

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

IN – INTERFERENZE ED OPERE IDRAULICHE

IN04 – TOMBINO SCATOLARE STRADALE DOPPIA CANNA 2x3x1.5 pk 0+206.50 DELL'ASSE NV02

Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R. Zanon

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

IF3A 02 E ZZ CL IN0400 001 B -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 – Emissione 180gg	P. Salvò	08/02/2022	A. Totaro	08/02/2022	T. Finocchietti	08/02/2022	Ing. R. Zanon 08/06/2022
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	P. Salvò	08/06/2022	A. Totaro	08/06/2022	A. Callerio	08/06/2022	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 3 di 163

9	MODELLAZIONE STRUTTURALE	47
9.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	47
9.2	TIPO DI ANALISI SVOLTA	47
9.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI	47
9.4	MODELLO DI CALCOLO	47
9.4.1	SCATOLARE.....	47
9.4.2	MURI AD U.....	49
9.5	MODELLAZIONE DELL'INTERAZIONE SUOLO - STRUTTURA.....	50
9.5.1	SCATOLARE.....	50
9.5.2	MURI AD U.....	52
10	CARICHI ELEMENTARI MODELLI DI CALCOLO	54
10.1	SCATOLARE.....	54
10.2	MURI AD U	62
11	RISULTATI DELLE ANALISI.....	66
11.1	INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI - SCATOLARE.....	66
11.2	INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI – MURI AD U	71
12	VERIFICHE DI SICUREZZA ULTIMA E DI ESERCIZIO.....	74
12.1	CRITERI DI VERIFICA	74
12.2	SOLLECITAZIONI DI VERIFICA - SCATOLARE.....	76
12.3	SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – MURI AD U	81
12.4	VERIFICHE – SCATOLARE	82
12.4.1	SOLETTA SUPERIORE – SEZIONE CENTRALE	82
12.4.1	SOLETTA SUPERIORE – SEZIONE LATERALE ESTERNA	88
12.4.1	SOLETTA SUPERIORE – SEZIONE LATERALE INTERNA.....	94
12.4.1	FONDAZIONE– SEZIONE CENTRALE	100
12.4.1	FONDAZIONE– SEZIONE LATERALE ESTERNA.....	105
12.4.1	FONDAZIONE– SEZIONE LATERALE INTERNA.....	110
12.4.1	PIEDRITTI ESTERNI– SEZIONE CENTRALE	115
12.4.1	PIEDRITTI ESTERNI – SEZIONE DI TESTA.....	120
12.4.1	PIEDRITTI ESTERNI – SEZIONE DI PIEDE.....	125
12.4.1	PIEDRITTO INTERNO – SEZIONE DI TESTA	130
12.4.1	PIEDRITTO INTERNO – SEZIONE DI PIEDE	135
12.5	VERIFICHE – MURI AD U	140
12.5.1	FONDAZIONE – SEZIONE CENTRALE	140
12.5.1	FONDAZIONE – SEZIONE LATERALE.....	146
12.5.1	PIEDRITTO – SEZIONE AL PIEDE	151

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0400 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">4 di 163</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	4 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	4 di 163													
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo																		

13	VERIFICHE GEO	156
13.1	SCATOLARE.....	156
13.2	MURI AD U	159
14	VERIFICA AL SOLLEVAMENTO	161
14.1	SCATOLARE.....	161
14.2	MURI AD U	162
15	INCIDENZA ARMATURE	163

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 5 di 163

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Orsara – Hirpinia oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Nel presente elaborato sono riportati i criteri progettuali e le verifiche strutturali seguiti per il dimensionamento e le verifiche di resistenza del tombino stradale a doppia canna IN04. Il manufatto è situato al km 0+237.51 del tratto stradale NV02.

Ogni canna è larga 3.00 m ed ha un'altezza netta di 1.50 m. I piedritti hanno spessore pari a 0.40 m, così come la soletta di copertura e la soletta di fondazione. Il tombino ha una lunghezza totale di 10.50 m ed un ricoprimento totale di 0.35 m, misurato all'estradosso della copertura.

I manufatti di raccordo ad U hanno le pareti verticali di spessore pari a 0.30 m e la soletta di fondazione di spessore pari a 0.40m. In particolare, nel presente documento si espongono i calcoli strutturali relativi al manufatto con le pareti di altezza netta massima pari a 1.65 m.

Tutte le opere sono realizzate in cemento armato gettato in opera.

L'analisi strutturale delle opere viene effettuata su un modello piano che descrive una striscia larga 1.00 m secondo i criteri di calcolo descritti nei paragrafi seguenti.

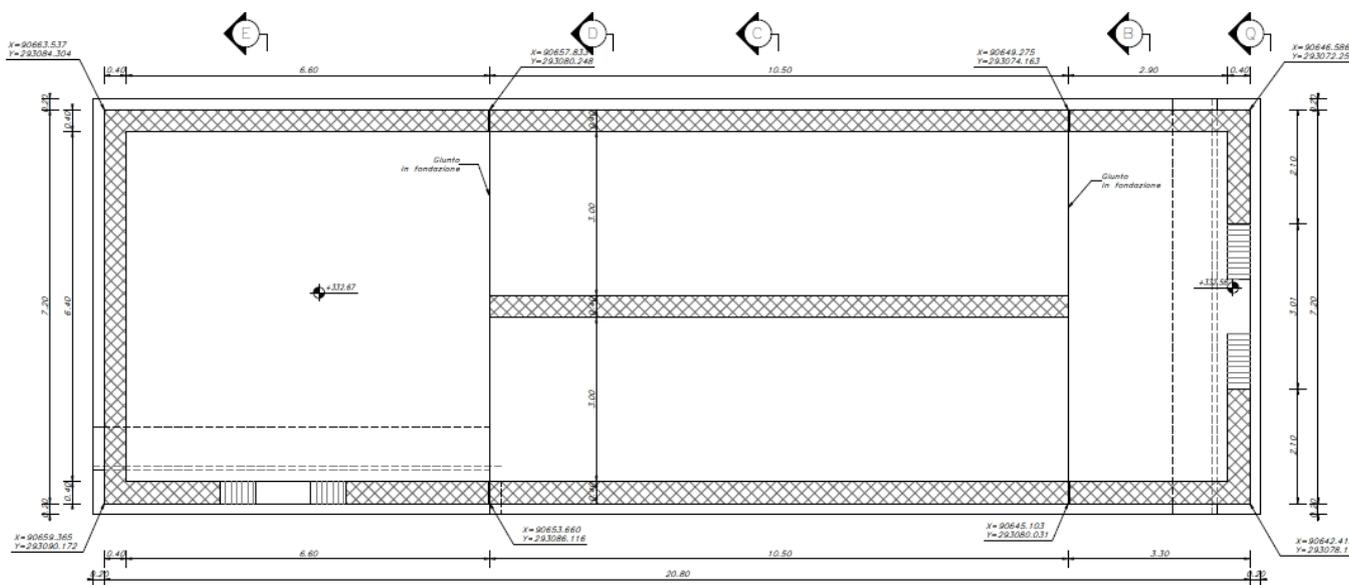


Figura 1.1: pianta

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 7 di 163

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Rif.[1] Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Rif.[2] D.M. del 17.01.2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” (NTC 2018)
- Rif.[3] Circolare del 21.01.2019 contenente le istruzioni per le l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 17.01.2018
- Rif.[4] EN 1991-2 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: carichi da traffico sui ponti”.
- Rif.[5] EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici”.
- Rif.[6] EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 2: ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”.
- Rif.[7] EN 1997-1 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1: Regole generali”.
- Rif.[8] Regolamento (UE) n.1299/2014 del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.
- Rif.[9] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E Manuale di progettazione delle opere civili parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture
- Rif.[10] RFI DTC SI PS SP IFS 001 E Manuale di progettazione delle opere civili parte II - Sezione 6 - Opere in conglomerato cementizio e in acciaio

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell’Ente FF.SS.

2.2 DOCUMENTI CORRELATI

- Rif.[11] IF3A02EZZBBIN0400001A – Tombino scatolare IN04 - Carpenterie
- Rif.[12] IF3A02EZZPBIN0400001A – Tombino scatolare IN04 - Pianta fondazioni e pianta scavi
- Rif.[13] IF3A.0.2.E.ZZ.F6.GE.01.0.6.003 - Profilo Geotecnico - Viabilità SSE
- Rif.[14] IF3A.0.2.E.ZZ.RB.GE.01.0.6.001.B - Relazione Geotecnica Generale
- Rif.[15] IF3A.0.2.E.ZZ.RB.GE.03.0.6.001.B - Relazione sismica Generale
- Rif.[16] IF3A.0.2.E.ZZ.RB.GE.03.0.6.001.B - Relazione sismica Generale

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 8 di 163

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Classi di resistenza:

- CLS magro e getto di livellamento C12/15
- CLS per soletta di fondazione C30/37
- CLS per piedritti C30/37
- CLS per soletta superiore C30/37

Caratteristiche di resistenza:

$E = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Modulo elastico
R_{ck}	Resistenza cubica caratteristica a compressione
$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck}$	Resistenza cilindrica caratteristica a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Resistenza cilindrica media a compressione
$f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / \gamma_c$	Resistenza di calcolo a compressione
$f_{ctm} = 0,3 \times (f_{ck})^{2/3}$	Resistenza media a trazione assiale (semplice) ($\leq C50/60$)
$f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm}$	Resistenza caratteristica a trazione assiale (semplice) corrispondente al frattile 5%
$f_{cfm} = 1,2 \times f_{ctm}$	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{cfk} = 0,7 \times f_{cfm}$	Resistenza caratteristica trazione per flessione
$\gamma_c = 1,5$	coefficiente di sicurezza cls

classi di resistenza	Rck MPa	E MPa	fck MPa	fcd MPa	fcm MPa	fctm MPa	fctk MPa	fctd MPa	fcfm MPa	fcfk MPa
C30/37	37	32837	30.00	17.00	38.00	2.90	2.03	1.35	3.48	2.43

Classi di esposizione:

- CLS magro e getto di livellamento X0
- CLS per soletta di fondazione XA1
- CLS per piedritti XA1
- CLS per soletta superiore XA1

Condizioni ambientali:

In ottemperanza alla Tabella 4.1.III delle NTC2018 le condizioni ambientali aggressive per l'opera in esame.

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 9 di 163

Copriferro su barre B450C (mm):

Per copriferro delle armature si intende la distanza tra la superficie esterna dell'armatura, inclusi collegamenti e staffe, e la superficie di calcestruzzo più vicina.

Il valore minimo del copriferro è stabilito in conformità e a quanto indicato nel *Manuale di progettazione delle opere civili parte II - sezione 2 - ponti e strutture* Cod. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E.

In particolare, in ottemperanza alla Tabella del Manuale succitato e di seguito riportata, il valore minimo del copriferro risulta pari a 40 mm ed essendo le condizioni ambientali aggressive il valore indicato in tabella va aumentato di 10 mm.

Il copriferro minimo risulta, inoltre, conforme alle NTC2018 ed alla tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019.

Elemento strutturale	Copriferro minimo
Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in opera	60mm
Pali/diaframmi di fondazione gettati in opera	60mm
Pali di fondazione prefabbricati	60mm
Solettoni di fondazione, fondazioni armate	40mm
Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinte, ecc.)	40mm
Cunette canalette e cordoli	40mm
Opere in elevazione in viste (pile, spalle, pulvini, boggioni)	40mm
Opere in elevazione con superfici interrato o non ispezionabili	40mm
Solette estradosso	35mm
Solette intradosso (getto in opera)	35mm
Impalcati armatura ordinaria	40mm
Impalcati in C.A.P. - cavi pre-tesi	Max (3Ø _{TR} ; 50mm)
Impalcati in C.A.P. cavi post-tesi	Max (Ø _C ; 60mm)
Predalles prefabbricate con funzioni strutturali	25mm
Predalles senza funzioni strutturali	Max (Ø _{inf} ; 20mm)

Tabella 2.5.2.2.3.2.-1

Si assume:

- CLS per soletta di fondazione 50 mm
- CLS per piedritti 50 mm
- CLS per soletta superiore 50 mm

Verifica a fessurazione:

Le verifiche tensionali e fessurative vanno eseguite secondo quanto riportato nel Manuale RFI cod. DTCSICSMIAIFS001A capitolo 3.10.3.2.2 ("Le verifiche strutturali agli Stati Limite di Esercizio dovranno essere condotte secondo quanto riportato nel Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture, con particolare riferimento al paragrafo 2.5.1.8.3.2.1, per i valori limite delle tensioni, ed al paragrafo 2.5.1.8.3.2.4, per le verifiche a fessurazione") secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 delle NTC2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$w_k \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

(combinazione rara)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 10 di 163

Verifica delle Tensioni di esercizio:

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori limite di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, sono quelli indicati nel Manuale di RFI cod. DTCSICSMAIFS001A, ovvero la tensione massima del calcestruzzo deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c \leq 0.55 f_{ck} = 16.5 \text{ Mpa} \quad (\text{combinazione rara})$$

$$\sigma_c \leq 0.40 f_{ck} = 12.0 \text{ Mpa} \quad (\text{ombinazione quasi permanente})$$

In via cautelativa le sollecitazioni impiegate nelle verifiche agli SLE sono calcolate in combinazione RARA (più gravose delle sollecitazioni Q.P.). Tuttavia, nelle verifiche tensionali è stato considerato il valore più cautelativo tra i limiti tensionali previsti nel Manuale di RFI per le combinazioni allo SLE Rara e Q.P, pari a:

$$\sigma_c \leq 0.40 f_{ck} = 12.0 \text{ Mpa} \quad (\text{ombinazione quasi permanente})$$

3.2 ACCIAIO DA ARMATURA ORDINARIA

Acciaio ordinario per calcestruzzo armato tipo B450C

Caratteristiche di resistenza:

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ Tensione caratteristica di snervamento
 $\gamma_s = 1.15$ coefficiente di sicurezza
 $f_{yd} = 391.3 \text{ MPa}$ Resistenza di calcolo

Verifica delle Tensioni di esercizio:

Il valore limite di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, è quelli indicati nel Manuale di RFI, ovvero la tensione massima nell'acciaio deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_a \leq 0.75 f_{yk} = 338.0 \text{ MPa} \quad (\text{combinazione rara}).$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
M-INGEGNERIA PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 11 di 163

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Di seguito si riporta la caratterizzazione geotecnica del tombino oggetto della presente relazione di calcolo, situato al km 0+237.51 del tratto stradale NV02. Il sondaggio di riferimento è il IF16R24. Si riporta di seguito uno stralcio di quest'ultimo elaborato.

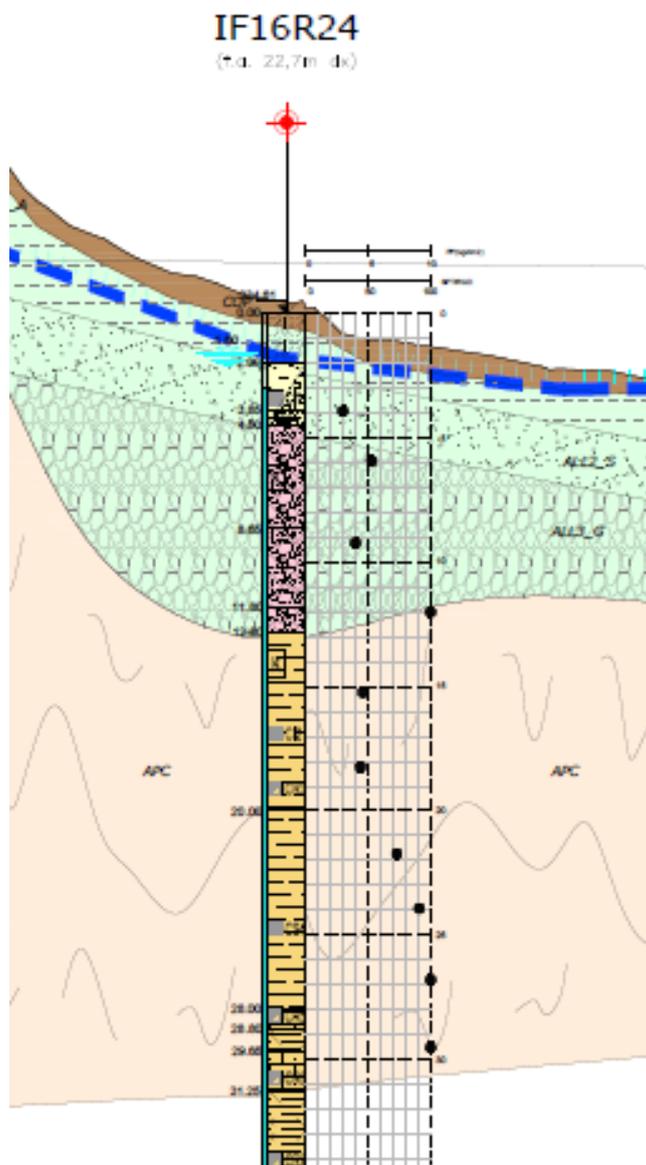


Figura 4-1 – Stralcio profilo geotecnico tratta di riferimento

Dal sondaggio di riferimento e dalle misure piezometriche si ricava la seguente stratigrafia di riferimento.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 12 di 163

Tabella 4-1 Stratigrafia e falda di riferimento

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione
1	0.0	2.0	Terreno di copertura
2	2.0	4.5	<u>Depositi alluvionali sabbiosi</u> (ALL_2S)
3	4.5	10	<u>Depositi alluvionali ghiaiosi</u> (ALL_3G)
4		>10	APC
Profondità della falda: 0.60 m da p.c.			

Quota progetto	<u>334.87</u>	mslm
Quota estradosso struttura media	<u>334.53</u>	mslm
Ricoprimento totale	<u>0.35</u>	m
Altezza totale opera	2.30	m
Quota fondazione opera	332.23	mslm
Quota piano campagna	<u>334.47</u>	mslm
Profondità fondazione opera da p.c.	<u>2.25</u>	m
Profondità falda da p.c.	<u>0.60</u>	m
Quota falda	333.87	mslm
Altezza falda da estradosso fondazione	1.25	m

Essendo la profondità della fondazione dal p.c. pari a 2.25 m, con riferimento alla Tabella 4-1, si conclude che l'imposta fondazione è situata sullo strato denominato **ALL2_S** al disotto della quota di falda, individuata a 0.60m dal piano campagna. Si riportano di seguito i parametri geotecnici caratteristici per la stratigrafia di riferimento.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 13 di 163

Tabella 4-2 Sintesi parametrizzazione geotecnica terreni – Raccordo provvisorio pk 68+550 - 68+950.

Unità		ALL1_A COP	ALL2_S	ALL3_G	APC
<i>Proprietà</i>	<i>u.m.</i>	<i>range</i>	<i>range</i>	<i>range</i>	<i>range</i>
γ	kN/m ³	18-19.5	19.5	18-20	19-23
e_0	-	0.75-0.8	-	-	0.3-0.65
Cc	-	0.11	-	-	0,13-0,15
Cs	-	0.01	-	-	0,02-0,05
Dr	%	-	70-95	60-95	-
I _p	%	15-21	-	-	5-35
c'	kPa	2	-	-	3-30
ϕ'	°	22	20-40	36-42	20-27
OCR	-	1-4	-	-	1-3
Cu	kPa	35-100	-	-	230-320
E ₀	MPa	100-340	130-300	250-600	200-1500
E _{0/5}	MPa	20-68	25-60	40-120	40-300
E _{0/10}	MPa	10-34	13-30	20-60	20-150
k	m/s	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸	5 10 ⁻⁶ -4 10 ⁻⁷	4-10 ⁻⁴ -5 10 ⁻⁶	3 10 ⁻⁹ -10 ⁻⁸

I parametri verranno utilizzati per la caratterizzazione dell'interazione terreno-struttura, ricavando la costante di sottofondo alla Winkler da utilizzare nella modellazione del suolo sotto la fondazione del manufatto (vedi § 9.5).

Caratteristiche terreno di fondazione: ALL_2S

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

$$\phi' = 33^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$E_0 = 215 \text{ MPa}$$

Per quanto concerne il terreno di ricoprimento ed ai lati dello scatolare, secondo quanto indicato nel Manuale RFI cod. DTCSICSMAIFS001A capitolo 3.5.2.3.3 *Carichi permanenti*, per le caratteristiche dei rilevati stadali si assumono i seguenti valori dei parametri geotecnici caratteristici, che verranno utilizzati per il calcolo dei carichi di progetto:

$$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 35^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 14 di 163

5 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici e di progetto in termini di accelerazioni orizzontali e verticali in accordo alle NTC2018.

Nei seguenti paragrafi si riporta il calcolo dei parametri per la valutazione degli spettri in accelerazione orizzontale e verticale.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione alla vita nominale (V_N) ad essa associata. La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. delle NTC2018 di seguito riportata.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Per le opere previste in progetto si ha $V_N = 75$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le opere in progetto ricadono nella Classe D'uso III.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tabella, per l'opera in esame risulta pari a **1.5**.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 16 di 163

L'azione sismica di progetto è definita per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Il periodo di ritorno di quest'ultima - in funzione della vita utile, della classe d'uso, del tipo di costruzione e dello stato limite di riferimento (prima definiti) - è di 1068 anni.

La forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 , 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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,381 g
F_0	2,290
T_C^*	0,419 s
S_s	1,177
C_C	1,400
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,177
η	1,000
T_B	0,195 s
T_C	0,586 s
T_D	3,123 s

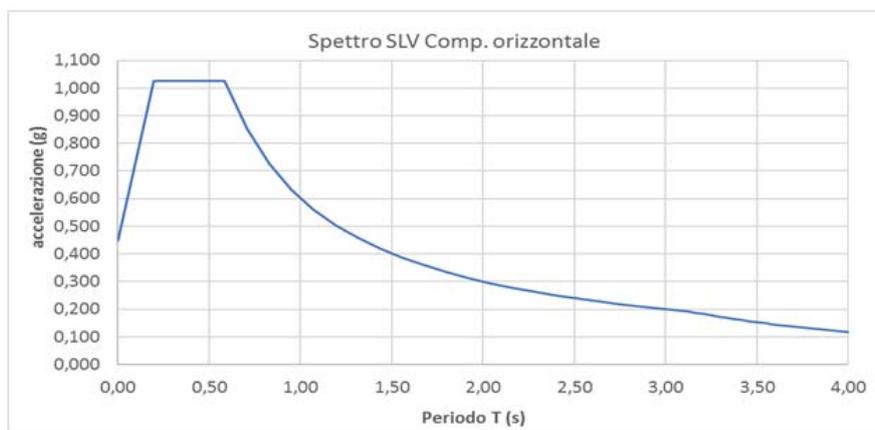
Per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) risulta quanto segue.

Tabella 5-1 Azione sismica di riferimento

Accelerazione di riferimento a_g/g	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	Vita nominale	Classe d'uso	Accelerazione massima attesa in sito a_{gmax}/g
0.381	C	T1	75	III	0.448

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Si assume un fattore di struttura $q=1$.

I dati così ottenuti sono stati richiamati nel programma di calcolo per effettuare un'analisi pseudo-statica lineare. Si riporta di seguito il grafico dello spettro SLV in componente orizzontale.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 17 di 163

6 ANALISI DEI CARICHI - SCATOLARE

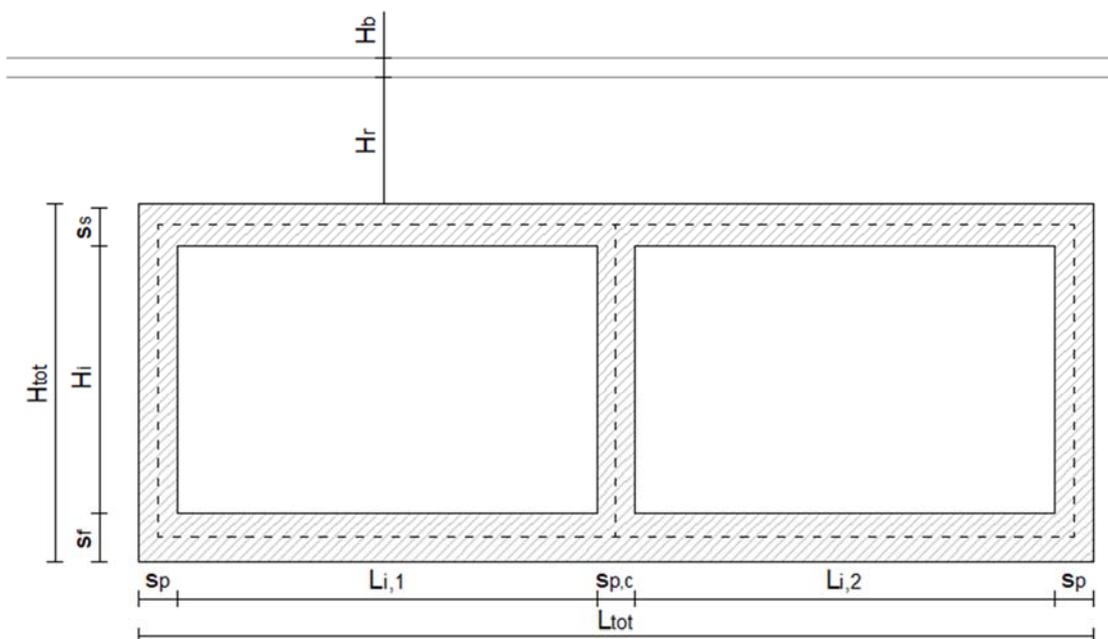
Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sulla struttura in oggetto. In particolare, il tombino è caratterizzato da due canne di larghezza netta pari a 3.00 m ed altezza netta di 1.50 m. I piedritti e la soletta di copertura hanno spessore pari a 0.40 m così come la soletta di fondazione. Il tombino ha una lunghezza totale di 10.50 m ed un ricoprimento totale di 0.35 m, misurato all'estradosso della copertura.

Le azioni sono definite secondo la normativa di riferimento e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio e in presenza dell'evento sismico. Tutti i carichi elementari si riferiscono a un concio longitudinale di lunghezza unitaria, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

Si sintetizzano di seguito i dati geometrici relativi all'opera.

Caratteristiche geometriche scatolare

	IN04
Altezza interna scatolare 1	$H_i = 1.50$ m
Larghezza interna scatolare 1	$L_{i,1} = 3.00$ m
Altezza interna scatolare 2	$H_i = 1.50$ m
Larghezza interna scatolare 2	$L_{i,2} = 3.00$ m
Spessore piedritti esterni	$s_p = 0.40$ m
Spessore piedritto centrale	$s_{p,c} = 0.40$ m
Spessore soletta	$s_s = 0.40$ m
Spessore fondazione	$s_f = 0.40$ m
Altezza totale	$H_{tot} = 2.30$ m
Larghezza totale	$L_{tot} = 7.20$ m
Lunghezza opera	$L_{long} = 10.50$ m
caratteristiche rilevato	rilevato = stradale -
spessore pavimentazione	$s_p = 0.12$ m
Spessore del rinterro	$H_r = 0.23$ m
Larghezza striscia di calcolo	$b = 1.00$ m



Caratteristiche geometriche

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 18 di 163

6.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Il peso proprio dello scatolare viene calcolato in automatico dal programma di calcolo utilizzato una volta definite le caratteristiche geometriche e le proprietà dei materiali. Sono di seguito riportate le caratteristiche geometriche del manufatto e le azioni permanenti strutturali.

Caratteristiche geometriche scatolare

altezza interna tombino 1 e 2	$H_i =$	<u>1.50</u>	m
larghezza interna tombino 1 e 2	$L_i =$	<u>3.00</u>	m
spessore piedritti	$s_p =$	<u>0.40</u>	m
spessore soletta	$s_s =$	<u>0.40</u>	m
spessore fondazione	$s_f =$	<u>0.40</u>	m

AZIONI PERMANENTI G1

sigla F.E.M.

Peso proprio della struttura

peso soletta superiore	$P_s = s_s \cdot \gamma =$	<u>10.00</u>	kN/m ²	G1
peso fondazione	$P_f = s_s \cdot \gamma =$	<u>10.00</u>	kN/m ²	G1
peso piedritti	$P_p = s_p \cdot \gamma =$	<u>10.00</u>	kN/m ²	G1

6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sono di seguito esplicitati i carichi permanenti non strutturali verticali dovuti alla pavimentazione stradale ed al ricoprimento di terreno gravanti sulla soletta superiore, nonché le spinte da essi generate sui piedritti dell'opera.

Approccio di calcolo per le verifiche agli stati limite

Approccio 2

Caratteristiche terreno di ricoprimento

peso specifico	rilevato =	<u>stradale</u>
angolo di attrito	$\gamma_r =$	<u>19</u> kN/m ³
coesione	$\phi =$	<u>35</u> °
coefficiente di spinta a riposo	$c =$	<u>0</u> kN/m ²
	$\phi(M1) =$	<u>35</u>
	$k_0(M1) =$	<u>0.426</u> -

Caratteristiche pavimentazione

peso specifico pavimentazione	$\gamma_b =$	<u>22</u> kN/m ³
altezza media P.F. ed estradosso sub-ballast	$H_b =$	<u>0.12</u> m

Falda

altezza falda da estradosso fondazione	$Z_w =$	<u>1.25</u> m
peso specifico	$\gamma_w =$	<u>10</u> kN/m ³

Caratteristiche geometriche scatolare

altezza interna tombino 1 e 2	$H_i =$	<u>1.50</u>	m
larghezza interna tombino 1 e 2	$L_i =$	<u>3.00</u>	m
spessore piedritti	$s_p =$	<u>0.40</u>	m
spessore soletta	$s_s =$	<u>0.40</u>	m
spessore fondazione	$s_f =$	<u>0.40</u>	m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 19 di 163

AZIONI PERMANENTI G2 (carichi verticali)

sigla F.E.M.

Peso permanenti portati soletta superiore

pressione terreno di ricoprimento

$$p_t = z_1 \cdot \gamma_r = \underline{\underline{4.37}} \text{ kN/m}^2$$

G2

pressione pavimentazione

$$p_b = H_b \cdot \gamma_b = \underline{\underline{2.64}} \text{ kN/m}^2$$

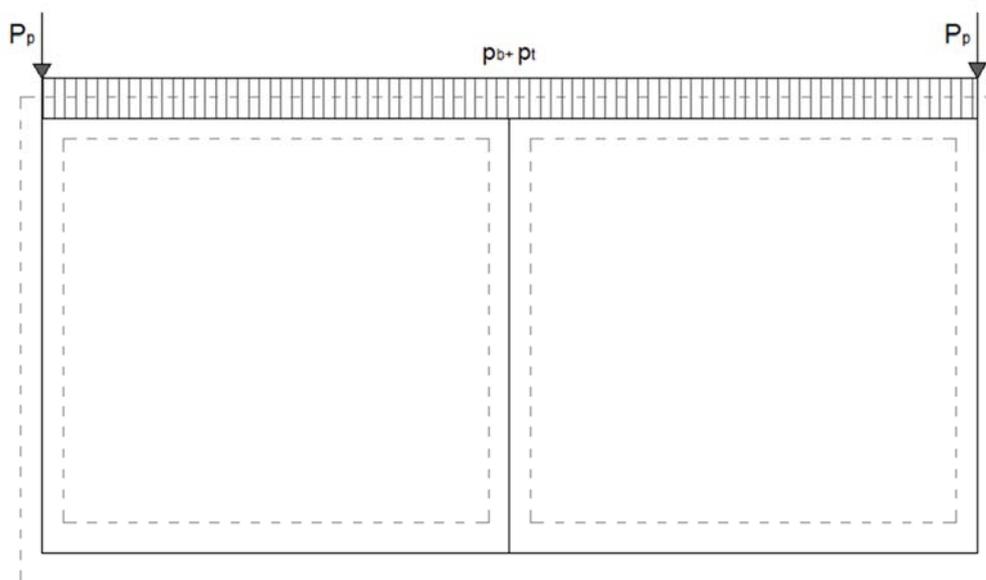
G2

In più, viene aggiunto, un carico concentrato nei nodi tra la soletta sup e i piedritti dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto:

Pressione totale su semi spessore

$$P_p = (p_b + p_t) \cdot s_p/2 = \underline{\underline{1.40}} \text{ kN/m}$$

G2


Carichi permanenti sulla soletta di copertura (G2)

 La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

$$\sigma = z_i \cdot \gamma_r \cdot K_0 + p_b \cdot K_0$$

Le spinte del terreno di rinfianco vengono portate in conto assumendo uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta a riposo ridotta a 0.60 sul piedritto destro. In aggiunta, si considera anche la condizione di carico con spinte equilibrate su entrambi i piedritti.

Quote di riferimento

ricoprimento terreno da estradosso soletta

$$H_r = z_1 = \underline{\underline{0.23}} \text{ m}$$

mezzeria soletta superiore

$$z_2 = \underline{\underline{0.43}} \text{ m}$$

falda

$$z_3 = \underline{\underline{0.88}} \text{ m}$$

mezzeria soletta di fondazione

$$z_4 = \underline{\underline{2.33}} \text{ m}$$

intradosso solettadi fondazione

$$z_5 = \underline{\underline{2.53}} \text{ m}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 20 di 163

AZIONI PERMENENTI G2 (spinte) sigla F.E.M.

Calcolo delle Spinte sui piedritti

spinta pavimentazione	$p_{b,h} = p_b \cdot k_0 =$	1.13 kN/m ²	
spinta alla quota di estradosso sol. sup.	$p_1 = z_1 \cdot \gamma_r \cdot k_0 + p_{b,h} =$	2.99 kN/m ²	
spinta in asse sol. sup.	$p_2 = p_1 + (z_2 - z_1) \cdot \gamma_r \cdot k_0 =$	4.61 kN/m ²	SPT _{sx/dx}
quota falda	$p_3 = p_2 + (z_3 - z_2) \cdot \gamma_r \cdot k_0 =$	8.26 kN/m ²	
spinta in asse sol. inf.	$p_4 = p_3 + (z_4 - z_3) \cdot (\gamma_r - \gamma_w) \cdot k_0 =$	13.82 kN/m ²	
spinta intradosso sol. inf.	$p_5 = p_4 + (z_5 - z_4) \cdot (\gamma_r - \gamma_w) \cdot k_0 =$	14.59 kN/m ²	

Spinta falda sui piedritti

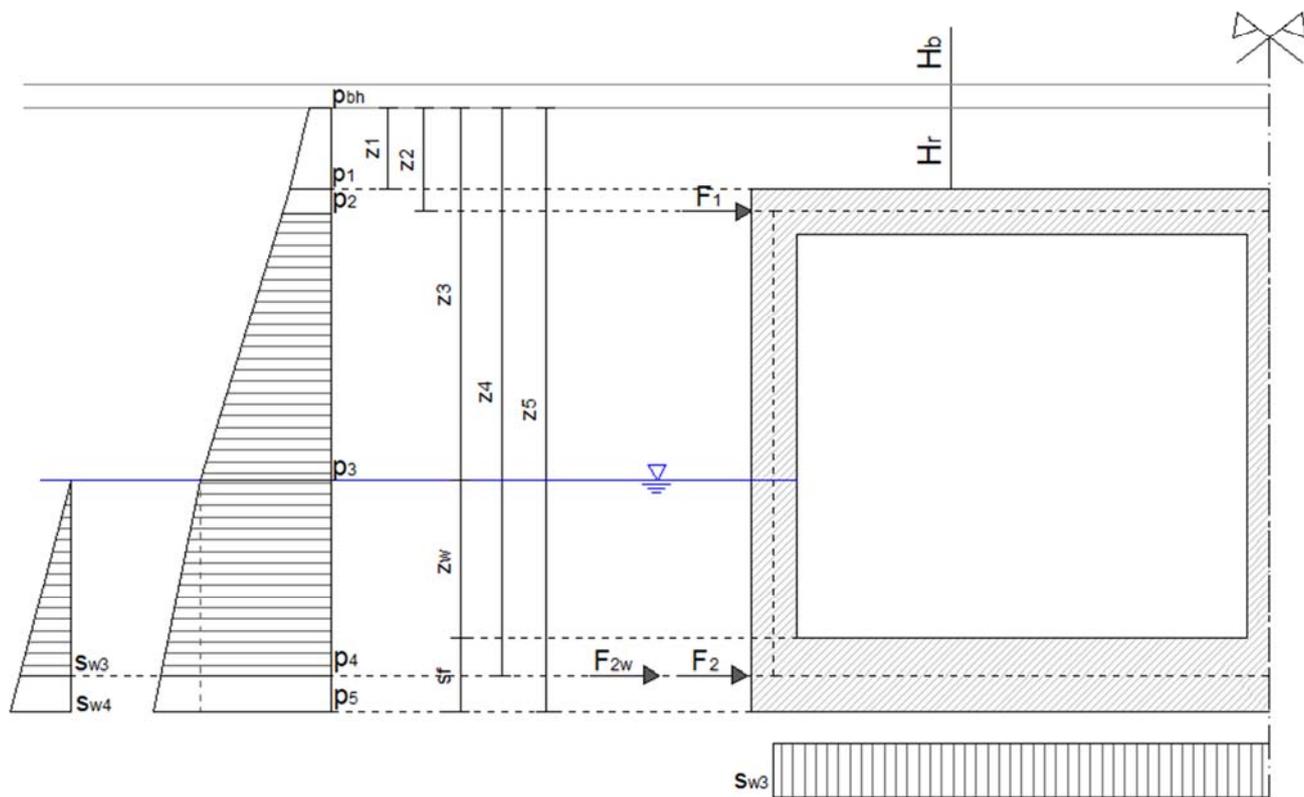
quota falda	$s_{2,w} =$	0.00 kN/m ²	SPT _{sx/dx}
mezzeria soletta di fondazione	$s_{3,w} = (z_w + s_f/2) \cdot \gamma_w =$	14.50 kN/m ²	
intradosso soletta di fondazione	$s_{4,w} = (z_w + s_f) \cdot \gamma_w =$	16.50 kN/m ²	

In più, viene aggiunto, un carico concentrato orizzontale nei nodi sup e inf dei piedritti e dovuto alla spinta del terreno e dell'acqua esercitata su 1/2 della soletta sup. e su 1/2 della soletta inf.:

spinta semispessore sol. sup.	$F_1 = (p_1 + p_2) / 2 \cdot s_s / 2 =$	0.76 kN/m	SPT _{sx/dx}
spinta semispessore sol. inf.	$F_2 = (p_3 + p_4) / 2 \cdot s_f / 2 =$	2.84 kN/m	
spinta falda semispessore sol. inf.	$F_{2,w} = (s_{w3} + s_{w4}) / 2 \cdot s_f / 2 =$	3.10 kN/m	

Sottospinta sulla fondazione

$s_w = (z_w + s_f/2) \cdot \gamma_w =$	14.50 kN/m ²	SW
--	--------------------------------	----



Spinte sui piedritti in condizioni statiche (SPT_{sx} e SPT_{dx})

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 21 di 163

6.3 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO

6.3.1 Sovraccarico accidentale mobile

Le azioni variabili da traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dallo schema di carico di seguito riportato, in conformità alla normativa di riferimento NTC2018:

❖ Schema di carico 1:

Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. È costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti, come mostrato in Figura 5-1.

