

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

SOCI:

HIRPINIA - ORSARA AV



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA-ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 16/01/2023	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:

I	F	3	A	0	0	E	Z	Z	C	L	F	A	0	1	C	0	0	0	0	D	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 04.00 - Emissione 85gg	B. Borghi	07/10/2021	P. Toniolo	07/10/2021	L. Ongaro	07/10/2021	Ing. R. Zanon 16/01/2023
B	C 04.00 – A valle del contraddittorio	B. Borghi	08/02/2022	P. Toniolo	08/02/2022	L. Ongaro	08/02/2022	
C	C 08.01 – A valle del contraddittorio	B. Borghi	19/05/2022	P. Toniolo	19/05/2022	L. Ongaro	19/05/2022	
D	C 08.04 - A valle del contraddittorio	A. Triglia	16/01/2023	P. Toniolo	16/01/2022	L. Ongaro	16/01/2023	

File: IF3A02EZZCLFA01C0000D.docx

n. Elab.: -

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 2 di 172

Indice

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	7
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	7
3.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
4.1	CEMENTO ARMATO.....	8
4.1.1	CALCESTRUZZO	8
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA	9
4.1.3	COPRIFERRO.....	10
4.2	PANNELLI DI TAMPONATURA	10
5	TERRENO DI FONDAZIONE	12
6	MODELLO STRUTTURALE	13
6.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO.....	13
7	ANALISI DEI CARICHI	16
7.1	PESO PROPRIO STRUTTURE.....	16
7.1.1	STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A.	16
7.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	17
7.3	SOVRACCARICHI VARIABILI	18
7.4	AZIONE DELLA NEVE	18
7.5	AZIONE DEL VENTO	20
7.6	VARIAZIONI TERMICHE.....	23
7.7	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI	23
7.8	AZIONE SISMICA.....	24
7.9	AZIONI RIEPILOGATIVE SULLE TRAVI.....	29
8	COMBINAZIONI DELLE AZIONI	34
8.1	RIEPILOGO AZIONI	35
9	MODI DI VIBRARE ANALISI MODALE.....	37
10	VERIFICHE STRUTTURALI	40

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 3 di 172

10.1	CRITERI DI VERIFICA	42
10.1.1	VERIFICA AGLI SLU-SLV.....	42
10.1.2	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA (TRAVI E PILASTRI)	45
10.1.3	VERIFICA DI INSTABILITÀ PER ELEMENTI SNELLI (PILASTRI).....	47
10.1.4	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	48
10.2	TRAVI SECONDARIE (60X50)	49
10.2.1	SOLLECITAZIONI.....	49
10.2.2	MATERIALI	54
10.2.3	GEOMETRIA E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE TRAVE	55
10.2.4	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA.....	57
10.2.5	VERIFICA A TAGLIO.....	63
10.2.6	VERIFICA A TORSIONE.....	66
10.2.7	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	66
10.2.8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	67
10.3	TRAVI PRINCIPALI	70
10.3.1	SOLLECITAZIONI.....	70
10.3.2	MATERIALI	75
10.3.3	GEOMETRIA E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE TRAVE	76
10.3.4	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA.....	77
10.3.5	VERIFICA A TAGLIO.....	82
10.3.6	VERIFICA A TORSIONE.....	84
10.3.7	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	85
10.3.8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	86
10.4	VERIFICA DI DEFORMABILITÀ TRAVI PRINCIPALI	90
10.5	PILASTRI (60X60)	91
10.5.1	SOLLECITAZIONI.....	91
10.5.2	MATERIALI	105
10.5.3	GEOMETRIE E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE.....	107
10.5.4	VERIFICHE DI INSTABILITÀ PER ELEMENTI SNELLI.....	119
10.6	VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)	120
10.7	VERIFICA DEI NODI	122
10.7.1	VERIFICA NODO 1	124
10.7.2	VERIFICA NODO 2	126
10.8	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI	130
10.9	SOLAIO DI COPERTURA	138
11	VERIFICA DELLE FONDAZIONI	139
11.1	CRITERI DI VERIFICA.....	140
11.2	TRAVI DI FONDAZIONE	140
11.2.1	VERIFICHE STRUTTURALI.....	140

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>00</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA01C0 000</td> <td>D</td> <td>4 di 172</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	4 di 172
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	4 di 172													

11.2.2 VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA DELLA TRAVE DI FONDAZIONE ESTERNA	145
11.2.3 VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA DELLA TRAVE DI FONDAZIONE INTERNA	149
11.4 VERIFICHE GEOTECNICHE	158
11.4.1 VERIFICA CONDIZIONI DRENATE	159
11.4.2 VERIFICA DEI CEDIMENTI	163
12 VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI STATICA	165
12.1 VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI SISMICA.....	168
12.2 GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE STRUTTURALI	169
13 INCIDENZA	170
14 ALLEGATO.....	172

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 5 di 172

1 PREMESSA

Allo scopo di ospitare le tecnologie di linea della Tratta Hirpinia - Orsara verranno realizzati i fabbricati riportati nella seguente tabella.

WBS	km	Descrizione	Locali	B (m)	L (m)
FA03A	68+700.0	PGEP della Finestra di Emergenza – (piazzale HIRPINIA)	UTENTE – MT - BT – TLC – Gest. Emerg.	31,30	7,00
FA01A	271.02	PGEP della Finestra di Emergenza – (Luogo sicuro)	GE – MT - BT – TLC – Gest. Emerg.	31,30	7,00
FA01C	271.02	Centrale Ventilazione (Luogo sicuro)	Locale ventilatori	22,10	12,60
FA01B	271.02	Vasca Antincendio (Luogo sicuro)	Vasca	10,60	7,00

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in elevazione e in fondazione della Centrale di Ventilazione della finestra di emergenza denominato FA01C.

Si attribuisce una vita nominale $V_N = 75$ anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso $C_u=1.50$, in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 02/02/2019, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- “Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari” (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi $V_R = C_u \times V_N = 112,5$ anni.

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 12.60 m x 22.10 m, comprensiva del rivestimento con pannellature prefabbricate.

Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce 11.60 m circa mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 3 campate di luce pari a 7.10 m.

La struttura relativa alla parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in cemento armato. Il solaio di copertura è precompresso del tipo alveolare prefabbricato in cemento armato. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 35cm e comprende 5 cm di caldana superiore. Il solaio è ordito secondo la direzione trasversale.

I pilastri hanno dimensione in pianta di 60x60 cm, le travi principali (longitudinali) hanno dimensioni 60x75cm con un aggetto di 25 cm per consentire l'appoggio del solaio.

Le travi trasversali perimetrali hanno dimensione 60x50cm.

Il sistema di fondazione è realizzato in opera mediante un graticcio di travi rovesce sia in direzione trasversale che longitudinale. Il rivestimento esterno è ottenuto mediante pannelli di tamponamento prefabbricati.

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 6 di 172

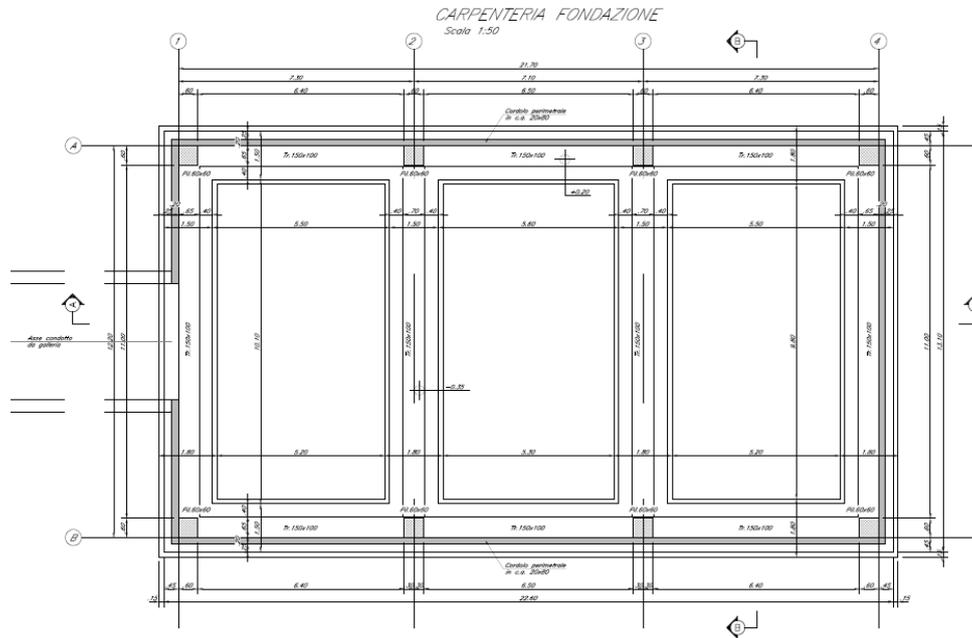


Figura 2-1 Carpenteria fondazione

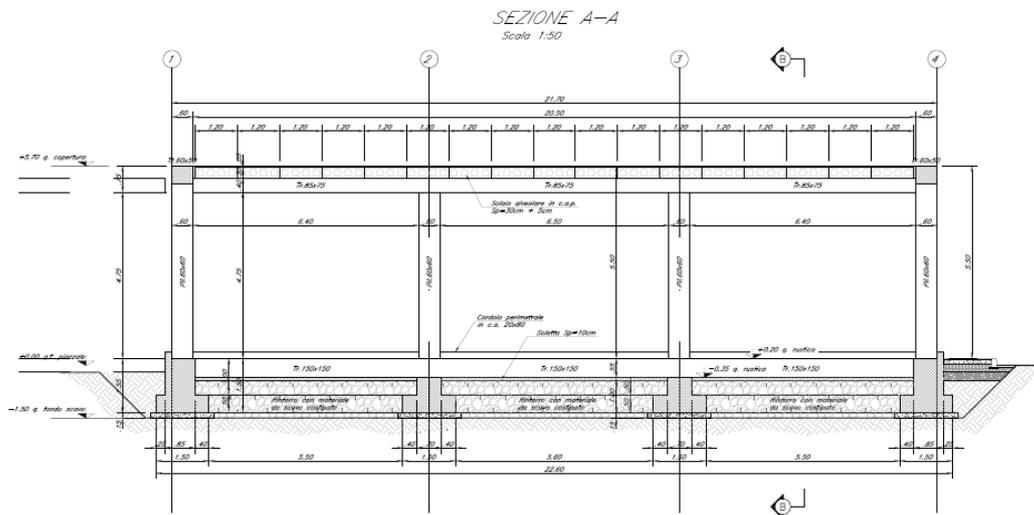


Figura 2-2 Sezione

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 7 di 172

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

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

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

- Nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.

REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea

3.2 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti correlati sono:

- IF1V02D29RGFA01C0001A - Centrale di Ventilazione - Finestra emergenza - Relazione tecnico illustrativa
- IF1V02D29BBFA01C0001A - Centrale di Ventilazione - Finestra emergenza - Carpenteria fondazioni
- IF1V02D29BBFA01C0002A - Centrale di Ventilazione - Finestra emergenza - Carpenteria copertura
- IF1V02D29BBFA01C0003A - Centrale di Ventilazione - Finestra emergenza - Sezioni di carpenteria
- IF1V02D29PAFA01C0001A - Centrale di Ventilazione - Finestra emergenza - Piante architettoniche
- IF1V02D29PAFA01C0002A - Centrale di Ventilazione - Finestra emergenza - Prospetti e sezioni architettoniche

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 8 di 172

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CEMENTO ARMATO

4.1.1 Calcestruzzo

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative del tipo e delle caratteristiche del calcestruzzo adottato per i diversi elementi strutturali:

	Struttura in elevazione Travi e getto solaio	Struttura in elevazione Pilastrì	Fondazioni
Classe di resistenza	C30/37	C32/40	C25/30
Classe di esposizione	XC3	XC3	XC2
Condizioni ambientali	ordinarie	ordinarie	ordinarie
Rapporto acqua/cemento	0,55	0,55	0,60

		Struttura in elevazione Travi e getto solaio	Struttura in elevazione Pilastrì	Fondazioni
R _{ck}	(N/mm ²)	37	40	30
f _{ck}	(N/mm ²)	30	32	25
f _{cm}	(N/mm ²)	38	40	33
α _{cc}	(-)	0,85	0,85	0,85
γ _c	(-)	1,5	1,5	1,5
f _{cd}	(N/mm ²)	17	18.13	14.17
f _{ctm}	(N/mm ²)	2,89	3.02	2,56
f _{ctk}	(N/mm ²)	2.03	2.12	1,79
f _{ctd}	(N/mm ²)	1,35	1.41	1.19
f _{cfm}	(N/mm ²)	3,47	3.62	3,07
f _{cfk}	(N/mm ²)	2,43	2.54	2,15
E _c	(N/mm ²)	32836	33345	31476

Dove:

R_{ck} = Resistenza cubica caratteristica a compressione

f_{ck} = 0.83·R_{ck} = Resistenza cilindrica caratteristica

f_{cm} = f_{ck} + 8 (N/mm²) = Resistenza cilindrica media a compressione

α_{cc} = Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli: α_{cc} (t > 28gg) = 0.85

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 9 di 172

$\gamma_c = 1.5$; viene ridotto a 1.4 per produzioni continuative di elementi o strutture soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valore medio della

resistenza) non superiore al 10%. $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \text{Resistenza di calcolo a compressione}$

$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$ [per classi $\leq C50/60$] = Resistenza cilindrica media a trazione

$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$ = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c}$ = Resistenza di calcolo a trazione

$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$ = Resistenza media a trazione per flessione

$f_{cfk} = 0.7 \cdot f_{cfm}$ = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3}$ = Modulo Elastico

Coefficiente di Poisson:

Secondo quanto prescritto al punto 11.2.10.4 della NTC2018, per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0.2 (calcestruzzo non fessurato).

Coefficiente di dilatazione termica:

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valore medio pari a $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (NTC2018 – 11.2.10.5).

La classe di cls per il solaio alveolare prefabbricato sarà: C 45/55, per il **getto integrativo**: C 30/37 **Acciaio armonico di precompressione**: trefoli a sette fili a basso rilassamento (stabilizzato) $f_{ptk} > 1860 \text{ N/mm}^2$ $f_{p(1)k} > 1670 \text{ N/mm}^2$ Acciaio ad aderenza migliorata: classe B450 C $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$ $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$

4.1.2 Acciaio d'armatura in barre tonde ad aderenza migliorata

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ = Resistenza caratteristica di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ = Resistenza caratteristica a snervamento

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2$ = Resistenza di calcolo

dove:

$\gamma_s = 1.15$ = Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

Modulo Elastico:

$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 10 di 172

		soletta	Struttura in elevazione Travi	Struttura in elevazione Pilastr	Fondazioni
f_{bk}	(N/mm ²)	4.36	4.36	5,54	4,36
f_{bd}	(N/mm ²)	2.90	2.90	3.69	2,90

dove:

$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} =$ Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza

$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} =$ Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo

$\eta = 1.0$ – per barre di diametro $\Phi \leq 32$ mm;

$\gamma_c = 1.5$ – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

4.1.3 Copriferro

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 2.2.2019, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
Cmin	Co	ambiente	C \geq C o	Cmin \leq C<C o	C \geq C o	Cmin \leq C<C o	C \geq C o	Cmin \leq C<C o	C \geq C o	Cmin \leq C<C o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm. Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	Ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Copriferro nominale
Struttura in elevazione	Ordinario	25	10	35
Lastre predalles	Ordinario	20	5	25
Fondazioni	Ordinario	25	10	35

In definitiva si prescrive che in fondazione e in elevazione tranne che per le lastre predalles il copriferro netto non deve essere inferiore a 40mm.

Prove sui materiali

La costruzione delle strutture dovrà essere eseguita nel rispetto delle specifiche d'istruzione tecnica FS 44/M - REV. A DEL 10/04/00.

4.2 PANNELLI DI TAMPONATURA

Per quanto riguarda i pannelli di tamponatura, questi saranno prefabbricati in lastre di calcestruzzo armato alleggeriti con polistirene espanso ($\gamma = 21.00$ kN/m³) e saranno connessi alla struttura principale mediante giunti che consentono

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 11 di 172

uno spostamento orizzontale nel piano del pannello congruente con i limiti da normativa NTC18 al punto 7.3.6.1. I medesimi giunti dovranno altresì sopportare le azioni verticali e orizzontali fuori dal piano del pannello dovute al peso proprio, al vento e al sisma.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 12 di 172

5 TERRENO DI FONDAZIONE

Sulla base delle informazioni ricavate nel documento IF3A02EZZRBGE0106001B “Relazione Geotecnica generale” la stratigrafia del terreno è caratterizzata dalle seguenti unità:

Coltre: coltre eluvio-colluviale;

STF2: Peliti di Difesa Grande.

Nella tabella seguente si riporta la stratigrafia di riferimento e la profondità di falda per il piazzale e la viabilità SSE.

Stratigrafia di riferimento		Falda
Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Profondità da p.c. [m]
10.4÷8.7	Coltre	5.0
>30.0	STF2	

La quota piazzale è +563m slm. Il fondo scavo del fabbricato in oggetto si trova a -1.5m sotto q.ta piazzale (+561.5m).

Qui di seguito i parametri geotecnici di riferimento

	Coltre		STF2	
γ [kN/m ³]	20÷21.2 [20.5]		19.5÷22.5 [21]	
IP [%]	10÷11 [10]		5÷21 [13]	
c_u [kPa]	$z \leq 5m$	50÷450 [90]	$z \leq 15m$	60
	$z > 5m$	100÷450 [140]	$z > 15m$	250
ϕ' [°]	27		$z \leq 20m$	27
			$z > 20m$	28
c' [kPa]	8		$z \leq 20m$	2
			$z > 20m$	40
E_u/C_u	485		403	
E_o [MPa]	$z \leq 5m$	50÷395 [85]	$z \leq 20m$	113÷1019 [201]
	$z > 5m$	72÷395 [128]	$z > 20m$	201÷1019 [409]
$E_{op,1}$ (*) [MPa]	$z \leq 5m$	10÷78 [17]	$z \leq 20m$	22÷203 [40]
	$z > 5m$	14÷78 [25]	$z > 20m$	40÷203 [81]
$E_{op,2}$ (***) [MPa]	$z \leq 5m$	5÷39 [8.5]	$z \leq 20m$	11÷101 [20]
	$z > 5m$	7÷39 [12.5]	$z > 20m$	20÷101 [40.5]
c_c [-]	$6.4 \cdot 10^{-2}$		$6.6 \cdot 10^{-2}$	
c_r [-]	$1.2 \cdot 10^{-2}$		$1.0 \cdot 10^{-2}$	
c_{ae}	$2.7 \cdot 10^{-3}$		$2.0 \cdot 10^{-3}$	
c_v [m ² /s]	$4.0 \cdot 10^{-8}$ ÷ $4.0 \cdot 10^{-7}$ [$1.0 \cdot 10^{-7}$]		$8.0 \cdot 10^{-8}$ ÷ $1.0 \cdot 10^{-6}$ [$3.0 \cdot 10^{-7}$]	
e_0 [-]	0.4÷0.6 [0.5]		0.36÷0.49 [0.45]	
OCR [-]	1÷8 [3]		1÷8 [4]	
v' [-]	0.3		0.3	
k [m/s]	$1.2 \cdot 10^{-8}$ ÷ $6.0 \cdot 10^{-5}$ [$4.0 \cdot 10^{-7}$]		$1.0 \cdot 10^{-8}$ ÷ $2.0 \cdot 10^{-7}$ [$1.0 \cdot 10^{-7}$]	

Il fabbricato si trova su un rilevato artificiale le cui proprietà sono definite da:

- Angolo di attrito $\phi' = 38^\circ$;
- Densità di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.
- $E = 30000 \text{ Mpa}$

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 13 di 172

6 MODELLO STRUTTURALE

6.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

Il sistema costruttivo che caratterizza il fabbricato tecnologico in c.a. è costituito, in elevazione, da un telaio spaziale realizzato mediante la rigida connessione di travi e pilastri, e in fondazione, da un graticcio di travi longitudinali e trasversali volto a garantire un comportamento opportunamente rigido nei confronti dei meccanismi di interazione con il terreno.

Lo step del lavoro relativo al calcolo computazionale e alla definizione dell'output, in termini di caratteristiche di sollecitazione e deformazioni per i vari elementi strutturali, prevede un approccio preliminare basato sulla modellazione della struttura attraverso un processo di discretizzazione agli elementi finiti facendo riferimento ad un modello elastico. Il modello è stato realizzato ed analizzato con l'ausilio del programma di calcolo Midas Gen. Gli elementi strutturali, travi e pilastri in elevazione e graticcio di travi rovesce in fondazione, sono stati schematizzati mediante elementi monodimensionali tipo *frame*.

Il solaio è modellato con un elemento plate co rigidità nel proprio piano.

Gli elementi strutturali modellati presentano caratteristiche geometriche e meccaniche in accordo con le proprietà reali dei materiali e delle sezioni che li rappresentano.

In particolare, per le verifiche di resistenza SLU e SLV è stato svolto il calcolo non considerando il modulo elastico del calcestruzzo abbattuto. Solamente le travi secondarie hanno rigidità ridotta e si considerano fessurate.

Nel caso delle verifiche di rigidità SLO è stato considerato il modulo elastico del cls abbattuto del 50%.

L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno. L'intera struttura è poggiata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidità viene assegnata per unità di lunghezza di elemento.

Il coefficiente di Winkler è stato valutato secondo la teoria di Vesic e per il caso in esame è stato considerato il modulo elastico del terreno E del rilevato $E=30$ Mpa, dallo spessore di circa 5.00m per cui le pressioni interesseranno solamente il rilevato.

La costante di Winkler verrà differenziata per le opere di fondazione quali travi rovesce e cordoli di fondazione.

Il foglio di calcolo fa riferimento a sezioni rettangolari, quindi al fine di calcolare la corretta inerzia della fondazione per la trave rovescia è stata utilizzata un'altezza equivalente al fine di ottenere un'inerzia pari a quella data dalla sezione a "T" effettivamente progettata.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 14 di 172

Per la modellazione del terreno si considera la trave su suolo elastico, modellata con l'utilizzo di molle alla Winkler, aventi la seguente rigidezza (Vesic, 1965):

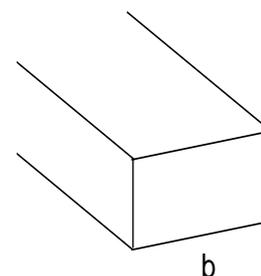
Per cui risulta:

$$K = \frac{0.65E}{1 - \nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

E= 30000 kN/mq elastico del terreno
v= 0.3 coeff. di Poisson

trave di fondazione

b= 1.5 m dimensione trasversale trave
h= 1.3289 m altezza trave
J= 0.293351 m⁴ inerzia trave
Rck= 30 Mpa
Ec= 31220186 kN/mq modulo di elasticità cls

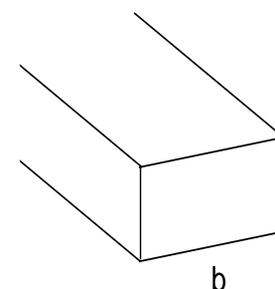


K= 15228 kN/mc modulo di reazione lineare sulla trave

E= 30000 kN/mq modulo elastico del terreno
v= 0.3 coeff. di Poisson

trave di fondazione

b= 1.5 m dimensione trasversale trave
h= 0.871 m altezza trave
J= 0.082597 m⁴ inerzia trave
Rck= 30 Mpa
Ec= 3122018 modulo di elasticità cls



K= 16924 kN/mc modulo di reazione lineare sulla trave

Il coefficiente di fondazione (Winkler) adottato nel modello è pari

- Trave rovescia esterna K = 15250 kN/m³;
- Trave rovescia interna K = 17000 kN/m³;

L'analisi degli effetti dovuti all'azione sismica prevede la definizione delle masse strutturali partecipanti all'eccitazione dinamica dovuta al terremoto. Pertanto nel modello le masse strutturali coincidono con i carichi caratteristici permanenti strutturali e non strutturali (i carichi dovuti alla manutenzione, vento e neve non sono presi in considerazione perché da normativa il valore di $\psi_{02}=0$) valutate automaticamente dal software di calcolo e applicate in maniera distribuita e a sua volta mediante l'apposita task il software di calcolo per tenere conto della variabilità

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 15 di 172

spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze, attribuisce al centro di massa un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Tale eccentricità accidentale per ogni direzione è pari a 0,05 volte la dimensione media dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti. Nella definizione del caso di carico spettrale è necessario spuntare l'opzione per considerare l'eccentricità in questo modo:

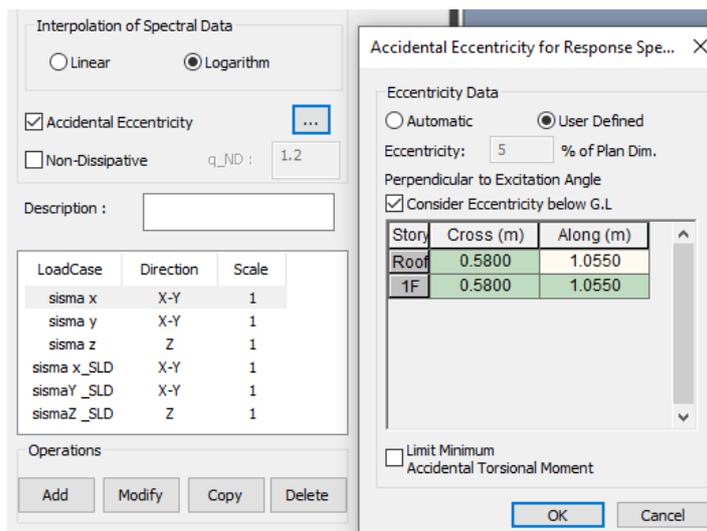


Figura 6-1 Eccentricità

Dopo di che il software in automatico genera i casi di carico dovuti solamente all'eccentricità che andranno combinati con i casi spettrali già creati.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

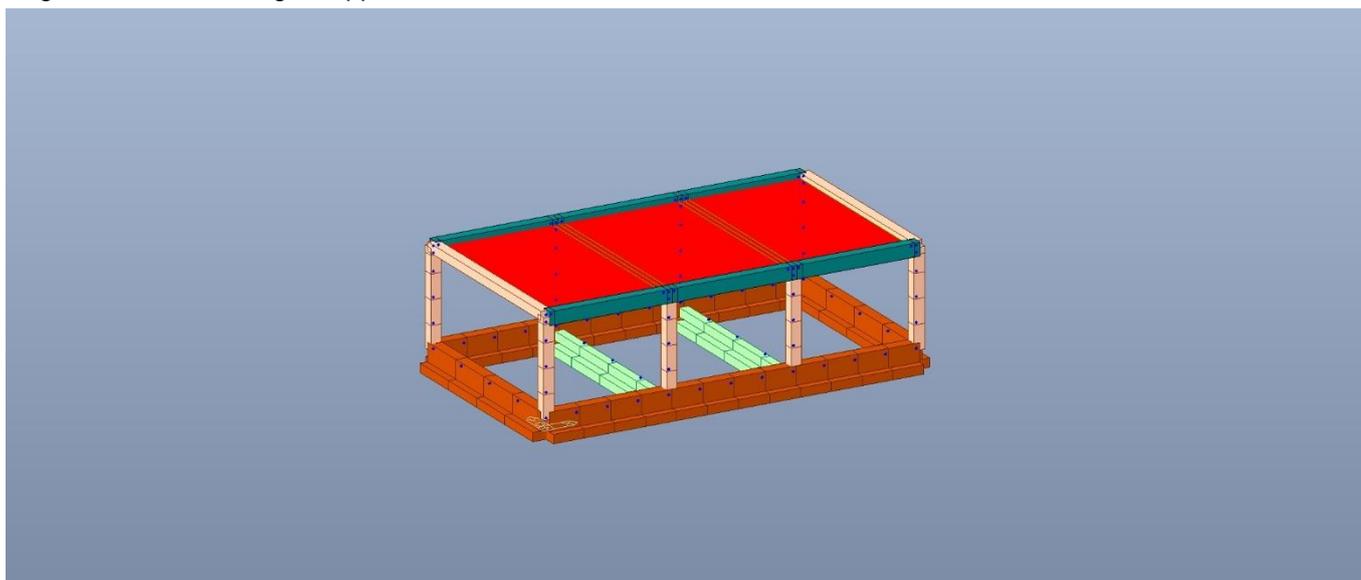


Figura 6-2 Vista estrusa del modello

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 16 di 172

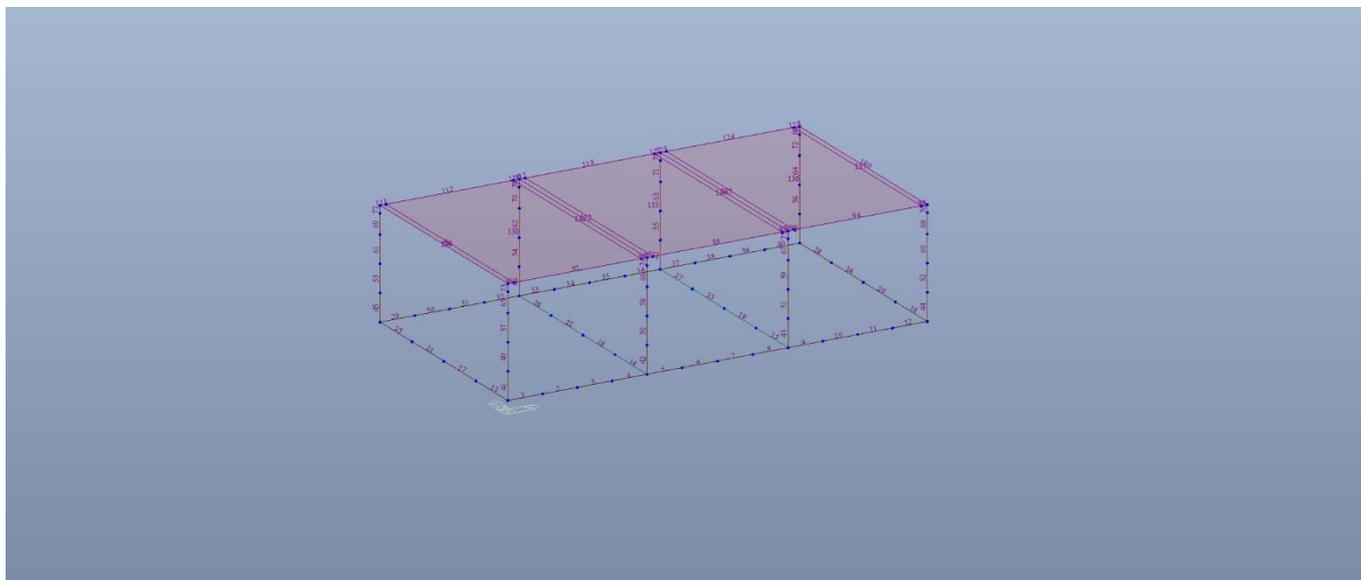


Figura 6-3 Numerazione elementi

7 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC2018, sono state considerate agenti sulla struttura le seguenti condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- sovraccarico variabile;
- azione sismica;
- azione del vento;
- azione della neve;
- variazioni termiche;
- effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli.

Nel progetto strutturale in esame, al fine di una progettazione tipologica che consenta l'impiego del fabbricato su tutta la rete ferroviaria nazionale, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando le condizioni più gravose in accordo con la dislocazione delle stazioni sul territorio della tratta Napoli - Bari.

7.1 PESO PROPRIO STRUTTURE

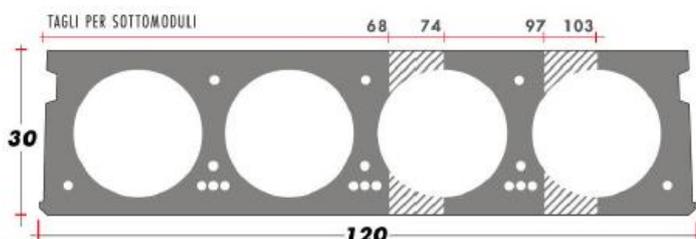
7.1.1 Struttura principale in c.a.

- Solaio di copertura

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 17 di 172

Il solaio è realizzato da pannelli alveolari in calcestruzzo armato precompresso con trefoli aderenti, di spessore 30 cm e larghezza 120cm, e da una soletta collaborante spessa 5 cm armata con rete elettrosaldata $\Phi 6 / 200 \times 200$. Per rendere solidale il solaio con le travi principali si prevedono armature lente atte a resistere le sollecitazioni taglianti e flettenti. La classe di resistenza del calcestruzzo è C 45/55 mentre per il getto integrativo si prevede C28/ 35.

Si riporta di seguito una sezione tipo:



La lastra pesa 3.63 kN/m^2 a cui si aggiunge il peso della soletta collaborante:

$$P_s = (25 \times 0.05) + 3.63 = 4.90 \text{ kN/m}^2$$

Il peso proprio delle travi e dei pilastri indicati a seguire, viene calcolato automaticamente dal programma considerando il peso specifico del cemento armato pari a:

$$\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$$

7.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Tamponamenti esterni

Il rivestimento esterno è ottenuto mediante pannelli di tamponamento prefabbricati in calcestruzzo di spessore pari a 20 cm (pannello a taglio termico) il cui peso è pari a **4,20 kN/m²**.

Il peso per unità di superficie moltiplicato per l'altezza totale del singolo pannello $h=7,00 \text{ m}$, trascurando le eventuali aperture, è pari a 29.4 kN/m , che è il peso a metro lineare del pannello.

Considerando che il pannello viene fissato alle travi di elevazione e al cordolo in c.a. posto al di sopra della trave rovescia, il peso da applicare alle travi perimetrali di elevazione e a quelle di fondazione è pari a **14.7 kN/m**.

In fondazione agisce un carico lineare dato dalla porzione di blocco in cls (cordolo) dove poggia la tamponatura di facciata. Il seguente cordolo presenta una dimensione di $b \times h = 0.20 \times 1.25 \text{ m}$, il carico lineare per l'elemento in esame vale **$q=6.25 \text{ kN/m}$** .

- Tamponamenti interni (muratura in blocchi cavi in calcestruzzo spessore 35 cm, foratura 60%)

Peso medio del blocco $q=3.5 \text{ kN/m}^2$

Intonaco spessore 2.5cm $q=(0.025 \times 21) \times 2=1.05 \text{ kN/m}^2$

Altezza parete = 4.75m

Carico lineare agente in fondazione $q_p = (3.5 + 1.05) \times 4.75 = 21.6 \text{ kN/m}$

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Massetto delle pendenze alleggerito

$$H_{med} = (0.10 \times 17.00) = 1.7 \text{ kN/m}^2$$

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 18 di 172

Barriera al vapore	0,10	kN/m ²
Isolante termico	Sp 5cm (0.05x1.60)= 0.08	kN/m ²
Guaina di impermeabilizzazione x2	0,20	kN/m ²
Malta di allettamento (2 cm)	0,42	kN/m ²
Pavimento	0,50	Pavimento
Intonaco intradosso	0,30	kN/m ²
Incidenza impianti	0,30	kN/m ²
Controsoffitto	0,10	kN/m ²
Totale carico:	3,4	kN/m²

7.3 SOVRACCARICHI VARIABILI

Il sovraccarico variabile per sola manutenzione in copertura è assunto cautelativamente pari a 0.5 kN/m².

7.4 AZIONE DELLA NEVE

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

μ_i - Coefficiente di forma della copertura;

C_e - Coefficiente di esposizione;

C_t - Coefficiente termico;

q_{sk} - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

Per la valutazione di q_{sk} si è fatto riferimento ad un sito posto in zona II, con altezza sul livello del mare pari a $a_s > 200m$

$$q_{sk} = 0.85 \cdot (1 + (a_s/481)^2) = 0.85 \cdot (1 + (571/481)^2) = 2.05 \text{ kN/m}^2$$

Il fabbricato FA01C si trova a una altitudine di 571.00m slm.

Il coefficiente di esposizione C_e può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018. Per il caso in esame, essendo un tipologico, si assume $C_e = 1.0$.

Il coefficiente termico C_t può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1.0$ (3.4.4 - NTC2018).

Il coefficiente di forma della copertura dipende dall'angolo di inclinazione della falda, i valori proposti dalla normativa vigente vengono riportati nella Tab.3.4.II (DM 17 Gennaio 2018):

APPALTATORE: Consorzio HIRPINIA-ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario ROCKSOIL S.P.A.	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI M-INGEGNERIA					GCF	
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 19 di 172

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nel caso in esame si ha $\alpha = 0^\circ$ pertanto:

$$\mu_1 (0^\circ) = 0,8$$

Si assume una distribuzione uniforme del carico da neve per la copertura piana, quindi si ha:

$$q_s = 0,8 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 2,05 = \mathbf{1,64 \text{ kN/m}^2}$$

Poiché la struttura presenta un parapetto si prevede una zona di accumulo nella zona adiacente.

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

Per il caso in esame

$$\mu_s = 0;$$

$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma h/q_{sk}$$

$$\mu_w = 1,07$$

La lunghezza di accumulo $l_s = 2h$ con $h=1,10\text{m}$ altezza del parapetto.

Nel caso in esame si ha che $l_s = 2,2\text{m} < 5\text{m}$ quindi si procede mediante un'interpolazione lineare di cui si porta lo schema a seguire, il valore di μ_w vale 1,36.

Il carico per l'accumulo vale: $q_s = \mu_w C_e C_t q_{sk} = 0,92 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 2,05 = \mathbf{1,89 \text{ kN/m}^2}$.

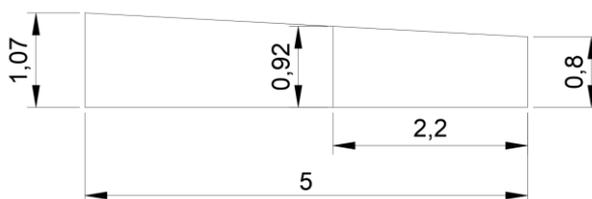


Figura 7-1 interpolazione del valore μ_w

Questo carico agisce per una fascia di 2,20m a lato del parapetto; tuttavia, essendo la larghezza netta della campata di 11m si assume cautelativamente un carico medio distribuito su tutta la copertura $q_s = \mathbf{1,77 \text{ kN/m}^2}$.

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 20 di 172

7.5 AZIONE DEL VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3.3 – NTC2018. Per il calcolo dell'azione statica equivalente dovuta al vento, si è fatto riferimento ad un sito posto in zona 3, con altezza sul livello del mare pari $a_s > a_0 = 500$ m.

Pressione del vento:

La pressione del vento, considerata come azione statica agente normalmente alle superfici, è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove

- q_b - Pressione cinetica di riferimento
- c_e - Coefficiente di esposizione
- c_p - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- c_d - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento q_b in (N/m²) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

- v_b - Velocità di riferimento del vento;
- ρ – Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m³.

In mancanza di indagini statistiche adeguate, la velocità di riferimento del vento $v_b(T_R)$ riferita ad un generico periodo di ritorno T_R può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$v_b(T_R) = \alpha \cdot v_b$$

dove:

v_b – Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

α_R – Coefficiente posto in un diagramma in funzione di T_R espresso in anni;

Il periodo di ritorno T_R al quale si è fatto affidamento per la valutazione della velocità di riferimento del vento risulta pari a 100 anni (in accordo con il periodo di riferimento V_R della struttura).

Coefficiente di esposizione:

Il coefficiente d'esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per il caso in esame considerando zona 3, classe di rugosità del terreno D e categoria d'esposizione del sito II, il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del fabbricato di 7,00 m, risulta pari ad 2.13.

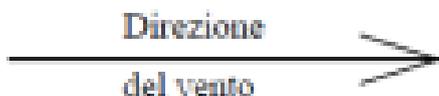
Coefficiente dinamico:

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è assunto cautelativamente pari ad 1.

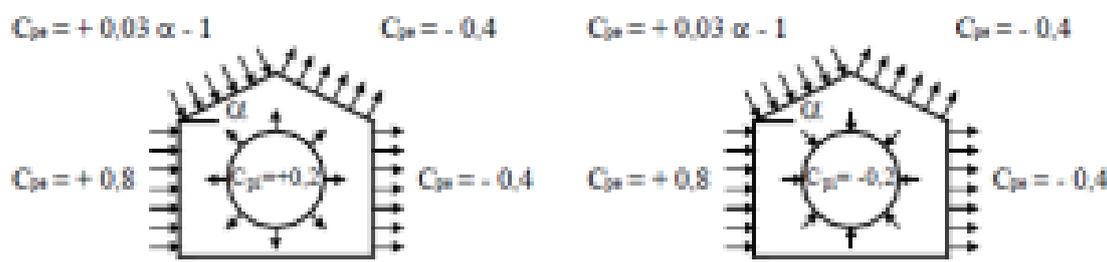
Coefficiente di forma (o aerodinamico):

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato nel paragrafo 3.3.10.1 della Circolare del 2/02/2019 in relazione a quanto riassunto nella figura seguente:

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA-ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA			
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI M-INGEGNERIA					GCF
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 21 di 172



Costruzioni aventi una parete con aperture
di superficie < 33 % di quella totale



Per il carico sopravvento si assume $c_p = + 0,8$;

per il carico sottovento si assume $c_p = - 0,4$;

in copertura si assume $c_p = - 0,4$;

per costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, la pressione interna si assumerà $c_{pi} = \pm 0,2$.

Azione tangenziale del vento:

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

dove:

q_b , c_e sono stati definiti precedentemente;

c_f - Coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Dati i coefficienti d'attrito riportati in tabella C3.3.I (Circolare 2009) si assume un valore di 0.02, relativo a superficie scabra (cemento a faccia scabra...). Pertanto, sviluppando l'espressione relativa all'azione tangenziale del vento si ottiene un valore ampiamente trascurabile rispetto alle altre azioni in gioco.

Azione Tangenziale Vento		
q_b	0.545	kN/m ²
c_e	2.13	
c_f	0.02	
p_f	0.023	kN/m ²

Si riporta di seguito il prospetto delle caratteristiche assunte per la determinazione della pressione normale del vento secondo normativa:

Azione Normale Vento		
Zona	3	
a_s	571	m
a_0	500	m
$V_{b,0}$	27	m/s

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 00 E ZZ CL FA01C0 000 D 22 di 172

K_a	0.02	1/s
$V_b(T_R)$	29.535	m/s
q_b	0.545	kN/m ²
Categoria di esposizione sito	II	
k_r	0.19	
Z_0	0.05	m
Z_{min}	4	m
$C_e(Z_{min})$	1.80	
z (altezza costruzione sul suolo)	7.00	m
C_d	1	
$C_e(z)$	2.13	
α (Inclinazione copertura)	0	°
C_{p1} (Copertura) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
C_{p2} (Elementi Verticali - Sopravento) = 0,8 + 0,2	+ 1.0	
C_{p3} (Elementi Verticali - Sottovento) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
p_1 (Pressione vento in copertura)	- 0,23	kN/m ²
p_2 (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	+ 1,16	kN/m ²
p_3 (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	- 0,23	kN/m ²

L'azione del vento sui pannelli di tamponamento viene trasmessa alle travi perimetrali e alle travi di fondazione come una forza a metro lineare pari alla pressione del vento precedentemente calcolata (p_2 e p_3) per la metà dell'altezza dei pannelli (7,00 x 0,50 = 3,50 m):

$$q_{w1} = 3.5 \cdot 1.16 = \mathbf{4.06 \text{ kN/m}}$$

$$q_{w2} = 3.5 \cdot (-0.23) = \mathbf{-0.8 \text{ kN/m}}$$

L'azione del vento (depressione) sul solaio viene trasmessa alle travi trasversali come un carico metro lineare pari a alla pressione del vento precedentemente calcolata p_1 (pressione vento in copertura) per la zona d'influenza delle travi.

$$q_{w3} = -0.23 \cdot 11.3 = \mathbf{-2.6 \text{ kN/m}}$$

Alle travi si applica anche un'azione di momento dovuta alla pressione agente sul parapetto in copertura di h=1.10m.

$$\text{Il momento sopravento vale: } M = 1.10 \cdot 1.16 \cdot 0.65 = 0.83 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Il momento sottovento vale: } M = 1.10 \cdot 0.23 \cdot 0.65 = 0.16 \text{ kNm/m}$$

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 23 di 172

7.6 VARIAZIONI TERMICHE

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente ΔT_u , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II delle NTC 2018 che viene riportata nel seguito.

Nel caso in cui la temperatura costituisca, invece, azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura, l'andamento della temperatura T nelle sezioni degli elementi strutturali deve essere valutato più approfonditamente studiando il problema della trasmissione del calore.

Tabella 3.5.II – Valori di ΔT_u per gli edifici

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Nel caso in esame, , si tiene conto della sola componente ΔT_u e in particolare si assume $\Delta T_u = \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$ per tutti gli elementi fuori terra.

