^2$$

Tale armature sarà disposta per una altezza pari a circa $2/3*H = 4.0\text{m}$ di piedritto (zona inferiore tesa)

Si dispongono:

- nei primi 2m: 2Φ20/200mm (di parete) + 2 Φ 16/200mm interni allo spessore B
- nei successivi 2m 2Φ16/200mm (di parete) + 2 Φ 12/200mm interni allo spessore B

Si ottiene:

$$A_{s,d} = [2*(2.0/0.2)*314+2*(3.0/0.2)*201+2*(2.0/0.2)*201+2*(2.0/0.2)*113] = 16'580 > A_{s,min}$$

Il passo delle armature in direzione orizzontale è pari circa a 200mm nella zona inferiore tesa.

In accordo al punto 7.3.3(2) dell'Eurocodice 2, si può ragionevolmente ritenere che nel caso di fessurazione provocata da deformazioni impresse, l'utilizzo dei parametri scelti (diametri, spaziatura orizzontale e verticale e limitazione tensionale dell'armatura) conduca con buona probabilità ad un' ampiezza di fessura inferiore a 0.3mm.

L'armatura così definita e strettamente necessaria per il ritiro, sarà tuttavia aumentata per via delle sollecitazioni longitudinali fuori dal piano.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 60 di 131

14 VERIFICHE STRUTTURALI DEI MURI A U

14.1 PIEDRITTO IN CORRISPONDENZA DEL NODO CON LA PLATEA – CONCIO 1

Momento trasversale - Fibre tese esterne

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied1

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

Titolo : PiedrittoBase Fibre tese esterne

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	75
			2	2262	1125
			3	2262	125

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 240 240 kN
M_{Ed} -1850 -1100 kNm
M_{yEd} 0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ‰
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 21,02 ‰
d 1.125 mm
x 160,6 x/d 0,1427
 δ 0,7

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o 0 mm Col. modello

Precompresso

Armatura:

10Φ26 +5 Φ24 esterni

5Φ24 interni

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied1

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

Titolo : PiedrittoBase Fibre tese esterne

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	55
			2	2262	1145
			3	2262	105

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 240 240 kN
M_{Ed} -1850 -1100 kNm
M_{yEd} 0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ‰
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -5,124 N/mm²
 σ_s 132,9 N/mm²
 ϵ_c 0,6646 ‰
d 1.145 mm
x 419,5 x/d 0,3664
 δ 0,8979

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o 0 mm Col. modello

Precompresso

Verifica

N° iterazioni: 4

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 61 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO PIEDRITTO BASE FIBRE TESE ESTERNE			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
σfess	2,52	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	-0,20	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione
σs	136	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210'000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,30		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	90	mm	Copri ferro (al baricentro armature) armature tese
d	1110	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	415,1	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	225,0	mm	
(h-x)/3	261,6	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	225,0	mm	Altezza efficace
Aceff	225'000	mmq	Area efficace
As	7571	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,03365		Percentuale armatura
εsm	0,000389		
c	50	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	10		
Φ1	26	mm	
n2	5		
Φ2	24	mm	
φ eq	25,37	mm	Diametro equivalente
srmx	298,166	mm	Distanza massima fessura
w	0,12	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 62 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

14.2 PIEDRITTO IN CORRISPONDENZA DEL NODO CON LA PLATEA – CONCIO 1

Momento Trasversale - Fibre tese interne.

La zona in cui si ha massimo momento è nei pressi del setto trasversale, lontano da dove si ottiene il massimo momento di segno opposto precedentemente verificato. Pertanto si adotterà la seguente armatura:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied1.2-MBasePied

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

Titolo: PiedrittoBase Fibre tese esterne

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	75
			2	4524	1125

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 240 240 kN
 M_{xEd} 1100 750 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?]
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Calcolo
 Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato
 Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.-
 Tipo flessione: Retta Deviata
 N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 mm Col. modello
 Precompresso

Risultati
 M_{xRd} 2.034 kNm
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 39.6 ‰
 d 1.125 mm
 x 91.36 x/d 0.08121
 δ 0.7

Armatura:

10Φ26 esterni

10Φ24 interni

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied1.2-MBasePied

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

Titolo: PiedrittoBase Fibre tese esterne

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	75
			2	4524	1125

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 240 240 kN
 M_{xEd} 1100 750 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?]
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Calcolo
 Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato
 Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.-
 Tipo flessione: Retta Deviata
 N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 mm Col. modello
 Precompresso

Risultati
 M_{xRd} 2.034 kNm
 σ_c -3.77 N/mm²
 σ_s 136 N/mm²
 ε_c 0.6799 ‰
 ε_s 0.6799 ‰
 d 1.125 mm
 x 330.5 x/d 0.2938
 δ 0.8072

Verifica
 N° iterazioni: 4

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 63 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO PIEDRITTO BASE FIBRE TESE INTERNE			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
σfess	2,52	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	-0,20	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione
σs	136	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210'000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,30		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	75	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1125	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	330,5	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	187,5	mm	
(h-x)/3	289,8	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	187,5	mm	Altezza efficace
Aceff	187'500	mmq	Area efficace
As	4524	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,02413		Percentuale armatura
εsm	0,000389		
c	40	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	10,0		
Φ1	24	mm	
n2	0		
Φ2	0	mm	
φ eq	24,00	mm	Diametro equivalente
srmax	305,098	mm	Distanza massima fessura
w	0,12	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 64 di 131

14.3 PIEDRITTO VERIFICA A TAGLIO ALLA BASE – CONCIO 1

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1200$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \text{ } \emptyset 24$	$= 45.24 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 1150$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo		45.24 cm^2

• Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 240.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 650.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.417 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.334$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.004 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.20 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 420.4 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 349.6 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 420.4 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 25.0 \text{ } ^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \text{ } ^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \text{ passo } 20 \text{ cm} = 0.141 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 1227.9 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 3594.3 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 1227.9 > 650.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.9$$

Le staffe calcolate verranno disposte sfalsate e alternate.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 65 di 131

14.4 PIEDRITTO IN MEZZERIA – CONCIO 1

Momento Trasversale - Fibre tese interne

Armatura:

7.5Φ24 esterni

7.5Φ24 interni

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 66 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO PIEDRITTO Mezzeria			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
σfess	2,52	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	-0,10	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione
σs	154	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210'000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,30		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	75	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1125	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	289,4	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	187,5	mm	
(h-x)/3	303,5	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	187,5	mm	Altezza efficace
Aceff	187'500	mmq	Area efficace
As	3393	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,01810		Percentuale armatura
εsm	0,000439		
c	40	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	7,5		
Φ1	24	mm	
n2	0		
Φ2	0	mm	
φ eq	24,00	mm	Diametro equivalente
srmax	361,464	mm	Distanza massima fessura
w	0,16	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 67 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

14.5 PIEDRITTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE- CONCIO 1

Momento Longitudinale

L'armatura ipotizzata in prima fase (a ritiro) risulta non essere sufficiente a verificare il piedritto, si userà:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied1-Longprova

Titolo: Piedritto Direzione Longitudinale

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 5 **Zoom**

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	3140	86
			2	1571	350
			3	565	610
			4	1571	870
			5	3140	1125

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN **M_{xEd}:** 1000 kNm **M_{yEd}:** 0 kNm

P.to applicazione N: Centro **Coord. [mm]:** xN 0, yN 0

Materiali: B450C C32/40

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

Tipo flessione: Retta

N° rett.: 100

Calcola MRd **Domino M-N**

L₀: 0 mm **Col. modello**

Precompresso

Calculated values:
 $\sigma_c = -18.13$ N/mm²
 $\sigma_s = 391.3$ N/mm²
 $\epsilon_s = 26.57$ ‰
 $d = 1.125$ mm
 $x = 131$ mm $x/d = 0.1164$
 $\delta = 0.7$

Armatura:

2 strati 5x2xΦ20 (più esterni) + 2 strati 5Φ12+5Φ16 + 1 strato 5Φ12

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied1-Longprova

Titolo: Piedritto Direzione Longitudinale

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 5 **Zoom**

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	3140	86
			2	1571	350
			3	565	610
			4	1571	870
			5	3140	1125

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN **M_{xEd}:** 1000 kNm **M_{yEd}:** 0 kNm

P.to applicazione N: Centro **Coord. [mm]:** xN 0, yN 0

Materiali: B450C C32/40

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

Tipo flessione: Retta

N° iterazioni: 4

Verifica

Precompresso

Calculated values:
 $\sigma_c = -3.213$ N/mm²
 $\sigma_s = 131.2$ N/mm²
 $\epsilon_s = 0.6559$ ‰
 $d = 1.125$ mm
 $x = 302.3$ mm $x/d = 0.2687$
 $\delta = 0.7758$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 68 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO PIEDRITTO Long			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
ofess	2,52	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	0,00	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione
σs	131	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,30		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	175	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1025	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	302,3	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	437,5	mm	
(h-x)/3	299,2	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	299,2	mm	Altezza efficace
Aceff	299'233	mmq	Area efficace
As	3140	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,01049		Percentuale armatura
εsm	0,000375		
c	65	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	10,0		
Φ1	20	mm	
n2	0		
Φ2	0	mm	
φ eq	20,00	mm	Diametro equivalente
srmax	545,011	mm	Distanza massima fessura
w	0,20	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 69 di 131

14.6 PLATEA IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 1

Momento trasversale - Fibre tese esterne

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2Trasv

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

Titolo: Platea Trasv

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2262	65
			2	5309	1135
			3	2262	1085

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 2100 1300 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali B450C C28/35

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15.87 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ‰
ε_{syd} 1.957 ‰ C_{c,adm} 11
C_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
τ_{c1} 1.971

M_{xRd} 3.121 kN m
σ_c -15.87 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 21.09 ‰
d 1.135 mm
x 161.6 x/d 0.1423
δ 0.7

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

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

Tipo flessione Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello
Precompresso

Armatura:

10Φ26 + 5Φ24 esterni

5Φ24 interni

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2Trasv

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

Titolo: Platea Trasv

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2262	65
			2	5309	1135
			3	2262	1085

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 2100 1300 kNm
M_{yEd} 0 0

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

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

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

Tipo flessione Retta Deviata

N° iterazioni: 4
Precompresso

Materiali B450C C28/35

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15.87 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ‰
ε_{syd} 1.957 ‰ C_{c,adm} 11
C_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
τ_{c1} 1.971

σ_c -5.921 N/mm²
σ_s 174.9 N/mm²
ε_s 0.8747 ‰
d 1.135 mm
x 382.2 x/d 0.3367
δ 0.8609

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 70 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO Platea			
Rck	35	Mpa	
fck	28	Mpa	
fctm	2,77	Mpa	(per classi <= C50/60)
σfess	2,31	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	0,00	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale>0 trazione
σs	175	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	28	Mpa	
Ecm	32308	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	2,77	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,50		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	80	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1120	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	382,2	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	200,0	mm	
(h-x)/3	272,6	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	200,0	mm	Altezza efficace
Aceff	200'000	mmq	Area efficace
As	7571	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,03786		Percentuale armatura
εsm	0,000573		
c	40	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	10,0		
Φ1	26	mm	
n2	5		
Φ2	24	mm	
φ eq	25,37	mm	Diametro equivalente
srmax	249,925	mm	Distanza massima fessura
w	0,14	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 71 di 131

14.7 PLATEA IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 1

Momento Trasversale - Fibre tese interne

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2TrasvFibreTeseInt

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

Titolo: Platea Trasv

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2262	65
			2	5309	1135
			3	2262	1085

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: -225 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

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

Materiali
 B450C C28/35
 ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 15.87 N/mm²
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 11 N/mm²
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6667 τ_{c1}: 1.971

Momento
 M_{xRd}: -1.017 kNm

Tensione
 σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 47.34 ‰
 d: 1.135 mm
 x: 78.14 x/d: 0.06884
 δ: 0.7

Metodo di calcolo: S.L.U.+, Metodo n
Tipo flessione: Retta, Deviato
 N° rett: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 mm Col. modello
 Precompresso

Armatura:

10Φ26 + 5Φ24 esterni

5Φ24 interni

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 72 di 131

14.8 PLATEA VERIFICA A TAGLIO IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 1

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1200$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 24$	$= 22.62 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10 \text{ } \emptyset 26$	$= 53.09 \text{ cm}^2$
$d = 1160$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$ MPa resist. di calcolo		75.71 cm^2

• Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 400.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.415 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.312$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.007 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 518.9 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 361.7 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 518.9 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 25.0 \text{ }^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \text{ }^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \text{ passo } 40 \text{ cm} = 0.071 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 619.3 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7.93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 3172.3 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 619.3 > 400.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.5$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 73 di 131

14.9 PLATEA IN MEZZERIA – CONCIO 1

Momento Trasversale - Fibre tese esterne

Armatura:

5Φ26+5Φ24 esterni

5Φ24 interni

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 74 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO Platea - Mezzeria			
Rck	35	Mpa	
fck	28	Mpa	
fctm	2,77	Mpa	(per classi <= C50/60)
ofess	2,31	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	0,00	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale>0 trazione
σs	165	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	28	Mpa	
Ecm	32308	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	2,77	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,50		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	93	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1107	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	316,6	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	232,5	mm	
(h-x)/3	294,5	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	232,5	mm	Altezza efficace
Aceff	232'500	mmq	Area efficace
As	4917	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,02115		Percentuale armatura
εsm	0,000472		
c	40	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	5,0		
Φ1	26	mm	
n2	5		
Φ2	24	mm	
φ eq	25,04	mm	Diametro equivalente
srmx	337,282	mm	Distanza massima fessura
w	0,16	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 75 di 131

14.10 PLATEA IN DIREZIONE LONGITUDINALE- CONCIO 1

Momento Longitudinale

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2Long

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

Titolo: Platea Long

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	1571	80
			2	3142	1120

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n
N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 500 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

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

Materiali
B450C C28/35
 ϵ_{su} : 67.5% ϵ_{c2} : 2%
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5%
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957% $\sigma_{c,adm}$: 11
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6667
 τ_{c1} : 1.971

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

Tipo flessione
Retta Deviata

Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀: 0 mm Col. modello

Precompresso

Armatura:

10Φ20 esterni

5Φ20 interni

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2Long

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

Titolo: Platea Long

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	1571	80
			2	3142	1120

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n
N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 500 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

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

Materiali
B450C C28/35
 ϵ_{su} : 67.5% ϵ_{c2} : 2%
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5%
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957% $\sigma_{c,adm}$: 11
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6667
 τ_{c1} : 1.971

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

Tipo flessione
Retta Deviata

Verifica
N° iterazioni: 4

Precompresso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 76 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO Platea - Longitudinale			
Rck	35	Mpa	
fck	28	Mpa	
fctm	2,77	Mpa	(per classi <= C50/60)
σfess	2,31	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	0,00	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale >0 trazione
σs	116	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	28	Mpa	
Ecm	32308	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	2,77	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,50		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	80	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1120	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	267,4	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	200,0	mm	
(h-x)/3	310,9	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	200,0	mm	Altezza efficace
Aceff	200'000	mmq	Area efficace
As	3142	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,01571		Percentuale armatura
εsm	0,000331		
c	70	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	5,0		
Φ1	20	mm	
n2	5		
Φ2	20	mm	
φ eq	20,00	mm	Diametro equivalente
srmax	454,423	mm	Distanza massima fessura
w	0,15	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 77 di 131

14.11 PIEDRITTO IN CORRISPONDENZA DEL NODO CON LA PLATEA – CONCIO 2

Momento trasversale - Fibre tese esterne

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied0.8-Mbase

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

Titolo: PiedrittoBase Fibre tese esterne

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 2 **Zoom**

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	800	1	4524	75
			2	1571	725

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 90 90 kN
M_{xEd} -1000 -625 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 ‰
τ_{c1} 2.114 ‰

M_{xRd} -1.228 kNm
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 20.63 ‰
d 725 mm
x 105.2 x/d 0.145
δ 0.7

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello
 Precompresso

Armatura:

10Φ24 esterni

5Φ20 interni

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied0.8-Mbase

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

Titolo: PiedrittoBase Fibre tese esterne

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 2 **Zoom**

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	800	1	4524	75
			2	1571	725

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 90 90 kN
M_{xEd} -1000 -625 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 ‰
τ_{c1} 2.114 ‰

M_{xRd} -1.228 kNm
σ_c -7.196 N/mm²
σ_s 205.1 N/mm²
ε_c 1.026 ‰
ε_s 1.026 ‰
d 725 mm
x 250 x/d 0.3448
δ 0.871