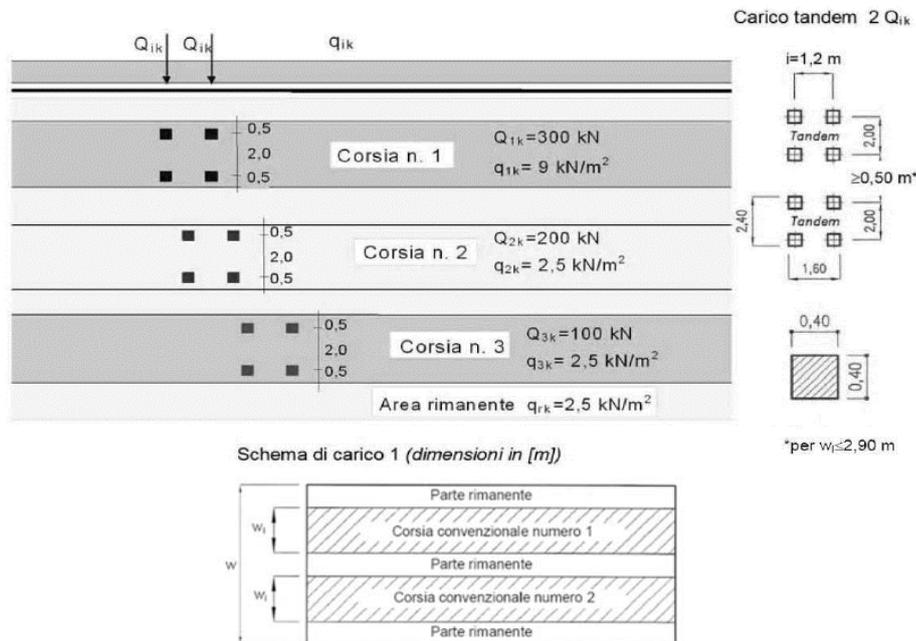


Figura 5.1.1 – Esempio di numerazione delle corsie

Tabella 5.1.I - Numero e Larghezza delle corsie

Larghezza di carreggiata "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40$ m	$n_k = 1$	3,00	$(w-3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$n_k = 2$	w/2	0
$6,0 \text{ m} \leq w$	$n_k = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_k)$

Figura 6.1: Schema di carico 1

I carichi vengono applicati su corsie di carico di larghezza 3m, secondo le seguenti colonne di carico:

- prima colonna di carico costituita da due carichi assiali $Q_{1k} = 300$ kN e un carico uniformemente distribuito $q_{1k} = 9$ kN/m²;
- seconda colonna di carico analoga alla prima, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{2k} = 200$ kN e $q_{2k} = 2,5$ kN/m²;
- terza colonna di carico analoga alla prima, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{3k} = 100$ kN e $q_{3k} = 2,5$ kN/m²;
- quarta colonna di carico e/o area rimanente costituita da un carico uniformemente distribuito pari a $q_{rk} = 2,5$ kN/m².

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 22 di 163

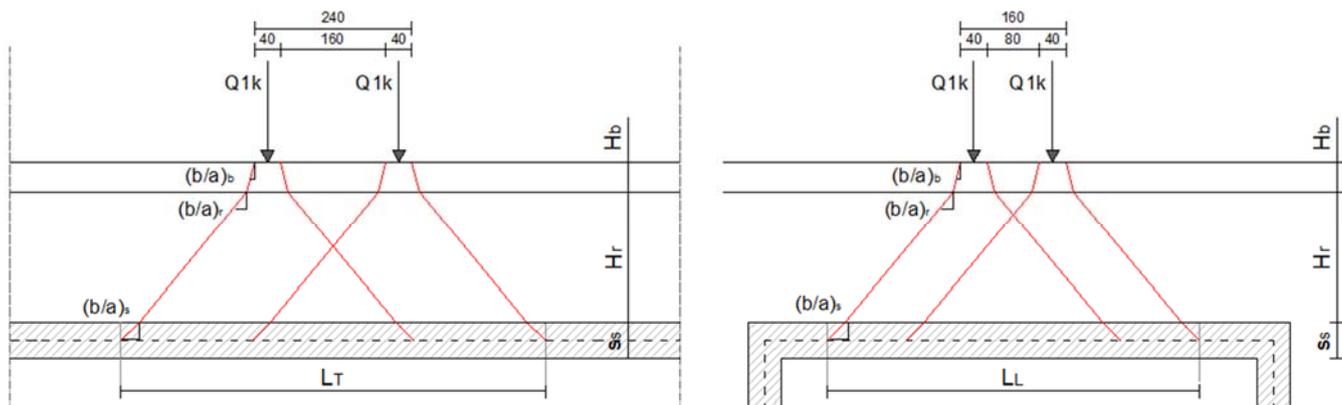
Diffusione dei carichi

La diffusione fino al piano medio della struttura della soletta si assume che avvenga con un angolo di 30° attraverso la pavimentazione e lo spessore del rilevato, con un angolo di 45° nella soletta in c.a..

Materiali	α_i	$b_i \setminus a_i$
pavimentazione	30.00	0.58
ricoprimento	30.00	0.58
soletta	45.00	1.00

$$L_i = 0.40 + 2 \cdot [(H_b) \cdot (b/a)_b + H_r \cdot (b/a)_r + s_s/2 \cdot (b/a)_s]$$

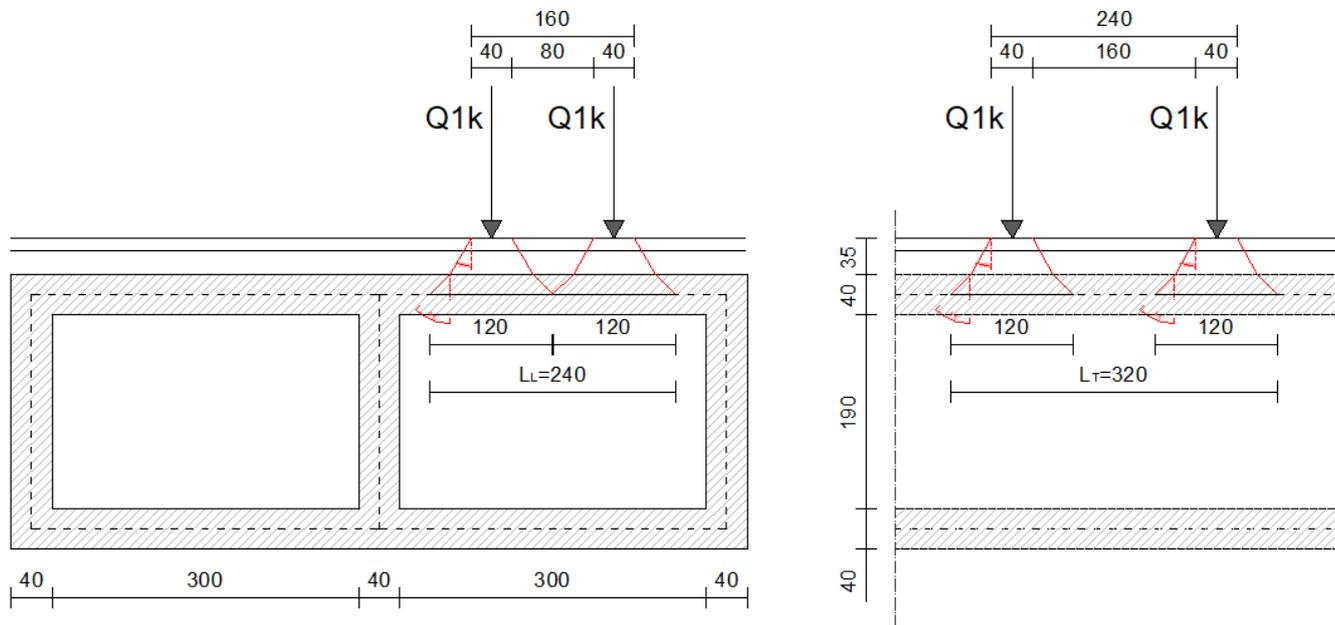
ruota	impronta singolo asse		0.40	m
H_b	Spessore pavimentazione		0.12	m
H_r	altezza ricoprimento		0.23	m
s_s	spessore soletta		0.40	m
L_i	lunghezza di diffusione singolo asse		1.20	m
a	interasse trasversale assi		2.00	m
b	interasse longitudinale assi		1.20	m
L_T	lunghezza trasversale di diffusione	$L_T = a + L_i =$	3.20	m
	zona di sovrapposizione trasversale =		0.00	m
L_L	lunghezza longitudinale di diffusione	$L_L = b + L_i =$	2.40	m
	zona di sovrapposizione longitudinale =		0.00	m



Schema di diffusione dei carichi

Si riporta di seguito lo schema di diffusione longitudinale e trasversale per l'opera in esame.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 23 di 163



La struttura è stata calcolata secondo due disposizioni dei carichi mobili:

- Condizione Q_M : disposizione dei carichi per massimizzare le sollecitazioni flettenti sul traverso
- Condizione Q_T : disposizione dei carichi che massimizza il taglio sul traverso

Per la condizione di carico Q_M il sovraccarico stradale Q_{vk} viene applicato al centro della soletta di copertura di una delle due canne su una impronta pari a L_L , mentre il carico distribuito q_{vk} sui tratti rimanenti. Per la condizione di carico Q_T il sovraccarico Q_{vk} viene applicato agli estremi della soletta di copertura di una delle due canne su una impronta pari a L_L ,

SOVRACCARICO ACCIDENTALE MOBILE

Sigla F.E.M.

I carichi tandem sono considerati uniformemente distribuiti sulle lunghezze di diffusione trasversale e longitudinale portando in conto eventuali zone di sovrapposizione dei coni di diffusione dei singoli assi tandem.

	lunghezze stese di carico su L_L	1.20	0.00	1.20	m	
$Q_{vk,eq}$	carico equivalente distribuito assi tandem	104.17	0.00	104.17	kN/m ²	QM / QT
q_{vk}	carico distribuito	9.00	9.00	9.00	kN/m ²	QM / QT

APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV **WEBUILD ITALIA** **PIZZAROTTI**

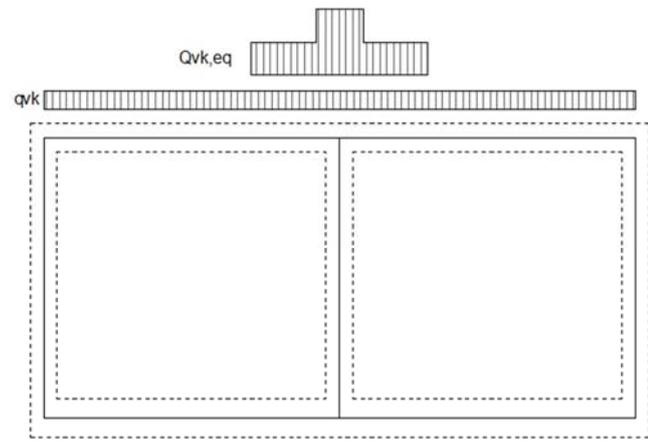
PROGETTAZIONE:
Mandatario Mandanti
ROCKSOIL S.P.A **NET ENGINEERING** **PINI**
M-INGEGNERIA **GCF** **ELETTRI-FER**

ITINERARIO NAPOLI – BARI

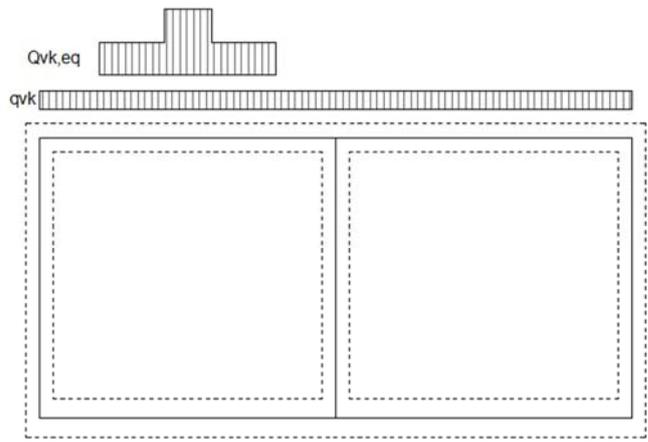
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

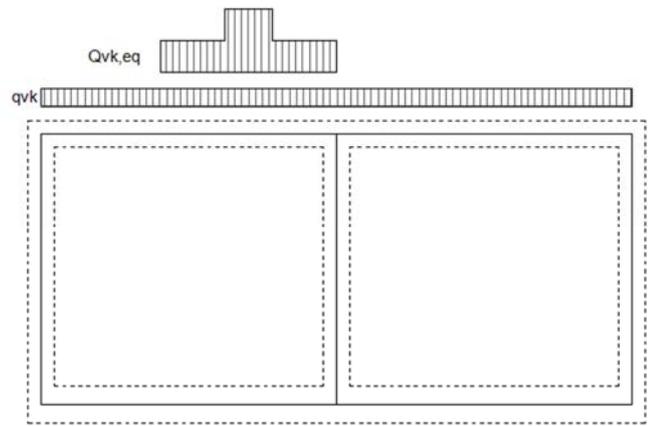
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	24 di 163



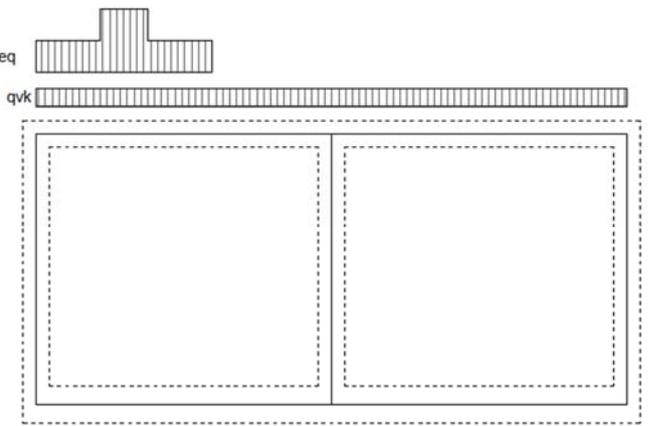
Condizione QM_1



Condizione QM_2



Condizione QT_1



Condizione QT_2

APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV **WEBUILD ITALIA** **PIZZAROTTI**

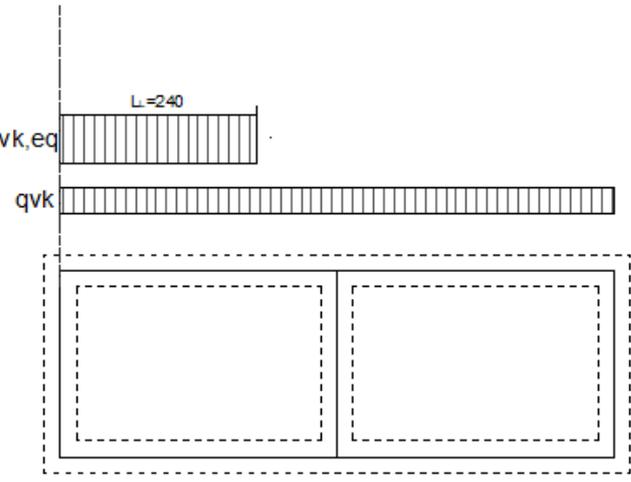
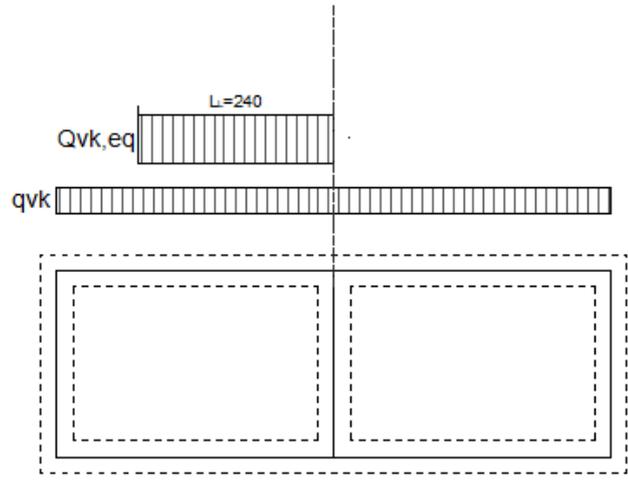
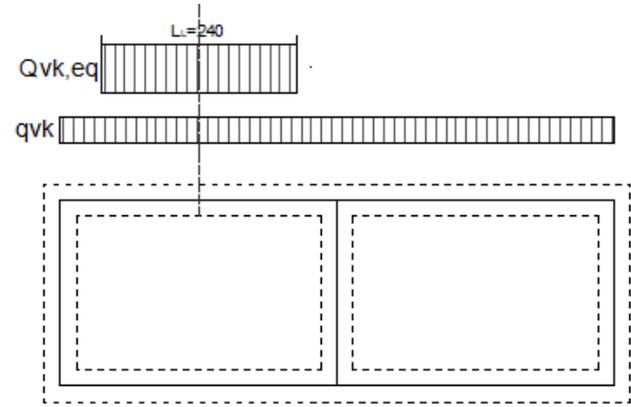
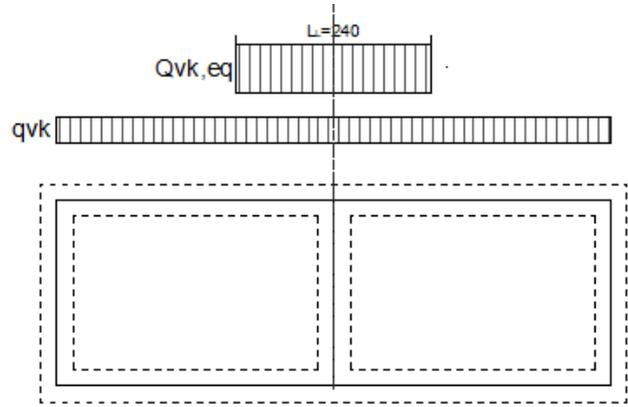
PROGETTAZIONE:
Mandatario Mandanti
ROCKSOIL S.P.A **NET ENGINEERING** **PINI**
M-INGEGNERIA **GCF** **ELETTRI-FER**

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	25 di 163



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 26 di 163

6.3.2 Spinta sui piedritti

Carico su rilevato a ridosso dei piedritti (Calcolo Spinta sui piedritti)

Sigla F.E.M.

Si assume che sui piedritti, ai lati dello scatolare, agisca la spinta del terreno generata dai sovraccarichi in condizioni di riposo. In via conservativa tali incrementi di azioni orizzontali sono stati considerati come una distribuzione di carico uniforme agente su tutto lo sviluppo verticale delle suddette pareti.

		<u>k_0 (M)</u>		
k_0	coefficiente di spinta a riposo	0.426	-	
$Q_{vk,eq\ med}$	carico equivalente distribuito assi tandem valore medio	104.17	kN/m ²	
$k_0 \cdot Q_{vk,eq}$	spinta carico equivalente distribuito	44.42	kN/m ²	
$k_0 \cdot q_{vk}$	spinta carico distribuito	3.84	kN/m ²	
	$S_Q =$	48.26	kN/m ²	SPACC_sx/dx

In più, vengono aggiunte, come carichi concentrati le forze agenti nel semispessore della soletta sup e inf.

		<u>k_0 (M)</u>		
spinta semispessore soletta superiore	$S_1 =$	9.65	kN/m	SPACC_sx/dx
spinta semispessore soletta inferiore	$S_2 =$	9.65	kN/m	SPACC_sx/dx



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 27 di 163

6.3.3 Accelerazione o Frenata

Accelerazione o frenata

Sigla F.E.M.

La forza di frenamento o di accelerazione si assume agente in direzione longitudinale a livello della

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 \cdot (2Q_{1k}) + 0.10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

$$q_3 = \underline{\underline{378.36}} \quad \text{kN}$$

Dove w_1 è la larghezza della corsia e L è la lunghezza della zona caricata.

$$w_1 =$$

$$\underline{\underline{3.00}} \quad \text{m}$$

$$L_c =$$

$$\underline{\underline{6.80}} \quad \text{m}$$

$$Q_{1k} =$$

$$\underline{\underline{300.00}} \quad \text{kN}$$

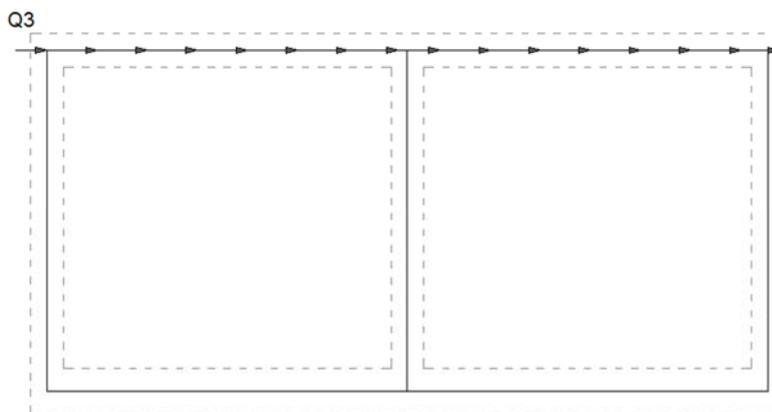
$$q_{1k} =$$

$$\underline{\underline{9.00}} \quad \text{kN/m}$$

La forza applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla soletta superiore trascurando, conservativamente, la larghezza di diffusione del carico dovuta all'approfondimento dello scatolare.

azione distribuita sulla soletta

$$Q_3 = \underline{\underline{18.55}} \quad \text{kN/m} \quad \text{Q3}$$



Carico frenatura/accelerazione in copertura (Q3)

6.4 VARIAZIONE TERMICA

La variazione termica uniforme applicata al traverso è pari a: $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$. Per il coefficiente di dilatazione termica si assume $\alpha = 10 \text{ E-6}$.

VARIAZIONI TERMICHE

Sigla F.E.M.

Alla soletta superiore si applica una variazione termica uniforme pari a $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$

variazione termica uniforme

coefficiente di dilatazione

$$\alpha = \underline{\underline{0.000010}}$$

dilatazione termica uniforme

$$\Delta t = \underline{\underline{15.00}}$$

ΔT

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 28 di 163

6.5 RITIRO E VISCOSITÀ DEL CALCESTRUZZO

RITIRO (§ 11.2.10.6)

Sigla F.E.M.

Quando non si ricorra ad additivi speciali, il ritiro del calcestruzzo può essere valutato sulla base delle indicazioni

- resistenza caratteristica cilindrica f_{ck}
- umidità relativa
- area sezione conglomerato
- perimetro della sezione di cls esposta all'aria
- parametro
- coefficiente Tab. 11.2.Vb
- deformazione per essiccamento

f_{ck}	=	<u>30</u>	Mpa
U.R.	=	<u>75</u>	%
A_c	=	<u>0.40</u>	m ²
u	=	<u>1.00</u>	m
h_0	=	<u>800</u>	mm
k_h	=	<u>0.700</u>	-
ϵ_{c0}	=	<u>-0.311</u>	per mille

f_{ck}	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	umidità relativa (in ‰)					
	20	40	60	80	90	100
20	-0.62	-0.58	-0.49	-0.30	-0.17	0.00
40	-0.48	-0.46	-0.38	-0.24	-0.13	0.00
60	-0.38	-0.36	-0.30	-0.19	-0.10	0.00
80	-0.30	-0.28	-0.24	-0.15	-0.07	0.00

h_0 (mm)	k_h
100	1
200	0.85
300	0.75
≥500	0.7

DEFORMAZIONE PER RITIRO DA ESSICCAMENTO

$$\epsilon_{cd}(\infty) = k_h \cdot \epsilon_{c0} = \underline{\underline{-0.000218}} \quad -$$

DEFORMAZIONE PER RITIRO AUTOGENO

$$\epsilon_{ca}(\infty) = -2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = \underline{\underline{-0.000050}} \quad -$$

DEFORMAZIONE TOTALE PER RITIRO

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = \underline{\underline{-0.000268}} \quad -$$

COEFFICIENTE DI VISCOSITA' A TEMPO INFINITO

$$\phi(\infty, t_0) = \underline{\underline{1.80}} \quad -$$

parametro

$$h_0 = \underline{\underline{800}} \quad \text{mm}$$

t_0 (gg)	umidità relativa di circa il 75%			
	$h_0 \leq 75$ mm	$h_0 = 150$ mm	$h_0 = 300$ mm	$h_0 \geq 600$ mm
3	3.5	3.2	3.0	2.8
7	2.9	2.7	2.5	2.3
15	2.6	2.4	2.2	2.1
30	2.3	2.1	1.9	1.8
≥60	2.0	1.8	1.7	1.6

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro

variazione termica equivalente

coefficiente di dilatazione

$$\alpha = \underline{\underline{0.000010}} \quad -$$

variazione termica uniforme

$$\Delta t_{eq} = \underline{\underline{-26.79}} \quad \circ$$

variazione termica uniforme A TEMPO INFINITO

$$\Delta t_{eq, \infty} = \underline{\underline{-9.57}} \quad \circ$$

RITIRO

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 29 di 163

6.6 AZIONE SISMICA

Parametri sismici di riferimento

Stato limite indagato

Vita nominale	$V_N =$	<u>SLV</u> <u>75</u>	anni
Classe d'uso		<u>III</u>	-
Coefficiente d'uso	$c_u =$	<u>1.50</u>	-
Periodo di riferimento	$V_R =$	<u>112.5</u>	anni
Accelerazione orizzontale di riferimento	$a_g / g =$	<u>0.381</u>	-
Categoria sottosuolo		<u>C</u>	-
Categoria topografica		<u>T1</u>	-
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_s =$	<u>1.177</u>	-
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_t =$	<u>1.000</u>	-
Coefficiente	$S =$	<u>1.177</u>	-
Accelerazione orizzontale massima	$a_{max} / g =$	<u>0.448</u>	-
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h = a_{max} / g =$	<u>0.448</u>	-
Coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0.5 k_h =$	<u>0.224</u>	-

AZIONI SISMICHE

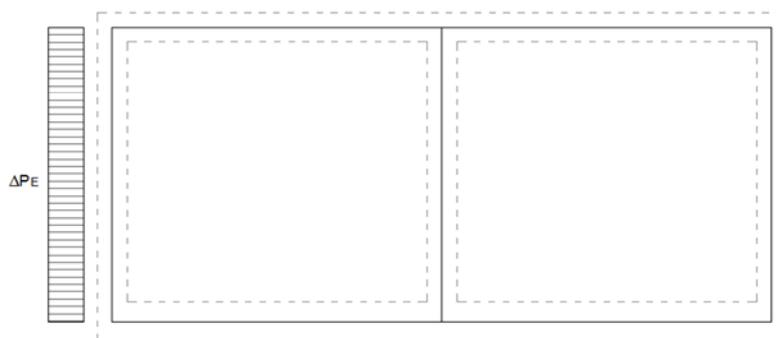
Sovraspinta del terreno in fase sismica

Sigla F.E.M.

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di **Wood**, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad H/2.

Risultante della spinta sismica sui piedritti	$\Delta S_E = k_h \cdot \gamma \cdot H^2 = a_{max} / g \cdot \gamma \cdot H^2 =$	<u>45.07</u>	kN/m
Pressione risultante	$\Delta p_E = \Delta S_E / H_c =$	<u>23.72</u>	kN/m ²
con:			
peso specifico	$\gamma_r =$	<u>19</u>	kN/m ³
altezza totale tombino	$H =$	<u>2.30</u>	m
altezza di calcolo	$H_c =$	<u>1.90</u>	m

SPS_H



Sovraspinta terreno in fase sismica - Wood (SPS_H)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 30 di 163

Forza orizzontale sulla soletta di copertura

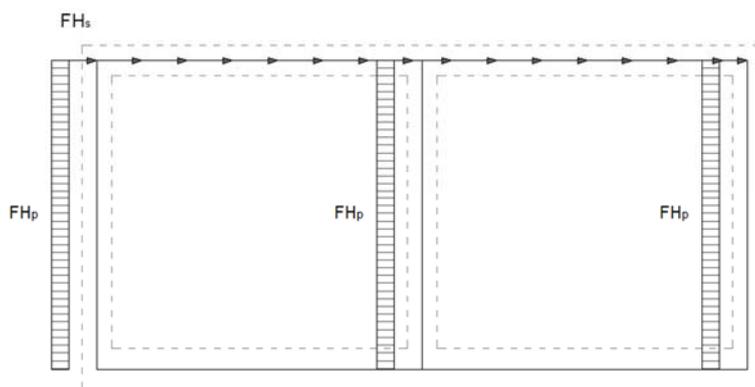
Sigla F.E.M.

Nelle analisi sismiche si assume per i carichi da traffico un coefficiente di partecipazione pari a **0.20**.

carico equivalente distribuito	$Q_{vk}^* =$	<u>113.17</u>	kN/m ²	
luce totale della soletta	$L =$	<u>7.20</u>	m	
massa associata al carico distribuito equivalente	$Q_v = Q_{vk}^* \cdot L =$	<u>814.80</u>	kN/m	
luce di calcolo soletta	$L_c =$	<u>3.40</u>	m	
- Forza orizzontale dovuta ai carichi da traffico	$FHs-1 = (k_h \cdot 0.2 \cdot Q_v) / L_c =$	<u>21.49</u>	kN/m ²	
massa associata al carico perm G2	$g_2 = p_t + p_b =$	<u>7.01</u>	kN/m ²	
- Forza orizzontale dovuta ai carichi del rilevato e del ballast	$FHs-2 = k_h \cdot g_2 =$	<u>3.14</u>	kN/m ²	
massa associata al carico permanente G1 (peso proprio)	$g_1 =$	<u>10.00</u>	kN/m ²	
- Forza orizzontale dovuta alla massa della copertura	$FHs-3 = k_h \cdot g_1 =$	<u>4.48</u>	kN/m ²	
Forza orizzontale totale sulla copertura in fase sismica	$FHs =$	<u>29.12</u>	kN/m ²	SS_H

Forza orizzontale sui piedritti in fase sismica

massa associata al carico permanente G1 (peso proprio)	$g =$	<u>10.00</u>	kN/m ²	
- Forza orizzontale dovuta alla massa dei piedritti	$FHp = k_h \cdot g_1 =$	<u>4.48</u>	kN/m ²	SS_H



Forze orizzontali in fase sismica agenti sui piedritti e sulla copertura(SS_H)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 31 di 163

Forza verticale sulla soletta di copertura

- Forza verticale dovuta ai carichi da traffico $FVs-1 = (k_v \cdot 0.2 \cdot Q_v) / l =$

10.75

 kN/m²
- Forza verticale dovuta ai carichi del rilevato e del ballast $FVs-2 = k_v \cdot g_2 =$

1.57

 kN/m²
- Forza verticale dovuta alla massa della copertura $FVs-3 = k_v \cdot g_1 =$

2.24

 kN/m²

Forza verticale totale sulla copertura in fase sismica $FVs =$

14.56

 kN/m² **SS_V**

Forza verticale sui piedritti in fase sismica

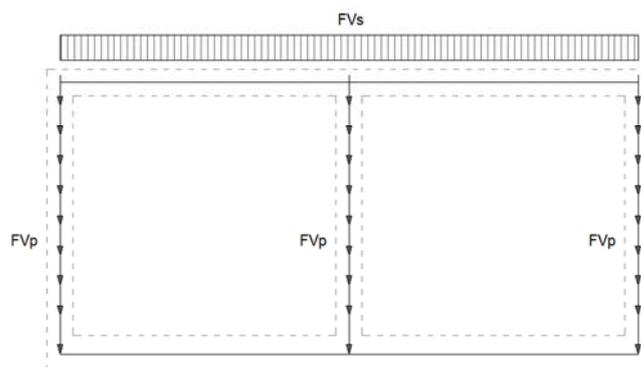
- carico permanente **G1 (peso proprio)** $g =$

10.00

 kN/m²
- Forza verticale dovuta alla massa dei piedritti $FVp = k_v \cdot g_1 =$

2.24

 kN/m² **SS_V**



Forze verticali in fase sismica agenti sulla copertura e sui piedritti (SS_V)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 32 di 163

6.7 RIEPILOGO CARICHI ELEMENTARI

SIGLA F.E.M.	DESCRIZIONE	ELEMENTO INTERESSATO	carico	U.M.	DIR.
G1	peso soletta superiore	<i>soletta superiore</i>	+ 10.00	kN/m ²	Z
	peso fondazione	<i>soletta inferiore</i>	+ 10.00	kN/m ²	Z
	peso piedritti	<i>piedritti</i>	+ 10.00	kN/m ²	Z
G2	pressione terreno di ricoprimento	<i>soletta superiore</i>	+ 4.37	kN/m ²	Z
	pressione pavimentazione	<i>soletta superiore</i>	+ 2.64	kN/m ²	Z
	Pressione totale su semi spessore	<i>nodi di estremità soletta superiore</i>	+ 1.40	kN/m	Z
SPT_sx/dx	spinta in asse sol. sup.	<i>piedritto sx e piedritto dx</i>	± 4.61	kN/m ²	X
	spinta in asse sol. inf.	<i>piedritto sx e piedritto dx</i>	± 28.32	kN/m ²	X
	spinta semispessore sol. sup.	<i>nodo superiore piedritto</i>	± 0.76	kN/m	X
	spinta semispessore sol. inf.	<i>nodo inferiore piedritto</i>	± 5.94	kN/m	X
SW	Sottospinta sulla fondazione	<i>soletta inferiore</i>	- 14.50	kN/m ²	Z
QM / QT	carico equivalente distribuito assi tandem valore medio	<i>soletta superiore</i>	+ 104.17	kN/m ²	Z
QM / QT	carico distribuito	<i>soletta superiore</i>	+ 9.00	kN/m ²	Z
SPACC_sx/dx	spinta carico equivalente distribuito	<i>piedritto sx e piedritto dx</i>	± 48.26	kN/m ²	X
	spinta semispessore soletta superiore	<i>nodo superiore piedritto</i>	± 9.65	kN/m	X
	spinta semispessore soletta inferiore	<i>nodo inferiore piedritto</i>	± 9.65	kN/m	X
Q3	Accelerazione o frenata	<i>soletta superiore</i>	+ 18.55	kN/m ²	X
SPS_H	Sovraspinta del terreno in fase sismica	<i>piedritto sx</i>	+ 23.72	kN/m ²	X
SS_H	Forza orizzontale totale sulla copertura in fase sismica	<i>soletta superiore</i>	+ 29.12	kN/m ²	X
	Forza orizzontale sui piedritti in fase sismica	<i>piedritto sx</i>	+ 4.48	kN/m ²	X
SS_V	Forza verticale totale sulla copertura in fase sismica	<i>soletta superiore</i>	± 14.56	kN/m ²	Z
	Forza verticale sui piedritti in fase sismica	<i>piedritto sx e piedritto dx</i>	± 2.24	kN/m ²	Z
RITIRO	variazione termica equivalente	<i>soletta superiore</i>	- 9.57	°	
DT	variazione termica uniforme	<i>soletta superiore</i>	± 15.00	°	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 33 di 163

7 ANALISI DEI CARICHI – MURI AD U

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sul manufatto in ingresso di larghezza netta 6.40 m, altezza netta massima di calcolo 1.65 m e lunghezza di 7.00 m; le pareti verticali e la fondazione hanno spessore pari a 0.40 m.

Si specifica che il calcolo dei muri non risulta influenzato da eventuali asimmetrie ed è condotto cautelativamente per le sezioni di maggiore altezza. Inoltre, anche per le fondazioni, la condizione di piedritti simmetrici prevista risulta cautelativa e, data la modesta entità delle sollecitazioni agenti, si è considerata una armatura costante lungo tutto lo sviluppo della fondazione. Infine, nel calcolo le spinte del terreno di rinfianco, in aggiunta alla condizione di carico con spinte equilibrate su entrambi i piedritti, vengono portate in conto anche assumendo uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta a riposo ridotta a 0.60 sul piedritto destro.

