

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

SSE ARIANO– Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA-ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 19/05/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R. Zanon

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

IF3A	02	E	ZZ	CL	FA9100	001	C	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 06.00 - Emissione 120gg	B.Borghi	11/11/2021	L.Ongaro	11/11/2021	T. Finocchietti	11/11/2021	Ing. R. Zanon
B	C 08.00 - Emissione 180gg	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	
								08/02/2022

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 2 di 201

Indice

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	6
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	8
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	8
3.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	8
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
4.1	CEMENTO ARMATO.....	9
4.1.1	CALCESTRUZZO	9
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA	10
4.1.3	COPRIFERRO.....	11
4.2	PANNELLI DI TAMPONATURA	11
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	17
7.4	AZIONE DELLA NEVE	17
7.5	AZIONE DEL VENTO	18
7.6	VARIAZIONI TERMICHE.....	22
7.7	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI	22
7.8	AZIONE SISMICA.....	23
7.9	AZIONI RIEPILOGATIVE SULLE TRAVI.....	31
8	COMBINAZIONI DELLE AZIONI	36
8.1	RIEPILOGO AZIONI	37
9	MODI DI VIBRARE ANALISI MODALE.....	39
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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 3 di 201

10.1	CRITERI DI VERIFICA	43
10.1.1	VERIFICA AGLI SLU-SLV.....	43
10.1.2	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA (TRAVI E PILASTRI)	47
10.1.3	VERIFICA DI INSTABILITÀ PER ELEMENTI SNELLI (PILASTRI).....	49
10.1.4	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	50
10.2	TRAVI SECONDARIE	52
10.2.1	SOLLECITAZIONI.....	52
10.2.2	MATERIALI	57
10.2.3	GEOMETRIA E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE TRAVE 40X50.....	58
10.2.4	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA SEZIONE 40X50.....	59
10.2.5	VERIFICA A TAGLIO.....	64
10.2.6	VERIFICA A TORSIONE.....	67
10.2.7	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	67
10.2.8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	68
10.2.9	GEOMETRIA E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE TRAVE 60X26	71
10.2.10	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA SEZIONE 60X26.....	72
10.2.11	VERIFICA A TAGLIO.....	78
10.2.12	VERIFICA A TORSIONE.....	80
10.2.13	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	80
10.2.14	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	81
10.3	TRAVI PRINCIPALI	84
10.3.1	SOLLECITAZIONI.....	84
10.3.2	MATERIALI	89
10.3.3	GEOMETRIA E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE TRAVE	90
10.3.4	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA.....	91
10.3.5	VERIFICA A TAGLIO.....	96
10.3.6	VERIFICA A TORSIONE.....	97
10.3.7	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	99
10.3.8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	100
10.4	PILASTRI	103
10.4.1	SOLLECITAZIONI.....	103
10.4.2	MATERIALI	111
10.4.3	GEOMETRIE E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE PILASTRO 50X40.....	113
10.4.4	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA PILASTRO 50X40	115
10.4.5	VERIFICHE DI INSTABILITÀ PER ELEMENTI SNELLI.....	123
10.4.6	GEOMETRIE E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE PILASTRO (40X40)	128
10.4.7	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA PILASTRO ESTERNO.....	130
10.4.8	VERIFICHE DI INSTABILITÀ PER ELEMENTI SNELLI.....	140
10.5	VERIFICA DEI NODI	141
10.5.1	VERIFICA NODO 1	143
10.5.2	VERIFICA NODO 2	146
10.5.3	VERIFICA NODO 3	148

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 4 di 201

10.6	VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)	153
10.7	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI	155
10.8	SOLAIO DI COPERTURA	164
11	VERIFICA DELLE FONDAZIONI	173
11.1	CRITERI DI VERIFICA	173
11.2	TRAVI DI FONDAZIONE	174
11.2.1	VERIFICHE STRUTTURALI	174
11.2.2	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA DELLA TRAVE DI FONDAZIONE	178
11.3	CORDOLI DI COLLEGAMENTO	184
11.4	VERIFICHE GEOTECNICHE	185
11.4.1	VERIFICA CONDIZIONI DRENATE	187
11.4.2	VERIFICA DEI CEDIMENTI	190
12	VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO	193
12.1	VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI STATICA	193
12.2	VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI SISMICA	196
12.3	GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE STRUTTURALI	197
13	INCIDENZA	198

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
			IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	5 di 201

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo riguarda il Progetto Esecutivo della nuova Sottostazione Elettrica di conversione (SSE) di Ariano (AV), nell'ambito del piu ampio Progetto Esecutivo della nuova linea Hirpinia-Orsara.