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° iterazioni: 4
 Precompresso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 78 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO PIEDRITTO BASE FIBRE TESE ESTERNE			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
σfess	2,52	Mpa	
Wid	0,107	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	-0,11	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione
σs	205	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210'000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,30		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	800	mm	Altezza sezione
c'	75	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	725	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	250,0	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	187,5	mm	
(h-x)/3	183,3	mm	
h/2	400,0	mm	
hceff	183,3	mm	Altezza efficace
Aceff	183'333	mmq	Area efficace
As	4524	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,02468		Percentuale armatura
εsm	0,000586		
c	50	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	5		
φ1	24	mm	
n2	5		
φ2	24	mm	
φ eq	24,00	mm	Diametro equivalente
srmax	335,340	mm	Distanza massima fessura
w	0,20	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 79 di 131

14.12 PIEDRITTO VERIFICA A TAGLIO ALLA BASE – CONCIO 2

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 800$	mm altezza	$\gamma_s = 1.15$		coeff. sicurezza
$c = 40$	mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$	MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5$	$\emptyset 24$	$= 22.62 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 5$	$\emptyset 24$	$= 22.62 \text{ cm}^2$
$d = 760$	mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	$\emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$	MPa resist. di calcolo			45.24 cm^2

• Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 90.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 475.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.513 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.368$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.006 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.11 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 355.7 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 267.2 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 355.7 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 25.0 \quad \circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \quad \circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 20 \text{ cm} = 0.141 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 811.5 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 2375.4 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 811.5 > 475.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.7$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Le staffe verranno disposte alternate e sfalsate.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 80 di 131

14.13 PIEDRITTO IN MEZZERIA – CONCIO 2

Momento Trasversale - Fibre tese interne

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied0.8-Mmezz

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

TITOLO: PiedrittoBase Fibre tese esterne

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	800	1	2851	75
			2	1901	725

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 45 kN
M_{xEd}: -450 kNm
M_{yEd}: 0

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd}: -788.2 kN m

Materiali: B450C C32/40

ε_{su}: 67.5‰ ε_{c2}: 2‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5‰
E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 18.13
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.957‰ σ_{c,adm}: 12.25
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.7333
τ_{c1}: 2.114

σ_c: -18.13 N/mm²
σ_s: 391.3 N/mm²
ε_c: 3.5‰
ε_s: 29.54‰
d: 725 mm
x: 76.8 x/d: 0.1059
δ: 0.7

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀: 0 mm Col. modello

Precompresso

Armatura:

7.5Φ22 esterni

5Φ22 interni

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied0.8-Mmezz

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

TITOLO: PiedrittoBase Fibre tese esterne

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	800	1	2851	75
			2	1901	725

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 45 kN
M_{xEd}: -450 kNm
M_{yEd}: 0

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd}: -788.2 kN m

Materiali: B450C C32/40

ε_{su}: 67.5‰ ε_{c2}: 2‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5‰
E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 18.13
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.957‰ σ_{c,adm}: 12.25
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.7333
τ_{c1}: 2.114

σ_c: -3.332 N/mm²
σ_s: 125.8 N/mm²
ε_c: 3.5‰
ε_s: 0.6292‰
d: 725 mm
x: 206.1 x/d: 0.2843
δ: 0.7953

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀: 0 mm Col. modello

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 81 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO PIEDRITTO MEZZERIA FIBRE TESE ESTERNE			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
σfess	2,52	Mpa	
Wid	0,107	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	-0,06	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale >0 trazione
σs	126	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210'000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,30		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	800	mm	Altezza sezione
c'	75	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	725	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	206,1	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	187,5	mm	
(h-x)/3	198,0	mm	
h/2	400,0	mm	
hceff	187,5	mm	Altezza efficace
Aceff	187'500	mmq	Area efficace
As	2851	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,01521		Percentuale armatura
εsm	0,000359		
c	50	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	7,5		
Φ1	24	mm	
n2	0		
Φ2	0	mm	
φ eq	24,00	mm	Diametro equivalente
srmx	438,327	mm	Distanza massima fessura
w	0,16	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 82 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

Verranno disposti 7.5 ferri anche dal lato interno per avere continuità con le staffe di chiusura

14.14 PIEDRITTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE– CONCIO 2

Momento Longitudinale

L'armatura ipotizzata in prima fase (a ritiro) risulta non essere sufficiente a verificare il piedritto, si userà per i primi due metri:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied0.8-MLONG

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

TITOLO: PiedrittoBase LONG

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	800	1	3142	100
			2	1005	300
			3	1005	500
			4	3142	700

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N 0 0 kN
 M_{xEd} 425 260 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?]
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 295 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 1.062 kNm
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 17.57 ‰
 d 700 mm
 x 116.3 x/d 0.1661
 δ 0.7

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 mm Col. modello
 Precompresso

Armatura:

2 strati 5x2xΦ20 (posizioni più esterne) + 2 strati 5Φ16 interni

APPALTATORE:	
Conorzio	Soci
HIRPINIA AV	SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.
PROGETTAZIONE:	
Mandatara	Mandanti
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.
PROGETTO ESECUTIVO	
Relazione di calcolo	

ITINERARIO NAPOLI – BARI					
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA					
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	E ZZ CL	TR0100 001	B	83 di 131

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pied0.8-MLONG

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

Titolo: PiedrittoBase LONG

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	800	1	3142	100
			2	1005	300
			3	1005	500
			4	3142	700

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

Diagramma della sezione rettangolare con barre longitudinali e trasversali.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 425 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

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

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

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Materiali: B450C C32/40

ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰	σ_c	-3.413 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.9 ‰	σ_s	115.7 N/mm ²
E_s	200.000 N/mm ²	f_{cd}	18.13	ϵ_s	0.5786 ‰
E_s / E_c	15	f_{cc} / f_{cd}	0.8	d	700 mm
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25	x	214.7
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.7333	x/d	0.3067
		τ_{c1}	2.114	δ	0.8234

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 84 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO PIEDRITTO LONG			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
ofess	2,52	Mpa	
Wid	0,107	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σ_G	-0,11	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione
σ_s	116	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210'000	Mpa	Modulo acciaio armatura
α_e	6,30		$\alpha_e = E_s/E_c$
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	800	mm	Altezza sezione
c'	150	mm	Copri ferro (al baricentro armature) armature tese
d	650	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	214,7	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	375,0	mm	
(h-x)/3	195,1	mm	
h/2	400,0	mm	
hceff	195,1	mm	Altezza efficace
Aceff	195'100	mmq	Area efficace
As	3142	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρ_p ,eff	0,01610		Percentuale armatura
ϵ_{sm}	0,000331		
c	85	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	5		
Φ_1	20	mm	
n2	5		
Φ_2	20	mm	
ϕ_{eq}	20,00	mm	Diametro equivalente
srm _{max}	500,120	mm	Distanza massima fessura
w	0,17	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 85 di 131

14.15 PLATEA IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 2

Momento trasversale - Fibre tese esterne

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2Trasvp08

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

Titolo: Platea Trasp

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2262	65
			2	4524	1135

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 1300 kNm
M_{yEd} 900 kNm

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

Metodo di calcolo: S.L.U. Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Materiali: B450C C28/35

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15.87 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6667 ‰
τ_{c1} 1.971 ‰

M_{xRd} 1.925 kNm
σ_c -15.87 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 37.48 ‰
d 1.135 mm
x 96.93 x/d 0.0854
δ 0.7

Armatura:

10Φ24 esterni

5Φ24 interni

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2Trasvp08

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

Titolo: Platea Trasp

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2262	65
			2	4524	1135

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 1300 kNm
M_{yEd} 900 kNm

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

Metodo di calcolo: S.L.U. Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° iterazioni: 4

Materiali: B450C C28/35

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15.87 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 11 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6667 ‰
τ_{c1} 1.971 ‰

M_{xRd} 1.925 kNm
σ_c -4.783 N/mm²
σ_s 191.7 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 0.9587 ‰
d 1.135 mm
x 309.1 x/d 0.2723
δ 0.7804

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 86 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO Platea -p08			
Rck	35	Mpa	
fck	28	Mpa	
fctm	2,77	Mpa	(per classi <= C50/60)
σfess	2,31	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	0,00	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale>0 trazione
σs	192	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	28	Mpa	
Ecm	32308	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	2,77	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,50		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	65	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1135	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	309,1	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	162,5	mm	
(h-x)/3	297,0	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	162,5	mm	Altezza efficace
Aceff	162'500	mmq	Area efficace
As	4524	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,02784		Percentuale armatura
εsm	0,000578		
c	40	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	5,0		
Φ1	24	mm	
n2	5		
Φ2	24	mm	
φ eq	24,00	mm	Diametro equivalente
srmx	282,552	mm	Distanza massima fessura
w	0,16	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 87 di 131

14.16 PLATEA VERIFICA A TAGLIO IN CORRISPONDENZA DEL PIEDRITTO – CONCIO 2

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1200$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 24$	$= 22.62 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 5 \text{ } \emptyset 24$	$= 22.62 \text{ cm}^2$
$d = 1160$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$ MPa resist. di calcolo		45.24 cm^2

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 200.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.415 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.312$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.004 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 437.1 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 361.7 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 437.1 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 25.0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con } n^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \text{ passo } 40 \text{ cm} = 0.071 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg\alpha + \cotg\theta) \times \text{sen}\alpha \quad V_{Rsd} = 619.3 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7.93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg\alpha + \cotg\theta) / (1 + \cotg^2\alpha) \quad V_{Rcd} = 3172.3 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 619.3 > 200.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 3.1$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

NOTA: Bisogna avere un solo file word aperto

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 88 di 131

14.17 PLATEA IN DIREZIONE LONGITUDINALE- CONCIO 2

Momento Longitudinale

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2Trasvp08_LONG

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

Titolo: Platea LONG

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	1571	80
			2	3142	1120

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 450 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C	C28/35
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0.6667
	τ_{c1} 1.971

M_{xRd} 1.328 kNm

σ_c -15.87 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 41.14 ‰
d 1.120 mm
x 87.81 x/d 0.0784
 δ 0.7

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Armatura:

10Φ20 esterni

5Φ20 interni

Verifica C.A. S.L.U. - File: Platea1.2Trasvp08_LONG

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

Titolo: Platea LONG

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	1571	80
			2	3142	1120

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 450 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C	C28/35
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0.6667
	τ_{c1} 1.971

M_{xRd} 1.328 kNm

σ_c -2.193 N/mm²
 σ_s 104.9 N/mm²
 ϵ_c 0.5244 ‰
d 1.120 mm
x 267.4 x/d 0.2388
 δ 0.7385

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

Verifica
N° iterazioni: 4

Precompresso

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 89 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO Platea - long			
Rck	35	Mpa	
fck	28	Mpa	
fctm	2,77	Mpa	(per classi <= C50/60)
ofess	2,31	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	0,00	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale>0 trazione
σs	105	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	28	Mpa	
Ecm	32308	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	2,77	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,50		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	80	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1120	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	267,4	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	200,0	mm	
(h-x)/3	310,9	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	200,0	mm	Altezza efficace
Aceff	200'000	mmq	Area efficace
As	3142	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,01571		Percentuale armatura
εsm	0,000300		
c	70	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	5,0		
Φ1	20	mm	
n2	5		
Φ2	20	mm	
φ eq	20,00	mm	Diametro equivalente
srmax	454,423	mm	Distanza massima fessura
w	0,14	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 90 di 131

14.18 SETTO TRASVERSALE

Momento Trasversale – Fibre Tese esterne

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

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

TITOLO: Setto Trasv

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2262	75
			2	4917	1125

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 285 kN
M_{xEd}: 1500 kNm
M_{yEd}: 0

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

Materiali

B450C	C32/40
ε _{su} : 67,5 ‰	ε _{c2} : 2 ‰
f _{yd} : 391,3 N/mm²	ε _{cu} : 3,5 ‰
E _s : 200.000 N/mm²	f _{cd} : 18,13
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 0,8
ε _{syd} : 1,957 ‰	σ _{c,adm} : 12,25
σ _{s,adm} : 255 N/mm²	τ _{co} : 0,7333
	τ _{c1} : 2,114

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

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o: 0 mm Col. modello

Precompresso

Results:
M_{xRd}: 2.216 kNm
σ_c: -18,13 N/mm²
σ_s: 391,3 N/mm²
ε_s: 31,15 ‰
d: 1.125 mm
x: 113,6 x/d: 0,101
δ: 0,7

Armatura:

5Φ24+5Φ26 esterni

5Φ24 interni

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

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

TITOLO: Setto Trasv

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2262	75
			2	4917	1125

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 285 kN
M_{xEd}: 1500 kNm
M_{yEd}: 0

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

Materiali

B450C	C32/40
ε _{su} : 67,5 ‰	ε _{c2} : 2 ‰
f _{yd} : 391,3 N/mm²	ε _{cu} : 3,5 ‰
E _s : 200.000 N/mm²	f _{cd} : 18,13
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 0,8
ε _{syd} : 1,957 ‰	σ _{c,adm} : 12,25
σ _{s,adm} : 255 N/mm²	τ _{co} : 0,7333
	τ _{c1} : 2,114

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

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o: 0 mm Col. modello

Precompresso

Results:
M_{xRd}: 2.216 kNm
σ_c: -6,007 N/mm²
σ_s: 193,3 N/mm²
ε_s: 0,9664 ‰
d: 1.125 mm
x: 357,7 x/d: 0,3179
δ: 0,8374

Verifica N° iterazioni: 4

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 91 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO SETTO TRASV			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
ofess	2,52	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	-0,24	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale >0 trazione
σs	193	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210'000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,30		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	65	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1135	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	357,7	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	162,5	mm	
(h-x)/3	280,8	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	162,5	mm	Altezza efficace
Aceff	162'500	mmq	Area efficace
As	4917	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,03026		Percentuale armatura
εsm	0,000581		
c	50	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	5		
Φ1	26	mm	
n2	5		
Φ2	24	mm	
φ eq	25,04	mm	Diametro equivalente
srmax	310,681	mm	Distanza massima fessura
w	0,18	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 92 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

14.19 SETTO TRASVERSALE

Momento Trasversale – Fibre Tese interne

Verifica C.A. S.L.U. - File: SettoTrasvMxx-neg

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

Titolo: Setto Trasv

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	2262	75
			2	4917	1125

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N Ed 285 0 kN
 MxEd -1000 0 kNm
 MyEd 0 0

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -1.127 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 48.25 ‰
 d 1.125 mm
 x 76.09 x/d 0.06763
 δ 0.7

Tipo Sezione: Rettang. re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 mm Col. modello

Precompresso

Armatura:

5Φ26+5Φ24 esterni

5Φ24 interni

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 93 di 131

14.20 SETTO TRASVERSALE – VERIFICA A TAGLIO

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1200$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset \text{ } 24$	$= 22.62 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 5 \text{ } \emptyset \text{ } 26$	$= 26.55 \text{ cm}^2$
$d = 1150$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo		49.17 cm^2

• Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 285.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 700.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.417 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.334$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.004 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.24 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 426.7 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 343.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 426.7 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 25.0 \text{ }^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \text{ }^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset \text{ } 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \text{ passo } 20 \text{ cm} = 0.141 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 1227.9 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 3594.3 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 1227.9 > 700.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.8$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Le staffe verranno poste sfalsate ed alternate.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 94 di 131

14.21 SETTO TRASVERSALE – DIREZIONE LONGITUDINALE

Momento Longitudinale – Fibre Tese interne

Titolo: Setto Long

N* figure elementari: 1 **Zoom** **N* strati barre:** 2 **Zoom**

N*	b [mm]	h [mm]	N*	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	3833	100
			2	3833	1100

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 1200 kNm
M yEd 0 kNm

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

Materiali: B450C C32/40

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N* rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ 0 mm **Col. modello**

Precompresso

Armatura:

5Φ24 + 5Φ20 sia esterni sia interni

Titolo: Setto Long

N* figure elementari: 1 **Zoom** **N* strati barre:** 2 **Zoom**

N*	b [mm]	h [mm]	N*	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	3833	100
			2	3833	1100

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 1200 kNm
M yEd 0 kNm

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

Materiali: B450C C32/40

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N* rett. 100

Calcola MRd **Verifica** **Domino M-N**

L₀ 0 mm **Col. modello**

Precompresso

N* iterazioni: 4

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ CL TR0100 001 B 95 di 131

Comb. SLE RARA - MOMENTO SETTO Long			
Rck	40	Mpa	
fck	32	Mpa	
fctm	3,02	Mpa	(per classi <= C50/60)
ofess	2,52	Mpa	
Wid	0,240	m3	modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso
σG	0,00	Mpa	tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione
σs	117	Mpa	Tasso di lavoro acciaio (SLE rara)
kt	0,6		kt = 0.4 lungo termine; kt = 0.6 breve termine
fck	32	Mpa	
Ecm	33346	Mpa	Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3
fct,eff	3,02	Mpa	fct,eff = 0.3*fck^(2/3)
Es	210000	Mpa	Modulo acciaio armatura
αe	6,30		αe = Es/Ec
Section width	1000	mm	Larghezza sezione
Section depth	1200	mm	Altezza sezione
c'	100	mm	Copriferro (al baricentro armature) armature tese
d	1100	mm	Altezza utile - rispetto al lembo compresso
x	273,9	mm	Profondità asse neutro
2.5(h-d)	250,0	mm	
(h-x)/3	308,7	mm	
h/2	600,0	mm	
hceff	250,0	mm	Altezza efficace
Aceff	250'000	mmq	Area efficace
As	3833	mmq	Area armatura nella zona tesa
ρp,eff	0,01533		Percentuale armatura
εsm	0,000333		
c	75	mm	Ricoprimento barre tese
k1	0,8		Aderenza (0.8 migliorata - 1.6 liscia)
k2	0,5		0.5 flessione - 1.0 trazione
k3	3,40		
k4	0,425		
n1	5,0		
Φ1	24	mm	
n2	5		
Φ2	20	mm	
φ eq	22,18	mm	Diametro equivalente
srmx	500,950	mm	Distanza massima fessura
w	0,17	mm	Ampiezza teorica fessura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 96 di 131

15 SINTESI ARMATURE MURO A U

Si dispongono le armature trasversali di seguito esposte, sintetizzandole in figura.