Le azioni sono definite secondo la normativa di riferimento e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio e in presenza dell'evento sismico. Tutti i carichi elementari si riferiscono a un concio longitudinale di lunghezza unitaria, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

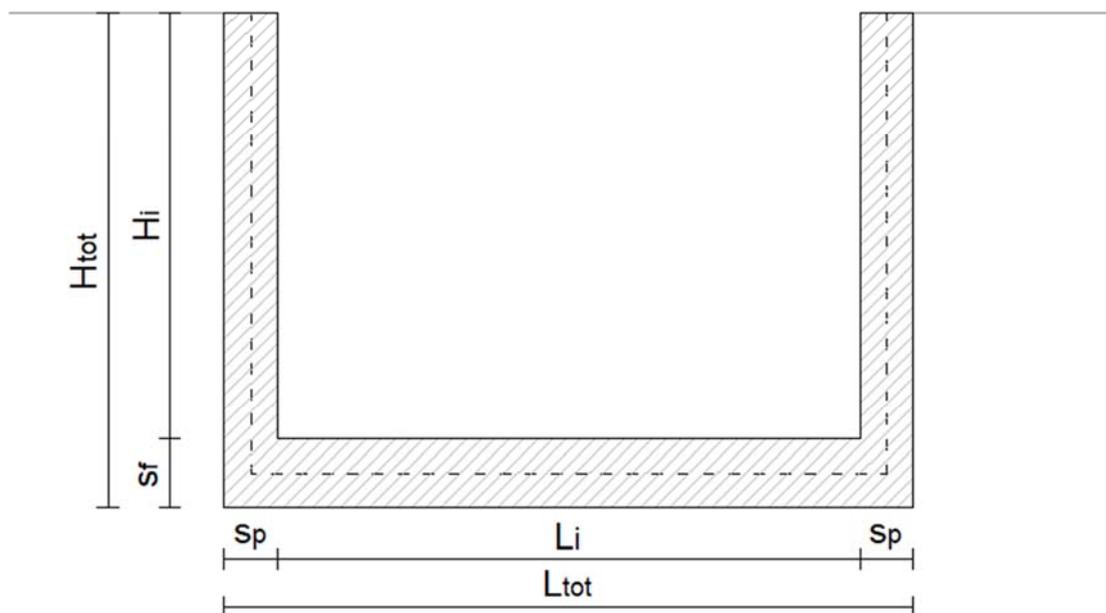
Si sintetizzano di seguito i dati geometrici relativi all'opera.

Caratteristiche geometriche

Altezza interna
 Larghezza interna
 Spessore piedritti
 Spessore fondazione
 Altezza totale
 Larghezza totale
 Lunghezza opera
 Caratteristiche rilevato
 Larghezza striscia di calcolo

IN04_vasca monte

$H_i = 1.65$ m
 $L_i = 6.40$ m
 $s_p = 0.40$ m
 $s_f = 0.40$ m
 $H_{tot} = 2.05$ m
 $L_{tot} = 7.20$ m
 $L_{long} = 7.00$ m
 rilavato = **stradale** -
 $b = 1.00$ m



Caratteristiche geometriche

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 34 di 163

7.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Il peso proprio dell'opera viene calcolato in automatico dal programma di calcolo utilizzato una volta definite le caratteristiche geometriche e le proprietà dei materiali. Sono di seguito riportate le caratteristiche geometriche del manufatto e le azioni permanenti strutturali.

Caratteristiche geometriche

altezza interna	$H_i =$	<u>1.65</u>	m
larghezza interna	$L_i =$	<u>6.40</u>	m
spessore piedritti	$s_p =$	<u>0.40</u>	m
spessore fondazione	$s_f =$	<u>0.40</u>	m

AZIONI PERMANENTI G1

sigla F.E.M.

Peso proprio della struttura

peso fondazione	$P_f = s_s \cdot \gamma =$	<u>10.00</u>	kN/m ²	G1
peso piedritti	$P_p = s_p \cdot \gamma =$	<u>10.00</u>	kN/m ²	G1

7.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Si riportano di seguito i carichi permanenti non strutturali agenti sulla struttura.

Approccio di calcolo per le verifiche agli stati limite

Approccio 2

Caratteristiche terreno di ricoprimento

peso specifico	rilevato =	<u>stradale</u>
angolo di attrito	$\gamma_r =$	<u>19</u> kN/m ³
coesione	$\phi =$	<u>35</u> °
coefficiente di spinta a riposo	$c =$	<u>0</u> kN/m ²
	$\phi(M1) =$	<u>35</u>
	$k_0(M1) =$	<u>0.426</u> -

Falda

altezza falda da estradosso fondazione	$z_w =$	<u>1.25</u>	m
peso specifico	$\gamma_w =$	<u>10</u>	kN/m ³

Caratteristiche geometriche

altezza interna	$H_i =$	<u>1.65</u>	m
larghezza interna	$L_i =$	<u>6.40</u>	m
spessore piedritti	$s_p =$	<u>0.40</u>	m
spessore fondazione	$s_f =$	<u>0.40</u>	m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 35 di 163

Quote di riferimento da testa muro

testa piedritti	$z_1 =$	<u>0.00</u>	m
falda	$z_2 =$	<u>0.40</u>	m
mezzeria soletta di fondazione	$z_3 =$	<u>1.85</u>	m
intradosso soletta di fondazione	$z_4 =$	<u>2.05</u>	m

La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

$$\sigma = z_i \cdot \gamma_r \cdot K_0$$

AZIONI PERMENENTI G2 (spinte)

sigla F.E.M.

Calcolo delle Spinte sui piedritti

testa muro	$p_1 = z_1 \cdot \gamma_r \cdot k_0 =$	<u>0.00</u>	kN/m ²	SPT _{sx/dx}
quota falda	$p_2 = z_2 \cdot \gamma_r \cdot k_0 =$	<u>3.24</u>	kN/m ²	
spinta in asse sol. inf.	$\frac{1}{2} + (z_3 - z_2) \cdot (\gamma_r - \gamma_w) \cdot k_0 =$	<u>8.81</u>	kN/m ²	
spinta intradosso sol. inf.	$\frac{1}{2} + (z_4 - z_2) \cdot (\gamma_r - \gamma_w) \cdot k_0 =$	<u>9.57</u>	kN/m ²	

Spinta falda sui piedritti

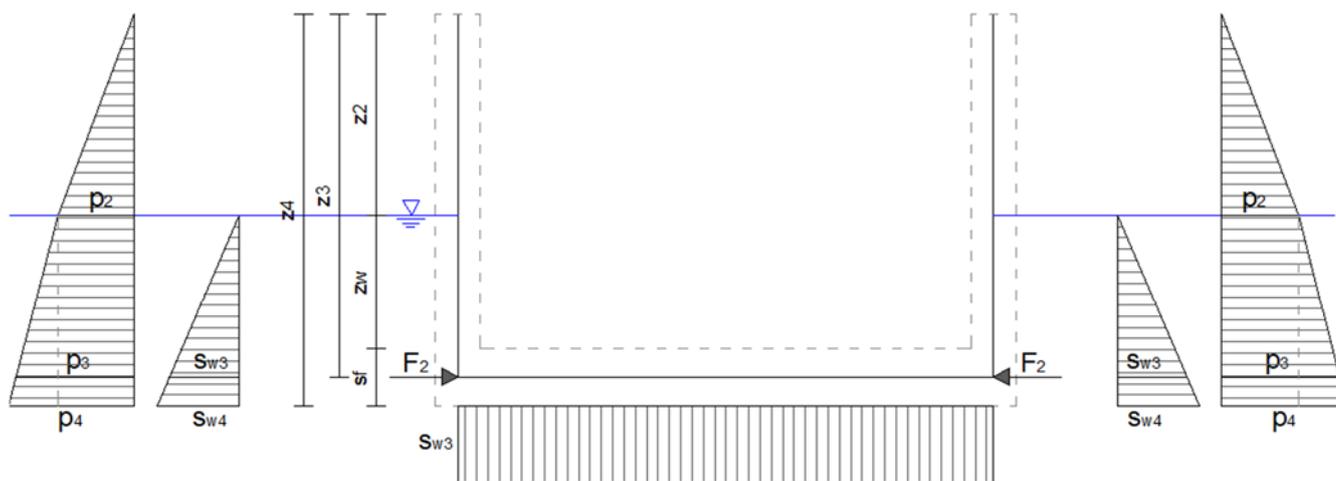
quota falda	$s_{2,w} =$	<u>0.00</u>	kN/m ²	SPT _{sx/dx}
mezzeria soletta di fondazione	$s_{3,w} = (z_w + s_f/2) \cdot \gamma_w =$	<u>14.50</u>	kN/m ²	
intradosso soletta di fondazione	$s_{4,w} = (z_w + s_f) \cdot \gamma_w =$	<u>16.50</u>	kN/m ²	

In più, viene aggiunto, un carico concentrato orizzontale nel nodo inf dei piedritti e dovuto alla spinta del terreno e dell'acqua esercitata su 1/2 della soletta inf.:

spinta semispessore sol. inf.	$F_2 = (p_3 + p_4) / 2 \cdot s_f / 2 =$	<u>1.84</u>	kN/m	SPT _{sx/dx}
spinta falda semispessore sol. inf.	$\frac{1}{2} = (s_{w3} + s_{w4}) / 2 \cdot s_f / 2 =$	<u>3.10</u>	kN/m	

Sottospinta sulla fondazione

$s_w = (z_w + s_f/2) \cdot \gamma_w =$	<u>14.50</u>	kN/m ²	SW
--	--------------	-------------------	----



Spinte sui piedritti in condizioni statiche (SPT_{sx} e SPT_{dx})

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 36 di 163

Le spinte del terreno di rinfianco vengono portate in conto assumendo uno scenario di spinta non equilibrata sui due piedritti con spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta a riposo ridotta a 0.60 sul piedritto destro. In aggiunta, si considera anche la condizione di carico con spinte equilibrate su entrambi i piedritti.

7.3 CARICHI ACCIDENTALI SU RILEVATO

SOVRACCARICO ACCIDENTALE MOBILE

q_k carico distribuito 20.00 kN/m²

7.3.1 Spinta sui piedritti

Carico su rilevato a ridosso dei piedritti (Calcolo Spinta sui piedritti)

Sigla F.E.M.

Si assume che sui piedritti, ai lati dello scatolare, agisca la spinta del terreno generata dai sovraccarichi in condizioni di riposo. In via conservativa tali incrementi di azioni orizzontali sono stati considerati come una distribuzione di carico uniforme agente su tutto lo sviluppo verticale delle suddette pareti.

k_0	coefficiente di spinta a riposo	<u>0.426</u>	-	
$k_0 \cdot q_k$	spinta carico distribuito	<u>8.53</u>	kN/m ²	SPACC_sx/dx

In più si considera il carico concentrato agente nel semispessore della soletta inf.

spinta semispessore soletta inferiore	$S_2 =$	<u>1.71</u>	kN/m	SPACC_sx/dx
---------------------------------------	---------	-------------	------	-------------



Spinte sui piedritti (SPACC_sx e SPACC_dx)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 37 di 163

7.4 AZIONE SISMICA

Parametri sismici di riferimento

Stato limite indagato

Vita nominale	$V_N =$	<u>SLV</u> <u>75</u>	anni
Classe d'uso		<u>III</u>	-
Coefficiente d'uso	$c_u =$	<u>1.50</u>	-
Periodo di riferimento	$V_R =$	<u>112.5</u>	anni
Accelerazione orizzontale di riferimento	$a_g/g =$	<u>0.381</u>	-
Categoria sottosuolo		<u>C</u>	-
Categoria topografica		<u>T1</u>	-
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_s =$	<u>1.177</u>	-
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_t =$	<u>1.000</u>	-
Coefficiente	$S =$	<u>1.177</u>	-
Accelerazione orizzontale massima	$a_{max}/g =$	<u>0.448</u>	-
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h = a_{max}/g =$	0.448	-
Coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0.5 k_h =$	0.224	-

AZIONI SISMICHE

Sovraspinta del terreno in fase sismica

Sigla F.E.M.

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di **Wood**, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad H/2.

Risultante della spinta sismica sui piedritti	$\Delta S_E = k_h \cdot \gamma \cdot H^2 = a_{max}/g \cdot \gamma \cdot H^2 =$	<u>35.81</u>	kN/m
Pressione risultante	$\Delta p_E = \Delta S_E / H_c =$	19.35	kN/m ²
con:			
peso specifico	$\gamma_r =$	<u>19</u>	kN/m ³
altezza totale tombino	$H =$	<u>2.05</u>	m
altezza di calcolo	$H_c =$	<u>1.85</u>	m

SPS_H



Sovraspinta terreno in fase sismica - Wood (SPS_H)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 38 di 163

Forza orizzontale sui piedritti in fase sismica

massa associata al carico permanente G1 (peso proprio)

- Forza orizzontale dovuta alla massa dei piedritti

$$g = \frac{10.00}{1} \text{ kN/m}^2$$

$$F_{Hp} = k_h \cdot g_1 = \frac{4.48}{1} \text{ kN/m}^2$$

SS_H



Forze orizzontali in fase sismica agenti sui piedritti e sulla copertura(SS_H)

Forza verticale sui piedritti in fase sismica

carico permanente G1 (peso proprio)

- Forza verticale dovuta alla massa dei piedritti

$$g = \frac{10.00}{1} \text{ kN/m}^2$$

$$F_{Vp} = k_v \cdot g_1 = \frac{2.24}{1} \text{ kN/m}^2$$

SS_V



Forze verticali in fase sismica agenti sui piedritti (SS_V)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 39 di 163

7.5 RIEPILOGO CARICHI ELEMENTARI

SIGLA F.E.M.	DESCRIZIONE	ELEMENTO INTERESSATO	carico	U.M.	DIR.
G1	peso fondazione	<i>soletta inferiore</i>	+ 10.00	kN/m ²	Z
	peso piedritti	<i>piedritti</i>	+ 10.00	kN/m ²	Z
SPT_sx/dx	spinta a quota falda	<i>piedritto sx e piedritto dx</i>	± 3.24	kN/m ²	X
	spinta in asse sol. inf.	<i>piedritto sx e piedritto dx</i>	± 23.31	kN/m ²	X
	spinta semispessore sol. inf.	<i>nodo inferiore piedritto</i>	± 4.94	kN/m	X
SW	Sottospinta sulla fondazione	<i>soletta inferiore</i>	- 14.50	kN/m ²	Z
SPACC_sx/dx	spinta carico distribuito	<i>piedritto sx e piedritto dx</i>	± 8.53	kN/m ²	X
	spinta semispessore soletta inferiore	<i>nodo inferiore piedritto</i>	± 1.71	kN/m	X
SPS_H	Sovraspinta del terreno in fase sismica	<i>piedritto sx</i>	+ 19.35	kN/m ²	X
SS_H	Forza orizzontale sui piedritti in fase sismica	<i>piedritto sx e dx</i>	+ 4.48	kN/m ²	X
SS_V	Forza verticale sui piedritti in fase sismica	<i>piedritto sx e piedritto dx</i>	± 2.24	kN/m ²	Z

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 40 di 163

8 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Si riportano di seguito le combinazioni delle azioni elementari come prescritte nelle Norme Tecniche vigenti.

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

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

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

G_1 valore caratteristico delle azioni da peso proprio;

G_2 valore caratt. delle azioni da carichi permanenti portati;

Q_{k1} valore caratt. dell'azione variabile di base di ogni combinazione;

Q_{ki} valore caratt. delle azioni variabili tra loro indipendenti;

P valore caratt. delle deformazioni impresse;

$\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P$ coefficienti parziali per le azioni;

ψ_{0i} coefficienti di comb. per le verifiche allo stato limite ultimo.

E = azione sismica.

Si considerano 3 direzioni principali secondo cui si effettuano le combinazioni sismiche:

$$A_{Ex} + 0,30A_{Ey} + 0,30A_{Ez}$$

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, sono state considerate le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV. A causa della natura dell'opera, i gruppi di azioni da prendere in esame risultano esclusivamente i gruppi 1, 2a e 2b.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 41 di 163

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La Tab. 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi, il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 42 di 163

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	γ_{t2} , γ_{t3} , γ_{t4}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI.

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

- SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 43 di 163

- SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche sono svolte considerando il seguente approccio:

Approccio 2: A1 + M1 + R3

Tale approccio prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche.

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	γ_s	1,00	1,25
Coazione efficace	γ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_u	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ	1,00	1,00

VERIFICA	Coefficiente parziale	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante	γ_n	1,00	1,10	2,30

In via cautelativa le sollecitazioni impiegate nelle verifiche agli SLE sono calcolate in combinazione RARA (più gravose delle sollecitazioni Q.P.). Tuttavia, nelle verifiche tensionali è stato considerato il valore più cautelativo tra i limiti tensionali previsti nel Manuale di RFI cod. DTCSICSMAIFS001A per le combinazioni allo SLE Rara e Q.P (cfr. Capitolo 3.1). Nello specifico, il limite tensionale considerato è pari a $0.40f_{ck}$ (relativo alla combinazione Q.P.), anziché $0.55f_{ck}$ (relativo alla combinazione Rara).

Le verifiche, a vantaggio di sicurezza, sono pertanto condotte considerando le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni SLE rara utilizzando, tuttavia, il limite tensionale più restrittivo relativo alle combinazioni SLE Q.P.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 44 di 163

8.1 SCATOLARE

COMB.	G1	G2	SPT_sx	SPT_dx	RITIRO	ΔT	GR - 1			GR - 2a		SPA_sx	SPA_dx	SS_H	SPS_H	SS_V
							schema 1 (massimizzazione mezzeria)	schema 1 (massimizzazione appoggio)	Azione orizzontale di accelerazione/frenatura	Spinta del treno a tergo piedritti in sx	Spinta del treno a tergo piedritti in dx					
SLU_1	1.35	1.35	1.00	1.00	0	0.90	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU_2	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0.90	1.35	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0
SLU_3	1.35	1.35	1.35	1.00	0	0.90	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0
SLU_4	1.35	1.35	1.00	1.00	1.20	-0.90	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU_5	1.35	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.90	1.35	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0
SLU_6	1.35	1.35	1.35	1.00	1.20	-0.90	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0
SLU_7	1.35	1.35	1.00	1.00	0	0.90	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU_8	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0.90	0	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0
SLU_9	1.35	1.35	1.35	1.00	0	0.90	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0
SLU_10	1.35	1.35	1.00	1.00	1.20	-0.90	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU_11	1.35	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.90	0	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0
SLU_12	1.35	1.35	1.35	1.00	1.20	-0.90	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0
SLU_13	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0.90	0	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0
SLU_14	1.35	1.35	1.35	1.00	0	0.90	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0
SLU_15	1.35	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.90	0	0	0	1.35	1.35	0	0	0	0	0
SLU_16	1.35	1.35	1.35	1.00	1.20	-0.90	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0
SLU_17	1.35	1.35	1.00	1.00	0	0.90	1.01	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU_18	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0.90	1.01	0	1.35	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_19	1.35	1.35	1.35	1.00	0	0.90	1.01	0	1.35	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_20	1.35	1.35	1.00	1.00	1.20	-0.90	1.01	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU_21	1.35	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.90	1.01	0	1.35	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_22	1.35	1.35	1.35	1.00	1.20	-0.90	1.01	0	1.35	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_23	1.35	1.35	1.00	1.00	0	0.90	0	1.01	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU_24	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0.90	0	1.01	1.35	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_25	1.35	1.35	1.35	1.00	0	0.90	0	1.01	1.35	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_26	1.35	1.35	1.00	1.00	1.20	-0.90	0	1.01	1.35	0	0	0	0	0	0	0
SLU_27	1.35	1.35	1.35	1.35	1.20	-0.90	0	1.01	1.35	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_28	1.35	1.35	1.35	1.00	1.20	-0.90	0	1.01	1.35	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_29	1.35	1.35	1.00	1.00	0	1.50	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU_30	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.50	1.01	0	0	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_31	1.35	1.35	1.35	1.00	0	1.50	1.01	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_32	1.35	1.35	1.00	1.00	1.20	-1.50	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU_33	1.35	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.50	1.01	0	0	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_34	1.35	1.35	1.35	1.00	1.20	-1.50	1.01	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_35	1.35	1.35	1.00	1.00	0	1.50	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU_36	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.50	0	1.01	0	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_37	1.35	1.35	1.35	1.00	0	1.50	0	1.01	0	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_38	1.35	1.35	1.00	1.00	1.20	-1.50	0	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU_39	1.35	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.50	0	1.01	0	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_40	1.35	1.35	1.35	1.00	1.20	-1.50	0	1.01	0	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_41	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.50	0	0	0	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_42	1.35	1.35	1.35	1.00	0	1.50	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0
SLU_43	1.35	1.35	1.35	1.35	1.20	-1.50	0	0	0	1.01	1.01	0	0	0	0	0
SLU_44	1.35	1.35	1.35	1.00	1.20	-1.50	0	0	0	1.01	0	0	0	0	0	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0400 001 B 45 di 163	

COMB.	G1	G2	SPT_sx	SPT_dx	RITIRO	ΔT	GR - 1			GR - 2a			SS_H	SPS_H	SS_V
							schema 1 (massimizzazione mezzeria)	schema 1 (massimizzazione appoggio)	Azione orizzontale di accelerazione/frenatura	Spinta del treno a tergo piedritti in sx	Spinta del treno a tergo piedritti in dx	Forze sismiche agenti in dir. orizzontale			
SLE_1	1.00	1.00	0.60	0.60	0	0.60	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE_2	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0.60	1.00	0	0	1.00	1.00	0	0	0	0
SLE_3	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.60	1.00	0	0	1.00	0	0	0	0	0
SLE_4	1.00	1.00	0.60	0.60	1.00	-0.60	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE_5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	1.00	0	0	1.00	1.00	0	0	0	0
SLE_6	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.60	1.00	0	0	1.00	0	0	0	0	0
SLE_7	1.00	1.00	0.60	0.60	0	0.60	0	1.00	0	0	0	0	0	0	0
SLE_8	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0.60	0	1.00	0	1.00	1.00	0	0	0	0
SLE_9	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.60	0	1.00	0	1.00	0	0	0	0	0
SLE_10	1.00	1.00	0.60	0.60	1.00	-0.60	0	1.00	0	0	0	0	0	0	0
SLE_11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0	1.00	0	1.00	1.00	0	0	0	0
SLE_12	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.60	0	1.00	0	1.00	0	0	0	0	0
SLE_13	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0.60	0	0	0	1.00	1.00	0	0	0	0
SLE_14	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.60	0	0	0	1.00	0	0	0	0	0
SLE_15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0	0	0	1.00	1.00	0	0	0	0
SLE_16	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.60	0	0	0	1.00	0	0	0	0	0
SLE_17	1.00	1.00	0.60	0.60	0	0.60	0.75	0	1.00	0	0	0	0	0	0
SLE_18	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0.60	0.75	0	1.00	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_19	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.60	0.75	0	1.00	0.75	0	0	0	0	0
SLE_20	1.00	1.00	0.60	0.60	1.00	-0.60	0.75	0	1.00	0	0	0	0	0	0
SLE_21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.75	0	1.00	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_22	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.60	0.75	0	1.00	0.75	0	0	0	0	0
SLE_23	1.00	1.00	0.60	0.60	0	0.60	0	0.75	1.00	0	0	0	0	0	0
SLE_24	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0.60	0	0.75	1.00	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_25	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.60	0	0.75	1.00	0.75	0	0	0	0	0
SLE_26	1.00	1.00	0.60	0.60	1.00	-0.60	0	0.75	1.00	0	0	0	0	0	0
SLE_27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0	0.75	1.00	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_28	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.60	0	0.75	1.00	0.75	0	0	0	0	0
SLE_29	1.00	1.00	0.60	0.60	0	1.00	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE_30	1.00	1.00	1.00	1.00	0	1.00	0.75	0	0	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_31	1.00	1.00	1.00	0.60	0	1.00	0.75	0	0	0.75	0	0	0	0	0
SLE_32	1.00	1.00	0.60	0.60	1.00	-1.00	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE_33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	0.75	0	0	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_34	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-1.00	0.75	0	0	0.75	0	0	0	0	0
SLE_35	1.00	1.00	0.60	0.60	0	1.00	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0
SLE_36	1.00	1.00	1.00	1.00	0	1.00	0	0.75	0	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_37	1.00	1.00	1.00	0.60	0	1.00	0	0.75	0	0.75	0	0	0	0	0
SLE_38	1.00	1.00	0.60	0.60	1.00	-1.00	0	0.75	0	0	0	0	0	0	0
SLE_39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	0	0.75	0	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_40	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-1.00	0	0.75	0	0.75	0	0	0	0	0
SLE_41	1.00	1.00	1.00	1.00	0	1.00	0	0	0	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_42	1.00	1.00	1.00	0.60	0	1.00	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0
SLE_43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	0	0	0	0.75	0.75	0	0	0	0
SLE_44	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-1.00	0	0	0	0.75	0	0	0	0	0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0400 001 B 46 di 163	

COMB.	G1	G2	SPT_sx	SPT_dx	RITIRO	ΔT	GR - 1			GR - 2a		SPA_sx	SPA_dx	SS_H	SPS_H	SS_V
							schema 1 (massimizzazione mezzeria)	schema 1 (massimizzazione appoggio)	Azione orizzontale di accelerazione/frenatura	Spinta del treno a tergo piedritti in sx	Spinta del treno a tergo piedritti in dx					
SLV_1	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.50	0.20	0	0	0.20	0	1.00	1.00	0.30		
SLV_2	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.50	0.20	0	0	0.20	0	1.00	1.00	-0.30		
SLV_3	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.50	0.20	0	0	0.20	0	1.00	1.00	0.30		
SLV_4	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.50	0.20	0	0	0.20	0	1.00	1.00	-0.30		
SLV_5	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.50	0.20	0	0	0.20	0	0.30	0.30	1.00		
SLV_6	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.50	0.20	0	0	0.20	0	0.30	0.30	-1.00		
SLV_7	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.50	0.20	0	0	0.20	0	0.30	0.30	1.00		
SLV_8	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.50	0.20	0	0	0.20	0	0.30	0.30	-1.00		
SLV_9	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.50	0	0.20	0	0.20	0	1.00	1.00	0.30		
SLV_10	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.50	0	0.20	0	0.20	0	1.00	1.00	-0.30		
SLV_11	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.50	0	0.20	0	0.20	0	1.00	1.00	0.30		
SLV_12	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.50	0	0.20	0	0.20	0	1.00	1.00	-0.30		
SLV_13	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.50	0	0.20	0	0.20	0	0.30	0.30	1.00		
SLV_14	1.00	1.00	1.00	0.60	0	0.50	0	0.20	0	0.20	0	0.30	0.30	-1.00		
SLV_15	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.50	0	0.20	0	0.20	0	0.30	0.30	1.00		
SLV_16	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.50	0	0.20	0	0.20	0	0.30	0.30	-1.00		

8.2 MURI AD U

COMB.	G1	SPT_sx	SPT_dx	Spinta accidentali a tergo piedritti in sx	Spinta accidentali a tergo piedritti in dx	Forze sismiche agenti in dir. orizzontale	Sovraspinta sismica orizzontale	Forze sismiche agenti in dir. verticale
SLU_1	1.35	1.00	1.00	0	0	0	0	0
SLU_2	1.35	1.35	1.35	1.50	1.50	0	0	0
SLU_3	1.35	1.35	1.00	1.50	0	0	0	0
SLU_4	1.00	1.35	1.00	1.50	0	0	0	0
SLV_1	1.00	1.00	0.60	0	0	1.00	1.00	0.30
SLV_2	1.00	1.00	0.60	0	0	1.00	1.00	-0.30
SLV_3	1.00	1.00	0.60	0	0	0.30	0.30	1.00
SLV_4	1.00	1.00	0.60	0	0	0.30	0.30	-1.00
SLE_1	1.00	0.60	0.60	0	0	0	0	0
SLE_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0
SLE_3	1.00	1.00	0.60	1.00	0	0	0	0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 47 di 163

9 MODELLAZIONE STRUTTURALE

9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il software Sap 2000 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc. e distribuito dalla CSI Italia srl.

9.2 TIPO DI ANALISI SVOLTA

Trattandosi di opera interrata di tipo rigido la determinazione delle sollecitazioni sia in campo statico che in campo sismico è stata svolta mediante analisi statica lineare secondo le teorie classiche della Scienza delle Costruzioni, trascurando le eventuali capacità dissipative della struttura ($q=1$) e sfruttando il principio di sovrapposizione degli effetti.

Nella modellazione vengono impiegati elementi finiti di tipo trave a 6 GL, che ovviamente nell'analisi 2D condotta (telaio piano) si riducono a 3. Ai suddetti elementi sono assegnate le caratteristiche inerziali della struttura reale derivanti dalle proprietà dei materiali e dalla geometria della sezione.

Dal modello sono state dedotte, per le combinazioni di calcolo statiche e sismiche descritte in precedenza, le sollecitazioni complessive agenti sugli elementi strutturali al fine di procedere con le verifiche di sicurezza previste dalle Normative di riferimento. Dallo stesso modello sono state poi ricavate le sollecitazioni agenti all'intradosso della soletta di fondazione necessarie ai fini delle verifiche geotecniche del sistema terreno-fondazione e delle verifiche strutturali.

Le combinazioni di carico considerate per ciascuno stato limite sono riportate in forma tabellare nei capitoli specifici.

9.3 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

Riguardo il codice FEM impiegato, la casa produttrice ha provveduto alla produzione di tutti i documenti di validazione del software che non sono allegati alla presente relazione di calcolo per ragioni di sintesi, ma che possono essere forniti in qualsiasi momento o richiesti direttamente alla casa produttrice.

9.4 MODELLO DI CALCOLO

9.4.1 Scatolare

Il modello di calcolo attraverso il quale viene discretizzata la struttura è quello di telaio chiuso. I componenti del manufatto sono stati modellati con elementi 1D "frame" di sezione rettangolare 100x40cm. Di seguito uno schema del modello di calcolo.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 48 di 163

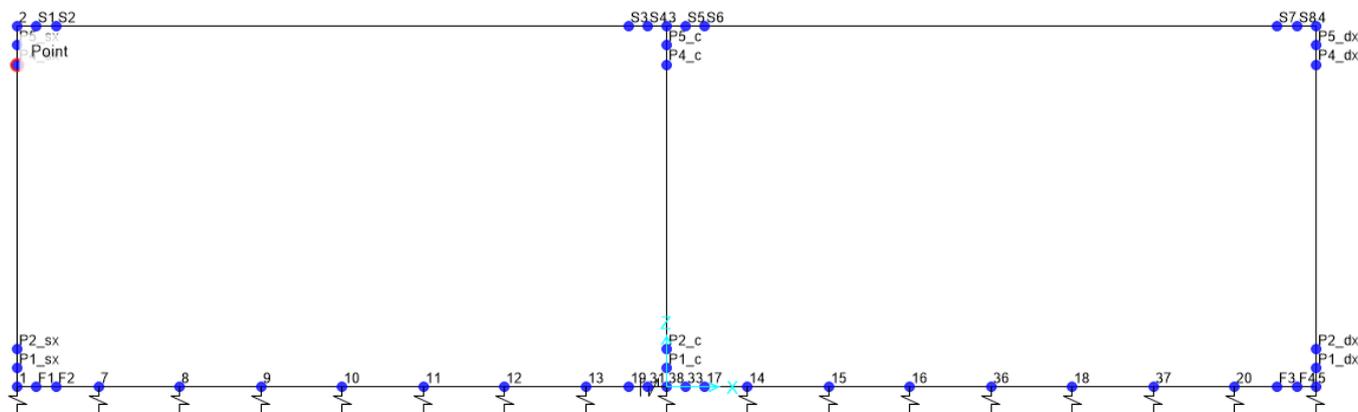


Figura 9.1: Modello di calcolo – numerazione nodi

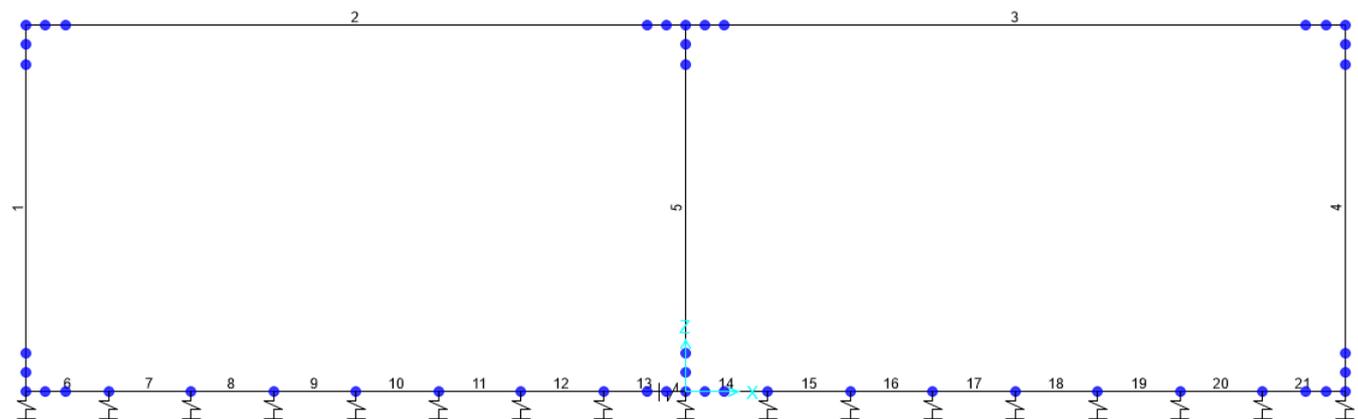


Figura 9.2: Modello di calcolo – numerazione aste

Convenzione assi:

- x = asse trasversale dello scatolare
- y = asse longitudinale dello scatolare
- z = asse verticale dello scatolare

Nomenclatura elementi frame:

- ID 1, 5, 4 Piedritto sx, centrale e dx
- ID 2, 3 Soletta di copertura
- ID 6÷21 Soletta di Fondazione

L'applicazione dei carichi di progetto è stata eseguita inserendo forze distribuite o concentrate sugli elementi frame del modello di calcolo.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 49 di 163

9.4.2 Muri ad U

Il modello di calcolo attraverso il quale viene discretizzata la struttura è quello di struttura ad U con pareti e fondazione mutuamente incastrati. I componenti del manufatto sono stati modellati con elementi 1D "frame" di sezione rettangolare 100x40cm per la fondazione e per le pareti. Di seguito uno schema del modello di calcolo.