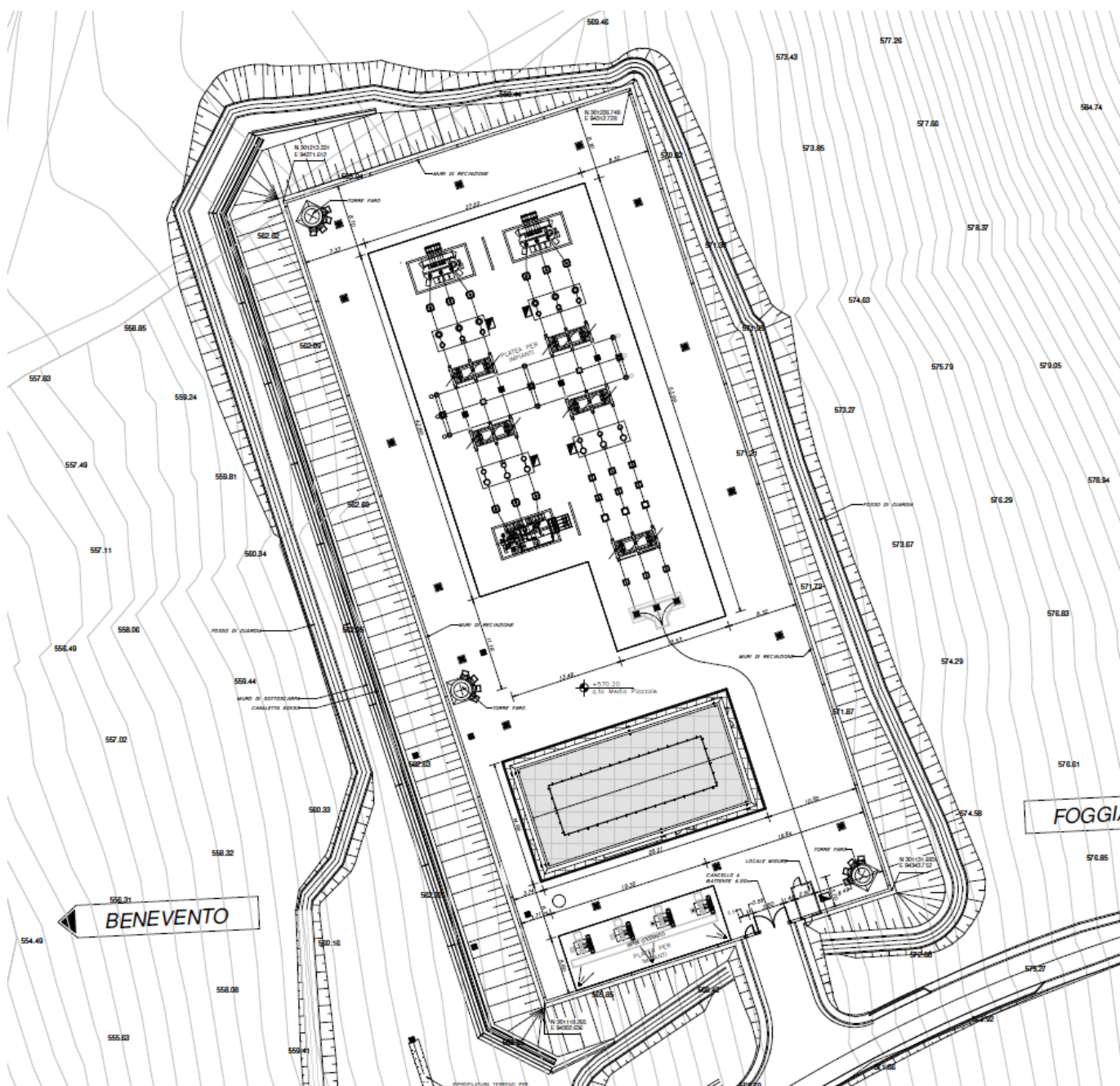


Figura 1-1 Inquadramento fabbricato

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 6 di 201

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in elevazione e in fondazione del fabbricato SSE denominato **FA91A**.

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. 02/02/2009, 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.

Va notato che l'estradosso delle travi di fondazione è stato impostato a -0,90 m dal piano finito di calpestio interno alla SSE in modo da consentire la realizzazione di canalette portacavi ispezionabili di idonee dimensioni, ma tali da non richiedere locali interferenze con le travi medesime.

Dal punto di vista strutturale, il fabbricato, nel suo complesso, è costituito dai seguenti sottosistemi:

1. Un sistema fondale: formato da un reticolo di travi di fondazione in calcestruzzo armato con travi longitudinali con sezione a T rovescia (Suola $B \times H = 100 \times 30$ cm e nervatura $B' \times H' = 50 \times 70$ cm) e travi trasversali di collegamento interne, con sezione rettangolare di dimensioni $B \times H = 40 \times 70$ cm.
2. Un reticolo spaziale: realizzato con travi e pilastri in calcestruzzo armato, a costituire telai a maglie rettangolari, idonei a sopportare sia i carichi verticali che quelli orizzontali. In particolare, tutti i pilastri hanno sezione $B \times L = 40 \times 40$ cm e $B \times L = 40 \times 50$ cm, tutte le travi, perimetrali e la trave centrale interna hanno sezione $B \times H = 40 \times 50$ cm, mentre le rimanenti hanno sezione 60×26 cm.
3. Un Impalcato rigido: costituito dal solaio di copertura di altezza totale 24 cm (4+16+4 soletta) previsto del tipo a predalles e soletta gettata in opera, in grado di creare un piano rigido.

Per quanto concerne la soletta di ripartizione del solaio di calpestio è prevista scollegata dalla struttura portante a mezzo di un giunto elastico.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 7 di 201