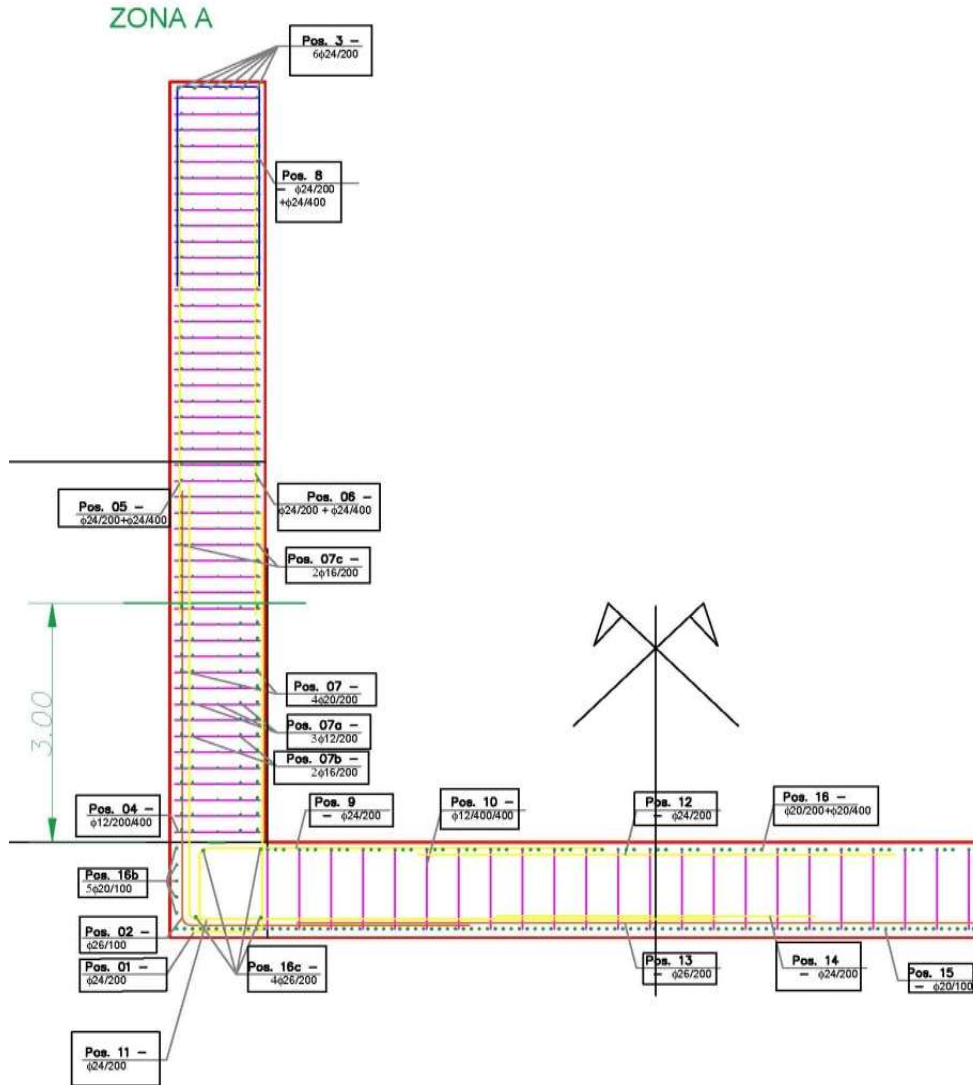


Figura 52: Schema indicativo armature piedritto spessore 1.2m

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 97 di 131

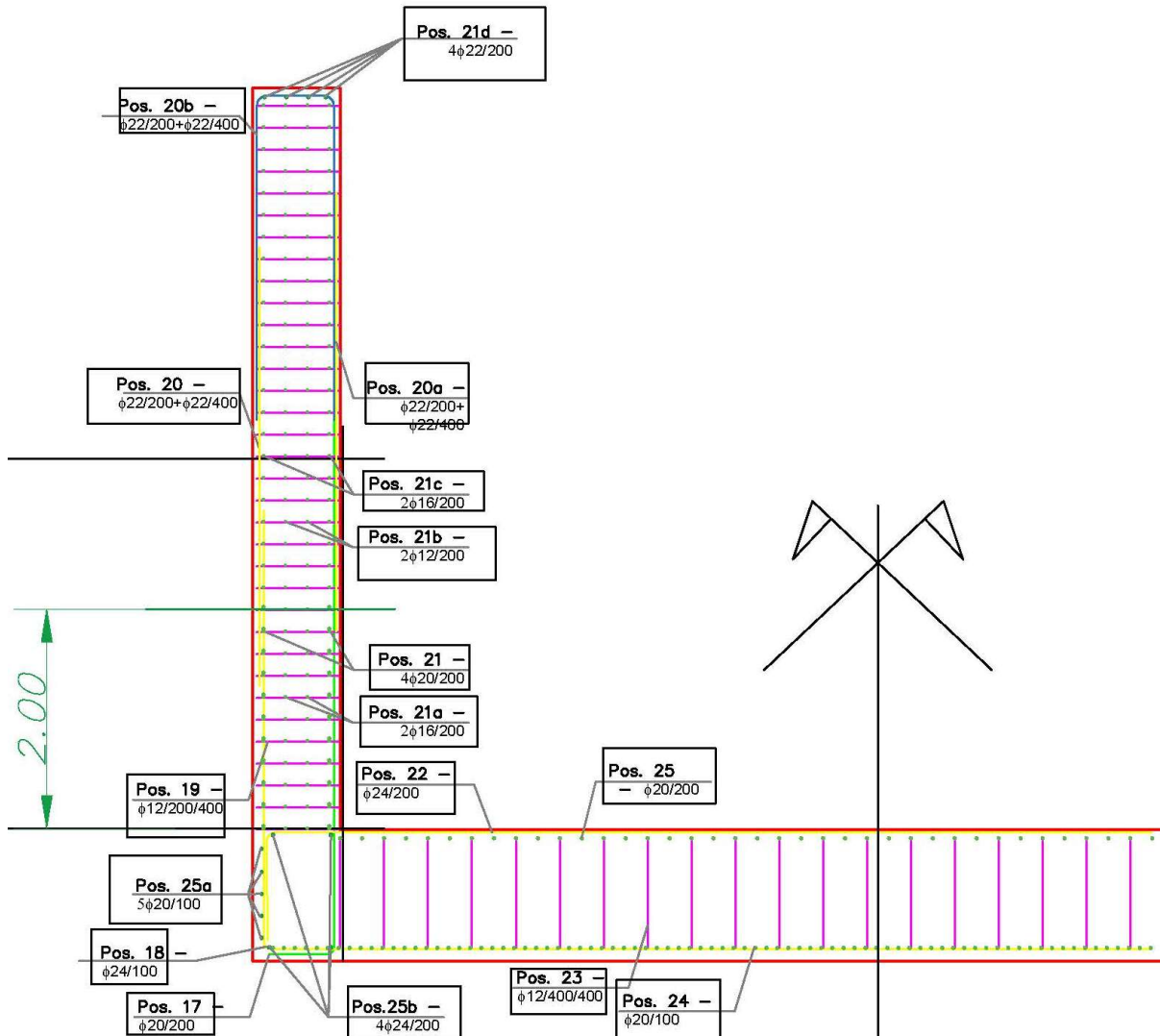


Figura 53 - Schema indicativo armature piedritto spessore 0.8 m.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 98 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

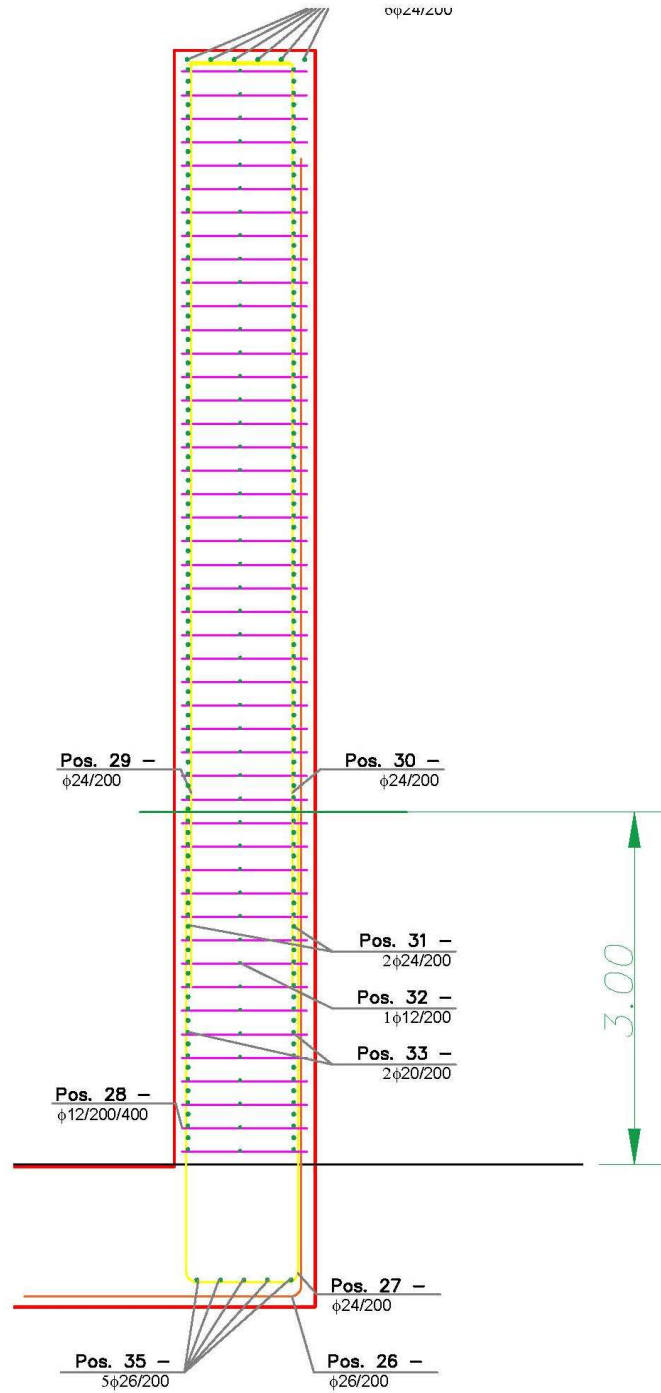


Figura 54 - Schema indicativo armature setto trasversale

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 99 di 131

15.1 PIEDRITTO SPESSORE 1.2M – CONCIO 1

PIEDRITTI: Armatura trasversale

Attacco platea: Esterna: $\Phi 26/100\text{mm} + \Phi 24/200\text{mm}$; Interna: $\Phi 24/200\text{mm}$;

Mezzeria piedritto: Esterna: $\Phi 24/200\text{mm} + \Phi 24/400\text{mm}$; Interna: $\Phi 24/200\text{mm} + \Phi 24/400\text{mm}$;

Chiusura piedritto: Staffa a "U" : $\Phi 24/200\text{mm} + \Phi 24/400\text{mm}$;

Armatura a taglio: $\Phi 12/200 \times 400$ alternato e sfalsato.

PIEDRITTI: Armatura longitudinale

$2 \times 2\Phi 20/200\text{mm}$ esterni + $(2\Phi 16 + 2\Phi 12) / 200\text{mm} + 2\Phi 12/200\text{mm}$ per i primi 3m

$2\Phi 16/200\text{mm} + 3\Phi 12/200\text{mm}$ fino fine piedritto

SOLETTA INFERIORE: Armatura in direzione trasversale

Attacco piedritti: Superiore: $\Phi 24/200\text{mm}$; Inferiore: $\Phi 26/100\text{mm} + \Phi 24/200\text{mm}$

Mezzeria: Superiore: $\Phi 24/200\text{mm}$; Inferiore: $\Phi 26/200\text{mm} + \Phi 24/200\text{mm}$

Armatura a taglio: $\Phi 12/400 \times 400$

SOLETTA INFERIORE: Armatura in direzione longitudinale

Superiore: $\Phi 20/200\text{mm} + \Phi 20/400\text{mm}$;

Inferiore: $\Phi 20/100\text{mm}$

15.2 PIEDRITTO SPESSORE 0.8M CONCIO 2

PIEDRITTI: Armatura trasversale

Attacco platea: Esterna: $\Phi 24/100\text{mm}$; Interna: $\Phi 20/200\text{mm}$;

Mezzeria piedritto: Esterna: $\Phi 22/200\text{mm} + \Phi 22/400\text{mm}$; Interna: $\Phi 22/200\text{mm} + \Phi 22/400\text{mm}$;

Chiusura piedritto: Staffa a "U" : $\Phi 22/200\text{mm} + \Phi 22/400\text{mm}$;

Armatura a taglio: $\Phi 12/200 \times 400$ alternato e sfalsato.

PIEDRITTI: Armatura longitudinale

$2 \times 2\Phi 20/200\text{mm}$ esterni + $2\Phi 16 / 200\text{mm}$ per i primi 2m

$2\Phi 16/200\text{mm} + 2\Phi 12/200\text{mm}$ fino fine piedritto

SOLETTA INFERIORE: Armatura in direzione trasversale

Attacco piedritti: Superiore: $\Phi 24/200\text{mm}$; Inferiore: $\Phi 24/100\text{mm}$

Mezzeria: Superiore: Superiore: $\Phi 24/200\text{mm}$; Inferiore: $\Phi 24/100\text{mm}$

Armatura a taglio: $\Phi 12/400 \times 400$

SOLETTA INFERIORE: Armatura in direzione longitudinale

Superiore: $\Phi 20/200\text{mm}$;

Inferiore: $\Phi 20/100\text{mm}$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 100 di 131

15.3 SETTO TRASV

SETTO TRASV: Armatura trasversale

Attacco platea: Esterna: $\Phi 26/200\text{mm} + \Phi 24/200\text{mm}$; Interna: $\Phi 24/200\text{mm}$;

Mezzeria piedritto: Esterna: : $\Phi 26/200\text{mm} + \Phi 24/200\text{mm}$; Interna: $\Phi 24/200\text{mm}$;

Armatura a taglio: $\Phi 12/200 \times 400$ alternato e sfalsato.

SETTO TRASV: Armatura longitudinale

Esterni: $\Phi 24/200\text{mm} + \Phi 20/200\text{mm}$

Interni: $\Phi 24/200\text{mm} + \Phi 20/200\text{mm}$

Centrale $\Phi 12/200\text{mm}$

TR01		
INCIDENZE		
ZONA DOVE IL PIEDRITTO HA SPESSORE 1.2 M		
<i>PIEDRITTO</i>	145	kg/m3
<i>PLATEA</i>	135	kg/m3
<i>SETTO TRASVERSALE</i>	155	kg/m3
<i>MEDIA CONCIO 1</i>	150	kg/m3
ZONA DOVE IL PIEDRITTO HA SPESSORE 0,8 M		
<i>PIEDRITTO</i>	210	kg/m3
<i>PLATEA</i>	110	kg/m3
<i>MEDIA CONCIO 2</i>	160	kg/m3

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 101 di 131

16 RISULTATI E VERIFICHE PARATIE

16.1 SEZIONE LONGITUDINALE – PALI L = 20 M

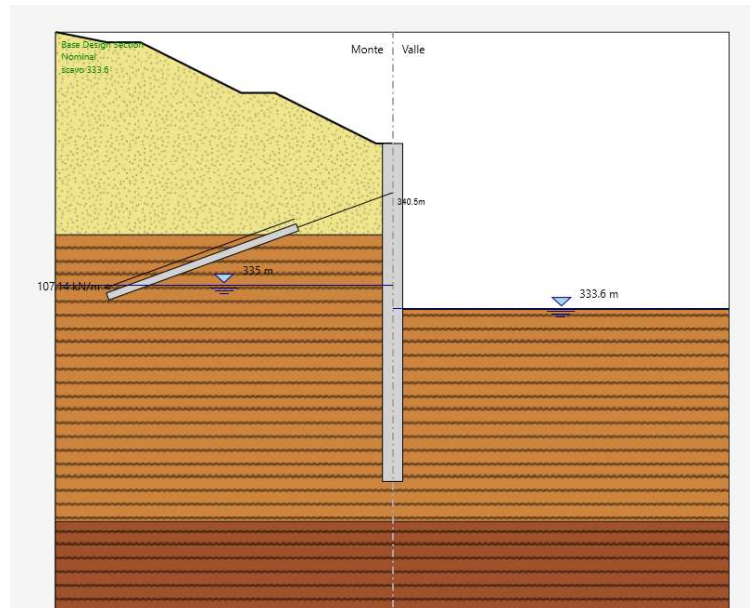


Figura 55: Modello di calcolo implementato nel software PARATIE PLUS 2019.