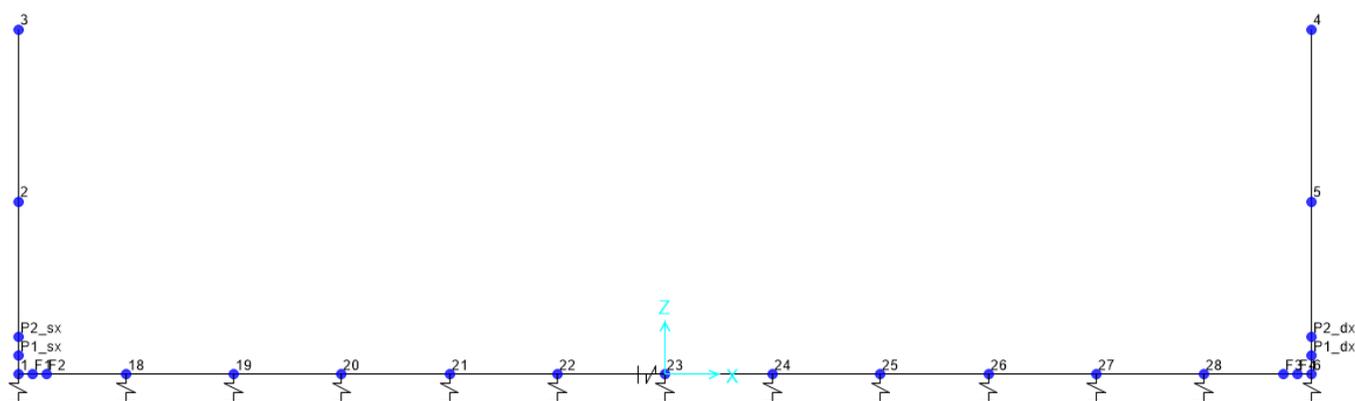


Figura 9.3: Modello di calcolo – numerazione nodi

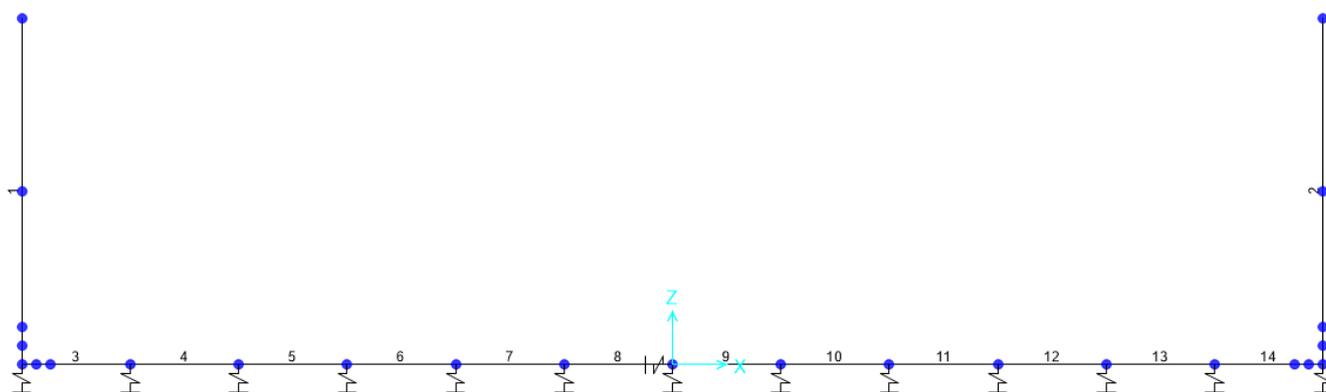


Figura 9.4: Modello di calcolo – numerazione aste

Convenzione assi:

- x = asse trasversale dello scatolare
- y = asse longitudinale dello scatolare
- z = asse verticale dello scatolare

Nomenclatura elementi frame:

- ID 1 e 2 Parete sx e dx
- ID 3÷14 Soletta di Fondazione

L'applicazione dei carichi di progetto è stata eseguita inserendo forze distribuite o concentrate sugli elementi frame del modello di calcolo.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 50 di 163

9.5 MODELLAZIONE DELL'INTERAZIONE SUOLO - STRUTTURA

9.5.1 Scatolare

Interazione terreno-struttura

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Sap 2000.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni, assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_0) \cdot (1 - \nu^2) / E$$

dove:

s cedimento elastico totale
 B lato minore della fondazione
 c_t coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti da Bowlws, 1960 (L=lato maggiore della fondazione)

$$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B) \quad \text{rettangolare con } L/B \leq 10$$

$$c_t = 2 + 0.0089 (L/B) \quad \text{rettangolare con } L/B > 10$$

q pressione media agente sul terreno
 σ_0 tensione verticale litostatica alla quota di posa della fondazione
 ν coefficiente di Poisson del terreno
 E modulo elastico medio del terreno sottostante

Il valore della costante di sottofondo k_w è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$k_w = E / [B \cdot c_t \cdot (1 - \nu^2)] = \underline{\underline{6250.4}} \quad \text{kN/m}^3$$

Nel caso in esame:

lunghezza scatolare	L =	10.50	m
larghezza scatolare	B =	7.20	m
rapporto	L/B =	1.5	m
coefficiente di forma	c_t =	1.05	-
coefficiente di Poisson	ν =	0.30	-
Modulo elastico a piccole deformazioni	E_0 =	215.00	MPa
Modulo elastico fondazioni	$E = E_0/5$ =	43.00	MPa

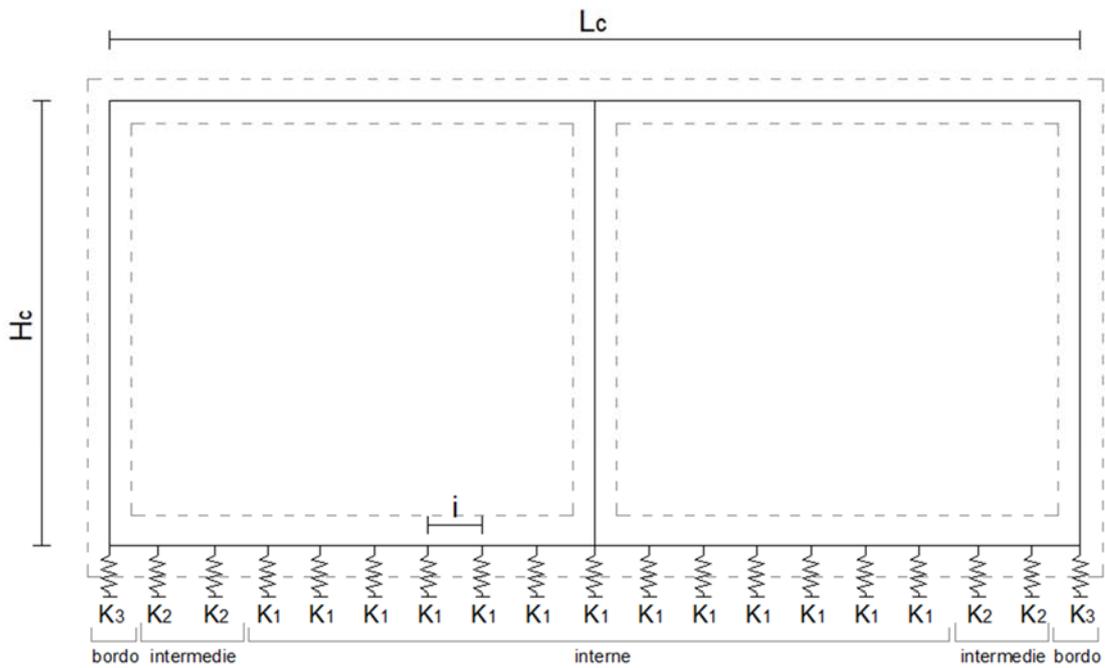
Con questo valore si ricavano le costanti elastiche delle singole molle, differenziandole tra interne, intermedie e esterne

numero di divisioni elemento fondazione modello FEM	n =	16.00	-
interasse trasversale di competenza generica molla	i (trasv) =	0.425	m
interasse longitudinale di competenza generica molla	i (long) =	1.00	m
- costante di Winkler molle interne	$k_{w,1} = k_w \cdot i$ =	2656	kN/m
- costante di Winkler molle intermedie	$k_{w,2} = 1.5 \cdot k_w \cdot i$ =	3985	kN/m
- costante di Winkler molle d'angolo	$k_{w,3} = 2 \cdot k_w \cdot (i/2 + s_p/2)$ =	5157	kN/m
costante di Winkler orizzontale	$k_{w,h} = 0.5 \cdot k_w$ =	3125	kN/m ³

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 51 di 163
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo						

$$L_c = \underline{\underline{6.80}} \quad \text{m}$$

$$H_c = \underline{\underline{1.90}} \quad \text{m}$$



Schematizzazione modello di calcolo F.E.M.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 52 di 163

9.5.2 Muri ad U

Interazione terreno-struttura

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il programma di calcolo utilizzato è un programma ad elementi finiti, il Sap 2000.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni, assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_0) \cdot (1 - \nu^2) / E$$

dove:

s cedimento elastico totale
B lato minore della fondazione
 c_t coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti da Bowlws, 1960 (L=lato maggiore della fondazione)

$$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B) \quad \text{rettangolare con } L/B \leq 10$$

$$c_t = 2 + 0.0089 (L/B) \quad \text{rettangolare con } L/B > 10$$

q pressione media agente sul terreno
 σ_0 tensione verticale litostatica alla quota di posa della fondazione
 ν coefficiente di Poisson del terreno
E modulo elastico medio del terreno sottostante

Il valore della costante di sottofondo k_w è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$k_w = E / [B \cdot c_t \cdot (1 - \nu^2)] = \underline{\underline{7560.5}} \quad \text{kN/m}^3$$

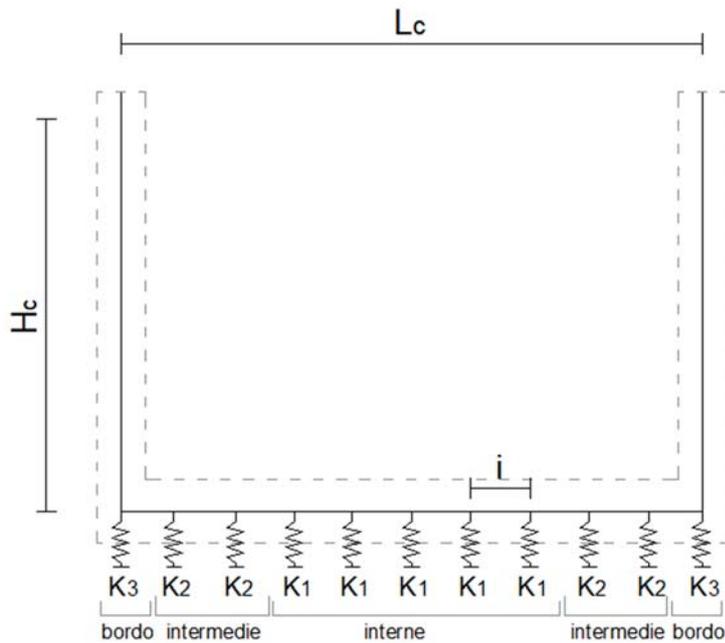
Nel caso in esame:

lunghezza scatolare	7.20	m
larghezza scatolare	7.00	m
rapporto	L/B = 1.03	m
coefficiente di forma	$c_t = 0.87$	-
coefficiente di Poisson	$\nu = 0.30$	-
Modulo elastico a piccole deformazioni	$E_0 = 215.00$	MPa
Modulo elastico fondazioni	$E = E_0/5 = 43.00$	MPa

Con questo valore si ricavano le costanti elastiche delle singole molle, differenziandole tra interne, intermedie e esterne

numero di divisioni elemento fondazione modello FEM	$n = 12.00$	-
interasse trasversale di competenza generica molla	$i \text{ (trasv)} = 0.567$	m
interasse longitudinale di competenza generica molla	$i \text{ (long)} = 1.00$	m
- costante di Winkler molle interne	$k_{w,1} = k_w \cdot i = 4284$	kN/m
- costante di Winkler molle intermedie	$k_{w,2} = 1.5 \cdot k_w \cdot i = 6426$	kN/m
- costante di Winkler molle d'angolo	$k_{w,3} = 2 \cdot k_w \cdot (i/2 + s_p/2) = 7309$	kN/m
costante di Winkler orizzontale	$k_{w,h} = 0.5 \cdot k_w = 3780$	kN/m ³

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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 style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0400 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">53 di 163</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	53 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	53 di 163													
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo																		



$$L_c = \underline{\underline{6.80}} \quad \text{m}$$

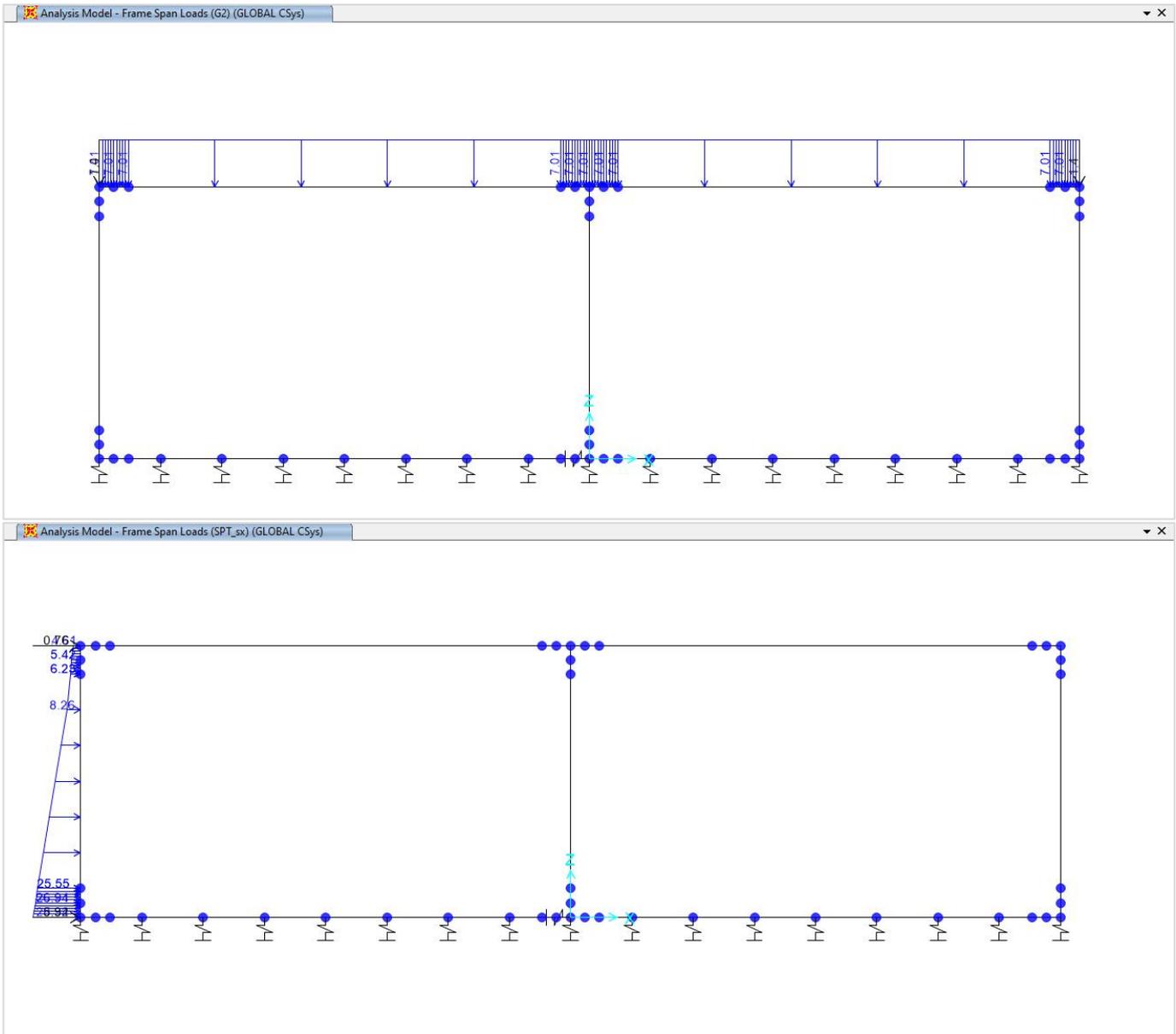
$$H_c = \underline{\underline{1.85}} \quad \text{m}$$

Schematizzazione modello di calcolo F.E.M.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 54 di 163
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo						

10 CARICHI ELEMENTARI MODELLI DI CALCOLO

10.1 SCATOLARE



APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV **WEBUILD ITALIA** **PIZZAROTTI**

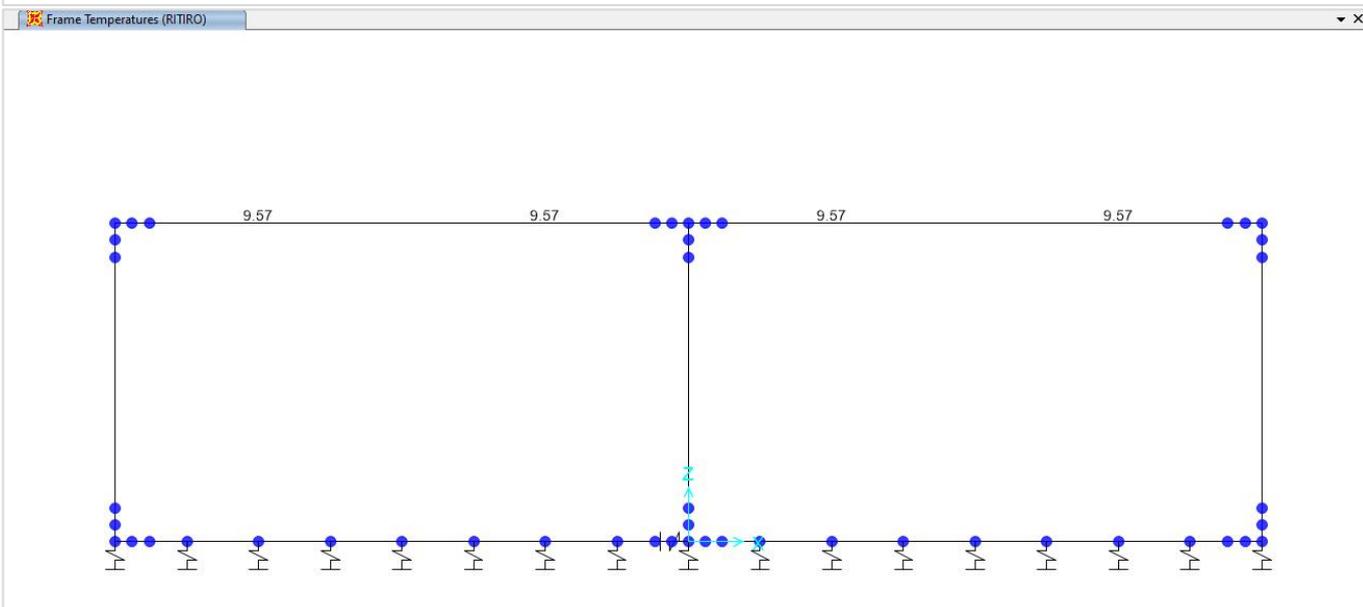
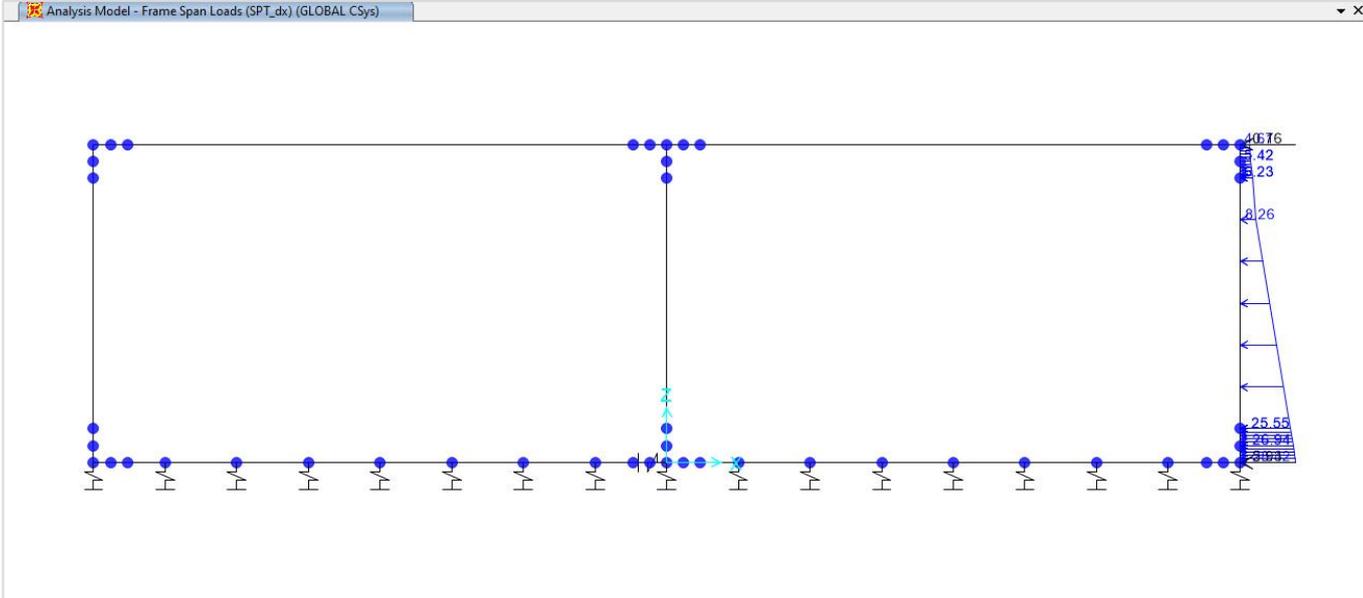
ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

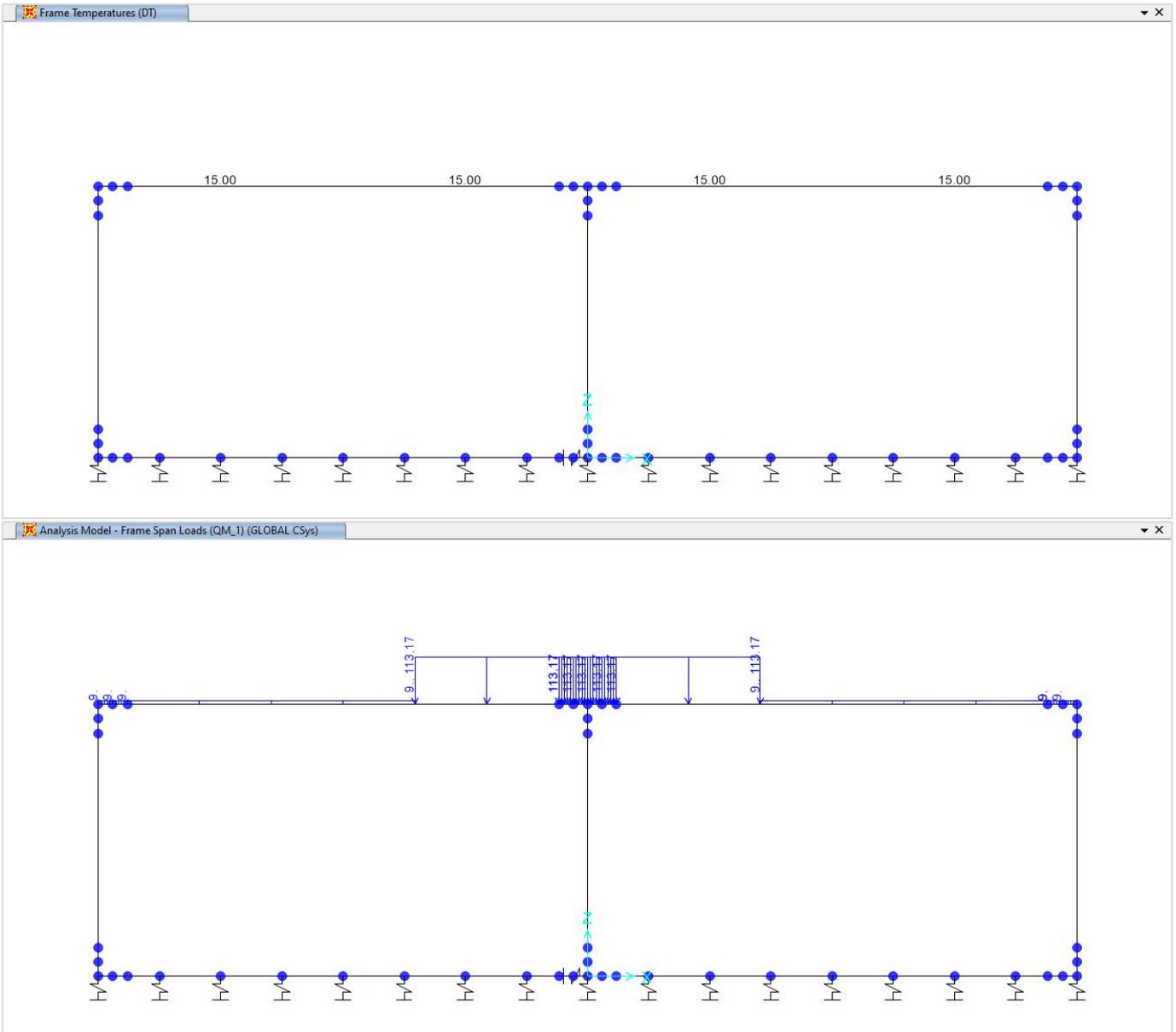
PROGETTAZIONE:
Mandatario Mandanti
ROCKSOIL S.P.A **NET ENGINEERING** **PINI**
M-INGEGNERIA **GCF** **ELETTRI-FER**

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	55 di 163



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 56 di 163
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo						



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
 HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
 ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
 GCF ELETTRI-FER

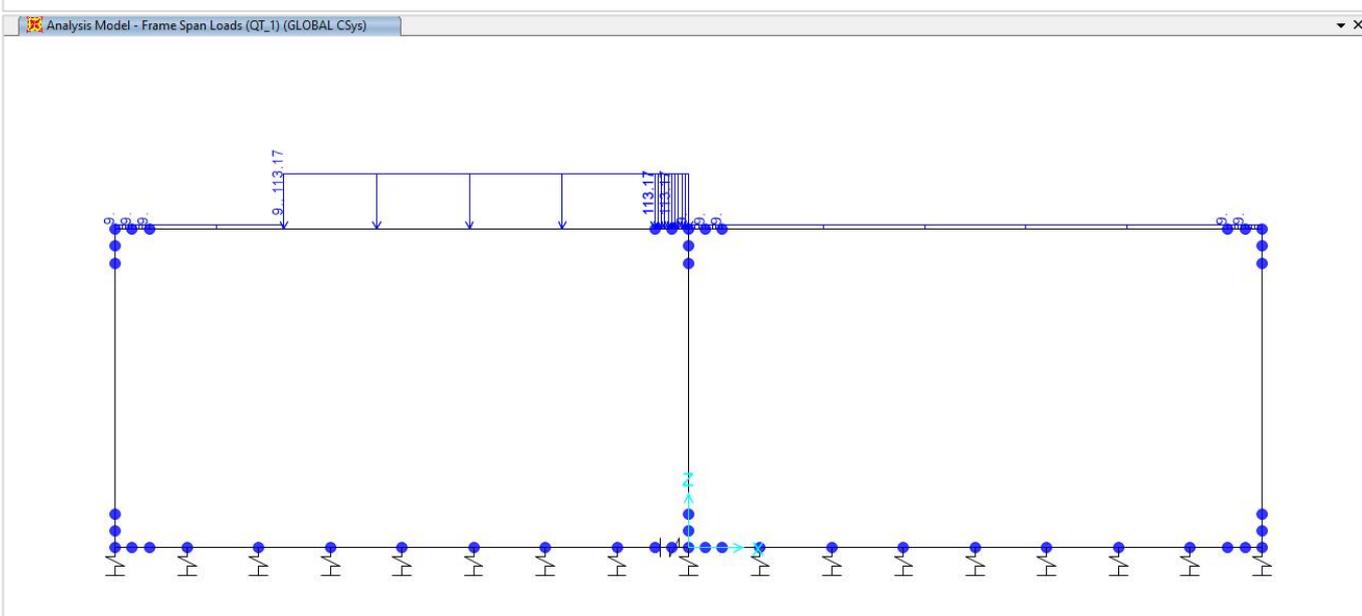
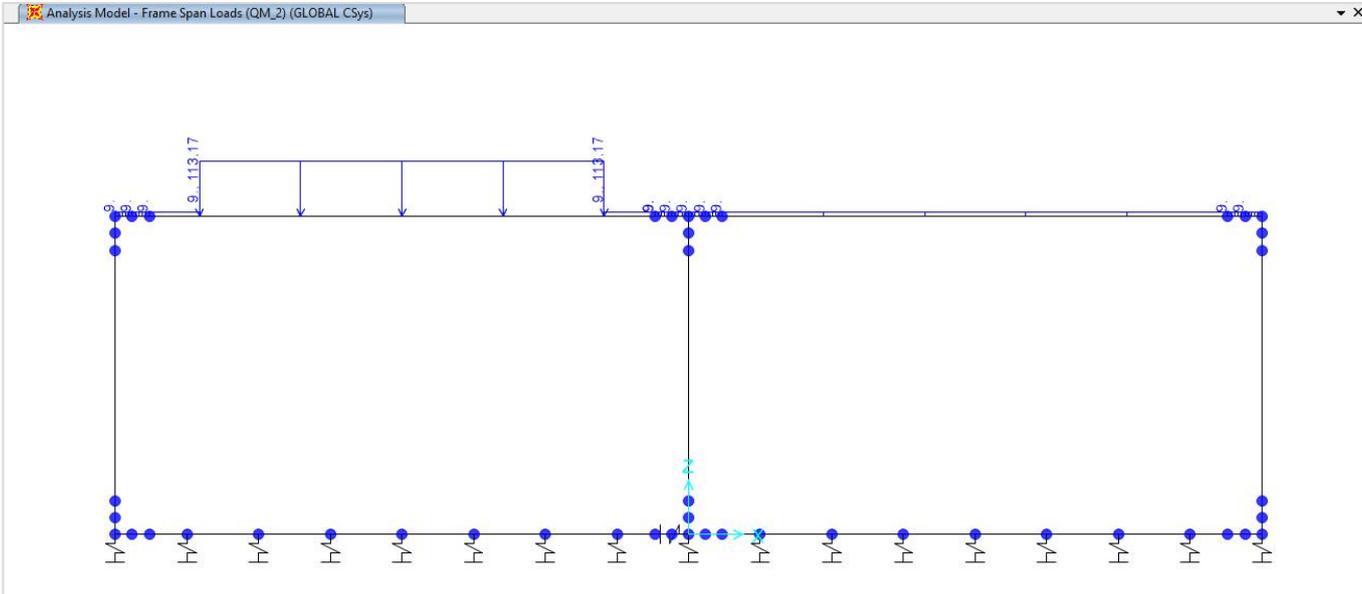
M-INGEGNERIA

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	57 di 163



APPALTATORE:
Conorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

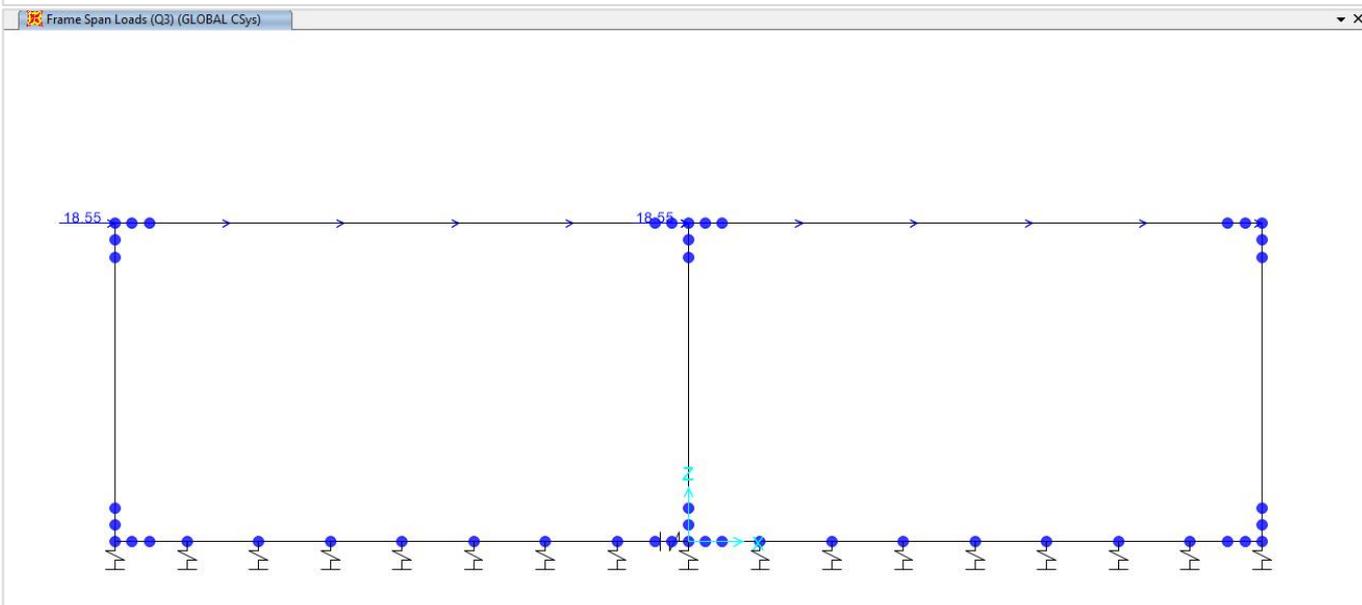
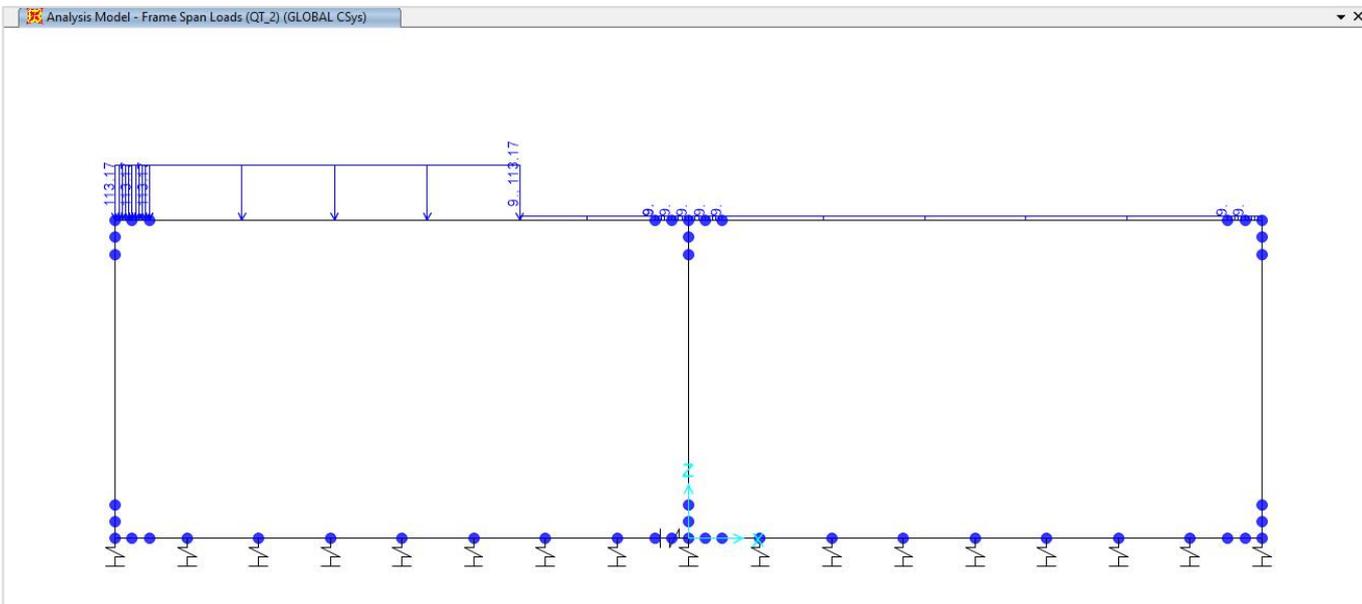
PROGETTAZIONE:
Mandataria Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	58 di 163



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
 HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
 ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
 GCF ELETTRI-FER

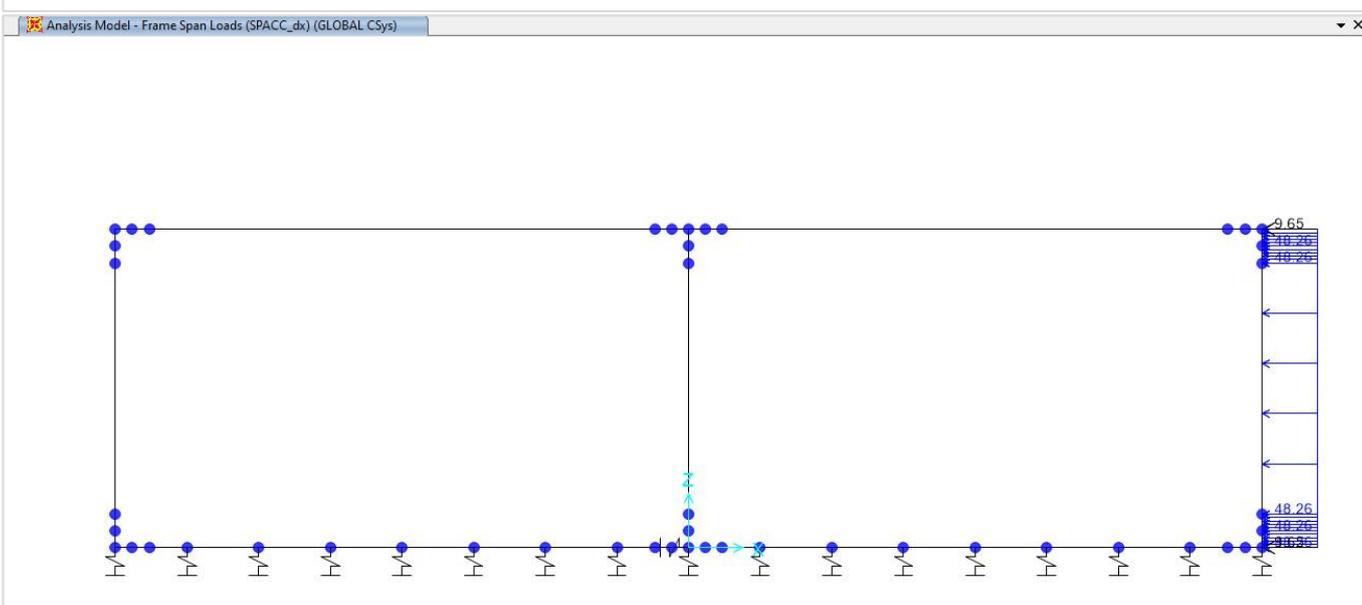
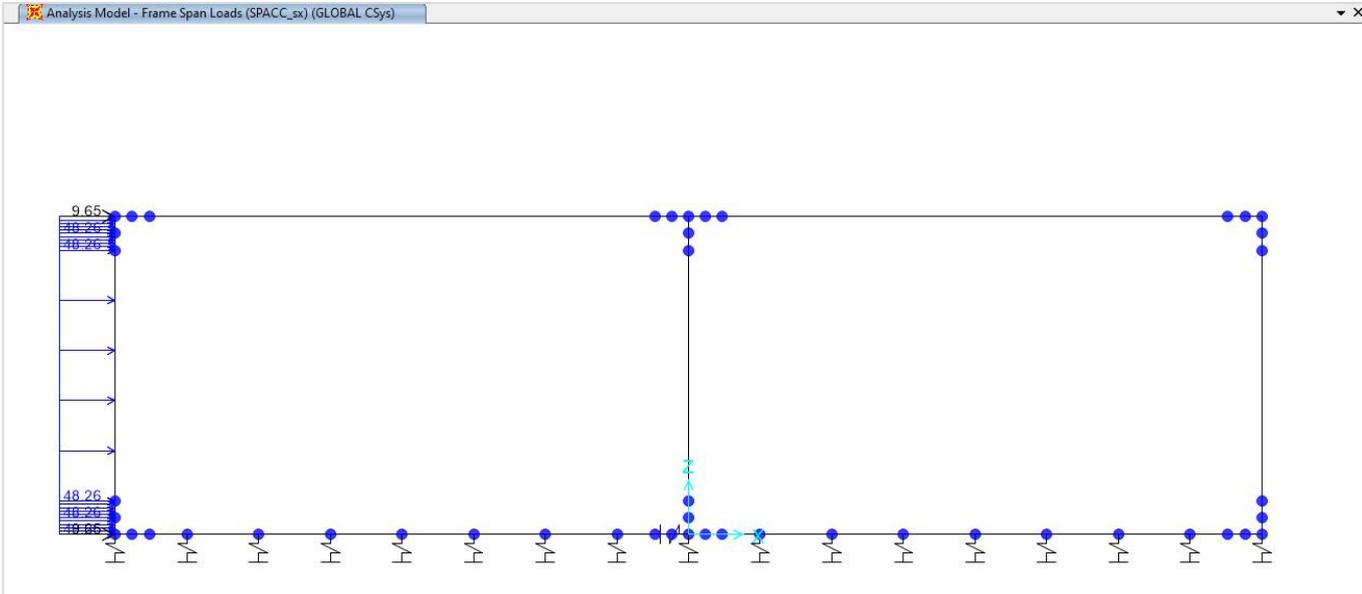
M-INGEGNERIA