PIANTA COPERTURA
 Scala 1 : 50

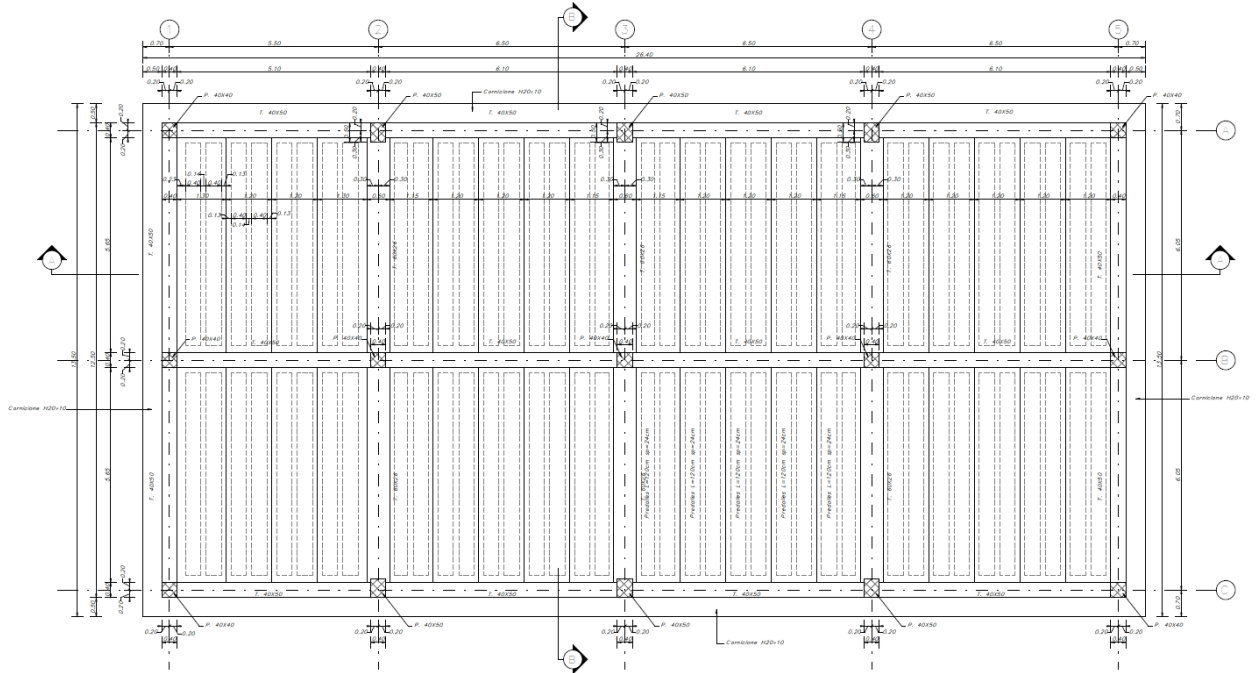


Figura 2-1 Carpenteria copertura

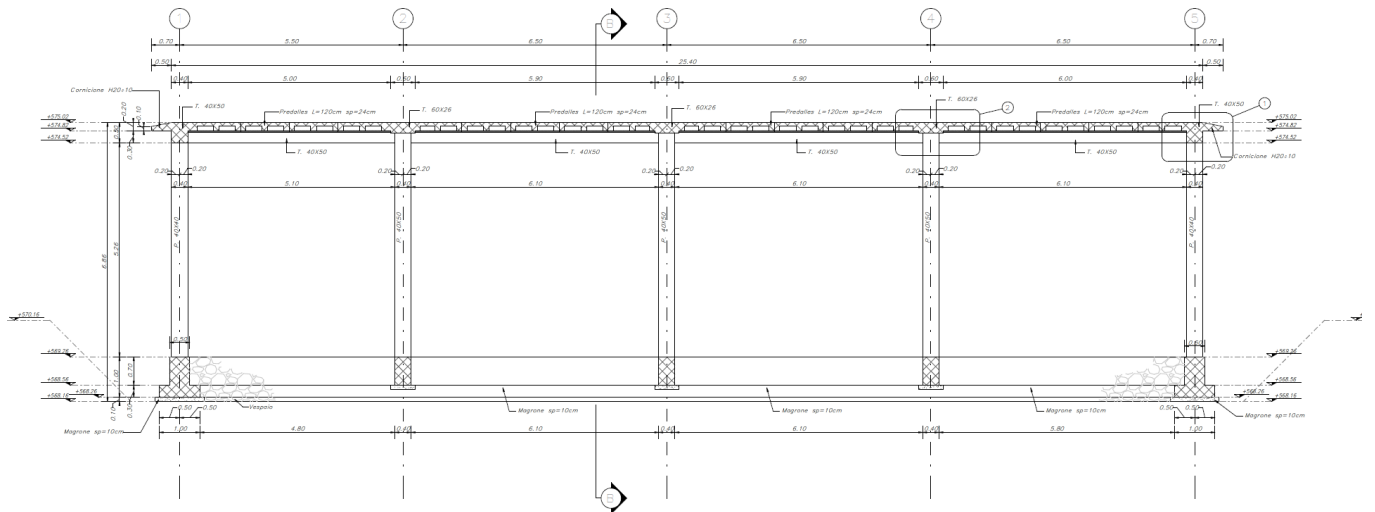


Figura 2-2 Sezione A-A

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 8 di 201

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:

- IF3A02EZZPBFA9100003A – SSE di Ariano- Carpenteria fondazioni
- IF3A02EZZPBFA9100004A - SSE di Ariano - Carpenteria copertura
- IF3A02EZZWBFA9100002A - SSE di Ariano - Sezioni e particolari costruttivi

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 9 di 201

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:

	Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione Travi e getto solaio	Struttura in elevazione Pilastrì	Fondazioni
Classe di resistenza	C35/45	C30/37	C32/40	C25/30
Classe di esposizione	XC3	XC3	XC3	XC2
Condizioni ambientali	ordinarie	ordinarie	ordinarie	ordinarie
Rapporto acqua/cemento		0,55	0,55	0,60

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione Travi e getto solaio	Struttura in elevazione Pilastrì	Fondazioni
R _{ck}	(N/mm ²)	45	37	40	30
f _{ck}	(N/mm ²)	35	30	32	25
f _{cm}	(N/mm ²)	43	38	40	33
α _{cc}	(-)	0,85	0,85	0,85	0,85
γ _c	(-)	1,5	1,5	1,5	1,5
f _{cd}	(N/mm ²)	19.83	17	22.66	14.17
f _{ctm}	(N/mm ²)	3.21	2,89	3.50	2,56
f _{ctk}	(N/mm ²)	2.25	2.03	2,46	1,79
f _{ctd}	(N/mm ²)	1.50	1,35	1,64	1.19
f _{cfm}	(N/mm ²)	3.85	3,47	4,20	3,07
f _{cfk}	(N/mm ²)	2,69	2,43	2,94	2,15
E _c	(N/mm ²)	34077	32836	35220	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: Consortio HIRPINIA-ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR
PROGETTAZIONE: Mandatario ROCKSOIL S.P.A.	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF	M-INGEGNERIA		
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	

$\gamma_c = 1.5$; 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%. $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} =$ 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).

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:

		soletta	Struttura in elevazione Travi	Struttura in elevazione Pilastri	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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 11 di 201

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 2.2.2009, 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 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-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 12 di 201

5 TERRENO DI FONDAZIONE

Le caratteristiche dei terreni, indicati nella tabella che segue, sono in accordo con i parametri geotecnici di riferimento dei terreni riportati nella relazione geotecnica I IF3A02EZZRBGE0106001B:

Numero Strato	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi' (Grd)	C' kg/cmq	Cu kg/cmq	Mod.El. kg/cmq	Poisson	Gr.Sovr
1- COLTRE	10	2050	27,00	0,08	0,90	170,00	0,30	4,00
2-STF2	30	2100	27,00	0,02	0,80	403,00	0,30	4,00

La falda è considerata a quota -5m da quota piano campagna.

Si riporta, di seguito, uno stralcio del documento "Profilo geotecnico di viabilità SSE" IF1V02D29F6OC0000001A:

CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI

	Terreno di copertura		Arenaria
	Argilla		Marna
	Limo		Argillite
	Sabbia		Calcare
	Sabbia e ghiaia		
	Ghiaia		

UNITA' GEOTECNICHE

	COP	= TERRENO DI COPERTURA
	ALL1_A	= ARGILLA E ARGILLA LIMOSA
	ALL2_S	= SABBIA E SABBIA LIMOSA
	ALL3_G	= GHIAIA E GHIAIA SABBIOSA
	COLTRE	= Coltre eluvio-colluviale e di frana
	ANZ2	= Argille limose, argille marnose e marne di colore grigio
	FYR	= FLYSH ROSSO: Argilliti marnose e marne con intercalazioni di calcilutite
	ASP	= Argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro
	FAE	= Calcareni, calcilutiti e calcari marnosi di colore grigio e biancastro
	FRR	= Argille, argille marnose e marne di colore rossastro, grigio-azzurro e verdastro
	SFL3	= Subsistema di Benevento
	STF2	= Argille limose e argille marnose con intercalazioni di sabbie

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 13 di 201

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*.

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.

Nel caso delle verifiche di rigidezza 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 rigidezza 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 pari a $E=17$ Mpa.

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

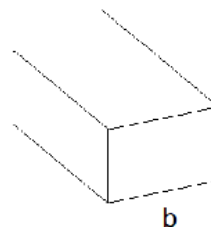
Il foglio di calcolo fa riferimento a sezioni rettangolari, quindi al fine di calcolare la corretta inerzia della fondazione per la trave rovescia è stata utilizzata un'altezza equivalente al fine di ottenere un'inerzia pari a quella data dalla sezione a "T" effettivamente progettata.