7.7 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI

In accordo con quanto previsto nelle "Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (Documento RFI n° RFIDTCICIPOSPINF001A) si considera l'effetto aerodinamico associato al passaggio dei treni. Tali prescrizioni si riscontrano anche al punto 5.2 della NTC2018 relativo ai ponti ferroviari. Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa ed alla coda del treno, il cui valore viene determinato con riferimento alla seguente situazione:

- Superfici verticali parallele al binario (5.2.2.7.1 – NTC2018):

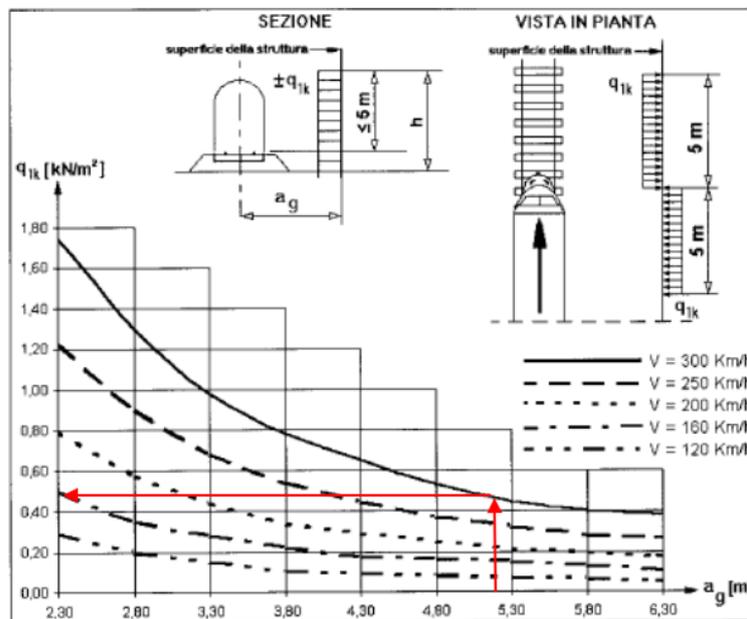
il valore caratteristico dell'azione $\pm q_{1k}$ agente ortogonalmente alla superficie verticale di facciata del fabbricato viene valutato in funzione della distanza a_g dall'asse del binario più vicino. Supponendo che la distanza minima da garantire da ostacolo fisso, quale può essere un fabbricato, in assenza di organi respingenti è:

$a_g = 5.00 \text{ m}$ (a vantaggio di sicurezza);

a tale valore di a_g corrisponde il seguente valore dell'azione q_{1k} prodotta dal passaggio del convoglio, calcolata secondo quanto riportato nella figura seguente in base alla velocità $V = 300 \text{ km/h}$ e con riferimento a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli (a vantaggio di sicurezza):

$$q_{1k} = 0.50 \text{ kN/m}^2$$

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 24 di 172



Considerata la notevole distanza dai convogli ferroviari, il presente carico non è applicabile.

7.8 AZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale (V_N);
- Classe d'uso (C_u);
- Periodo di Riferimento (V_R).

Si attribuisce una vita nominale $V_N = 75$ anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso $C_u=1,5$, in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 02/02/2019, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- "Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi $V_R = C_u \times V_N = 112,5$ anni.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R (3.2 – NTC2018).

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA-ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A.	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI M-INGEGNERIA					GCF	
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 25 di 172

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* - Periodo d’inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2018), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

Ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell’azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull’individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2018).

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria C*.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica T_1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell’accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2018:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell’incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4 - NTC2018 η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione dell’azione sismica dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 26 di 172

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura

K_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Un problema importante è la scelta del valore base del coefficiente di comportamento q_0 , che risulta legato alla tipologia strutturale ed al livello di duttilità attesa. Osservando le tipologie strutturali riportate al punto 7.4.3.1 – NTC2018 si evince che l'edificio in esame può essere riconducibile ad un sistema a pendolo inverso intelaiato monopiano.

Per quanto riguarda il livello di duttilità attesa, si stabilisce di progettare il fabbricato in accordo con un comportamento strutturale dissipativo caratterizzato da Classe di Duttilità bassa (CD" B").

Pertanto, in base al punto 7.4.3.2 delle NTC 2018, il coefficiente di comportamento q_0 può essere valutato come segue:

$$q_0 = 2.5 \cdot$$

Essendo, poi, la struttura REGOLARE IN ALTEZZA si può assumere $K_R=1$.

Pertanto il fattore di struttura al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto è **$q = 2,5$** .

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Per una costruzione di Classe III, devono essere effettuate le verifiche riportate nella seguente tabella, estrapolata dalla tabella C7.1.1 contenuta nella Circolare 2019:

Stato limite	Descrizione della prestazione	Riferimento norme D.M.17/01/2018	η
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali (spostamenti di interpiano)	§7.3 §7.3.6	1
SLD	Resistenza degli elementi strutturali	§7.3 §7.3.6	2/3
SLV	Resistenza delle strutture	§7.3 §7.3.6	1/q
	Duttilità delle strutture	§7.3 §7.3.6	
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	§7.3 §7.3.6	

Gli spettri di progetto agli stati limite SLD, SLV e SLO sono stati determinati facendo riferimento alla condizione sismica peggiore, quest'ultima si presenta alle coordinate relative al piazzale RI 13:

Longitudine: 15.134078 °,

Latitudine: 41.160604 °,

Risulta per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) quanto segue.

Accelerazione di riferimento a_g/g	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	Vita Nominale	Classe d'uso	Accelerazione massima attesa al sito a_{max}/g
0.346	C	T1	75	III	0.419

Figura 7-2 Azione sismica di riferimento

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 27 di 172

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato IIR8LV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_x	0.346 g
F_x	2.354
T_c	0.425 s
S_x	1.212
C_c	1.392
S_T	1.000
q	2.900

Parametri dipendenti

S	1.212
η	0.400
T_B	0.197 s
T_C	0.592 s
T_D	2.982 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_x \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10(5+\xi)} \geq 0,5\xi; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_x / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_c} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	S_e [g]
0.000	0.419
0.197	0.394
0.592	0.394
0.706	0.331
0.820	0.285
0.934	0.250
1.047	0.223
1.161	0.201
1.275	0.183
1.389	0.168
1.503	0.155
1.616	0.144
1.730	0.135
1.844	0.127
1.958	0.119
2.072	0.113
2.186	0.107
2.299	0.102
2.413	0.097
2.527	0.092
2.641	0.088
2.755	0.085
2.869	0.081
2.982	0.078
3.031	0.076
3.079	0.073
3.128	0.071
3.176	0.069
3.225	0.069
3.273	0.069
3.322	0.069
3.370	0.069
3.419	0.069
3.467	0.069
3.515	0.069
3.564	0.069
3.612	0.069
3.661	0.069
3.709	0.069
3.758	0.069
3.806	0.069
3.855	0.069
3.903	0.069
3.952	0.069
4.000	0.069

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio (G_1), ai sovraccarichi permanenti (G_2) e a un'aliquota (ψ_{2j}) dei sovraccarichi accidentali (Q_{kj}):

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

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I – NTC2018. Nel caso in esame i sovraccarichi accidentali che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- per il solaio di copertura, la neve ed il vento per copertura presentano $\psi_{2j} = 0$;
- per il solaio di copertura, il sovraccarico variabile agente presenta $\psi_{2j} = 0$.

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 28 di 172

dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli al contributo delle sollecitazioni che si ottengono a valle dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Come prescritto dalle NTC 2018 al paragrafo 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al punto 7.3.3.1 delle NTC2018.

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_z$$

Si è infine provveduto a combinare gli effetti dell'analisi spettrale ai differenti stati limiti con quelli provocati dalle forze equivalenti all'eccentricità accidentale.

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 29 di 172

7.9 AZIONI RIEPILOGATIVE SULLE TRAVI

In forma riepilogativa si riportano i carichi che agiscono sulle travi, tali carichi insistono sulle travi mediante l'area di influenza dei solai che sostengono.

Carico	dimensioni campate [m]
Carico	L1
tipo di carico	kN/m2
predalle	4.9
	11.6
trave	carico su trave
T1=T2	28.42 kN/m
	5.8

Carico	dimensioni campate [m]
Carico	L1
tipo di carico	kN/m2
Permanente copertura	3.4
	11.6
trave	carico su trave
T1=T2	19.72 kN/m
	5.8

Carico	dimensioni campate [m]
Carico	L1
tipo di carico	kN/m2
Manutenzione	0.5
	11.6
trave	carico su trave
T1=T2	2.90 kN/m
	5.8

Carico	dimensioni campate [m]
Carico	L1
tipo di carico	kN/m2
Neve	1.77
	11.6
trave	carico su trave
T1=T5	10.27 kN/m
	5.8

Carico	dimensioni campate [m]
Carico	L1
tipo di carico	kN/m2
Vento	0.23
	11.6
trave	carico su trave
T1=T5	1.33 kN/m
	5.8

Si riportano le figure che rappresentano come tali carichi sono stati implementati nel modello di calcolo.

Nota

il peso delle fondazioni non è stato attribuito automaticamente dal software, poiché nell'eseguire l'analisi modale e eccitare almeno 85% della struttura, il peso delle fondazioni sono state trascurate.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 30 di 172

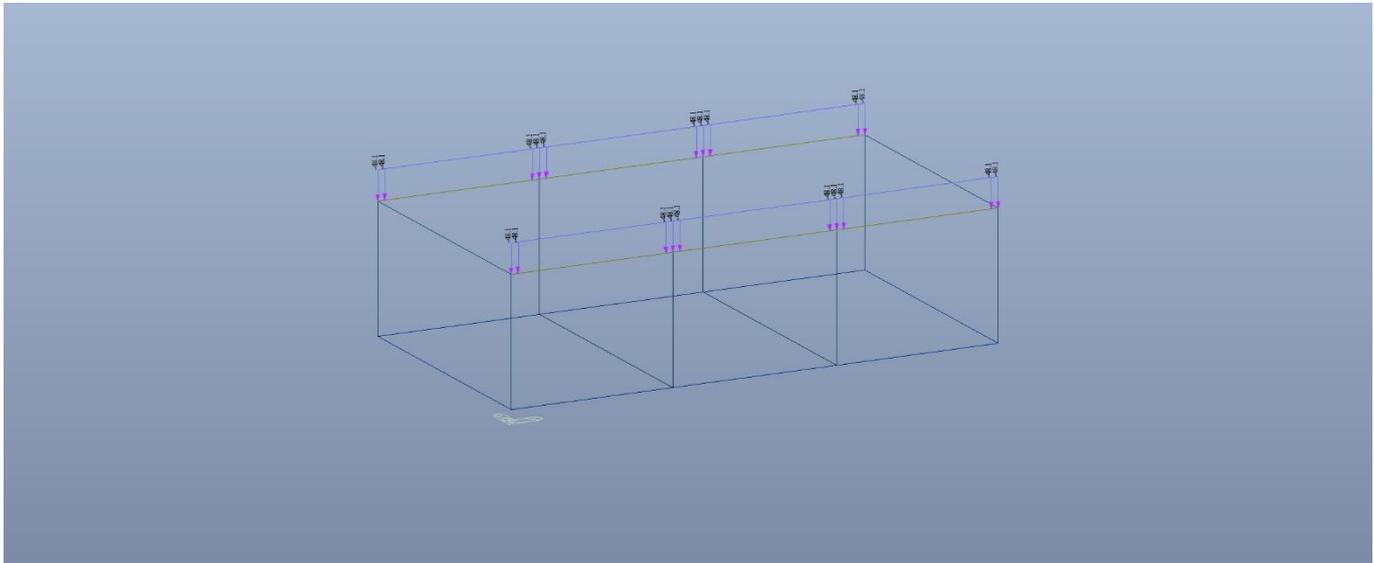


Figura 7-3 Permanente

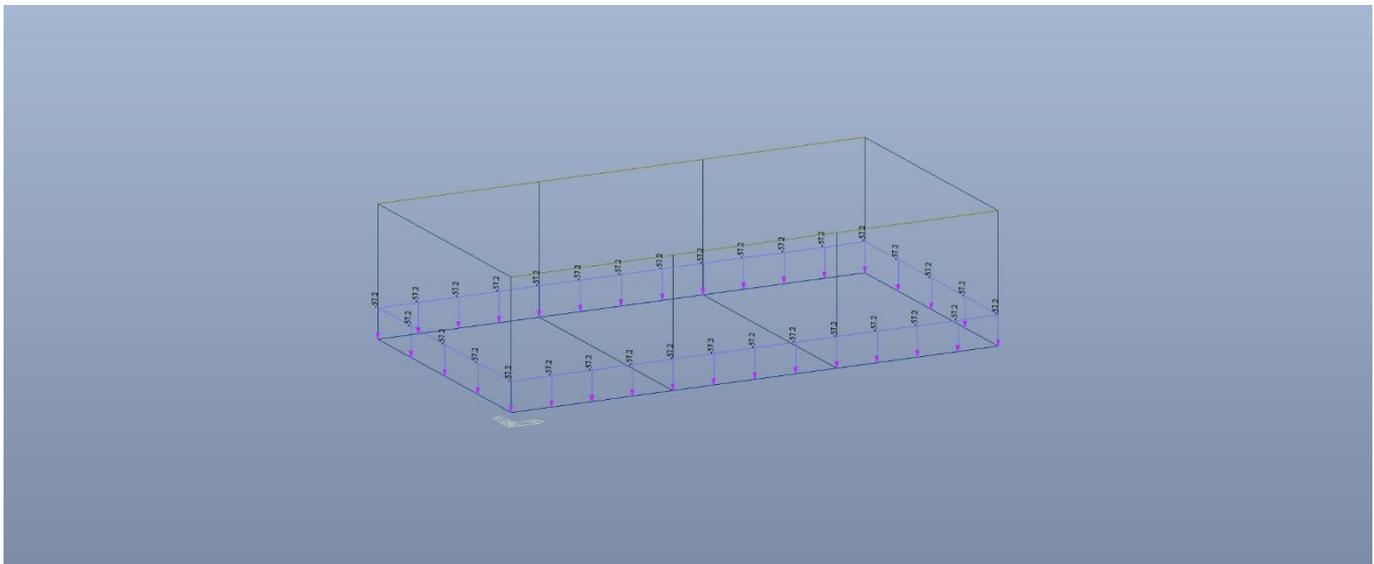


Figura 7-4 tamponamenti caso statico

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 31 di 172

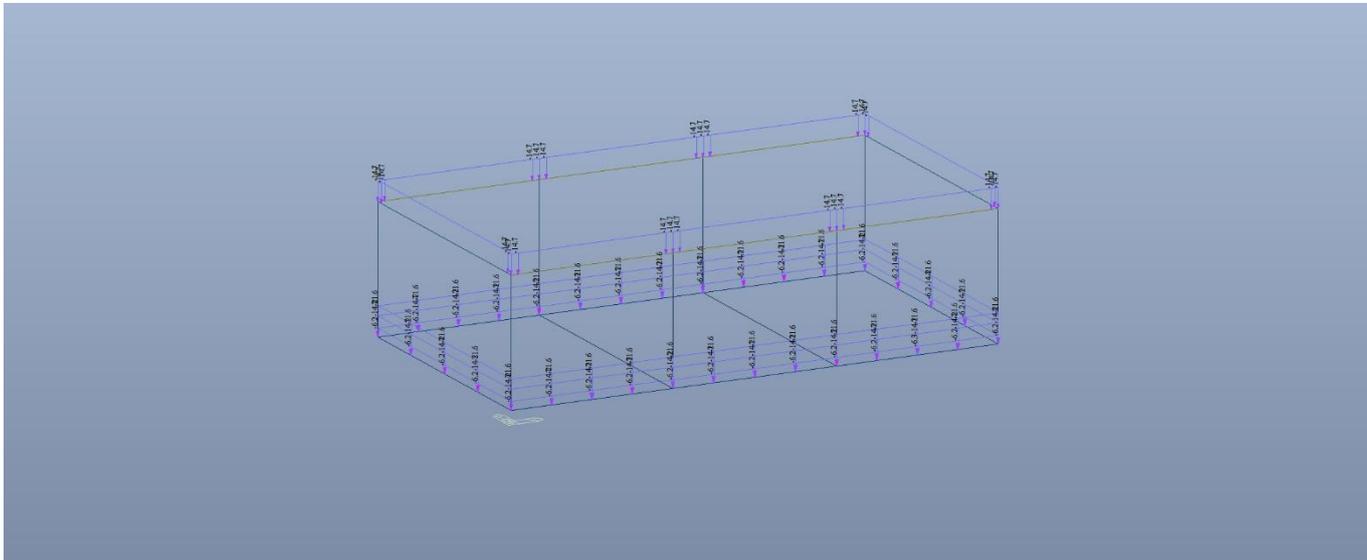


Figura 7-5 tamponamenti caso sismico

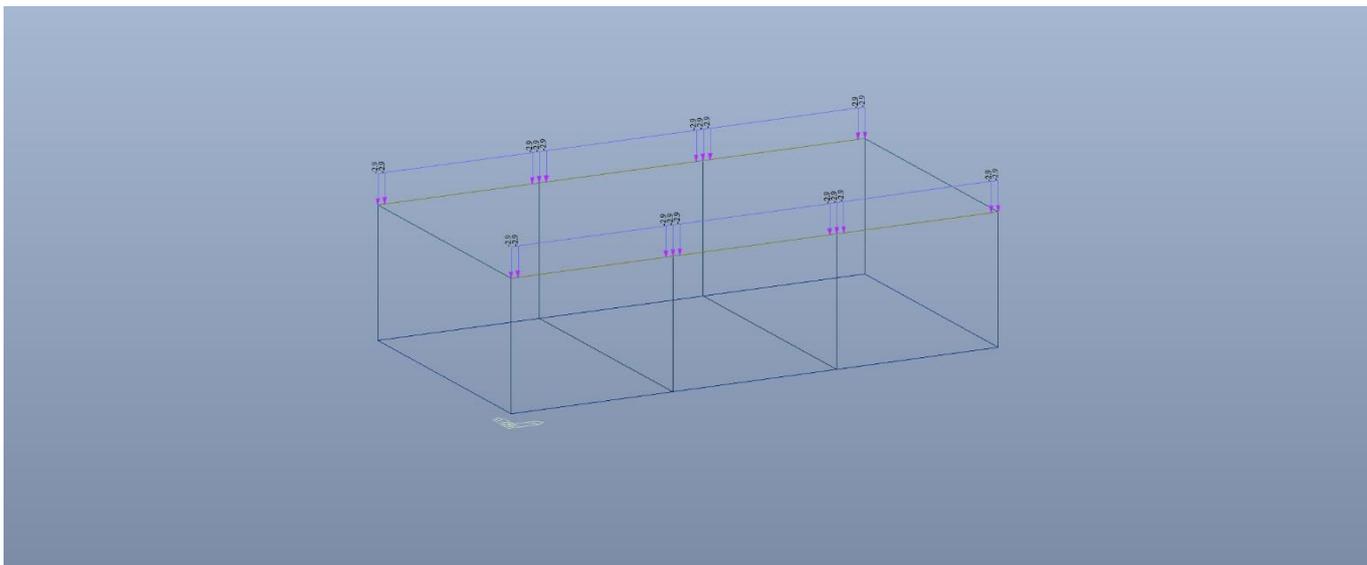


Figura 7-6 Sovraccarico

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 32 di 172

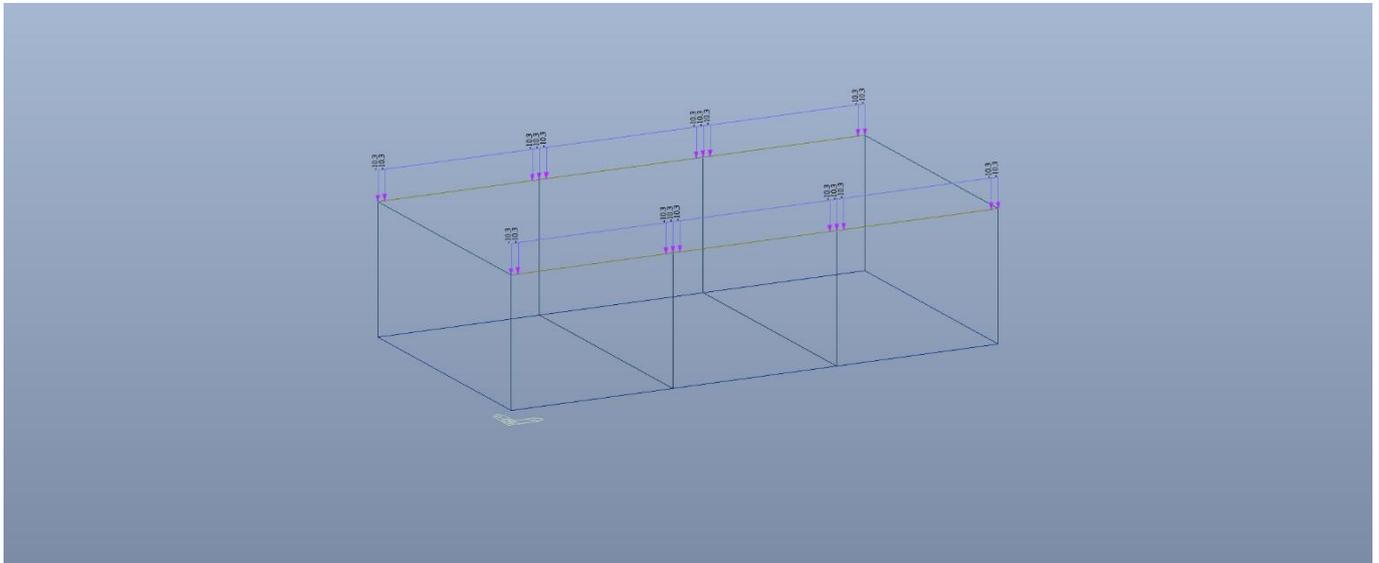


Figura 7-7 Neve

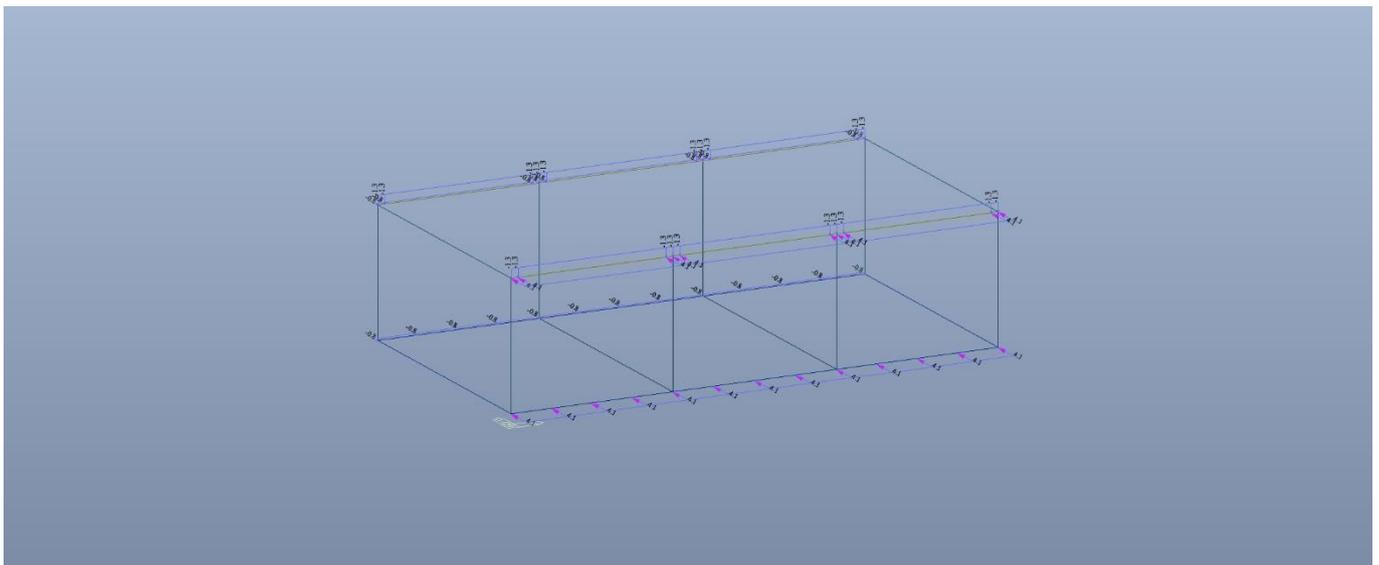


Figura 7-8 Vento

APPALTATORE: <u>Conorzio</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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>00</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA01C0 000</td> <td>D</td> <td>33 di 172</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	33 di 172
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	33 di 172													
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo																		

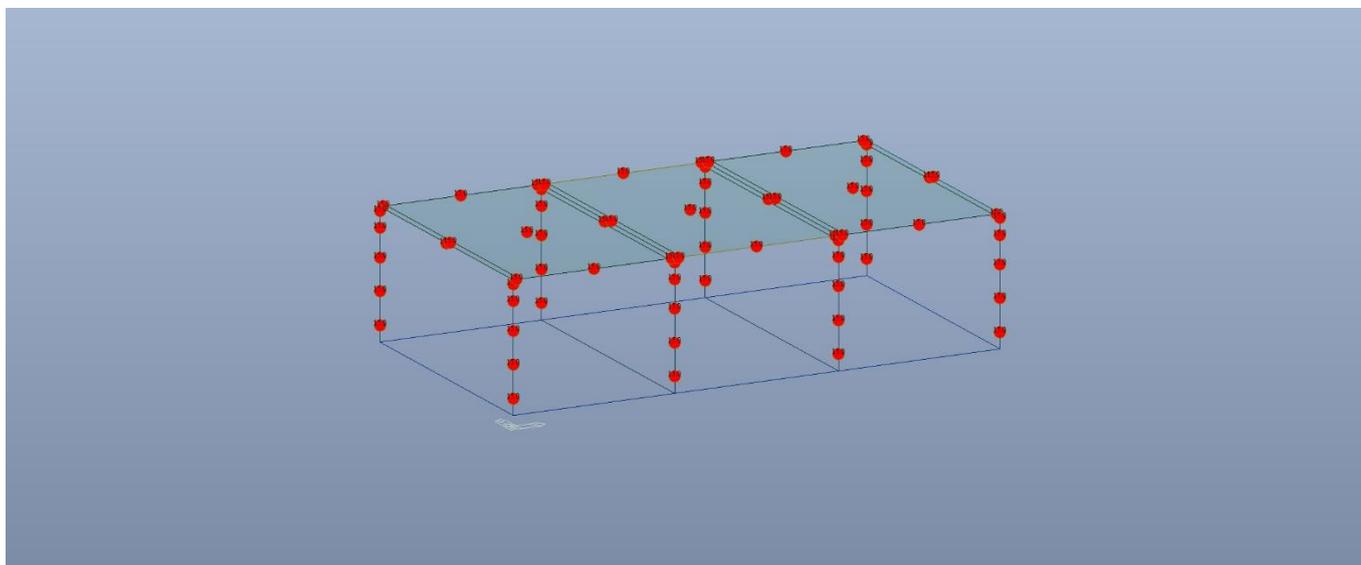


Figura 7-9 Temperatura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 34 di 172

8 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

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

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

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

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

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

Le combinazioni delle azioni che sono state adottate per lo SLU sono riportate nelle tabelle seguenti, indicando nella casella, corrispondente all'azione coinvolta, il moltiplicatore dei carichi in funzione della combinazione considerata. Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli, sono stati utilizzati coefficienti di combinazione ψ riportati nella tabella 5.2.VI delle NTC2018.

Si precisa che, data la simmetria della struttura, si sono individuate le combinazioni delle azioni tali da risultare maggiormente gravose e sbilanciati per la costruzione in esame.

Per quanto concerne la combinazione delle altre azioni con l'azione sismica è necessario garantire il rispetto degli stati limite, quali definiti al punto 3.2.1 – NTC2018, effettuando opportune verifiche di sicurezza. Ciascuna di esse garantisce, per ogni stato limite, quindi per il corrispettivo livello di azione sismica, il raggiungimento di una data prestazione da parte della costruzione nel suo complesso. Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della classe d'uso nella tabella C7.1.1 – Circolare2019. A riguardo, si evidenzia che le verifiche allo stato limite di collasso (SLC) devono essere eseguite necessariamente sulle sole costruzioni provviste di isolamento sismico.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 35 di 172

8.1 RIEPILOGO AZIONI

Si riporta il riepilogo delle Azioni con i coefficienti di sicurezza che saranno adottati nelle combinazioni.

			pp	tamp sism	tamp	perm	sovr	neve	vento	t	SISMA X	SISMA Y	SISMA Z
SLU 1	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3	1.5	0.75	0.9	0.9			
SLU 2	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3	1.5	0.75	0.9	-0.9			
SLU 3	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3	1.5	0.75	-0.9	0.9			
SLU 4	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3	1.5	0.75	-0.9	-0.9			
SLU 5	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		1.5	0.9	0.9			
SLU 6	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		1.5	0.9	-0.9			
SLU 7	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		1.5	-0.9	0.9			
SLU 8	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		1.5	-0.9	-0.9			
SLU 9	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		0.75	1.5	0.9			
SLU 10	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		0.75	-1.5	0.9			
SLU 11	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		0.75	1.5	-0.9			
SLU 12	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		0.75	-1.5	-0.9			
SLU 13	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		0.75	0.9	1.5			
SLU 14	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		0.75	0.9	-1.5			
SLU 15	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		0.75	-0.9	1.5			
SLU 16	Active	Add	1.3	0	1.3	1.3		0.75	-0.9	-1.5			
RARA 1	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	0.6	0.6			
RARA 2	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	0.6	-0.6			
RARA 3	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	-0.6	0.6			
RARA 4	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	-0.6	-0.6			
RARA 5	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	0.6	0.6			
RARA 6	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	0.6	-0.6			
RARA 7	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	-0.6	0.6			
RARA 8	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	-0.6	-0.6			
RARA 9	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	0.6	0.6			
RARA 10	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	-1	0.6			
RARA 11	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	0.6	-0.6			
RARA 12	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	-1	-0.6			
RARA 13	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	0.6	0.6			
RARA 14	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	0.6	-1			
RARA 15	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	-0.6	0.6			
RARA 16	Active	Add	1	0	1	1	1	0.5	-0.6	-1			
FREQ 1	Active	Add	1	0	1	1	1	0.2	0	0			
FREQ 2	Active	Add	1	0	1	1	1	0	0.2	0			
FREQ 3	Active	Add	1	0	1	1	1	0	0	0.5			
QP 1	Active	Add	1	0	1	1	1	0	0	0			
SLV 1	Active	Add	1	1	0	1					1	0.3	0.3
SLV 2	Active	Add	1	1	0	1					-1	0.3	0.3
SLV 3	Active	Add	1	1	0	1					1	-0.3	0.3
SLV 4	Active	Add	1	1	0	1					-1	-0.3	0.3
SLV 5	Active	Add	1	1	0	1					1	0.3	-0.3
SLV 6	Active	Add	1	1	0	1					-1	0.3	-0.3
SLV 7	Active	Add	1	1	0	1					1	-0.3	-0.3
SLV 8	Active	Add	1	1	0	1					-1	-0.3	-0.3
SLV 9	Active	Add	1	1	0	1					0.3	1	0.3
SLV 10	Active	Add	1	1	0	1					0.3	-1	0.3
SLV 11	Active	Add	1	1	0	1					-0.3	1	0.3
SLV 12	Active	Add	1	1	0	1					-0.3	-1	0.3
SLV 13	Active	Add	1	1	0	1					0.3	1	-0.3
SLV 14	Active	Add	1	1	0	1					0.3	-1	-0.3
SLV 15	Active	Add	1	1	0	1					-0.3	1	-0.3
SLV 16	Active	Add	1	1	0	1					-0.3	-1	-0.3
SLV 17	Active	Add	1	1	0	1					0.3	0.3	1
SLV 18	Active	Add	1	1	0	1					0.3	0.3	-1
SLV 19	Active	Add	1	1	0	1					-0.3	0.3	1
SLV 20	Active	Add	1	1	0	1					-0.3	0.3	-1
SLV 21	Active	Add	1	1	0	1					0.3	-0.3	1
SLV 22	Active	Add	1	1	0	1					0.3	-0.3	-1
SLV 23	Active	Add	1	1	0	1					-0.3	-0.3	1
SLV 24	Active	Add	1	1	0	1					-0.3	-0.3	-1

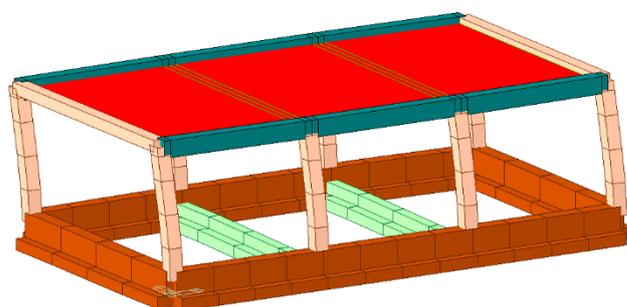
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 36 di 172

			pp	tamp sism	tamp	perm	sovr	neve	vento	t	SISMA X	SISMA Y	SISMA Z	SISMA SLD X	SISMA SLD Y	SISMA SLD Z	SISMA SLO X	SISMA SLO	SISMA SLOZ
SLD1	Active	Add	1	1	0	1								1	0.3	0.3			
SLD2	Active	Add	1	1	0	1								-1	0.3	0.3			
SLD3	Active	Add	1	1	0	1								1	-0.3	0.3			
SLD4	Active	Add	1	1	0	1								-1	-0.3	0.3			
SLD5	Active	Add	1	1	0	1								1	0.3	-0.3			
SLD6	Active	Add	1	1	0	1								-1	0.3	-0.3			
SLD7	Active	Add	1	1	0	1								1	-0.3	-0.3			
SLD8	Active	Add	1	1	0	1								-1	-0.3	-0.3			
SLD9	Active	Add	1	1	0	1								0.3	1	0.3			
SLD10	Active	Add	1	1	0	1								0.3	-1	0.3			
SLD11	Active	Add	1	1	0	1								-0.3	1	0.3			
SLD12	Active	Add	1	1	0	1								-0.3	-1	0.3			
SLD13	Active	Add	1	1	0	1								0.3	1	-0.3			
SLD14	Active	Add	1	1	0	1								0.3	-1	-0.3			
SLD15	Active	Add	1	1	0	1								-0.3	1	-0.3			
SLD16	Active	Add	1	1	0	1								-0.3	-1	-0.3			
SLD17	Active	Add	1	1	0	1								0.3	0.3	1			
SLD18	Active	Add	1	1	0	1								0.3	0.3	-1			
SLD19	Active	Add	1	1	0	1								-0.3	0.3	1			
SLD20	Active	Add	1	1	0	1								-0.3	0.3	-1			
SLD21	Active	Add	1	1	0	1								0.3	-0.3	1			
SLD22	Active	Add	1	1	0	1								0.3	-0.3	-1			
SLD23	Active	Add	1	1	0	1								-0.3	-0.3	1			
SLD24	Active	Add	1	1	0	1								-0.3	-0.3	-1			
SLO1	Active	Add	1	1	0	1											1	0.3	0.3
SLO2	Active	Add	1	1	0	1											-1	0.3	0.3
SLO3	Active	Add	1	1	0	1											1	-0.3	0.3
SLO4	Active	Add	1	1	0	1											-1	-0.3	0.3
SLO5	Active	Add	1	1	0	1											1	0.3	-0.3
SLO6	Active	Add	1	1	0	1											-1	0.3	-0.3
SLO7	Active	Add	1	1	0	1											1	-0.3	-0.3
SLO8	Active	Add	1	1	0	1											-1	-0.3	-0.3
SLO9	Active	Add	1	1	0	1											0.3	1	0.3
SLO10	Active	Add	1	1	0	1											0.3	-1	0.3
SLO11	Active	Add	1	1	0	1											-0.3	1	0.3
SLO12	Active	Add	1	1	0	1											-0.3	-1	0.3
SLO13	Active	Add	1	1	0	1											0.3	1	-0.3
SLO14	Active	Add	1	1	0	1											0.3	-1	-0.3
SLO15	Active	Add	1	1	0	1											-0.3	1	-0.3
SLO16	Active	Add	1	1	0	1											-0.3	-1	-0.3
SLO17	Active	Add	1	1	0	1											0.3	0.3	1
SLO18	Active	Add	1	1	0	1											0.3	0.3	-1
SLO19	Active	Add	1	1	0	1											-0.3	0.3	1
SLO20	Active	Add	1	1	0	1											-0.3	0.3	-1
SLO21	Active	Add	1	1	0	1											0.3	-0.3	1
SLO22	Active	Add	1	1	0	1											0.3	-0.3	-1
SLO23	Active	Add	1	1	0	1											-0.3	-0.3	1
SLO24	Active	Add	1	1	0	1											-0.3	-0.3	-1

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 37 di 172

9 MODI DI VIBRARE ANALISI MODALE

Si riportano le immagini dei primi tre modi di vibrare della struttura con le rispettive frequenze e la tabella che mostra la percentuale di massa partecipante.



```

RIGAS GEN
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLES/SEC)
1.998621

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.500345

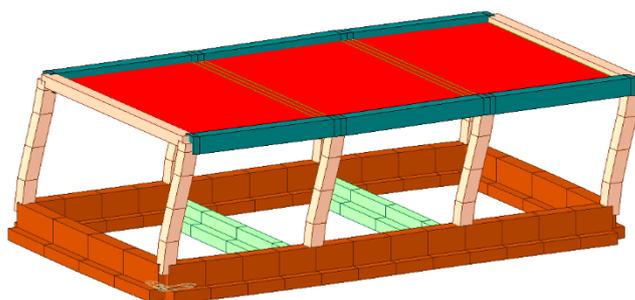
MRP(R)
D0= 0.013843
D1= 62.837116
D2= 0.000000
D3= 14.249037
R1= 0.002041
R2= 0.000000

MODE 1
MAX : 72
MIN : 21
UNIT: kg,mm

VIB-DIRECTION
X1=0.403
Y1=0.037
Z1=0.259

```

Figura 9-1 Modo 1



```

RIGAS GEN
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY
(CYCLES/SEC)
3.111157

NATURAL PERIOD
(SEC)
0.321424

MRP(R)
D0= 23.426444
D1= 0.003711
D2= 0.000000
D3= 0.002369
R1= 14.611039
R2= 0.000000

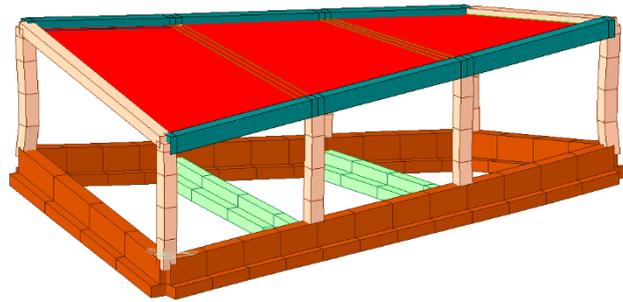
MODE 3
MAX : 71
MIN : 32
UNIT: kg,mm

VIB-DIRECTION
X1=0.403
Y1=0.037
Z1=0.259

```

Figura 9-2 Modo 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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 38 di 172



RIDGE GEN.
 POST-PROCESSOR
 VIBRATION MODE

FREQUENCY
 (CYCLE/SEC)
 7.545227

NATURAL PERIOD
 (SEC)
 0.132534

MRN (K)
 D1= 0.000000
 D2= 0.000000
 D3= 0.025358
 R3= 0.000000
 E1= 0.000000
 E2= 0.000000

MODE 5
 MAX Z 59
 MIN Z 7

UNIT: kg,mm

VIEW-DIRECTION
 X1=0.400
 Y1=0.000
 Z1=0.250

Figura 9-3 Modo 5

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 39 di 172

Node	Mode	UX		UY		UZ		RX		RY		RZ	
EIGENVALUE ANALYSIS													
	Mode No	Frequency		(cycle/sec)		Period		Tolerance					
		(rad/sec)				(sec)							
	1	12.5582		1.9987		0.5003		1.23E-27					
	2	18.6655		2.9707		0.3366		1.23E-27					
	3	19.5496		3.1114		0.3214		1.23E-27					
	4	46.5876		7.4146		0.1349		1.23E-27					
	5	47.4102		7.5456		0.1325		1.23E-27					
	6	49.6809		7.907		0.1265		1.23E-27					
	7	50.5433		8.0442		0.1243		1.23E-27					
	8	50.8561		8.094		0.1235		1.23E-27					
	9	61.8987		9.8515		0.1015		1.23E-27					
	10	62.5572		9.9563		0.1004		1.23E-27					
	11	93.2698		14.8444		0.0674		1.23E-27					
	12	95.0362		15.1255		0.0661		1.23E-27					
	13	105.2739		16.7549		0.0597		1.23E-27					
	14	105.6146		16.8091		0.0595		1.23E-27					
	15	113.0853		17.9981		0.0556		1.23E-27					
	16	136.0532		21.6535		0.0462		1.23E-27					
	17	136.7523		21.7648		0.0459		1.23E-27					
	18	183.2991		29.1729		0.0343		1.23E-27					
	19	187.96		29.9148		0.0334		1.23E-27					
	20	189.1516		30.1044		0.0332		1.23E-27					
	21	218.469		34.7704		0.0288		1.23E-27					
	22	223.3273		35.5436		0.0281		1.23E-27					
	23	224.7392		35.7683		0.028		1.23E-27					
	24	227.8571		36.2646		0.0276		1.23E-27					
	25	261.4626		41.6131		0.024		1.23E-27					
	26	262.0008		41.6987		0.024		1.23E-27					
	27	270.4815		43.0485		0.0232		3.43E-26					
	28	271.0447		43.1381		0.0232		1.04E-25					
	29	283.4831		45.1177		0.0222		3.47E-19					
	30	287.6586		45.7823		0.0218		1.37E-17					
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	0.0138	0.0138	62.5364	62.5364	0	0	14.2491	14.2491	0.002	0.002	0	0
	2	0	0.0138	0	62.5364	0	0	0	14.2491	0	0.002	0	0
	3	59.6263	59.6401	0.0027	62.5391	0	0	0.0024	14.2515	14.6114	14.6135	0	0
	4	0.0313	59.6714	5.316	67.8551	0	0	0.0336	14.2851	0.0006	14.614	0	0
	5	0	59.6714	0	67.8551	0.0254	0.0255	0	14.2851	0	14.614	0	0
	6	0.0602	59.7316	11.9585	79.8136	0	0.0255	0.0468	14.3318	0.0348	14.6488	0	0
	7	0	59.7316	0	79.8136	96.83	96.8555	0	14.3318	0	14.6488	0	0
	8	0.7042	60.4358	2.2969	82.1106	0	96.8555	0.0043	14.3361	0.1391	14.7879	0	0
	9	0	60.4358	0	82.1106	1.646	98.5015	0	14.3361	0	14.7879	0	0
	10	0.5056	60.9414	0.0327	82.1432	0	98.5015	0.0031	14.3392	0.0046	14.7924	0	0
	11	0.5422	61.4836	0.0015	82.1447	0	98.5015	0	14.3392	0.0051	14.7975	0	0
	12	0	61.4836	0	82.1447	0.0005	98.502	0	14.3392	0	14.7975	0	0
	13	0	61.4836	0	82.1447	0.0087	98.5107	0	14.3392	0	14.7975	0	0
	14	14.6311	76.1146	0.0051	82.1498	0	98.5107	0	14.3392	0.0009	14.7984	0	0
	15	0	76.1146	0	82.1498	0.1977	98.7084	0	14.3392	0	14.7984	0	0
	16	0.034	76.1487	1.2908	83.4406	0	98.7084	0.0001	14.3393	0.0004	14.7989	0	0
	17	0	76.1487	0	83.4406	0.9917	99.7001	0	14.3393	0	14.7989	0	0
	18	0	76.1487	0	83.4406	0.1445	99.8446	0	14.3393	0	14.7989	0	0
	19	15.6183	91.767	0.0038	83.4444	0	99.8446	0.0003	14.3396	0.0045	14.8034	0	0
	20	0	91.767	0	83.4444	0.0002	99.8448	0	14.3396	0	14.8034	0	0
	21	0.0002	91.7672	1.926	85.3704	0	99.8448	0.0018	14.3414	0	14.8034	0	0
	22	0.021	91.7883	0.0095	85.3799	0	99.8448	0.2803	14.6217	0	14.8034	0	0
	23	0	91.7883	0	85.3799	0.0008	99.8456	0	14.6217	0	14.8034	0	0
	24	0.5076	92.2959	1.4275	86.8073	0	99.8456	0.0015	14.6231	0.0001	14.8035	0	0
	25	0	92.2959	0	86.8073	0.0115	99.8571	0	14.6231	0	14.8035	0	0
	26	0.1418	92.4377	0.0007	86.8081	0	99.8571	0	14.6231	0.0003	14.8038	0	0
	27	0	92.4377	0	86.8081	0	99.8571	0	14.6231	0	14.8038	0	0
	28	0.2793	92.717	0.1386	86.9467	0	99.8571	0	14.6231	0.0007	14.8045	0	0
	29	0	92.717	0	86.9467	0.002	99.8591	0	14.6231	0	14.8045	0	0
	30	0.1687	92.8857	1.6082	88.5548	0	99.8591	0.0187	14.6419	0	14.8045	0	0

Figura 9-4 Risultati analisi modale – Periodi propri e fattori di partecipazione delle masse

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGGIO 40 di 172

10 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche relative agli elementi strutturali principali della struttura.

Caratteristiche dei materiali inseriti nel software di calcolo RC-SEC per gli elementi fuori terra:

TRAVI

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resis. compr. di progetto fcd:	15.860 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.930 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 Mpa

PILASTRI

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.07 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.2 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.4 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 41 di 172

Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa

Caratteristiche dei materiali inseriti nel software di calcolo RC-SEC per gli elementi fondazione:

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
	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 finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

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 M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 42 di 172

10.1 CRITERI DI VERIFICA

10.1.1 Verifica agli SLU-SLV

10.1.1.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA

Saranno calcolati i domini ultimi delle sezioni resistenti per ogni sezione in cui risulta una variazione di geometria o di armatura. Le verifiche strutturali saranno soddisfatte se i gruppi di sollecitazioni per le combinazioni di carico più gravose ricadono all'interno dei domini calcolati.