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	59 di 163



APPALTATORE:
Conorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

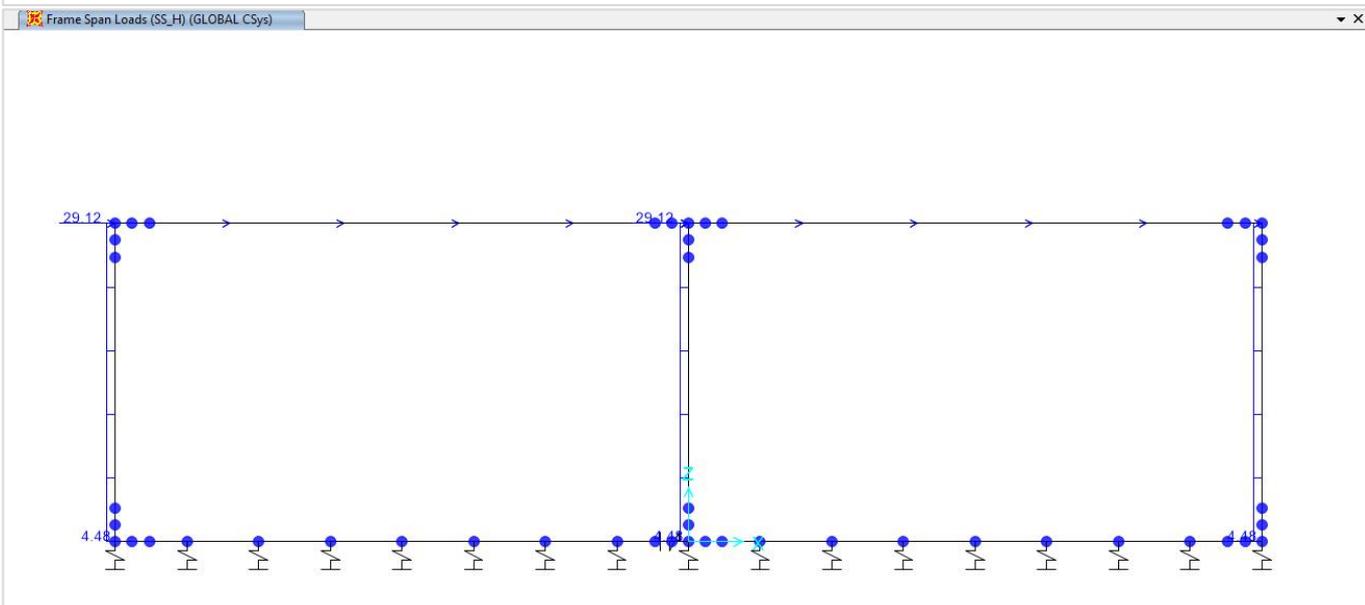
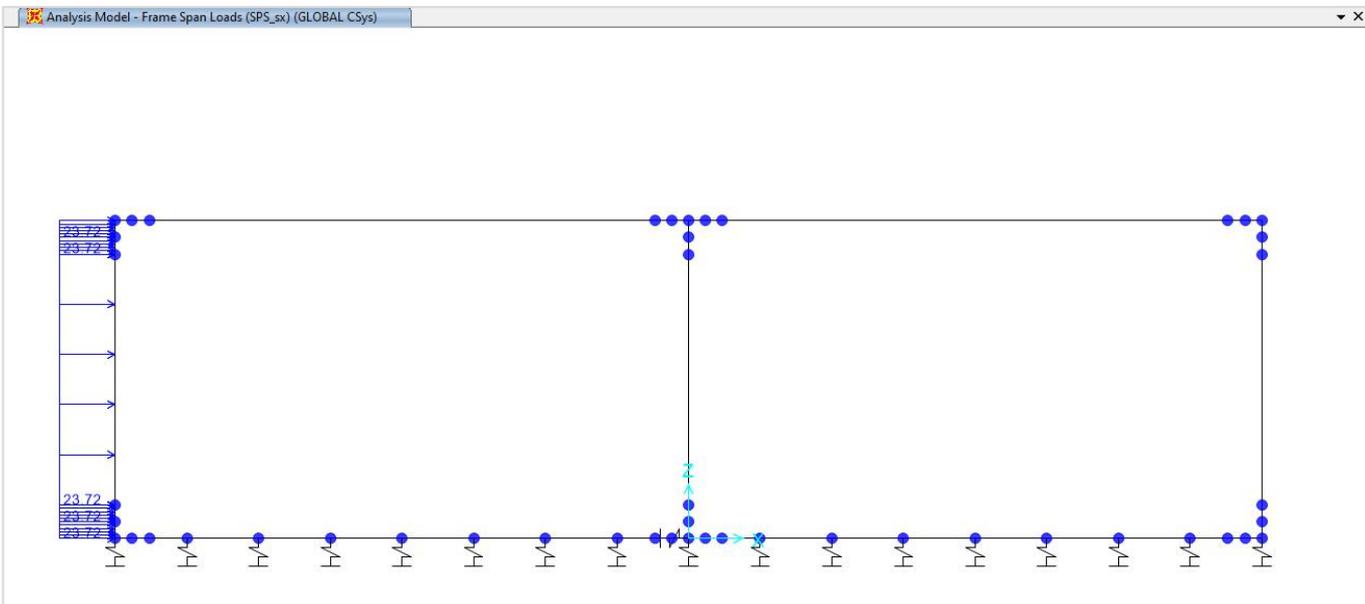
PROGETTAZIONE:
Mandatara Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	60 di 163



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
 HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
 ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
 GCF ELETTRI-FER

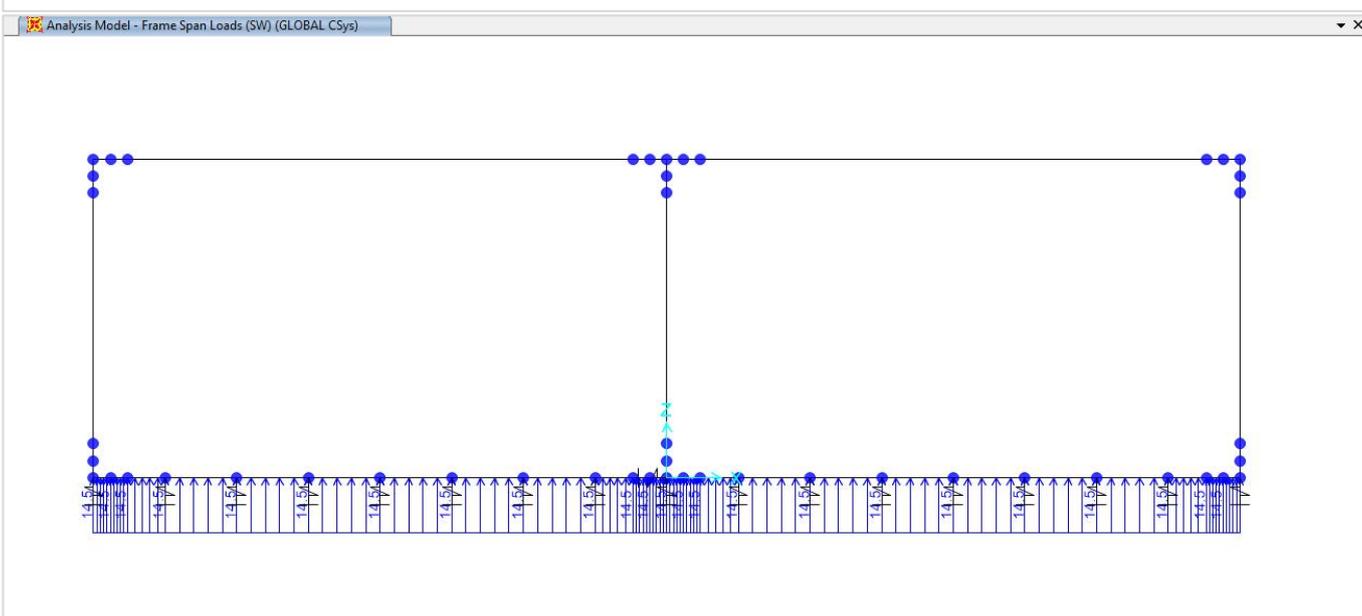
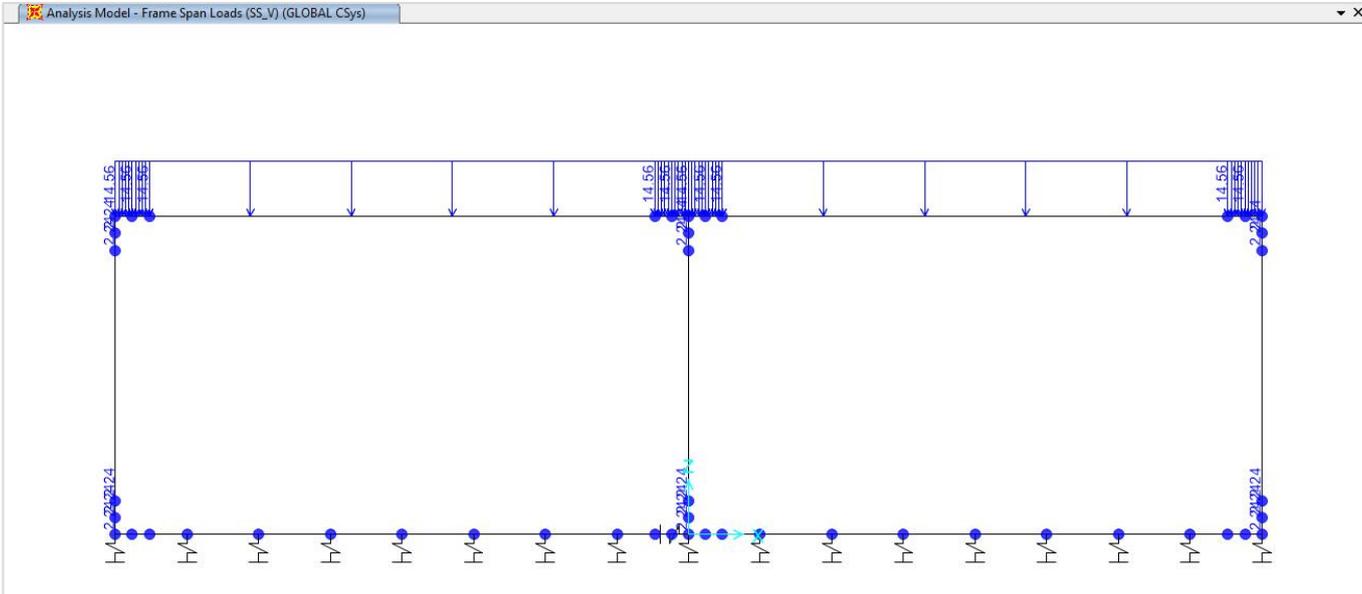
M-INGEGNERIA

PROGETTO ESECUTIVO
 Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

ITINERARIO NAPOLI – BARI

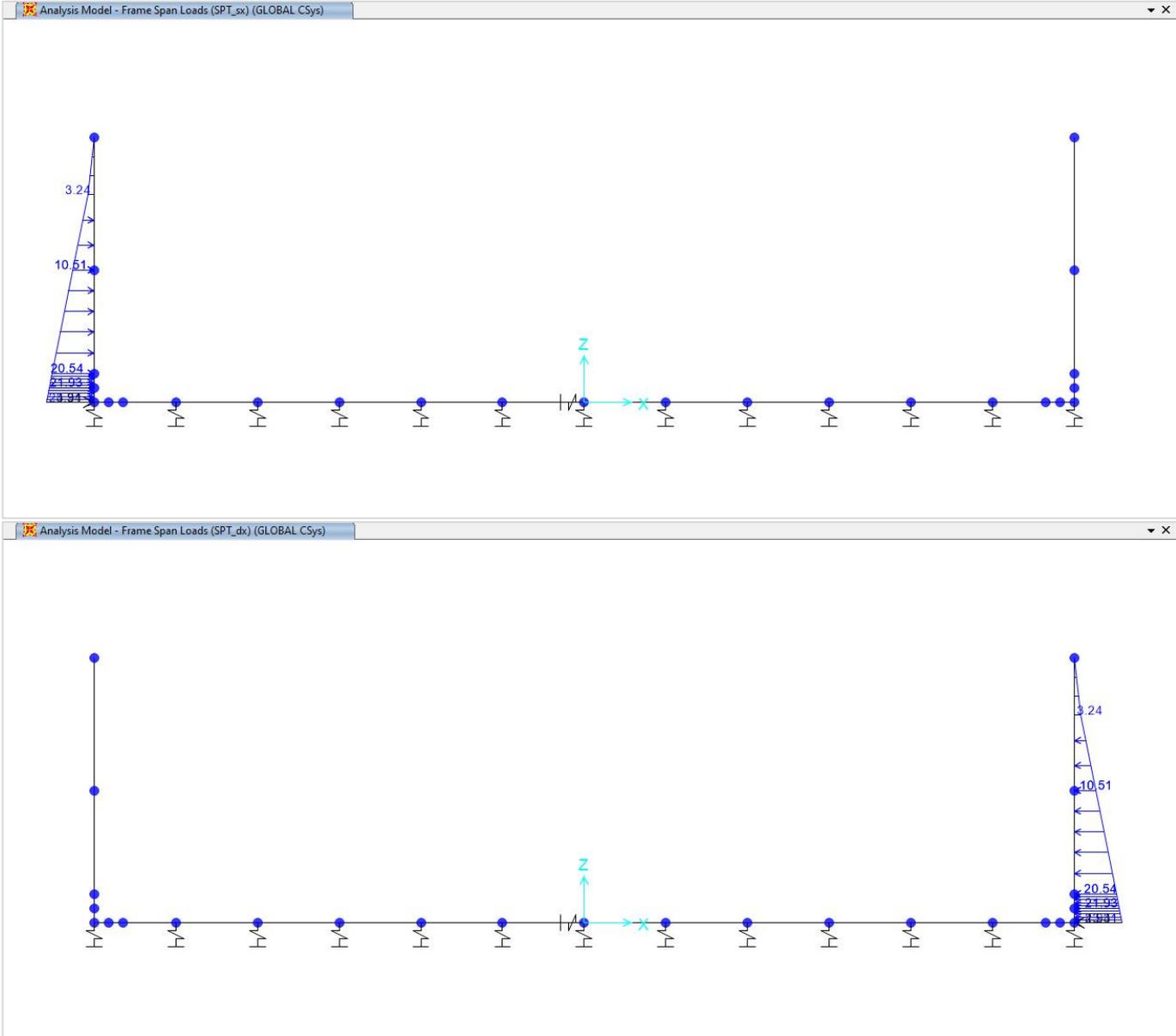
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	61 di 163



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 62 di 163
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo						

10.2 MURI AD U



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
 HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
 ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
 GCF ELETTRI-FER

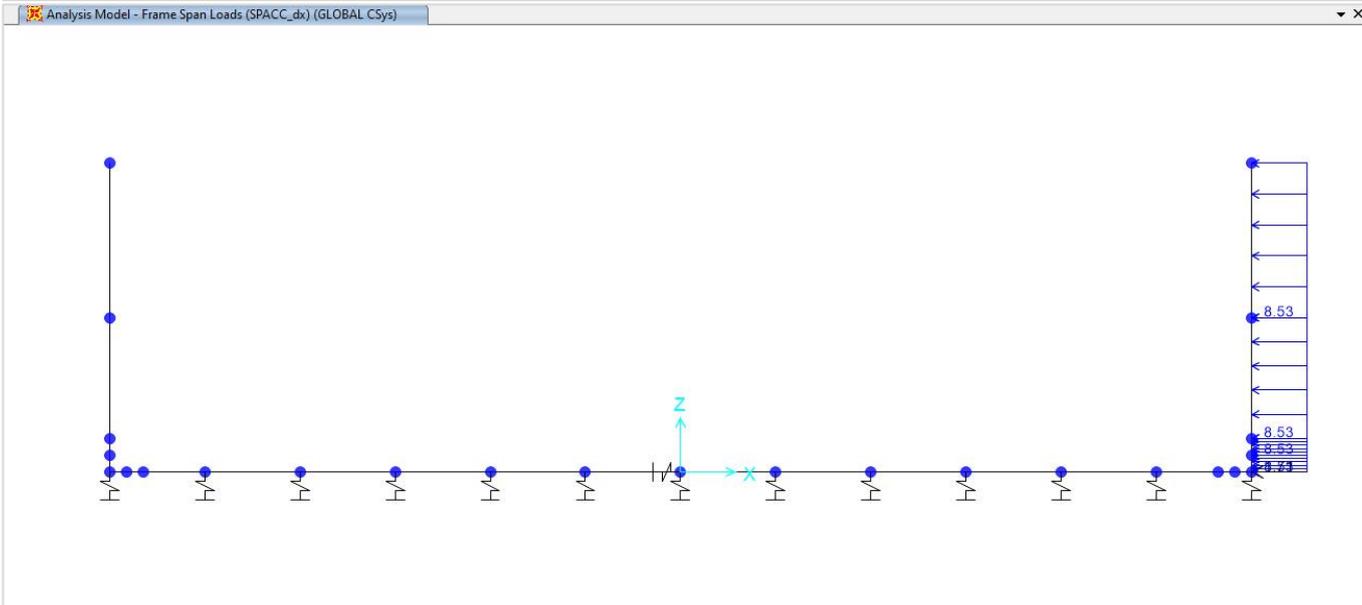
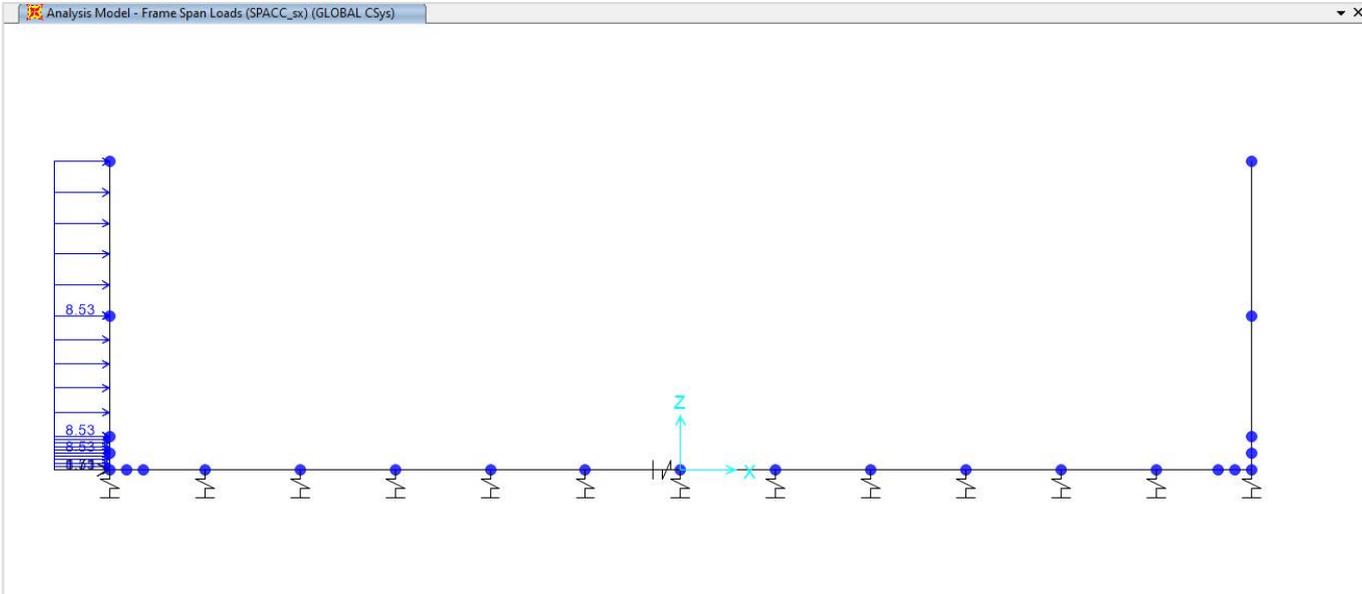
M-INGEGNERIA

PROGETTO ESECUTIVO
 Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

ITINERARIO NAPOLI – BARI

**RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
 II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	63 di 163



APPALTATORE:
 Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

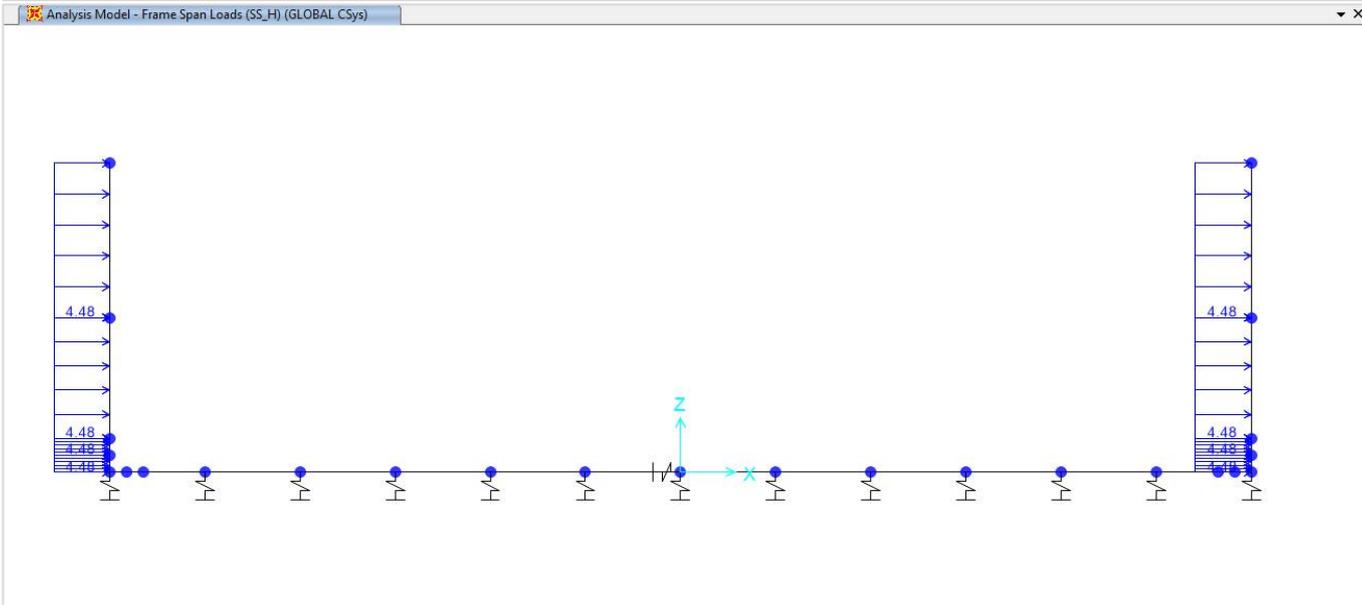
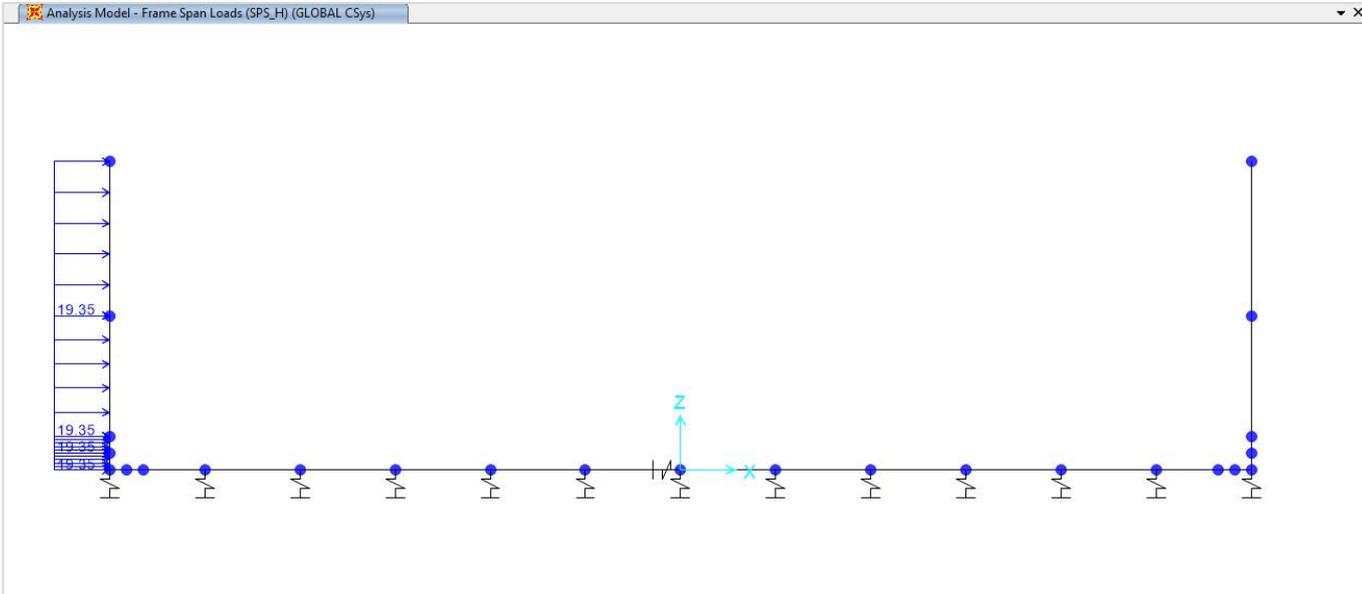
PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

ITINERARIO NAPOLI – BARI

**RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
 II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	64 di 163



APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

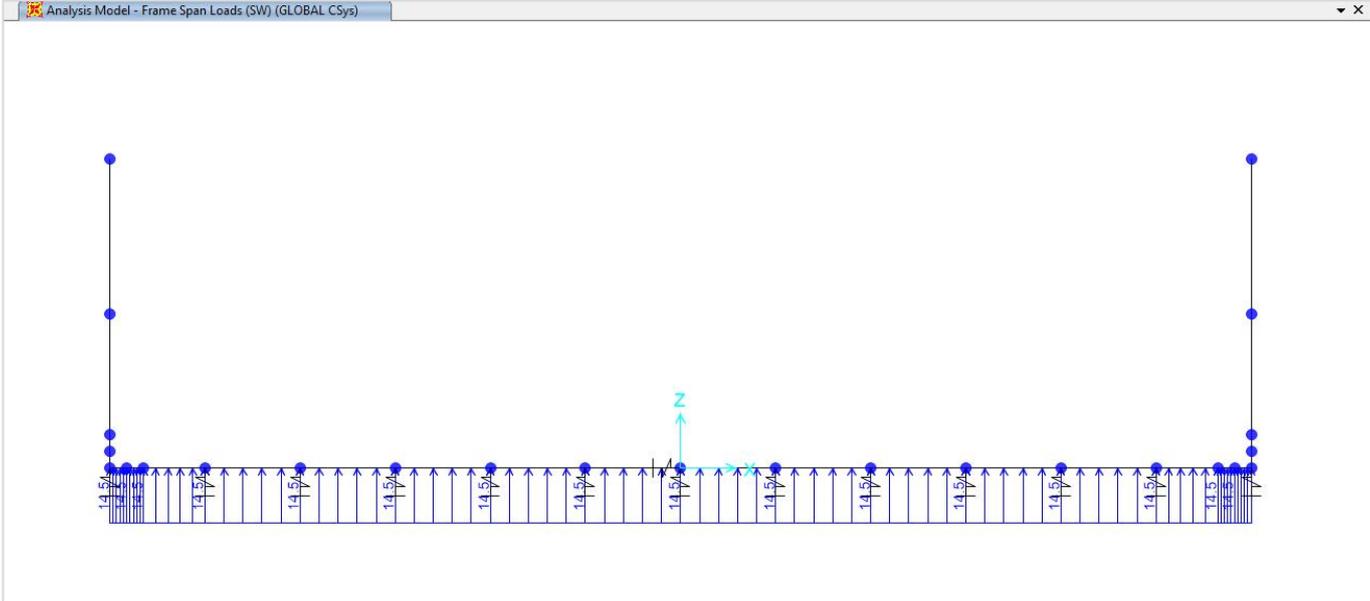
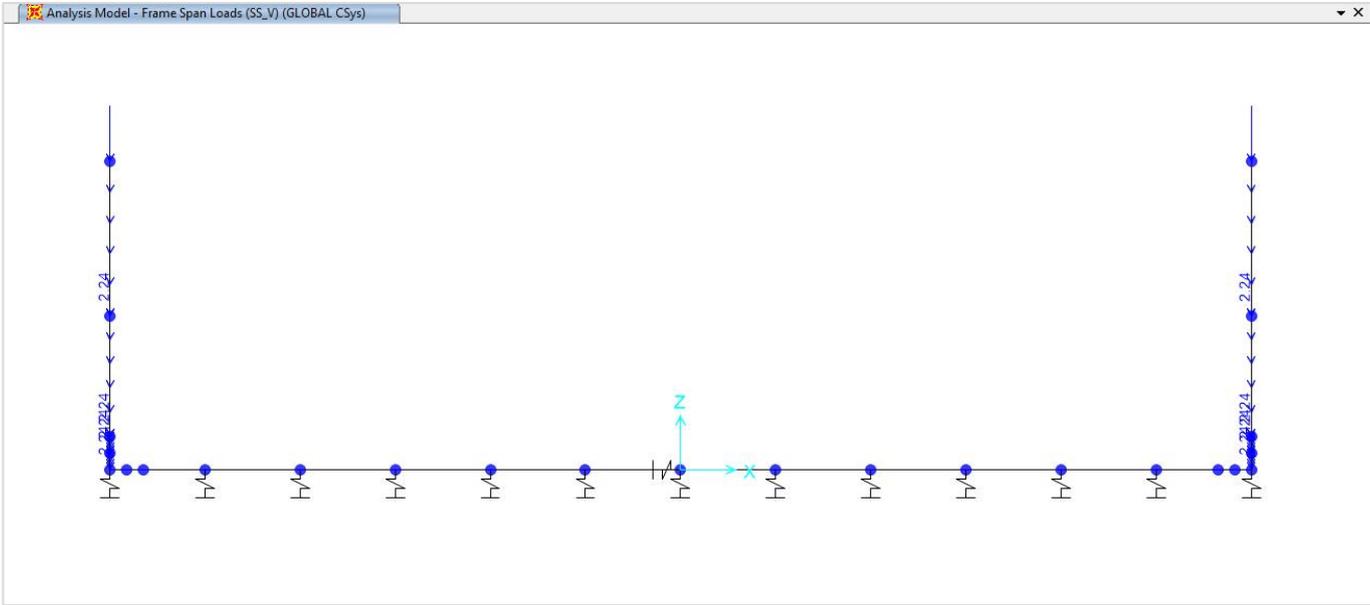
PROGETTAZIONE:
Mandatario Mandanti
ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI
GCF ELETTRI-FER
M-INGEGNERIA

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO
Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	65 di 163



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 66 di 163

11 RISULTATI DELLE ANALISI

11.1 INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI - SCATOLARE

Si riportano di seguito i risultati in forma grafica e tabellare per le combinazioni SLU_env, SLV_env e SLE_env, rispettivamente inviluppi delle combinazioni statiche, sismiche e di esercizio.

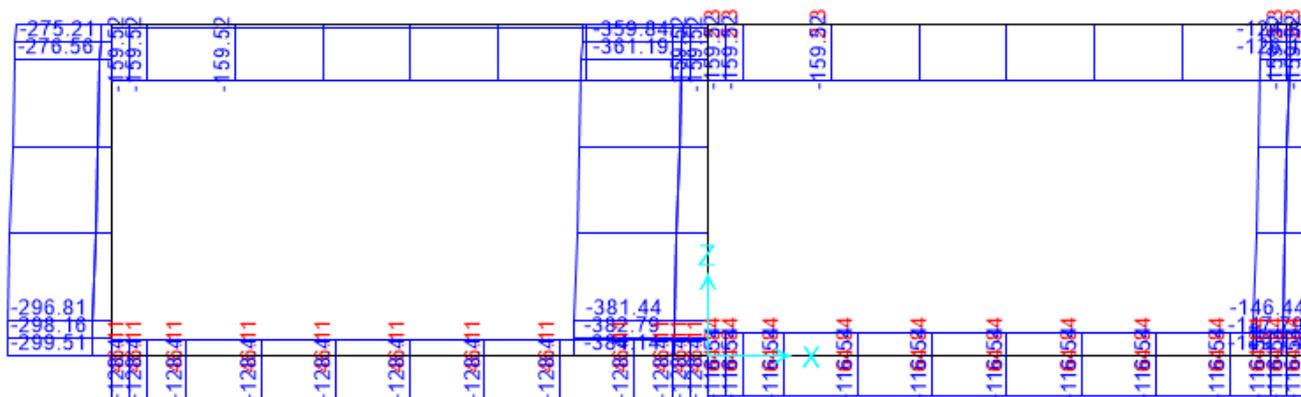


Figura 11.1: inviluppo SLU – Sforzo Normale

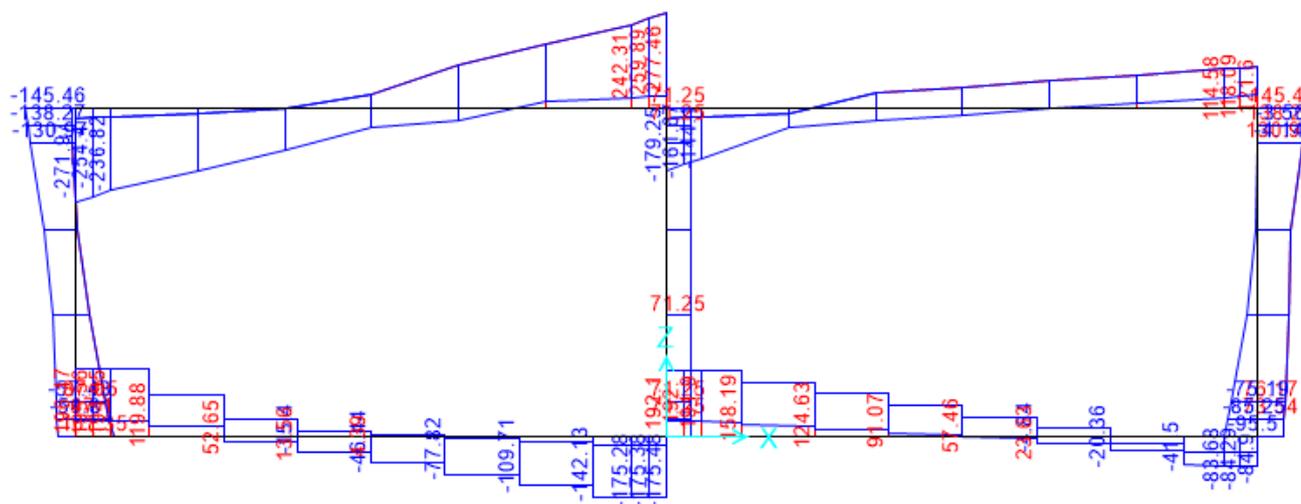


Figura 11.2: inviluppo SLU – Taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 67 di 163

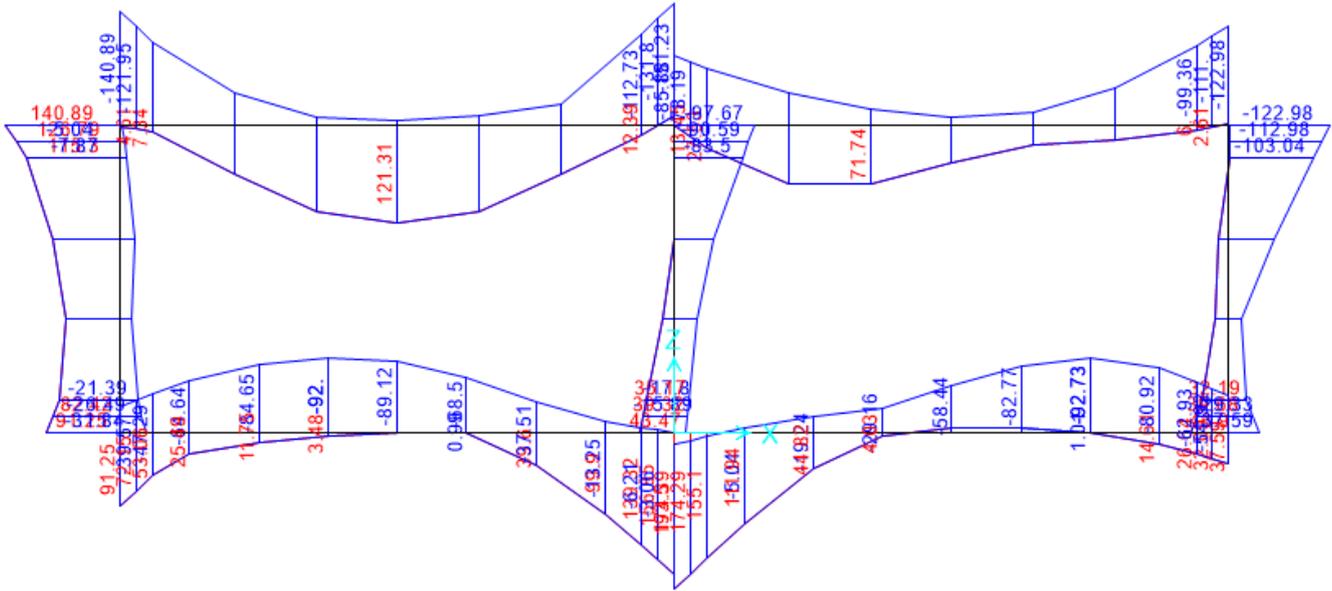


Figura 11.3: involuppo SLU – Momento flettente

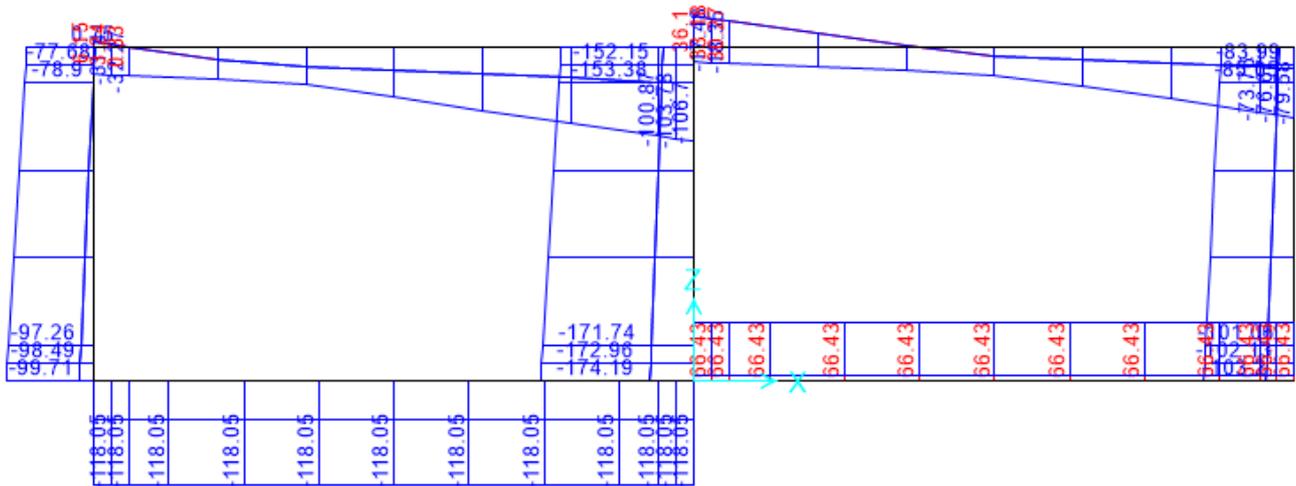


Figura 11.4: involuppo SLV– Sforzo Normale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 68 di 163