$E=$ 17000 kN/mq modulo elastico del terreno
 $\nu=$ 0,3 coeff. di Poisson

trave di fondazione

$b=$ 1 m dimensione trasversale trave
 $h=$ 1 m altezza trave
 $J=$ 0,083333 m⁴ inerzia trave
 $R_{ck}=$ 35 Mpa
 $E_c=$ 33721655 kN/mq modulo di elasticità cls

$K=$ 7933 kN/mc modulo di reazione lineare sulla trave



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. FOGLIO C 14 di 201

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 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:

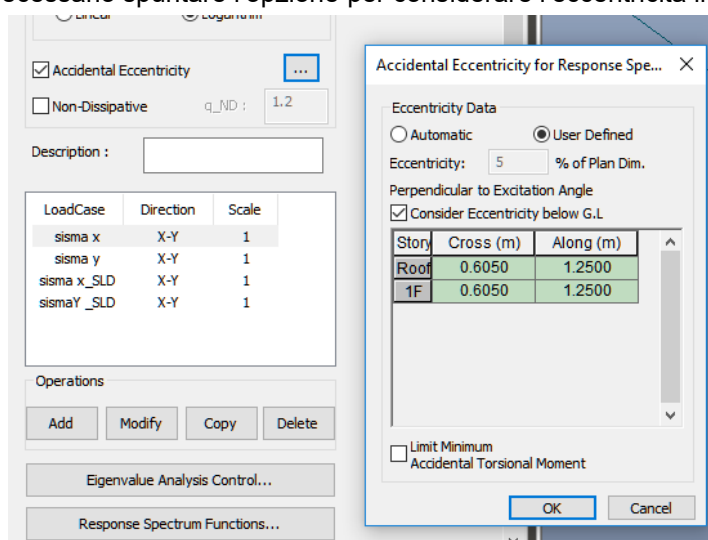


Figura 6-1 Eccentricità midas Gen

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:

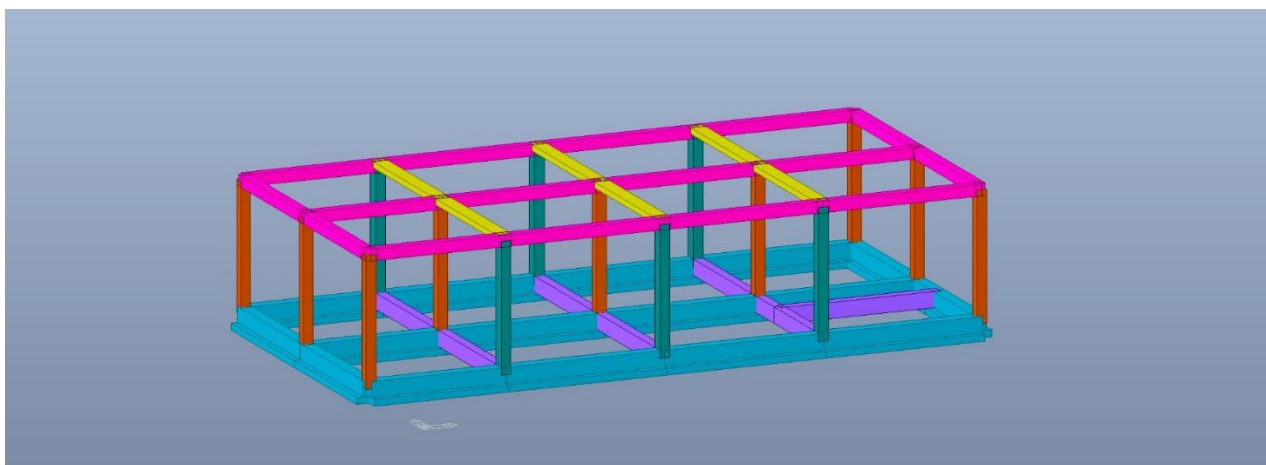


Figura 6-2 Vista estrusa del modello

APPALTATORE: 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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 15 di 201

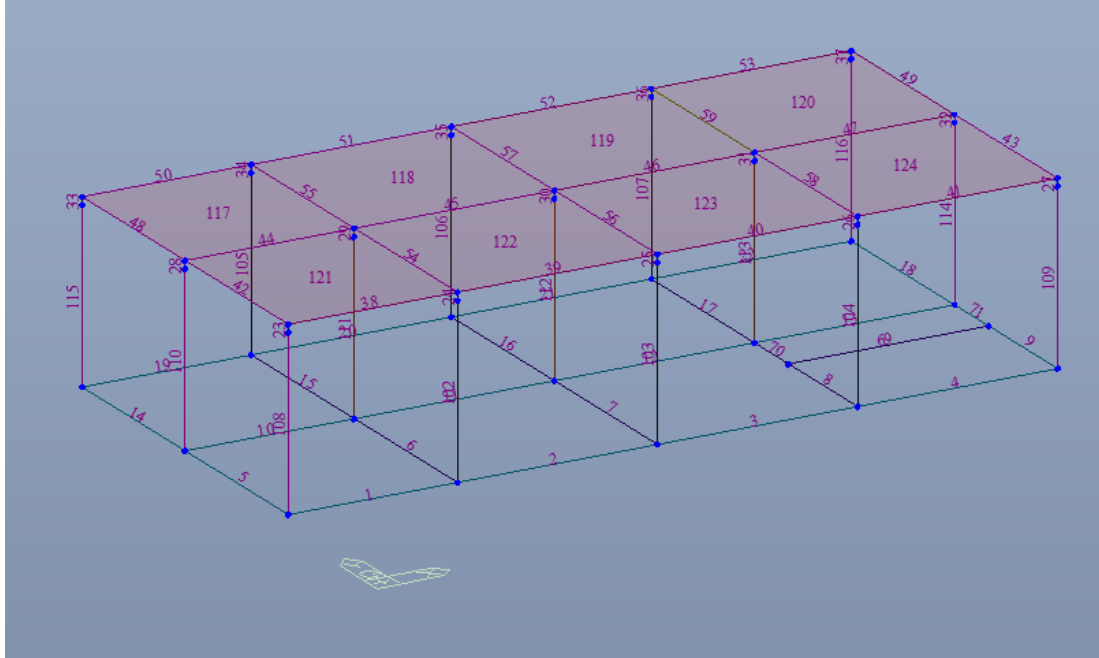


Figura 6-3 Numerazione elementi

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 17 di 201

7.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Si noti che la struttura non presenta pannelli esterni di copertura.

- Tamponamenti interni (muratura in blocchi cavi in calcestruzzo spessore 30 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 = 5.00m

Carico lineare agente in fondazione $q_p = (3.5 + 1.05) \times 5 = 22.7 \text{ kN/m}$

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Massetto delle pendenze alleggerito	$H_{med} = (0.10 \times 17.00) = 1.7$	kN/m^2
Barriera al vapore	0,10	kN/m^2
Isoltante termico	Sp 5cm $(0.05 \times 1.60) = 0.08$	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/m^2

7.3 SOVRACCARICHI VARIABILI

Il sovraccarico variabile per sola manutenzione in copertura è assunto cautelativamente pari a 0.5 kN/m^2 .

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 $a_s > 200\text{m}$

$$q_{sk} = 0.51 \cdot (1 + (a_s/481)^2) = 0.51 \cdot (1 + (570/481)^2) = 1.23 \text{ kN/m}^2$$

Il fabbricato FA91 si trova a una altitudine di 570.00m slm.

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 18 di 201

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):

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:

$$q_s = 0,8 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,23 = \mathbf{0,98 \text{ kN/m}^2}$$

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 $a_s > a_0 = 500 \text{ m}$.

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/m^2) 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/m^3 .