Sono utilizzati i seguenti coefficienti di sicurezza sui materiali:

- $\gamma_c = 1.5$ § 4.1.2.1.1.1 NTC 18;
- $\gamma_s = 1.15$ §4.1.2.1.1.3 NTC 18;

10.1.1.2 VERIFICA A TAGLIO

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo V_{Ed} si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza γ_{Rd} assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2018 – 4.1.2.3.5):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

V_d = Valore di calcolo del taglio agente;

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

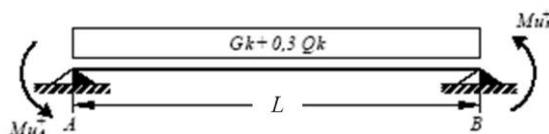
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

α : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

θ : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• 1° Schema:



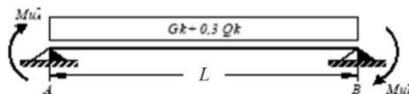
Il taglio è variabile linearmente lungo la trave e alle estremità è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^+ + Mu_B^+}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

APPALTATORE: Conorzio 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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 43 di 172

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

La lunghezza critica per le staffe è pari all'altezza della trave.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 44 di 172

10.1.1.3 VERIFICA A TORSIONE

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2018 – 4.1.2.1.4) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove T_{Ed} è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \text{ctg}\theta / (1 + \text{ctg}\theta)$$

dove t è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene $t = A_c/u$ dove A_c è l'area della sezione ed u è il suo perimetro; t deve essere assunta comunque ≥ 2 volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore t del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\sum A_l / u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg}\theta$$

dove si è posto

A area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

A_s area delle staffe;

u_m perimetro medio del nucleo resistente;

s passo delle staffe;

$\sum A_l$ area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione θ delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti $0,4 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi $\text{ctg}\theta = (a_l/a_s)^{1/2}$

con: $a_l = \sum A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite:

$$T_{Rd} = \min (T_{Rcd}, T_{Rsd}, T_{Rld})$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 45 di 172

10.1.2 Verifica limitazioni armatura (Travi e Pilastri)

10.1.2.1 TRAVI

Bisogna verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.1 delle NTC2018:

- **Condizione A:** almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave;
- **Condizione B:** in ogni sezione della trave, il rapporto geometrico ρ relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione A_s o quella al lembo inferiore della sezione A_i , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

ρ è il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa pari ad $A_s/(b \cdot h)$ oppure ad $A_i/(b \cdot h)$;

ρ_{comp} è il rapporto geometrico relativo all'armatura compressa;

f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (in MPa).

- **Condizione C:** Deve essere rispettata la seguente condizione:
 - $\rho_{comp} \geq 0,25\rho$ (ovunque);
 - $\rho_{comp} \geq 0,5\rho$ (nelle zone dissipative);
- **Condizione D:** Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
 - 1/4 dell'altezza della sezione trasversale per CDB;
 - 175 mm (per CD"B");
 - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")
- **Condizione E:** Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):
 - ✓ l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di $0.0013 b_t \cdot d$

dove:

b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa;

d è l'altezza utile della sezione;

f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 46 di 172

- ✓ negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;
- ✓ al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente $A_{s,max} = 0,04 A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.
- ✓ le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b$ mm²/m essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;
- ✓ in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.
- ✓

10.1.2.2 PILASTRI

Bisogna verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.2 delle NTC2018:

- **CONDIZIONE F** Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica ρ di armatura longitudinale, con ρ rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% < \rho < 4\%$$

$$\rho = A_l / (bH) = 41.9975 / (40 \cdot 30) = 3.50\%$$

- **CONDIZIONE G** Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore al max di 6 mm e $0,4 \cdot \Phi$ dove Φ è il diametro massimo dell'armatura longitudinale.
- **CONDIZIONE H** il passo delle staffe deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
 - 1/2 del lato minore della sezione trasversale per CDB;
 - 175 mm (per CD"B");
 - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")
- **CONDIZIONE I:** Si devono disporre staffe in un quantitativo minimo non inferiore a:

$$\frac{A_{st}}{s} = 0.08 \frac{f_{cd} b_{st}}{f_{yd}}$$

- **CONDIZIONE L** Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2018:

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a :

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

e comunque non minore di $0.003 A_c$;

dove:

N_{Ed} rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

A_c è l'area di calcestruzzo;

f_{yd} è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 47 di 172

La lunghezza critica per le staffe nei pilastri vale $L_{crit}=0.65m$.

10.1.3 Verifica di instabilità per elementi snelli (Pilastri)

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza λ non supera il valore limite (4.1.2.3.9.2-NTC2018):

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

dove:

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$ è l'azione assiale adimensionale;

$C = 1.7 - r_m$ dipende dalla distribuzione dei momenti del primo ordine;

$r_m = M_{01} / M_{02}$ è il rapporto tra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro (con $M_{02} \geq M_{01}$)

E' stata valutata la snellezza λ del pilastro nel piano (YZ) e nel piano ortogonale (XZ):

$\lambda = L_0 / i$

dove:

$L_0 = \beta L = 5.5 \text{ m}$ lunghezza di libera inflessione

$\beta = 1$ coefficiente di vincolo per asta incastrata al piede e in testa con incastro mobile orizzontalmente

$L = 5.5 \text{ m}$ luce netta del pilastro

$i = (I/A)^{0.5} = [(h^3 \cdot b) / (12 \cdot b \cdot h)]^{0.5} = [600^3 \cdot 600 / (12 \cdot 600 \cdot 600)]^{0.5} = 173 \text{ mm}$ raggio giratore d'inerzia (asse debole);

$\lambda = L_0 / i = 5500 / 173 = 32$

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 48 di 172

10.1.4 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

Nel caso in esame non è necessario effettuare le verifiche degli elementi strutturali in termini di resistenza (punto 7.3.7.1 delle NTC2018) dato che il fabbricato tecnologico in esame non ricade in classe d'uso III e IV.

10.1.4.1 FESSURAZIONE

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

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

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti. Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo *stato limite di apertura delle fessure*. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore di calcolo di apertura delle fessure (w_d) non supera il valore limite fissato per la combinazione considerata. In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_d < w_3 = 0.4 \text{ mm}$;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$.

10.1.4.2 LIMITAZIONI DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO:

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 4.1.2.2.5 delle NTC2018. In particolare bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:
 - $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ (per combinazione caratteristica rara);
 - $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ (per combinazione quasi permanente);
- Per l'acciaio:
 - $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$ (per combinazione caratteristica rara).

Di seguito si riportano le tensioni di esercizio determinate in corrispondenza della combinazione che produce il valore di tensione più gravoso distinguendo tra combinazioni rare e quasi permanenti. Dalle tabelle seguenti, nelle quali accanto a ciascun valore di tensione viene indicato il corrispondente valore limite, si evince che le verifiche delle tensioni di esercizio risultano soddisfatte.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 49 di 172

10.2 TRAVI SECONDARIE (60X50)

10.2.1 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi secondarie aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x40 cm.. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limiti ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD (non riportate nel presente documento) sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif.[1].

Si riportano qui di seguito i diagrammi caratteristici delle travi secondarie per gli SLU, SLV e SLD.

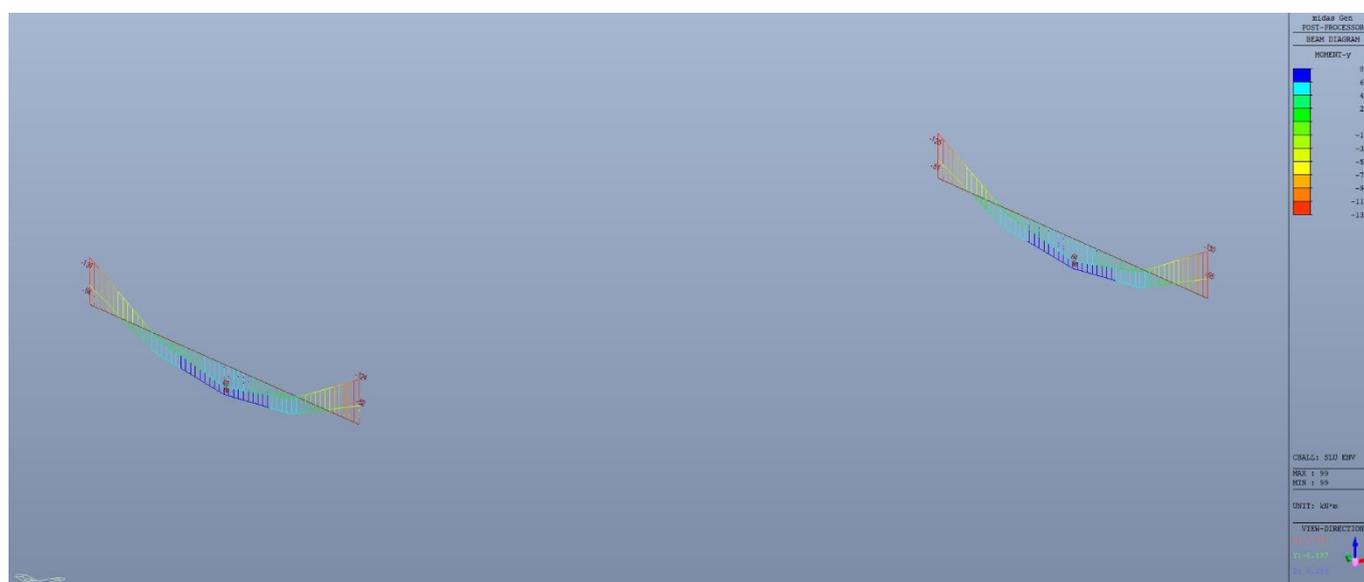


Figura 10-1 MY SLU travi secondarie

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	50 di 172

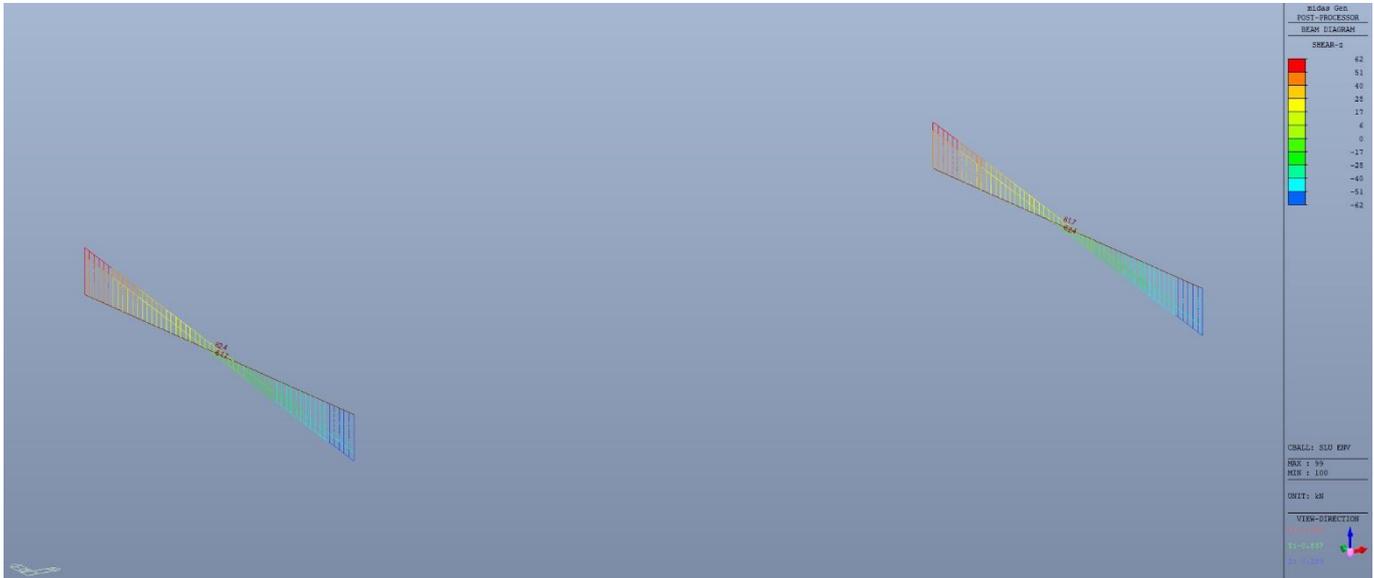


Figura 10-2 Vz SLU travi secondarie



Figura 10-3 My SLV travi secondarie

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	51 di 172



Figura 10-4 Vz SLV travi secondarie

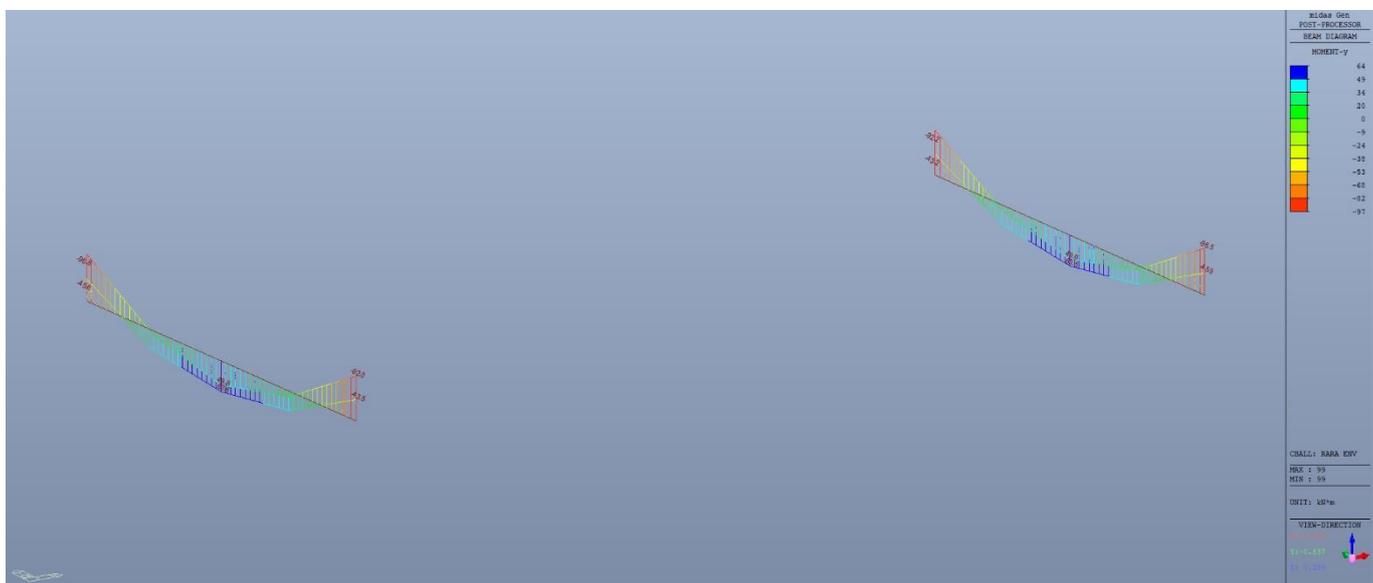


Figura 10-5 My rara travi secondarie

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 52 di 172

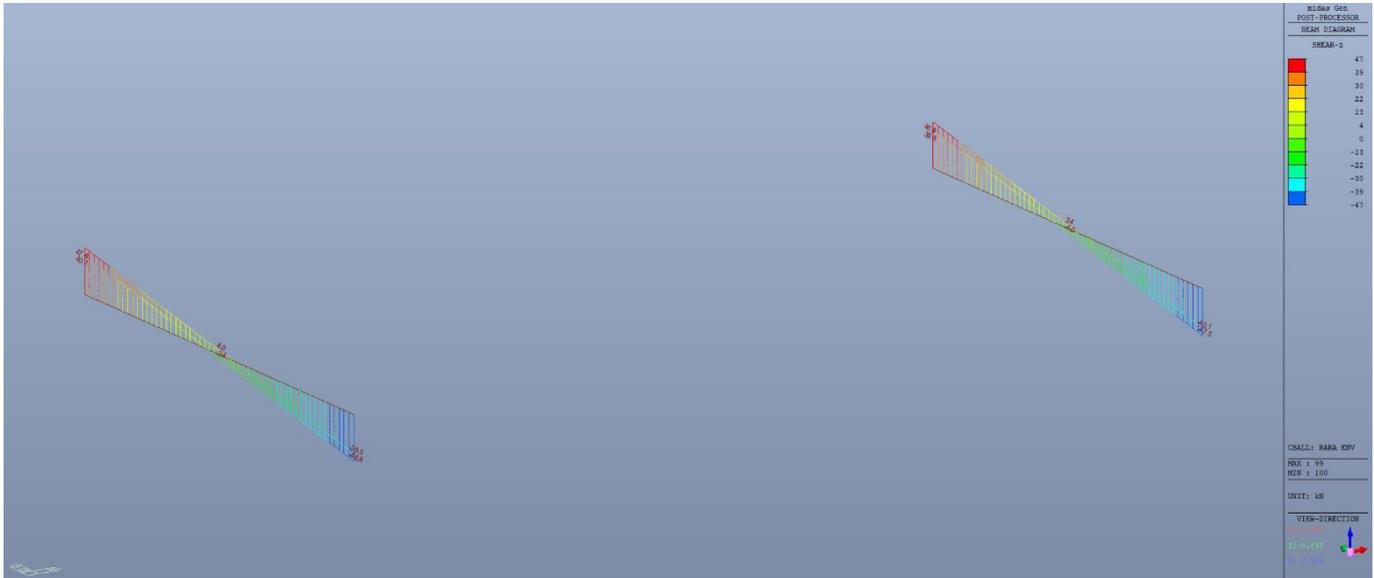


Figura 10-6 Vz rara travi secondarie

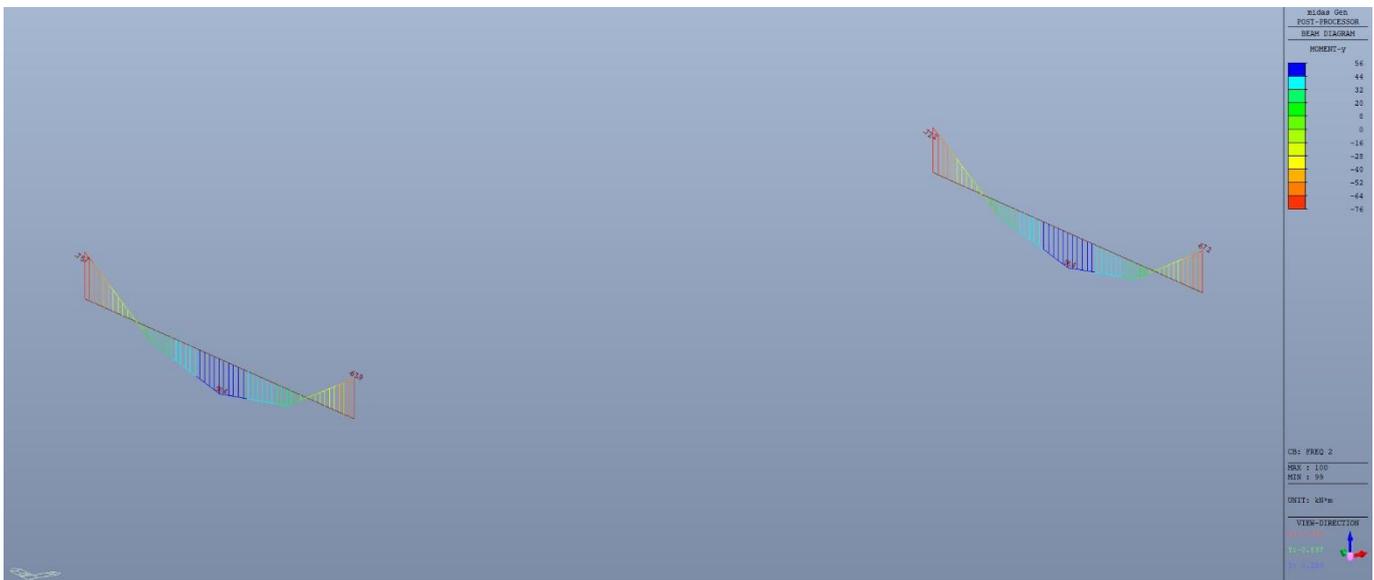


Figura 10-7 My freq travi secondarie

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 53 di 172

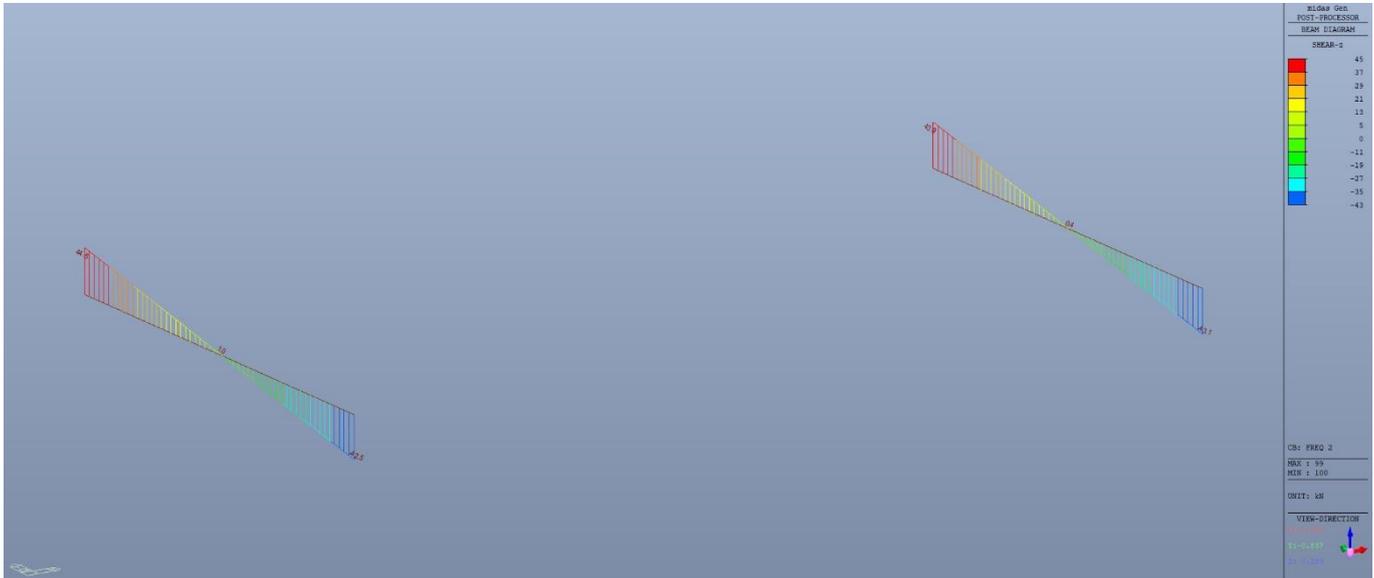


Figura 10-8 Vz freq travi secondarie

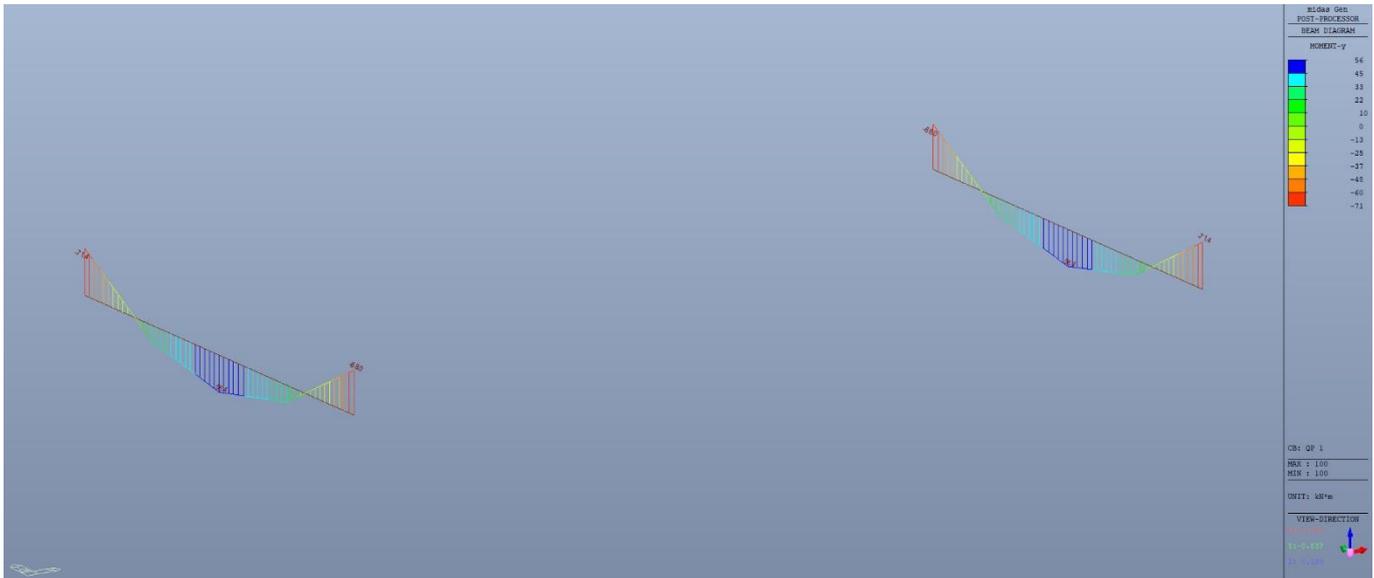


Figura 10-9 My qp travi secondarie

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 54 di 172

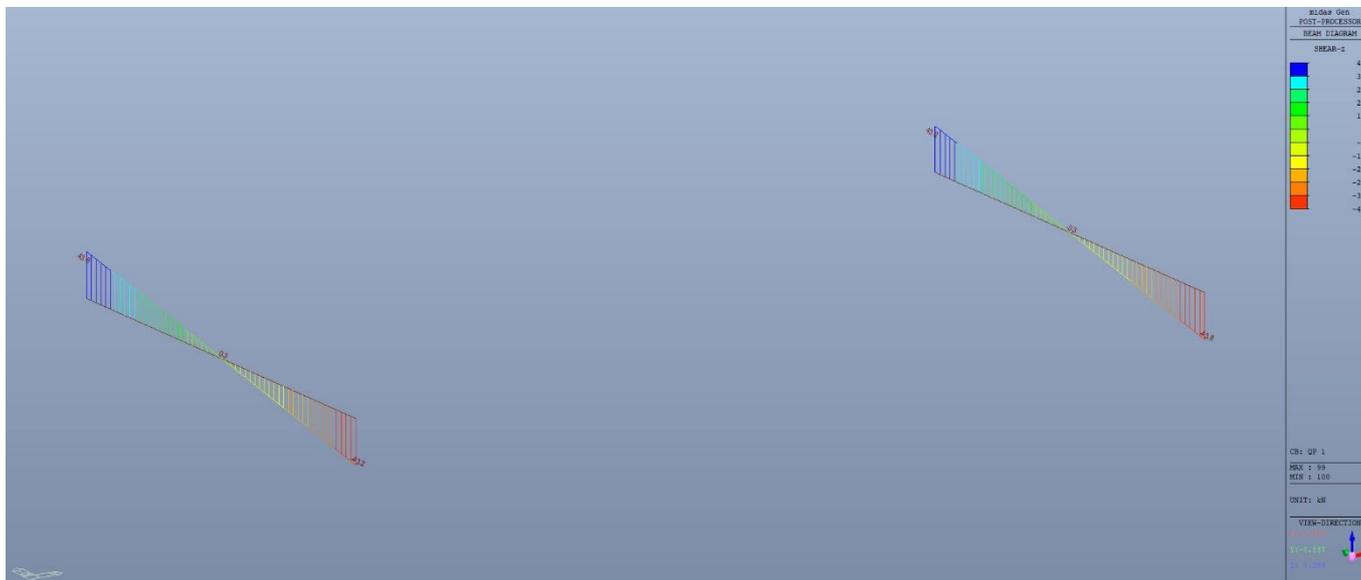


Figura 10-10 Vz qp travi secondarie

Si nota che le sollecitazioni Ilo SLD sono simili a quelle SLV e dunque le verifiche di resistenza previste al punto al capitolo 7 §7.3.6 delle NTC-18 saranno effettuate con le sollecitazioni maggiori tra le SLV e SLD.

Si riportano i diagrammi di momento per le combinazioni SLE rara LC_1100, SLE freq. LC_1200 e SLE Q.P. LC_1300

10.2.2 Materiali

I materiali adottati sono conformi a quanto riportato nel §4.1.

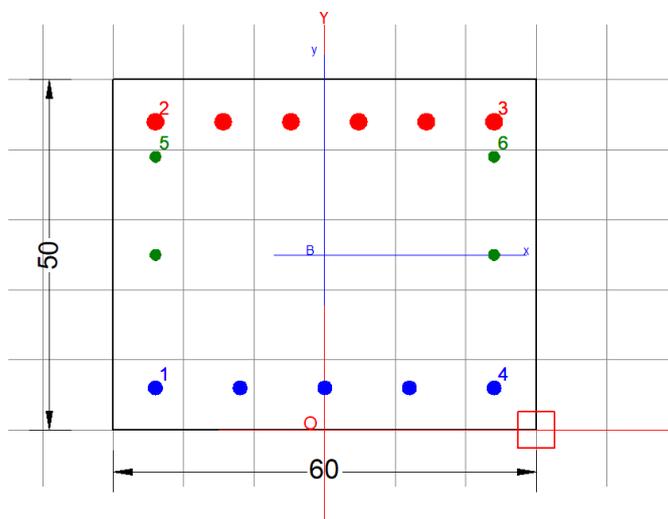
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000 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:	2.900 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 55 di 172

Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

10.2.3 Geometria e disposizione delle armature trave



Øprif. netto minimo barre long.: 5.0 cm Coprif. netto staffe: 4.2 cm

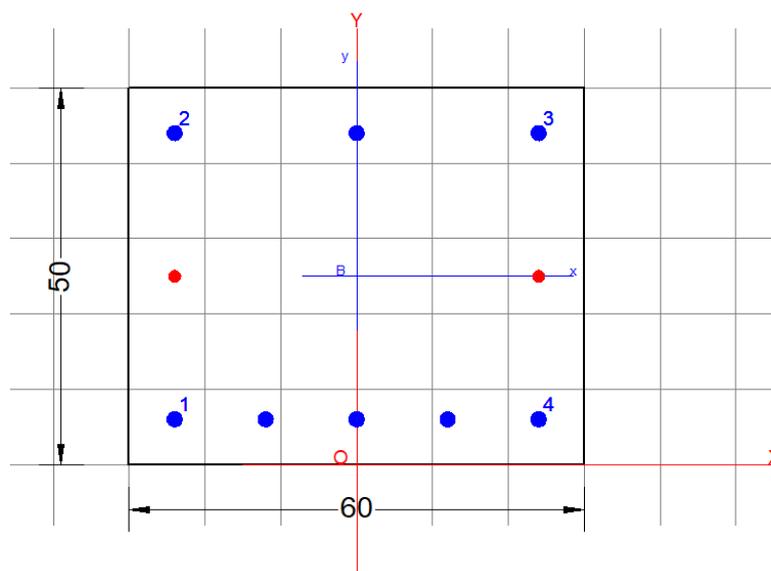
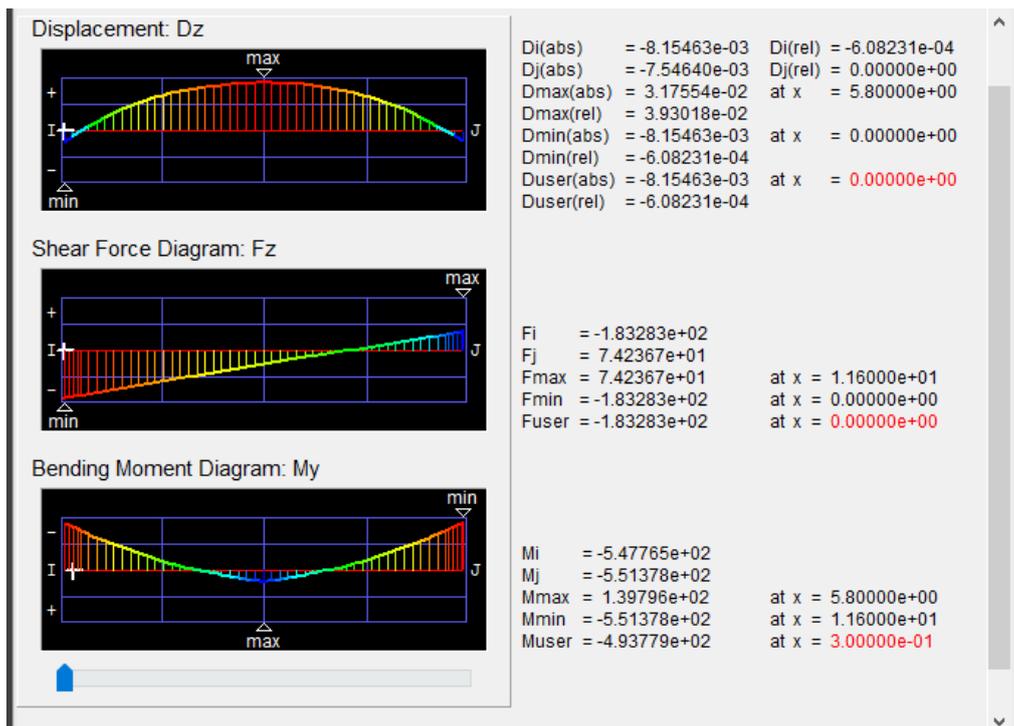


Figura 10-11 Sezione all'appoggio a SX e Sezione in campata a DX.

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 56 di 172

Tabella 1 soll trave sec

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
99	SLU 9	J[100]	-1.57	-0.15	62.44	-0.40	-130.88	0.40
99	SLU 16	2/4	-2.10	0.08	-3.01	-0.04	84.14	0.89
99	RARA 9	J[100]	-1.47	-0.10	47.46	-0.29	-96.78	0.31
99	RARA 16	2/4	-1.82	0.05	-1.97	-0.05	63.61	0.63
99	FREQ 2	2/4	-2.57	-0.02	1.01	-0.18	56.36	0.19
99	FREQ 2	J[100]	-2.57	-0.02	44.51	-0.18	-75.66	0.32
99	QP 1	2/4	-3.19	-0.00	0.29	-0.16	56.41	0.31
99	QP 1	J[100]	-3.19	-0.00	43.79	-0.16	-71.43	0.34
99	SLV 9	I[71]	0.00	0.00	-73.72	1.74	87.40	0.00
99	SLV 17	2/4	0.00	0.00	17.01	0.56	144.15	0.00
99	SLV 16	J[100]	0.00	0.00	74.24	-2.17	-551.38 (493)	0.00
99	SLV 9	1/4	0.00	0.00	-9.34	1.74	207.85	0.00



APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. FOGLIO D 57 di 172

10.2.4 Verifiche a pressoflessione deviata

10.2.4.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE ALL'APPOGGIO:

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre superiori.

- Armatura superiore 6 Φ 24
- Armatura inferiore 5 Φ 20

2+2 Φ 16 di parete.

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	50.0
3	30.0	50.0
4	30.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-24.0	6.0	20
2	-24.0	44.0	24
3	24.0	44.0	24
4	24.0	6.0	20
5	-24.0	39.0	16
6	24.0	39.0	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	4	24
2	1	4	3	20
3	1	2	1	16
4	3	4	1	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.

APPALTATORE: <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> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF <u>Mandanti</u> ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 58 di 172

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	-492.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	208.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	-131.00	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	-96.80	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	-75.60 (-104.84)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	-71.00 (-104.84)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 59 di 172

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	-492.00	0.00	0.00	-498.94	0.00	1.01	35.2(4.4)
2	S	0.00	208.00	0.00	0.00	288.72	0.00	1.39	23.8(4.4)
3	S	0.00	-131.00	0.00	0.00	-498.94	0.00	3.81	35.2(4.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.245	-30.0	0.0	0.00155	-24.0	6.0	-0.01079	-24.0	44.0
2	0.00350	0.164	-30.0	50.0	0.00059	-24.0	44.0	-0.01780	-24.0	6.0
3	0.00350	0.245	-30.0	0.0	0.00155	-24.0	6.0	-0.01079	-24.0	44.0

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	-0.000324760	0.003500000	0.245	0.746
2	0.000000000	0.000484174	-0.020708696	0.164	0.700
3	0.000000000	-0.000324760	0.003500000	0.245	0.746

10.2.4.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre inferiori.

- Armatura superiore 3 Φ 20
- Armatura inferiore 5 Φ 20

1+1 Φ 16 di parete.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 60 di 172

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	50.0
3	30.0	50.0
4	30.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-24.0	6.0	20
2	-24.0	44.0	20
3	24.0	44.0	20
4	24.0	6.0	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	1	20
3	1	2	1	16
4	3	4	1	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	84.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	144.00	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)

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A LOTTO 00 CODIFICA E ZZ CL DOCUMENTO FA01C0 000 REV. D FOGLIO 61 di 172

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	63.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	56.00 (90.06)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	56.00 (90.06)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 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	84.00	0.00	0.00	281.24	0.00	3.35	19.7(4.4)
2	S	0.00	144.00	0.00	0.00	281.24	0.00	1.95	19.7(4.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 62 di 172

x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.174	-30.0	50.0	0.00075	-24.0	44.0	-0.01667	-24.0	6.0
2	0.00350	0.174	-30.0	50.0	0.00075	-24.0	44.0	-0.01667	-24.0	6.0

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	0.000458359	-0.019417935	0.174	0.700
2	0.000000000	0.000458359	-0.019417935	0.174	0.700

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 63 di 172

10.2.5 Verifica a taglio

10.2.5.1 VERIFICA IN APPOGGIO

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata nel §10.1.1.2.

Base	0,6	m	1° SCHEMA		2° SCHEMA											
Altezza	0,5	m														
Ltrave	11,6	m														
G1_trave	7,5	kN/m	$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$											
G1_solaio	1	kN/m														
G2_solaio	0,5	kN/m	$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$											
Gk	9	kN/m														
gamma q			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>VA</td> <td>146,65 kN</td> <td>Ved (modello)</td> <td>VA</td> <td>146,65 kN</td> <td>Ved (modello)</td> </tr> <tr> <td>VB</td> <td>42,25 kN</td> <td style="background-color: #d9ead3;">184 kN</td> <td>VB</td> <td>42,25 kN</td> <td style="background-color: #d9ead3;">184 kN</td> </tr> </table>		VA	146,65 kN	Ved (modello)	VA	146,65 kN	Ved (modello)	VB	42,25 kN	184 kN	VB	42,25 kN	184 kN
VA	146,65 kN	Ved (modello)			VA	146,65 kN	Ved (modello)									
VB	42,25 kN	184 kN	VB	42,25 kN	184 kN											
Qk	0	kN/m														
gamma Rd	1,1	[-]														
Mua (+)	498	kNm														
Mua (-)	498	kNm														
Mub (+)	498	kNm														
Mub (-)	498	kNm														

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è minore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale, si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

V_{Ed-max} = 184 kN

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 64 di 172

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 600$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 500$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 4 \text{ } \emptyset 24$	$= 18,10 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 2 \text{ } \emptyset 20$	$= 6,28 \text{ cm}^2$
$d = 450$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa resist. di calcolo		$24,38 \text{ cm}^2$

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 184,0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,667 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,412$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,009 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 162,2 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 111,4 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 162,2 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

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

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 45,0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90,0^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armadura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con } n^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 10 \text{ cm} = 0,157 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 249,0 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 8,50 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1,000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 1032,8 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 249,0 > 184,0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1,4$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si dispongono quindi staffe $\Phi 10/100$ per circa 1m dagli appoggi, la restante parte avrà staffe $\Phi 10/200$.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 65 di 172

10.2.5.2 VERIFICA A 1.50 M DAL PILASTRO

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 600$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 500$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 50$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 12 \text{ } \emptyset \text{ } 24 = 54.29 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 450$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$ MPa resist. di calcolo	54.29 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 146.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.667 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.398$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.020 < 0.02$$

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

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

$$V_{Rd} = 206.6 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 107.6 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 206.6 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 45.0 \text{ } ^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

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

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset \text{ } 10 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \text{ passo } 15 \text{ cm} = 0.105 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 166.0 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 963.9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 166.0 > 146.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.1$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 1,80 m dal pilastro, staffe $\Phi 10 / 10$ cm, nelle zone tra 1.50 e 3 m $\Phi 10 / 15$ cm mentre nelle zone centrali di campata rimanenti staffe $\Phi 10 / 25$ cm.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 66 di 172

10.2.6 Verifica a torsione

Considerando i valori limitati di torsione (3kNm) la verifica risulta soddisfatta.

10.2.7 Verifica limitazioni armatura

SEZIONE DI APPOGGIO															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)			
B=	600	mm	∅ tesa	24	∅ comp.	20	fyk	450	Mpa	fctm	2,77	ρ	0,0090	∅ Staffe	10
H=	500	mm	N tesa	6	Ncomp.	5	fyd	391,3	MPa			ρcomp	0,0052	P staffe	100
COPRIFERRO			∅ tesa	20	∅ comp.	16									
c=	40	mm	N tesa	0	Ncomp.	0									

SEZIONE DI CAMPATA															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)			
B=	600	mm	∅ tesa	20	∅ comp.	20	fyk	450	Mpa	fctm	2,77	ρ	0,0052	∅ Staffe	10
H=	500	mm	N tesa	5	Ncomp.	3	fyd	391,3	MPa			ρcomp	0,0031	P staffe	200
COPRIFERRO			∅ tesa	24	∅ comp.	16									
c=	40	mm	N tesa	0	Ncomp.	0									

SEZIONE DI APPOGGIO															
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE D		CONDIZIONE E	
∅ tesa	24	>=	14	OK								passo staffe	passo scelto	1885,0 >	420,6 OK
N tesa	6	>=	2	OK	OK	0,00311 <	ρ <	0,013014	OK	0,0052 >	0,0045	OK		1885,0 >	341,64 OK
∅ comp.	20	>=	14	OK			0,0090					109,5	100	1885,0 >	12000 OK
N comp.	5	>=	2	OK								192		1885,0 <	
												240			

SEZIONE DI CAMPATA															
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE E			
∅ tesa	20	>=	14	OK										2261,9 >	422,5 OK
N tesa	5	>=	2	OK	OK	0,00311 <	ρ <	0,010919	OK	0,0031 >	0,0026	OK		2261,9 >	343,2 OK
∅ comp.	20	>=	14	OK			0,0052							2261,9 <	12000 OK
N comp.	3	>=	2	OK											

Le verifiche a taglio di cui al §0 risultano soddisfatte pertanto, l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 67 di 172

10.2.8 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

10.2.8.1 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI APPOGGIO

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.80	-30.0	0.0	-83.4	4.8	44.0	630	27.1

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 fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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	= (e1 + e2)/(2*e1) [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	-0.00041	0.00000	0.839	24.0	48	0.00020 (0.00020)	345	0.081 (990.00)	-108.27	0

COMBINAZIONI FREQUENTI 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 fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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	= (e1 + e2)/(2*e1) [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]

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 68 di 172

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	-0.00040	0	0.841	24.0	48	0.00020 (0.00020)	322	0.063 (0.40)	-104.84	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.78	30.0	0.0	-61.2	14.4	44.0	630	27.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0	0.841	24.0	48	0.00018 (0.00018)	322	0.059 (0.30)	-104.84	0.00

10.2.8.2 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI CAMPATA

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

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	3.24	30.0	50.0	-98.4	-24.0	6.0	720	15.7

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 di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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 = $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [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]

APPALTATORE: Consortio 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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 69 di 172

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00074	0.00000	0.833	20.0	50	0.00037 (0.00037)	496	0.127 (990.00)	83.74	1.32

COMBINAZIONI FREQUENTI 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 di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$
kt	= 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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	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	0.834	20.0	50	0.00026 (0.00026)	430	0.113 (0.40)	90.06	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.88	-30.0	50.0	-87.4	-24.0	6.0	720	15.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	0.834	20.0	50	0.00026 (0.00026)	430	0.113 (0.30)	90.06	0.00

Le verifiche risultano soddisfatte.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	70 di 172

10.3 TRAVI PRINCIPALI

10.3.1 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi secondarie aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x40 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limiti ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD (non riportate nel presente documento) sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif.[1].

Si riportano qui di seguito i diagrammi caratteristici delle travi secondarie per gli SLU, SLV e SLD.