Si riportano in seguito i coefficienti di spinta calcolati dal programma nelle combinazioni A1+M1 e A2+M2.

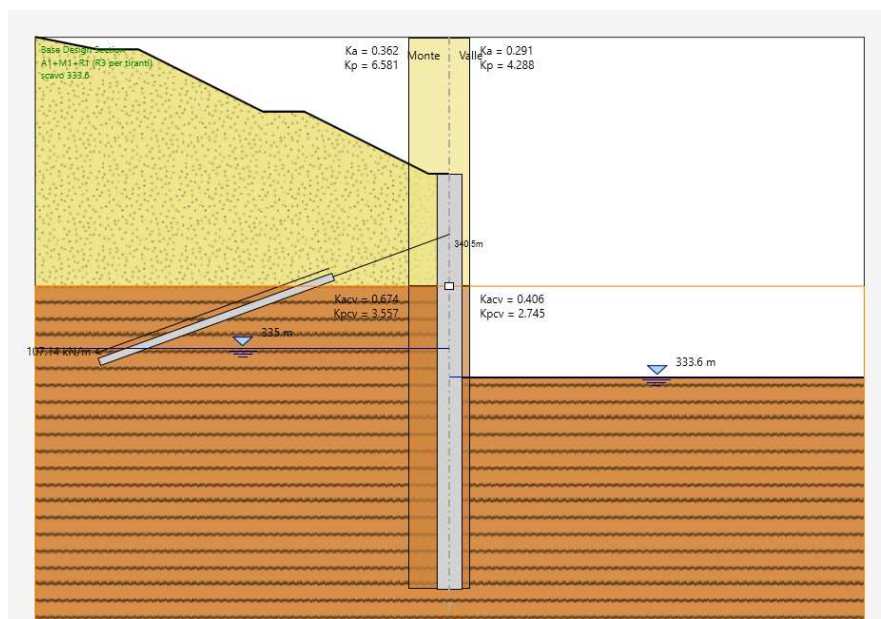


Figura 56: Coefficienti di spinta A1+M1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 102 di 131

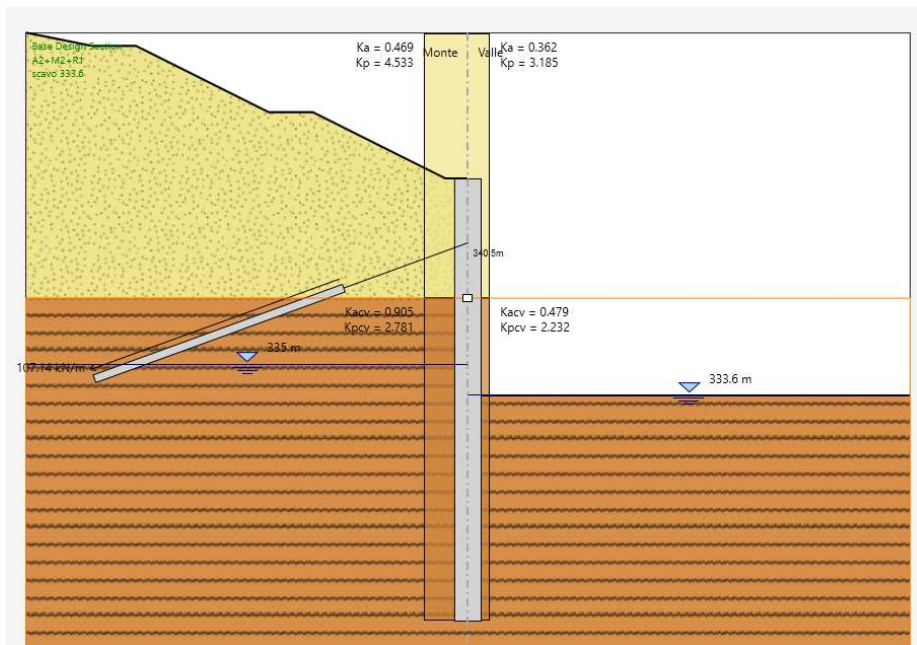


Figura 57: Coefficienti di spinta A2+M2

Le fasi di calcolo considerate nelle elaborazioni sono le seguenti:

- fase 1 – fase geostatica iniziale con realizzazione dei pali
- fase 2 – prescavo fino alla quota di testa pali
- fase 3 – scavo fino alla quota +339.5
- fase 4 – attivazione tirante alla quota +340.5
- fase 5 - scavo intermedio fino alla quota +336.5
- fase 6 – scavo massimo (9.8 m) fino alla quota +333.6

Le analisi sono state condotte in condizioni drenate, che rappresentano la situazione più gravosa in termini di sollecitazioni.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state omesse considerato il carattere provvisorio della paratia.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 103 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

16.1.1 RISULTATI SLE

Nel seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di deformata della paratia (combinazione SLE).

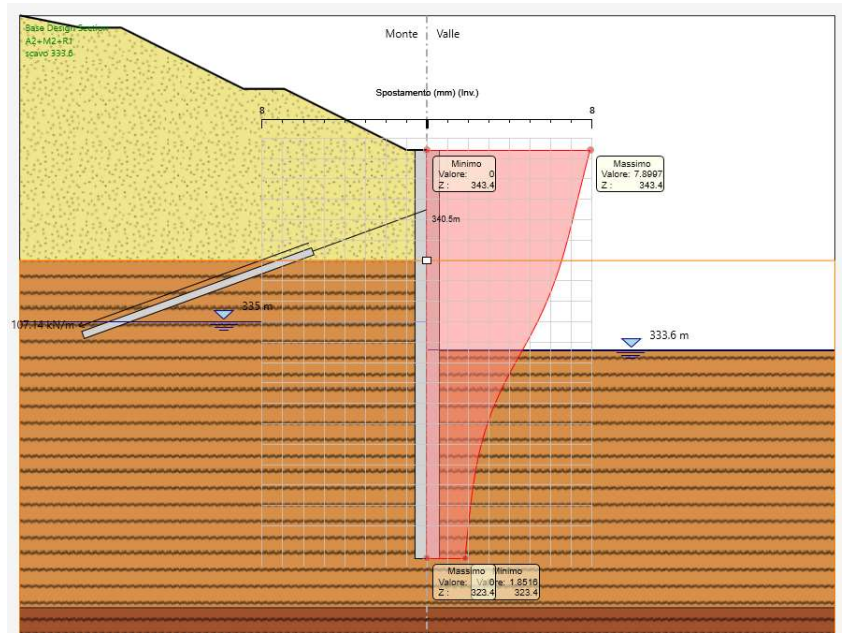


Figura 58: SLE – Involuppo spostamenti orizzontali

Lo spostamento massimo è pari a circa 8 mm, valore che si ritiene accettabile in quanto inferiore a $1/200 H_{\text{scavo}} = 49$ mm.

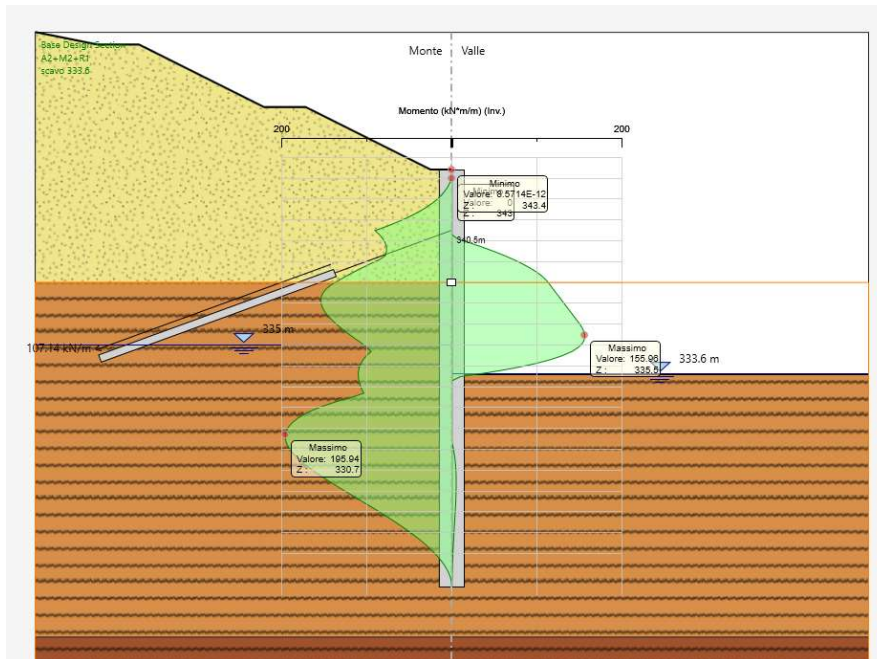


Figura 59: Involuppo SLE – Azione flettente (valori al metro lineare)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 104 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

16.1.2 RISULTATI SLU – STR

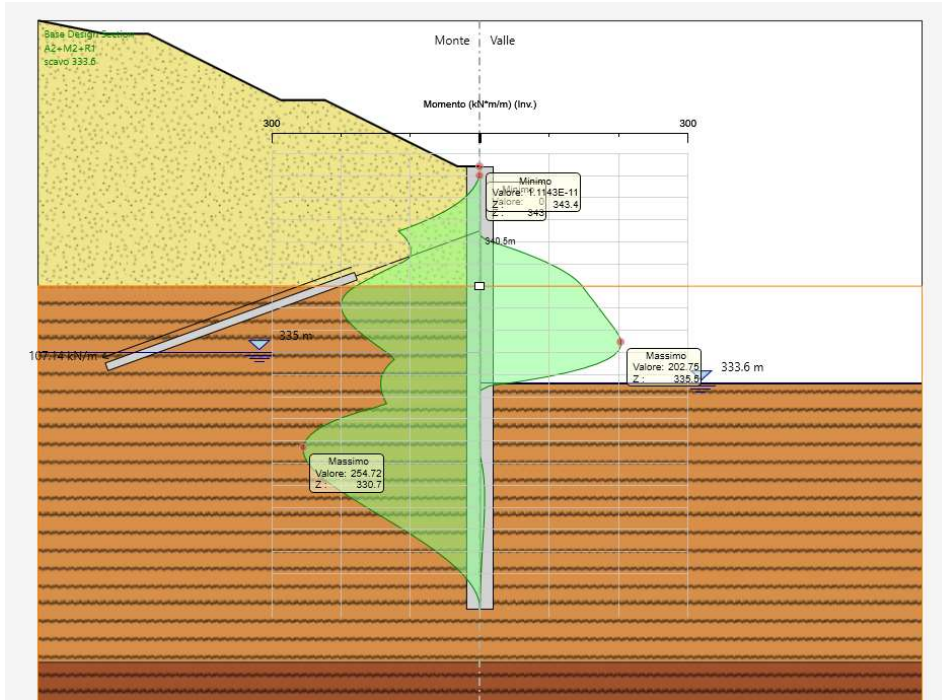


Figura 60: Inviluppo SLU-STR – Azione flettente (valori al metro lineare)

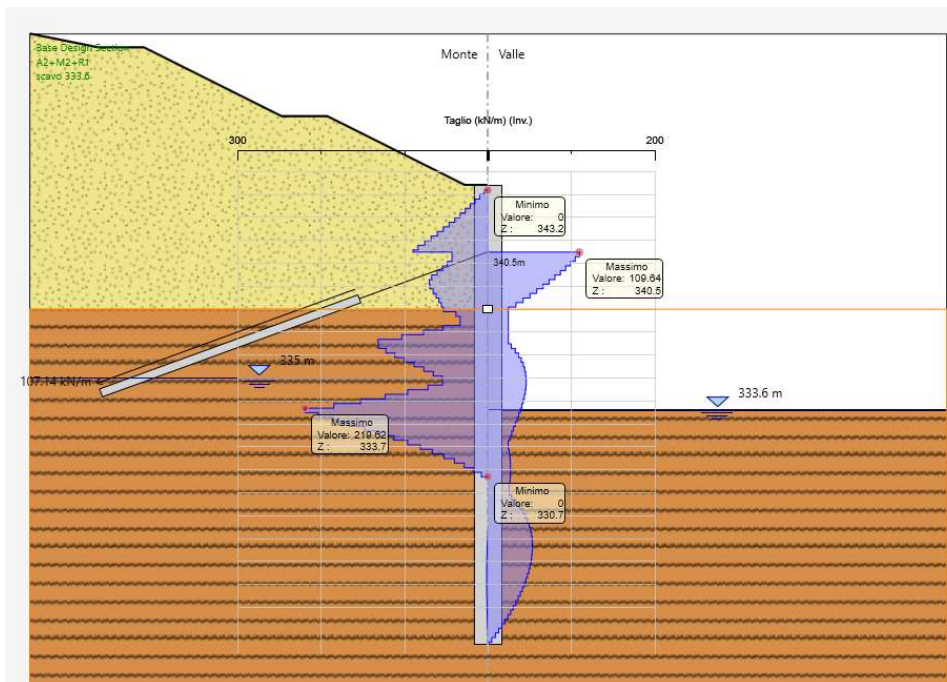


Figura 61: Inviluppo SLU-STR – Azione tagliante (valori al metro lineare)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 105 di 131

16.1.3 SINTESI SOLLECITAZIONI PARATIA

Tabella 4: Sintesi sollecitazioni paratia

Stato Limite	Valori al metro lineare		Valori singolo palo	
	Momento	Taglio	Momento	Taglio
	[kN*m/m]	[kN/m]	[kN*m]	[kN]
SLU-STR	255	220	357	308
SLE	196	-	274	-

16.1.4 RISULTATI E VERIFICHE SLU - GEO

Per le combinazioni finalizzate al dimensionamento geotecnico (Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R1)) è stata verificata la convergenza dell'elaborazione.

Inoltre è stata verificata l'entità della spinta a valle della paratia verificando che il rapporto di mobilitazione della spinta passiva sia sempre inferiore a 1, come indicato nel grafico riportato nella figura seguente.

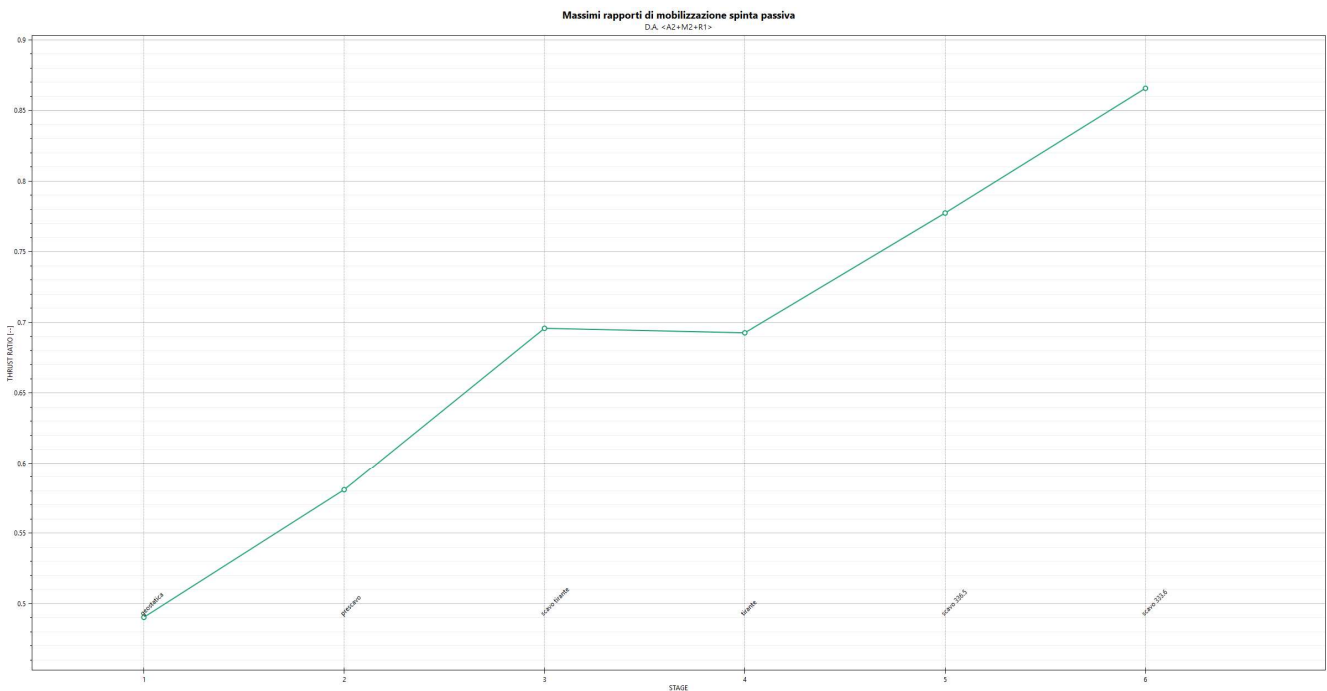


Figura 62: A2+M2+R2 – Rapporti di mobilitazione della spinta passiva

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 106 di 131

16.1.5 VERIFICHE TIRANTE

La verifica geotecnica a sfilamento degli ancoraggi è stata condotta secondo quanto previsto per i tiranti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 con riferimento alla combinazione A1+M1+R3, tenendo conto dei coefficienti parziali indicati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II per quanto riguarda azioni e parametri del terreno e di un coefficiente parziale sulle resistenze γ_R pari a 1.1 per tiranti temporanei (tabella 6.6.I delle NTC).