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-ORSAR				
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C FOGLIO 19 di 201

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:

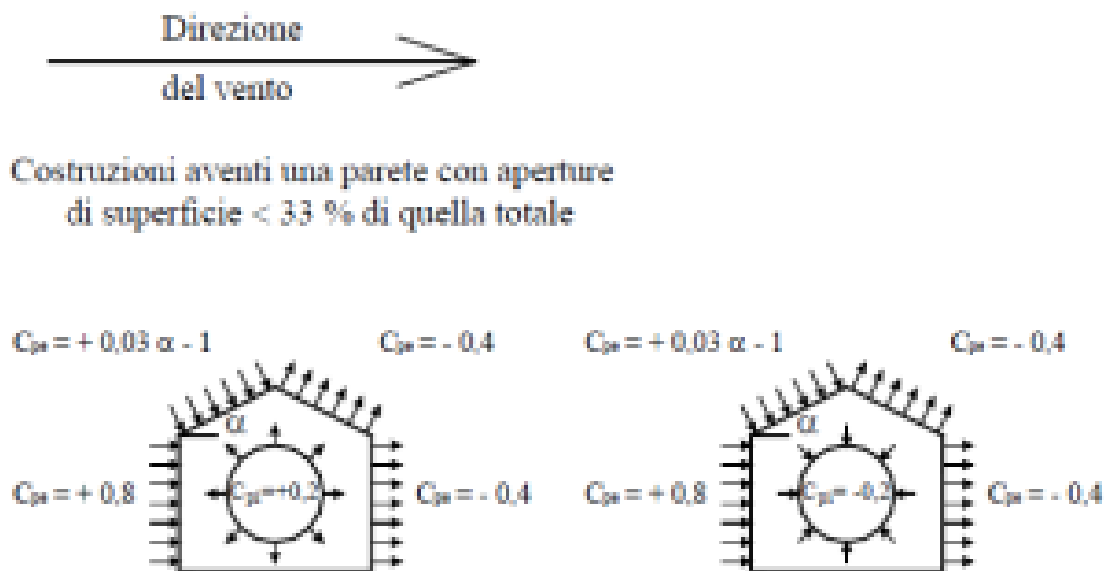
Il coefficiente d'esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per il caso in esame considerando zona 3, classe di rugosità del terreno D e categoria d'esposizione del sito II, 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 2/02/2009 in relazione a quanto riassunto nella figura seguente:



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:

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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 20 di 201

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	0.544	kN/m ²
C_e	1.93	
C_f	0.02	
p_f	0.021	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	570	m
a_0	500	m
$V_{b,0}$	27	m/s
K_a	0.02	1/s
$V_b(T_R)$	29.5	m/s
Q_b	0.544	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)	5.00	m
C_d	1	
$C_e(z)$	1.93	
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)	- 0,21	kN/m ²
p_2 (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	+ 1,05	kN/m ²
p_3 (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	- 0,21	kN/m ²

L'azione del vento sui muri 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 (5,00 x 0,50 = 2,50 m):

$$q_{w1} = 2.5 * 1.05 = \mathbf{2.6 \text{ kN/m}}$$

$$q_{w2} = 2.5 * (-0.21) = \mathbf{-0.53 \text{ kN/m}}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">21 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	21 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	21 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

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.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 22 di 201

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):

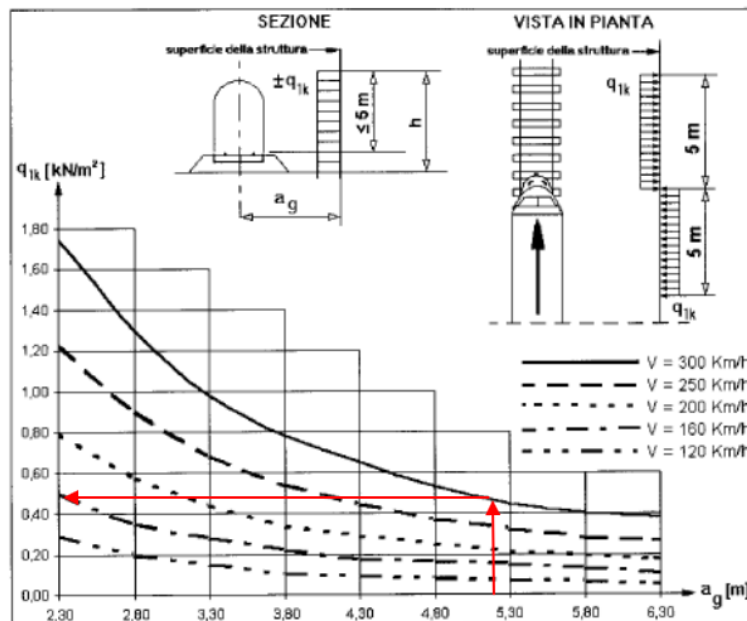
il valore caratteristico dell'azione $\pm q_{1k}$ agente ortogonalmente alla superficie verticale di facciata del fabbricato viene valutato in funzione della distanza a_g dall'asse del binario più vicino. Supponendo che la distanza minima da garantire da ostacolo fisso, quale può essere un fabbricato, 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					
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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 23 di 201



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. 02/02/2009, 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: 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 24 di 201

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 – NTC18), 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 – NTC18).

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

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 – NTC18:

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

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

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

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

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 sovreresistenza, 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 - NTC18 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:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 25 di 201

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:

$$q_0 = 2.5$$

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 alle coordinate:

Longitudine: 15.0876°,

Latitudine: 41.1525°,

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 26 di 201

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta ➔

Variabilità dei parametri ➔

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ➔

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info $S_S =$ $C_C =$ info

Categoria topografica info $h/H =$ $S_T =$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta =$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_e Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q_v $\eta =$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ➔

Parametri e punti spettri di risposta ➔

Spettro di progetto - componente orizzontale

Spettro di progetto - componente verticale

Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 27 di 201

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.366 g
F_o	2.314
T_C^*	0.426 s
S_S	1.130
C_C	1.914
S_T	1.000
q	2.500

Parametri dipendenti

S	1.130
η	0.400
T_B	0.272 s
T_C	0.816 s
T_D	3.064 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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]	Se [g]
	0.000	0.413
$T_B \leftarrow$	0.272	0.383
$T_C \leftarrow$	0.816	0.383
	0.923	0.338
	1.030	0.303
	1.137	0.275
	1.244	0.251
	1.351	0.231
	1.458	0.214
	1.565	0.200
	1.672	0.187
	1.779	0.176
	1.886	0.166
	1.993	0.157
	2.100	0.149
	2.207	0.142
	2.314	0.135
	2.421	0.129
	2.528	0.124
	2.635	0.119
	2.742	0.114
	2.849	0.110
	2.956	0.106
$T_D \leftarrow$	3.064	0.102
	3.108	0.099
	3.153	0.096
	3.197	0.094
	3.242	0.091
	3.286	0.089
	3.331	0.086
	3.376	0.084
	3.420	0.082
	3.465	0.080
	3.509	0.078
	3.554	0.076
	3.599	0.074
	3.643	0.073
	3.688	0.073
	3.732	0.073
	3.777	0.073
	3.822	0.073
	3.866	0.073
	3.911	0.073
	3.955	0.073
	4.000	0.073