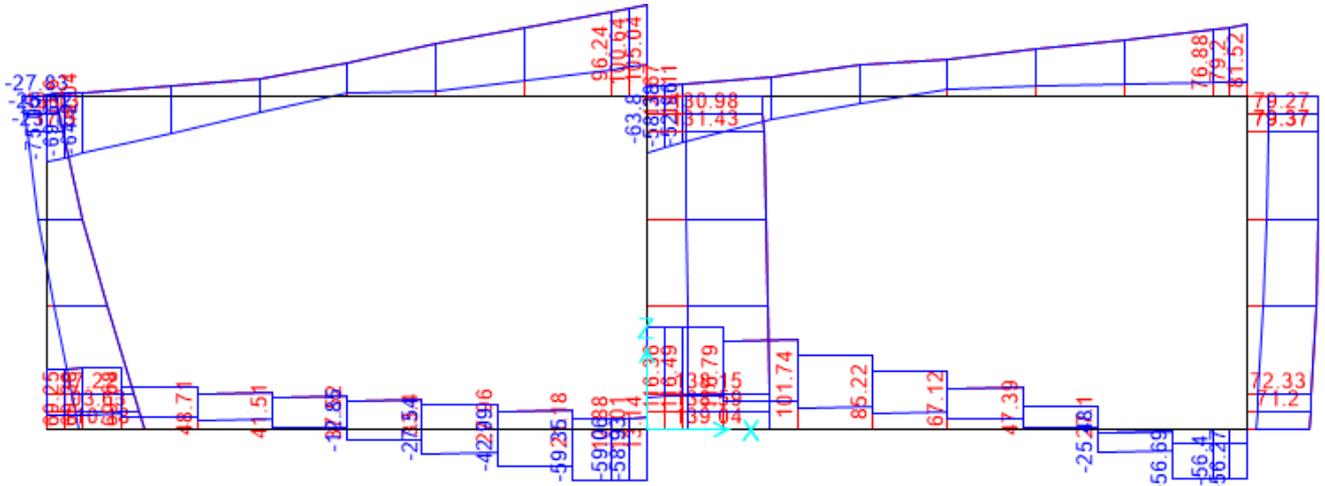


Figura 11.5: involucro SLV – Taglio

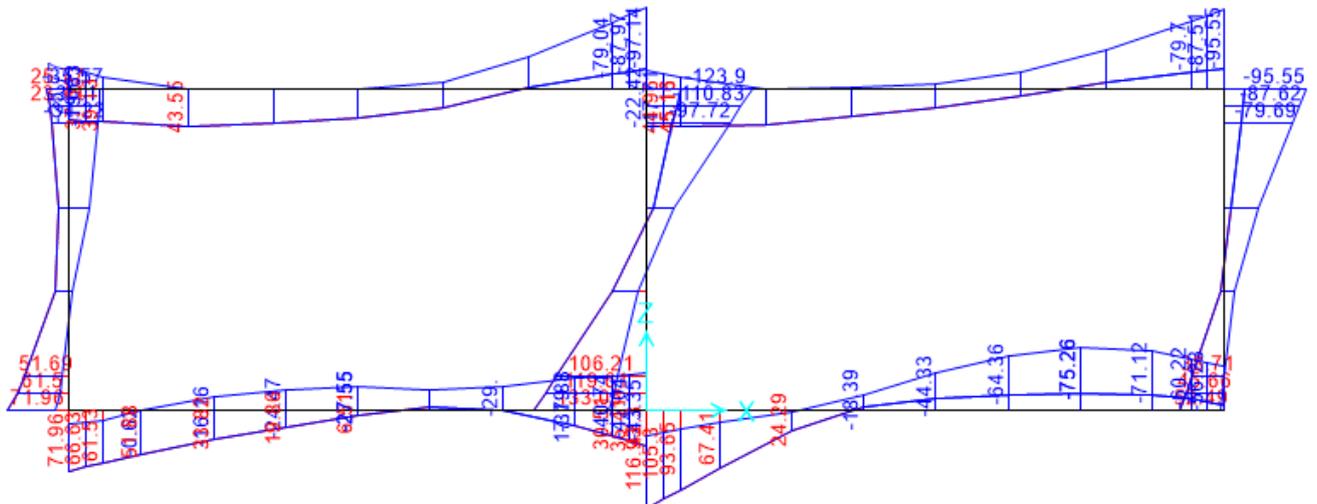


Figura 11.6: involucro SLV – Momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 69 di 163

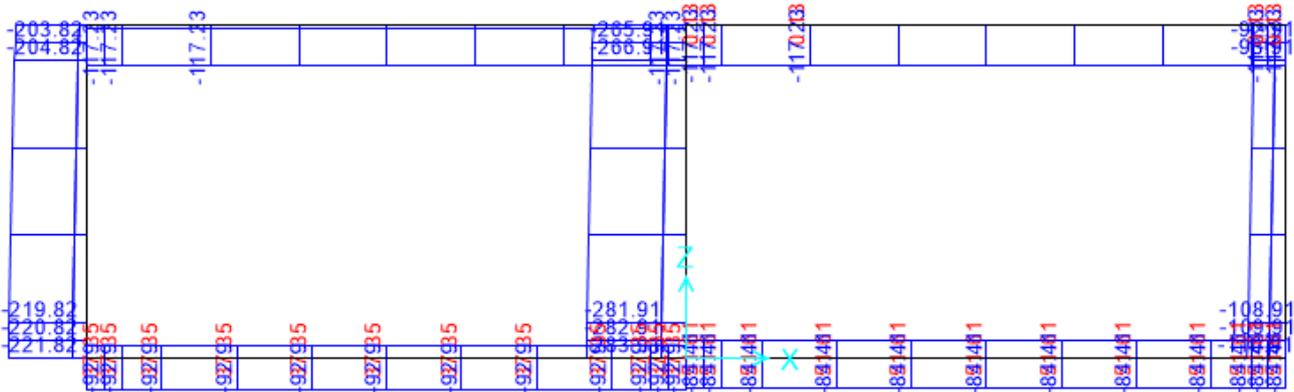


Figura 11.7: involucro SLE– Sforzo Normale

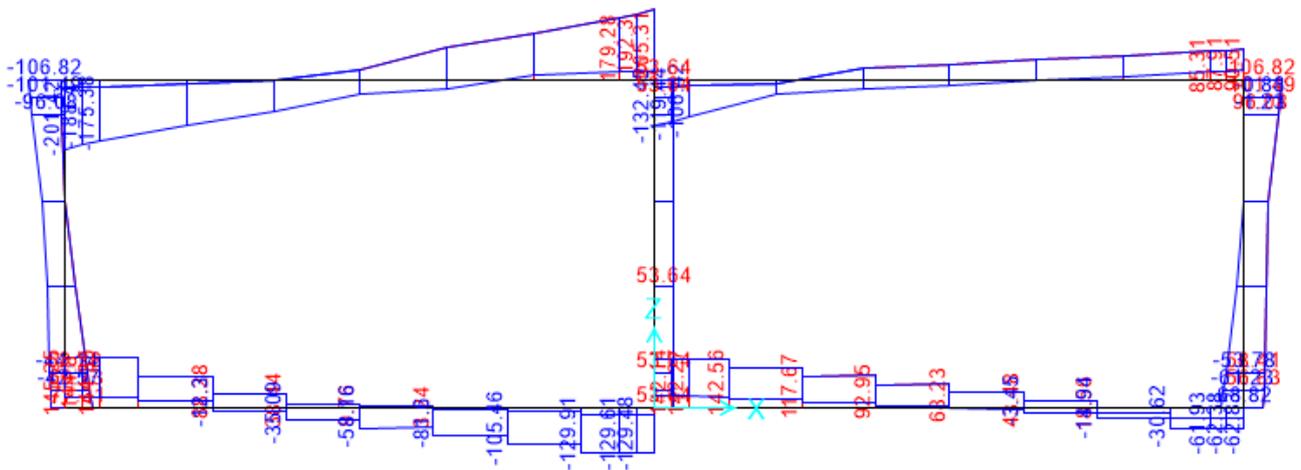


Figura 11.8: involucro SLE – Taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA											
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER												
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0400 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">70 di 163</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	70 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO							
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	70 di 163							

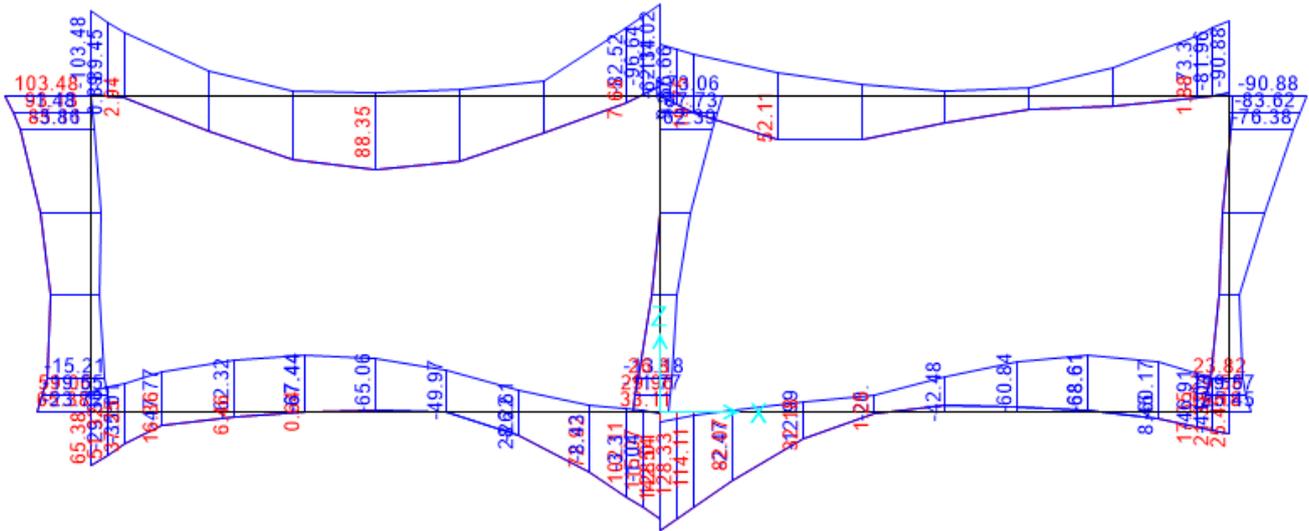


Figura 11.9: involuppo SLE – Momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
M-INGEGNERIA PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 71 di 163

11.2 INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI – MURI AD U

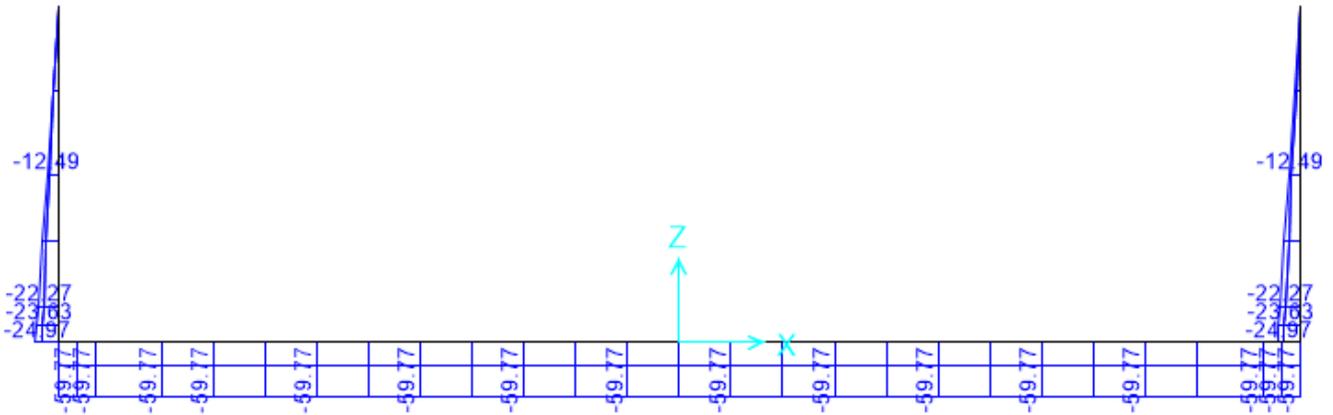


Figura 11.10: inviluppo SLU – Sforzo Normale

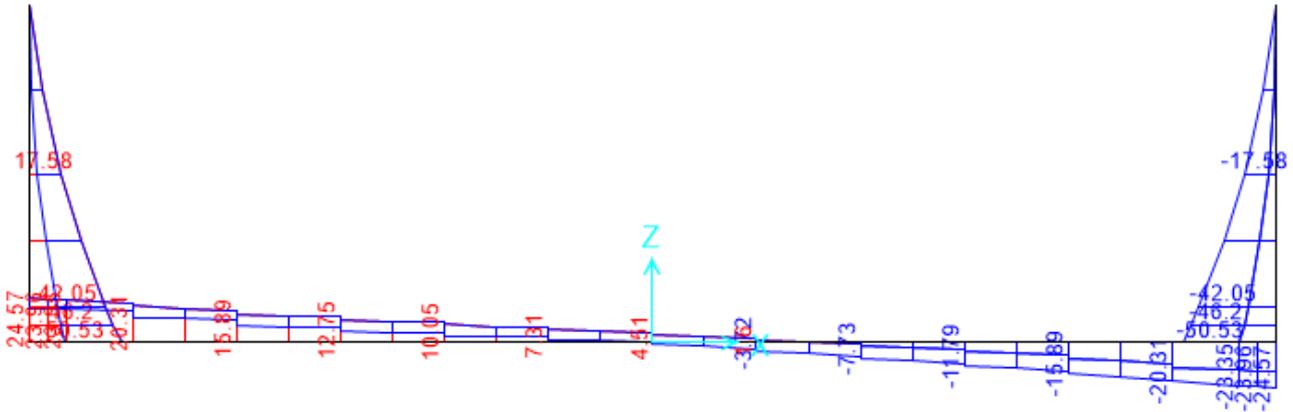


Figura 11.11: inviluppo SLU – Taglio

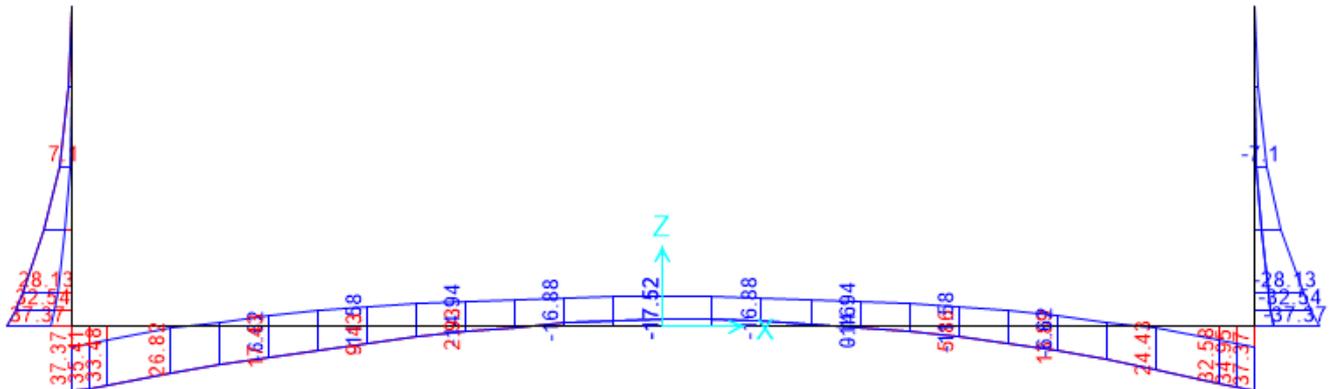


Figura 11.12: inviluppo SLU – Momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 72 di 163

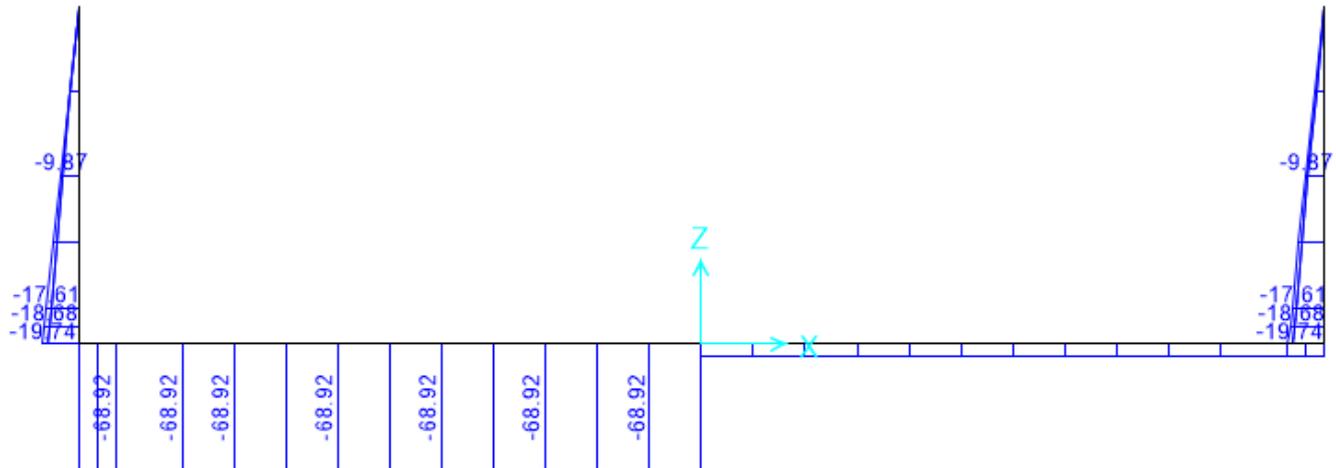


Figura 11.13: involucro SLV – Sforzo Normale

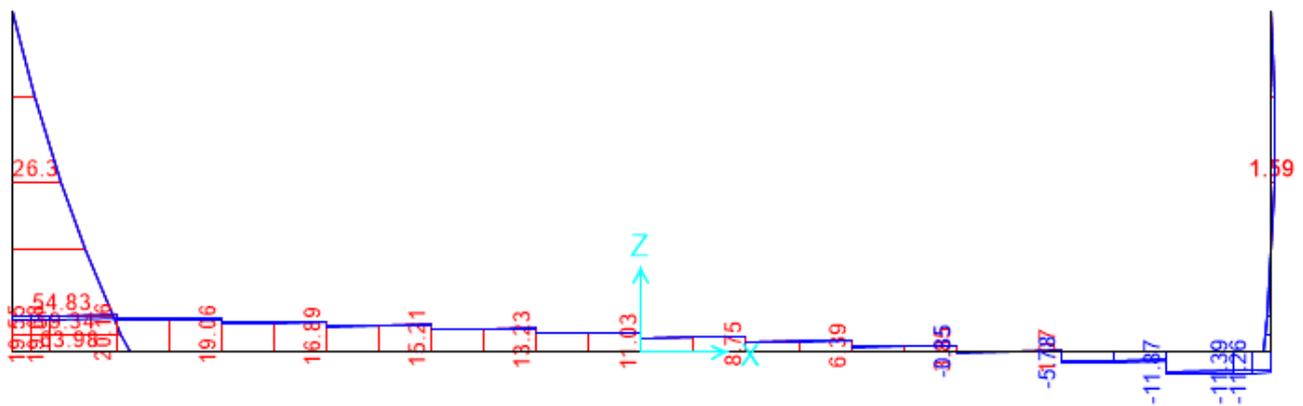


Figura 11.14: involucro SLV – Taglio

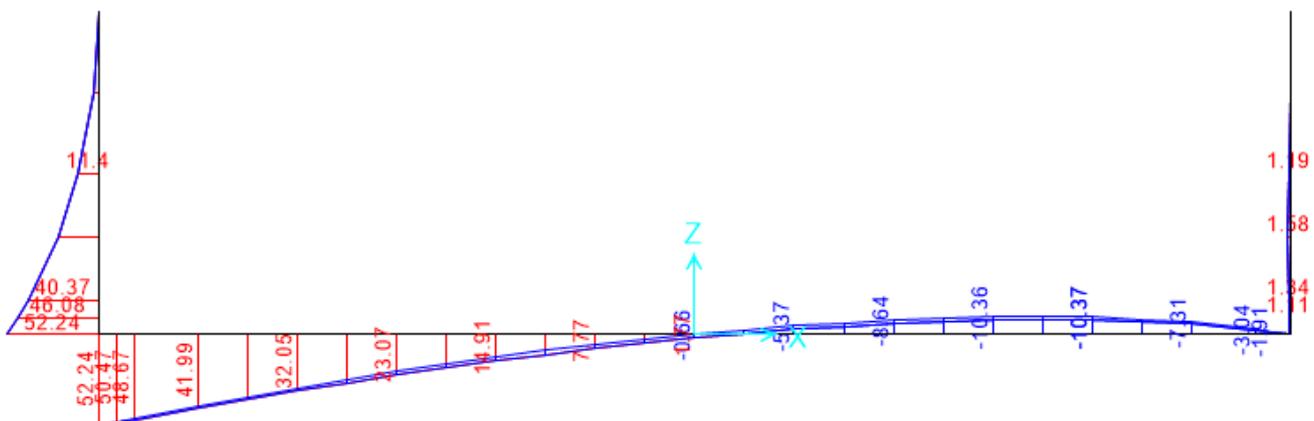


Figura 11.15: involucro SLV – Momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 73 di 163

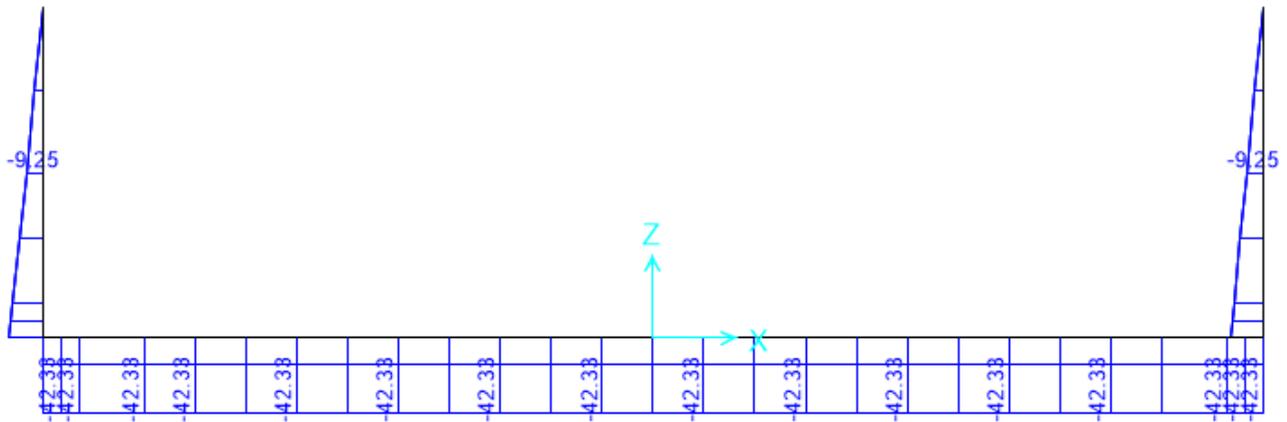


Figura 11.16: involuppo SLE – Sforzo Normale

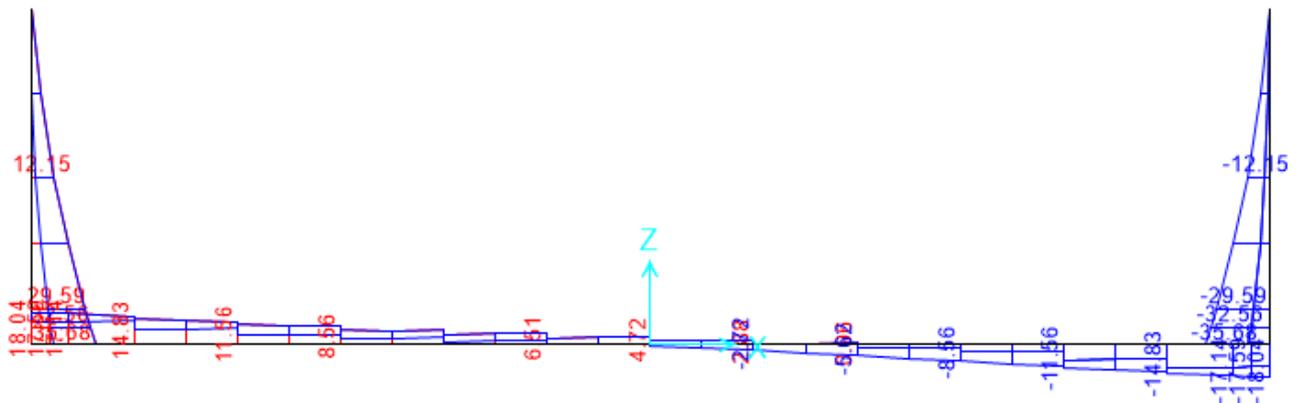


Figura 11.17: involuppo SLE – Taglio

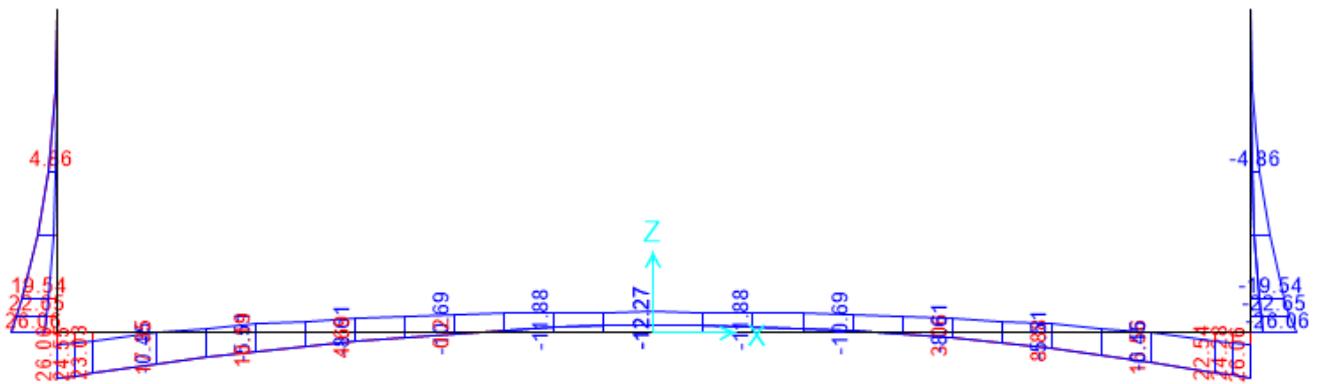


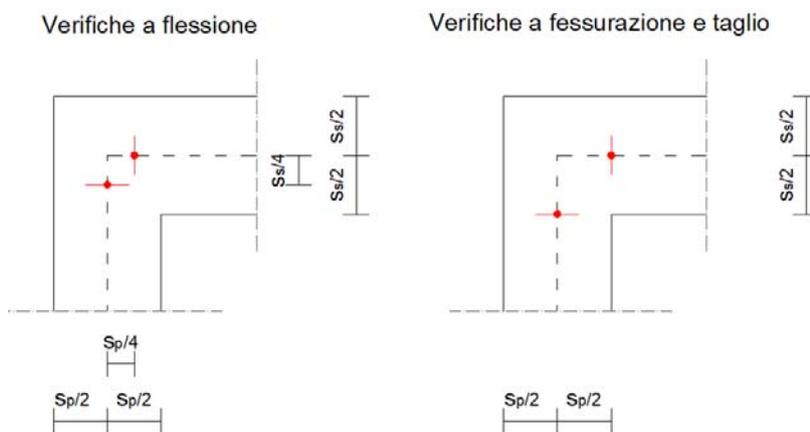
Figura 11.18: involuppo SLE – Momento flettente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 74 di 163

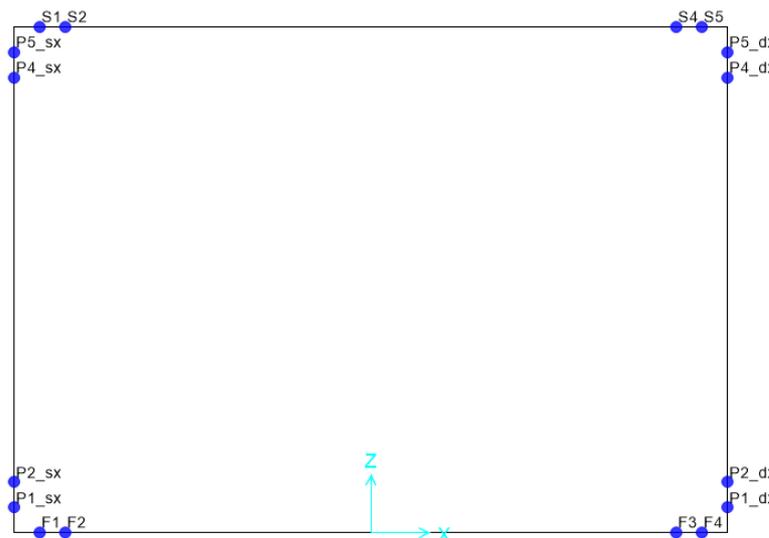
12 VERIFICHE DI SICUREZZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

12.1 CRITERI DI VERIFICA

Nel presente capitolo si conducono le verifiche strutturali in corrispondenza delle sezioni più sollecitate. Con riferimento alle sezioni di incastro, i valori di sollecitazione flettente e tagliante, utilizzati per le verifiche, sono stati valutati come illustrato nel seguente schema:



Nello specifico l'azione flettente in SLU e SLV viene ricavata dal modello numerico in corrispondenza della sezione posta a un quarto dello spessore dall'asse dell'elemento finito, l'azione tagliante e l'azione flettente in SLE vengono invece valutate in corrispondenza della sezione posta a un mezzo dello spessore dall'asse dell'elemento finito. In via conservativa si trascura l'azione assiale nelle verifiche a taglio..



Soletta	$M_{\max} (S_1, S_5)$	Soletta	$T_{\max}^+ (S_2, S_4)$
Piedritti	$M_{\max} (P_1, P_5)$	Soletta	$T_{\max}^+ (P_2, P_4)$
Fondazione	$M_{\max} (F_1, F_4)$	Fondazione	$T_{\max}^+ (F_2, F_3)$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<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 style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">IN0400 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">75 di 163</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	75 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	75 di 163													
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo																		

Le verifiche a fessurazione vengono condotte secondo quanto indicato al Capitolo 3. Si riportano di seguito le condizioni di verifica.

- Combinazione di verifica: SLE rara
- Condizioni ambientali: aggressive
- Limite apertura fessure: $w_1 = 0.2 \text{ mm}$

In via cautelativa le sollecitazioni impiegate nelle verifiche agli SLE sono calcolate in combinazione RARA (più gravose delle sollecitazioni Q.P.). Tuttavia, nelle verifiche tensionali è stato considerato il valore più cautelativo tra i limiti tensionali previsti nel Manuale di RFI cod. DTCSICSMAIFS001A per le combinazioni allo SLE Rara e Q.P (cfr. Capitolo 3.1). Nello specifico, il limite tensionale considerato è pari a $0.40f_{ck}$ (relativo alla combinazione Q.P.), anziché $0.55f_{ck}$ (relativo alla combinazione Rara).

Le verifiche, a vantaggio di sicurezza, sono pertanto condotte considerando le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni SLE rara utilizzando, tuttavia, il limite tensionale più restrittivo relativo alle combinazioni SLE Q.P.

La modellazione strutturale FEM, come di consuetudine per la tipologia di opera in esame, prevede una unica molla orizzontale posta in corrispondenza del baricentro della fondazione; gli sforzi di trazione risultano, pertanto, non rappresentativi del reale comportamento dell'opera e per tale ragione non sono stati portati in conto nelle verifiche di sicurezza strutturale.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 76 di 163

12.2 SOLLECITAZIONI DI VERIFICA - SCATOLARE

Si riportano di seguito le tabelle con l'indicazione delle sollecitazioni più gravose per ciascun elemento (soletta superiore, piedritti e soletta inferiore) considerate per le verifiche di sicurezza, analizzando una sezione che rappresenti la parte centrale e una che rappresenti la parte esterna (due nel caso dei piedritti, in cui si studiano l'estemità di testa e quella di piede). Le tabelle sono ottenute massimizzando, rispettivamente, momenti flettenti e azioni assiali nelle diverse sezioni studiate. Anche per le verifiche a taglio sono stati considerati i tagli massimi in corrispondenza delle diverse sezioni.

Negli elementi orizzontali (solette superiori e fondazioni), a favore di sicurezza, si trascurano le azioni assiali nella verifica delle sezioni.

Le convenzioni di segno adottate sono le seguenti: l'azione flettente è negativa se tende le fibre esterne del tombino, l'azione tagliante è riportata in valore assoluto, l'azione assiale è negativa se di compressione.