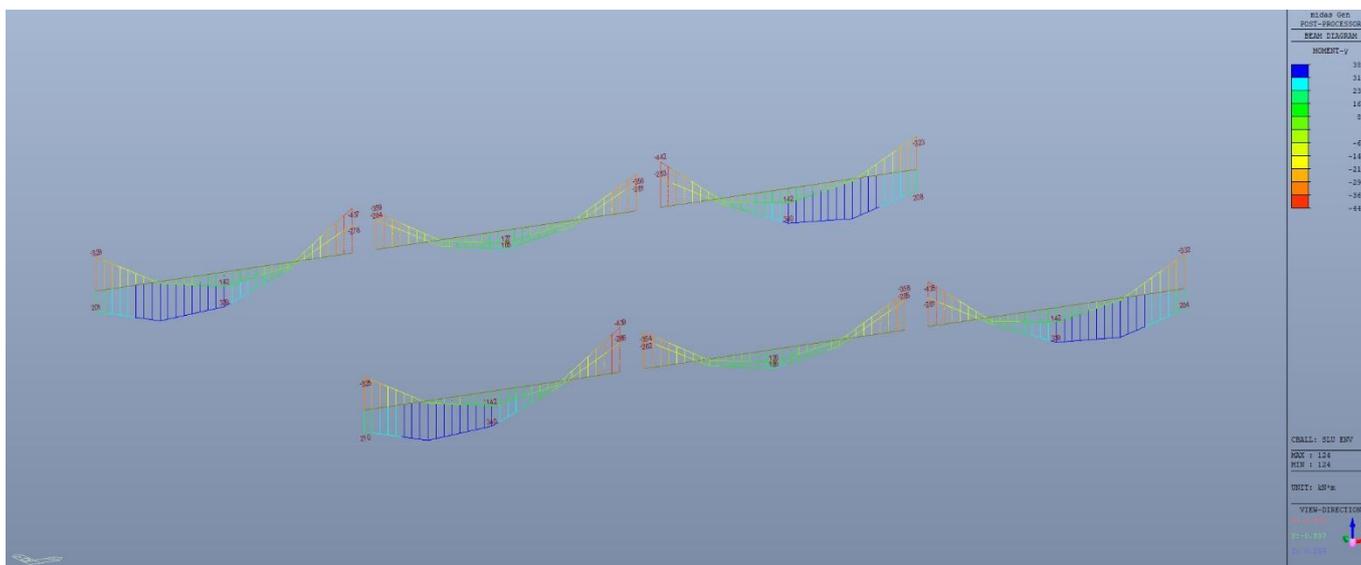


Figura 10-12 My SLU trave principale

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 71 di 172

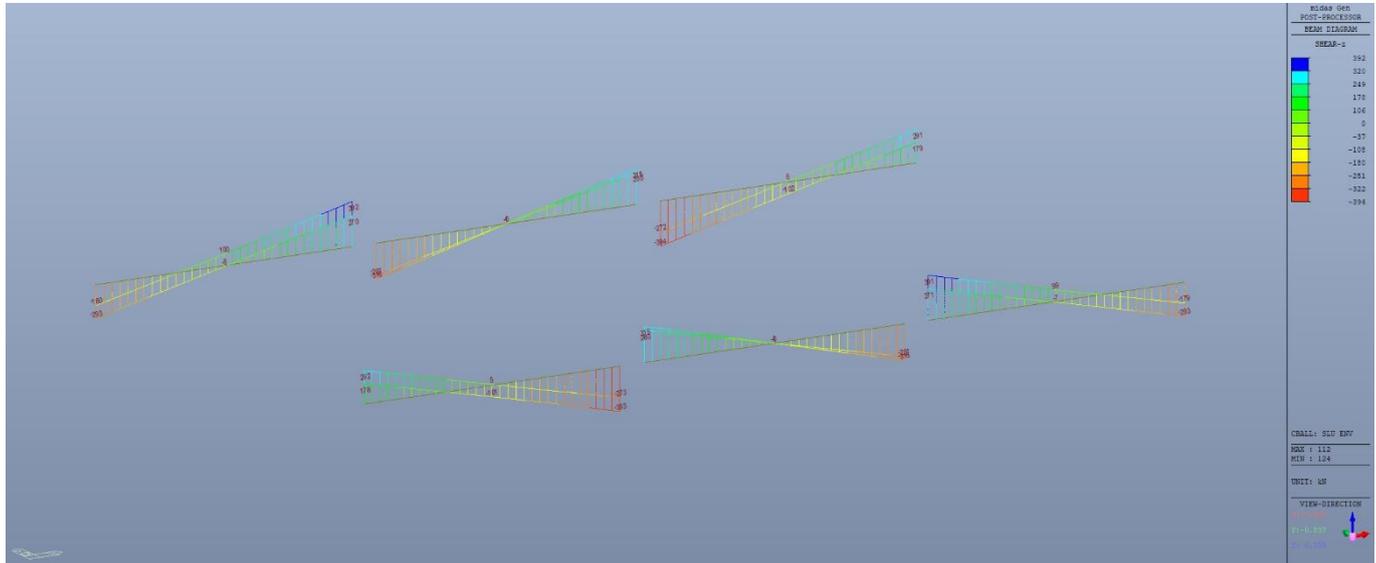


Figura 10-13 Vz SLU travi principali

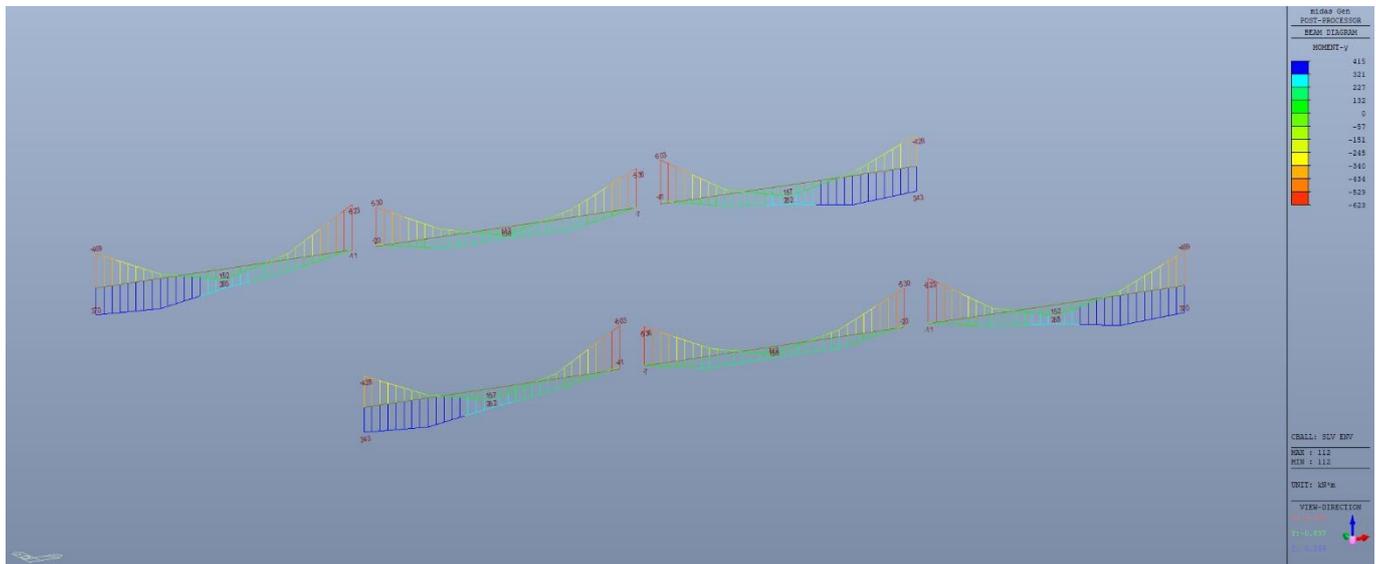


Figura 10-14 My SLV travi principali

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 72 di 172

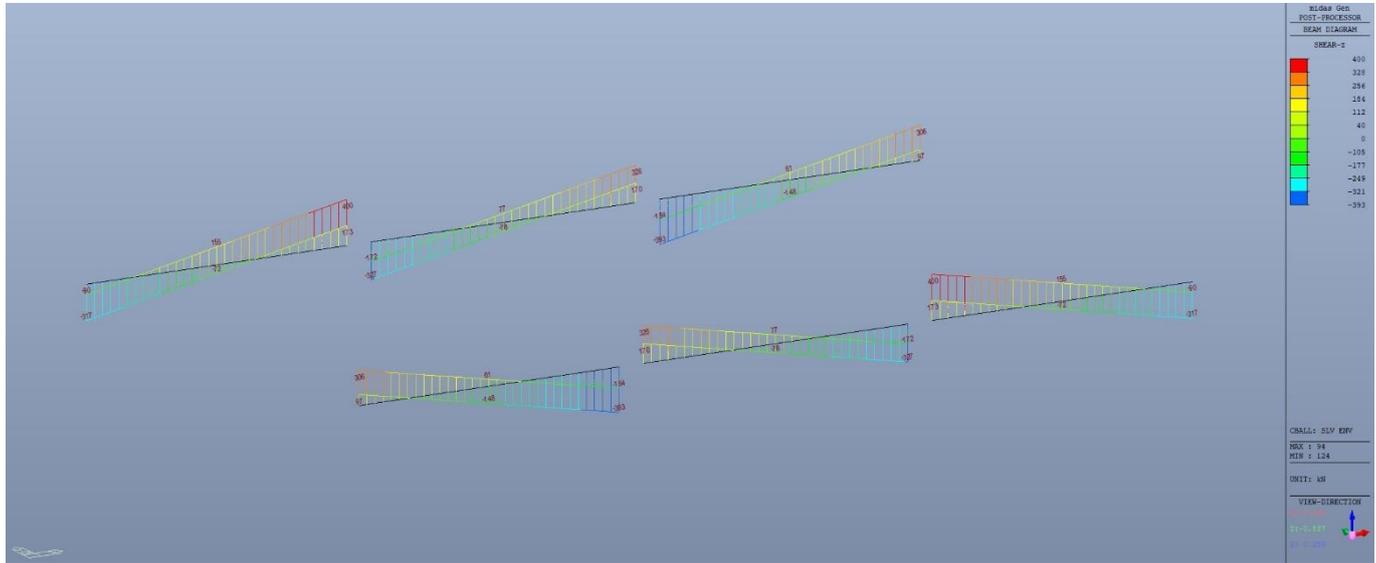


Figura 10-15 Vz SLV travi principali

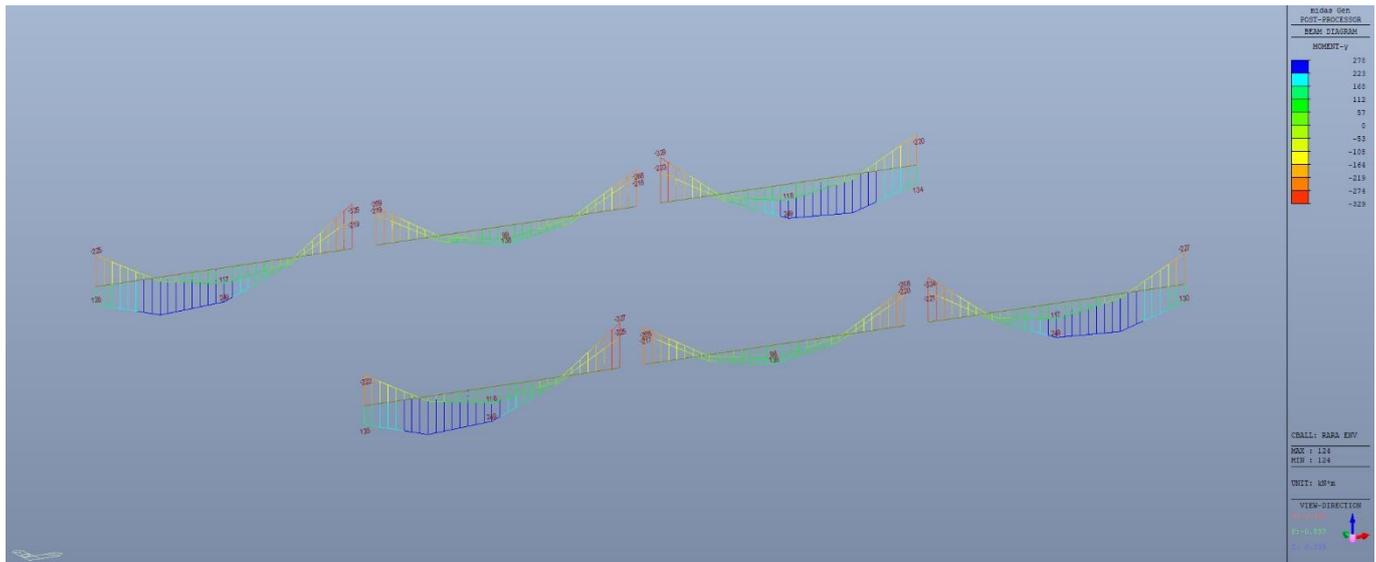


Figura 10-16 My rara travi principali

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 73 di 172

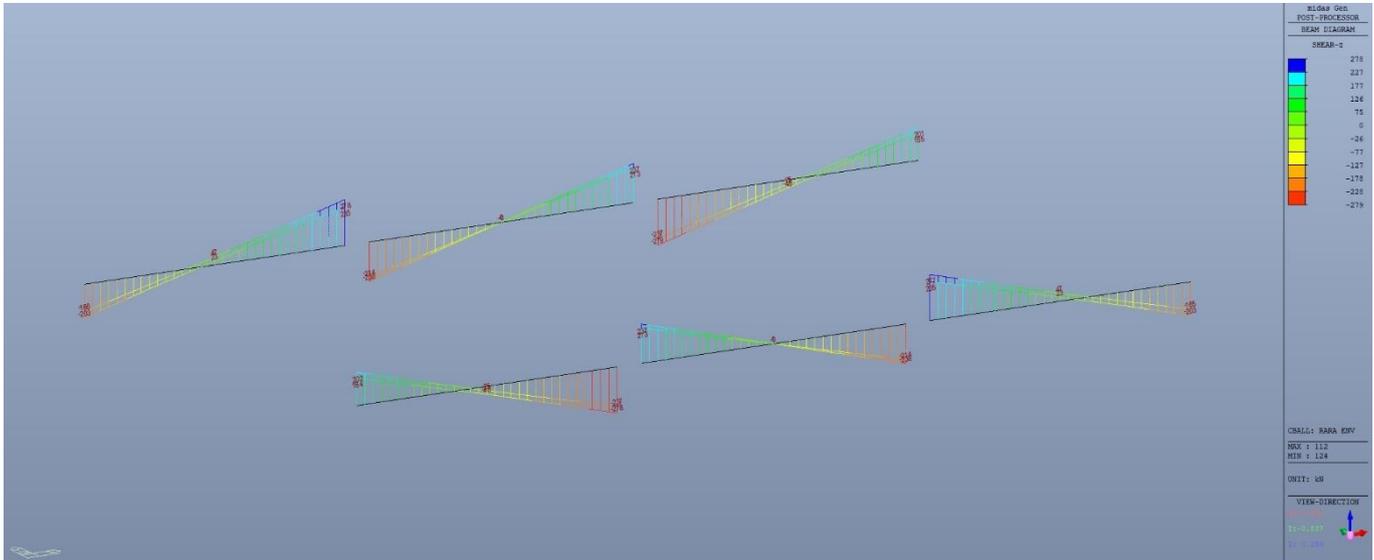


Figura 10-17 Vz rara travi principali

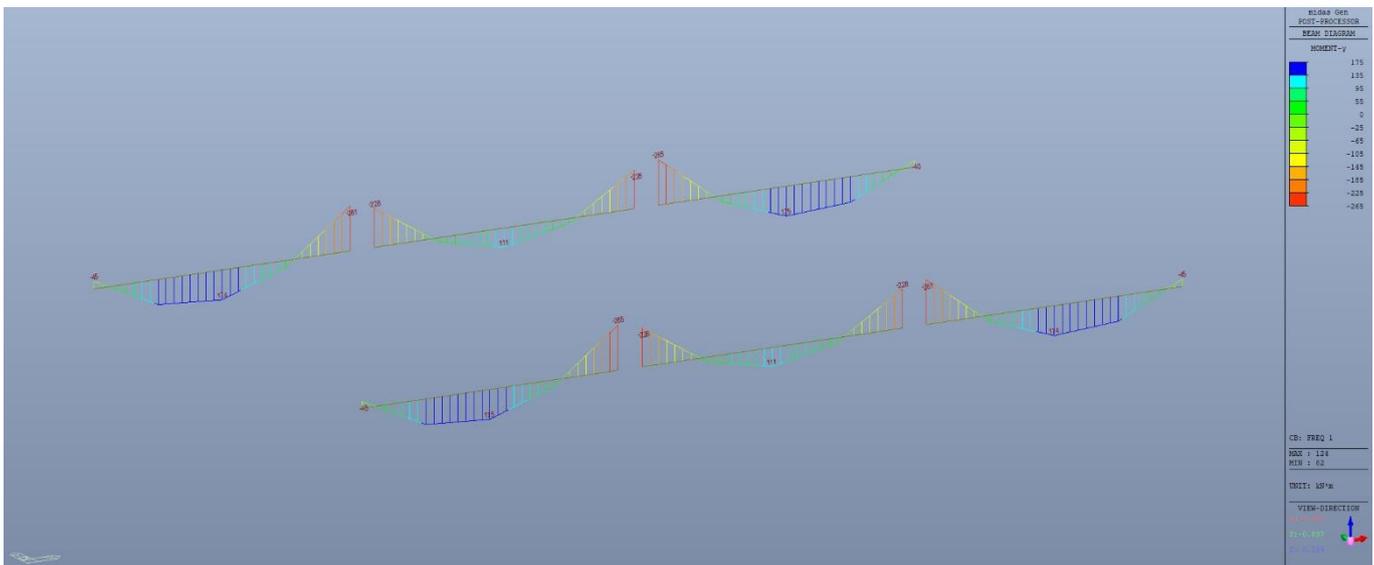


Figura 10-18 My freq travi principali

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 74 di 172

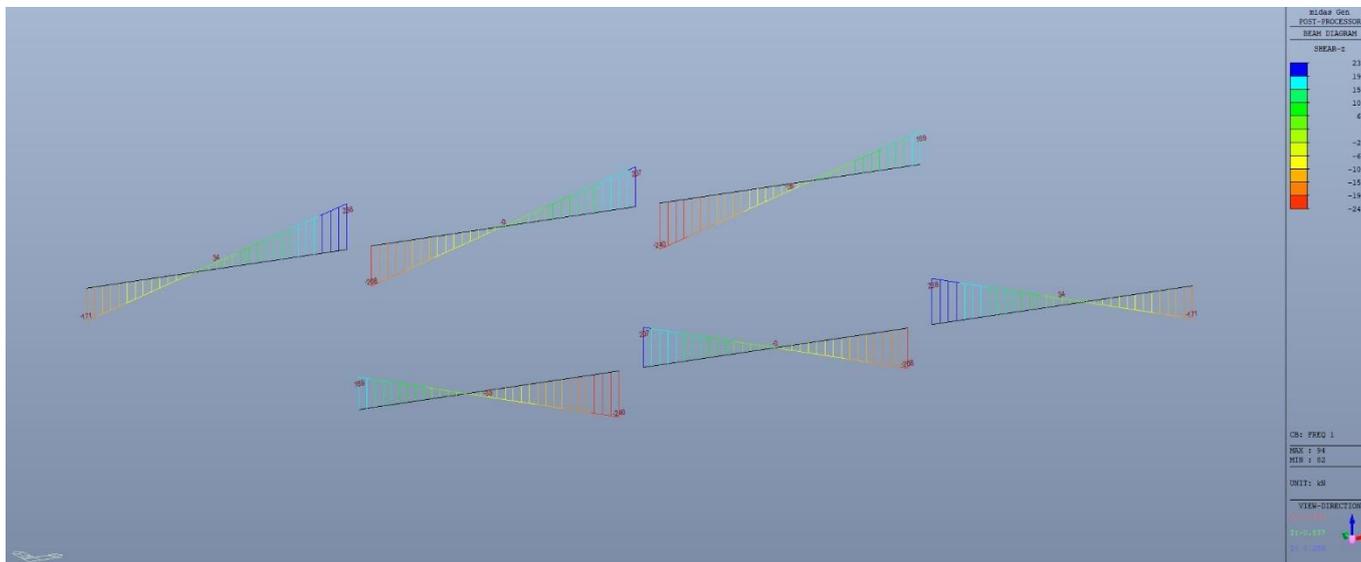


Figura 10-19 Vz freq travi principali

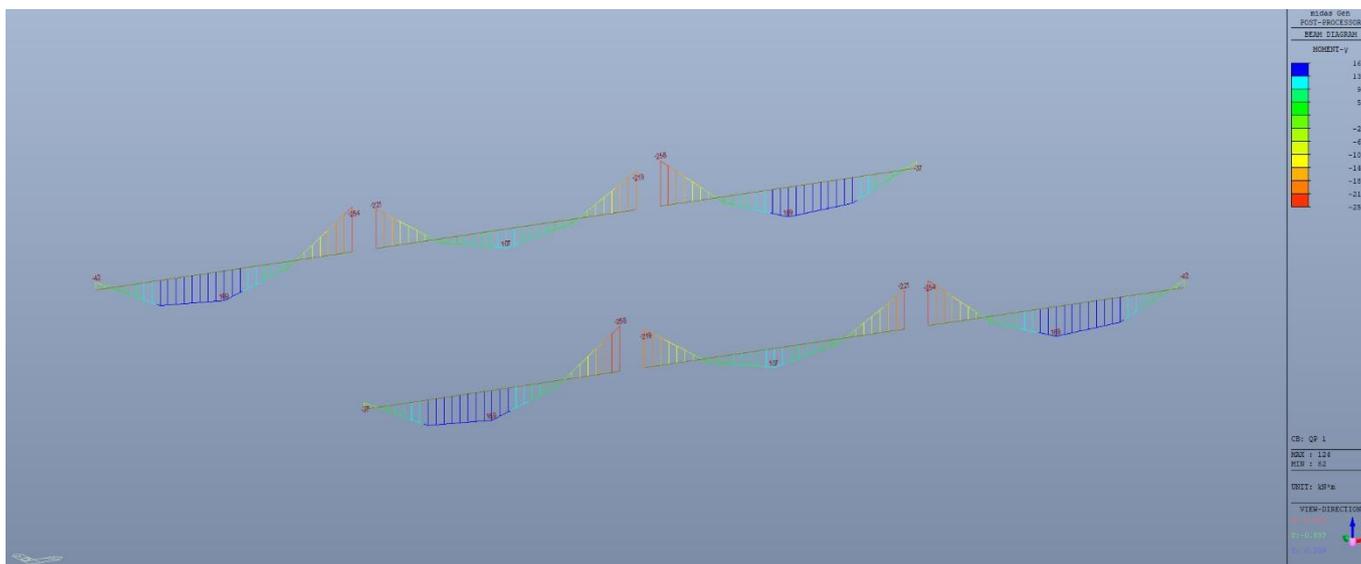


Figura 10-20 My qp travi principali

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 75 di 172

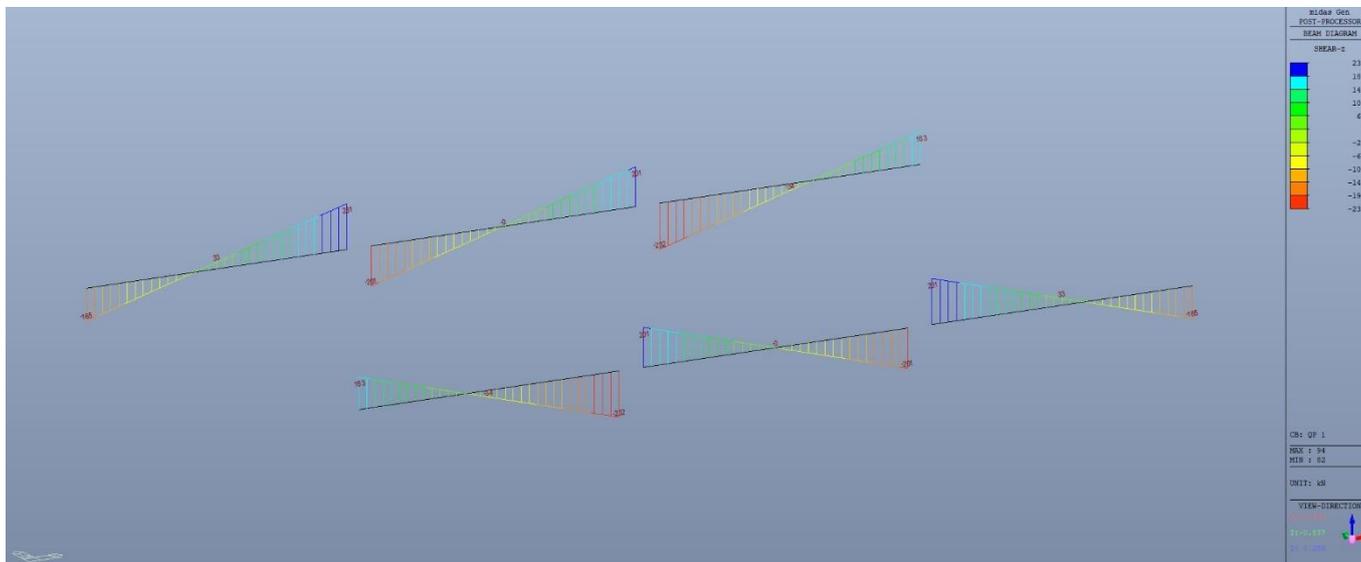


Figura 10-21 Vz qp travi principali

10.3.2 Materiali

I materiali adottati sono conformi a quanto riportato nel §4.1.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37		
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	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:	2.900	MPa	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00		
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00		
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm ²	
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm	
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa	
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm	
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
		Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa	
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa	
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa	
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068		
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²	
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito		
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00			
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50			

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	76 di 172

Sf limite S.L.E. Comb. Rare:

360.00 MPa

10.3.3 Geometria e disposizione delle armature trave

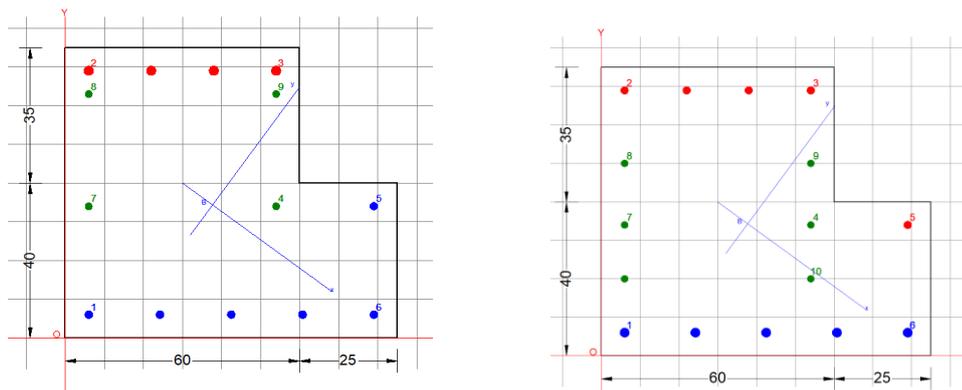


Figura 10-22 Sezione all'appoggio a SX e Sezione in campata a DX.

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
112	FREQ 3	J[102]	173.71	-0.09	248.68	-1.32	-278.70	0.28
112	QP 1	J[102]	173.76	-0.10	231.03	-1.57	-254.04	0.33
112	SLU 13	J[102]	171.26	2.33	385.51	0.34	-437.26	-2.53
112	RARA 13	J[102]	170,56	1.54	287.81	0.02	-325.38	-1.64
112	SLV 8	J[102]	58.34	-2.83	173.43	-43.13	-623.06	3.84
112	SLV 1	1/4	371.72	-1.20	32.60	-18.28	415.34	-1.92
112	SLV 1	2/4	371.72	-1.20	155.08	-18.28	265.45	0.00
112	SLU 13	2/4	255.49	0.02	99.75	0.34	339.16	1.23
112	RARA 13	2/4	189.79	0.00	70.92	0.02	248.58	0.82
112	FREQ 3	2/4	143.1	-0.09	50.76	-1.32	200.42	0.00
112	QP 1	2/4	173.76	-0.10	33.11	-1.57	168.57	0.00

Figura 10-23 Sollecitazione travi

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 77 di 172

10.3.4 Verifiche a pressoflessione deviata

10.3.4.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE ALL'APPOGGIO:

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre superiori.

- Armatura superiore 4 Φ 24 + 2 Φ 18
- Armatura inferiore 5 Φ 20

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	75.0
3	60.0	75.0
4	60.0	40.0
5	85.0	40.0
6	85.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	20
2	6.0	69.0	24
3	54.0	69.0	24
4	54.0	34.0	18
5	79.0	34.0	20
6	79.0	6.0	20
7	6.0	34.0	18
8	6.0	63.0	18
9	54.0	63.0	18

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	6	3	20
2	2	3	2	24

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 78 di 172

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	-623.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-437.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	415.00	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	-325.40	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	-278.00 (-157.61)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	-254.00 (-157.61)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.9 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 79 di 172

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	-623.00	0.00	0.00	-680.53	0.97	1.09	35.2(9.1)
2	S	0.00	-437.00	0.00	0.00	-680.53	0.97	1.56	35.2(9.1)
3	S	0.00	415.00	0.00	0.00	469.07	-0.82	1.13	32.4(9.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.360	0.0	0.0	0.00256	6.0	6.0	-0.00621	54.0	69.0
2	0.00350	0.360	0.0	0.0	0.00256	6.0	6.0	-0.00621	54.0	69.0
3	0.00350	0.270	60.0	75.0	0.00225	54.0	69.0	-0.00945	6.0	6.0

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	-0.000074039	-0.000082771	0.003500000	0.360	0.891
2	-0.000074039	-0.000082771	0.003500000	0.360	0.891
3	0.000094148	0.000113956	-0.010695599	0.270	0.778

10.3.4.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre inferiori.

- Armatura superiore 4 Φ 20
- Armatura inferiore 5 Φ 24
- 3+3 Φ 18

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – 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>00</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA01C0 000</td> <td>D</td> <td>80 di 172</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	80 di 172
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	80 di 172								

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	75.0
3	60.0	75.0
4	60.0	40.0
5	85.0	40.0
6	85.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	24
2	6.0	69.0	20
3	54.0	69.0	20
4	54.0	34.0	18
5	79.0	34.0	20
6	79.0	6.0	24
7	6.0	34.0	18
8	6.0	50.0	18
9	54.0	50.0	18
10	54.0	20.0	18

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	6	3	24
2	2	3	2	20
3	7	1	1	18

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	265.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	339.00	0.00	0.00	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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 81 di 172

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	248.60	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	200.00 (145.10)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	168.00 (145.10)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	11.9 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
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	265.00	0.00	0.00	629.74	-1.00	2.38	38.5(9.7)

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 82 di 172

2 S 0.00 339.00 0.00 0.00 629.74 -1.00 1.86 38.5(9.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.306	60.0	75.0	0.00239	54.0	69.0	-0.00794	6.0	6.0
2	0.00350	0.306	60.0	75.0	0.00239	54.0	69.0	-0.00794	6.0	6.0

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	0.000089748	0.000095509	-0.009048054	0.306	0.823
2	0.000089748	0.000095509	-0.009048054	0.306	0.823

10.3.5 Verifica a taglio

10.3.5.1 VERIFICA IN APPOGGIO

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata nel §10.1.1.2.

Base	0,6	m	1° SCHEMA		2° SCHEMA			
Altezza	0,75	m						
Ltrave	11,6	m	$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$			
G1_trave	11,25	kN/m	$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$			
G1_solaio	28	kN/m						
G2_solaio	20	kN/m						
Gk	59,25	kN/m						
gamma q								
Qk	0	kN/m						
gamma Rd	1,1	[-]						
Mua (+)	680	kNm						
Mua (-)	-680	kNm						
Mub (+)	-680	kNm	VA	343,65 kN	Ved (modello)	VA	343,65 kN	Ved (modello)
Mub (-)	680	kNm	VB	-343,65 kN	400 kN	VB	-343,65 kN	400 kN

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 83 di 172

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è minore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale, si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 400 \text{ kN}$$

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 600$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 750$	mm altezza	$\gamma_s = 1.15$		coeff. sicurezza
$c = 50$	mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$	MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 4$	$\emptyset 24$	$= 18.10 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 2$	$\emptyset 20$	$= 6.28 \text{ cm}^2$
$d = 700$	mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	$\emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$	MPa resist. di calcolo			24.38 cm^2

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

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

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.535 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.352$$

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

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

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

$$V_{Rd} = 195.9 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 147.9 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 195.9 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

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

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 45.0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

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

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con } n^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 8 \text{ cm} = 0.196 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 484.1 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 1499.5 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 484.1 > 400.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.2$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 1.75 m dal pilastro, staffe $\Phi 10 / 80$ mm, mentre nelle zone centrali di campata rimanenti staffe $\Phi 10 / 200$ mm.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. FOGGIO D 84 di 172

10.3.6 Verifica a torsione

VERIFICA A TORSIONE DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 17/01/2018					
B _{tot}	600 mm				
H _{tot}	750 mm				
Ac	450000 mm ²				
copriferro	48.0 mm				
perimetro	2700 mm				
t	167 mm				
t calcolo	167 mm				
A _k	252778 mm ²				
f _{ck}	28.0 MPa				
γ _{ds}	1.5				
f _{cd}	19 MPa				
ν	0.4	>	0.35 OK		
θ =	45.0 °		inclinaz. bielle cls		
tg(teta)	1.00				
ctg(teta)	1.00				
Momento resistente portato dalle bielle compresse					
T _{rd1}	308276543.2 Nmm	=	308.28 kNm	=	30828 daNm
Staffe					
φ	10	n. bracci	2		
A _s	79 mm ²		157 mm ²		
Passo	8 mm				
f _{yk}	450.0 MPa				
γ _{acc}	1.15				
f _{yd}	391.3 Mpa				
Momento torcente supportato dalle staffe					
T _{rd1}	3882336957 Nmm	=	3882.34 kNm	=	388234 daNm
Ferri longitudinali					
φ	24		20	0	0
n°	4		2	0	0
Area ferri longitudinali	2436.64 mm ²				
um	2033.33 mm	=	203.33 cm		
Momento torcente supportato dalle armature longitudinali					
T _{rd2}	237064404.8 Nmm	=	237.06 kNm	=	23706 daNm
minimo valore di Trd					
	23706 daNm	=	237.06 kNm		
Verifica a torsione					
La sezione necessita armatura a taglio Si					
T _{Ed}	83.0 kNm				
V _{Ed}	400.0 kN				
Verifica a torsione	83.00 kNm	<	237.06 kNm		Verificato
Tasso di lavoro					
	T _{ed} calcolo	=	0.35		
	Trd				
Taglio					
V _{Ed}	400.0 kN				
N	0.0 kN	(compressione <0)			
α	90.0 °	inclinaz. staffe			
σ _{cp}	0.00 MPa	<0.2 f _{cd}			
f _{cd}	9.3 Mpa	resistenza di calcolo ridotta			
α _c	1.000	coeff. maggiorativo			
V _{Rcd}	1769.1 kN	V _{Rcd} = 0.90 × d × b _w × α _c × f _{cd} × (cot α + cot β) / (1 + cot ² α)			
V _{Rsd}	48522.6 kN	V _{Rsd} = 0.90 × d × (A _{st} /s) × f _{yd} × (cot α + cot β) × sen α			
V _{Rd}	1769.1 kN	V _{Rd} = min(V _{Rcd} , V _{Rsd})			
verifica a taglio					
V _{Ed}	400.0 kN	<	1769.12 kN	= V _{Rd}	Verificato
V _{ed}					
V _{rd}		=	0.23		
verifica combinata torsione e taglio					
T _{ed}	+	V _{ed}	=	0.58	< 1 Verificato
Trd		V _{rd}			

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 85 di 172

10.3.7 Verifica limitazioni armatura

SEZIONE DI APPOGGIO															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)			
B=	600	mm	∅ tesa	24	∅ comp.	20	fyk	450	Mpa	fctm	2,77	ρ	0,0052	∅ Staffe	10
H=	750	mm	N tesa	4	Ncomp.	5	fyd	391,3	MPa			ρcomp	0,0035	P staffe	80
COPRIFERRO			∅ tesa	18	∅ comp.	16									
c=	40	mm	N tesa	2	Ncomp.	0									

SEZIONE DI CAMPATA															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)			
B=	600	mm	∅ tesa	24	∅ comp.	20	fyk	450	Mpa	fctm	2,77	ρ	0,0050	∅ Staffe	10
H=	750	mm	N tesa	5	Ncomp.	4	fyd	391,3	MPa			ρcomp	0,0028	P staffe	200
COPRIFERRO			∅ tesa	24	∅ comp.	16									
c=	40	mm	N tesa	0	Ncomp.	0									

SEZIONE DI APPOGGIO																
CONDIZIONE A			CONDIZIONE B				CONDIZIONE C			CONDIZIONE D		CONDIZIONE E				
∅ tesa	24	>= 14	OK	OK	0,00311	< ρ < 0,011268	OK	0,0035	> 0,0026	OK	passo staffe	passo scelto	1922,7	> 660,7	OK	
N tesa	4	>= 2	OK								172		1922,7	> 536,64	OK	
∅ comp.	20	>= 14	OK		0,0052						225	> 80	OK	1922,7	< 18000	OK
N comp.	5	>= 2	OK								192					
											240					

SEZIONE DI CAMPATA													
CONDIZIONE A			CONDIZIONE B				CONDIZIONE C			CONDIZIONE E			
∅ tesa	24	>= 14	OK	OK	0,00311	< ρ < 0,01057	OK	0,0028	> 0,0025	OK	2261,9	> 660,7	OK
N tesa	5	>= 2	OK								2261,9	> 536,64	OK
∅ comp.	20	>= 14	OK		0,0050						2261,9	< 18000	OK
N comp.	4	>= 2	OK										

Le verifiche a taglio di cui al §0 risultano soddisfatte pertanto, l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

APPALTATORE: Conorzio 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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 86 di 172

10.3.8 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

10.3.8.1 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI APPOGGIO

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.17	0.0	0.0	-272.2	54	69.0	521	14.7

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
kt	= 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	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	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	-0.00104	0.00000	0.500	22.8	48	0.00056 (0.00056)	335	0.294 (990.00)	-225.15	-3.33

COMBINAZIONI FREQUENTI 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
kt	= 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	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	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]
	Massima distanza tra le fessure [mm]

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 87 di 172

wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max^*(e_{sm} - e_{cm}) [(7.8)EC2 \text{ e } (C4.1.7)NTC]$. 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	-0.00135	0	0.500	21.8	48	0.00080 (0.00070) 294	0.236 (0.40)	-157.61	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.50	0.0	0.0	-212.5	54.0	69.0	521	14.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00123	0	0.500	21.8	48	0.00082 (0.00064) 294	0.242 (0.30)	-157.61	0.00

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 88 di 172

10.3.8.2 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI CAMPATA

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.12	60	75.0	-247	38.0	6.0	471	11.6

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
kt	= 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	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	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	24.0	48	0.00041 (0.00041)	393	0.263 (990.00)	251.41	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI 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
kt	= 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	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
	Massima distanza tra le fessure [mm]
	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 89 di 172

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	0.500	22.4	48	0.00060 (0.00060)	318	0.189 (0.40)	145.10	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.17	60.0	75.0	-166.9	6.0	6.0	471	11.6

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00096	0	0.500	22.4	48	0.00056 (0.00050)	318	0.179 (0.30)	145.10	0.00

Le verifiche risultano soddisfatte.

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 M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 90 di 172

10.4 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ TRAVI PRINCIPALI

Dal software di calcolo si sono estrapolate le deformazioni delle travi principali per la combinazione SLE – quasi permanente.

Il valore letto dal software di calcolo viene in primis depurato dello spostamento alle estremità (dato dal cedimento globale della struttura), a sua volta il valore letto viene moltiplicato per 3 al fine di tenere conto delle deformazioni a lungo termine.

Si riporta il valore ottenuto dal software per la combinazione SLE Q.P.

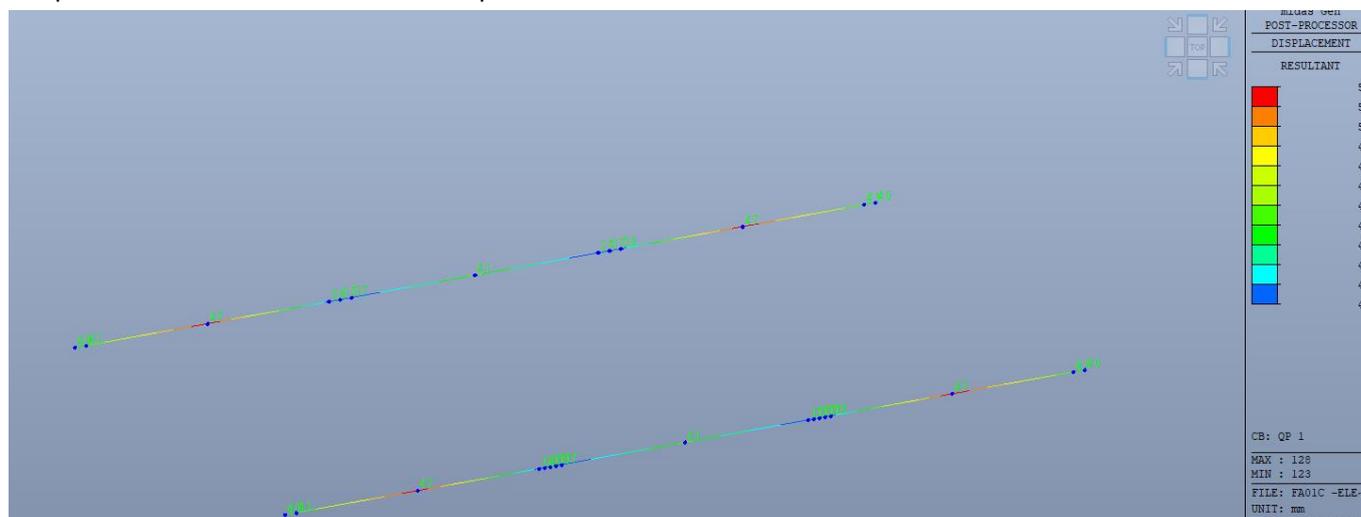


Figura 10-24 Diagrammi deformazione trave principale SLE Q.P.

La trave principale ha una deformazione massima in mezzera di 4.7mm e una deformazione all'estremità di 3.7mm.

Il valore di deformazione effettivo della trave è dato dalla differenza dei due valori, quindi la freccia vale:
f= 1.0 mm

Il valore della freccia sopra evidenziato viene moltiplicato per 3 per gli effetti a lungo termine.

$$f_{(t=\infty)} = 3 * 1 = 3 \text{ mm}$$

Il valore limite di freccia massimo $f_{\max} = L/250 = 6400/250 = 25.60 \text{ mm}$

La verifica risulta soddisfatta $f_{(t=\infty)} = 3 < 25.60 = f_{\max}$

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 91 di 172

10.5 PILASTRI (60X60)

10.5.1 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri aventi sezione rettangolare di dimensioni 60x60 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif.[1].