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 28 di 201

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
 Stato Limite considerato: **SLD** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **D** info $S_B = 1.800$ $C_C = 2.147$ info
 Categoria topografica: **T1** info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info
(In quota sld, altezza livello topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **17.5** $\eta = 0.667$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q **1** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q **1** $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta **||**
 Parametri e punti spettri di risposta **||**

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.122 g
F_a	2.342
T_C	0.339 s
S_B	1.800
C_C	2.147
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.800
η	0.667
T_B	0.243 s
T_C	0.728 s
T_D	2.088 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1 / q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

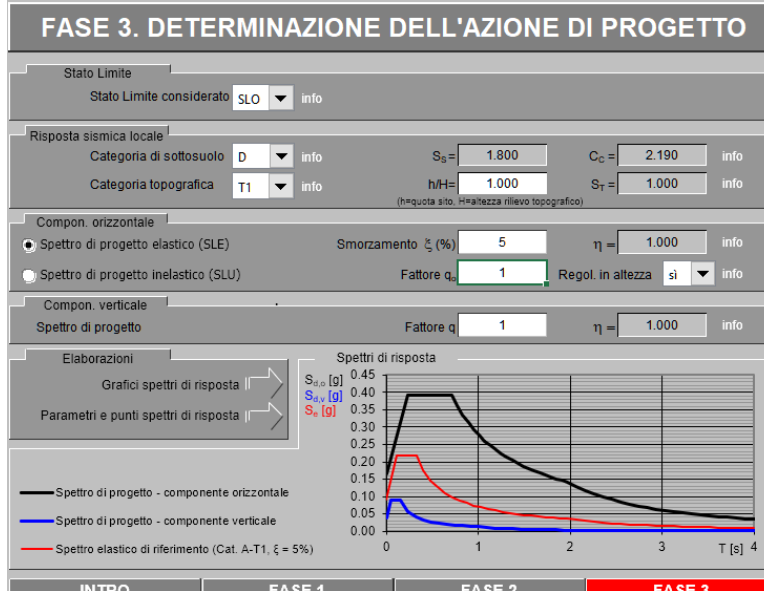
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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	0.220
T_B	0.243
T_C	0.728
	0.793
	0.857
	0.922
	0.987
	1.052
	1.117
	1.181
	1.246
	1.311
	1.376
	1.441
	1.505
	1.570
	1.635
	1.700
	1.765
	1.829
	1.894
	1.959
	2.024
T_D	2.088
	2.179
	2.271
	2.362
	2.453
	2.544
	2.635
	2.726
	2.817
	2.908
	2.999
	3.090
	3.181
	3.272
	3.363
	3.454
	3.545
	3.636
	3.727
	3.818
	3.909
	4.000

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 29 di 201



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0.092 g
F_o	2.360
T_C	0.326 s
S_B	1.800
C_C	2.190
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.800
η	1.000
T_B	0.238 s
T_C	0.713 s
T_D	1.969 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10 / (S + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1 / q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_g(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_g(T)$ 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	0.166
0.238	0.392
0.713	0.392
0.773	0.361
0.833	0.335
0.893	0.313
0.953	0.293
1.012	0.276
1.072	0.261
1.132	0.247
1.192	0.234
1.251	0.223
1.311	0.213
1.371	0.204
1.431	0.195
1.490	0.187
1.550	0.180
1.610	0.174
1.670	0.167
1.730	0.162
1.789	0.156
1.849	0.151
1.909	0.146
1.969	0.142
2.065	0.129
2.162	0.118
2.259	0.108
2.356	0.099
2.452	0.091
2.549	0.085
2.646	0.079
2.743	0.073
2.839	0.068
2.936	0.064
3.033	0.060
3.129	0.056
3.226	0.053
3.323	0.050
3.420	0.047
3.516	0.044
3.613	0.042
3.710	0.040
3.807	0.038
3.903	0.036
4.000	0.034

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}):

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 30 di 201

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

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 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:

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

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

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					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 31 di 201

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.

tipo di carico	Carico kN/m2	dimensioni campate [m]	
		L1	L2
predalle	3,3	6,05	6,05
trave	carico su trave	Area di influenza	
T1	10,0 kN/m	3,025	m2
T2	20,0 kN/m	6,05	m2
T3	10,0 kN/m	3,025	m2

Permanente copertura	kN/m2	L1	L2
	3,4	6,05	6,05
	carico su trave	Area di influenza	
T1	10,3 kN/m	3,025	m2
T2	20,6 kN/m	6,05	m2
T3	10,3 kN/m	3,025	m2

Manutenzione	kN/m2	L1	L2
	0,5	6,05	6,05
	carico su trave	Area di influenza	
T1	1,51 kN/m	3,025	m2
T2	3,03 kN/m	6,05	m2
T3	1,51 kN/m	3,025	m2

Neve	kN/m2	L1	L2
	0,98	6,05	6,05
	carico su trave	Area di influenza	
T1	2,96 kN/m	3,025	m2
T2	5,93 kN/m	6,05	m2
T3	2,96 kN/m	3,025	m2

Vento	kN/m2	L1	L2
	0,21	6,05	6,05
	carico su trave	Area di influenza	
T1	0,64 kN/m	3,025	m2
T2	1,27 kN/m	6,05	m2
T3	0,64 kN/m	3,025	m2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 32 di 201

A favore di sicurezza si attribuisce una percentuale del carico delle travi principali anche alle travi secondarie:

Carico lineare su travi secondarie		
area di influenza bordo		
travetto	0,13 m	
blocco di alleggerimento	0,2 m	
Lunghezza tot	0,33 m	
	Carichi agenti	carico lineare su travi secondarie
Predalle	3,3 kN/m ²	1,089 kN/m
Permanente copertura	3,4 kN/m ²	1,1 kN/m
manutenzione	0,5 kN/m ²	0,165 kN/m
Neve	0,98 kN/m ²	0,32 kN/m
vento	0,21 kN/m ²	0,07 kN/m

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.