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	γ_R	1,1
Permanenti	γ_R	1,2

Dai calcoli svolti, l'azione di progetto che sollecita gli ancoraggi è $E_d = 440$ kN, considerando l'interasse di 2.8 m.

Design Assumption:

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio	Travi di Ripartizione in Calcestruzzo			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR
Tieback	tirante	389.84	514.08	605.56	0.758	0.644
Tieback	scavo 336.5	405.45	514.08	605.56	0.789	0.67
Tieback	scavo 333.6	440.16	514.08	605.56	0.856	0.727

Il valore della resistenza caratteristica allo sfilamento $R_{a,k}$ viene determinato dalla resistenza di calcolo $R_{a,c}$ (considerando il suo valor medio) attraverso il fattore di correlazione (ξ_{a3} in funzione del numero di verticali di indagine, pari a 1.8 nel caso in esame avendo a disposizione n.1 verticale di indagine):

$$R_{a,k} = R_{a,c} / \xi_{a3}$$

Tab. 6.6.III - Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine

Numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
ξ_{a3}	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
ξ_{a4}	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

Il valore della resistenza di calcolo $R_{a,c}$ viene determinato come segue:

$$R_{a,c} = D \alpha \cdot \pi \cdot L \cdot \tau_s$$

dove

D = diametro di perforazione = 0.15 m;

α = coefficiente di maggiorazione del diametro di perforazione, funzione del tipo di terreno e di iniezione, assunto pari a 1.2 nel caso in esame per limi e argille e iniezione globale unica;

L = lunghezza del bulbo di ancoraggio (al di fuori del tratto compreso nel cono di spinta attiva, ovvero $L_{libera} = 6$ m) = 18 m;

τ_s = tensione limite di aderenza fra bulbo e terreno, assunta pari a 150 kPa.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 107 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

Tipo di terreno	Coefficiente α	
	IRS*	IGU**
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbia grossolana	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argilla	1.8 - 2	1.2
Marna	1.8	1.1 - 1.2
Marna calcarea	1.8	1.1 - 1.2
Arenaria alterata o fratturata	1.8	1.1 - 1.2
Roccia alterata o fratturata	1.2	1.1

IRS: Iniezione ripetuta selettiva
IGU: Iniezione globale unica

Per la stima della tensione limite di aderenza tra bulbo e terreno si è fatto riferimento alle indicazioni di Bustamante e Doix (1985) per le iniezioni IGU relative a limi e argille.

Dalle indagini in sito si è ottenuto un valore di N_{spt} minimo di 28 (si veda estratto profilo geotecnico, sondaggio C2-2017), da cui $\tau_s = 150$ kPa.

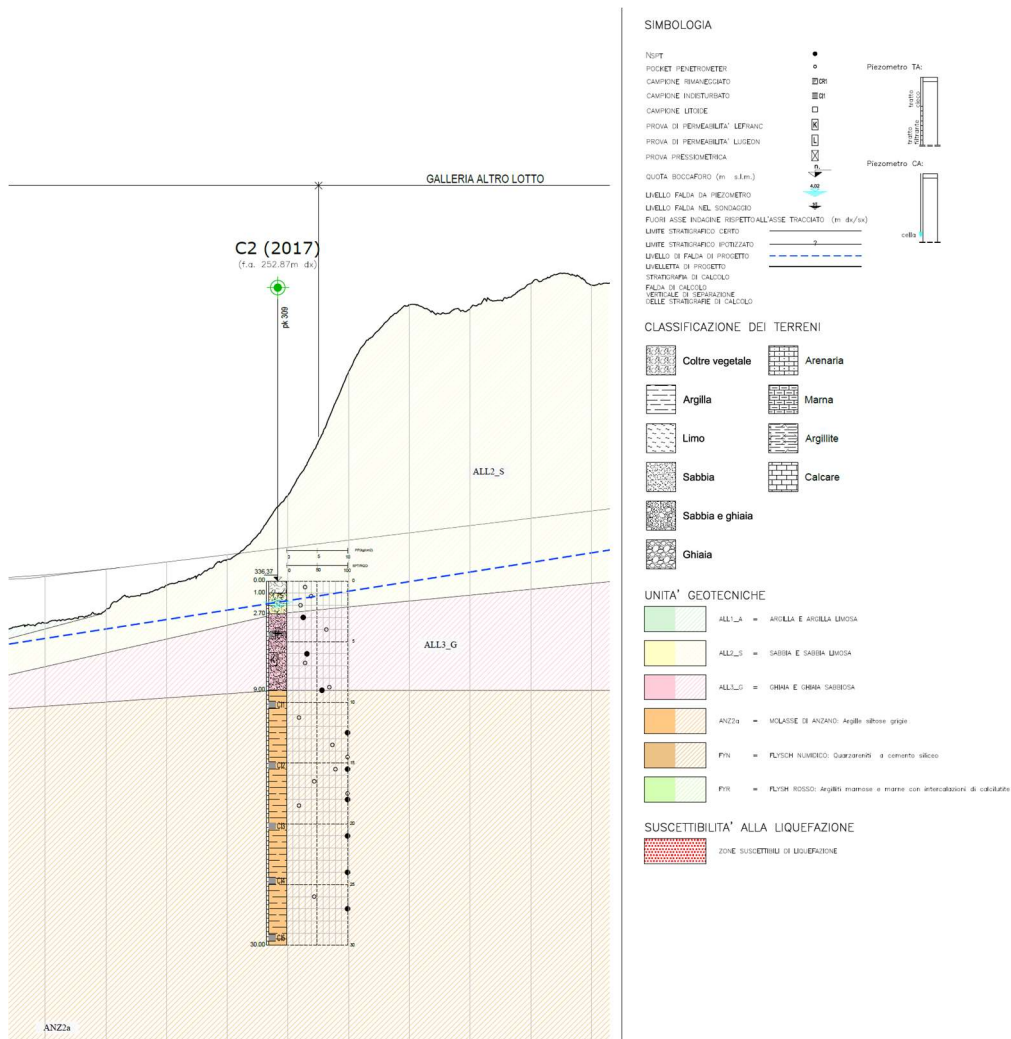
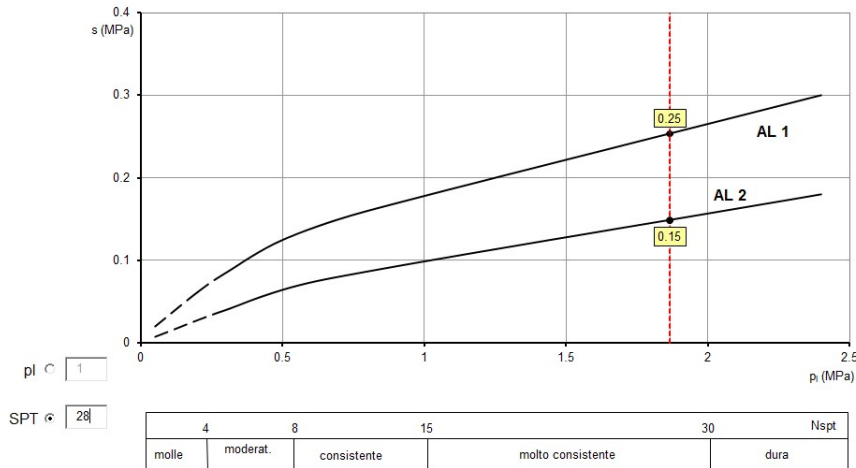


Tabella 5 – Estratto profilo geotecnico

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 108 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

Abaco per il calcolo di s per argille e limi



Il valore della resistenza di progetto allo sfilamento del bulbo $R_{a,d}$ si ottiene applicando alla resistenza caratteristica $R_{a,k}$ il coefficiente parziale sulle resistenze γ_R precedentemente definito:

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_R = R_{a,c} / (\xi_{a3} \cdot \gamma_R) = 514 \text{ kN}$$

Si ha $R_{a,d} = 514 > E_d = 440 \text{ kN}$, pertanto la verifica a sfilamento è soddisfatta ai sensi delle NTC 2008.

La resistenza a trazione di progetto della barra d'acciaio si determina fattorizzando la tensione di snervamento caratteristica con il coefficiente parziale $\gamma_s = 1.15$.

Pertanto, con riferimento ai tiranti a 3 trefoli in acciaio 1670/1860:

$$R_{t,d} = f_{yk} / \gamma_s \cdot A_{acciaio} = 1670 \text{ N/mm}^2 / 1.15 \cdot 417 \text{ mm}^2 = 606 \text{ kN} > E_d = 440 \text{ kN}$$

Poiché $R_{t,d} = 606 \text{ kN} > R_{a,d} = 514 \text{ kN}$, la gerarchia delle resistenze viene rispettata.

16.1.6 VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE

La reazione del tirante nella combinazione SLU-STR è pari a $R = 157 \text{ kN/m}$. Per il dimensionamento delle travi di ripartizione è stato ipotizzato lo schema di trave appoggiata soggetta a carico distribuito q ; la luce della trave è pari all'interasse tra i tiranti ($L = 2.8 \text{ m}$).

Il momento massimo è pertanto pari a $M = 1/8 qL^2 = 154 \text{ kNm}$ e il taglio massimo $V = qL/2 = 220 \text{ kN}$.

Verranno utilizzate due travi HEB 300 in acciaio S275.

La resistenza a flessione del singolo profilo è 490 kNm , la resistenza a taglio è 717 kN , pertanto le verifiche strutturali delle travi di ripartizione sono soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. FOGLIO B 109 di 131

IPE - HE - HL = verifica di resistenza a flessione retta

(Flessione nel piano dell'anima)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

M_{Ed} = momento flettente di calcolo
 $M_{pl,Rd}$ = momento resistente

W_{pl} = modulo resistente plastico
 f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento
 γ_{M0} = coefficiente di sicurezza

INPUT

Definizione dell'azione sollecitante M = [kNm]

Sceita del profilo

Classe dell'acciaio

OUTPUT

(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2.3 NTC 2018)

$M_{Ed} =$	154.00 [kNm]	$M_{Ed} / M_{c,Rd} =$	0.31 [↑]	Verifica soddisfatta
$M_{c,Rd} =$	489.50 [kNm]			

IPE - HE - HL = verifica di resistenza a taglio

(Taglio parallelo all'anima)

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v (f_{yk} / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$$

V_{Ed} = azione tagliante di calcolo
 $V_{c,Rd}$ = resistenza di calcolo
 A_v = area resistente a taglio
 f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento
 γ_{M0} = coefficiente di sicurezza

INPUT

Definizione dell'azione sollecitante V = [kN]

Sceita del profilo

Classe dell'acciaio

OUTPUT

(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2.4 NTC 2018)

$V_{Ed} =$	220.00 [kN]	$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$	0.31 [↑]	Verifica soddisfatta
$V_{c,Rd} =$	717.50 [kN]			

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 110 di 131

16.1.7 VERIFICHE STRUTTURALI PALI PARATIA

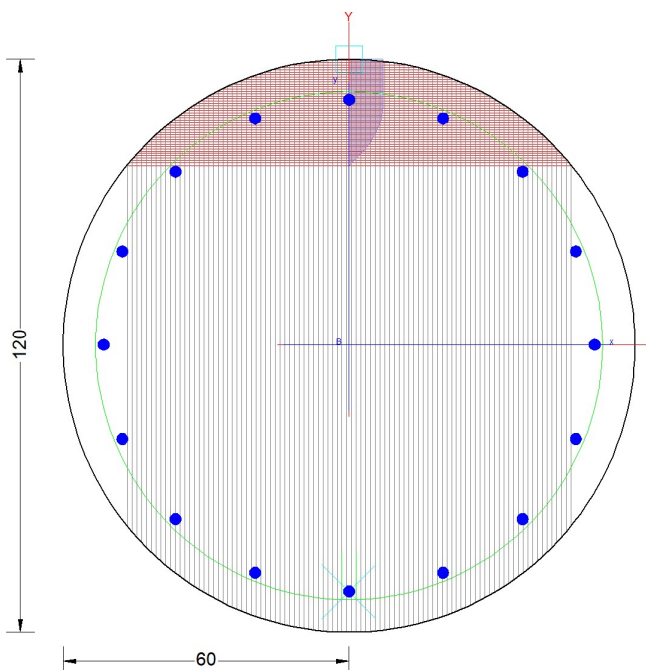
Per le verifiche strutturali dei pali della paratia si fa riferimento alle sollecitazioni riportate in Tabella 4.

Armatura tipo del palo:

- armatura longitudinale n.16 ϕ 24
- armatura trasversale spirale ϕ /10 passo 25 cm
- copriferro netto 6 cm

La percentuale di armatura longitudinale è 0.6%, superiore al valore minimo prescritto pari a 0.3% (si veda 3.10.2.9 del MdP, parte II, sez. 3).

Come indicato al 2.5.1.8.3.2.3 "Requisiti concernenti la deformabilità delle fondazioni" del MdP, parte II, sezione 2, il limite di fessurazione per le strutture a permanente contatto con il terreno è 0.2 mm con riferimento alla combinazione SLE rara.



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: TR01_palo_paratia

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	EC2/EC8
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 111 di 131

Resis. compr. ridotta v1* f_{cd} :	7.080	MPa	cf.(6.9)EC2
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020		
Def.unit. ultima ecu:	0.0035		
Diagramma tensione-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		
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00		
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm ²	
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm	
Coeff. K3 Ap.fess. :			§ 7.3.4(3) EC2
Coeff. K4 Ap.fess. :			§ 7.3.4(3) EC2
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa	
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. 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	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	51.5	16	24

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 25.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 112 di 131

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	357.00	308.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	274.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	274.00 (495.73)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	274.00 (495.73)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.3	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	17.7	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.3	cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (9.1N)EC2-1]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	N	0.00	357.00	0.00	1345.58	3.77	49.8(16.6)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 113 di 131

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
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)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
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 compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.200	0.0	60.0	0.00217	0.0	51.5	-0.01400	0.0	-51.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
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 per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000156962	-0.005917745	0.200	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	25.0 cm [Passo massimo di normativa = 74.5 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (6.9)EC2]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con $L=lungh.legat.proietta-$ ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	N	308.00	2021.22	549.46	99.3	92.6	2.500	1.000	3.5	6.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 114 di 131

Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.00	0.0	0.0	-114.0	0.0	-51.5	1743	22.6	20.1	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.00	0.0	0.0	-114.0	0.0	-51.5	1743	22.6	20.1	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
Mx fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e_{sm} * s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.4	0	0.125	24	73	0.400	0.00023 (0.00023)	279	0.108 (0.20)	495.73	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.00	0.0	0.0	-114.0	0.0	-51.5	1743	22.6	20.1	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.4	0	0.125	24	73	0.400	0.00023 (0.00023)	279	0.108 (0.20)	495.73	0.00

16.1.8 DIMENSIONAMENTO CORDOLO PARATIA

I pali della paratia sono collegati in testa da un cordolo in c.a. di dimensioni 1.2m (V) x 1.5m (H).

Poiché tale elemento strutturale non è direttamente sollecitato dalla spinta del terreno, l'armatura longitudinale sarà costituita dal minimo previsto dalle NTC 2008 per le travi di fondazione (paragrafo 7.2.5), pari a 0.2% della sezione, sia superiormente che inferiormente.

In particolare l'armatura longitudinale prevede n.8+8 barre $\phi 24$ mm sull'altezza del cordolo (1.2 m) e n.4+4 barre $\phi 20$ mm sulla larghezza del cordolo (1.5 m), come armatura di confinamento.