Si riportano qui di seguito i diagrammi caratteristici dei pilastri:

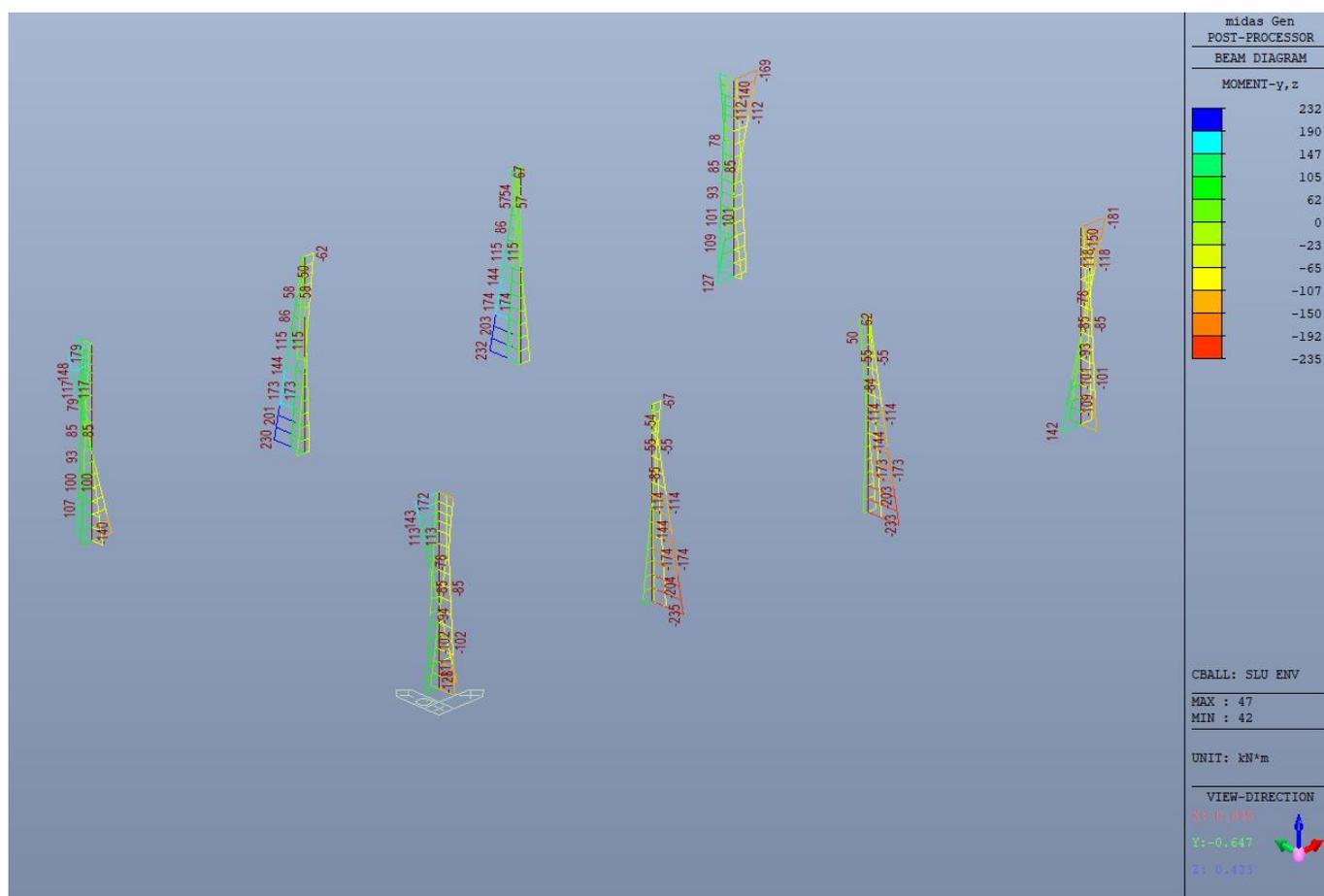


Figura 10-25 Myz slu pilastri

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	92 di 172

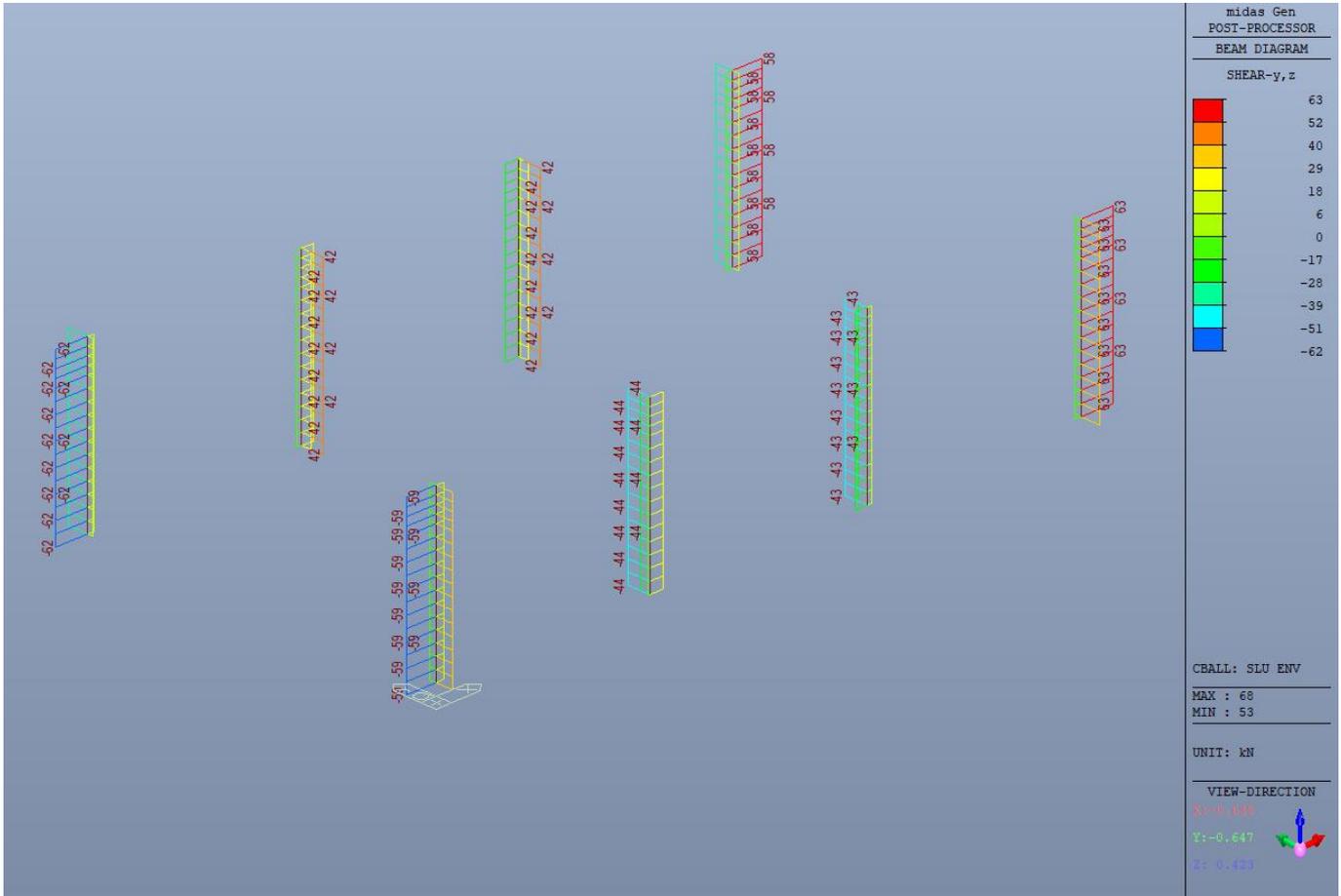


Figura 10-26 Vyz slu pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 93 di 172

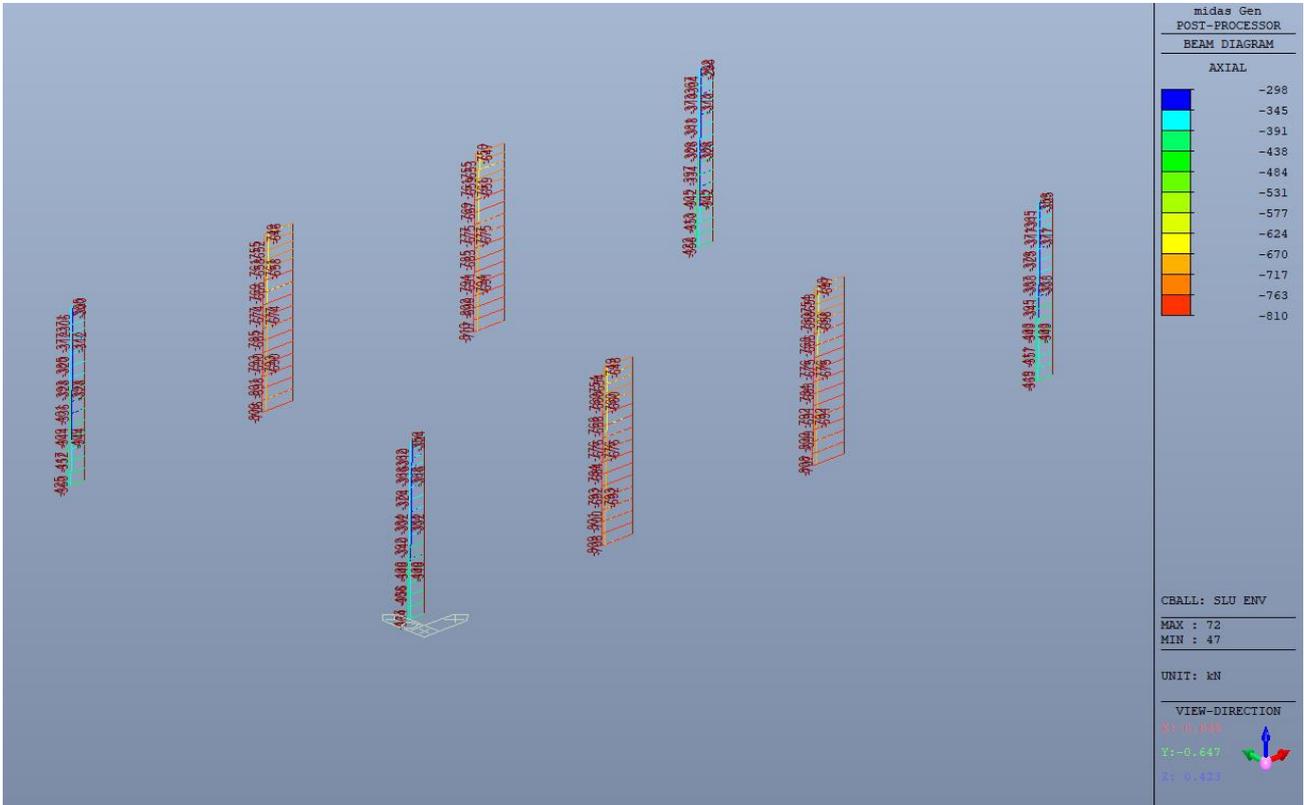


Figura 10-27 N slv pilastri

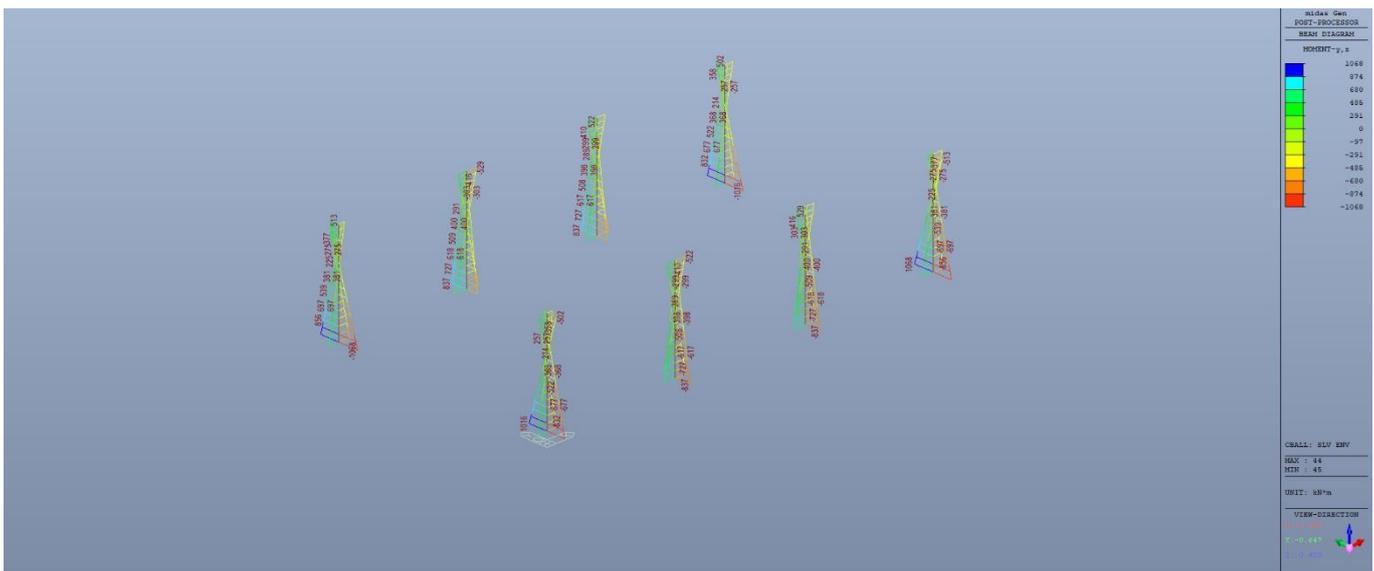
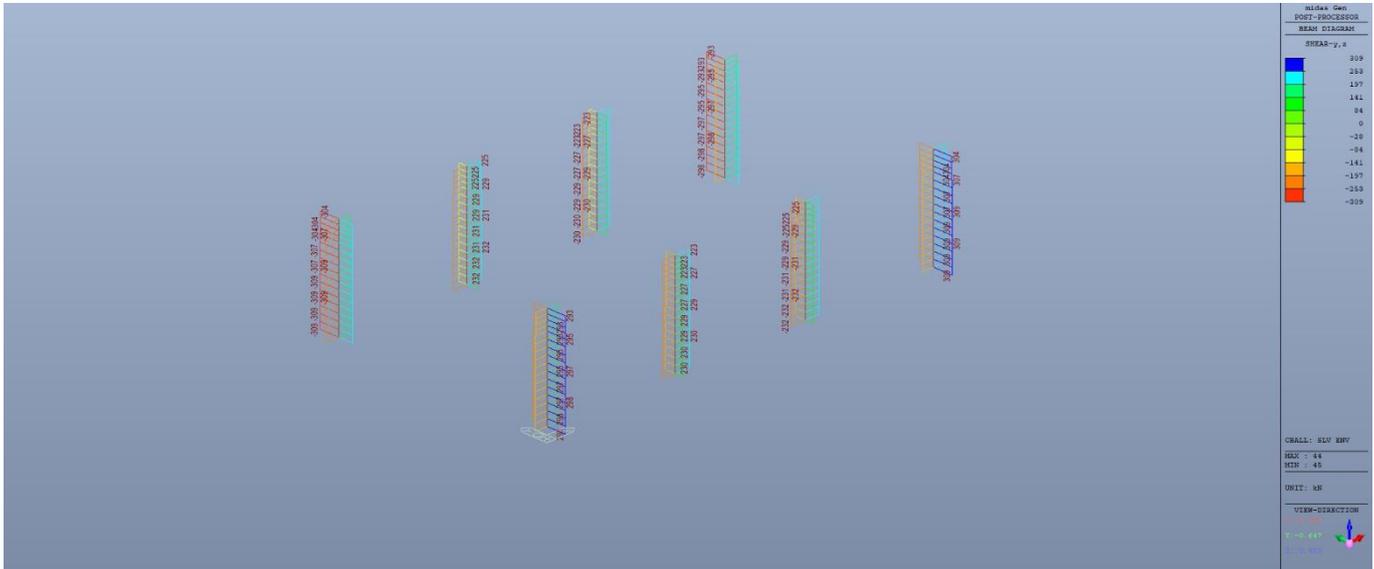


Figura 10-28 Myz slv pilastri

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 94 di 172



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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 95 di 172

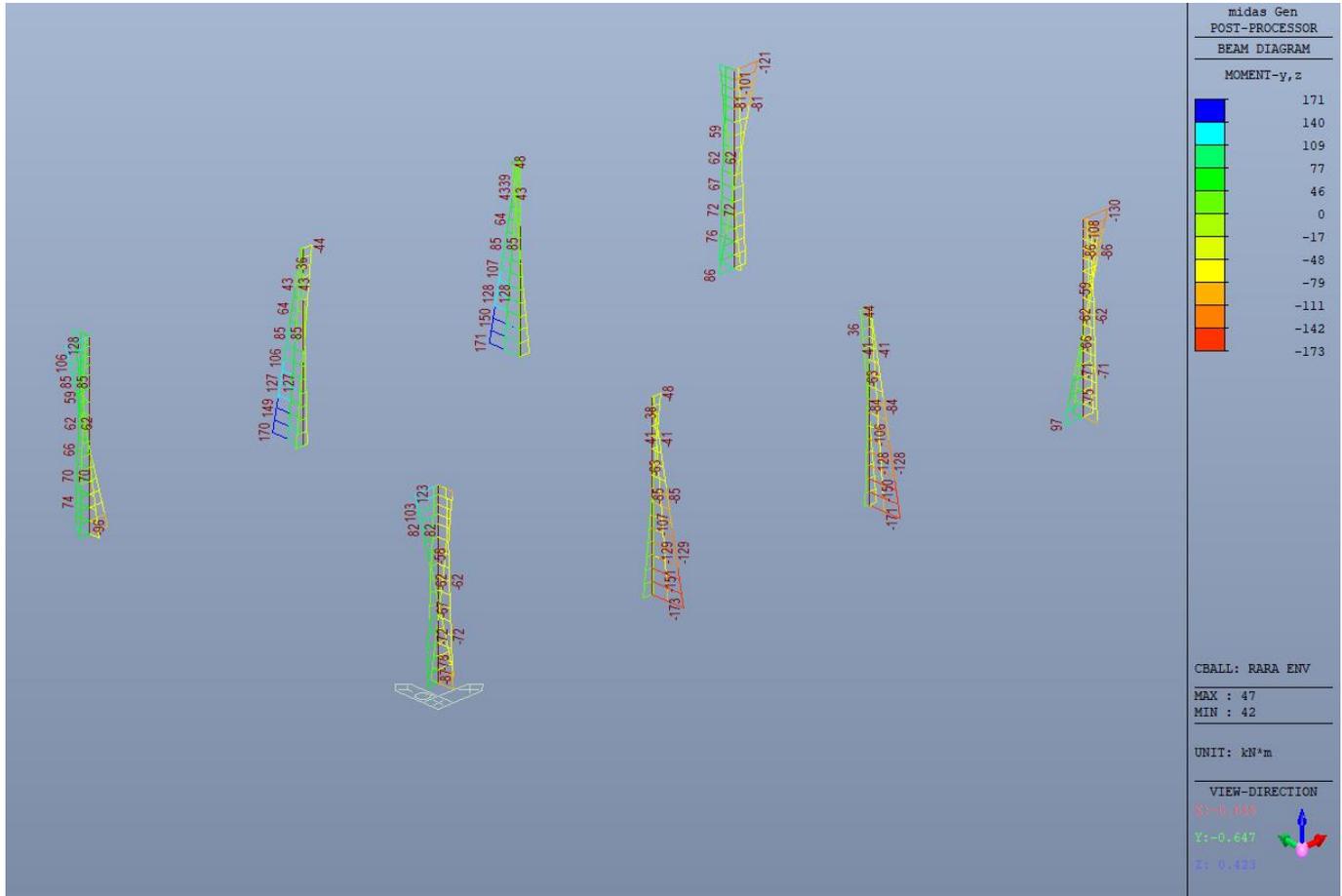


Figura 10-31 Myz rara pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 96 di 172

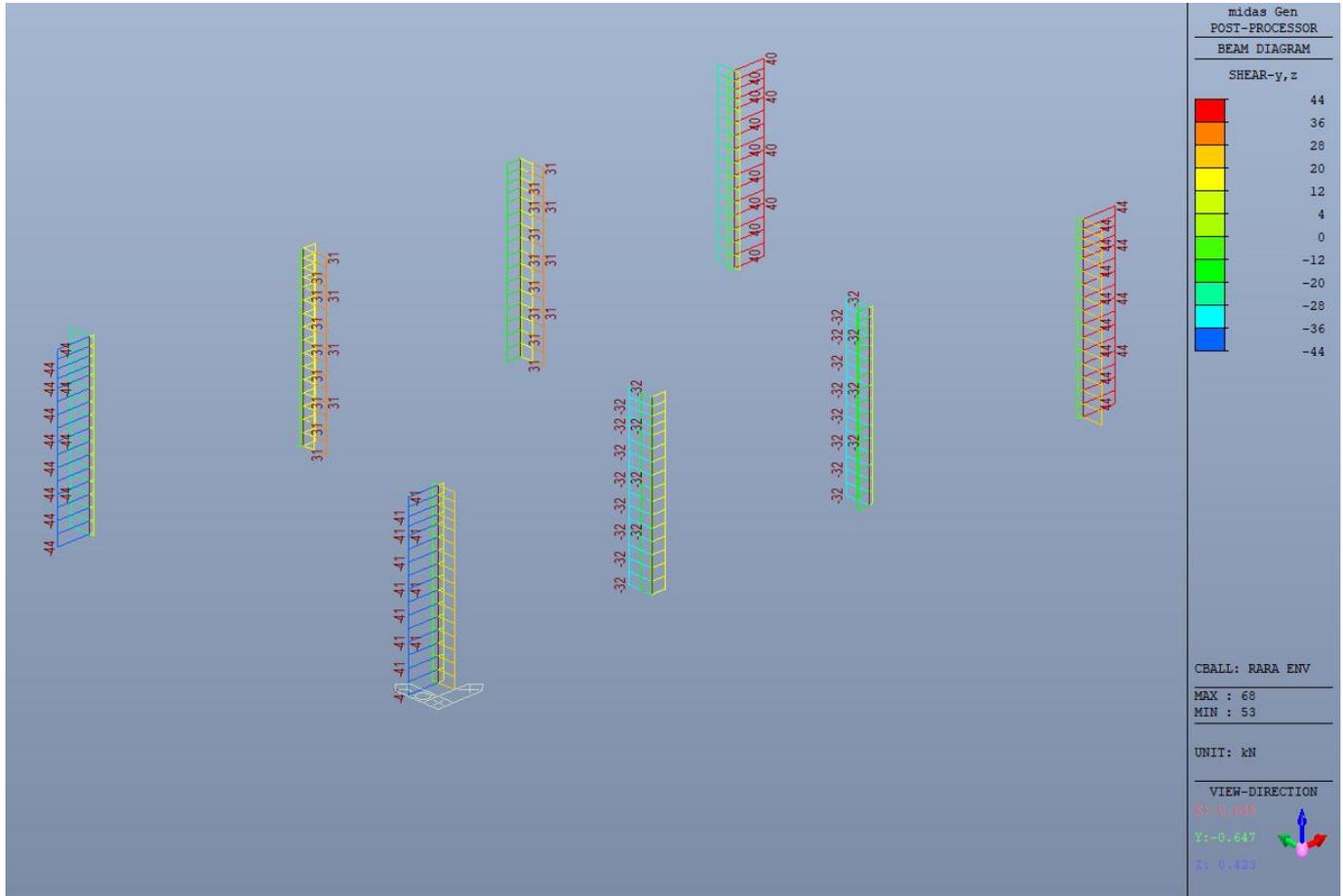


Figura 10-32 Vyz rara pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 97 di 172

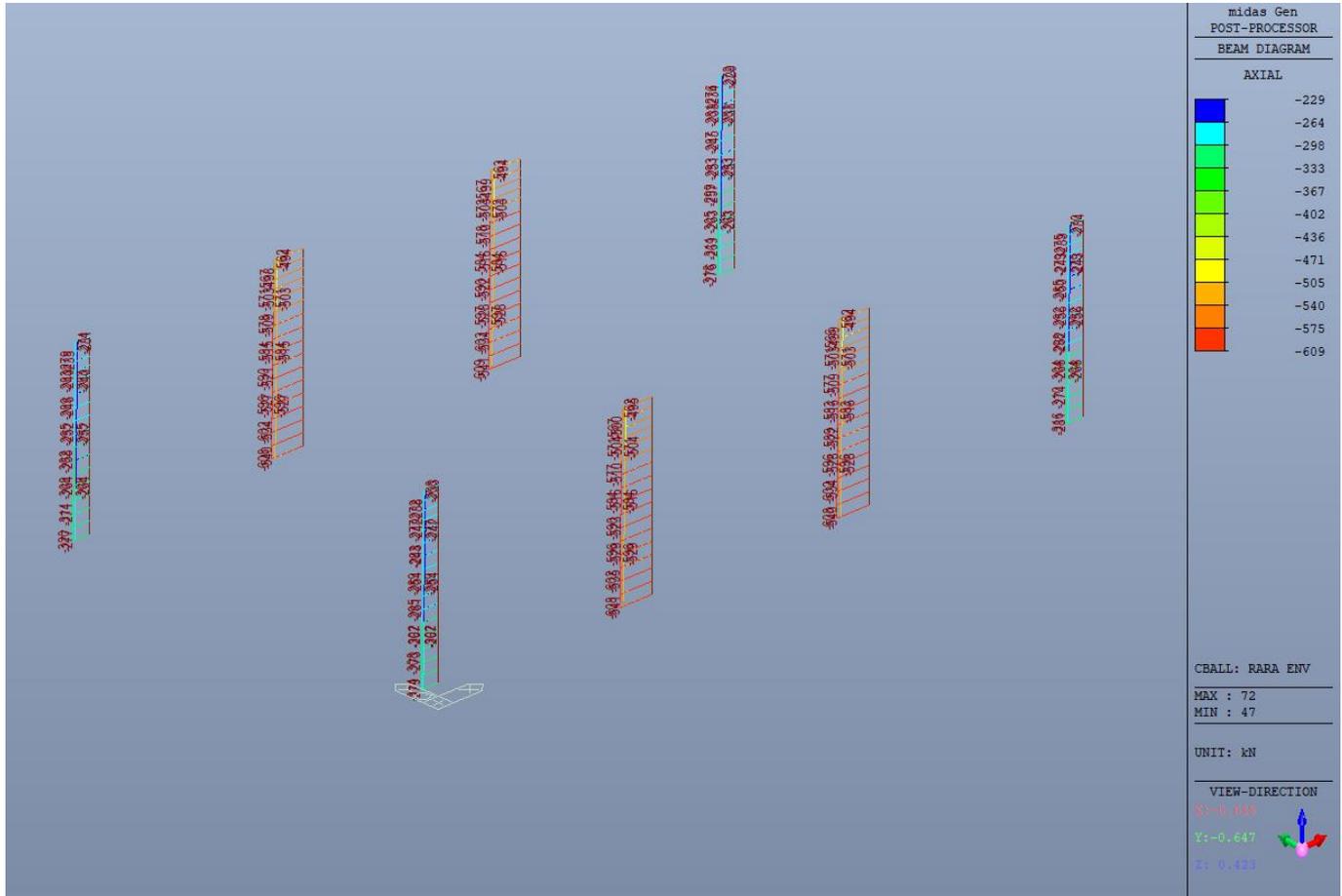


Figura 10-33 N rara pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 98 di 172

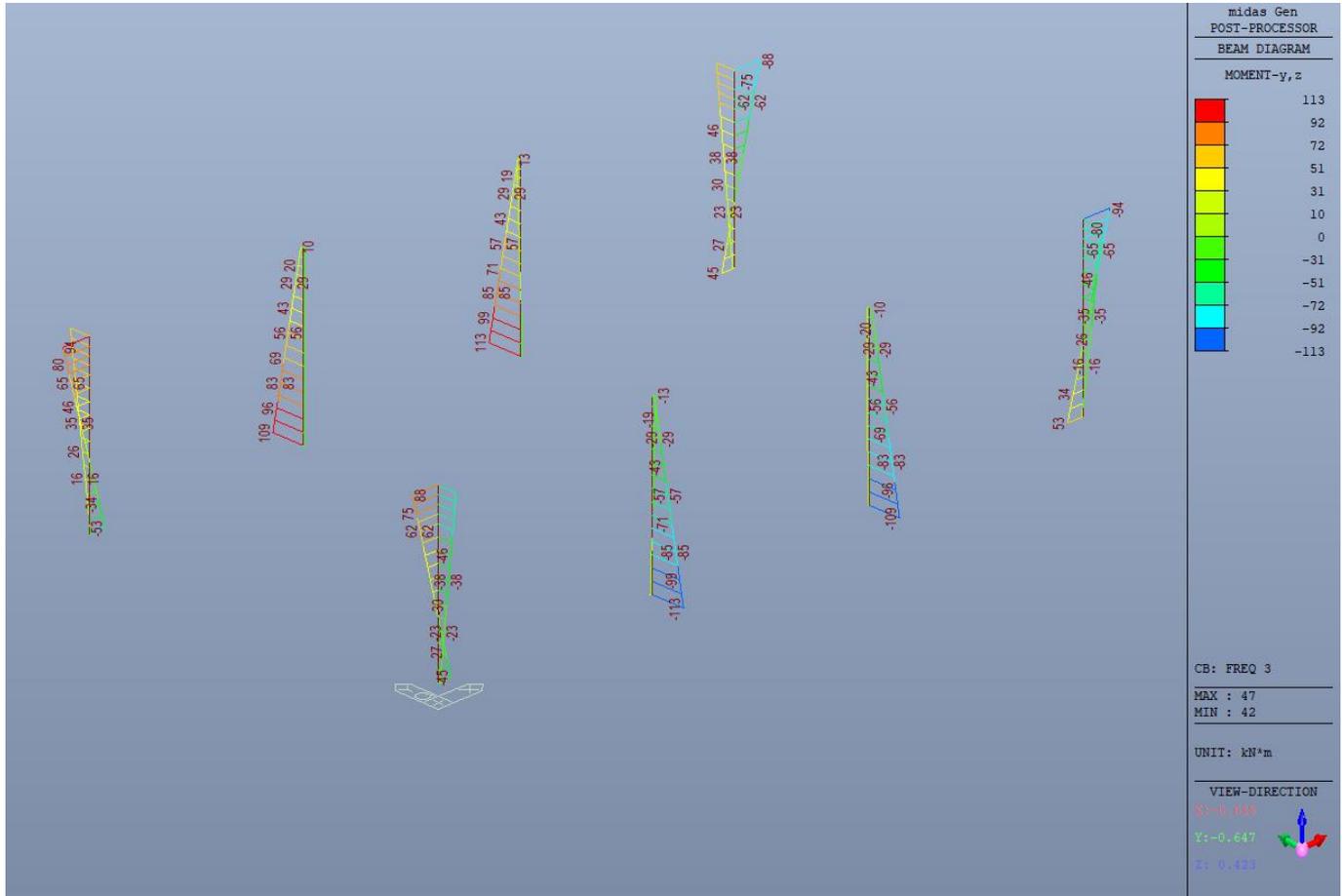


Figura 10-34 Myz freq pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 99 di 172

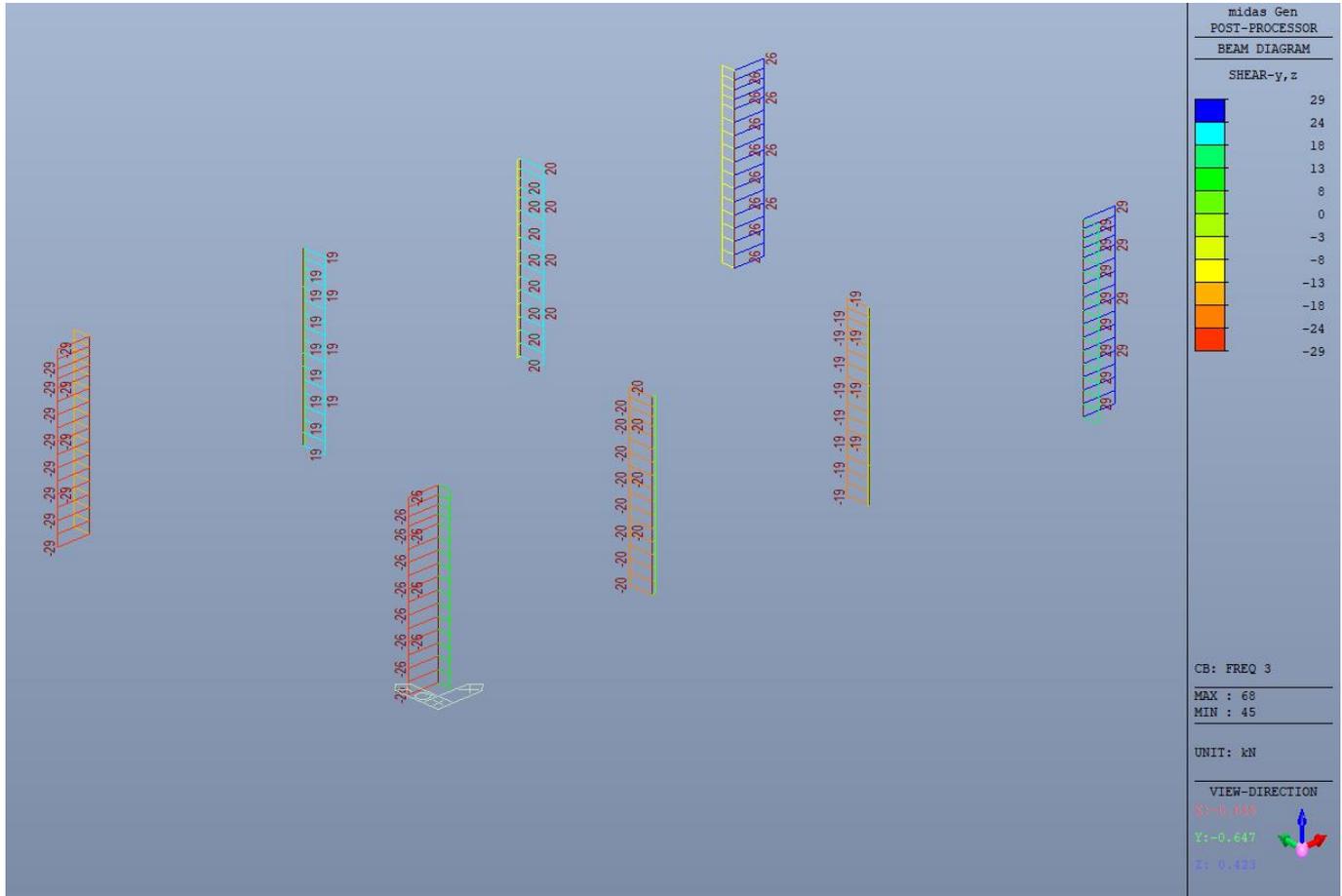


Figura 10-35 Vy freq pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 100 di 172

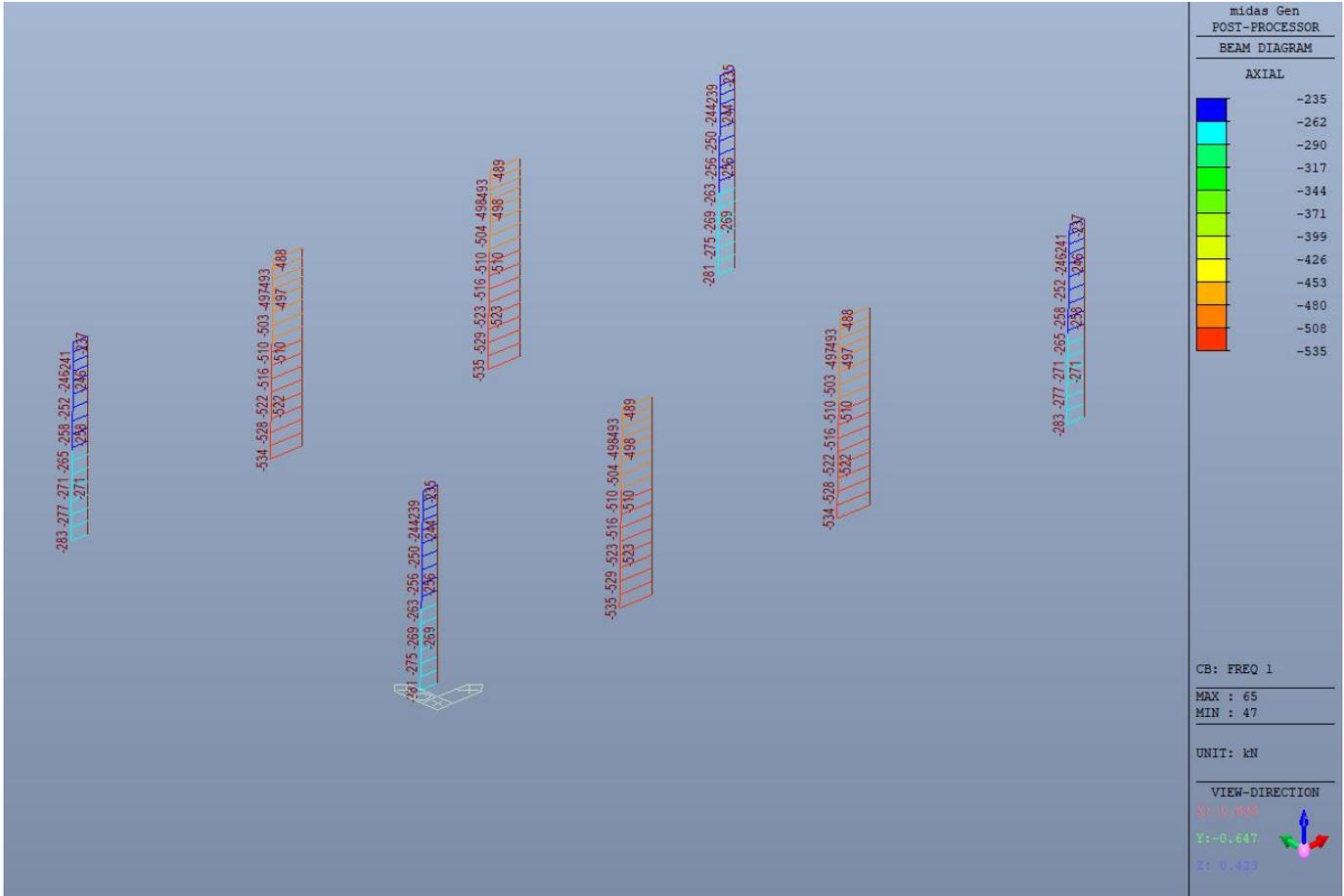


Figura 10-36 N freq pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 101 di 172

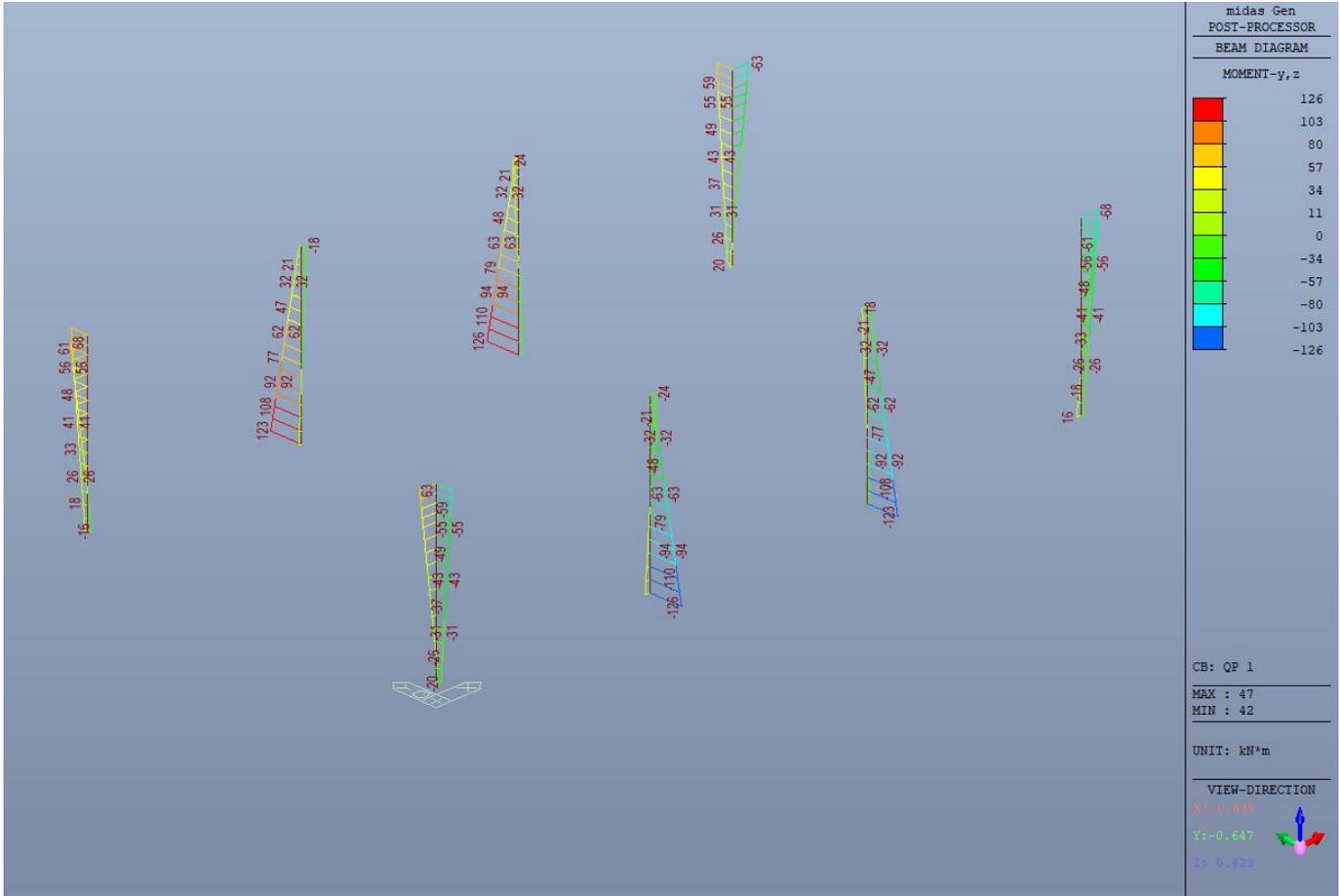


Figura 10-37 Myz qp pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 102 di 172

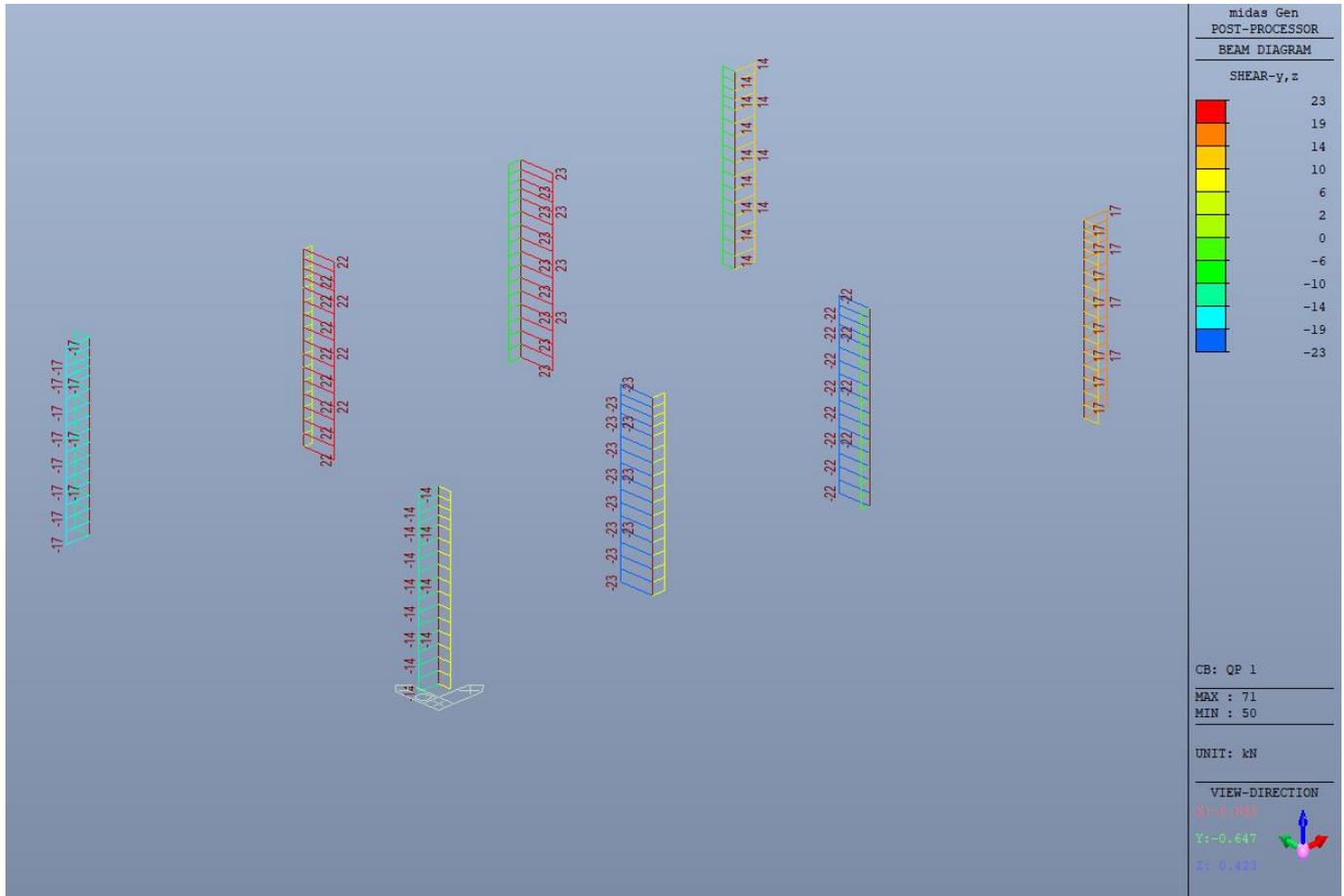


Figura 10-38 Vyz qp pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 103 di 172

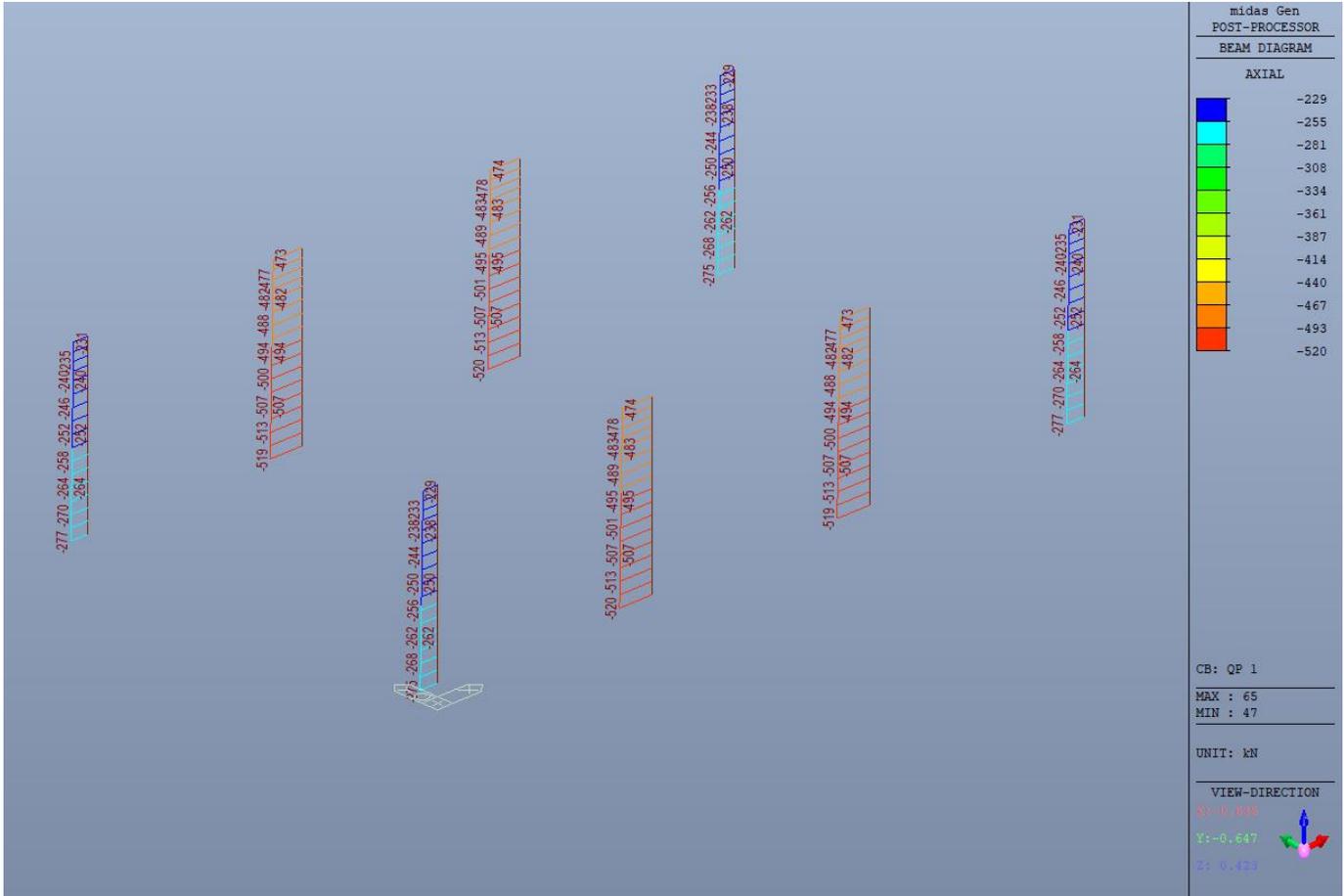


Figura 10-39 N qp pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 104 di 172