- **Soletta superiore**

Sezione centrale

Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	2	2.20	SLU_42	Max	2	121
M min SLU/SLV	3	1.20	SLU_36	Min	-28	-21
V max SLU/SLV	2	2.20	SLU_12	Max	126	100
M max SLE	2	1.70	SLE_04	Max	1	88
M min SLE	3	1.20	SLE_36	Min	-21	-14

Sezione laterale esterna

Laterale ESTERNO	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	2	0.10	SLV_12	Max	-8	38
M min SLU/SLV	2	0.10	SLU_08	Min	-254	-122
V max SLU/SLV	2	0.2	SLU_08	Min	237	-103
M max SLE	2	0.20	SLE_44	Max	-20	3
M min SLE	2	0.20	SLE_44	Max	-20	-76

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 77 di 163

Sezione laterale interna

Laterale INTERNO	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	2	3.30	SLU_33	Max	177	45
M min SLU/SLV	2	3.30	SLU_09	Min	192	-132
V max SLU/SLV	2	0.2	SLU_08	Min	242	-54
M max SLE	3	0.20	SLE_06	Max	-36	20
M min SLE	2	3.20	SLE_09	Min	140	-83

- Piedritti esterni

Sezione centrale

Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	1	1.20	SLU_01	Max	-121	-59	82
M min SLU/SLV	1	1.20	SLV_04	Min	-23	34	-23
N max SLU/SLV	1	1.20	SLV_04	Max	-6	37	-18
N min SLU/SLV	1	0.70	SLU_08	Min	-290	-49	22
V max SLU/SLV	4	1.20	SLU_03	Max	-75	95	23
M max SLE	1	1.20	SLE_01	Max	-90	-43	61
M min SLE	1	1.20	SLE_16	Max	-30	-5	-12
N max SLE	1	1.20	SLE_16	Max	-30	-5	-12
N min SLE	1	0.70	SLE_08	Min	-215	-35	17

Sezione di testa

Testa	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	1	1.80	SLU_08	Max	-194	-94	127
M min SLU/SLV	1	1.80	SLV_04	Min	-18	7	-35
N max SLU/SLV	1	1.80	SLV_04	Max	0	9	-31
N min SLU/SLV	1	1.80	SLU_08	Min	-275	-137	102
V max SLU/SLV	1	1.7	SLU_02	Min	-236	131	84
M max SLE	1	1.70	SLE_07	Max	-142	-25	85
M min SLE	1	1.70	SLE_44	Max	-26	-22	-4
N max SLE	1	1.70	SLE_16	Max	-25	-33	-3
N min SLE	1	1.70	SLE_08	Min	-205	-95	68

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 78 di 163

Sezione di piede

Piede	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	1	0.10	SLU_12	Max	-206	83	82
M min SLU/SLV	4	0.10	SLV_02	Max	-77	69	-46
N max SLU/SLV	1	0.10	SLV_04	Max	-16	100	56
N min SLU/SLV	1	0.10	SLU_08	Min	-298	9	10
V max SLU/SLV	1	0.2	SLV_12	Max	-27	97	49
M max SLE	1	0.20	SLE_12	Max	-152	52	53
M min SLE	4	0.20	SLE_03	Max	-66	58	-24
N max SLE	1	0.20	SLE_16	Max	-40	62	15
N min SLE	1	0.20	SLE_08	Min	-220	0	8

- Piedritto interno

Sezione centrale

Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	5	0.70	SLV_01	Max	-118	136	40
M min SLU/SLV	5	1.20	SLU_03	Min	-362	41	-48
N max SLU/SLV	5	1.20	SLV_14	Max	-41	49	-14
N min SLU/SLV	5	0.70	SLU_04	Min	-375	0	-27
V max SLU/SLV	5	0.70	SLV_09	Max	-113	136	36
M max SLE	5	0.70	SLE_03	Max	-229	53	11
M min SLE	5	1.20	SLE_03	Min	-267	32	-36
N max SLE	5	1.20	SLE_13	Max	-62	0	0
N min SLE	5	0.70	SLE_04	Min	-277	0	-20

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 79 di 163

Sezione di testa

Testa	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	5	1.80	SLU_30	Max	-238	22	0
M min SLU/SLV	5	1.80	SLV_01	Min	-115	127	-111
N max SLU/SLV	5	1.80	SLV_14	Max	-36	48	-42
N min SLU/SLV	5	1.80	SLU_04	Min	-360	0	-59
V max SLU/SLV	5	1.7	SLV_09	Max	-102	131	-96
M max SLE	5	1.70	SLE_29	Max	-182	16	0
M min SLE	5	1.70	SLE_03	Min	-262	32	-62
N max SLE	5	1.70	SLE_13	Max	-57	0	0
N min SLE	5	1.70	SLE_04	Min	-267	0	-42

Sezione di piede

Piede	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	5	0.10	SLV_01	Max	-123	138	120
M min SLU/SLV	5	0.10	SLU_07	Min	-348	19	-16
N max SLU/SLV	5	0.10	SLV_14	Max	-49	50	40
N min SLU/SLV	5	0.10	SLU_04	Min	-380	0	-10
V max SLU/SLV	5	0.2	SLV_09	Max	-118	138	105
M max SLE	5	0.20	SLE_03	Max	-233	53	27
M min SLE	5	0.20	SLE_07	Min	-256	14	-13
N max SLE	5	0.20	SLE_13	Max	-71	0	0
N min SLE	5	0.20	SLE_04	Min	-280	0	-9

- Soletta di fondazione

Sezione centrale

Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	19.00	0.43	SLU_03	Min	158	45
M min SLU/SLV	19.00	0.43	SLU_03	Min	7	-93
V max SLU/SLV	16	0.00	SLU_03	Max	125	33
M max SLE	15.00	0.43	SLE_06	Max	118	32
M min SLE	19.00	0.43	SLE_03	Min	7	-69

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 80 di 163

Sezione laterale esterna

Laterale ESTERNO	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	6.00	0.10	SLU_12	Max	191	72
M min SLU/SLV	21	0.33	SLV_02	Min	-37	-56
V max SLU/SLV	21	0.225	SLU_05	Min	84	-22
M max SLE	6.00	0.20	SLE_12	Max	141	37
M min SLE	21.00	0.23	SLE_39	Max	-40	-47

Sezione laterale interna

Laterale INTERNO	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	14.00	0.10	SLU_06	Max	192	174
M min SLU/SLV	13	0.33	SLV_10	Min	11	-42
V max SLU/SLV	13	0.225	SLU_04	Min	175	91
M max SLE	14.00	0.20	SLE_06	Max	142	114
M min SLE	13.00	0.23	SLE_42	Max	-23	-3

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 81 di 163

12.3 SOLLECITAZIONI DI VERIFICA – MURI AD U

- Soletta di Fondazione

Sezione centrale

Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	4	0.5667	SLV_02	Combination	-68.92	18	32
M min SLU/SLV	8	0.5667	SLU_01	Combination	-24.84	1	-18
V max SLU/SLV	5	0.5667	SLV_01	Combination	-68.92	17	21
M max SLE	4	0.5667	SLE_03	Combination	-42.33	13	10
M min SLE	8	0.5667	SLE_01	Combination	-14.90	1	-12

Sezione laterale

Laterale	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	3	0.1	SLV_02	Combination	-68.92	18	50
M min SLU/SLV	14	0.4667	SLV_01	Combination	-6.61	-11	-2
V max SLU/SLV	3	0.2	SLU_02	Combination	-59.77	23	33
M max SLE	3	0.2	SLE_03	Combination	-42.33	15	23
M min SLE	3	0.2	SLE_01	Combination	-14.90	13	4

- Piedritto

Sezione al piede

Piede	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	1	0.10	SLV_01	Combination	-19	59	46
M min SLU/SLV	2	0.10	SLV_01	Combination	-19	-3	-1
N max SLU/SLV	1	0.10	SLV_02	Combination	-16	59	46
N min SLU/SLV	1	0.10	SLU_01	Combination	-24	18	10
V max SLU/SLV	1	0.2	SLV_01	Combination	-18	55	40
M max SLE	1	0.20	SLE_02	Combination	-17	30	20
M min SLE	1	0.20	SLE_01	Combination	-17	9	5
N max SLE	1	0.20	SLE_01	Combination	-17	9	5
N min SLE	1	0.20	SLE_01	Combination	-17	9	5

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 82 di 163

12.4 VERIFICHE – SCATOLARE

Si riportano di seguito le verifiche di sicurezza dei componenti strutturali. Il quantitativo di armatura minima di progetto in zona tesa rispetta i requisiti imposti dalle NTC2018.

Caratteristiche geometriche IN04 - scatolare

	Soletta	Fondazione	Piedritti	
Base della sezione	b = 100.00	100.00	100.00	cm
Altezza della sezione	h = 40.00	40.00	40.00	cm
Copriferro min in asse barre longitudinali	c _{min} = 8.00	8.20	8.00	cm
Altezza utile della sezione	d = 32.00	31.80	32.00	cm

Armatura minima NTC2018 § 4.1.6.1.1

Area minima in zona tesa	$A_{s, \min} = (0.0013 b d) =$	4.16	4.13	4.16	cm ²
Area minima in zona tesa	$A_{s, \min} = 0.26 \times (f_{ctm}/f_{yk}) \times b d =$	5.36	5.33	5.36	cm ²
	A_{s, min} =	5.36	5.33	5.36	cm²

Armatura minima di progetto

	n°/ml	φ		A _{sd}		
Soletta superiore	10	16	mm		20.11	cm ² ok
Fondazione	5	20	mm		15.71	cm ² ok
Piedritti	5	16	mm		10.05	cm ² ok

12.4.1 SOLETTA SUPERIORE – sezione centrale

Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	2	2.20	SLU_42	Max	2	121
M min SLU/SLV	3	1.20	SLU_36	Min	-28	-21
V max SLU/SLV	2	2.20	SLU_12	Max	126	100
M max SLE	2	1.70	SLE_04	Max	1	88
M min SLE	3	1.20	SLE_36	Min	-21	-14

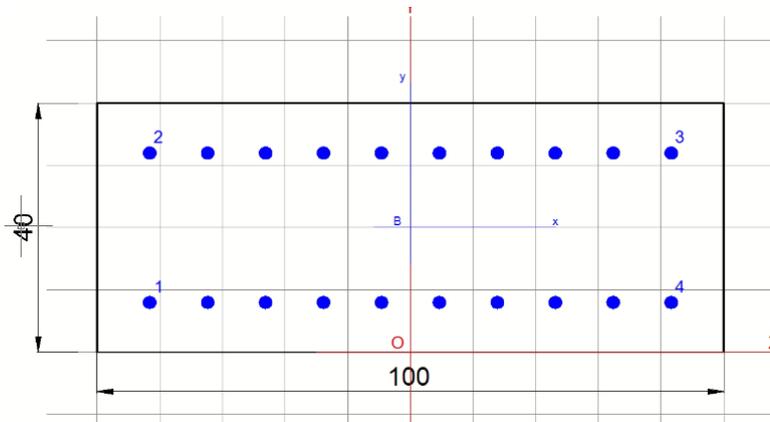
Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 10Φ16

Armatura inf 10Φ16

Armatura a taglio non necessaria

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 83 di 163



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.
NOME SEZIONE: IN04Soletta-S3

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.0 MPa
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>84 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	84 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	84 di 163								

Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.0	16
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	8	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	121.31	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-20.72	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	88.35	0.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	
	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0400 001 B 85 di 163

2 0.00 -14.06 0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	121.31	0.00	0.00	219.43	0.00	1.81	20.1(5.3)
2	S	0.00	-20.72	0.00	0.00	-219.43	0.00	10.59	20.1(5.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.00094	0.325	-50.0	40.0	0.00022	-41.6	32.0	-0.00196	-41.6	8.0
2	0.00094	0.325	-50.0	0.0	0.00022	-41.6	8.0	-0.00196	41.6	32.0

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	0.000090519	-0.002680655	0.325	0.846
2	0.000000000	-0.000090519	0.000940120	0.325	0.846

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 86 di 163

Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.22	-50.0	40.0	-157.5	32.4	8.0	1000	20.1
2	S	0.83	-50.0	0.0	-25.1	32.4	32.0	1000	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00108	0.00000	0.500	16.0	72	0.00047 (0.00047)	380	0.180 (0.20)	89.93	0.00
2	S	-0.00017	0.00000	0.500	16.0	72	0.00008 (0.00008)	380	0.029 (0.20)	-89.93	0.00

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 87 di 163

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 184 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 149 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 184 \quad (\text{kN})$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 439 \quad (\text{kN})$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 126 \quad (\text{kN})$ *Verifica soddisfatta!*

larghezza minima della sezione	$b_w = 1000.00$	(mm)
altezza totale della sezione	$h = 400.00$	(mm)
copriferro	$c = 80.00$	(mm)
altezza utile della sezione	$d = 320.00$	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} = 30.71$	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} = 2$	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} = 2011$	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d = 320000$	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0$	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{ed} = 0.00$	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$	(N/mm ²) <= 0,2f _{cd}
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$	
k calcolato	$k = 2$	< 2
k inserito nella formula	$k = 2$	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$	(N/mm ²)

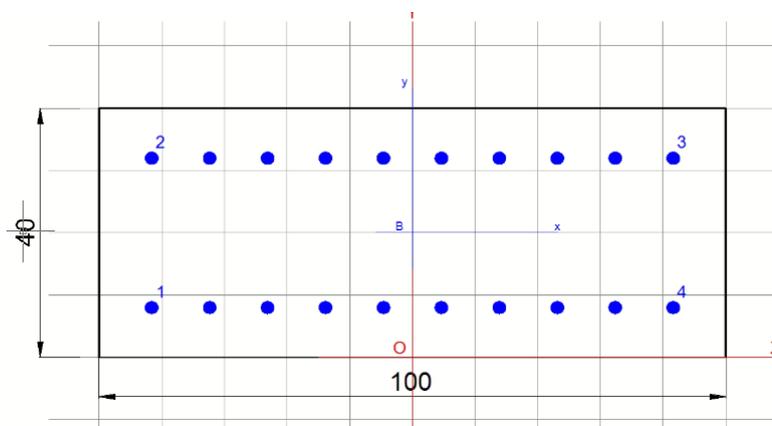
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 88 di 163

12.4.1 SOLETTA SUPERIORE – sezione laterale esterna

Laterale ESTERNO	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	2	0.10	SLV_12	Max	-8	38
M min SLU/SLV	2	0.10	SLU_08	Min	-254	-122
V max SLU/SLV	2	0.2	SLU_08	Min	237	-103
M max SLE	2	0.20	SLE_44	Max	-20	3
M min SLE	2	0.20	SLE_44	Max	-20	-76

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 10Φ16
 Armatura inf 10Φ16
 Armatura a taglio Φ10/40x20



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.
NOME SEZIONE: IN04Soletta-S5_ESTERNO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 89 di 163

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
Resis. compr. di progetto fcd: 17.0 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura flk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 : 1.00
Coeff. Aderenza differito β1*β2 : 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.0	16
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	8	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	
	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0400 001 B 90 di 163

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	37.53	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-121.95	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2.94	0.00
2	0.00	-75.69	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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								
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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								
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)								
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]								
N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	37.53	0.00	0.00	219.43	0.00	5.85	20.1(5.3)
2	S	0.00	-121.95	0.00	0.00	-219.43	0.00	1.80	20.1(5.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	
	COMMESSA IF3A LOTTO 02 CODIFICA E ZZ CL DOCUMENTO IN0400 001 REV. B FOGLIO 91 di 163

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	0.00094	0.325	-50.0	40.0	0.00022	-41.6	32.0	-0.00196	-41.6	8.0
2	0.00094	0.325	-50.0	0.0	0.00022	-41.6	8.0	-0.00196	41.6	32.0

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	0.000090519	-0.002680655	0.325	0.846
2	0.000000000	-0.000090519	0.000940120	0.325	0.846

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.17	-50.0	40.0	-5.2	32.4	8.0	1000	20.1
2	S	4.47	-50.0	0.0	-134.9	32.4	32.0	1000	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0.00000	0.500	16.0	72	0.00002 (0.00002)	380	0.006 (0.20)	89.93	0.00
2	S	-0.00093	0.00000	0.500	16.0	72	0.00040 (0.00040)	380	0.154 (0.20)	-89.93	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 92 di 163

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 184 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd,2} = (v_{\min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 149 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 184 \quad (\text{kN})$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 439 \quad (\text{kN})$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 237 \quad (\text{kN})$ *Verifica NON soddisfatta!*

larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000.00	(mm)
altezza totale della sezione	$h =$	400.00	(mm)
copriferro	$c =$	80.00	(mm)
altezza utile della sezione	$d =$	320.00	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} =$	30.71	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} =$	2	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} =$	2011	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d =$	320000	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c =$	0	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{Ed} =$	0.00	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0	(N/mm ²) <= 0,2f _{cd}
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0	
k calcolato	$k =$	2	< 2
k inserito nella formula	$k =$	2	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0	(N/mm ²)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 93 di 163

Elementi con armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.1.3.2 NTC2018

- Resistenza di calcolo a "taglio trazione" armatura	$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \text{sen}\alpha =$	<u>276,382</u>	(N)	
- Resistenza di calcolo a "taglio compressione"	$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta) =$	<u>864,116</u>	(N)	
Resistenza a taglio	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) =$	<u>276,382</u>	(N)	Verifica soddisfatta!
Taglio sollecitante		$V_{Ed} =$	<u>237,300</u>	(N)
larghezza minima della sezione	$b_w =$	<u>1,000</u>	(mm)	
altezza totale della sezione	$h =$	<u>400</u>	(mm)	
copriferro	$c =$	<u>80</u>	(mm)	
altezza utile della sezione	$d =$	<u>320</u>	(mm)	
resistenza caratteristica calcestruzzo	$f_{ck} =$	<u>30.71</u>	(N/mm ²)	
resistenza caratteristica calcestruzzo	$f_{cd} =$	<u>17.40</u>	(N/mm ²)	
resistenza a compressione ridotta del cls d'anima	$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd} =$	<u>8.70</u>	(N/mm ²)	
coefficiente maggiorativo	$\alpha_c =$	<u>1</u>	-	(N assente)
angolo di inclinazione del puntone di cls rispetto all'asse della trave	$\vartheta =$	<u>21.8</u>	(°)	(compreso tra 21.8° e 45°)
	$\text{ctag } \vartheta =$	<u>2.50</u>	ok!	(compreso tra 1 e 2.5)
diametro della staffa	$\phi_w =$	<u>10</u>	(mm)	
numero braccia	$n =$	<u>5</u>	-	
Area dell'armatura trasversale	$A_{sw} =$	<u>393</u>	(mm ²)	
interasse tra due armature trasversali consecutive (passo)	$s =$	<u>400</u>	(mm)	
Area dell'armatura trasversale di progetto	$A_{sw,tot} =$	<u>9.82</u>	(cm ² /m)	
tensione di progetto acciaio	$f_{yd} =$	<u>391.0</u>	(N/mm ²)	
angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della t	$\alpha =$	<u>90</u>	(°)	
	$\text{ctag } \alpha =$	<u>0.00</u>		

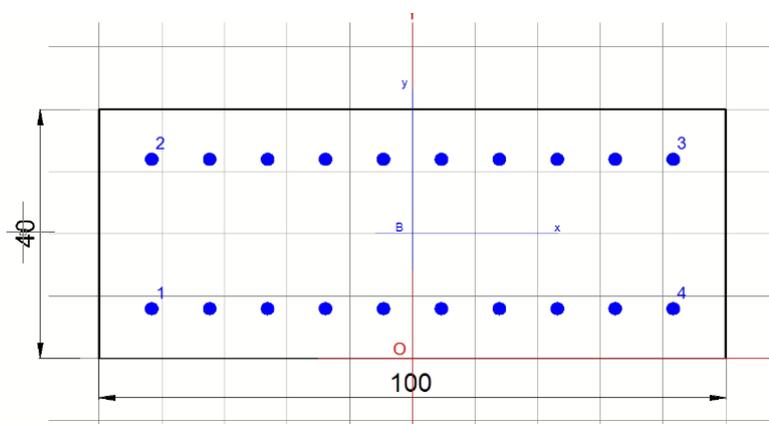
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 94 di 163

12.4.1 SOLETTA SUPERIORE – sezione laterale interna

Laterale INTERNO	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	2	3.30	SLU_33	Max	177	45
M min SLU/SLV	2	3.30	SLU_09	Min	192	-132
V max SLU/SLV	2	0.2	SLU_08	Min	242	-54
M max SLE	3	0.20	SLE_06	Max	-36	20
M min SLE	2	3.20	SLE_09	Min	140	-83

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 10Φ16
 Armatura inf 10Φ16
 Armatura a taglio Φ10/40x20



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.
NOME SEZIONE: IN04Soletta-S5_INTERNO

Descrizione Sezione:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Moderat. aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Comb. non sismiche
Riferimento alla sismicità:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 95 di 163

Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura flk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.0	16
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	8	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0400 001 B 96 di 163

My	con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia				
Vy	con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	44.96	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-131.80	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	0.00	19.75	0.00	
2	0.00	-82.52	0.00	

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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								
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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								
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]								
N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	44.96	0.00	0.00	219.43	0.00	4.88	20.1(5.3)
2	S	0.00	-131.80	0.00	0.00	-219.43	0.00	1.66	20.1(5.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 97 di 163

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00094	0.325	-50.0	40.0	0.00022	-41.6	32.0	-0.00196	-41.6	8.0
2	0.00094	0.325	-50.0	0.0	0.00022	-41.6	8.0	-0.00196	41.6	32.0

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	0.000090519	-0.002680655	0.325	0.846
2	0.000000000	-0.000090519	0.000940120	0.325	0.846

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.17	50.0	40.0	-35.2	-13.9	8.0	1000	20.1
2	S	4.88	-50.0	0.0	-147.1	32.4	32.0	1000	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0.00000	0.500	16.0	72	0.00011 (0.00011)	380	0.040 (0.20)	89.93	0.00
2	S	-0.00101	0.00000	0.500	16.0	72	0.00044 (0.00044)	380	0.168 (0.20)	-89.93	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 98 di 163

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018) $V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ **184** (kN) **>VRd,min**
 $V_{Rd,min} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ **149** (kN)

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018) $V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} =$ **439** (kN)

Taglio sollecitante $V_{Ed} =$ **242** (kN) *Verifica NON soddisfatta!*

larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000.00	(mm)
altezza totale della sezione	$h =$	400.00	(mm)
copriferro	$c =$	80.00	(mm)
altezza utile della sezione	$d =$	320.00	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} =$	30.71	(N/mmq)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} =$	2	(N/mmq)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} =$	2011	(mmq)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d =$	320000	(mmq)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c =$	0	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{ed} =$	0.00	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	(N/mmq) <= 0,2fcd
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	
k calcolato	$k =$	2	< 2
k inserito nella formula	$k =$	2	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0	(N/mmq)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 99 di 163

Elementi con armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.1.3.2 NTC2018

- Resistenza di calcolo a "taglio trazione" armatura	$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \text{sen}\alpha =$	<u>276,382</u>	(N)	
- Resistenza di calcolo a "taglio compressione"	$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta) =$	<u>864,116</u>	(N)	
Resistenza a taglio	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) =$	<u>276,382</u>	(N)	Verifica soddisfatta!
Taglio sollecitante		$V_{Ed} =$	<u>242,000</u>	(N)
larghezza minima della sezione	$b_w =$	<u>1,000</u>	(mm)	
altezza totale della sezione	$h =$	<u>400</u>	(mm)	
copriferro	$c =$	<u>80</u>	(mm)	
altezza utile della sezione	$d =$	<u>320</u>	(mm)	
resistenza caratteristica calcestruzzo	$f_{ck} =$	<u>30.71</u>	(N/mm ²)	
resistenza caratteristica calcestruzzo	$f_{cd} =$	<u>17.40</u>	(N/mm ²)	
resistenza a compressione ridotta del cls d'anima	$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd} =$	<u>8.70</u>	(N/mm ²)	
coefficiente maggiorativo	$\alpha_c =$	<u>1</u>	-	(N assente)
angolo di inclinazione del puntone di cls rispetto all'asse della trave	$\vartheta =$	<u>21.8</u>	(°)	(compreso tra 21.8° e 45°)
	$\text{ctag } \vartheta =$	<u>2.50</u>	ok!	(compreso tra 1 e 2.5)
diametro della staffa	$\phi_w =$	<u>10</u>	(mm)	
numero braccia	$n =$	<u>5</u>	-	
Area dell'armatura trasversale	$A_{sw} =$	<u>393</u>	(mm ²)	
interasse tra due armature trasversali consecutive (passo)	$s =$	<u>400</u>	(mm)	
Area dell'armatura trasversale di progetto	$A_{sw,tot} =$	<u>9.82</u>	(cm ² /m)	
tensione di progetto acciaio	$f_{yd} =$	<u>391.0</u>	(N/mm ²)	
angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della t	$\alpha =$	<u>90</u>	(°)	
	$\text{ctag } \alpha =$	<u>0.00</u>		

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 100 di 163

12.4.1 FONDAZIONE– sezione centrale

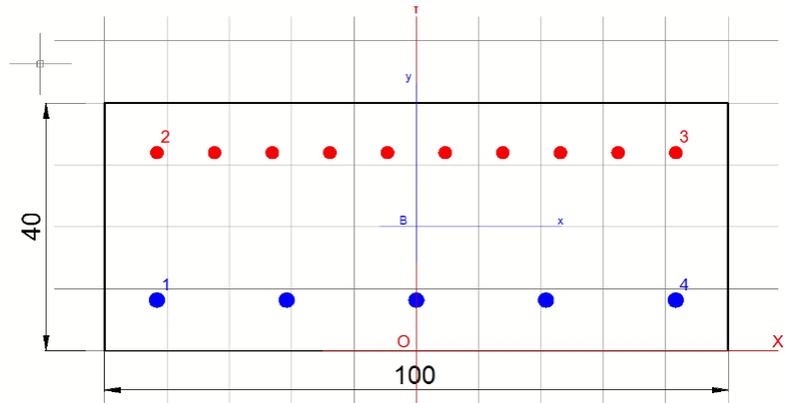
Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	19.00	0.43	SLU_03	Min	158	45
M min SLU/SLV	19.00	0.43	SLU_03	Min	7	-93
V max SLU/SLV	16	0.00	SLU_03	Max	125	33
M max SLE	15.00	0.43	SLE_06	Max	118	32
M min SLE	19.00	0.43	SLE_03	Min	7	-69

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 10Φ16

Armatura inf 5Φ20

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN04Fondazione-S3

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 102 di 163

Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	44.82	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-92.73	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	32.18	0.00
2	0.00	-68.61	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	44.82	0.00	0.00	173.12	0.00	3.86	15.7(5.3)
2	S	0.00	-92.73	0.00	0.00	-219.78	0.00	2.37	20.1(5.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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
--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 103 di 163

1	0.00082	0.295	-50.0	40.0	0.00012	-41.6	32.0	-0.00196	-41.6	8.2
2	0.00096	0.329	-50.0	0.0	0.00021	-41.6	8.2	-0.00196	41.6	32.0

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	0.000087330	-0.002672604	0.295	0.809
2	0.000000000	-0.000091085	0.000958231	0.329	0.851

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.13	-50.0	40.0	-72.9	20.8	8.2	1000	15.7
2	S	4.12	-50.0	0.0	-122.0	32.4	32.0	950	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1 Esito della verifica
e2 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2 = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max*(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00050	0.00000	0.500	20.0	72	0.00022 (0.00022)	461	0.101 (0.20)	87.56	0.00
2	S	-0.00084	0.00000	0.500	16.0	72	0.00037 (0.00037)	373	0.137 (0.20)	-89.19	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 104 di 163

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018) $V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ 183 (kN) **>VRd,min**

$V_{Rd,min} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ 147 (kN)

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} =$ 434 (kN)

Taglio sollecitante

$V_{Ed} =$ 125 (kN) *Verifica soddisfatta!*

larghezza minima della sezione $b_w =$ 1000.00 (mm)

altezza totale della sezione $h =$ 400.00 (mm)

copriferro $c =$ 84.00 (mm)

altezza utile della sezione $d =$ 316.00 (mm)

resistenza caratteristica a compressione $f_{ck} =$ 30.71 (N/mm²)

resistenza di progetto a trazione cls $f_{ctd} =$ 2 (N/mm²)

armatura longitudinale della sezione $A_{sl} =$ 2011 (mm²)

area di calcestruzzo $A_c = b_w \cdot d =$ 316000 (mm²)

rapporto geometrico di armatura longitudinale $\rho_1 = A_{sl} / A_c =$ 0 < 0.02

sforzo normale agente $N_{ed} =$ 0.00 (N)

tensione media di compressione nella sezione $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$ 0 (N/mm²) <= 0,2f_{cd}

tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$ 0

k calcolato $k =$ 2 < 2

k inserito nella formula $k =$ 2

Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$ 0 (N/mm²)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 106 di 163

Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa
 Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
 Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 : 1.00
 Coeff. Aderenza differito β1*β2 : 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.2	20
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.2	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	8	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 107 di 163

My	con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia				
Vy	con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	72.15	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-56.23	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	37.25	0.00
2	0.00	-46.91	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	72.15	0.00	0.00	173.12	0.00	2.40	15.7(5.3)
2	S	0.00	-56.23	0.00	0.00	-219.78	0.00	3.91	20.1(5.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 108 di 163

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00082	0.295	-50.0	40.0	0.00012	-41.6	32.0	-0.00196	-41.6	8.2
2	0.00096	0.329	-50.0	0.0	0.00021	-41.6	8.2	-0.00196	41.6	32.0

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	0.000087330	-0.002672604	0.295	0.809
2	0.000000000	-0.000091085	0.000958231	0.329	0.851

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.47	-50.0	40.0	-84.4	20.8	8.2	1000	15.7
2	S	2.82	-50.0	0.0	-83.4	32.4	32.0	950	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max*(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00058	0.00000	0.500	20.0	72	0.00025 (0.00025)	461	0.117 (0.20)	87.56	0.00
2	S	-0.00057	0.00000	0.500	16.0	72	0.00025 (0.00025)	373	0.093 (0.20)	-89.19	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 109 di 163

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018) $V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ **184 (kN) > VRd,min**
 $V_{Rd,min} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ **149 (kN)**

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018) $V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} =$ **439 (kN)**

Taglio sollecitante $V_{Ed} =$ **84 (kN) Verifica soddisfatta!**

larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000.00	(mm)
altezza totale della sezione	$h =$	400.00	(mm)
copriferro	$c =$	80.00	(mm)
altezza utile della sezione	$d =$	320.00	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} =$	30.71	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} =$	2	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} =$	2011	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d =$	320000	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c =$	0	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{Ed} =$	0.00	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0	(N/mm ²) <= 0,2f _{cd}
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c =$	0	
k calcolato	$k =$	2	< 2
k inserito nella formula	$k =$	2	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0	(N/mm ²)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 110 di 163

12.4.1 FONDAZIONE– sezione laterale interna

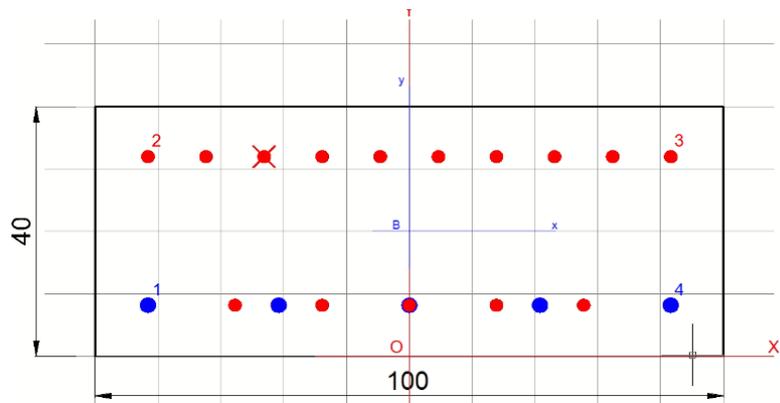
Laterale INTERNO	TABLE: Element Forces - Frames -					
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN-m
M max SLU/SLV	14.00	0.10	SLU_06	Max	192	174
M min SLU/SLV	13	0.33	SLV_10	Min	11	-42
V max SLU/SLV	13	0.225	SLU_04	Min	175	91
M max SLE	14.00	0.20	SLE_06	Max	142	114
M min SLE	13.00	0.23	SLE_42	Max	-23	-3

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura sup 10Φ16

Armatura inf 5Φ20 + 5Φ16

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN04Fondazione interno-S5

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

Resis. compr. di progetto fcd:

Def.unit. max resistenza ec2:

C30/37

17.0 MPa

0.0020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 111 di 163

Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.0 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto fid:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.2	20
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.2	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	8	16
3	1	4	5	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 112 di 163

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	174.29	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-42.04	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	114.11	0.00
2	0.00	-3.30	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	174.29	0.00	0.00	274.61	0.00	1.58	25.8(5.3)
2	S	0.00	-42.04	0.00	0.00	-218.97	0.00	5.21	20.1(5.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 113 di 163

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	0.00110	0.360	-50.0	40.0	0.00033	-41.6	32.0	-0.00196	-41.6	8.2
2	0.00093	0.322	-50.0	0.0	0.00019	-41.6	8.2	-0.00196	41.6	32.0

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	0.000096139	-0.002744837	0.360	0.890
2	0.000000000	-0.000090210	0.000930219	0.322	0.843

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.19	50.0	40.0	-161.9	-41.6	8.2	950	25.8
2	S	0.19	-50.0	0.0	-5.9	32.4	32.0	1000	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00114	0.00000	0.500	18.2	72	0.00049 (0.00049)	359	0.174 (0.20)	92.33	0.00
2	S	-0.00004	0.00000	0.500	16.0	72	0.00002 (0.00002)	380	0.007 (0.20)	-90.50	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 114 di 163

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 200 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 148 \quad (\text{kN})$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 200 \quad (\text{kN})$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 437 \quad (\text{kN})$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 175 \quad (\text{kN})$ *Verifica soddisfatta!*

larghezza minima della sezione	$b_w = 1000.00$	(mm)
altezza totale della sezione	$h = 400.00$	(mm)
copriferro	$c = 82.00$	(mm)
altezza utile della sezione	$d = 318.00$	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} = 30.71$	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} = 2$	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} = 2576.11$	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d = 318000$	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0$	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{ed} = 0.00$	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$	(N/mm ²) <= 0,2f _{cd}
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$	
k calcolato	$k = 2$	< 2
k inserito nella formula	$k = 2$	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$	(N/mm ²)

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 115 di 163

12.4.1 PIEDRITTI ESTERNI- sezione centrale

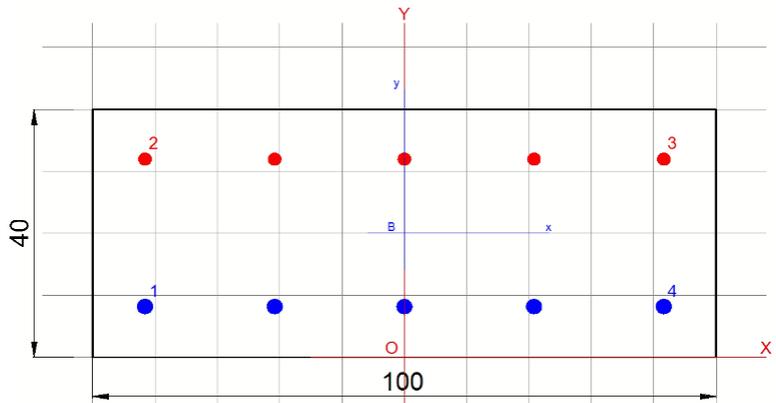
Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	1	1.20	SLU_01	Max	-121	-59	82
M min SLU/SLV	1	1.20	SLV_04	Min	-23	34	-23
N max SLU/SLV	1	1.20	SLV_04	Max	-6	37	-18
N min SLU/SLV	1	0.70	SLU_08	Min	-290	-49	22
V max SLU/SLV	4	1.20	SLU_03	Max	-75	95	23
M max SLE	1	1.20	SLE_01	Max	-90	-43	61
M min SLE	1	1.20	SLE_16	Max	-30	-5	-12
N max SLE	1	1.20	SLE_16	Max	-30	-5	-12
N min SLE	1	0.70	SLE_08	Min	-215	-35	17

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura int (sup) 5Φ16

Armatura est (inf) 5Φ20

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.
NOME SEZIONE: IN04Piedritto -S3

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 116 di 163

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.0 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finto
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.2	20
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.2	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	16

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>117 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	117 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	117 di 163								

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	120.92	82.04	0.00	0.00	0.00
2	23.21	-23.03	0.00	0.00	0.00
3	5.78	-17.84	0.00	0.00	0.00
4	290.06	22.40	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	89.76	61.15	0.00
2	30.39	-12.33	0.00
3	30.39	-12.33	0.00
4	214.82	16.83	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.8 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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								
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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								
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]								

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	120.92	82.04	0.00	121.05	191.35	0.00	2.33	15.7(6.7)
2	S	23.21	-23.03	0.00	23.05	-118.75	0.00	5.17	10.1(6.7)
3	S	5.78	-17.84	0.00	6.06	-116.18	0.00	6.52	10.1(6.7)
4	S	290.06	22.40	0.00	290.00	215.15	0.00	9.26	15.7(6.7)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 119 di 163

k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00076	0.00000	0.500	20.0	72	0.00032 (0.00032)	450	0.146 (0.20)	95.33	0.00
2	S	-0.00018	0.00000	0.500	16.0	72	0.00008 (0.00008)	493	0.040 (0.20)	-101.38	0.00
3	S	-0.00018	0.00000	0.500	16.0	72	0.00008 (0.00008)	493	0.040 (0.20)	-101.38	0.00
4	S	-0.00001	0.00000	0.500	16.0	72	0.00008 (0.00008)	0	0.001 (0.20)	526.38	0.00

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 169 \text{ (kN)} > V_{Rd, \min}$$

$$V_{Rd, \min} = (v_{\min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 147 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 434 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante

$$V_{Ed} = 95 \text{ (kN)} \text{ Verifica soddisfatta!}$$

larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000.00	(mm)
altezza totale della sezione	$h =$	400.00	(mm)
copriferro	$c =$	84.00	(mm)
altezza utile della sezione	$d =$	316.00	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} =$	30.71	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} =$	2	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} =$	1570.80	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d =$	316000	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c =$	0	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{ed} =$	0.00	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	(N/mm ²) <= 0,2f _{cd}
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	
k calcolato	$k =$	2	< 2
k inserito nella formula	$k =$	2	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0	(N/mm ²)

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 120 di 163

12.4.1 PIEDRITTI ESTERNI – sezione di testa

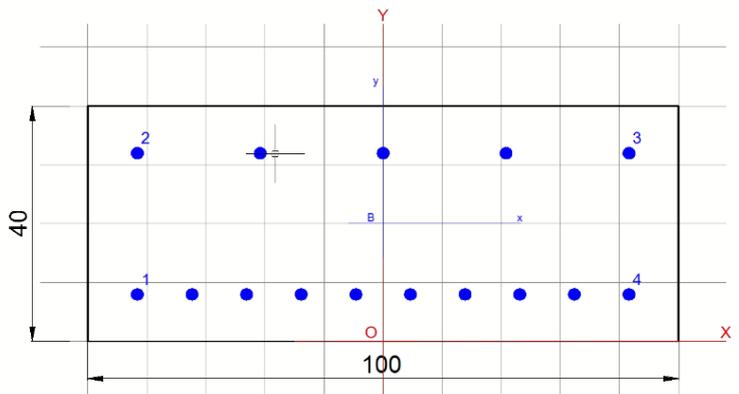
Testa	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	1	1.80	SLU_08	Max	-194	-94	127
M min SLU/SLV	1	1.80	SLV_04	Min	-18	7	-35
N max SLU/SLV	1	1.80	SLV_04	Max	0	9	-31
N min SLU/SLV	1	1.80	SLU_08	Min	-275	-137	102
V max SLU/SLV	1	1.7	SLU_02	Min	-236	131	84
M max SLE	1	1.70	SLE_07	Max	-142	-25	85
M min SLE	1	1.70	SLE_44	Max	-26	-22	-4
N max SLE	1	1.70	SLE_16	Max	-25	-33	-3
N min SLE	1	1.70	SLE_08	Min	-205	-95	68

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura int (sup) 5Φ16

Armatura est (inf) 10Φ16

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN04Piedritto testa-S5

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Comb. non sismiche

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 121 di 163

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.0 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finto
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.0	16
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	3	16