Per l'armatura a taglio si fa riferimento a quanto indicato nel paragrafo 4.1.6.1.1 delle NTC 2008, pari a 1.5b, dove b è la base della sezione. Si prevedono dunque staffe $\phi 14$ mm/passi 15 cm.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 115 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

16.2 SEZIONE F-F – PALI L = 15 M

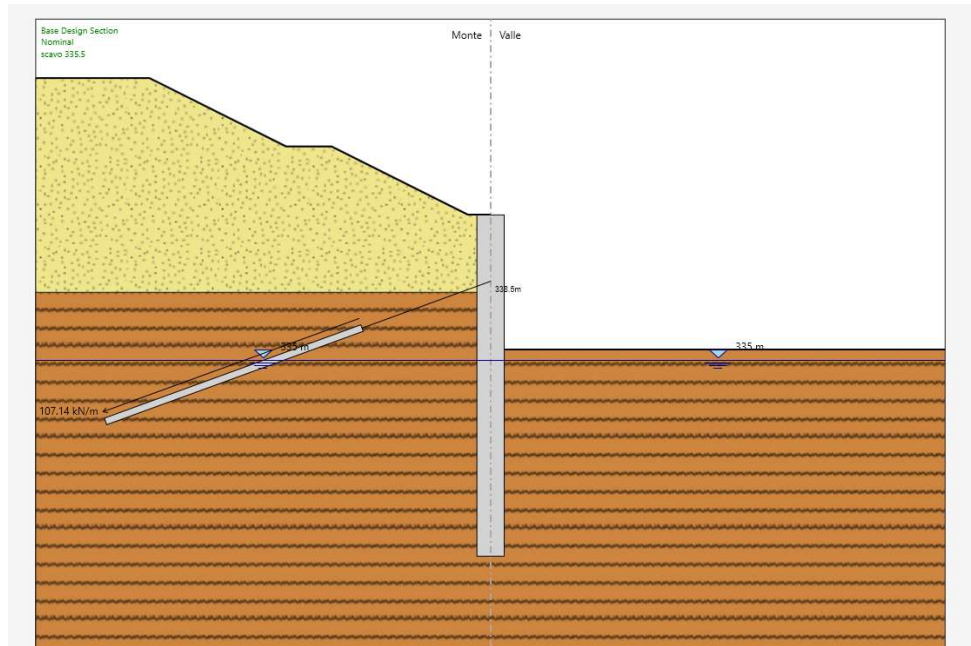


Figura 63: Modello di calcolo implementato nel software PARATIE PLUS 2019.

Si riportano in seguito i coefficienti di spinta calcolati dal programma nelle combinazioni A1+M1 e A2+M2.

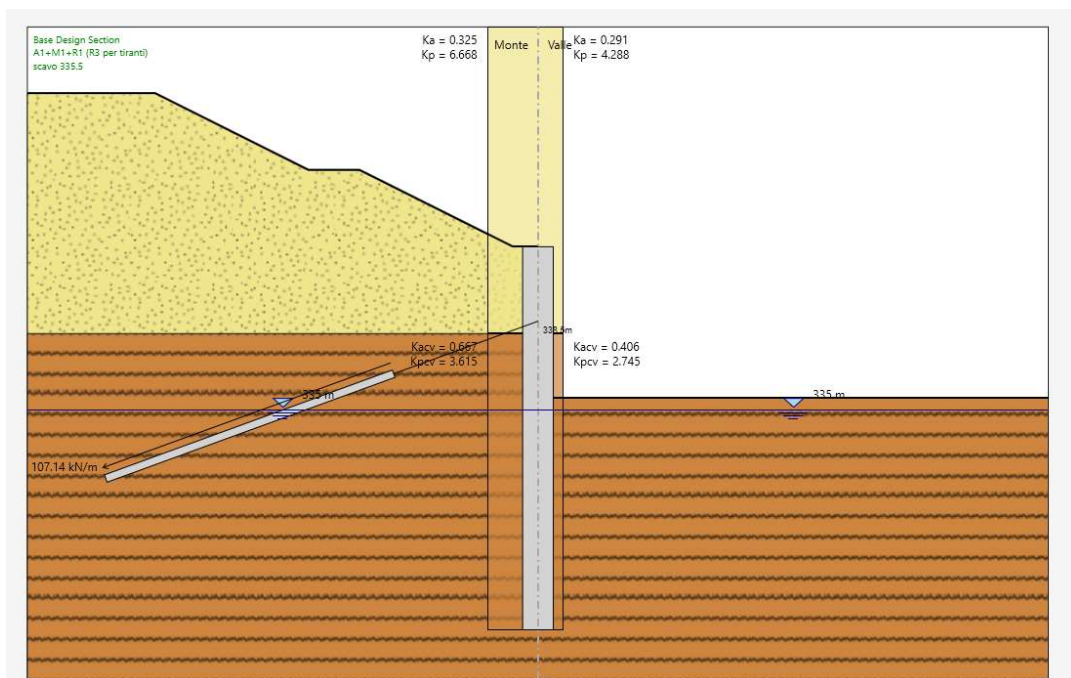


Figura 64: Coefficienti di spinta A1+M1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 116 di 131

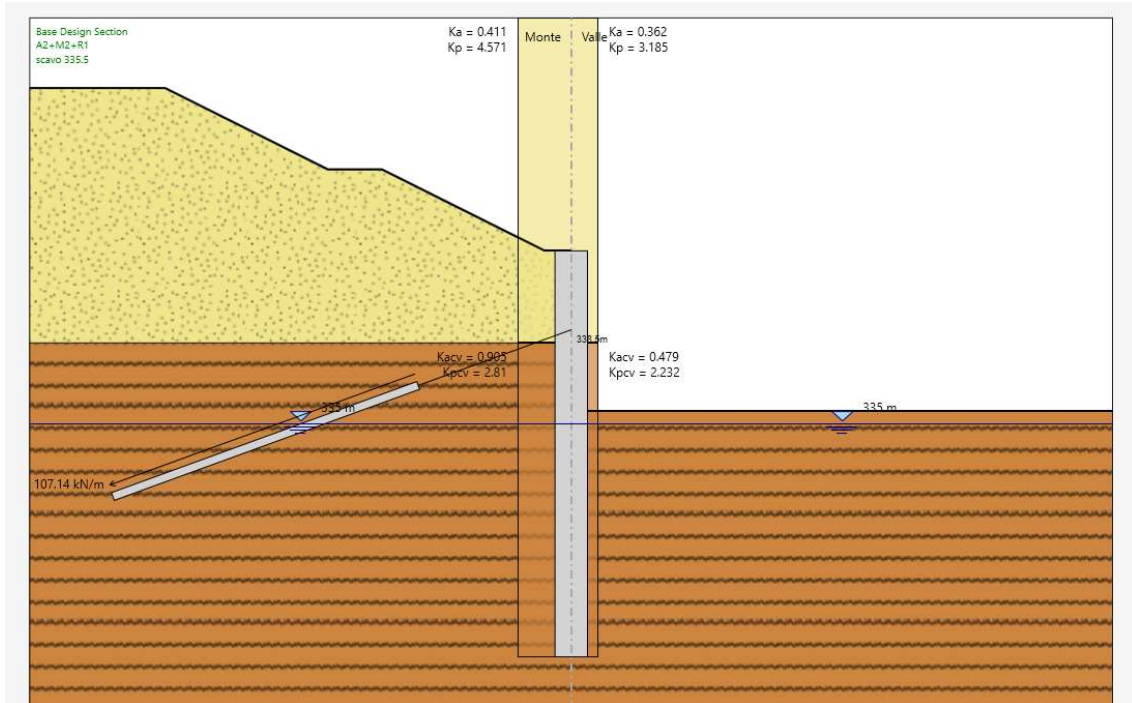


Figura 65: Coefficienti di spinta A2+M2

Le fasi di calcolo considerate nelle elaborazioni sono le seguenti:

- fase 1 – fase geostatica iniziale con realizzazione dei pali
- fase 2 – prescavo fino alla quota di testa pali
- fase 3 – scavo fino alla quota +337.5
- fase 4 – attivazione tirante alla quota +338.5
- fase 5 - scavo intermedio fino alla quota +335.5
- fase 6 – scavo massimo (7.8 m) fino alla quota +333.6

Le analisi sono state condotte in condizioni drenate, che rappresentano la situazione più gravosa in termini di sollecitazioni.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state omesse considerato il carattere provvisorio della paratia.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 117 di 131

16.2.1 RISULTATI SLE

Nel seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di deformata della paratia (combinazione SLE).

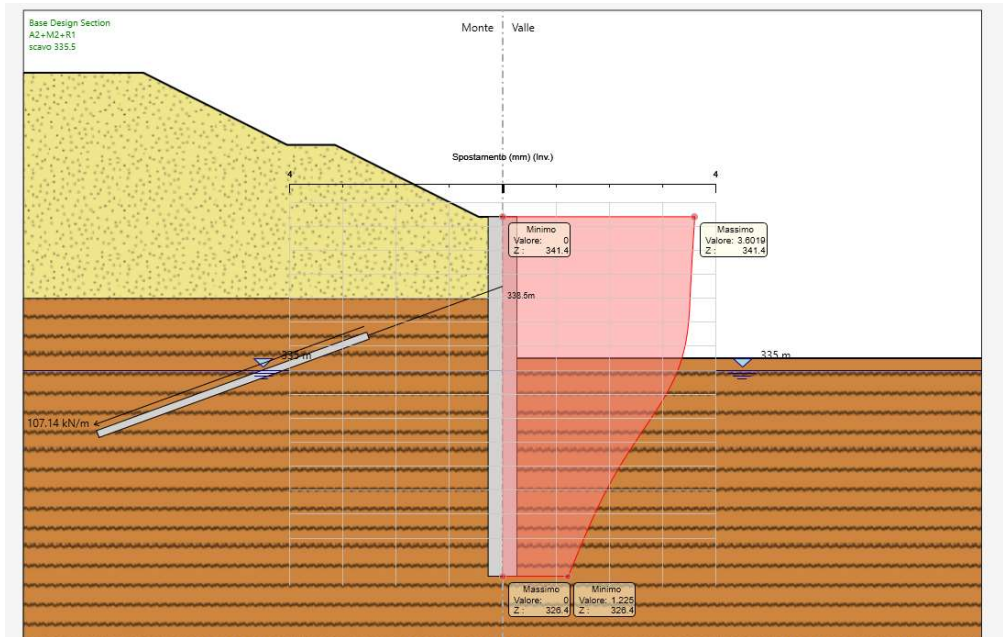


Figura 66: SLE – Involuppo spostamenti orizzontali

Lo spostamento massimo è pari a circa 3.6 mm, valore che si ritiene accettabile in quanto inferiore a $1/200 H_{scavo} = 39$ mm.

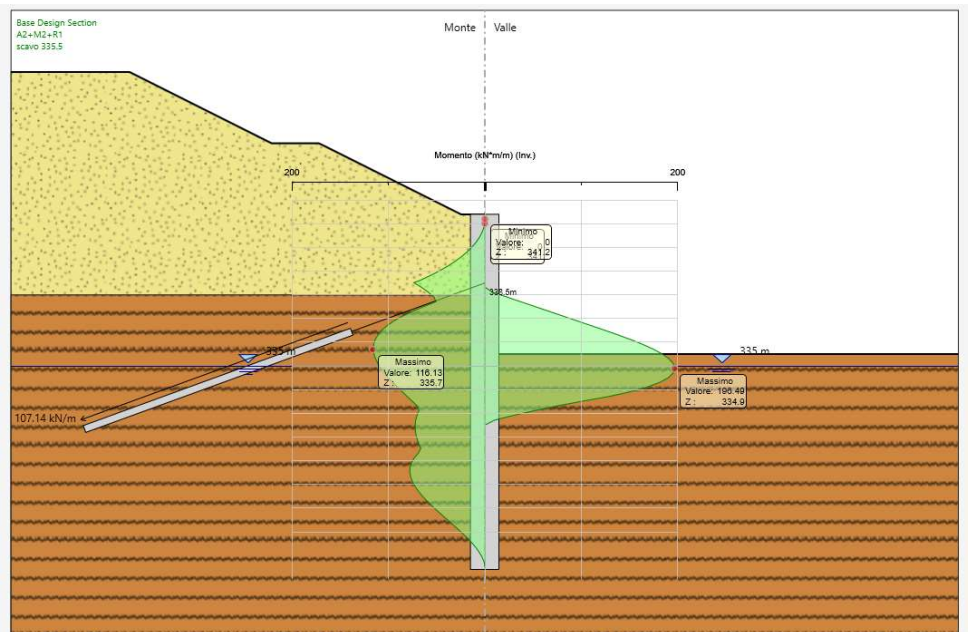


Figura 67: Involuppo SLE – Azione flettente (valori al metro lineare)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 118 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

16.2.2 RISULTATI SLU – STR

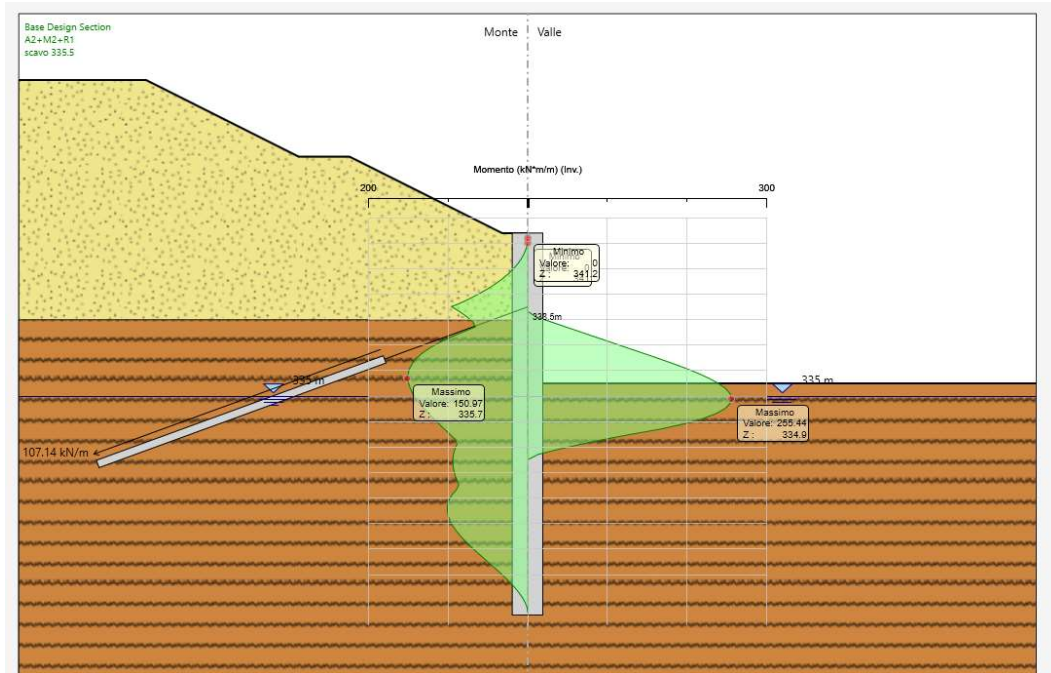


Figura 68: Involuppo SLU-STR – Azione flettente (valori al metro lineare)

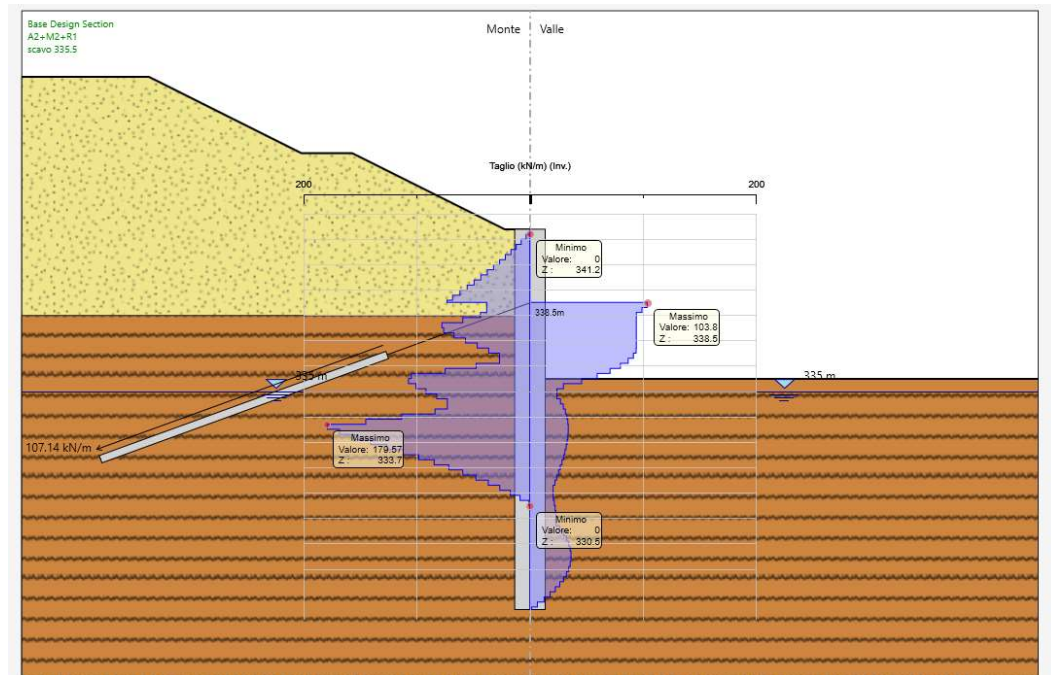


Figura 69: Involuppo SLU-STR – Azione tagliante (valori al metro lineare)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 119 di 131

16.2.3 SINTESI SOLLECITAZIONI PARATIA

Tabella 6: Sintesi sollecitazioni paratia

Stato Limite	Valori al metro lineare		Valori singolo palo	
	Momento	Taglio	Momento	Taglio
	[kN*m/m]	[kN/m]	[kN*m]	[kN]
SLU-STR	255	180	357	252
SLE	196	-	274	-

16.2.4 RISULTATI E VERIFICHE SLU - GEO

Per le combinazioni finalizzate al dimensionamento geotecnico (Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R1)) è stata verificata la convergenza dell'elaborazione.