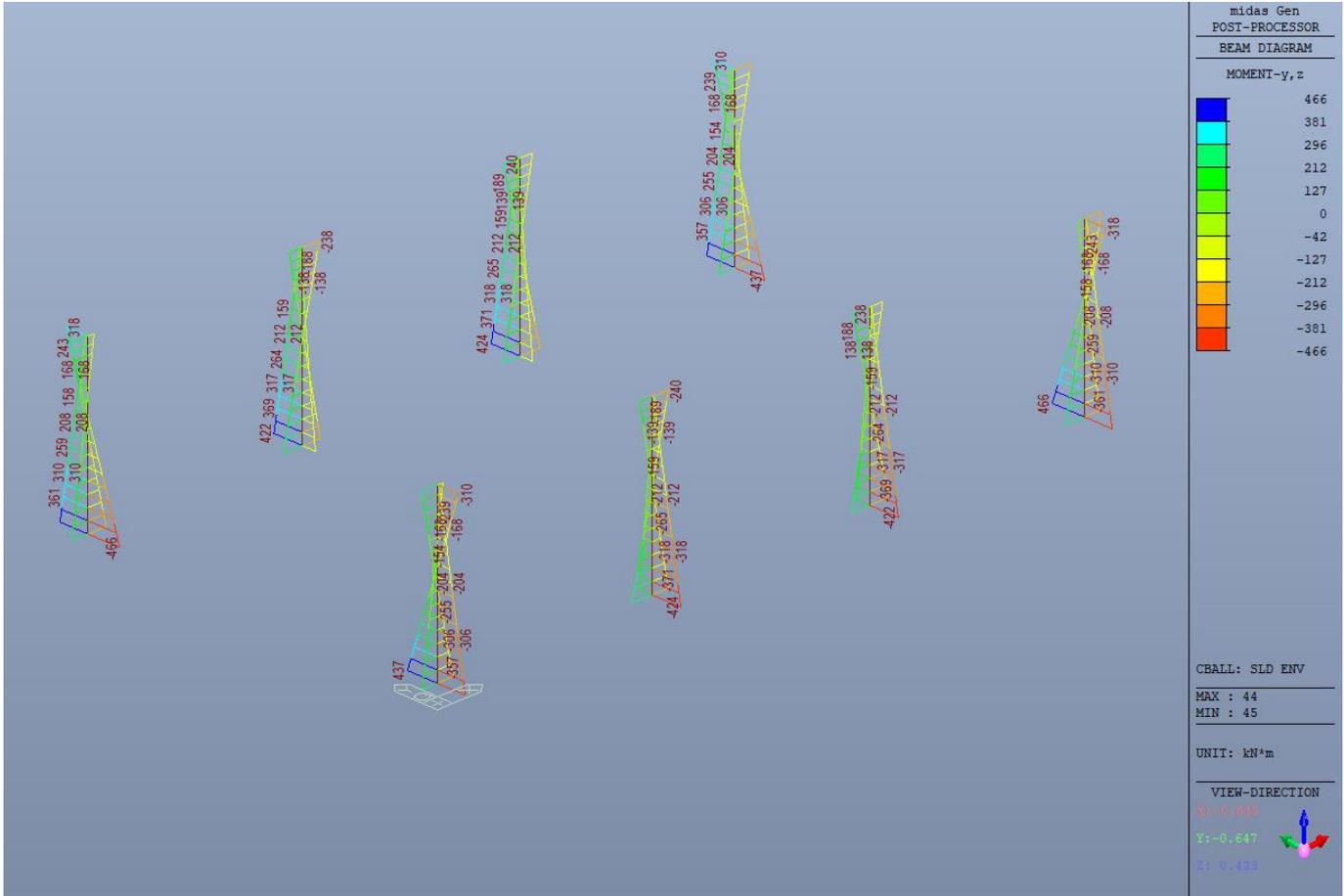


Figura 10-40 Myz sld pilastri

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 105 di 172

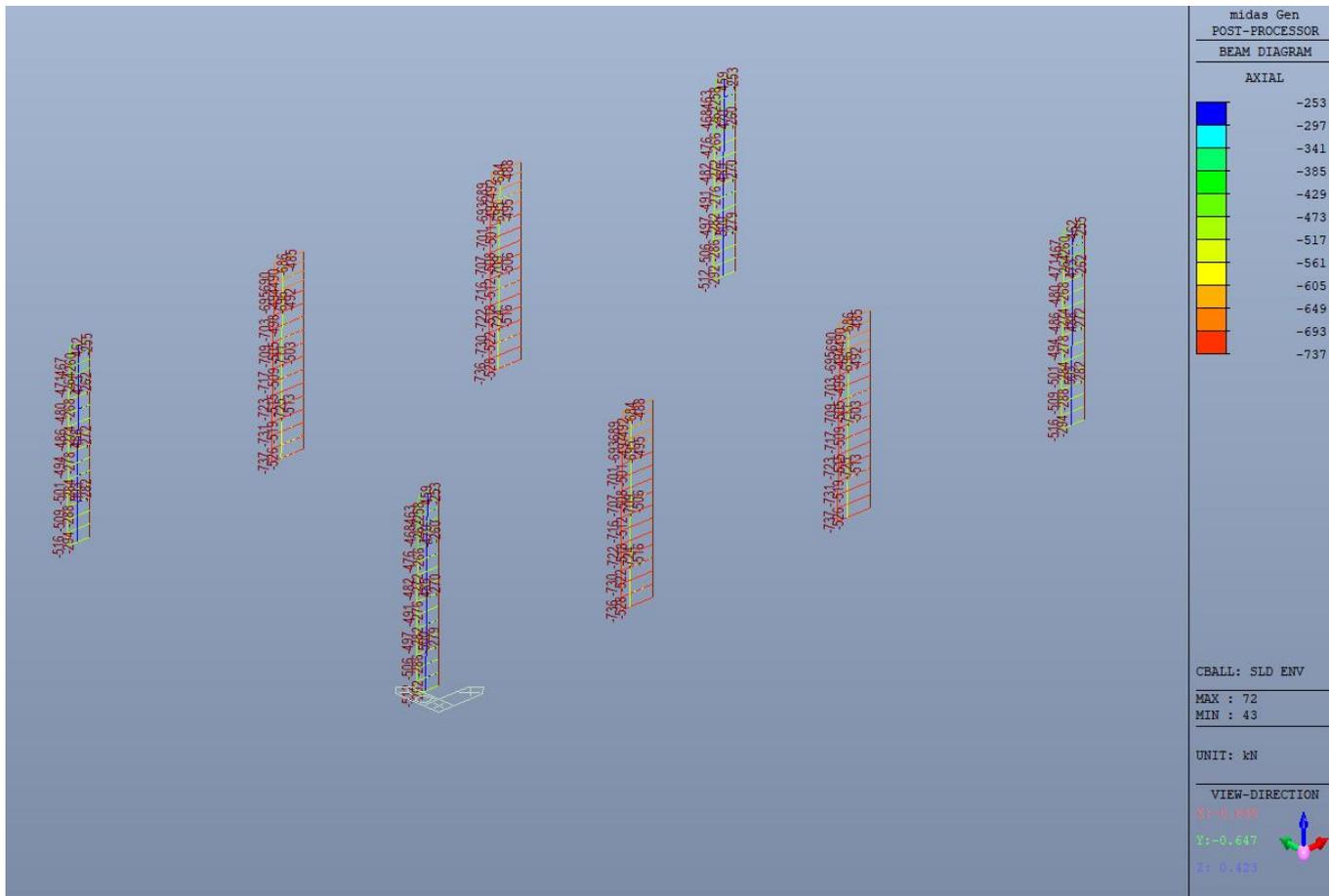


Figura 10-41 N sld pilastri

10.5.2 Materiali

I materiali adottati sono conformi a quanto riportato nel §4.1.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.07 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.2 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.4 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>00</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA01C0 000</td> <td>D</td> <td>106 di 172</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	106 di 172
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	106 di 172													
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo																		

Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0	MPa
Resist. a 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:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 107 di 172

10.5.3 Geometrie e disposizione delle armature

I pilastri hanno una sezione in c.a 60x60 armata con **12Φ24 in testa** disposti come riportato nell'immagine sotto.

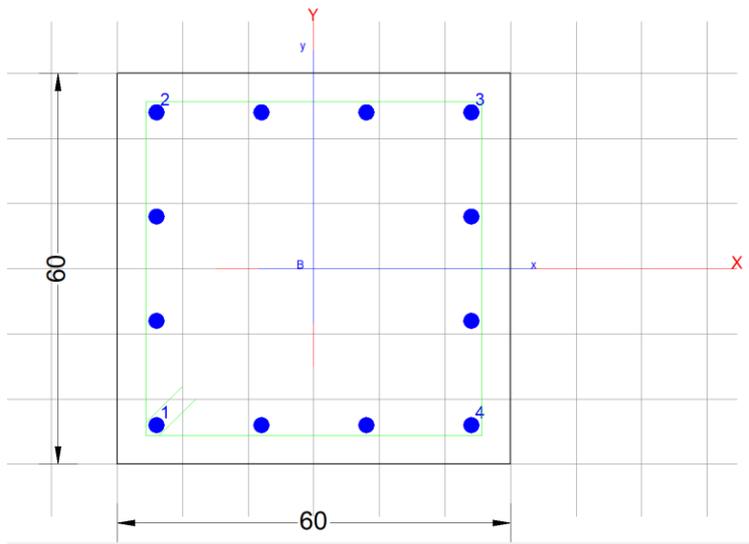


Figura 10-42 Sezione di testa

Per la sezione al piede l'armatura sarà **12Φ28+12 Φ24** disposti nella lungo la direzione lunga, come riportato nell'immagine sotto, sia alla base che alla testa del pilastro.

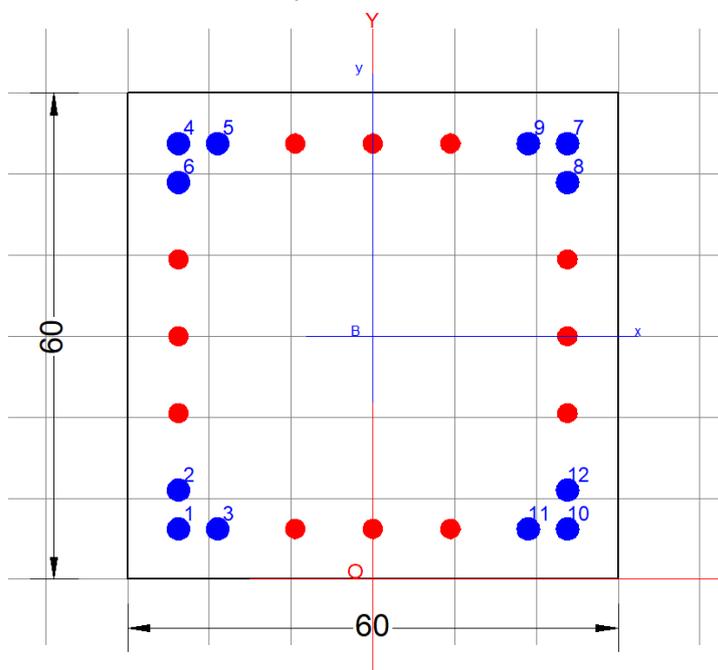


Figura 10-43 Sezione di base e di testa

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 108 di 172

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
68	SLV 14	J[66]	-439.27	-208.63	50.48	-11.83	-7.70	-398.79
68	SLV 8	J[66]	-555.16	-36.90	-166.46	-7.77	-477.00	-251.83
67	SLV 1	J[65]	-466.02	33.19	210.74	2.62	527.51	-27.02
46	SLV 1	I[30]	-507.04	63.87	231.59	2.62	647.00	372.50
44	SLV 9	I[13]	-260.1	300.66	95.28	12.10	212.35	1136.97
72	SLV 17	J[70]	-116.04	42.33	77.99	5.58	55.68	247.85
68	RARA 10	J[66]	-252.73	-3.38	50.17	0.24	-103.85	-87.23
68	RARA 13	J[66]	-258.86	8.92	44.33	-0.17	-130.07	-60.32
68	RARA 16	J[66]	-234.39	12.05	-6.25	-0.83	-22.78	-73.88
68	FREQ3	J[66]	-236.37	14.03	28.79	-0.46	-94.15	-68.71
68	QP1	J[66]	-230.52	10.88	16.55	-0.48	-68.38	-66.76
42	RARA 11	I[5]	-573.74	-32.27	13.73	-0.33	33.27	-173.18
44	RARA 13	I[13]	-304.99	8.92	44.33	-0.17	97.13	-14.58
48	RARA 16	I[38]	-275.50	4.30	-6.90	-0.24	-56.79	73.55
42	FREQ 3	I[5]	-514.03	-20.27	3.52	0.37	5.15	-112.79
44	FREQ 3	I[13]	-282.49	14.03	28.79	-0.46	53.41	3.18
48	FREQ 3	I[38]	-280.16	-11.10	25.91	0.51	44.61	7.37
42	QP 1	I[5]	-519.64	-22.71	8.37	0.41	18.72	-125.60
44	QP 1	I[13]	-276.65	10.88	16.55	-0.48	16.43	-10.98
48	QP 1	I[38]	-274.69	-8.42	14.12	0.52	9.02	19.86

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 109 di 172

Verifiche a pressoflessione deviata pilastro interno

10.5.3.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI TESTA:

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	60.0
3	30.0	60.0
4	30.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-23.8	6.2	24
2	-23.8	53.8	24
3	23.8	53.8	24
4	23.8	6.2	24

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	2	24
2	1	2	2	24
3	2	3	2	24
4	4	3	2	24

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	439.30	8.00	398.80	0.00	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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 110 di 172

2	555.00	477.00	251.00	0.00	0.00
3	466.00	527.00	27.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	1.00	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	252.00	103.00	87.00
2	258.00	130.00	60.00
3	234.00	22.00	74.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	236.00	94.00 (96.33)	69.00 (70.71)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	230.00	68.00 (87.72)	66.00 (85.14)
2	0.00	16.43 (84.69)	11.00 (56.70)
3	274.00	9.00 (0.00)	19.86 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.5	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
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

APPALTATORE: Consortio 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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 111 di 172

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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	439.30	8.00	398.80	439.21	12.37	616.69	1.55	54.3(10.8)
2	S	555.00	477.00	251.00	554.94	530.42	281.70	1.11	54.3(10.8)
3	S	466.00	527.00	27.00	466.16	616.91	30.49	1.17	54.3(10.8)
4	S	0.00	0.00	1.00	0.00	0.02	522.92	522.92	54.3(10.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	30.0	60.0	0.00195	23.8	53.8	-0.00997	-23.8	6.2
2	0.00350	30.0	60.0	0.00249	23.8	53.8	-0.00529	-23.8	6.2
3	0.00350	30.0	60.0	0.00202	23.8	53.8	-0.00935	-23.8	6.2
4	0.00350	30.0	60.0	0.00140	23.8	53.8	-0.01472	-23.8	6.2

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	0.000245418	0.000004923	-0.004157926	----	----
2	0.000055449	0.000107934	-0.004639518	----	----
3	0.000009495	0.000229375	-0.010547346	----	----
4	0.000338710	0.000000014	-0.006662101	----	----

10.5.3.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI BASE:

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 112 di 172

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	60.0
3	30.0	60.0
4	30.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-23.8	6.2	28
2	-23.8	11.0	28
3	-19.0	6.2	28
4	-23.8	53.8	28
5	-19.0	53.8	28
6	-23.8	49.0	28
7	23.8	53.8	28
8	23.8	49.0	28
9	19.0	53.8	28
10	23.8	6.2	28
11	19.0	6.2	28
12	23.8	11.0	28

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	12	8	3	24
2	2	6	3	24
3	5	9	3	24
4	3	11	3	24

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	507.00	647.00	372.00	0.00	0.00
2	260.00	212.35	1136.00	0.00	0.00

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

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 113 di 172

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	573.00	33.00	173.00
2	305.00	97.00	15.00
3	275.00	57.00	73.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	514.00	5.00 (15.97)	113.00 (361.03)
2	282.00	53.00 (421.59)	3.00 (23.86)
3	280.00	44.60 (429.87)	7.00 (67.47)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x 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	519.00	18.72 (42.03)	125.00 (280.65)
2	276.65	16.43 (0.00)	11.00 (0.00)
3	274.00	9.00 (0.00)	19.86 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 114 di 172

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	507.00	647.00	372.00	507.15	961.45	552.77	1.49	128.2(10.8)
2	S	260.00	212.35	1136.00	260.20	211.99	1137.80	1.00	128.2(10.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	30.0	60.0	0.00262	23.8	53.8	-0.00414	-23.8	6.2
2	0.00350	30.0	60.0	0.00242	23.8	53.8	-0.00585	-23.8	6.2

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	0.000055159	0.000086821	-0.003364064	----	----
2	0.000144015	0.000029858	-0.002611928	----	----

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 115 di 172

10.5.3.3 VERIFICHE A TAGLIO

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici o fragili dovuti al taglio, per quanto concerne la verifica a taglio del pilastro si utilizza il valore massimo tra il taglio di calcolo dedotto dall'output del modello di calcolo e quello che si ottiene dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore $M^{s}_{C,Rd}$ ed inferiore $M^{i}_{C,Rd}$ secondo l'espressione:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M^{s}_{C,Rd} + M^{i}_{C,Rd}}{l_p}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.10$ per strutture in CD"B";

$M^{s}_{C,Rd} = 1152$ $M^{i}_{C,Rd} = 552$ kNm

$l_p = 5.5$ m

$V_{Ed} = 341$ kN

Dalla tabella di cui al §10.5.1 si evince che il taglio massimo $V_y = 309$ kN pertanto le verifiche a taglio saranno condotte con **$V_{Ed} = 341$ kN**.

Le verifiche vengono condotte considerando staffe $\Phi 10/100$ mm con l'aggiunta di spilli $\Phi 10/100$.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 116 di 172

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 600$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 600$	mm altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza
$c = 40$	mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$	MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1,50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 0$	\emptyset	$= 0,00$ cm ²
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	\emptyset	$0 = 0,00$ cm ²
$d = 560$	mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	\emptyset	$0 = 0,00$ cm ²
$f_{cd} = 18,13$	MPa resist. di calcolo			$0,00$ cm ²

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 315,0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,598 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,400$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,000 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 0,0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 134,3 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 134,3 \text{ kN} \text{ assunto pari alla resistenza minima}$$

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

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 45,0^\circ \text{ inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90,0^\circ \text{ inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 3 \text{ passo } 10 \text{ cm} = 0,236 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg\alpha + \cotg\theta) \times \text{sen}\alpha \quad V_{Rsd} = 464,7 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9,07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1,000 \text{ coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg\alpha + \cotg\theta) / (1 + \cotg^2\alpha) \quad V_{Rcd} = 1370,9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 464,7 > 315,0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1,5$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 117 di 172

10.5.3.4 VERIFICHE A TORSIONE

Vista la ridotta entità delle sollecitazioni torsionali la verifica può essere opportunamente trascurata poiché risulta implicitamente soddisfatta e non dimensionante.

10.5.3.5 VERIFICHE LIMITAZIONE ARMATURA

Rc sec calcola in automatico i rapporti di armatura nella sezione che risultano tutti soddisfatti.

10.5.3.6 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO -SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

10.5.3.6.1 Verifiche per la sezione di testa

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.79	30.0	60.0	-104.2	-23.8	6.2	248	4.5
2	S	6.74	30.0	60.0	-109.3	-23.8	6.2	306	9.0
3	S	3.33	30.0	60.0	-40.3	-23.8	6.2	282	9.0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.80	30.0	60.0	-86.5	-23.8	6.2	244	4.5

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

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
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

APPALTATORE: Conorzio 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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 118 di 172

1 S -0.00053 0 0.500 24.0 50 0.00026 (0.00026) 390 0.101 (0.40) 96.33 70.71

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.72	30.0	60.0	-63.6	-23.8	6.2	222	4.5
2	S	1.01	30.0	60.0	-22.8	-23.8	6.2	351	9.0
3	S	1.24	30.0	60.0	2.0	-23.8	6.2	---	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00040	0	0.500	24.0	50	0.00019 (0.00019)	370	0.071 (0.30)	87.72	85.14
2	S	-0.00014	0	0.500	24.0	50	0.00007 (0.00007)	328	0.022 (0.30)	84.69	56.70
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

10.5.3.6.2 Verifiche per la sezione di base

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

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 conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [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	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.81	30.0	60.0	-39.5	-23.8	6.2	214	12.3
2	S	2.61	30.0	60.0	-22.2	-23.8	6.2	257	16.8
3	S	2.96	30.0	60.0	-27.4	-23.8	6.2	161	18.5

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.96	30.0	60.0	-13.5	-23.8	6.2	152	6.2
2	S	1.45	30.0	60.0	-4.5	-23.8	6.2	185	12.3
3	S	1.36	30.0	60.0	-2.9	-23.8	6.2	145	6.2

COMBINAZIONI FREQUENTI 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

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA										
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 119 di 172	

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	-0.00010	0	0.500	28.0	48	0.00004 (0.00004)	280	0.011 (0.40)	15.97	361.03
2	S	-0.00004	0	0.500	28.0	48	0.00001 (0.00001)	235	0.003 (0.40)	421.59	23.86
3	S	-0.00003	0	0.500	28.0	48	0.00001 (0.00001)	275	0.002 (0.40)	429.87	67.47

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.48	30.0	60.0	-20.9	-23.8	6.2	179	12.3
2	S	0.94	30.0	60.0	2.3	-23.8	6.2	---	---
3	S	0.95	30.0	60.0	2.0	-23.8	6.2	---	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00015	0	0.500	28.0	48	0.00006 (0.00006)	232	0.015 (0.30)	42.03	280.65
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.30)	0.00	0.00

10.5.4 Verifiche di instabilità per elementi snelli

Il massimo sforzo assiale riportato nel §10.5.1 è circa 830 kN (di compressione) pertanto;

$$v = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 830000 / (600 \times 600 \times 18.13) = 0.13$$

Il massimo sforzo assiale si ha per la combinazione SLU5 e corrispondono i seguenti momenti di estremità 16kNm e 150 kNm. (vedi figura seguente)

	Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
▶	46	SLU 5	[30]	-830.28	27.08	10.18	-1.90	15.97	149.63
	46	SLU 5	[44]	814.40	27.08	10.18	1.90	15.97	149.63

$$r_m = 16 / (150) = 0.11$$

$$C = 1.7 - 0.11 = 1.59$$

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{v}} = 67.9 > \lambda = 32 \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 120 di 172

10.6 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) siano inferiori a:

- per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura:

$$d_r \leq 2 \times 0.01h / 3 = 0,038 \text{ m}$$

Si riportano gli spostamenti lungo l'asse x per effetto della Comb. – SLOx,

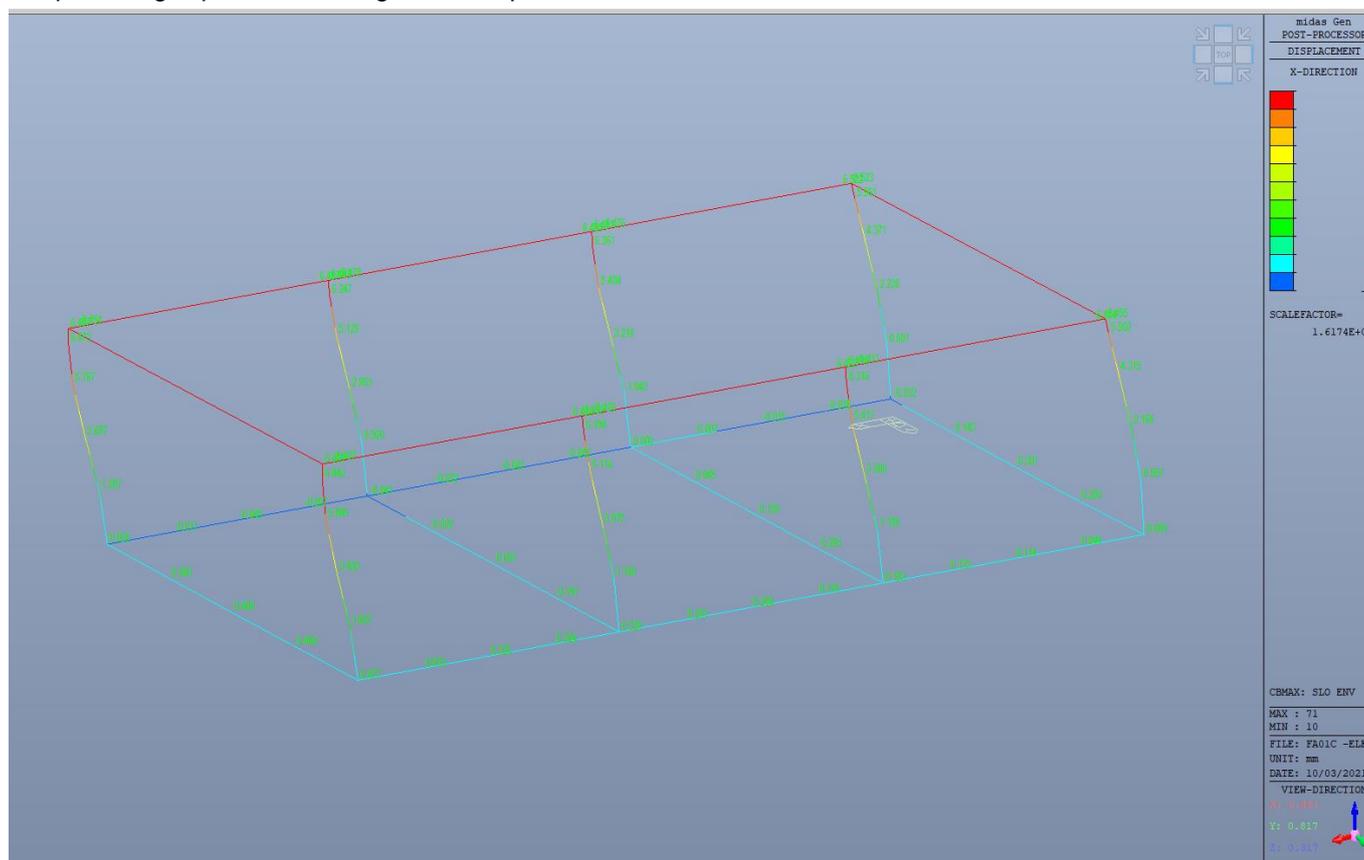


Figura 10-44 Spostamenti orizzontali in direzione X

$$d_r = u_1 = 0,007 \text{ m} < 0,038 \text{ m. VERIFICA SODDISFATTA}$$

Si riportano gli spostamenti lungo l'asse y per effetto della Comb. - SLOy,

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	121 di 172

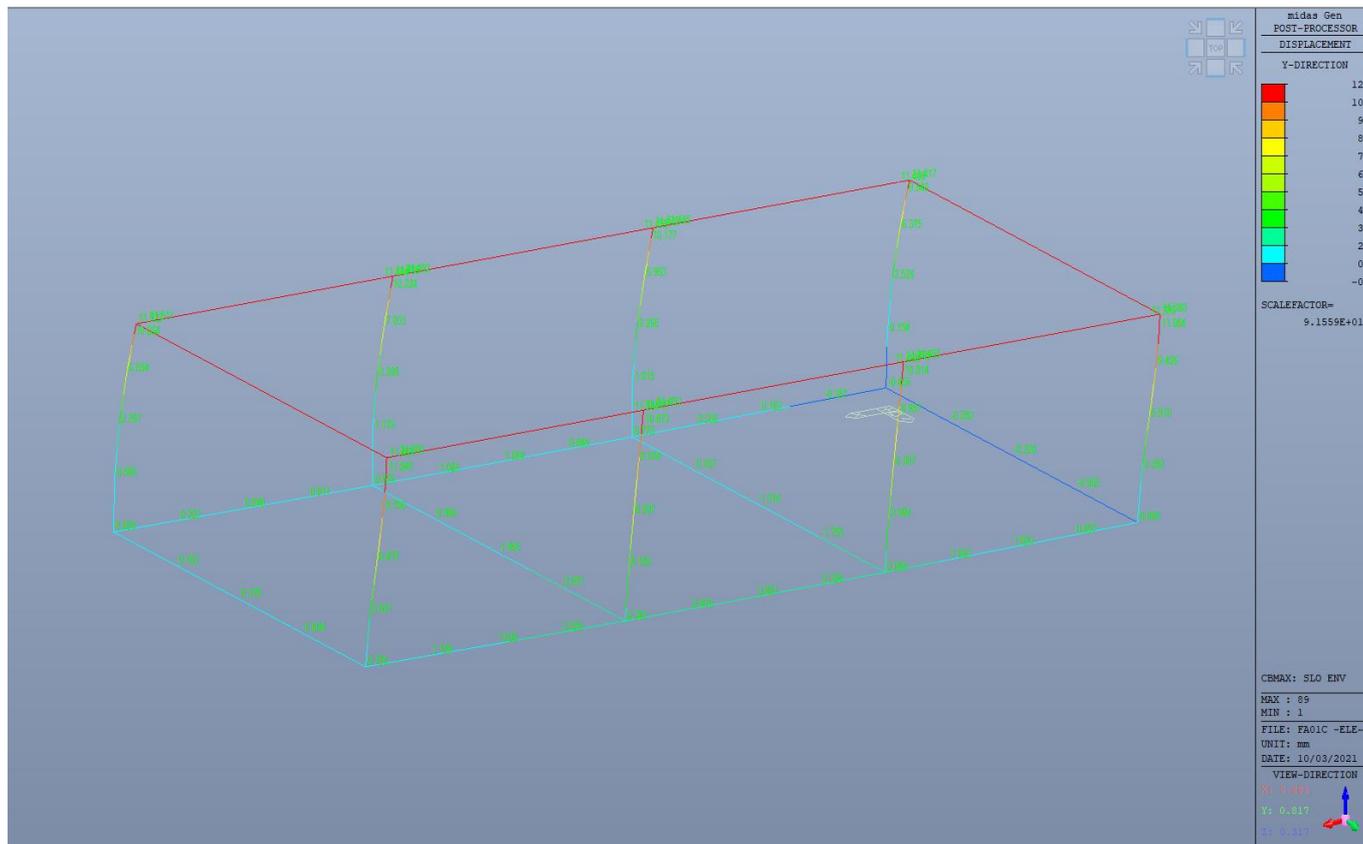


Figura 10-45 Spostamenti orizzontali in direzione Y

$$d_r = u_1 = 0,012 \text{ m} < 0,038 \text{ m. } \underline{\underline{\text{VERIFICA SODDISFATTA}}}$$

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 122 di 172

10.7 VERIFICA DEI NODI

La domanda a taglio agente nel nucleo di calcestruzzo del nodo può essere calcolata in funzione della massima trazione trasferita dall'armatura longitudinale delle travi, secondo le formule 7.4.6 e 7.4.7 delle NTC:

$$V_{jbd} = \gamma_{Rd} \cdot (A_{S1} + A_{S2}) \cdot f_{yd} - V_c$$

$$V_{jbd} = \gamma_{Rd} \cdot A_{S1} \cdot f_{yd} - V_c$$

Rispettivamente per nodi interni ed esterni, in cui per il valore di γ_{Rd} si veda la Tab. 7.2.I (1.1 per CDB) , A_{S1} ed A_{S2} sono rispettivamente l'area dell'armatura superiore ed inferiore della trave e V_c è la forza di taglio nel pilastro al di sopra del nodo, derivante dall'analisi in condizioni sismiche.

La verifica del nodo si basa su un meccanismo a traliccio che, a seguito della fessurazione diagonale, genera contemporaneamente un meccanismo di taglio-compressione e di taglio-trazione. I controlli da effettuare sono basati su entrambi i meccanismi. Per la verifica a taglio-compressione si deve controllare che nel puntone diagonale non si superi la resistenza a compressione del calcestruzzo, secondo la seguente relazione:

$$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$$

$$\eta = \alpha_j \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

ed α_j è un coefficiente che vale 0,6 per nodi interni e 0,48 per nodi esterni, v_d è la forza assiale nel pilastro al di sopra del nodo, normalizzata rispetto alla resistenza a compressione della sezione di solo calcestruzzo, h_{jc} è la distanza tra le giaciture più esterne delle armature del pilastro, b_j è la larghezza effettiva del nodo.

Quest'ultima è assunta pari alla minore tra:

- la maggiore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave;
- la minore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave, ambedue aumentate di metà altezza della sezione del pilastro.

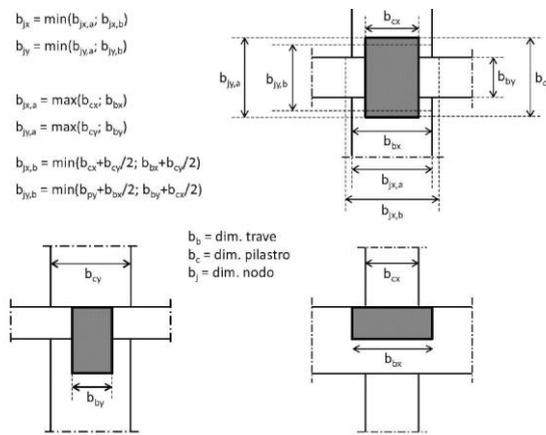


Figura 10-46 larghezza effettiva del nodo

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 123 di 172

Per evitare che la massima trazione diagonale del calcestruzzo ecceda la f_{ctd} deve essere previsto un adeguato confinamento. In assenza di modelli più accurati, si possono disporre nel nodo staffe orizzontali di diametro non inferiore a 6 mm, in modo che:

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd}/(b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$$

in cui A_{sh} è l'area totale della sezione delle staffe e h_{jw} è la distanza tra le giaciture di armature superiori e inferiori della trave.

In alternativa, l'integrità del nodo a seguito della fessurazione diagonale può essere garantita integralmente dalle staffe orizzontali se:

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni}$$

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni}$$

dove per il valore di γ_{Rd} si veda la Tab. 7.2.I, A_{s1} ed A_{s2} hanno il valore visto in precedenza, v_d è la forza assiale normalizzata agente al di sopra del nodo, per i nodi interni, al di sotto del nodo, per i nodi esterni.

Essendo la struttura in classe di duttilità bassa, risulta necessario verificare solamente i nodi non interamente confinati che vengono evidenziati per tipologia nella figura seguente:

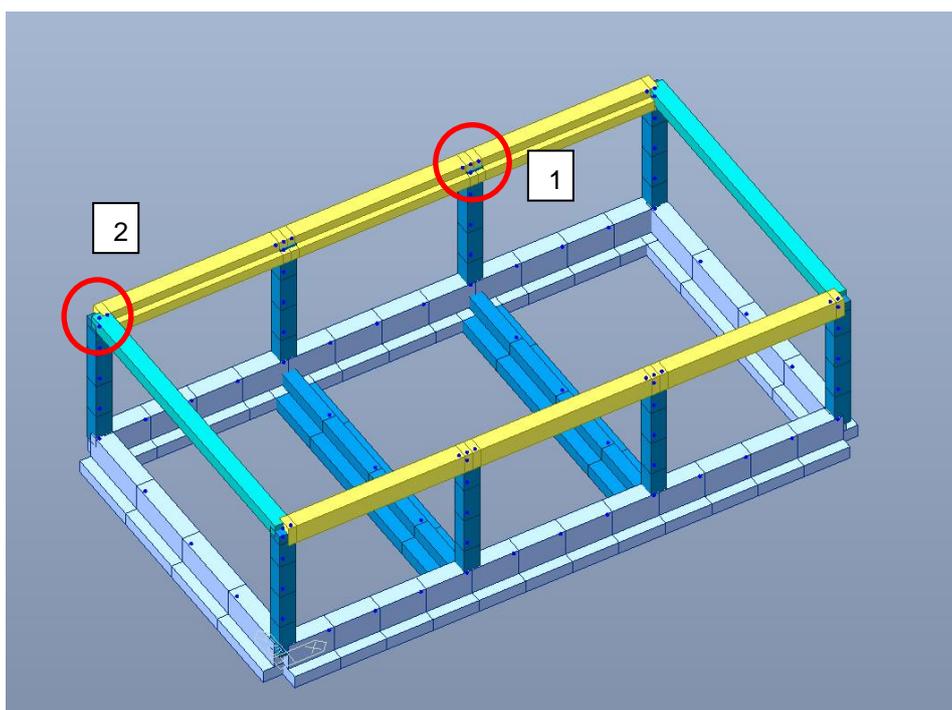


Figura 10-47 Nodi oggetto di verifica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 124 di 172

10.7.1 Verifica nodo 1

Si dispongono all'interno del nodo 8 staffe $\Phi 10$ (due bracci) e 5x2 spilli $\Phi 10$ in direzione x, inoltre l'armatura di parete della trave viene piegata a formare una moietta per contribuire al confinamento del nodo nella direzione x.

10.7.1.1 VERIFICA IN DIREZIONE X:

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI	
STAFFE NEL NODO	8	10	79	2	
SPILLI IN DIREZIONE X	8	10	79	2	totale Ash
Armatura facce verticali TRAV	2	18	254	2	3529

Nodo di bordo direzione sisma x			
AS1	1809 mm ²	4	24
AS2	1256 mm ²	4	20
Ash	3529 mm ²	0	0
fywd	391,3		
fyd	391,3		
N	0 kN		
HcY	600 mm		
HcX	600 mm		
hjc	500 mm		
Ht	750 mm		
σ	0,00 MPa		
fck	32		
fcd	18,13		
fctd	1,35		
vd	0,000		
yrd	1,1		
c	50		
μ	0,52		
α	0,6		
VC	0 taglio sopra nodo		

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 125 di 172

H NODO (Parallela dir.sisma)		L NODO (ortogonale dir.sisma)			
h _{jw}	650 mm	b _{jY}	600 mm		
		b _{jx}	600 mm		
		b _{jxa}	600	b _{jxb}	900
		b _{jya}	600	b _{jyb}	900
		b _{cx}	600 mm		
		b _{cy}	600 mm		
		b _{bx}	600 mm		
		b _{by}	600 mm		

V_{jbd}				FS
verifica puntone compresso	1319113 N	<	2692800	VERO
$| V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$				
	1319			
verifica taglio trazione				
$| \frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$				0,27
	.2928,38			FALSO
nodo fessurato	3529 N	>	3371	VERO
$| \begin{array}{l} A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni} \\ A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni} \end{array}$				

Il nodo risulta verificato.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 126 di 172

10.7.2 Verifica nodo 2

Si dispongono all'interno del nodo 6 staffe $\Phi 10$ (due bracci) e 6x3 spilli $\Phi 12$ in direzione y e 6x2 spilli $\Phi 10$ in direzione x, inoltre l'armatura di parete della travi viene piegata a formare una moietta per contribuire al confinamento del nodo in entrambe le direzioni.

10.7.2.1 VERIFICA IN DIREZIONE X:

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI		
STAFFE NEL NODO	6	10	79	2		
SPELLI IN DIREZIONE X	6	10	79	2	totale Ash	
Armatura facce verticali TRAV	2	16	201	1	2286	mm2

Nodo di bordo direzione sisma X				
AS1	1809	mm2	4	24
AS2	0	mm2	0	20
Ash	2286	mm2	0	24
fywd	391,3			
fyd	391,3			
N	116	kN		
Hcx	600	mm		
Hcy	600	mm		
hjc	500	mm		
Ht	750	mm		
σ	0,39	MPa		
fck	32			
fcd	18,13			
fctd	1,35			
vd	0,021			
γ_{rd}	1,1			
c	50			
μ	0,42			
α	0,48			
VC	0	taglio sopra nodo		

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 127 di 172

H NODO (Parallela dir.sisma)		L NODO (ortogonale dir.sisma)			
h _{jw}	650 mm	b _{jx}	600 mm		
		b _{jy}	600 mm		
		b _{jxa}	600	b _{jxb}	900
		b _{jya}	600	b _{jyb}	900
		b _{cx}	600 mm		
		b _{cy}	600 mm		
		b _{bx}	600 mm		
		b _{by}	600 mm		

V_{jbd}				FS
verifica puntone compresso	778493 N	<	2218208	VERO
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$			778	
verifica taglio trazione	2285,92	>	2519,09	FALSO
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$				
nodo fessurato	2286 N	>	1956	VERO
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$				
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$				
				1,17

10.7.2.2 VERIFICA IN DIREZIONE Y:

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI	
STAFFE NEL NODO	6	10	79	2	
SPELLI IN DIREZIONE X	6	12	113	3	totale Ash
Armatura facce verticali TRAV	2	16	201	1	3379 mm ²

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 128 di 172

Nodo di bordo direzione sisma Y				
AS1	2713	mm2	6	24
AS2	0	mm2	0	20
Ash	3379	mm2	0	24
fywd	391,3			
fyd	391,3			
N	116	kN		
Hcx	600	mm		
Hcy	600	mm		
hjc	500	mm		
Ht	500	mm		
σ	0,39	MPa		
fck	32			
fcd	18,13			
fctd	1,35			
vd	0,021			
γrd	1,1			
c	50			
μ	0,41856			
α	0,48			
VC	0 taglio sopra nodo			

H NODO (Parallela dir sisma)		L NODO (ortogonale dir.sisma)			
h _{jw}	400 mm	b _{jx}	600 mm		
		b _{jy}	600 mm		
		b _{jxa}	600	b _{jxb}	900
		b _{jya}	600	b _{jyb}	900
		b _{cx}	600 mm		
		b _{cy}	600 mm		
		b _{bx}	600 mm		
		b _{by}	600 mm		

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 129 di 172

Vjbd	FS
verifica puntone compresso 1167739 N < 2218208 VERO	1,9
$| V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}} \quad 1168$	
verifica taglio trazione 3378,64 > 4522,982 FALSO	0,75
$| \frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$	
nodo fessurato 3379 N > 2933 VERO	1,15
$| A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni}$	
$| A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni}$	

Il nodo risulta verificato.

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 130 di 172

10.8 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI

Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa corrispondente allo SLV.

Per ciascuno degli impianti principali, gli elementi strutturali che sostengono e collegano i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto tra loro ed alla struttura principale devono avere resistenza sufficiente a sostenere l'azione della Fa corrispondente allo SLV.

Al fine della verifica esemplificativa delle pareti di tamponamento si è fatto riferimento al § 7.2.3 del D.M. 17/01/2018 e al § C7.2.3 della Circolare n. 7 – C.S.LL.PP. del 21/01/2019, in cui si indicano i criteri di progettazione degli elementi strutturali secondari e degli elementi costruttivi non strutturali, tra cui i tamponamenti esterni, che influenzano la risposta strutturale solo attraverso la loro massa ma che risultano comunque significativi ai fini della sicurezza e/o dell'incolumità delle persone.

Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando a tali elementi una forza orizzontale Fa definita come segue:

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

dove:

F_a è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (§ 3.2.1);

W_a è il peso dell'elemento;

q_a è il fattore di struttura dell'elemento;

Per la determinazione di Sa, si farà riferimento a quanto riportato al § C7.2.3 della Circolare n.7 del 21/01/2019, con particolare riferimento alla Formulazione semplificata per costruzioni con struttura a telai, secondo la quale l'accelerazione massima Sa(Ta) può essere determinata attraverso la seguente espressione, rappresentante lo spettro di risposta di piano per l'elemento non strutturale in esame:

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 131 di 172

$$S_a(T_a) = \begin{cases} \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{aT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a < aT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) a_p & \text{per } aT_1 \leq T_a < bT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{bT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a \geq bT_1 \end{cases}$$

dove:

- α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo di tipo A da considerare nello stato limite in esame (§ 3.2.1) e l'accelerazione di gravità g ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sotto suolo e delle condizioni topografiche (§ 3.2.3.2.1);
- T_0 è il periodo fondamentale dell'elemento non strutturale;
- T_1 è il periodo fondamentale della costruzione nella direzione considerata;
- Z è la quota del baricentro del pannello rispetto al piano delle fondazioni;
- H è l'altezza dell'edificio rispetto al piano delle fondazioni;
- a, b, a_p sono i parametri definiti in accordo con il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione (si veda Fig. C7.2.3 e Tabella C7.2.II).

	a	b	a_p
$T_1 < 0,5 \text{ s}$	0,8	1,4	5,0
$0,5 \text{ s} < T_1 < 1,0 \text{ s}$	0,3	1,2	4,0
$T_1 > 1,0 \text{ s}$	0,3	1,0	2,5

Figura 10-48 Tabella C 7.2.II

La norma consente infine di ridurre la domanda sismica S_a su ciascun elemento non strutturale attraverso uno specifico fattore di comportamento q_a :

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 132 di 172

Valori di q_a per elementi non strutturali (cfr. Tab. C7.2.I D.M. 2018)		
Gruppo	Tipologia di elementi non-strutturali	q_a
1	Parapetti o decorazioni aggettanti Insegne e pannelli pubblicitari Comignoli, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	1,0
2	Pareti interne ed esterne Tramezzatura e facciate Comignoli, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggiati sul pavimento Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	2,0

Il periodo di vibrazione dell'elemento non strutturale (T_a) può essere calcolato con la seguente formulazione:

$$T_a = \frac{2 \cdot h^2}{\pi \cdot k^2} \cdot \sqrt{\frac{(L \cdot s) \cdot \gamma}{E \cdot I \cdot g}}$$

dove:

- k è il numero che indica il modo di vibrazione considerato (1,2,3...);
- h è l'altezza del pannello di tamponatura;
- L è la base del pannello di tamponatura;
- s è lo spessore del pannello di tamponatura;
- γ è il peso per unità di volume del pannello di tamponatura;
- E è il modulo elastico del pannello di tamponatura;
- I è il momento di inerzia del pannello di tamponatura per la sezione considerata;
- g è l'accelerazione di gravità.