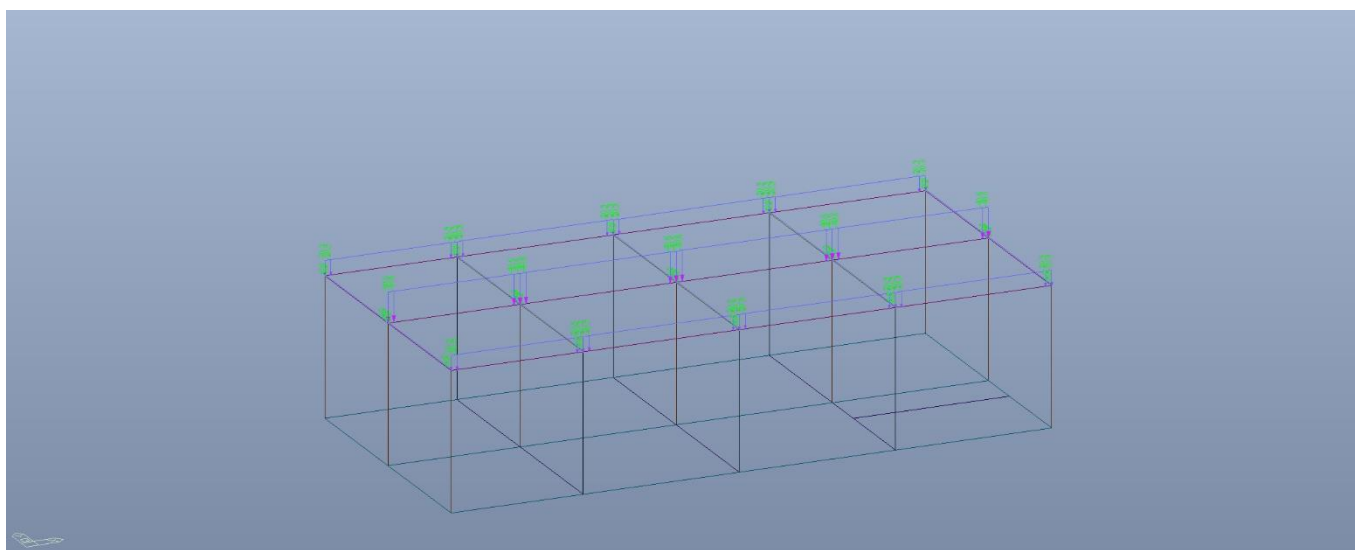


Figura 7-1 Permanente

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 33 di 201

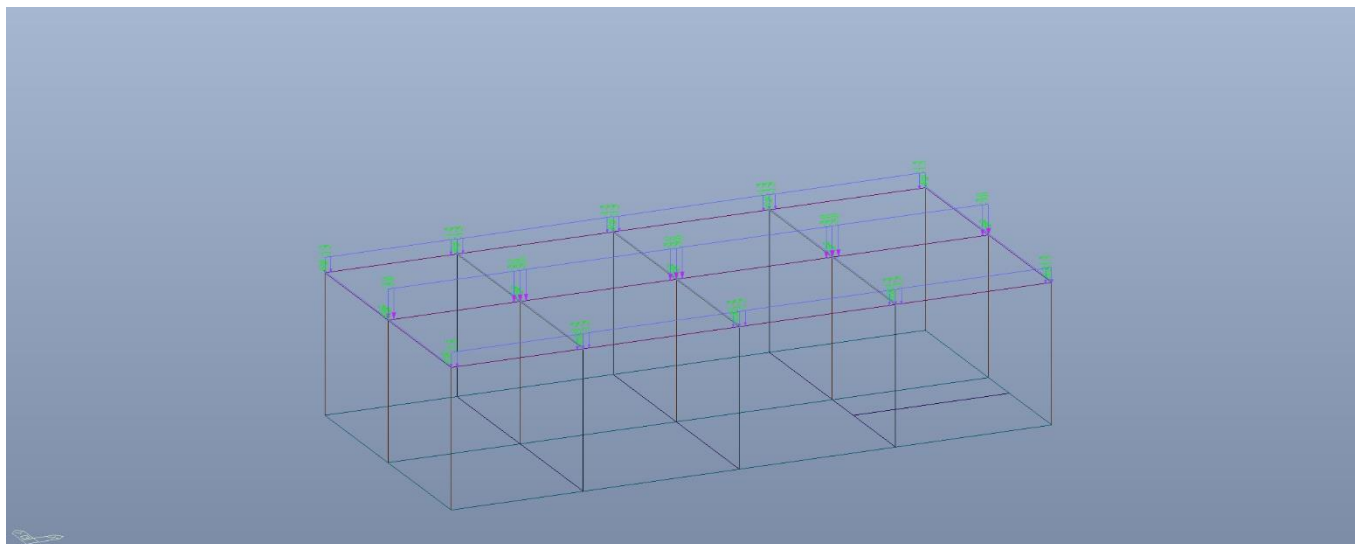


Figura 7-2 Sovraccarico

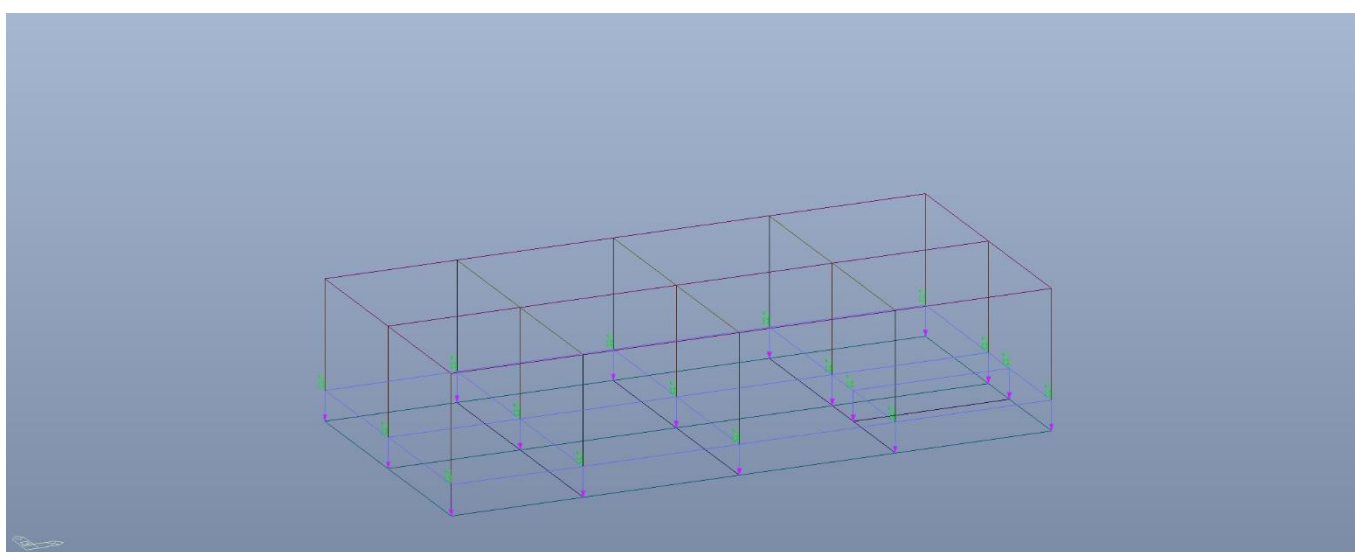


Figura 7-3 tamponamenti caso statico

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 34 di 201

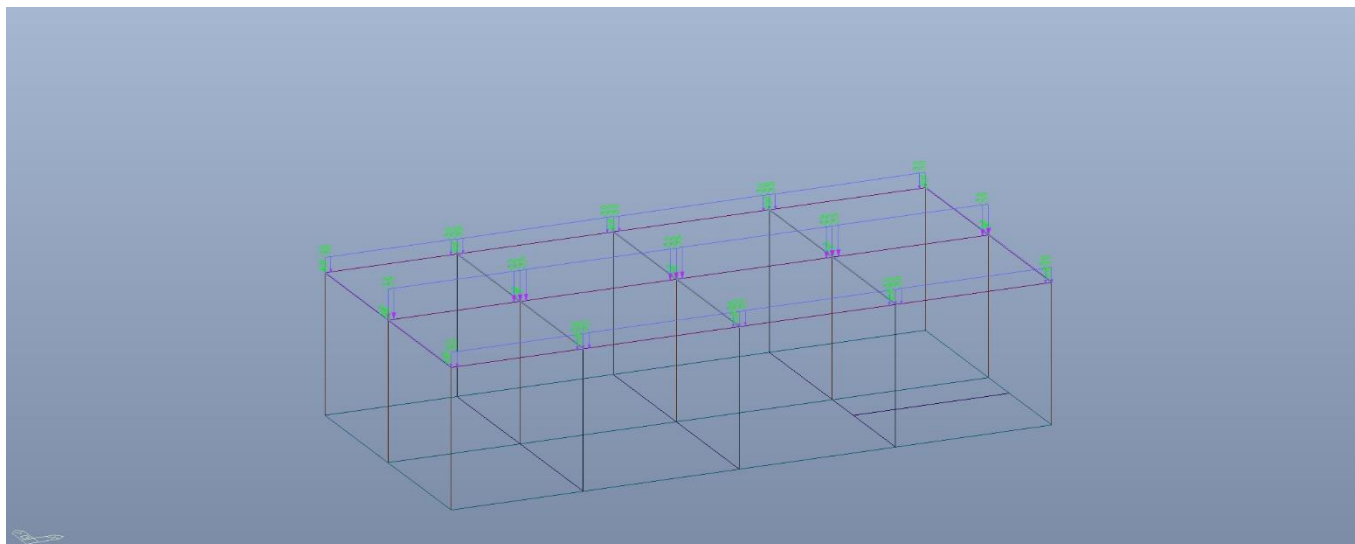


Figura 7-4 Neve

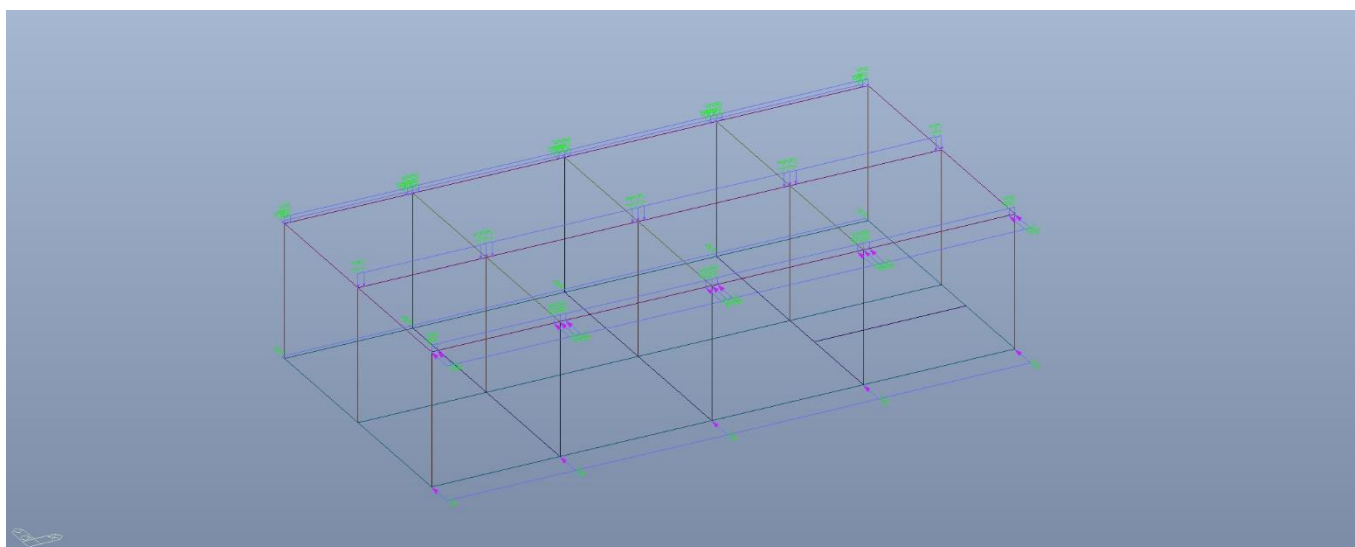