Inoltre è stata verificata l'entità della spinta a valle della paratia verificando che il rapporto di mobilitazione della spinta passiva sia sempre inferiore a 1, come indicato nel grafico riportato nella figura seguente.

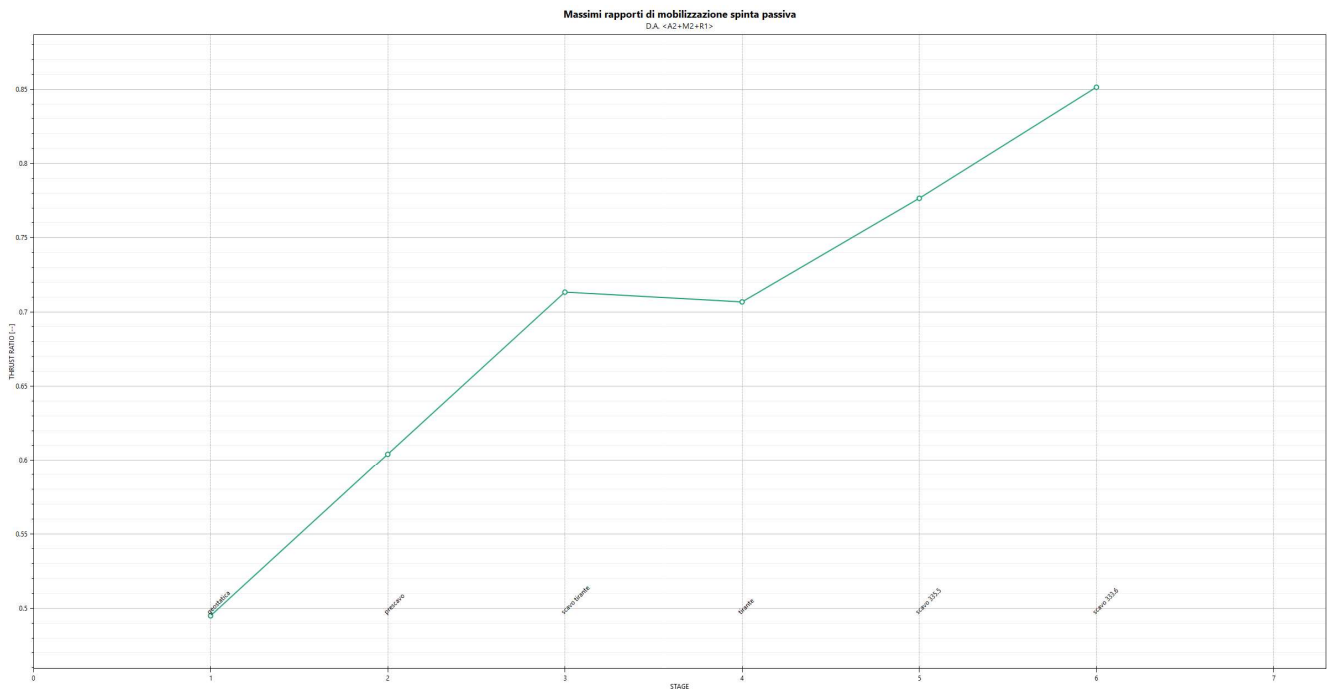


Figura 70: A2+M2+R2 – Rapporti di mobilitazione della spinta passiva

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 120 di 131

16.2.5 VERIFICHE TIRANTE

La verifica geotecnica a sfilamento degli ancoraggi è stata condotta secondo quanto previsto per i tiranti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 con riferimento alla combinazione A1+M1+R3, tenendo conto dei coefficienti parziali indicati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II per quanto riguarda azioni e parametri del terreno e di un coefficiente parziale sulle resistenze γ_R pari a 1.1 per tiranti temporanei (tabella 6.6.I delle NTC).

Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	γ_R	1,1
Permanenti	γ_R	1,2

Dai calcoli svolti, l'azione di progetto che sollecita gli ancoraggi è $E_d = 411$ kN, considerando l'interasse di 2.8 m.

Design Assumption:

Tiranti	Puntoni	Travi di Ripartizione in Acciaio	Travi di Ripartizione in Calcestruzzo			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR
Tieback	tirante	389.84	514.08	605.56	0.758	0.644
Tieback	scavo 335.5	400.28	514.08	605.56	0.779	0.661
Tieback	scavo 333.6	411.15	514.08	605.56	0.8	0.679

Il valore della resistenza caratteristica allo sfilamento $R_{a,k}$ viene determinato dalla resistenza di calcolo $R_{a,c}$ (considerando il suo valor medio) attraverso il fattore di correlazione (ξ_{a3} in funzione del numero di verticali di indagine, pari a 1.8 nel caso in esame avendo a disposizione n.1 verticale di indagine):

$$R_{a,k} = R_{a,c} / \xi_{a3}$$

Tab. 6.6.III - Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine

Numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
ξ_{a3}	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
ξ_{a4}	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

Il valore della resistenza di calcolo $R_{a,c}$ viene determinato come segue:

$$R_{a,c} = D \alpha \cdot \pi \cdot L \cdot \tau_s$$

dove

D = diametro di perforazione = 0.15 m;

α = coefficiente di maggiorazione del diametro di perforazione, funzione del tipo di terreno e di iniezione, assunto pari a 1.2 nel caso in esame per limi e argille e iniezione globale unica;

L = lunghezza del bulbo di ancoraggio (al di fuori del tratto compreso nel cuneo di spinta attiva, ovvero $L_{libera} = 6$ m) = 18 m;

τ_s = tensione limite di aderenza fra bulbo e terreno, assunta pari a 150 kPa.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 121 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

Tipo di terreno	Coefficiente α	
	IRS*	IGU**
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbia grossolana	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argilla	1.8 - 2	1.2
Marna	1.8	1.1 - 1.2
Marna calcarea	1.8	1.1 - 1.2
Arenaria alterata o fratturata	1.8	1.1 - 1.2
Roccia alterata o fratturata	1.2	1.1

IRS: Iniezione ripetuta selettiva
IGU: Iniezione globale unica

Per la stima della tensione limite di aderenza tra bulbo e terreno si è fatto riferimento alle indicazioni di Bustamante e Doix (1985) per le iniezioni IGU relative a limi e argille.

Dalle indagini in sito si è ottenuto un valore di N_{spt} minimo di 28 (si veda estratto profilo geotecnico, sondaggio C2-2017), da cui $\tau_s = 150$ kPa.

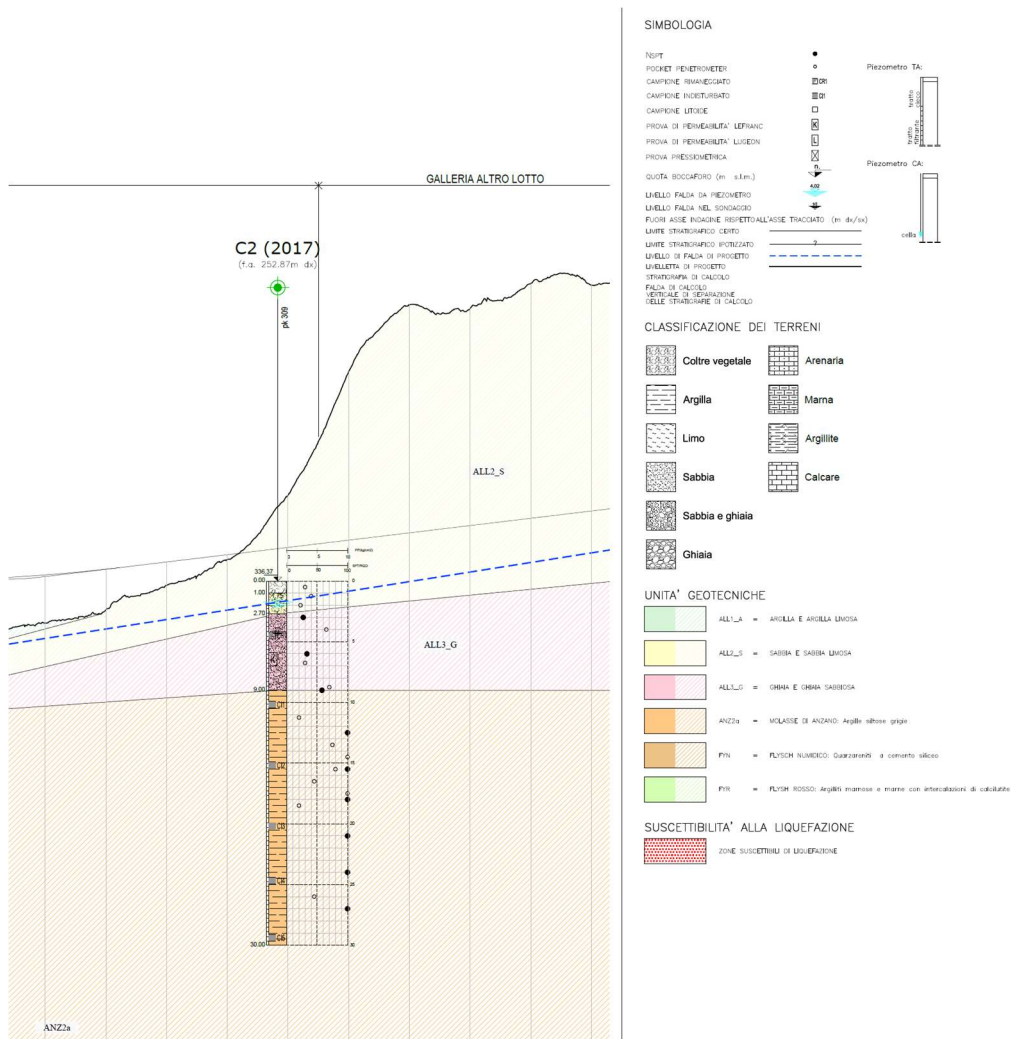
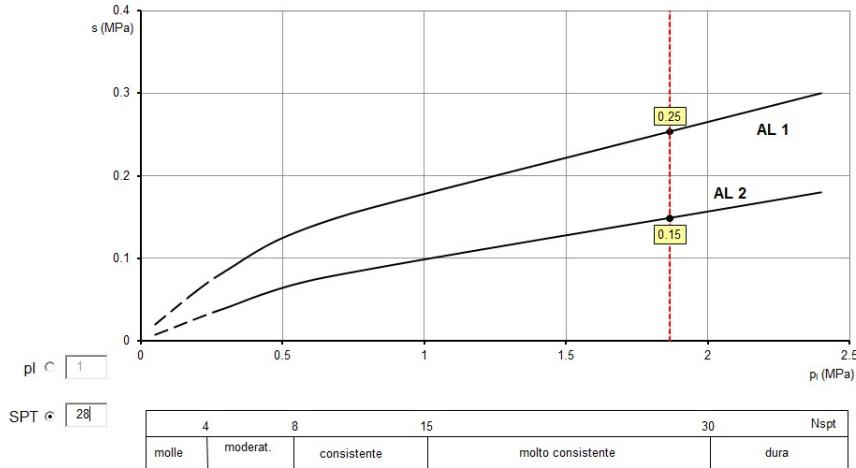


Tabella 7 – Estratto profilo geotecnico

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 122 di 131
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo						

Abaco per il calcolo di s per argille e limi



Il valore della resistenza di progetto allo sfilamento del bulbo $R_{a,d}$ si ottiene applicando alla resistenza caratteristica $R_{a,k}$ il coefficiente parziale sulle resistenze γ_R precedentemente definito:

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_R = R_{a,c} / (\xi_{a3} \cdot \gamma_R) = 514 \text{ kN}$$

Si ha $R_{a,d} = 514 > E_d = 411 \text{ kN}$, pertanto la verifica a sfilamento è soddisfatta ai sensi delle NTC 2008.

La resistenza a trazione di progetto della barra d'acciaio si determina fattorizzando la tensione di snervamento caratteristica con il coefficiente parziale $\gamma_s = 1.15$.

Pertanto, con riferimento ai tiranti a 3 trefoli in acciaio 1670/1860:

$$R_{t,d} = f_{yk} / \gamma_s \cdot A_{acciaio} = 1670 \text{ N/mm}^2 / 1.15 \cdot 417 \text{ mm}^2 = 606 \text{ kN} > E_d = 440 \text{ kN}$$

Poiché $R_{t,d} = 606 \text{ kN} > R_{a,d} = 514 \text{ kN}$, la gerarchia delle resistenze viene rispettata.

16.2.6 VERIFICA DELLE TRAVI DI RIPARTIZIONE

La reazione del tirante nella combinazione SLU-STR è pari a $R = 143 \text{ kN/m}$. Per il dimensionamento delle travi di ripartizione è stato ipotizzato lo schema di trave appoggiata soggetta a carico distribuito q ; la luce della trave è pari all'interasse tra i tiranti ($L = 2.8 \text{ m}$).

Il momento massimo è pertanto pari a $M = 1/8 qL^2 = 140 \text{ kNm}$ e il taglio massimo $V = qL/2 = 200 \text{ kN}$.

Verranno utilizzate due travi HEB 300 in acciaio S275.

Per le verifiche strutturali delle travi di ripartizione si rimanda al paragrafo 16.1.6 relativo alla sezione di calcolo con pali di lunghezza 20 m, caratterizzata dalle sollecitazioni maggiori sui tiranti.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 123 di 131

16.2.7 VERIFICHE STRUTTURALI PALI PARATIA

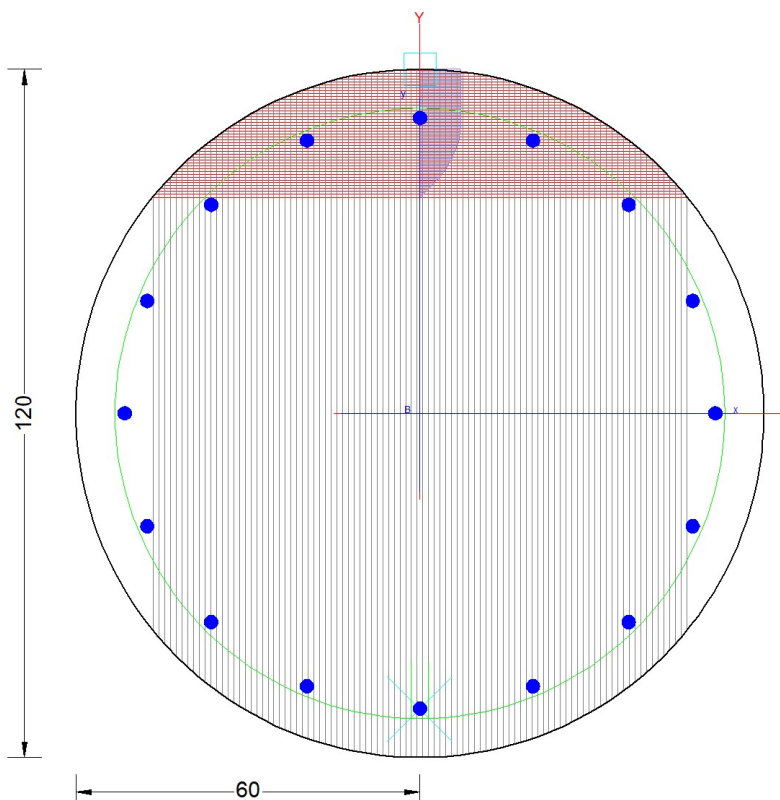
Per le verifiche strutturali dei pali della paratia si fa riferimento alle sollecitazioni riportate in Tabella 6.

Armatura tipo del palo:

- armatura longitudinale n.16 ϕ 24
- armatura trasversale spirale ϕ /10 passo 25 cm
- copriferro netto 6 cm

La percentuale di armatura longitudinale è 0.6%, superiore al valore minimo prescritto pari a 0.3% (si veda 3.10.2.9 del MdP, parte II, sez. 3).