Si avrà quindi:

γ_m	15 kN/m ³	60% foratura
γ_{bet}	25	
q_a	2	fattore comportamento elemento
p_p	136800 N	peso parete m
p_o	0	peso orrizontamenti
t	300 mm	spessore parete
l	6400 mm	lunghezza parete
h	4750 mm	altezza parete
$F_{a,p}$	79695,91 kN/m	forza inerzia peso parete
α_1	0,063	
F_{s1}	0,14	

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 133 di 172

α	0,346		rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A e acc gravità
S	1,21		SsxSt
Z	2,38		quota baricentro parete , misurata a partire dal piano di fondazione
H	5,75		altezza costruzione
Sa	0,880		accelerazione massima adimensionalizzata 7.8.1.5.4
T1	0,5 s		
C1	0,075		
Ta	0,037 s		
E	30000 Mpa		
I	14400000000 mm ⁴		
g	9810		
k	1		
ap	4		
a	0,3		

La parete in assenza del rinforzo ha moltiplicatore di attivazione del meccanismo di ribaltamento pari a:

$$\alpha_1 = (P_p \cdot t/2) / P_p \cdot h/2 = (t/2) / (h/2) = 0.063$$

La parete, quindi, non risulta in equilibrio in quanto $\alpha_1 / (S_a/q) = 0.14 < 1$

Si considera quindi il l'inserimento di intonaco armato di spessore 4 cm con reti in fibra di vetro di maglia 20x20 mm di caratteristiche tecniche come segue:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	VALORE NOMINALE	TOLLERANZE	NORMATIVA
PESO TESSUTO APPRETTATO	320 g/m ²	+/- 5 %	ISO 3374:2000
PESO TESSUTO GREGGIO	240 g/m ²	+/- 5 %	ISO 3374:2000
CONTENUTO di BLOSSIDO DI ZIRCONIO	> 16 %	-	-
SPESSORE MEDIO TESSUTO APPRETTATO	1,15 mm	+/- 5 %	VIM JCGM 200:2012
DIMENSIONE MAGLIE	20x20 mm	+/- 5 %	VIM JCGM 200:2012
AREA NOMINALE SINGOLO FILO	0,9981 mm ²	-	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
COLORE	ROSSO	-	-
SPESSORE EQUIVALENTE (ordito)	0,0597 mm	+/- 5%	CNR-DT 200 R1/2013
SPESSORE EQUIVALENTE (trama)	0,0597 mm	+/- 5%	CNR-DT 200 R1/2013
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	1,80 %	-	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
LARGHEZZA MEDIA DEL FILO	2,00 mm	-	-
NUMERO FILI IN ORDITO	50	-	-
NUMERO FILI IN TRAMA	50	-	-
ALTEZZA ROTOLO	100/200 cm	-	UNI 9311/2
LUNGHEZZA ROTOLO	50/50 m	-	UNI 9311/2

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 134 di 172

CARATTERISTICHE DI PROGETTO	VALORE NOMINALE	TOLLERANZE	NORMATIVA
DENSITA' VETRO	2,68 g/cm ³	+/- 5 %	-
MODULO ELASTICO VETRO	72.000 N/mm ²	+/- 5%	-
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (ordito) velocità di trazione 1 mm/min	1,116 kN	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (ordito) velocità di trazione 10 mm/min	1,270 kN		SECONDO NORMA ISO 527-4.5 : 1997
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (ordito) velocità di trazione 100 mm/min	1,450 kN		SECONDO NORMA ISO 10406-1:2015 STS-17/0013
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (trama) velocità di trazione 1 mm/min	1,122 kN	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (trama) velocità di trazione 10 mm/min	1,370 kN		SECONDO NORMA ISO 527-4.5 : 1997
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (trama) velocità di trazione 100 mm/min	1,380 kN		SECONDO NORMA ISO 10406-1:2015 STS-17/0013
RESISTENZA A TRAZIONE (ordito) velocità di trazione 1 mm/min	55 kN/m	+/- 5%	-
RESISTENZA A TRAZIONE (ordito) velocità di trazione 10 mm/min	63,5 kN/m		
RESISTENZA A TRAZIONE (ordito) velocità di trazione 100 mm/min	72,5 kN/m		
RESISTENZA A TRAZIONE (trama) velocità di trazione 1 mm/min	55 kN/m	+/- 5%	-
RESISTENZA A TRAZIONE (trama) velocità di trazione 10 mm/min	68,5 kN/m		
RESISTENZA A TRAZIONE (trama) velocità di trazione 100 mm/min	69 kN/m		
SEZIONE RESISTENTE (ordito)	49.905 mm ² /m	+/- 5%	CNR-DT 200 R1/2013
SEZIONE RESISTENTE (trama)	49.905 mm ² /m	+/- 5%	CNR-DT 200 R1/2013
TENSIONE DI ROTTURA (ordito)	1118.33 N/mm ²	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
TENSIONE DI ROTTURA (trama)	1124.20 N/mm ²	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
MODULO ELASTICO RETE (ordito)	66.750 N/mm ²	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
MODULO ELASTICO RETE (trama)	61.680 N/mm ²	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI

Considerando quindi il contributo dell'intonaco si avrà che la parete per ribaltare deve vincere la forza di trazione offerta dalla rete. Si ipotizza una rotazione attorno alla cerniera C tale che si raggiunga la deformazione ultima ϵ_{max} della barra più distante. Alcune barre saranno in fase elastica (F_e) altre in fase plastica (F_p). Si ricava quindi l'altezza h_e che delimita la zona in fase elastica da quella plastica.

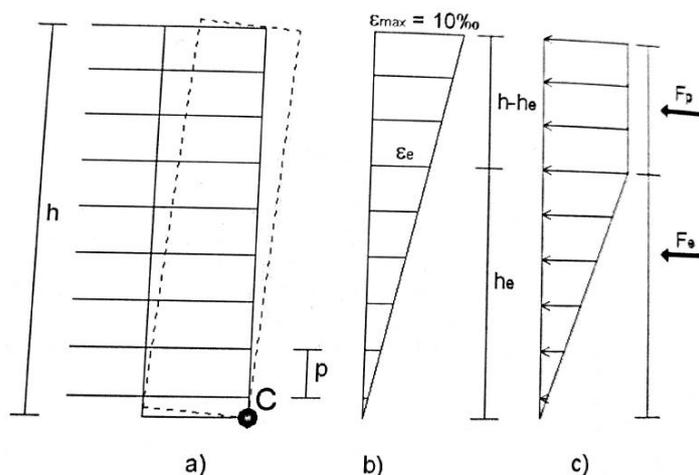


Figura 10-49 Resistenza delle armature (in questa immagine rete elettrosaldata)

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 135 di 172

$$\epsilon_e = f_{yd}/E$$

$$h_e = (\epsilon_e / \epsilon_{max}) * h = f_{yd} * h / (E * \epsilon_{max})$$

dove :

- E= modulo elastico "armatura"
- F_{yd}= resistenza di calcolo
- ϵ_e =deformazione limite elastico barre della rete
- ϵ_{max} = deformazione ultima

Le forze F_e ed F_p sono applicate rispettivamente a una distanza dalla cerniera pari a 2/3h_e ed (h+h_e)/2 e valgono:

$$F_e = (f_{yd} * A / h_e * \gamma_M) * \sum h_i$$

$$F_p = (h - h_e) * f_{yd} * A / (p * \gamma_M)$$

Dove:

- p =dimensione maglia
- A = area singolo filo(barra)
- γ_M = coefficiente di sicurezza
- h_i= quota i-esima armatura rispetto alla cerniera

La parete con intonaco è schematizzabile come segue:

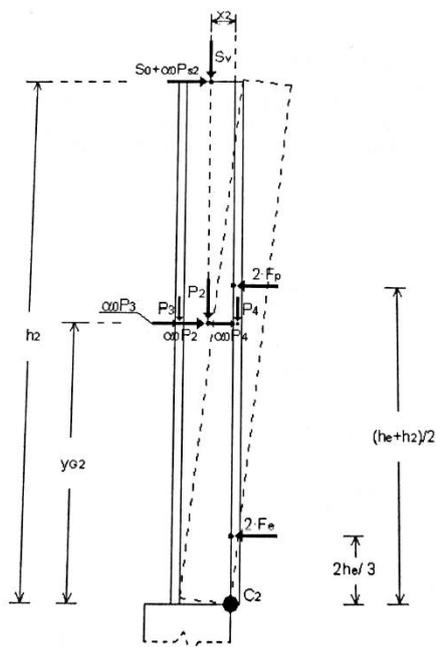


Figura 10-50 schema parete

Il moltiplicatore dei carichi orizzontali in grado di innescare il meccanismo di ribaltamento ha espressione:

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 M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 136 di 172

$$\alpha_0 = \frac{(P_2 + P_{s2}) \frac{t_2}{2} - S_o \cdot h_2 + P_3 \left(t_2 + \frac{t_1}{2} \right) - P_4 \frac{t_1}{2} + F_p (h_2 + h_e) + \frac{4}{3} F_e \cdot h_e}{P_{s2} \cdot h_2 + (P_2 + P_3 + P_4) \cdot y_{G2}} = 1.27$$

Nel caso specifico in esame (in assenza di carichi in testa) si ha:

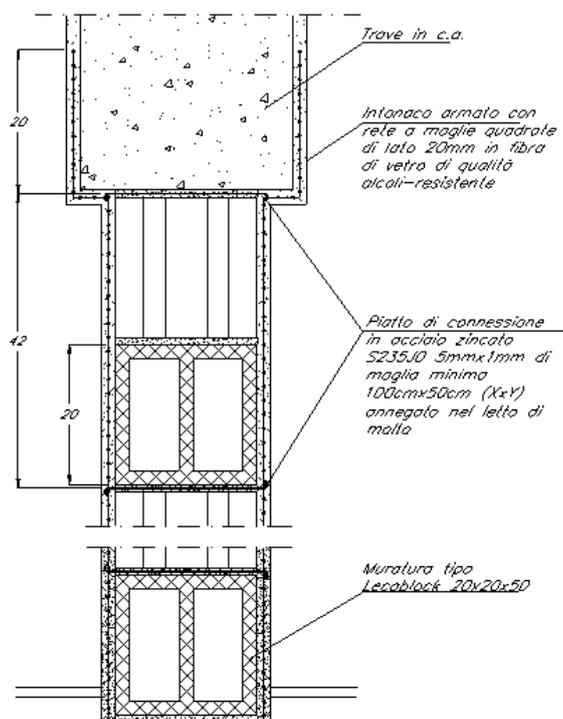
α	0,346	rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A e acc gravità
S	1,21	SsxSt
Z	2,38	quota baricentro parete , misurata a partire dal piano di fondazione
H	5,75	altezza costruzione
Sa	0,807	accelerazione massima adimensionalizzata 7.8.1.5.4
T1	0,5 s	
C1	0,075	
Ta	0,030 s	considerando anche spessore betoncino
E	30000 Mpa	
I	29265066667 mm4	
g	9810	
k	1	
ap	4	
a	0,3	
Ym	15 kN /m3	60% foratura
Ybet	25	
qa	2	fattore comportamento elemento
pp	136800 N	peso parete m
po	0	peso orrizontamenti
t	300 mm	spessore parete
l	6400 mm	lunghezza parete
h	4750 mm	altezza parete
Fa,p	79695,91 kN/m	forza inerzia peso parete
α_1	0,063	
A	0,9981 mm2	Area singola barra
emax	0,018	
fyd	1124 Mpa	res. Trazione
E	72000 Mpa	modulo elastico rete
p	20 mm	passo maglia
tbet	40 mm	spessore intonaco
P1=P2	30400 N	peso lastra intonaco
Yf	2	fattore di sicurezza
he	4120 mm	
Fp	17681 N	
Fe	57490 N	
α_0	1,070	
Fs	2,65	

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 137 di 172

Come si evince dai calcoli riportati la parete non sarebbe in grado di sostenere il momento ribaltante dovuto al sisma. Per evitare ciò si inseriscono appunto reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento di elementi di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm. Inoltre, i connettori trasversali devono essere posizionati su tutta la parete sfalsati e ve ne devono essere almeno 4/m². La tipologia e il numero dei tasselli trasversali dipenderà dal sistema utilizzato dal produttore. In questo modo il ribaltamento è impedito così come l'espulsione di eventuali parti della parete.

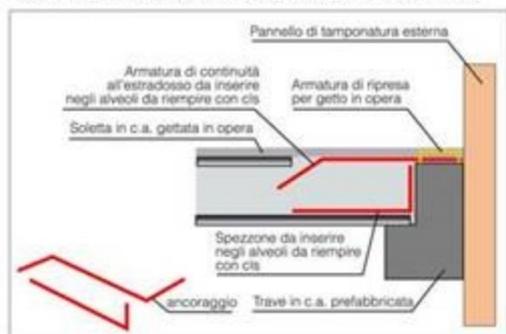
Per maggiore chiarezza e pratica applicazione è stato predisposto un dettaglio di collegamento della tamponatura alla struttura come intervento di riferimento.

Di seguito si riporta lo schema dell'intervento previsto, da riadattarsi caso per caso alla geometria delle tramezzature interessate.



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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 139 di 172

SCHEMA DI CONTINUITA' ALL'ESTREMITA'



Per il dimensionamento si considera lo schema incastro - incastro per massimizzare il momento negativo in appoggio, i carichi agenti sono i carichi permanenti pari a 3.4 kN/m² e accidentali pari 0.5 kN/m².

Si avrà quindi :

$$M = ql^2/12 = (3.9 \cdot 1.5) \cdot 11.6^2/12 = 65 \text{ kNm}$$

$$V = ql/2 = 34 \text{ kN}$$

$$A_s = Msd/0.9d \cdot f_{yk} = 65 \cdot 10^6 / 0.9 \cdot 260 \cdot 391.3 = 710 \text{ mm}^2$$

Si dispongono per tanto 5 ϕ 14/m.

Per quanto riguarda l'armatura al lembo inferiore:

$$f_{yv} = ((450/1.15)/3)^{0.5} = 226 \text{ Mpa}$$

$$V_{rd} = 113 \cdot 0.6 \cdot 226 \cdot 10^{-3} = 15.3 \text{ kN}$$

Si dispongono per tanto 3 ϕ 12/m.

11 VERIFICA DELLE FONDAZIONI

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un grigliato di travi rovesce disposte lungo il perimetro dell'edificio e internamente per collegare tutti i pilastri. Le travi perimetrali hanno sezione a "T" rovescia con altezza

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 140 di 172

1.50 m e larghezza 1.50 m. Quelle interne hanno altezza 1.00m e larghezza alla base 1.50m. Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 0.15 m debordante l'impronta delle fondazioni di 0.15 m.

11.1 CRITERI DI VERIFICA

Nelle verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione. Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche con fattore di struttura pari a 1.5.

Inoltre, sono state eseguite le verifiche a fessurazione e delle tensioni di esercizio per le combinazioni relative allo SLE.

11.2 TRAVI DI FONDAZIONE

11.2.1 Verifiche strutturali

11.2.1.1 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi rovesce di fondazione. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

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		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo		IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	141 di 172

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD (non riportate nel presente documento) sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif.[1].

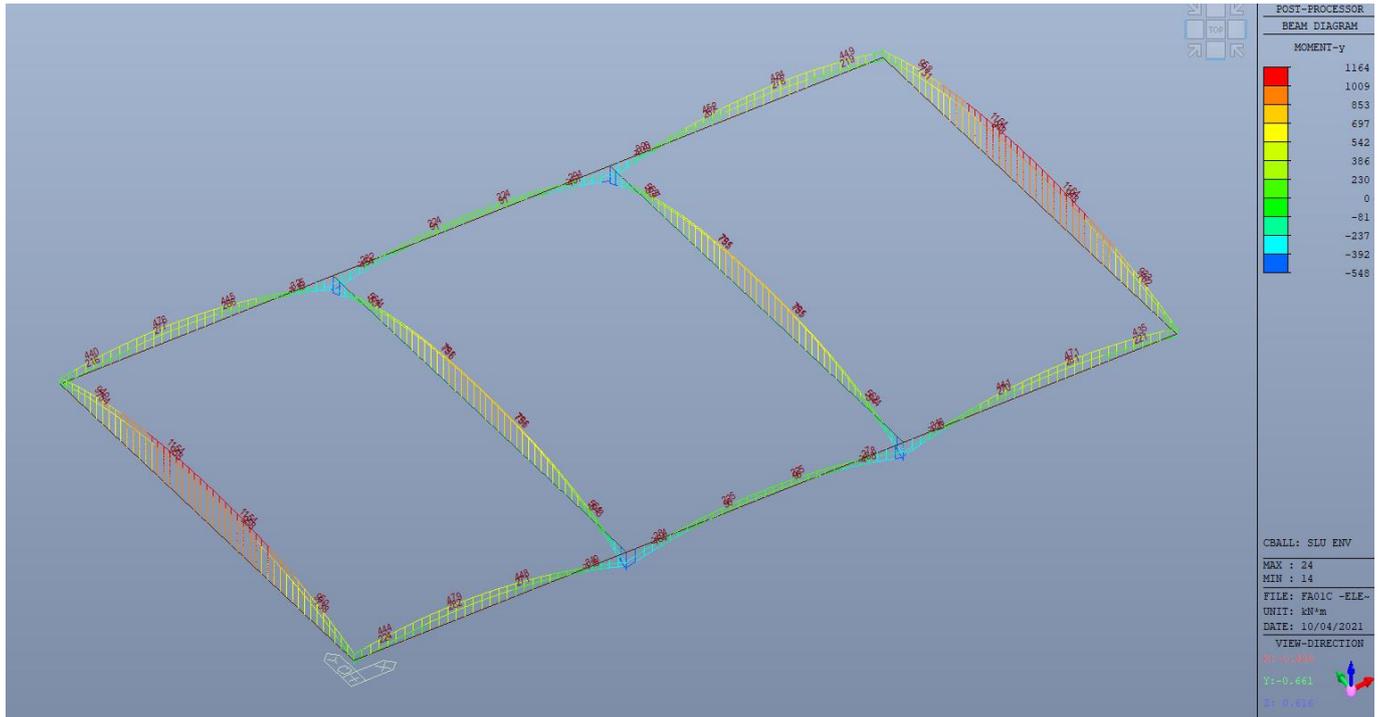


Figura 11-1 Diagrammi di momento travi di fondazione SLU My (kNm)

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	142 di 172

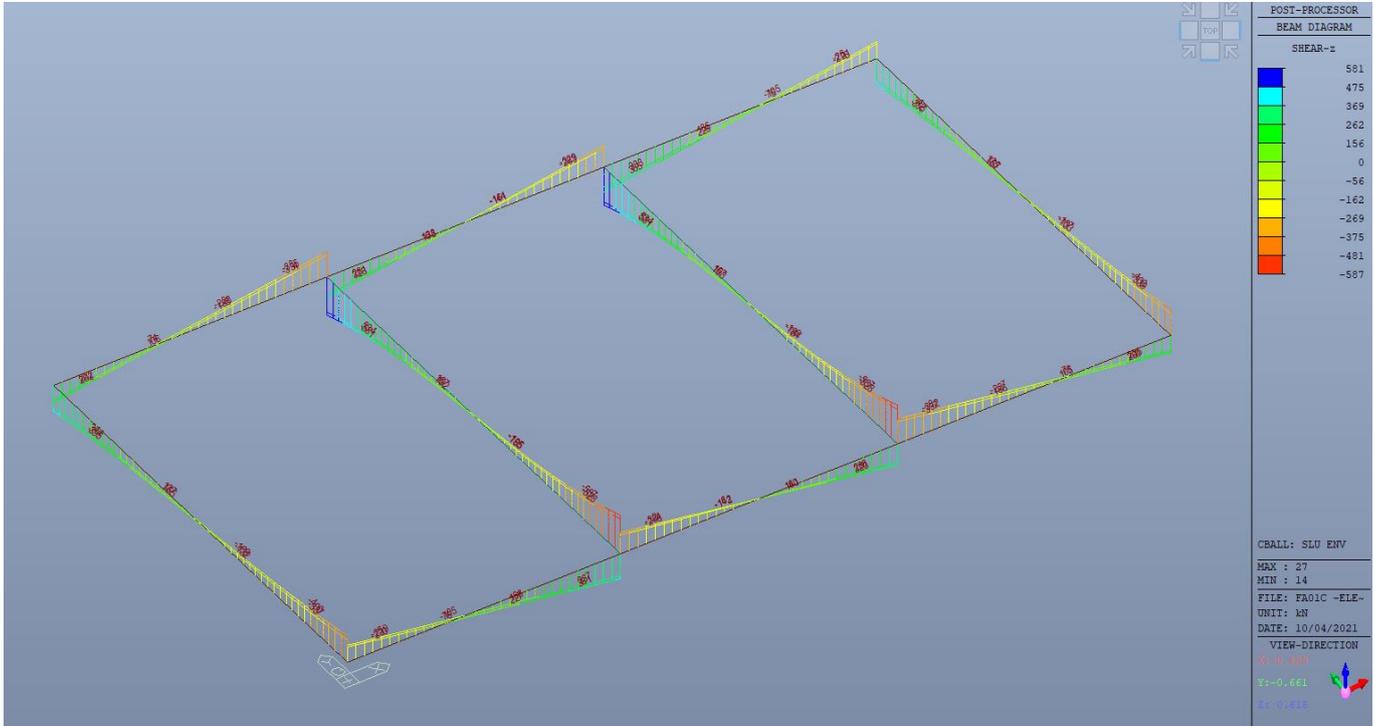


Figura 11-2 Diagrammi di taglio travi di fondazione SLU Vz (kN)

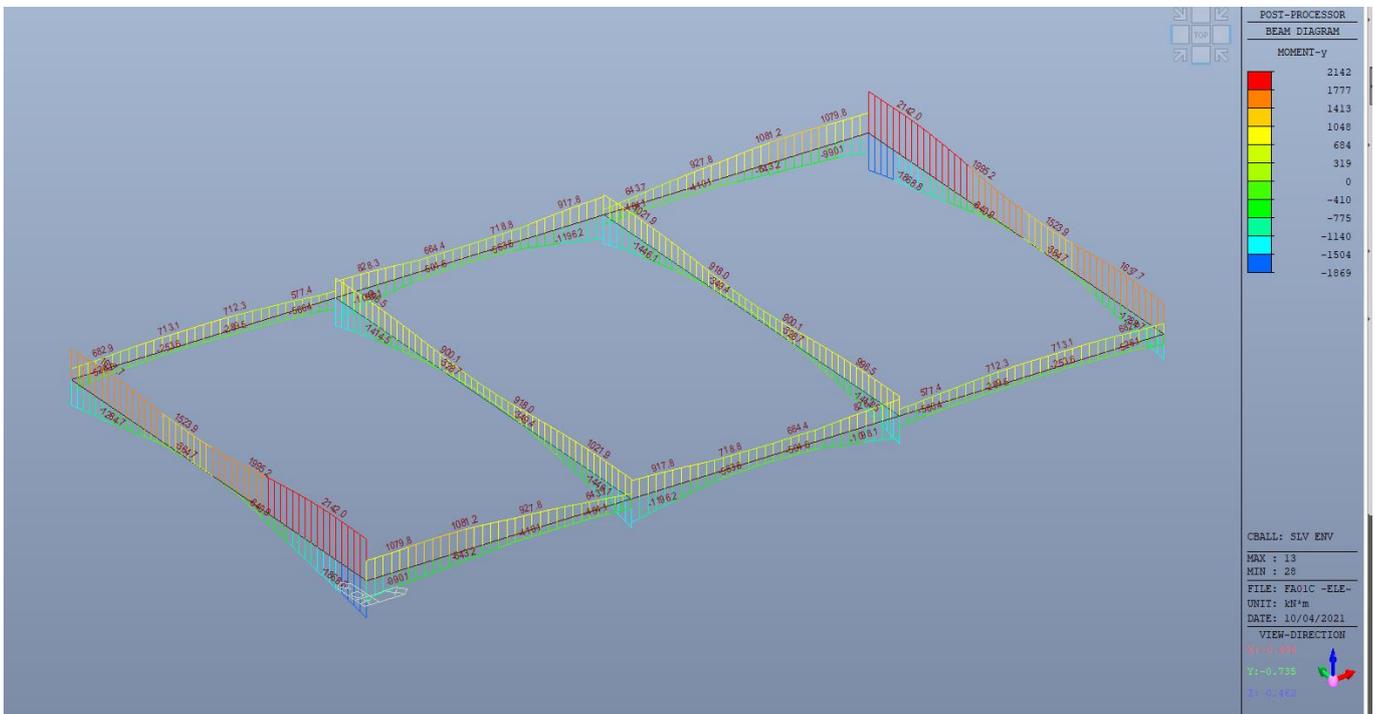


Figura 11-3 Diagrammi di momento travi di fondazione SLV My (kNm)

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 143 di 172

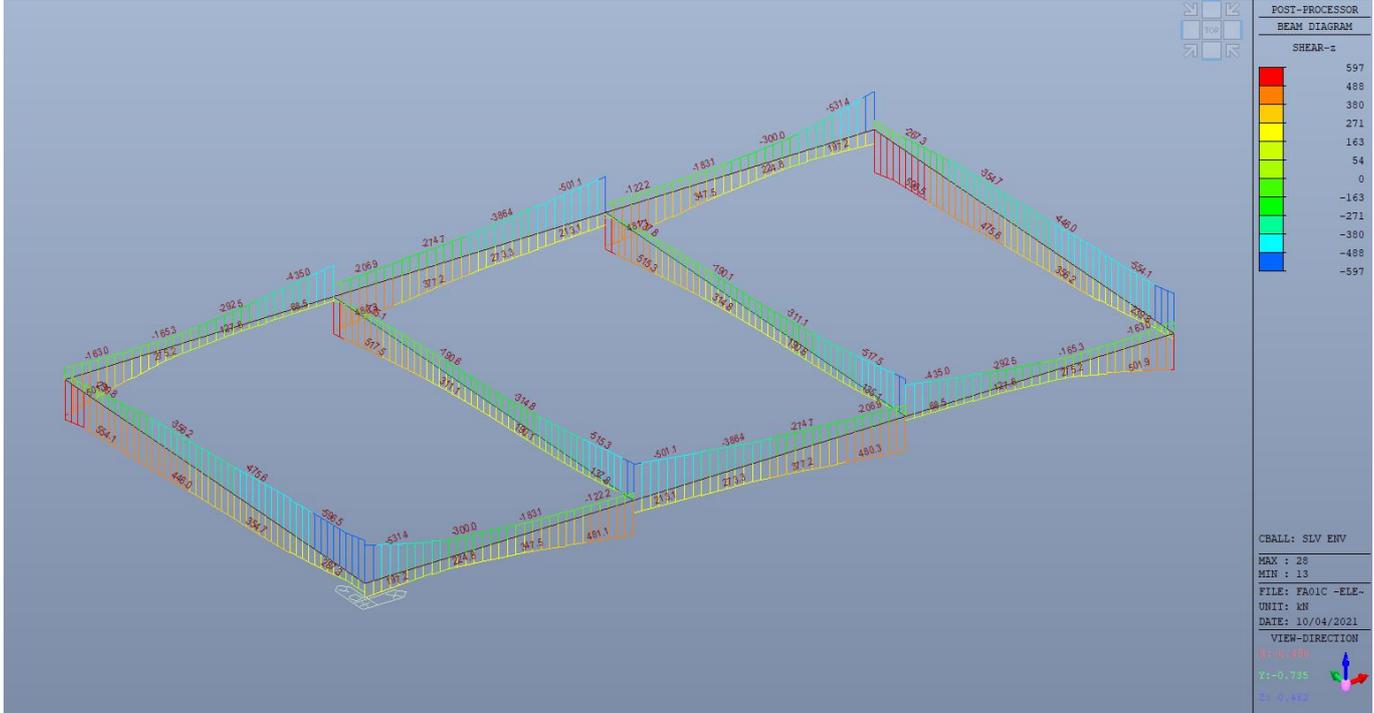


Figura 11-4 Diagrammi di taglio travi di fondazione SLV Vz (kN)

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 144 di 172

11.2.1.2 MATERIALI

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

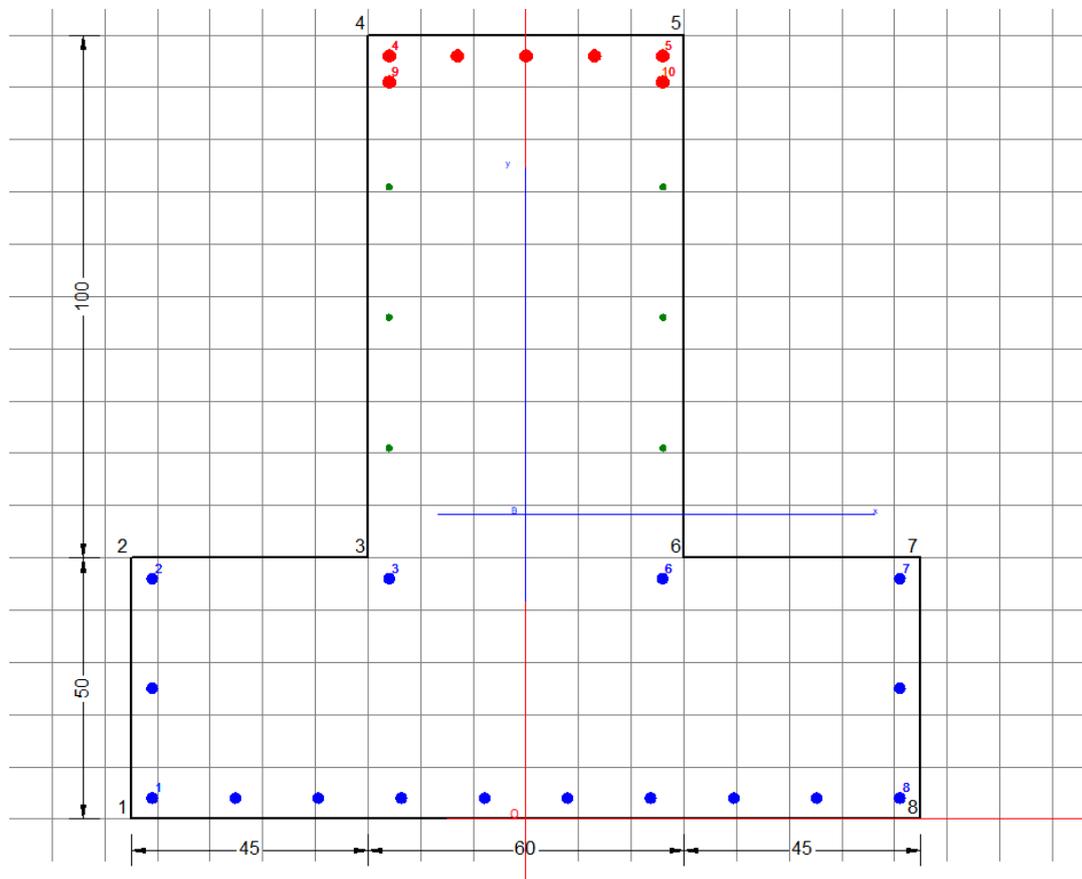
CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
	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 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:	360.00	MPa	

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 145 di 172

11.2.2 Verifiche a pressoflessione deviata della trave di fondazione esterna

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (k)	Shear-z (k)	Torsion (k)	Moment-y	Moment-z
	28 SLV 9	J[38]	747.12	200.90	533.83	128.06	2095.82	975.92
	28 SLV 12	J[38]	-673.68	-185.64	60.04	-125.98	-1860.29	-1011.58
Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (k)	Shear-z (k)	Torsion (k)	Moment-y	Moment-z (kN*m)
5	RARA 1	I[5]	6.30	-16.43	-124.35	1.49	-97.65	-40.38
24	RARA 1	I[21]	25.12	-0.24	-4.19	1.43	579.71	14.48
5	RARA 6	I[5]	-27.59	-13.80	-138.47	1.15	-172.06	-30.42
24	RARA 6	I[21]	21.05	-2.28	-4.34	1.43	519.37	13.86
5	FREQ 1	I[5]	-4.66	-6.06	-114.19	0.80	-96.54	-37.52
24	FREQ 1	I[21]	7.72	4.72	0.34	0.01	501.20	15.48
5	FREQ 2	I[5]	-8.56	-8.94	-109.31	0.95	-88.85	-35.80
24	FREQ 2	I[21]	13.18	2.62	-1.20	0.48	493.39	14.52
5	FREQ 3	I[5]	8.97	-7.12	-105.62	0.94	-60.35	-41.42
24	FREQ 3	I[21]	9.50	5.54	0.40	0.01	520.29	15.60
5	QP 1	I[5]	-5.55	-6.00	-109.25	0.79	-87.03	-37.05
24	QP 1	I[21]	7.88	4.67	0.34	0.01	490.08	15.23

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 146 di 172



- Armatura superiore 7 Φ 24
- Armatura inferiore 10 Φ 20

6 Φ 20+6 Φ 12 laterali

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 147 di 172

Diagramma tensione-deformaz.:

Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	50.0
3	-30.0	50.0
4	-30.0	150.0
5	30.0	150.0
6	30.0	50.0
7	75.0	50.0
8	75.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-71.0	4.0	20
2	-71.0	46.0	20
3	-26.0	46.0	20
4	-26.0	146.0	24
5	26.0	146.0	24
6	26.0	46.0	20
7	71.0	46.0	20
8	71.0	4.0	20
9	-26.0	141.0	24
10	26.0	141.0	24

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	8	8	20
2	1	2	1	20
3	7	8	1	20
4	4	5	3	24
5	3	4	3	12
6	6	5	3	12

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 148 di 172

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-2095.00	0.00
2	0.00	1860.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-2095.00	0.00	-2256.60	1.08	57.3(27.0)
2	S	0.00	1860.00	0.00	2627.00	1.41	57.1(27.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.050	-75.0	0.0	0.00158	-71.0	4.0	-0.06666	-26.0	146.0
2	0.00350	0.107	-30.0	150.0	0.00261	-26.0	146.0	-0.02911	-71.0	4.0

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	-0.000480537	0.003500000	0.050	0.700
2	0.000000000	0.000223339	-0.030000803	0.107	0.700

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 149 di 172

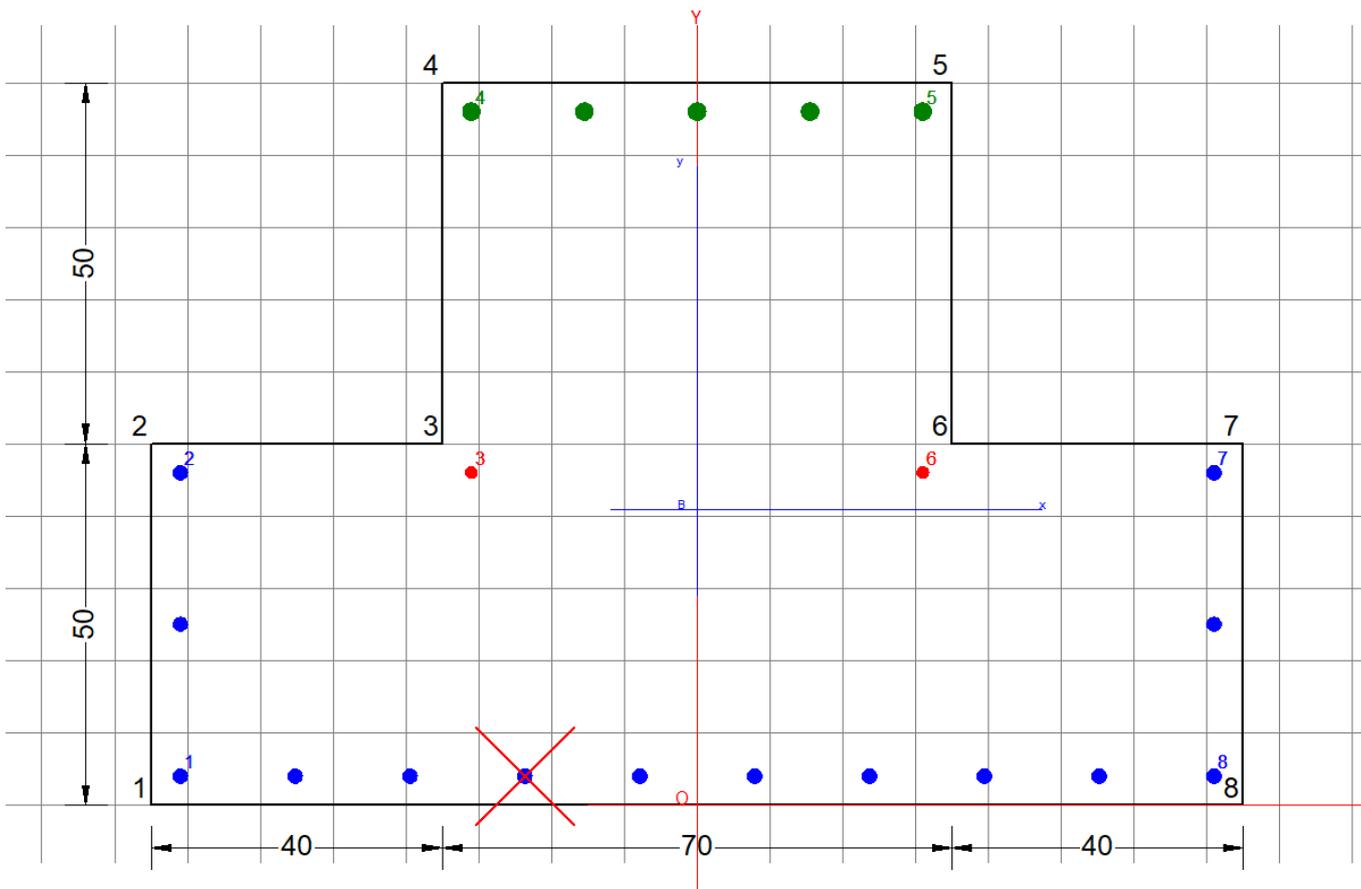
11.2.3 Verifiche a pressoflessione deviata della trave di fondazione interna

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (k)	Shear-z (k)	Torsion (k)	Moment-y	Moment-z
	27 SLV 9	J[34]	15.60	127.16	515.25	24.00	1014.30	632.69
	27 SLV 16	J[34]	-60.94	-108.44	43.87	-24.55	-1446.10	-723.26

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (k)	Shear-z (k)	Torsion (k)	Moment-y	Moment-z (kN*m)
23	RARA 6	I[20]	-44.73	1.52	-2.38	0.12	424.36	9.10
27	RARA 16	J[34]	-22.88	8.27	306.78	-0.41	-295.53	-39.58
23	FREQ 1	I[20]	-28.66	6.70	0.18	-0.20	396.43	8.68
27	FREQ 1	J[34]	-28.66	6.70	287.79	-0.20	-245.39	-30.16
23	QP 1	I[20]	-28.17	6.63	0.18	-0.20	390.39	8.55
27	QP 1	J[34]	-28.17	6.63	283.46	-0.20	-241.82	-29.90

Nome sezione: fond int

Coprif. netto minimo barre long.: 2.8 cm Coprif. netto staffe: 0.0 cm



- Armatura superiore 5 Φ 24
- Armatura inferiore 10 Φ 20

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 150 di 172

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	50.0
3	-35.0	50.0
4	-35.0	100.0
5	35.0	100.0
6	35.0	50.0
7	75.0	50.0
8	75.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-71.0	4.0	20
2	-71.0	46.0	20
3	-31.0	46.0	16
4	-31.0	96.0	24
5	31.0	96.0	24
6	31.0	46.0	16
7	71.0	46.0	20
8	71.0	4.0	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	8	8	20
2	4	5	3	24
3	1	2	1	20
4	7	8	1	20

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-1014.00	0.00
2	0.00	1445.00	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 151 di 172

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.1 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1014.00	0.00	-1051.52	1.04	39.2(22.0)
2	S	0.00	1445.00	0.00	1495.81	1.04	48.0(22.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.057	-75.0	0.0	0.00094	-71.0	4.0	-0.05789	-31.0	96.0
2	0.00350	0.129	-35.0	100.0	0.00237	-31.0	96.0	-0.02364	-71.0	4.0

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	-0.000639469	0.003500000	0.057	0.700
2	0.000000000	0.000282705	-0.024770508	0.129	0.700

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 152 di 172

11.2.3.1 VERIFICA A TAGLIO

11.2.3.1.1 Verifica fondazione esterna

Il valore di taglio massimo vale:

$$V_{Ed-max} = 597.00 \text{ kN}$$

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

• Caratteristiche della sezione

$$b_w = 650 \text{ mm larghezza} \quad f_{yk} = 450 \text{ MPa resist. caratteristica}$$

$$h = 1500 \text{ mm altezza} \quad \gamma_s = 1,15 \text{ coeff. sicurezza}$$

$$c = 40 \text{ mm copriferro} \quad f_{yd} = 391,3 \text{ MPa resist. di calcolo}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa resist. caratteristica} \quad \text{Armatura longitudinale tesa:}$$

$$\gamma_c = 1,50 \text{ coeff. sicurezza} \quad A_{sl,1} = 0 \text{ } \emptyset = 0,00 \text{ cm}^2$$

$$\alpha_{cc} = 0,85 \text{ coeff. riduttivo} \quad A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset = 0,00 \text{ cm}^2$$

$$d = 1460 \text{ mm altezza utile} \quad A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset = 0,00 \text{ cm}^2$$

$$f_{cd} = 14,17 \text{ MPa resist. di calcolo} \quad 0,00 \text{ cm}^2$$

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 597,0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,370 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,281$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,000 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 0,0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 266,3 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 266,3 \text{ kN} \text{ assunto pari alla resistenza minima}$$

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

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 45,0 \text{ }^\circ \text{ inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90,0 \text{ }^\circ \text{ inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \text{ passo } 12,5 \text{ cm} = 0,126 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 646,2 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7,08 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1,000 \text{ coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 3025,1 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 646,2 > 597,0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1,1$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si adotteranno staffe $\Phi 10 / 12.5 \text{ cm}$.

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 153 di 172

11.2.3.2 VERIFICA A TORSIONE

Si riporta la verifica a torsione per la trave di fondazione.

VERIFICA A TORSIONE DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 17/01/2018					
B _{tot}	650 mm				
H _{tot}	1500 mm				
Ac	975000 mm ²				
copriferro	61,0 mm				
perimetro	4300 mm				
t	227 mm				
t calcolo	227 mm				
A _k	538913 mm ²				
f _{ck}	25,0 MPa				
γ _{cls}	1,5				
f _{cd}	17 MPa				
ν	0,4	>	0,35	OK	
θ =	45,0 °			inclinaz. bielle cls	
tg(teta)	1,00				
ctg(teta)	1,00				
Momento resistente portato dalle bielle compresse					
T _{res1}	819727292,1 Nmm	=	819,73 kNm	=	81973 daNm
Staffe					
φ	10	n. bracci	2		
A _s	79 mm ²		157 mm ²		
Passo	125 mm				
f _{yk}	450,0 MPa				
γ _{acc}	1,15				
f _{yd}	391,3 Mpa				
Momento torcente supportato dalle staffe					
Trsd 1	529727975,2 Nmm	=	529,73 kNm	=	52973 daNm
Ferri longitudinali					
φ	24		20	0	0
n°	5		0	0	0
Area ferri longitudinali	2260,80 mm ²				
um	3393,02 mm	=	339,30 cm		
Momento torcente supportato dalle armature longitudinali					
Trsd 2	281020872,4 Nmm	=	281,02 kNm	=	28102 daNm
minimo valore di Trd					
	28102 daNm	=	281,02 kNm		
Verifica a torsione					
La sezione necessita armatura a taglio No					
T _{Ed}	128,0 kNm				
V _{Ed}	597,0 kN				
Verifica a torsione	128,00 kNm	<	281,02 kNm		Verificato
Tasso di lavoro					
	T _{ed calcolo}	=	0,46		
	Trd				
Taglio					
V _{Ed}	597,0 kN				
N	0,0 kN				(compressione <0)
α	90,0 °				inclinaz. staffe
σ _{cp}	0,00 MPa				<0.2 f _{cd}
f _{cd}	8,3 Mpa				resistenza di calcolo ridotta
α _c	1,000				coeff. maggiorativo
V _{Rcd}	3507,7 kN				V _{Rcd} = 0.90 × d × b _w × α _c × f _{cd} × (cotgα + cotgθ) / (1 + cotg ² α)
V _{Rsd}	6365,7 kN				V _{Rsd} = 0.90 × d × (A _{sw} /s) × f _{yd} × (cotgα + cotgθ) × senα
V _{Rd}	3507,7 kN				V _{Rd} = min(V _{Rcd} , V _{Rsd})
verifica a taglio	V _{Ed}	<	3507,72 kN	= V _{Rd}	Verificato
	V _{Ed}				
	V _{Ed}	=	0,17		
	V _{Ed}				
verifica combinata torsione e taglio					
	T _{ed}	+	V _{Ed}	=	0,63 < 1 Verificato
	Trd		V _{Rcd}		

La verifica si ritiene soddisfatta.