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 124 di 163

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00082	0.00000	0.500	16.0	72	0.00034 (0.00034)	366	0.126 (0.20)	99.16	0.00
2	S	-0.00002	0.00000	0.500	16.0	72	0.00001 (0.00001)	452	0.002 (0.20)	-162.71	0.00
3	S	0.00000	0.00000	0.500	16.0	72	0.00000 (0.00000)	466	0.000 (0.20)	-231.73	0.00
4	S	-0.00052	0.00000	0.500	16.0	72	0.00021 (0.00021)	360	0.076 (0.20)	109.71	0.00

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018) $V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ **169** (kN) **>VRd,min**
 $V_{Rd,min} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$ **148** (kN)

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} =$ **437** (kN)

Taglio sollecitante

$V_{Ed} =$ **131** (kN) **Verifica soddisfatta!**

larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000.00	(mm)
altezza totale della sezione	$h =$	400.00	(mm)
copriferro	$c =$	82.00	(mm)
altezza utile della sezione	$d =$	318.00	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} =$	30.71	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} =$	2	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} =$	1570.80	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d =$	318000	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c =$	0	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{ed} =$	0.00	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	(N/mm ²) <= 0,2f _{cd}
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	
k calcolato	$k =$	2	< 2
k inserito nella formula	$k =$	2	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0	(N/mm ²)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 125 di 163

12.4.1 PIEDRITTI ESTERNI – sezione di piede

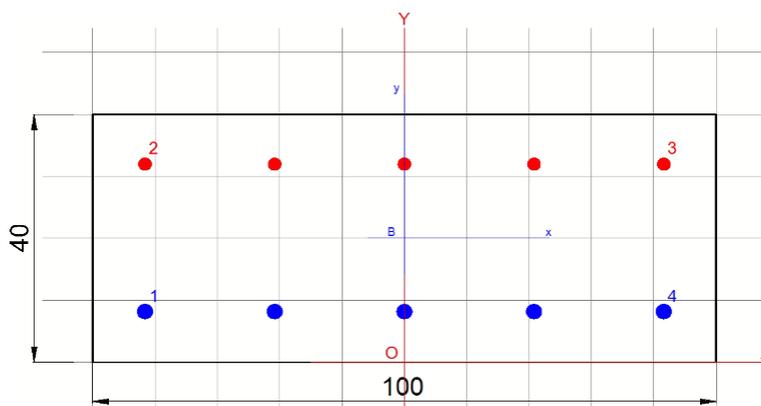
Piede	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	1	0.10	SLU_12	Max	-206	83	82
M min SLU/SLV	4	0.10	SLV_02	Max	-77	69	-46
N max SLU/SLV	1	0.10	SLV_04	Max	-16	100	56
N min SLU/SLV	1	0.10	SLU_08	Min	-298	9	10
V max SLU/SLV	1	0.2	SLV_12	Max	-27	97	49
M max SLE	1	0.20	SLE_12	Max	-152	52	53
M min SLE	4	0.20	SLE_03	Max	-66	58	-24
N max SLE	1	0.20	SLE_16	Max	-40	62	15
N min SLE	1	0.20	SLE_08	Min	-220	0	8

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura int (sup) 5Φ16

Armatura est (inf) 5Φ20

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN04Piedritto piede-S5

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 126 di 163

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
Resis. compr. di progetto fcd: 17.0 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.2	20
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.2	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 127 di 163

2 2 3 3 16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	205.62	82.42	0.00	0.00	0.00
2	76.67	-45.66	0.00	0.00	0.00
3	16.04	55.64	0.00	0.00	0.00
4	298.16	9.96	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	151.53	53.49	0.00
2	65.69	-23.82	0.00
3	40.39	15.34	0.00
4	219.82	7.82	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.8 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	205.62	82.42	0.00	205.53	203.35	0.00	2.46	15.7(6.7)
2	S	76.67	-45.66	0.00	76.86	-126.81	0.00	2.79	10.1(6.7)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 128 di 163

3	S	16.04	55.64	0.00	16.24	176.16	0.00	3.16	15.7(6.7)
4	S	298.16	9.96	0.00	298.15	216.27	0.00	19.88	15.7(6.7)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.00101	0.339	-50.0	40.0	0.00026	-41.6	32.0	-0.00196	-41.6	8.2
2	0.00072	0.268	-50.0	0.0	0.00003	-41.6	8.2	-0.00196	41.6	32.0
3	0.00085	0.304	-50.0	40.0	0.00015	-41.6	32.0	-0.00196	-41.6	8.2
4	0.00108	0.355	-50.0	40.0	0.00031	-41.6	32.0	-0.00196	41.6	8.2

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	0.000093147	-0.002720302	0.339	0.864
2	0.000000000	-0.000083539	0.000716746	0.268	0.775
3	0.000000000	0.000088378	-0.002681197	0.304	0.820
4	0.000000000	0.000095440	-0.002739108	0.355	0.884

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.57	-50.0	40.0	-71.9	20.8	8.2	900	15.7
2	S	1.79	-50.0	0.0	-48.4	20.8	32.0	917	10.1
3	S	1.03	-50.0	40.0	-21.5	20.8	8.2	900	15.7
4	S	0.79	-50.0	40.0	5.1	20.8	8.2	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 129 di 163

kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00052	0.00000	0.500	20.0	72	0.00022 (0.00022)	440	0.095 (0.20)	105.80	0.00
2	S	-0.00034	0.00000	0.500	16.0	72	0.00015 (0.00015)	493	0.072 (0.20)	-103.89	0.00
3	S	-0.00016	0.00000	0.500	20.0	72	0.00006 (0.00006)	440	0.028 (0.20)	104.12	0.00
4	S	-0.00052	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	109.71	0.00

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 169 \text{ (kN)} > V_{Rd, \min}$$

$$V_{Rd, \min} = (v_{\min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 148 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 437 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante

$$V_{Ed} = 97 \text{ (kN)} \text{ Verifica soddisfatta!}$$

larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000.00	(mm)
altezza totale della sezione	$h =$	400.00	(mm)
copriferro	$c =$	82.00	(mm)
altezza utile della sezione	$d =$	318.00	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} =$	30.71	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} =$	2	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} =$	1570.80	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d =$	318000	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c =$	0	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{ed} =$	0.00	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	(N/mm ²) $\leq 0,2 f_{cd}$
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	
k calcolato	$k =$	2	< 2
k inserito nella formula	$k =$	2	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0	(N/mm ²)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
M-INGEGNERIA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	130 di 163

12.4.1 PIEDRITTO INTERNO – sezione di testa

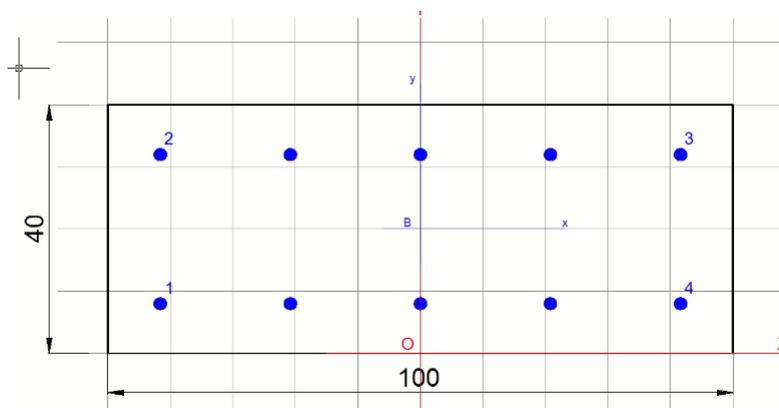
Testa	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	5	1.80	SLU_30	Max	-238	22	0
M min SLU/SLV	5	1.80	SLV_01	Min	-115	127	-111
N max SLU/SLV	5	1.80	SLV_14	Max	-36	48	-42
N min SLU/SLV	5	1.80	SLU_04	Min	-360	0	-59
V max SLU/SLV	5	1.7	SLV_09	Max	-102	131	-96
M max SLE	5	1.70	SLE_29	Max	-182	16	0
M min SLE	5	1.70	SLE_03	Min	-262	32	-62
N max SLE	5	1.70	SLE_13	Max	-57	0	0
N min SLE	5	1.70	SLE_04	Min	-267	0	-42

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura int (sup) 5Φ16

Armatura est (inf) 5Φ16

Armatura a taglio non necessaria



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: IN04Piedritto centrale testa-S5

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 131 di 163

Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
Resis. compr. di progetto fcd: 17.0 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 : 1.00
Coeff. Aderenza differito B1*B2 : 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.0	16
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	16

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 132 di 163

2 2 3 3 16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	238.41	0.00	0.00	0.00	0.00
2	114.68	-110.83	0.00	0.00	0.00
3	35.91	-42.10	0.00	0.00	0.00
4	359.84	-59.38	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	181.64	0.00	0.00
2	262.47	-62.39	0.00
3	56.78	0.00	0.00
4	266.91	-41.81	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	238.41	0.00	0.00	238.50	150.91	0.00	999.00	10.1(6.7)
2	S	114.68	-110.83	0.00	114.87	-132.57	0.00	1.20	10.1(6.7)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER													
M-INGEGNERIA													
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>133 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	133 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	133 di 163								

3	S	35.91	-42.10	0.00	35.76	-120.59	0.00	2.86	10.1(6.7)
4	S	359.84	-59.38	0.00	360.04	-168.46	0.00	2.84	10.1(6.7)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.00085	0.303	-50.0	40.0	0.00015	-41.6	32.0	-0.00196	41.6	8.0
2	0.00075	0.277	-50.0	0.0	0.00007	-41.6	8.0	-0.00196	41.6	32.0
3	0.00068	0.258	-50.0	0.0	0.00002	-41.6	8.0	-0.00196	41.6	32.0
4	0.00095	0.326	-50.0	0.0	0.00022	-41.6	8.0	-0.00196	41.6	32.0

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	0.000087735	-0.002658378	0.303	0.819
2	0.000000000	-0.000084550	0.000749105	0.277	0.786
3	0.000000000	-0.000082452	0.000681972	0.258	0.763
4	0.000000000	-0.000090768	0.000948089	0.326	0.848

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.42	-50.0	40.0	6.3	20.8	8.0	----	----
2	S	4.49	-50.0	0.0	-84.8	20.8	32.0	817	10.1
3	S	0.13	-50.0	40.0	2.0	20.8	8.0	----	----
4	S	2.70	-50.0	0.0	-25.0	20.8	32.0	817	10.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 134 di 163

kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00052	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	105.80	0.00
2	S	-0.00061	0.00000	0.500	16.0	72	0.00025 (0.00025)	466	0.118 (0.20)	-116.48	0.00
3	S	-0.00016	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	104.12	0.00
4	S	-0.00021	0.00000	0.500	16.0	72	0.00007 (0.00007)	466	0.035 (0.20)	-146.20	0.00

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 146 \text{ (kN)} > V_{Rd, \min}$$

$$V_{Rd, \min} = (v_{\min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 149 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 439 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante

$$V_{Ed} = 131 \text{ (kN)} \quad \text{Verifica soddisfatta!}$$

larghezza minima della sezione	$b_w = 1000.00$ (mm)
altezza totale della sezione	$h = 400.00$ (mm)
copriferro	$c = 80.00$ (mm)
altezza utile della sezione	$d = 320.00$ (mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} = 30.71$ (N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} = 2$ (N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} = 1005.31$ (mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d = 320000$ (mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0 < 0.02$
sfuerzo normale agente	$N_{ed} = 0.00$ (N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$ (N/mm ²) $\leq 0.2 f_{cd}$
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$
k calcolato	$k = 2 < 2$
k inserito nella formula	$k = 2$
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$ (N/mm ²)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 136 di 163

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
Resis. compr. di progetto fcd: 17.0 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.0	16
2	-41.6	32.0	16
3	41.6	32.0	16
4	41.6	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 137 di 163

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	124.03	119.61	0.00	0.00	0.00
2	349.53	-15.89	0.00	0.00	0.00
3	49.10	40.50	0.00	0.00	0.00
4	382.79	-9.46	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	233.52	26.80	0.00
2	257.54	-13.18	0.00
3	71.78	0.00	0.00
4	281.91	-9.18	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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								
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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								
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]								
N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	124.03	119.61	0.00	124.20	133.97	0.00	1.12	10.1(6.7)
2	S	349.53	-15.89	0.00	349.61	-166.97	0.00	10.51	10.1(6.7)
3	S	49.10	40.50	0.00	48.89	122.59	0.00	3.03	10.1(6.7)
4	S	382.79	-9.46	0.00	382.60	-171.67	0.00	18.15	10.1(6.7)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 139 di 163

- k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0.00000	0.500	16.0	72	0.00001 (0.00001)	479	0.006 (0.20)	201.11	0.00
2	S	-0.00061	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-116.48	0.00
3	S	-0.00016	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	104.12	0.00
4	S	-0.00021	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-146.20	0.00

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd,1} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 146 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd,2} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 149 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd} = \max(V_{Rd,1}, V_{Rd,2}) = 149 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 439 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante $V_{Ed} = 138 \text{ (kN)}$ **Verifica soddisfatta!**

larghezza minima della sezione	$b_w = 1000.00$	(mm)
altezza totale della sezione	$h = 400.00$	(mm)
copriferro	$c = 80.00$	(mm)
altezza utile della sezione	$d = 320.00$	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} = 30.71$	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} = 2$	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} = 1005.31$	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d = 320000$	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c = 0$	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{ed} = 0.00$	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$	(N/mm ²) <= 0,2fcd
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 0$	
k calcolato	$k = 2$	< 2
k inserito nella formula	$k = 2$	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0$	(N/mm ²)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 140 di 163

12.5 VERIFICHE – MURI AD U

Si riportano di seguito le verifiche di sicurezza dei componenti strutturali. Il quantitativo di armatura minima di progetto in zona tesa rispetta i requisiti imposti dalle NTC2018.

Caratteristiche geometriche IN04 - muri ad U

	Fondazione	Piedritti	
Base della sezione	b = 100.00	100.00	cm
Altezza della sezione	h = 40.00	40.00	cm
Copriferro min in asse barre longitudinali	c _{min} = 8.00	8.00	cm
Altezza utile della sezione	d = 32.00	32.00	cm

Armatura minima NTC2018 § 4.1.6.1.1

Area minima in zona tesa	$A_{s, \min} = (0.0013 b d) =$	4.16	4.16	cm ²
Area minima in zona tesa	$A_{s, \min} = 0.26 \times (f_{ctm}/f_{yk}) \times b d =$	5.36	5.36	cm ²
	A_{s, min} =	5.36	5.36	cm²

Armatura minima di progetto

	n°/ml	φ			
Fondazione	5	16	mm	A_{sd} =	10.05 cm ² ok
Piedritti	5	16	mm	A_{sd} =	10.05 cm ² ok

12.5.1 FONDAZIONE – sezione centrale

Centrale	TABLE: Element Forces - Frames -						
	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
M max SLU/SLV	4	0.5667	SLV_02	Combination	-68.92	18	32
M min SLU/SLV	8	0.5667	SLU_01	Combination	-24.84	1	-18
V max SLU/SLV	5	0.5667	SLV_01	Combination	-68.92	17	21
M max SLE	4	0.5667	SLE_03	Combination	-42.33	13	10
M min SLE	8	0.5667	SLE_01	Combination	-14.90	1	-12

Verifica di resistenza a pressoflessione (SLU, SLV, SLE)

Armatura int (sup) 5Φ16

Armatura est (inf) 5Φ16

Armatura a taglio non necessaria

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>142 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	142 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	142 di 163								

2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.0	8.0	16
2	-42.0	32.0	16
3	42.0	32.0	16
4	42.0	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	3	16
2	1	4	3	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	32.05	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-17.52	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	10.19	0.00
2	0.00	-12.27	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>IN0400 001</td> <td>B</td> <td>143 di 163</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	143 di 163
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	IN0400 001	B	143 di 163								

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIAMENTE ELASTICO

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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	32.05	0.00	0.00	115.11	0.00	3.59	10.1(5.4)
2	S	0.00	-17.52	0.00	0.00	-115.11	0.00	6.57	10.1(5.4)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIAMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.00065	0.250	-50.0	40.0	0.00000	-42.0	32.0	-0.00196	-42.0	8.0
2	0.00065	0.250	-50.0	0.0	0.00000	-42.0	8.0	-0.00196	42.0	32.0

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	0.000081471	-0.002608270	0.250	0.752
2	0.000000000	-0.000081471	0.000650578	0.250	0.752

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 144 di 163

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.82	-50.0	40.0	-34.8	-42.0	8.0	1014	10.1
2	S	0.99	50.0	0.0	-41.9	21.0	32.0	1014	10.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e _{sm} - e _{cm}	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e _{sm} - e _{cm}	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00023	0.00000	0.500	16.0	72	0.00010 (0.00010)	519	0.054 (0.20)	83.63	0.00
2	S	-0.00028	0.00000	0.500	16.0	72	0.00013 (0.00013)	519	0.065 (0.20)	-83.63	0.00

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 145 di 163

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)	$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$	146	(kN)	>VRd,min
	$V_{Rd,min} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d =$	149	(kN)	
Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)				
	$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} =$	439	(kN)	
Taglio sollecitante		$V_{Ed} =$	17	(kN) <i>Verifica soddisfatta!</i>
larghezza minima della sezione		$b_w =$	1000.00	(mm)
altezza totale della sezione		$h =$	400.00	(mm)
copriferro		$c =$	80.00	(mm)
altezza utile della sezione		$d =$	320.00	(mm)
resistenza caratteristica a compressione		$f_{ck} =$	30.71	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls		$f_{ctd} =$	2	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione		$A_{sl} =$	1005.00	(mm ²)
area di calcestruzzo		$A_c = b_w \cdot d =$	320000	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1 = A_{sl} / A_c =$	0	< 0.02
sforzo normale agente		$N_{ed} =$	0.00	(N)
tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	(N/mm ²) <= 0,2f _{cd}
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo		$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	
k calcolato		$k =$	2	< 2
k inserito nella formula		$k =$	2	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls		$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0	(N/mm ²)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 147 di 163

Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	12.0 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto fid:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.0	8.0	16
2	-42.0	32.0	16
3	42.0	32.0	16
4	42.0	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 148 di 163

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	50.47	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.91	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	23.03	0.00
2	0.00	4.34	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	50.47	0.00	0.00	115.11	0.00	2.28	10.1(5.4)
2	S	0.00	-1.91	0.00	0.00	-115.11	0.00	60.27	10.1(5.4)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 149 di 163

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	0.00065	0.250	-50.0	40.0	0.00000	-42.0	32.0	-0.00196	-42.0	8.0
2	0.00065	0.250	-50.0	0.0	0.00000	-42.0	8.0	-0.00196	42.0	32.0

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	0.000081471	-0.002608270	0.250	0.752
2	0.000000000	-0.000081471	0.000650578	0.250	0.752

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.86	-50.0	40.0	-78.7	-42.0	8.0	1014	10.1
2	S	0.35	-50.0	40.0	-14.8	-42.0	8.0	1014	10.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0.00000	0.500	16.0	72	0.00024 (0.00024)	519	0.122 (0.20)	83.63	0.00
2	S	-0.00010	0.00000	0.500	16.0	72	0.00004 (0.00004)	519	0.023 (0.20)	83.63	0.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 152 di 163

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
Resis. compr. di progetto fcd: 17.0 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 12.0 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura flk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.0	8.0	16
2	-42.0	32.0	16
3	42.0	32.0	16
4	42.0	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen. N°Barra Ini. N°Barra Fin. N°Barre Ø

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 153 di 163

1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	18.68	46.08	0.00	0.00	0.00
2	18.68	-1.11	0.00	0.00	0.00
3	16.32	46.08	0.00	0.00	0.00
4	23.63	9.59	0.00	0.00	0.00

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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	16.50	19.54	0.00
2	16.50	4.76	0.00
3	16.50	4.76	0.00
4	16.50	4.76	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	19.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y 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
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	18.68	46.08	0.00	18.76	117.98	0.00	2.56	10.1(6.7)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 155 di 163

k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00039	0.00000	0.500	16.0	72	0.00017 (0.00017)	519	0.090 (0.20)	88.65	0.00
2	S	-0.00006	0.00000	0.500	16.0	72	0.00002 (0.00002)	479	0.012 (0.20)	108.95	0.00
3	S	-0.00006	0.00000	0.500	16.0	72	0.00002 (0.00002)	479	0.012 (0.20)	108.95	0.00
4	S	-0.00006	0.00000	0.500	16.0	72	0.00002 (0.00002)	479	0.012 (0.20)	108.95	0.00

Verifica di resistenza a taglio (SLU, SLV)

Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio § 4.1.2.3.5.1 NTC2018

Resistenza a taglio (4.1.23 NTC 2018)

$$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 146 \text{ (kN)} > V_{Rd, \min}$$

$$V_{Rd, \min} = (V_{\min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 149 \text{ (kN)}$$

Resistenza a taglio precompresso (4.1.24 NTC 2018)

$$V_{Rd} = 0.7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} + f_{ctd})^{1/2} = 439 \text{ (kN)}$$

Taglio sollecitante

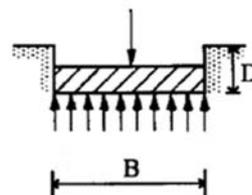
$$V_{Ed} = 55 \text{ (kN)} \text{ Verifica soddisfatta!}$$

larghezza minima della sezione	$b_w =$	1000.00	(mm)
altezza totale della sezione	$h =$	400.00	(mm)
copriferro	$c =$	80.00	(mm)
altezza utile della sezione	$d =$	320.00	(mm)
resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} =$	30.71	(N/mm ²)
resistenza di progetto a trazione cls	$f_{ctd} =$	2	(N/mm ²)
armatura longitudinale della sezione	$A_{sl} =$	1005.00	(mm ²)
area di calcestruzzo	$A_c = b_w \cdot d =$	320000	(mm ²)
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1 = A_{sl} / A_c =$	0	< 0.02
sforzo normale agente	$N_{ed} =$	0.00	(N)
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	(N/mm ²) <= 0,2f _{cd}
tensione media di compressione nella sezione inserita nel calcolo	$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c =$	0	
k calcolato	$k =$	2	< 2
k inserito nella formula	$k =$	2	
Tensione resistente tang. Max offerta dal solo cls	$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0	(N/mm ²)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 157 di 163

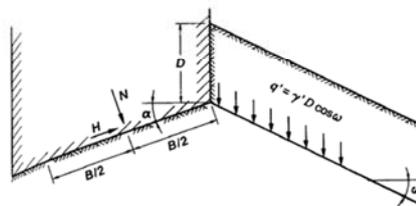
Geometria fondazione

Base della fondazione	B	7.20	m
Lunghezza della fondazione	L	1.00	m
Altezza della fondazione	H	0.40	m
Ricoprimento	D	2.65	m



Geometria terreno e piano di posa

Inclinazione del piano di posa	α	0.00	°
Inclinazione del piano campagna	ω	0.00	°



Sollecitazioni

Sforzo normale	N	748.81	kN
Taglio	T	162.48	kN

Calcolo pressione massima

σ_{sd}	104.00	kN/m ²
---------------	--------	-------------------

GEOTECNICA

Falda

Falda sotto il piao di posa	si	
Quota falda da estradosso fondazione	hw	1.25 m
Peso specifico acqua	γ_w	10.00 kN/m ³

Terreno sotto la fondazione

ALL_2S

Peso specifico	γ_r	19.00	kN/m ³
coesione drenata	c'	0.00	kN/m ²
angolo di attrito	ϕ'	33.00	°

Terreno di ricoprimento

rilevato stradale

Peso specifico	γ_r	19.00	kN/m ³
strato di terreno secco	D_1	1.00	m
strato di terreno saturo	D_2	1.65	m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 158 di 163

fattori di capacità portante (De Beer)

Nq	26.09	m	
Nc	38.64	m	
N _γ	35.19	m	Vesic, 1973

$$N_y = 2(N_q + 1)\tan(\varphi') \quad (\text{Vesic 1973}) \quad N_c = (N_q - 1)\cot(\varphi')$$

$$N_y = (N_q - 1)\tan(1.4\varphi') \quad (\text{Meyerhof 1963}) \quad N_q = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right) e^{\pi \tan(\varphi')}$$

$$N_y = 1.5(N_q - 1)\tan(\varphi') \quad (\text{Hansen 1970})$$

Fattori di forma della fondazione

considerare?	no	
s _q	1.00	m
s _c	1.00	m
s _γ	1.00	m

Forma della fondazione	s _c	s _q	s _γ
Rettangolare	$1 + \frac{B'}{L'} \cdot \frac{N_q}{N_c}$	$1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$	$1 - 0.4 \cdot \frac{B'}{L'}$

Fattori di profondità (Brich-Hansen, 1970; Vesic, 1973)

considerare?	si	
d _q	1.099	m
d _c	1.103	m
d _γ	1.000	m

Valore di φ	d _c	d _q	d _γ
φ > 0		$\frac{D}{B'} \leq 1$	$1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \frac{D}{B'}$
sabbia e argilla in condizioni drenate	$d_q = \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$	$\frac{D}{B'} > 1$	$1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \arctan\left(\frac{D}{B'}\right)$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic, 1973)

considerare?	si	
i _q	0.760	m
i _c	0.750	m
i _γ	0.595	m
m _L	1.878	
m _B	1.122	
m	1.122	
θ	1.57	rad

Terreno	i _c	i _q	i _γ
c > 0, φ > 0			
argilla in condizioni drenate	$i_q = \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$	$\left[1 - \frac{H}{V + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot g \phi'}\right]^{m+1}$	$\left[1 - \frac{H}{V + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot g \phi'}\right]^{m+1}$
c = 0		$\left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$\left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$
sabbia			
$m = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$	$m_B = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$	$m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}}$	θ è l'angolo fra la direzione del carico proiettata sul piano di fondazione e la direzione di L

Coefficienti di inclinazione del piano di posa (Brich Hansen, 1970)

considerare?	si	
b _q	1.000	m
b _c	1.000	m
b _γ	1.000	m

b _c	b _q	b _γ
$b_q = \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$	$(1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$	$(1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$

Coefficienti di inclinazione del piano campagna (Brich Hansen, 1970)

considerare?	si	
g _q	1.000	m
g _c	1.000	m
g _γ	1.000	m

g _c	g _q	g _γ
$g_q = \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$	$(1 - \tan \omega)^2$	$\frac{g_q}{\dots}$

CALCOLO CARICO LIMITE

contributo forze di attrito

q _{lim, γ}	678.45	kPa
---------------------	--------	-----

carico limite

q _{lim}	1416.2	kPa
------------------	--------	-----

contributo forze di coesione

q _{lim, c}	0.00	kPa
---------------------	------	-----

carico limite

q _{lim, sd}	615.8	kPa
----------------------	-------	-----

contributo sovraccarico

q _{lim, q}	737.78	kPa
---------------------	--------	-----

pressione massima agente

σ _{sd}	104.0	kPa
-----------------	-------	-----

C.S. = 5.9

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 159 di 163

13.2 MURI AD U

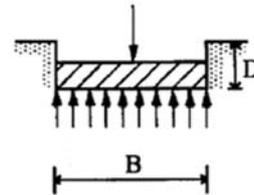
TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFZ
Text	Text	KN	KN
SLU_01	Combination	0.00	141.75
SLU_02	Combination	0.00	141.75
SLU_03	Combination	-34.93	141.75
SLU_04	Combination	-34.93	105.00

DATI FONDAZIONE

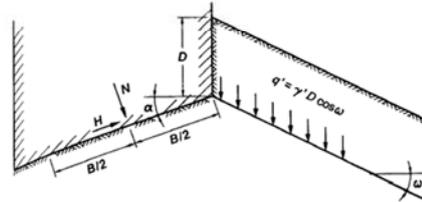
Geometria fondazione

Base della fondazione	B	7.20	m
Lunghezza della fondazione	L	1.00	m
Altezza della fondazione	H	0.40	m
Ricoprimento	D	2.05	m



Geometria terreno e piano di posa

Inclinazione del piano di posa	α	0.00	°
Inclinazione del piano campagna	ω	0.00	°



Sollecitazioni

Sforzo normale	N	141.75	kN
Taglio	T	34.93	kN

Calcolo pressione massima

σ_{sd}	19.69	kN/m ²
---------------	-------	-------------------

GEOTECNICA

Falda

Falda sotto il piao di posa	si	
Quota falda da estradosso fondazione	hw	1.25 m
Peso specifico acqua	γ_w	10.00 kN/m ³

Terreno sotto la fondazione

ALL_2S

Peso specifico	γ_r	19.00	kN/m ³
coesione drenata	c'	0.00	kN/m ²
angolo di attrito	ϕ'	33.00	°

Terreno di ricoprimento

rilevato stradale

Peso specifico	γ_r	19.00	kN/m ³
strato di terreno secco	D ₁	0.40	m
strato di terreno saturo	D ₂	1.65	m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B FOGLIO 160 di 163

fattori di capacità portante (De Beer)

N _q	26.09	m	
N _c	38.64	m	
N _γ	35.19	m	Vesic, 1973

$$N_y = 2(N_q + 1)\tan(\varphi') \quad (\text{Vesic 1973}) \quad N_c = (N_q - 1)\cot(\varphi')$$

$$N_y = (N_q - 1)\tan(1.4\varphi') \quad (\text{Meyerhof 1963}) \quad N_q = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right)e^{\pi \tan(\varphi')}$$

$$N_y = 1.5(N_q - 1)\tan(\varphi') \quad (\text{Hansen 1970})$$

Fattori di forma della fondazione

considerare?	no	
s _q	1.00	m
s _c	1.00	m
s _γ	1.00	m

Forma della fondazione	s _c	s _q	s _γ
Rettangolare	$1 + \frac{B'}{L'} \cdot \frac{N_q}{N_c}$	$1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$	$1 - 0.4 \cdot \frac{B'}{L'}$

Fattori di profondità (Brich-Hansen, 1970; Vesic, 1973)

considerare?	si	
d _q	1.077	m
d _c	1.080	m
d _γ	1.000	m

Valore di φ	d _c	d _q	d _γ
φ > 0 sabbia e argilla in condizioni drenate	$d_q = \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$	$\frac{D}{B'} \leq 1 \quad 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \frac{D}{B'}$ $\frac{D}{B'} > 1 \quad 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot \arctan\left(\frac{D}{B'}\right)$	1

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic, 1973)

considerare?	si	
i _q	0.728	m
i _c	0.717	m
i _γ	0.549	m
m _L	1.878	
m _B	1.122	
m	1.122	
θ	1.57	rad

Terreno	i _c	i _q	i _γ
c > 0, φ > 0 argilla in condi- zioni drenate	$i_q = \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$	$\left[1 - \frac{H}{V + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot \phi'}\right]^{m+1}$	$\left[1 - \frac{H}{V + B' \cdot L' \cdot c' \cdot \cot \phi'}\right]^{m+1}$
c = 0 sabbia	-	$\left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$\left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$
$m = m_L \cdot \cos^2 \theta$ $+ m_B \cdot \sin^2 \theta$	$m_B = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$	$m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}}$	θ è l'angolo fra la direzione del carico proiettata sul piano di fondazione e la direzione di L

Coefficienti di inclinazione del piano di posa (Brich Hansen, 1970)

considerare?	si	
b _q	1.000	m
b _c	1.000	m
b _γ	1.000	m

b _c	b _q	b _γ
$b_q = \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$	$(1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$	$(1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$

Coefficienti di inclinazione del piano campagna (Brich Hansen, 1970)

considerare?	si	
g _q	1.000	m
g _c	1.000	m
g _γ	1.000	m

g _c	g _q	g _γ
$g_q = \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$	$(1 - \tan \omega)^2$	$\frac{g_q}{\dots}$

CALCOLO CARICO LIMITE

contributo forze di attrito

q _{lim, γ}	625.47	kPa
---------------------	--------	-----

carico limite

q _{lim}	1084.6	kPa
------------------	--------	-----

contributo forze di coesione

q _{lim, c}	0.00	kPa
---------------------	------	-----

carico limite

q _{lim, sd}	471.6	kPa
----------------------	-------	-----

contributo sovraccarico

q _{lim, q}	459.15	kPa
---------------------	--------	-----

pressione massima agente

σ _{sd}	19.7	kPa
-----------------	------	-----

C.S. = 24.0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO IN0400 001	REV. B	FOGLIO 162 di 163

14.2 MURI AD U

Verifica a Sollevamento *IN04_vasca monte*

	(kN/m ³)	(m ³)	(kN)	γ_G
Platea	25.00	20.16	504.00	0.9
Setti dir X	25.00	7.49	187.25	0.9
Setti dir Y	25.00	4.70	117.50	0.9
Taglione	25.00	5.38	134.50	0.9
Magrone	20.00	10.08	201.60	0.9
Peso totale UPL			1030.37	

	h_w (m)	(kN/m ³)	(kN)	γ_G
Sottospinta	1.85	10.00	932.40	1.1
Sottospinta UPL			1025.64	

coefficiente di sicurezza **1.005**

Verifica a Sollevamento *IN04_vasca valle*

	(kN/m ³)	(m ³)	(kN)	γ_G
Platea	25.00	9.50	237.60	0.9
Setti dir X	25.00	3.50	87.50	0.9
Setti dir Y	25.00	1.89	47.25	0.9
Taglione	25.00	5.80	145.00	0.9
Magrone	20.00	4.75	95.04	0.9
Peso totale UPL			551.15	

	h_w (m)	(kN/m ³)	(kN)	γ_G
Sottospinta	1.85	10.00	439.56	1.1
Sottospinta UPL			483.52	

coefficiente di sicurezza **1.14**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER	
M-INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO Tombino scatolare IN04 - Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL IN0400 001 B 163 di 163

15 INCIDENZA ARMATURE

Si riportano di seguito le incidenze di ogni elemento componente lo scatolare e i manufatti ad U di raccordo.

L'armatura secondaria (longitudinale) è tale da rispettare la condizione prevista dall'EN1992-1-1: "Nelle piastre a portanza unidirezionale deve di regola essere prevista una armatura trasversale secondaria. Tale armatura secondaria sarà almeno pari al 20% dell'armatura principale".

N. ordine	Ubicazione	Elemento	Lung h. (m)	Largh . (m)	Alt. (m)	Vol. CLS (mc)	Armatura	Ø	Num. barre / strati	Passo barre (cm)	Num. barre tot.	Lungh . barre (m)	Lungh. barre tot. (m)	Peso unitario (kg/ml)	Peso acciaio armatura (kg)	Incidenza armatura (kg/mc)	Incidenza armatura (kg/mc)
1	Scatolare	Fondazione	1.00	7.20	0.40	2.88	base sup.	16	1	10	10.0	7.70	77.00	1.58	121.53		
							base inf.	20	1	20	5.0	10.30	51.50	2.47	127.01		
							longitudinale sup.	12	1	20	36.0	1.15	41.40	0.89	36.76		
							longitudinale inf.	12	1	20	36.0	1.15	41.40	0.89	36.76		
							cavallotti	16	3		20.0	1.50	30.00	1.58	47.35		
		TOT													369.40	128.26	130.00
3	Scatolare	Piedritti esterni	1.00	0.40	1.50	0.60	base int.	16	1	20	5.0	2.80	14.00	1.58	22.10		
							longitudinale sup.	12	1	20	8.0	1.15	9.20	0.89	8.17		
							longitudinale inf.	12	1	20	8.0	1.15	9.20	0.89	8.17		
							spilli	10	2.5	40	10.0	0.50	5.00	0.62	3.08		
							TOT										
4	Scatolare	Piedritto interno	1.00	0.40	1.50	0.60	base int.	16	1	20	5.0	4.00	20.00	1.58	31.57		
							base est.	16	1	20	5.0	4.00	20.00	1.58	31.57		
							longitudinale sup.	12	1	20	8.0	1.15	9.20	0.89	8.17		
							longitudinale inf.	12	1	20	8.0	1.15	9.20	0.89	8.17		
							spilli	10	2.5	40	10.0	0.50	5.00	0.62	3.08		
		TOT													82.55	137.59	140.00
5	Scatolare	Soletta copertura	1.00	7.20	0.40	2.88	base sup.	16	1	10	10.0	10.30	103.00	1.58	162.57		
							base inf.	16	1	10	10.0	7.70	77.00	1.58	121.53		
							longitudinale sup.	12	1	20	36.0	1.15	41.40	0.89	36.76		
							longitudinale inf.	12	1	10	72.0	1.15	82.80	0.89	73.51		
							cavallotti centrali	16	3		8.0	1.50	12.00	1.58	18.94		
		spilli estremità	10	5	40	40.0	0.50	20.00	0.62	12.33							
		TOT													425.64	147.79	150.00
7	Muri ad U	Fondazione	1.00	7.20	0.40	2.88	base sup.	16	1	20	5.0	7.70	38.50	1.58	60.77		
							base inf.	16	1	20	5.0	9.40	47.00	1.58	74.18		
							longitudinale sup.	12	1	20	36.0	1.15	41.40	0.89	36.76		
							longitudinale inf.	12	1	20	36.0	1.15	41.40	0.89	36.76		
							cavallotti	16	3		20.0	1.50	30.00	1.58	47.35		
		TOT													255.81	88.82	90.00
8	Muri ad U	Piedritto	1.00	0.40	1.65	0.66	base int.	16	1	20	5.0	1.90	9.50	1.58	14.99		
							base est.	16	1	20	5.0	1.90	9.50	1.58	14.99		
							attesa int.	16	1	20	5.0	1.45	7.25	1.58	11.44		
							longitudinale sup.	12	1	20	9.0	1.15	10.35	0.89	9.19		
							longitudinale inf.	12	1	20	9.0	1.15	10.35	0.89	9.19		
		spilli	10	2.5	40	11.0	0.50	5.50	0.62	3.39							
		TOT													63.20	95.76	100.00