Come indicato al 2.5.1.8.3.2.3 "Requisiti concernenti la deformabilità delle fondazioni" del MdP, parte II, sezione 2, il limite di fessurazione per le strutture a permanente contatto con il terreno è 0.2 mm con riferimento alla combinazione SLE rara.



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME SEZIONE: TR01_palo_15m_paratia

Descrizione Sezione:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica di Trave
Tipologia sezione:	EC2/EC8
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Molto aggressive
Condizioni Ambientali:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Tipo di sollecitazione:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 124 di 131

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Resis. compr. ridotta $v1 \cdot fcd$:	7.080 MPa cfr.(6.9)EC2
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-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
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Coeff. K3 Ap.fess. :	§ 7.3.4(3) EC2
	Coeff. K4 Ap.fess. :	§ 7.3.4(3) EC2
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. 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		2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta1 \cdot \beta2$:		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta1 \cdot \beta2$:		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:		360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	51.5	16	24

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 25.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 125 di 131

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	357.00	252.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	274.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	274.00 (495.73)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	274.00 (495.73)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.3	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	17.7	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.3	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (9.1N)EC2-1]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 126 di 131

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	N	0.00	357.00	0.00	1345.58	3.77	49.8(16.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
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)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
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 compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.200	0.0	60.0	0.00217	0.0	51.5	-0.01400	0.0	-51.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
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 per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000156962	-0.005917745	0.200	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	25.0 cm [Passo massimo di normativa = 74.5 cm]

Ver	S = comb. verificata / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (6.9)EC2]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(6.8) EC2]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con $L=lungh.legat.proiettata$ sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	N	252.00	2021.22	549.46	99.3	92.6	2.500	1.000	2.9	6.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

Ver	S = comb. verificata / N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 127 di 131

Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.00	0.0	0.0	-114.0	0.0	-51.5	1743	22.6	20.1	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.00	0.0	0.0	-114.0	0.0	-51.5	1743	22.6	20.1	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1 Esito della verifica
S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi $= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite $= 0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure $= 1.7 * e * sm * srm$. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.4	0	0.125	24	73	0.400	0.00023 (0.00023)	279	0.108 (0.20)	495.73	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.00	0.0	0.0	-114.0	0.0	-51.5	1743	22.6	20.1	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.4	0	0.125	24	73	0.400	0.00023 (0.00023)	279	0.108 (0.20)	495.73	0.00

16.2.8 DIMENSIONAMENTO CORDOLO PARATIA

I pali della paratia sono collegati in testa da un cordolo in c.a. di dimensioni 1.2m (V) x 1.5m (H).

Poiché tale elemento strutturale non è direttamente sollecitato dalla spinta del terreno, l'armatura longitudinale sarà costituita dal minimo previsto dalle NTC 2008 per le travi di fondazione (paragrafo 7.2.5), pari a 0.2% della sezione, sia superiormente che inferiormente.

In particolare l'armatura longitudinale prevede n.8+8 barre $\phi 24$ mm sull'altezza del cordolo (1.2 m) e n.4+4 barre $\phi 20$ mm sulla larghezza del cordolo (1.5 m), come armatura di confinamento.

Per l'armatura a taglio si fa riferimento a quanto indicato nel paragrafo 4.1.6.1.1 delle NTC 2008, pari a 1.5b, dove b è la base della sezione. Si prevedono dunque staffe $\phi 14$ mm/passi 15 cm.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 128 di 131

17 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Si riportano in seguito le verifiche di stabilità globale condotte per gli scavi di approccio fino alla testa dei pali della paratia, realizzati con pendenza 1(V):2(H) e banche ogni 3 m di altezza, e per la configurazione di scavo in seguito alla realizzazione dei pali.

Le verifiche vengono condotte in condizioni drenate poiché lo strato superficiale coinvolto nella stabilità dei fronti di scavo con pendenza 1:2 è di natura sabbiosa.

Anche per la verifica della configurazione con la paratia, si assume cautelativamente una condizione drenata a lungo termine.

Vengono omesse le verifiche in condizioni sismiche trattandosi di configurazioni provvisionali.

Parametri terreno combinazione M2:

ALL2_S: $c' = 0$ kPa, $c'_{M2} = 0$ kPa; $\phi' = 30$ kPa, $\phi'_{M2} = 24.8$ kPa

ANZ2a: $c' = 15$ kPa, $c'_{M2} = 12$ kPa; $\phi' = 22$ kPa, $\phi'_{M2} = 17.9$ kPa

Si riportano successivamente le verifiche di stabilità globale in combinazione A2+M2+R2.

17.1 PRESCAVO

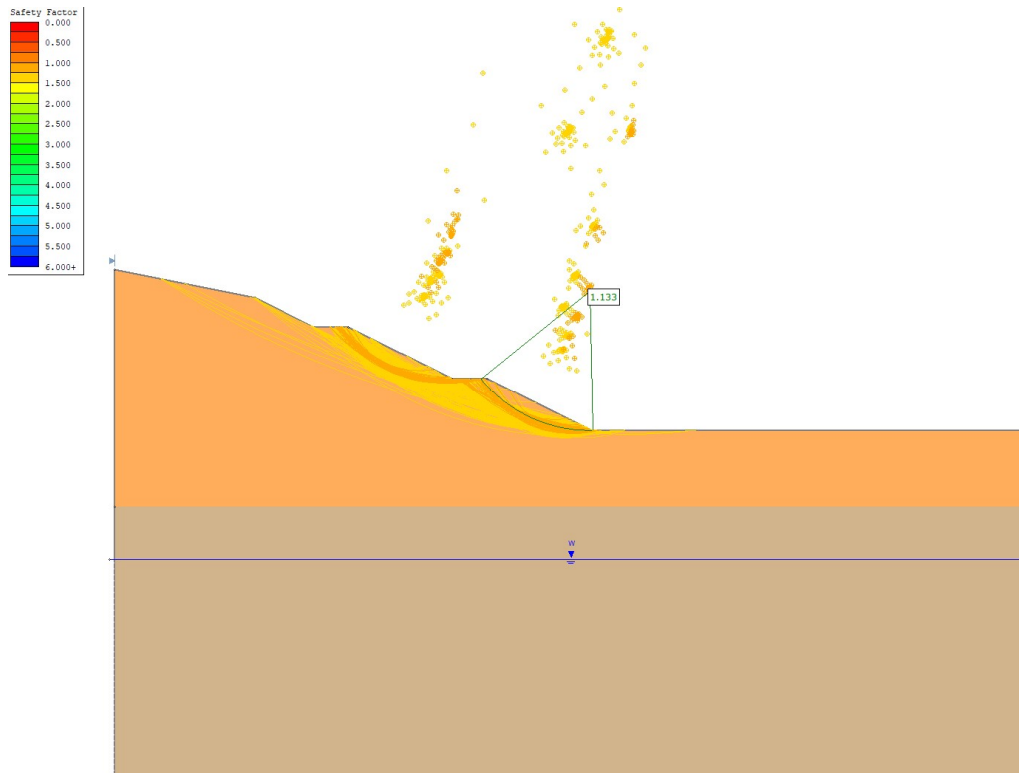


Figura 71 – Prescavo - $F_s = 1.133 > 1.1$

La superficie di scorrimento critica è caratterizzata da F_s maggiore di 1.1, pertanto le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 129 di 131

17.2 SEZIONE LONGITUDINALE – PALI L = 20 M

Si riporta in seguito la verifica di stabilità globale dell'insieme paratia-terreno per la paratia con pali di lunghezza 20 m.

La paratia è stata modellata utilizzando gli elementi *micropile* disposti ad interasse 1.4 m, ciascuno caratterizzato dalla resistenza al taglio della sezione in c.a. del palo pari a 550 kN (si veda paragrafo 16.1.7).

Ai tiranti è stata attribuita una resistenza allo sfilamento di 42.8 kN per metro lineare di bulbo, secondo quanto calcolato al paragrafo 16.1.5.

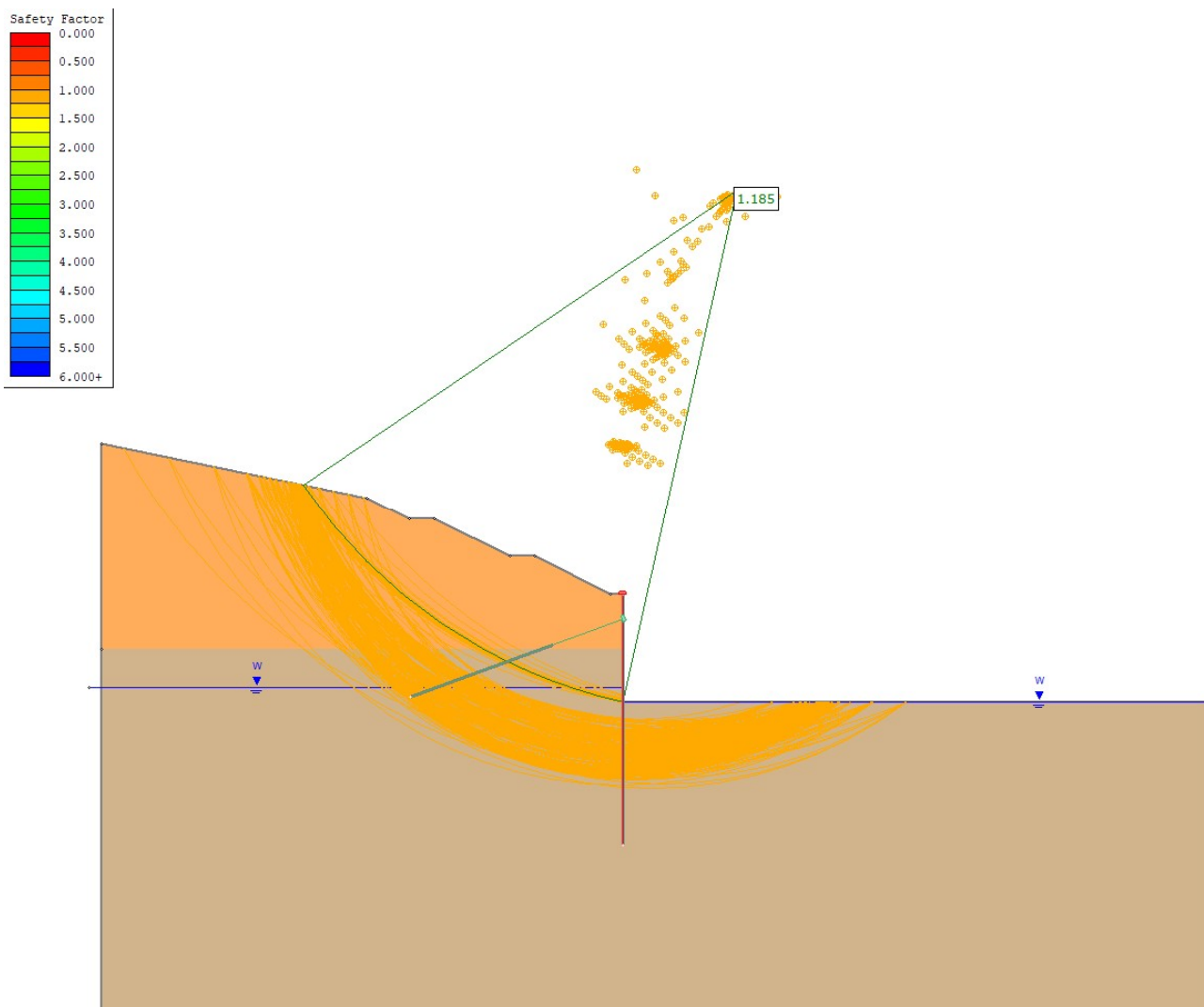


Figura 72 – Paratia pali L = 20 m - $F_s=1.185 > 1.1$

La superficie di scorrimento critica è caratterizzata da F_s maggiore di 1.1, pertanto le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 130 di 131

17.3 SEZIONE F-F – PALI L = 15 M

Si riporta in seguito la verifica di stabilità globale dell'insieme paratia-terreno per la paratia con pali di lunghezza 15 m.

La paratia è stata modellata utilizzando gli elementi *micropile* disposti ad interasse 1.4 m, ciascuno caratterizzato dalla resistenza al taglio della sezione in c.a. del palo pari a 550 kN (si veda paragrafo 16.2.7).

Ai tiranti è stata attribuita una resistenza allo sfilamento di 42.8 kN per metro lineare di bulbo, secondo quanto calcolato al paragrafo 16.2.5.

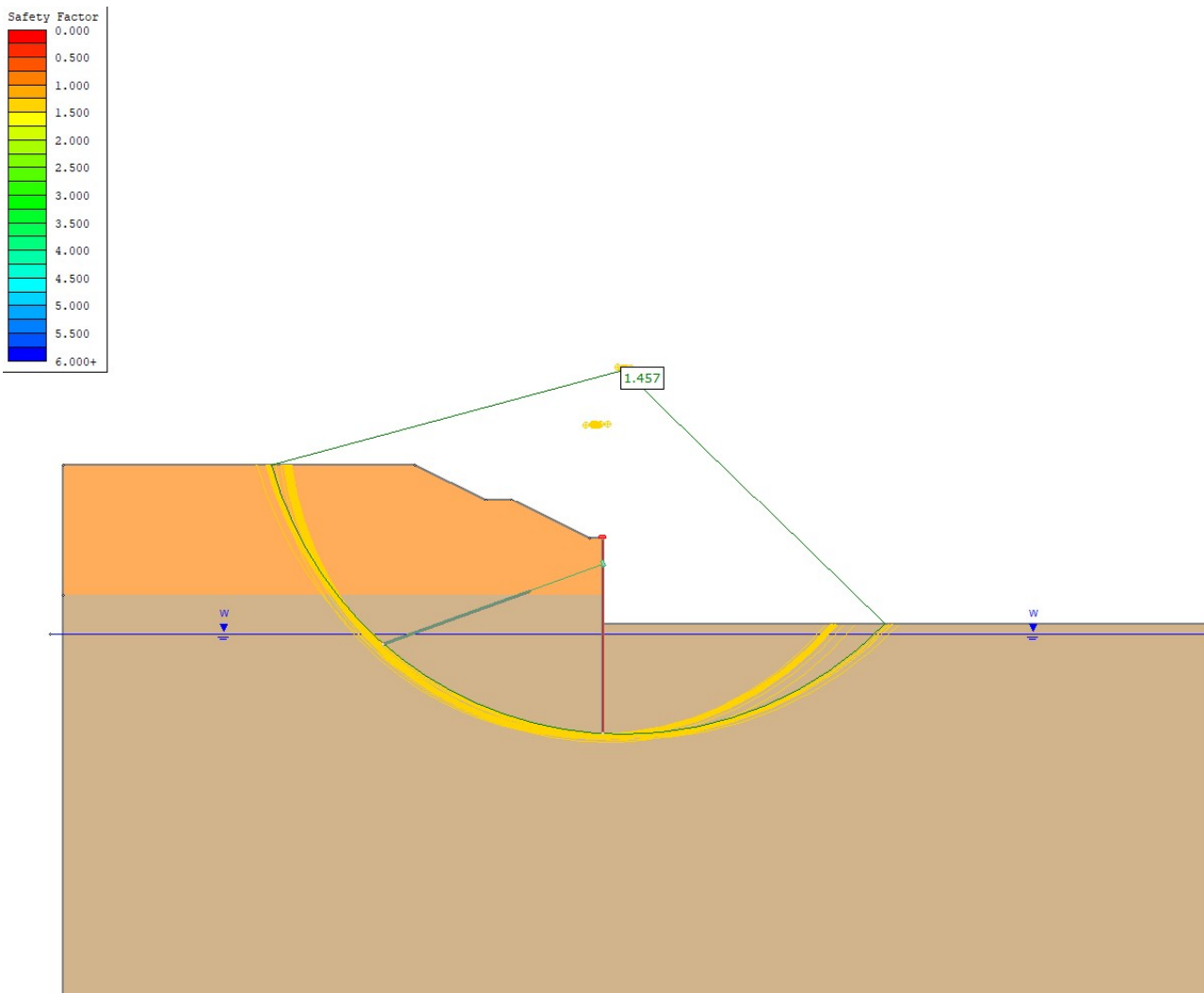


Figura 73 – Paratia pali L = 15 m - $F_s=1.457 > 1.1$

La superficie di scorrimento critica è caratterizzata da F_s maggiore di 1.1, pertanto le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0100 001	REV. B	FOGLIO 131 di 131

18 INCIDENZE PARATIA

Pali paratia

- armatura longitudinale n.16 ϕ 24
- armatura trasversale spirale ϕ 10 passo 25 cm
- incidenza 70 kg/m³

Cordolo paratia

- armatura longitudinale n.16 ϕ 24 + n.8 ϕ 20
- armatura trasversale staffe ϕ 14 passo 15 cm
- incidenza 75 kg/m³