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 154 di 172

11.2.3.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

11.2.3.3.1 Verifiche per fondazione esterna

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

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 conglomerato [Mpa]								
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)								
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]								
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)								
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre								
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure								
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.83	-30.0	150.0	-31.1	-23.7	4.0	2589	31.4
2	S	1.87	-75.0	0.0	-122.9	13.0	146.0	1050	31.7

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.46	-30.0	150.0	-17.3	-7.9	4.0	2589	31.4
2	S	1.68	-75.0	0.0	-110.4	13.0	146.0	1050	31.7

COMBINAZIONI FREQUENTI 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 fctm											
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											
kt	= 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											
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]											
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]											
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]											
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	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	-0.00009	0	0.500	20.0	30	0.00005 (0.00005)	382	0.020 (0.40)	1319.60	0.00	
2	S	-0.00057	0	0.500	24.0	28	0.00033 (0.00033)	230	0.076 (0.40)	-861.77	0.00	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.42	-30.0	150.0	-15.7	-39.4	4.0	2589	31.4

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 155 di 172

2 S 1.58 -75.0 0.0 -104.0 13.0 146.0 1050 31.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00008	0	0.500	20.0	30	0.00005 (0.00005)	382	0.018 (0.30)	1319.60	0.00
2	S	-0.00054	0	0.500	24.0	28	0.00032 (0.00031)	230	0.073 (0.30)	-861.77	0.00

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 156 di 172

11.2.3.3.2 Verifiche per fondazione interna

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

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 conglomerato [Mpa]								
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)								
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]								
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)								
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre								
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure								
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.93	-35.0	100.0	-132.3	-71.0	4.0	1500	31.4
2	S	2.74	-35.0	100.0	-92.1	-55.2	4.0	1500	31.4

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.79	-75.0	0.0	-179.7	15.5	96.0	700	22.6
2	S	2.27	-35.0	100.0	-76.5	-55.2	4.0	1500	31.4

COMBINAZIONI FREQUENTI 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 fctm											
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											
kt	= 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	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]											
wk	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]											
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]											
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	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	-0.00094	0	0.500	24.0	28	0.00061 (0.00054)	221	0.136 (0.40)	-431.73	0.00	
2	S	-0.00041	0	0.500	20.0	30	0.00023 (0.00023)	264	0.061 (0.40)	622.35	0.00	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.75	-75.0	0.0	-176.9	15.5	96.0	700	22.6
2	S	2.23	-35.0	100.0	-75.2	-39.4	4.0	1500	31.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>00</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA01C0 000</td> <td>D</td> <td>157 di 172</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	157 di 172
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	00	E ZZ CL	FA01C0 000	D	157 di 172													
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo																		

1	S	-0.00093	0	0.500	24.0	28	0.00069 (0.00053)	221	0.154 (0.30)	-431.73	0.00
2	S	-0.00040	0	0.500	20.0	30	0.00023 (0.00023)	264	0.060 (0.30)	622.35	0.00

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 158 di 172

11.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

In accordo al §6.4.2.1 della NTC2018 le verifiche delle fondazioni superficiali saranno condotte secondo la combinazione A1+M1+R3 dell'Approccio 2 i cui coefficienti parziali di sicurezza e di combinazione sono riportati nelle tabelle qui di seguito.

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(2)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Si riportano qui di seguito le reazioni massime per unità di lunghezza (q) delle molle alla Winkler ottenute dal modello di calcolo. Le reazioni sono state selezionate tra le massime delle combinazioni SLV e SLU.

Il massimo vale 141 kN/m.

Element Type	Surface Spring Type	Element	Load	Node & Part	Reaction/Area (kN/m ²)	Reaction/Length (kN/m)	Displacement (m)
BEAM	Frame	29	SLU ENV(all)	J[26]	-	-141.681000	0.005556
BEAM	Frame	25	SLU ENV(all)	J[26]	-	-141.681000	0.005556
BEAM	Frame	40	SLU ENV(all)	J[38]	-	-141.482000	0.005548
BEAM	Frame	28	SLU ENV(all)	J[38]	-	-141.482000	0.005548
BEAM	Frame	12	SLU ENV(all)	J[13]	-	-140.569000	0.005513

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 159 di 172

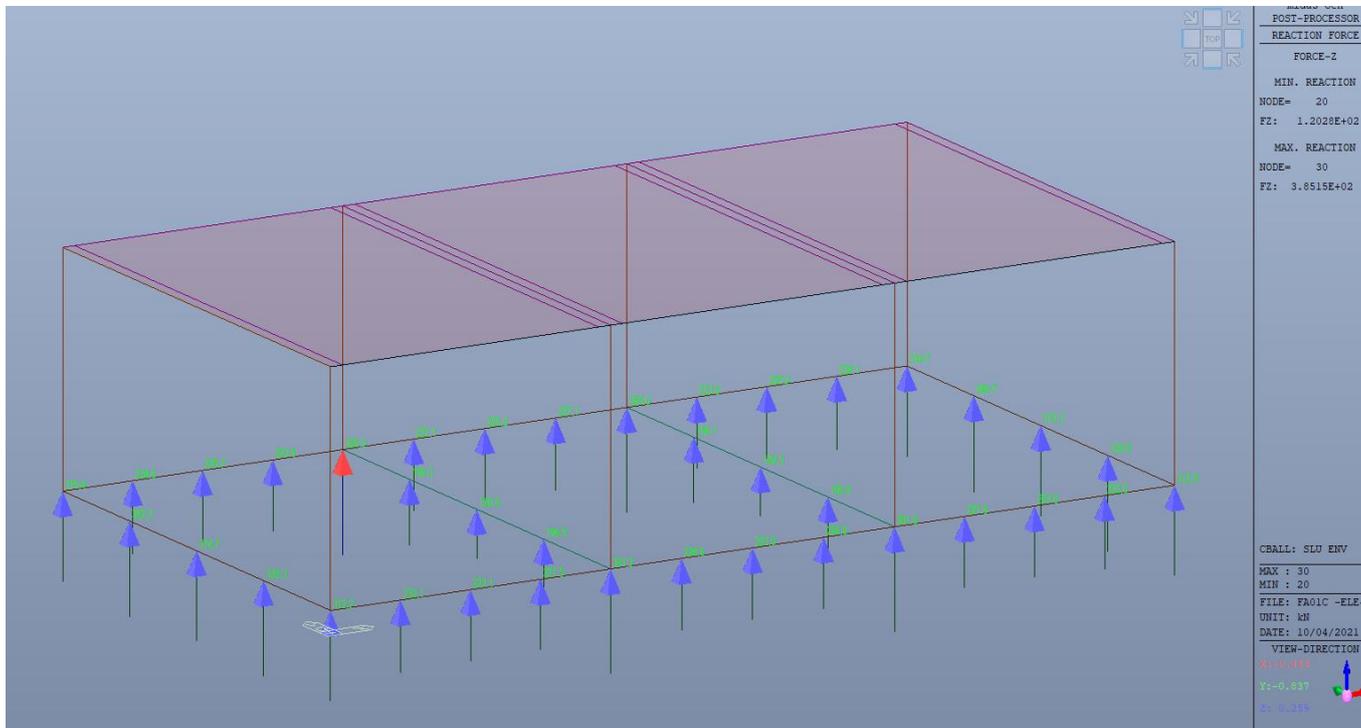


Figura 11-5 Reazioni massime per unità di lunghezza su suolo elastico SLU (kN)

11.4.1 Verifica condizioni drenate

L'opera si trova su rilevato, per cui per la verifica sono stati considerati i valori presi dal Manuale di Progettazione RFI parte II sezione 3 corpo stradale.

Si usano i seguenti valori per il rilevato:

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

$$\Phi = 35^\circ$$

$$c' = 0.00$$

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 160 di 172

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B (e_B = Mb/N)

e_L = Eccentricità in direzione L (e_L = MI/N) (per fondazione nastriforme e_L = 0; L* = L)

B* = Larghezza fittizia della fondazione (B* = B - 2·e_B)

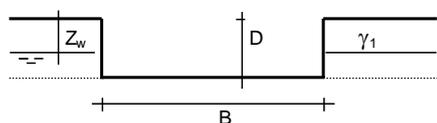
L* = Lunghezza fittizia della fondazione (L* = L - 2·e_L)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

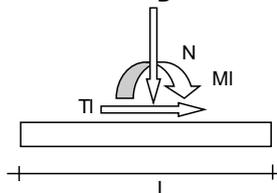
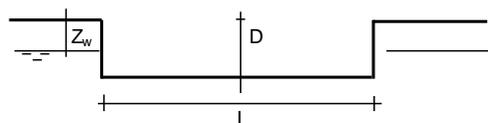
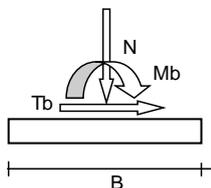
coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	tan φ'	c'
Stato limite ultimo	○	1,00	1,30	1,25	1,60
Tensioni ammissibili	○	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dall'utente	●	1,00	1,00	1,00	1,00

valori suggeriti dall'EC7



γ, c', φ'



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1,50 (m)
L = 100,00 (m)
D = 1,50 (m)



β_f = 0,00 (°)



β_p = 0,00 (°)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	141,00	0,00	141,00
Mb [kNm]	0,00	0,00	0,00
MI [kNm]	0,00	0,00	0,00
Tb [kN]	0,00	0,00	0,00
TI [kN]	0,00	0,00	0,00
H [kN]	0,00	0,00	0,00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 161 di 172

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20,00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 20,00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 0,00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 35,00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 0,00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 35,00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 7,00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0,00 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0,00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 1,50 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1,00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 30,00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 20,00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 33,30$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 46,12$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 48,03$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1,00$$

$$s_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 1,00$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0,00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0,00 \quad m = 2,00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

$m = (m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 162 di 172

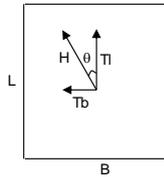
$$i_q = 1,00$$

$$i_c = i_q \cdot (1 - i_q) / (Nq \cdot 1)$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \varphi))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1,00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2) \cdot \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1,25$$

$$d_c = d_q \cdot (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$d_c = 1,26$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_t \tan \varphi)^2 \quad \beta_t + \beta_p = 0,00 \quad \beta_t + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q \cdot (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_t + \beta_p = 0,00 \quad \beta_t + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q \cdot (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1973,68 \quad (kN/m^2) \quad R3 \quad 2,30$$

$$q_{rd} = 858 \quad (kN/m^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B \cdot L^*$$

$$q = 94,00 \quad (kN/m^2)$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 21,00 \quad \text{OK}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

$$H_d = 0,00 \quad (kN)$$

$$S_d = N \cdot \tan(\varphi) + c' \cdot B \cdot L^*$$

$$S_d = 98,73 \quad (kN)$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

$$F_{scorr} = - \quad \text{OK}$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 163 di 172

11.4.2 Verifica dei cedimenti

Si riporta la verifica dei cedimenti svolta secondo la combinazione SLE rara.

Le reazioni massime per unità di lunghezza (q) delle molle alla Winkler ottenute dal modello di calcolo per la comb. SLE rara valgono:

$Q=107 \text{ kN/ml}$

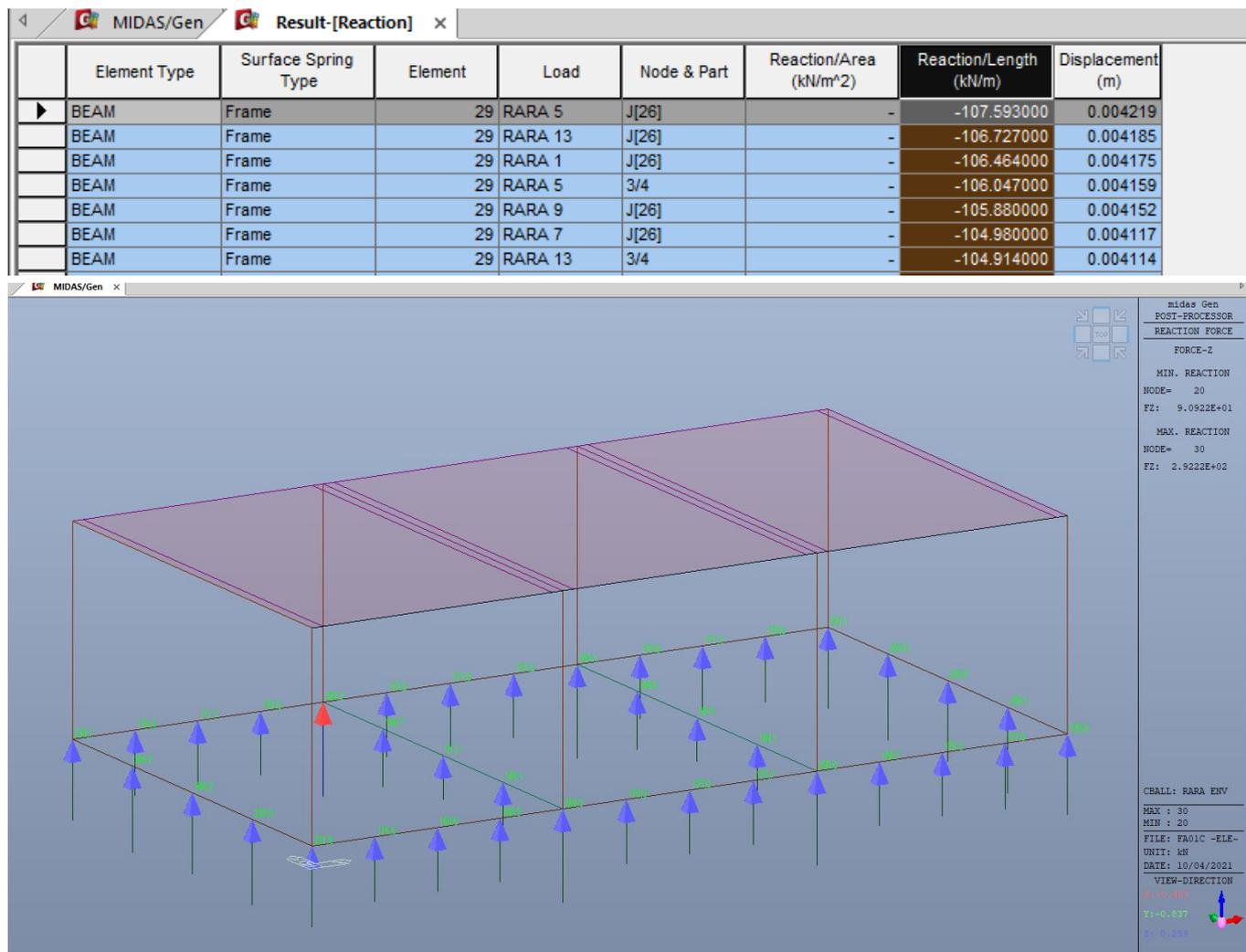
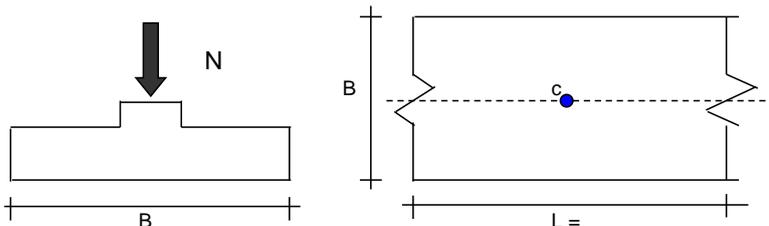


Figura 11-6 Reazioni massime per unità di lunghezza su suolo elastico SLE rara (kN)

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 164 di 172

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE NASTRIFORME

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_z = (2q/\pi) * (\alpha + \text{sen}\alpha\text{cos}\alpha)$$

$$\Delta\sigma_x = (2q/\pi) * (\alpha - \text{sen}\alpha\text{cos}\alpha)$$

$$\Delta\sigma_y = (4q/\pi) * (v\alpha)$$

$$\alpha = \tan^{-1}((B/2)/z)$$

$$\delta_{tot} = \sum \delta_i = \sum (((\Delta\sigma_z - v_i(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 1,50 (m) (Larghezza della Fondazione)

N = 107,00 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 71,33 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/B))

ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z _i	a z _{i+1}	Δz _i	E	v	δ _{ci}
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	Rilevato	5,00	0,0	5,0	0,5	30000	0,30	0,45
2	Coltre	0,50	5,0	5,5	0,5	85000	0,30	0,01
3	ghiaia e ghiaia sabbiosa	5,00	5,5	10,5	0,5	201000	0,30	0,14
-		0,00	0,0	0,0	0,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	0,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	0,0	0	0,00	-

$$\delta_{ctot} = 0,60 \text{ (cm)}$$

Il cedimento vale δ = 6.00 mm

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 165 di 172

12 VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI STATICA

Lo schema statico per la trave di copertura visualizzata nella figura successiva è di continuità su 4 appoggi con incastri parziali alle estremità sollecitata da un carico distribuito.

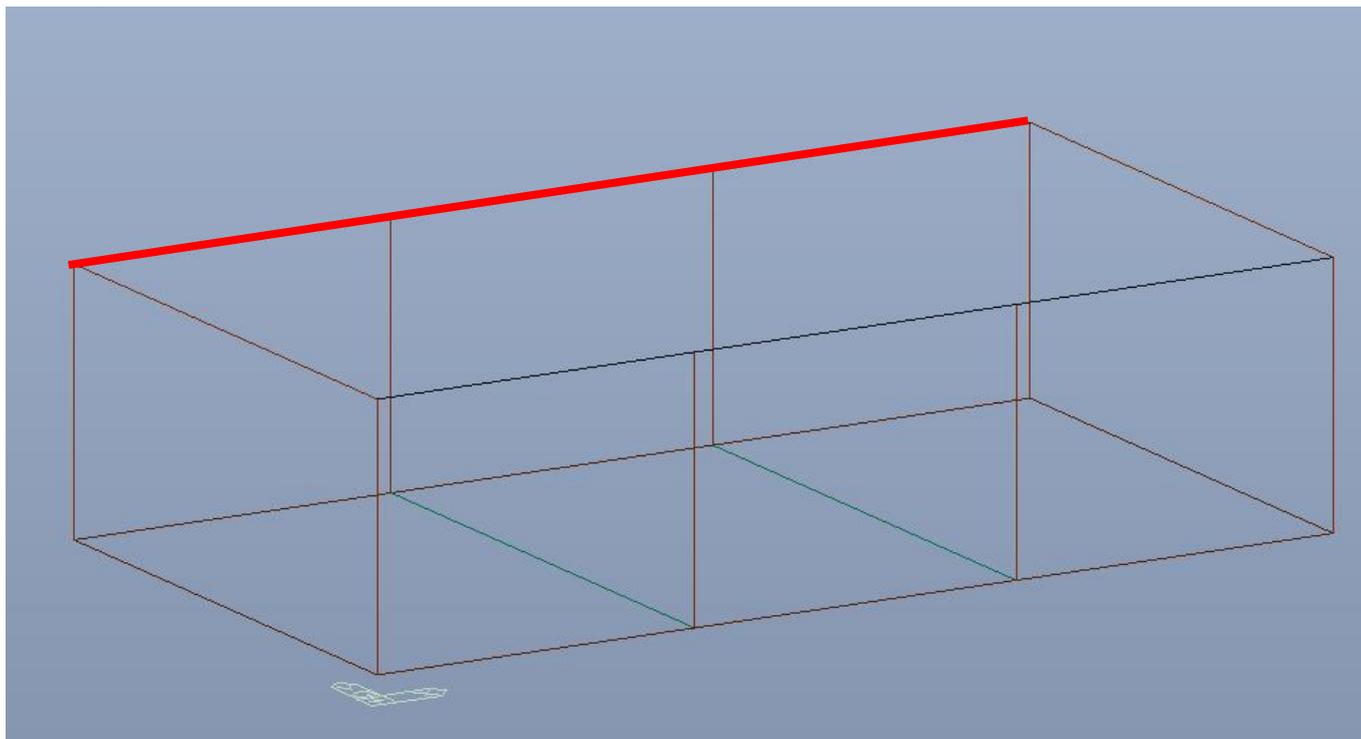


Figura 12-1 Trave soggetta a validazione

Le molle rotazionali alle estremità vengono valutate considerando le seguenti grandezze geometriche.

Rigidzze vincoli elastici

vincolo sinistra vincolo destra K. utente

portale incernierato

a: 0.6000 m
b: 0.6000 m
J: 0.01080 m⁴
L: 5.500 m

$J = \frac{b \cdot a^3}{12}$

E: 32.000 N/mm²

$K_{sin} = 188.509$ $K_{des} = 188.509$ [kNm/rad]

OK Annulla

Trave Continua - File

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo: _____

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: SLE rara SLU

Numero campate (Compresi Sbalzi): 3 Appoggi

Camp. N°	Luce	G1	G2	Q1	App.	Largh.
1	6.4	13.75	48.1		1	0.6
2	6.4	13.75	48.1		2	0.6
3	6.4	13.75	48.1		3	0.6
					4	0.6

(Lunghezze in [m]; carichi in [kN/m])

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	-73.69		-73.69			
m	165.8	2.715	165.8	2.715	8.26E-04	8.26E-04
2	-238.6		-238.6			
m	77.78	3.297	77.78	3.297	1.91E-04	-2.67E-05
3	-238.6		-238.6			
m	165.8	3.685	165.8	3.685	8.26E-04	-1.86E-10
4	-73.69		-73.69			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		172.2	172.2	172.2
2	-223.7	197.9	421.6	421.6
3	-197.9	223.7	421.6	421.6
4	-172.2		172.2	172.2

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: 50

Scale fisse Taglio 1: Text1

Freccia 1: 0.001

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza Stampa

M I M ± T

DWG Esporta Blocco ?

Figura 12-2 Vincoli elastici trave continua

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 166 di 172

Il carico uniformemente distribuito (permanente portato) si desume dall'analisi dei carichi ed è pari a 48.1 kN/m. Si considera una combinazione di carico con coefficienti pari 1.

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni calcolate tramite programma *Travecontinua* del Prof. Piero Gelfi e quelle derivanti dal modello di calcolo :

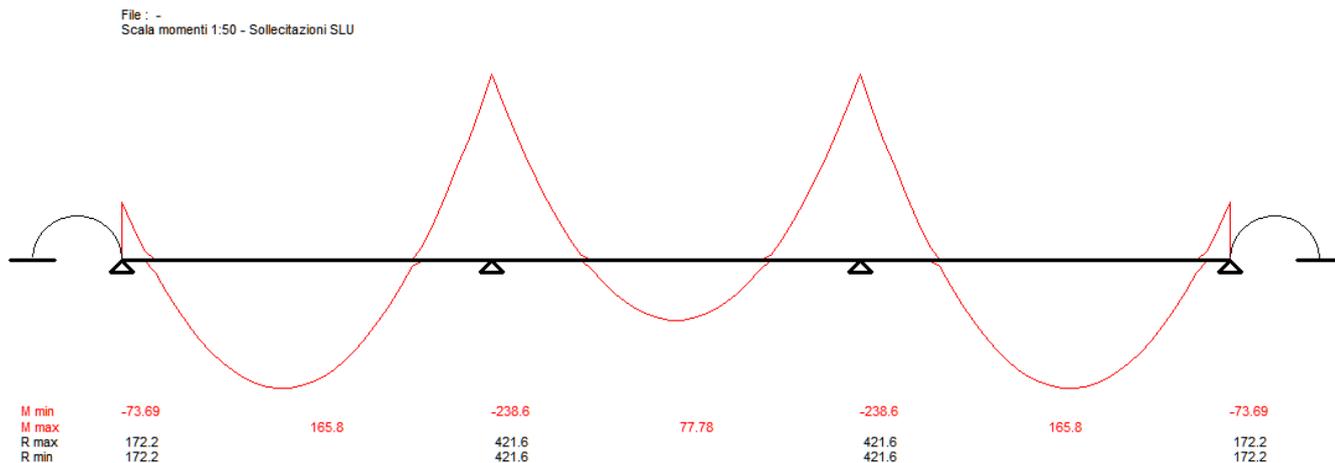


Figura 12-3 Diagramma Flessione

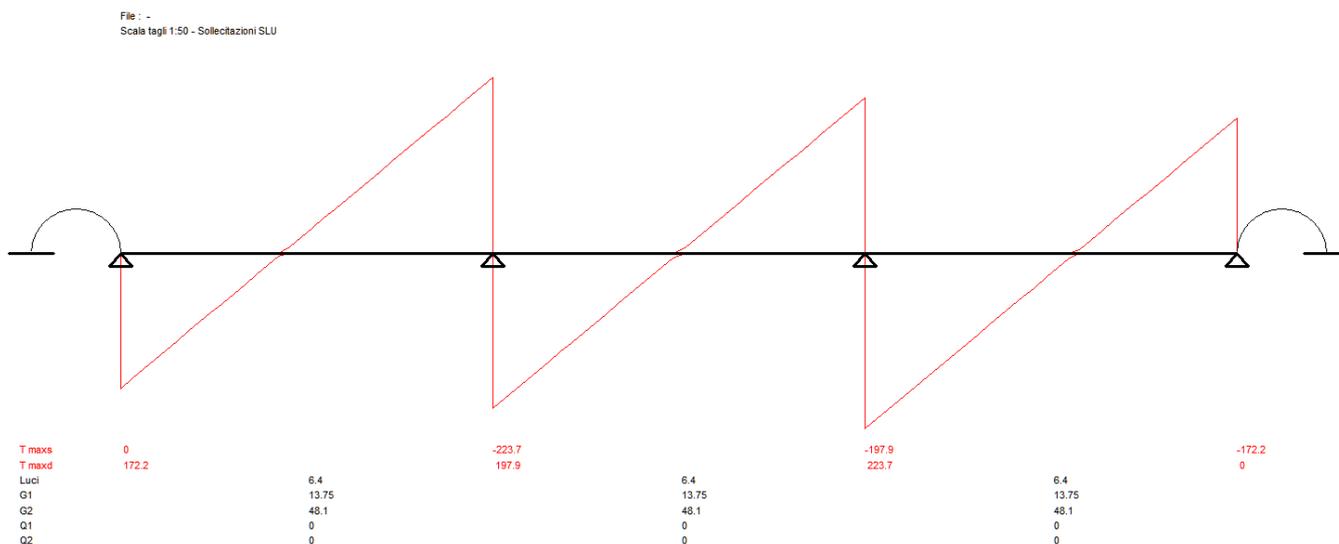


Figura 12-4 Diagramma taglio

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 167 di 172

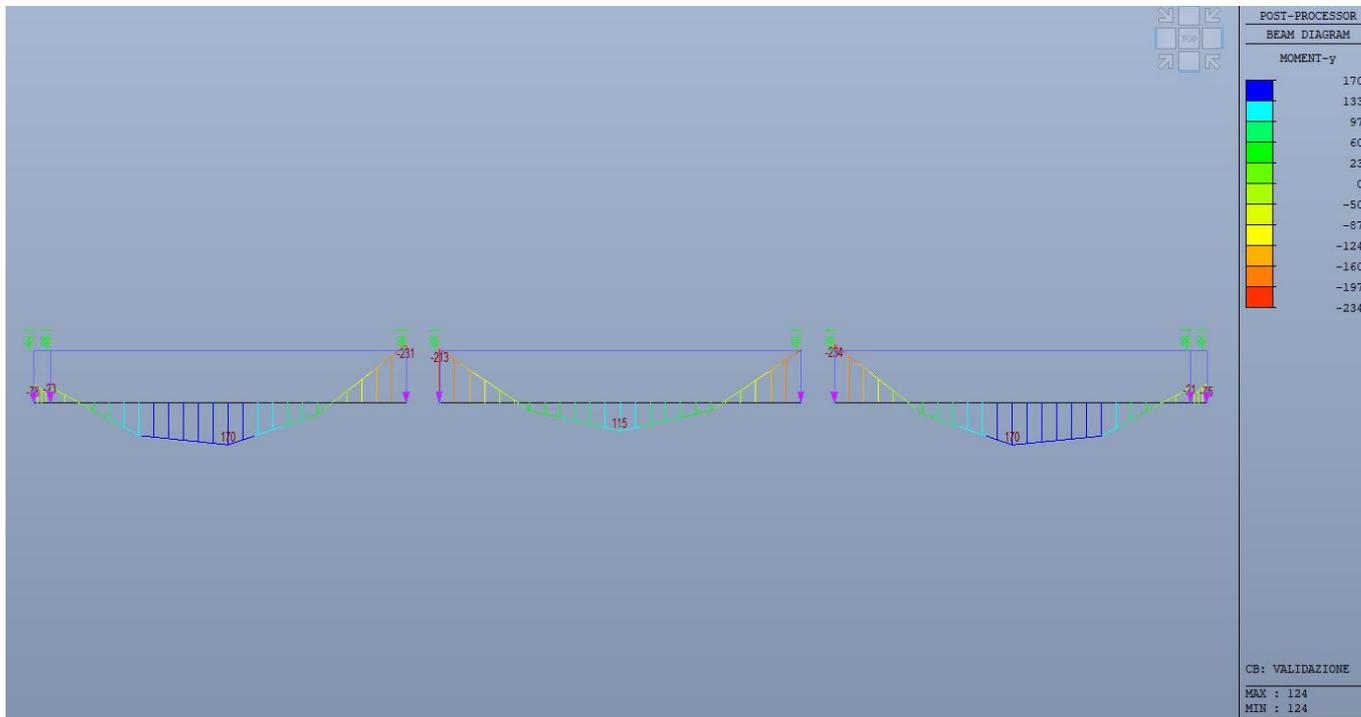


Figura 12-5 Diagramma flessione modello

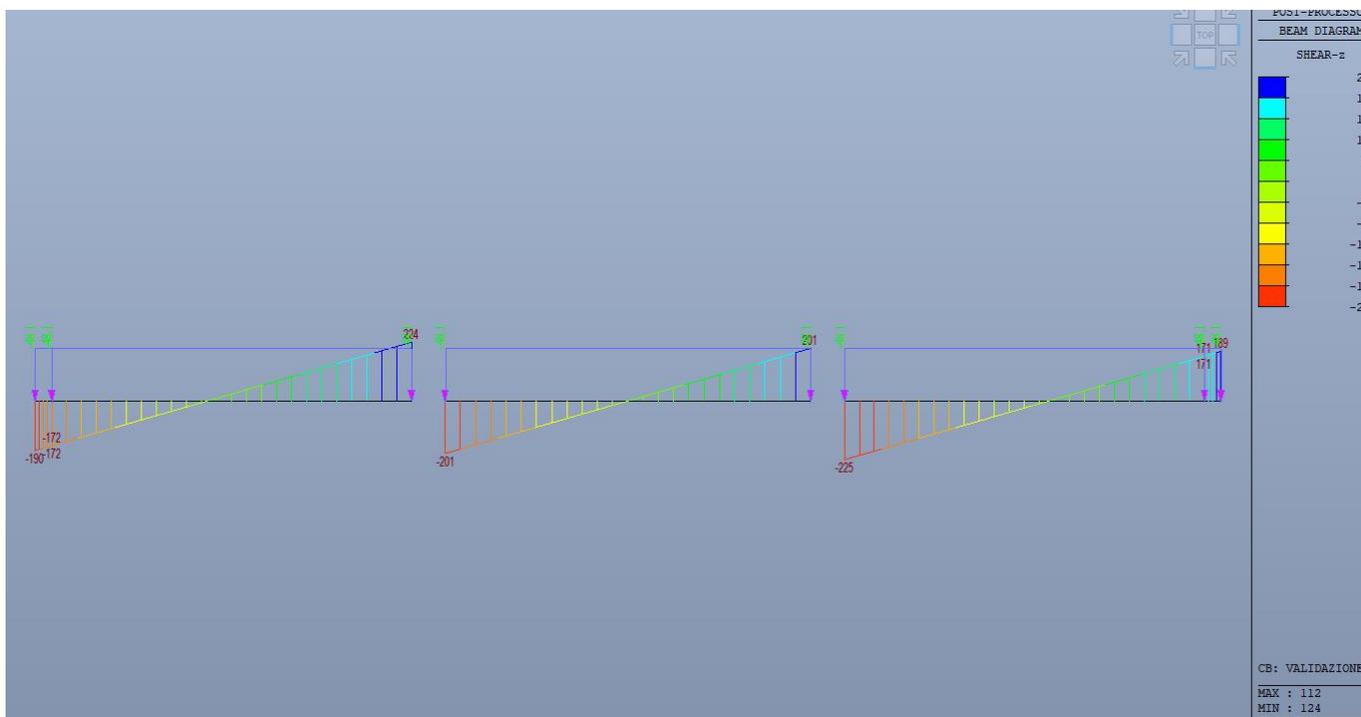


Figura 12-6 Diagramma taglio modello

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 GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 168 di 172

$$\% \Delta \text{MSLU} = (170 - 165.8) / 170 = 0.024 = 2 \% \text{ ok}$$

$$\% \Delta \text{TSLU} = (225 - 223.7) / 223.7 = 0.005 < 1\% \text{ ok}$$

12.1 VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI SISMICA

Nell'immagine successive si riportano le reazioni di taglio orizzontale alla base per i casi sismici elementari desunti dalle analisi spettrali.

31	sisma y(	0.000000	0.000000	38.368479	0.000000	0.361873	0.000000
32	sisma y(	0.000000	0.000000	37.084145	0.000000	0.122970	0.000000
33	sisma y(	0.000000	0.000000	39.268078	0.000000	0.479252	0.000000
34	sisma y(	0.000000	0.000000	60.830657	5.601503	0.566506	0.000000
35	sisma y(	0.000000	0.000000	51.259246	0.000000	1.062650	0.000000
36	sisma y(	0.000000	0.000000	62.169568	0.000000	1.505611	0.000000
37	sisma y(	0.000000	0.000000	76.614782	0.000000	1.851294	0.000000
38	sisma y(	0.000000	0.000000	102.406997	25.420439	12.598946	0.000000
1	sisma z(	0.000000	0.000000	98.425079	28.442906	10.977800	0.000000
2	sisma z(	0.000000	0.000000	70.681840	0.000000	0.919575	0.000000
3	sisma z(	0.000000	0.000000	64.341806	0.000000	0.716114	0.000000
4	sisma z(	0.000000	0.000000	60.106999	0.000000	0.490855	0.000000
5	sisma z(	0.000000	0.000000	97.733272	17.977354	0.227580	0.000000
6	sisma z(	0.000000	0.000000	56.072310	0.000000	0.244606	0.000000
7	sisma z(	0.000000	0.000000	55.104806	0.000000	0.029070	0.000000
8	sisma z(	0.000000	0.000000	55.890837	0.000000	0.222260	0.000000
9	sisma z(	0.000000	0.000000	97.156705	17.865876	0.221543	0.000000
10	sisma z(	0.000000	0.000000	59.648261	0.000000	0.478759	0.000000
11	sisma z(	0.000000	0.000000	63.751352	0.000000	0.704115	0.000000
12	sisma z(	0.000000	0.000000	69.962756	0.000000	0.909059	0.000000
13	sisma z(	10.811788	20.016889	97.406098	28.155968	10.862738	0.000000
14	sisma z(	0.000000	0.000000	102.667125	4.184321	0.000000	0.000000
15	sisma z(	0.000000	0.000000	47.238294	7.558463	0.000000	0.000000
16	sisma z(	0.000000	0.000000	46.949061	7.502010	0.000000	0.000000
17	sisma z(	0.000000	0.000000	101.876518	4.046045	0.000000	0.000000
18	sisma z(	0.000000	0.000000	91.491801	0.227449	0.000000	0.000000
19	sisma z(	0.000000	0.000000	26.918267	0.077780	0.000000	0.000000
20	sisma z(	0.000000	0.000000	26.918267	0.077780	0.000000	0.000000
21	sisma z(	0.000000	0.000000	91.491801	0.227449	0.000000	0.000000
22	sisma z(	0.000000	0.000000	101.876518	4.046045	0.000000	0.000000
23	sisma z(	0.000000	0.000000	46.949061	7.502010	0.000000	0.000000
24	sisma z(	0.000000	0.000000	47.238294	7.558463	0.000000	0.000000
25	sisma z(	0.000000	0.000000	102.667125	4.184321	0.000000	0.000000
26	sisma z(	10.811788	20.016889	97.406098	28.155968	10.862738	0.000000
27	sisma z(	0.000000	0.000000	69.962756	0.000000	0.909059	0.000000
28	sisma z(	0.000000	0.000000	63.751352	0.000000	0.704115	0.000000
29	sisma z(	0.000000	0.000000	59.648261	0.000000	0.478759	0.000000
30	sisma z(	0.000000	0.000000	97.156705	17.865876	0.221543	0.000000
31	sisma z(	0.000000	0.000000	55.890837	0.000000	0.222260	0.000000
32	sisma z(	0.000000	0.000000	55.104806	0.000000	0.029070	0.000000
33	sisma z(	0.000000	0.000000	56.072310	0.000000	0.244606	0.000000
34	sisma z(	0.000000	0.000000	97.733272	17.977354	0.227580	0.000000
35	sisma z(	0.000000	0.000000	60.106999	0.000000	0.490855	0.000000
36	sisma z(	0.000000	0.000000	64.341806	0.000000	0.716114	0.000000
37	sisma z(	0.000000	0.000000	70.681840	0.000000	0.919575	0.000000
38	sisma z(	0.000000	0.000000	98.425079	28.442906	10.977800	0.000000
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT							
	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)			
	sisma x(	1695.452080	39.740364	0.000000			
	sisma y(	39.740364	1733.984525	0.000001			

Figura 12-7 reazioni alla base casi spettrali

La massa totale che entra nell'analisi sismica è pari a 6924 kN:

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 169 di 172

	29	perm non	0.000000	0.000000	51.688143	0.000000	-0.548727	0.000000
	30	perm non	0.000000	0.000000	95.271676	-17.744416	-0.541463	0.000000
	31	perm non	0.000000	0.000000	57.626875	0.000000	-0.029957	0.000000
	32	perm non	0.000000	0.000000	57.683738	0.000000	0.001538	0.000000
	33	perm non	0.000000	0.000000	57.599811	0.000000	0.033407	0.000000
	34	perm non	0.000000	0.000000	95.180810	-17.731527	0.545409	0.000000
	35	perm non	0.000000	0.000000	51.595235	0.000000	0.552436	0.000000
	36	perm non	0.000000	0.000000	47.072568	0.000000	0.473278	0.000000
	37	perm non	0.000000	0.000000	43.811418	0.000000	0.280871	0.000000
	38	perm non	0.000000	0.000000	52.510143	-14.536222	6.214467	0.000000
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT								
		Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)			
		pp	0.000000	0.000000	1150.250000			
		tampona	0.000000	0.000000	3744.150000			
		perm non	0.000000	0.000000	2029.820000			

Il periodo del primo modo in x è pari 0.32 s (massa partecipante 59.6%) mentre in y è pari a 0.50 s (massa partecipante 62.5%), pertanto l'ordinata spettrale con cui si possono paragonare i risultati è 0.394 g. Si ha quindi:

- Taglio alla base $x = 6924 \cdot 0.394 \cdot 0.6 = 1637$ kN , la differenza con il risultato del software è del 3%.

- Taglio alla base $y = 6924 \cdot 0.394 \cdot 0.625 = 1705$ kN , la differenza con il risultato del software è del 2%.

I risultati si ritengono accettabili.

12.2 GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE STRUTTURALI

In accordo con le indicazioni contenute nel capitolo 10 delle NTC 2018, a commento delle verifiche riportate nei precedenti capitoli si precisa quanto segue:

- le verifiche degli elementi strutturali, laddove eseguite con programmi di calcolo automatico, sono state effettuate mediante l'utilizzo di codici di riconosciuta affidabilità ed impiego in ambito nazionale: tali codici contengono adeguata documentazione, nonché numerosi test di verifica e validazione circa l'affidabilità dei risultati ottenuti;

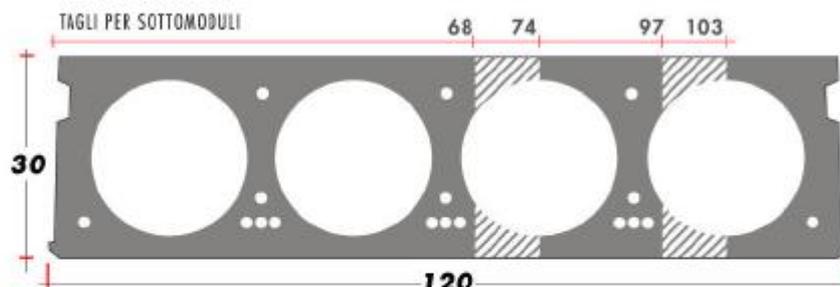
- i file di input e output dei programmi, riportati nella presente relazione, sono stati sottoposti a verifica mediante:

- controllo dei dati inseriti in merito a caratteristiche dei materiali, carichi e parametri di resistenza e deformabilità dei terreni, condizioni di vincolo imposte e coerenza con gli schemi statici rappresentati negli elaborati di progetto, nonché della successione delle fasi costruttive imposte nel progetto stesso;
- valutazione delle reazioni ai vincoli e verifica equilibrio globale della struttura analizzata;
- analisi speditiva dei risultati per confronto con schemi di calcolo semplificati, oppure con i risultati ed i dimensionamenti già svolti in sede di Progetto Definitivo: questi ultimi, in particolare, hanno costituito un primario riferimento per il dimensionamento delle opere e la valutazione dei risultati, nonché per la comprensione/ elaborazione del giudizio di accettabilità in presenza di eventuali scostamenti, qualora osservati a motivo delle diverse ipotesi di carico/vincolo e sequenze operative imposte

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 FA01C – CENTRALE DI VENTILAZIONE – Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 00	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01C0 000	REV. D	FOGLIO 172 di 172

14 ALLEGATO

R120 CONTINUITA'



dati

Peso proprio lastra di solaio
363 Kg/mq

Larghezza lastra di solaio
120 cm

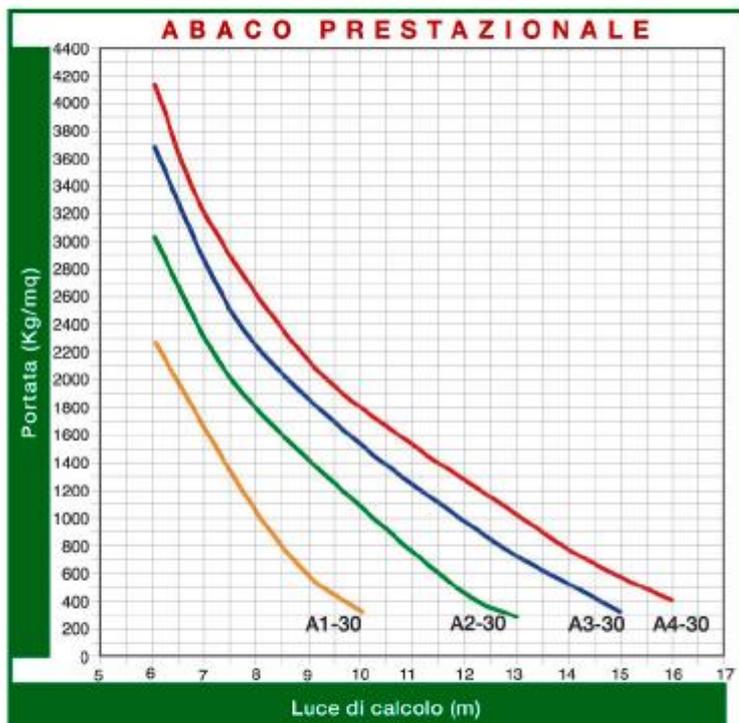
Altezza lastra solaio
30 cm

Altezza soletta in opera
5,0 cm

Trasporto
Max 80 mq viaggio

Incidenza getto di testata
0,18 mc lastra

Incidenza getto longitudinale
0,008 mc/ml



		LUCE DI CALCOLO (m)										
TIPO		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PORTATA (Kg/mq)	A1 - 30	2300	1650	1050	600	350						
	A2 - 30	3050	2300	1800	1420	1100	800	480	310			
	A3 - 30	3700	2850	2250	1850	1550	1250	1000	750	550	350	
	A4 - 30	4150	3200	2600	2150	1800	1550	1300	1050	800	600	430

Per solai non di copertura: limite Luce max/spessore <math><35 + 20\% = 42</math> [con spessore = Altezza solaio + (altezza soletta / 2)] CNR10025/89
 La portata è da intendere al netto del peso proprio della lastra di solaio e del peso proprio della soletta in opera.
 Tutte le portate consentono di dichiarare una resistenza al fuoco di R 120.