Figura 7-5 Vento

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 35 di 201

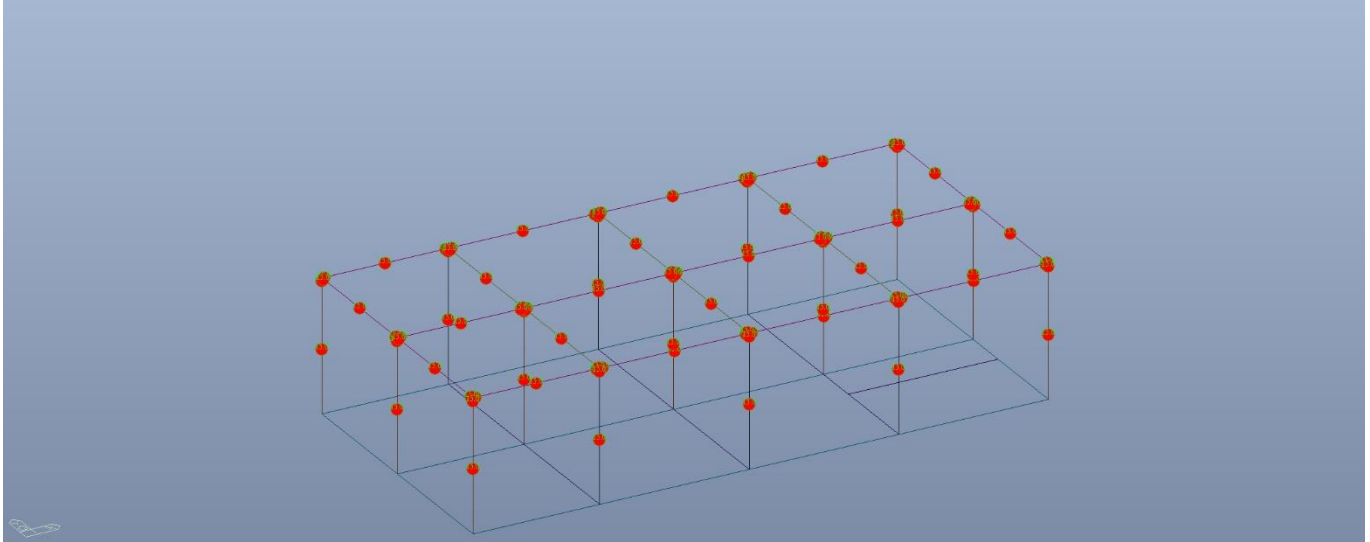


Figura 7-6 Temperatura

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 36 di 201

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 – Circolare2009. 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>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 39 di 201

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.

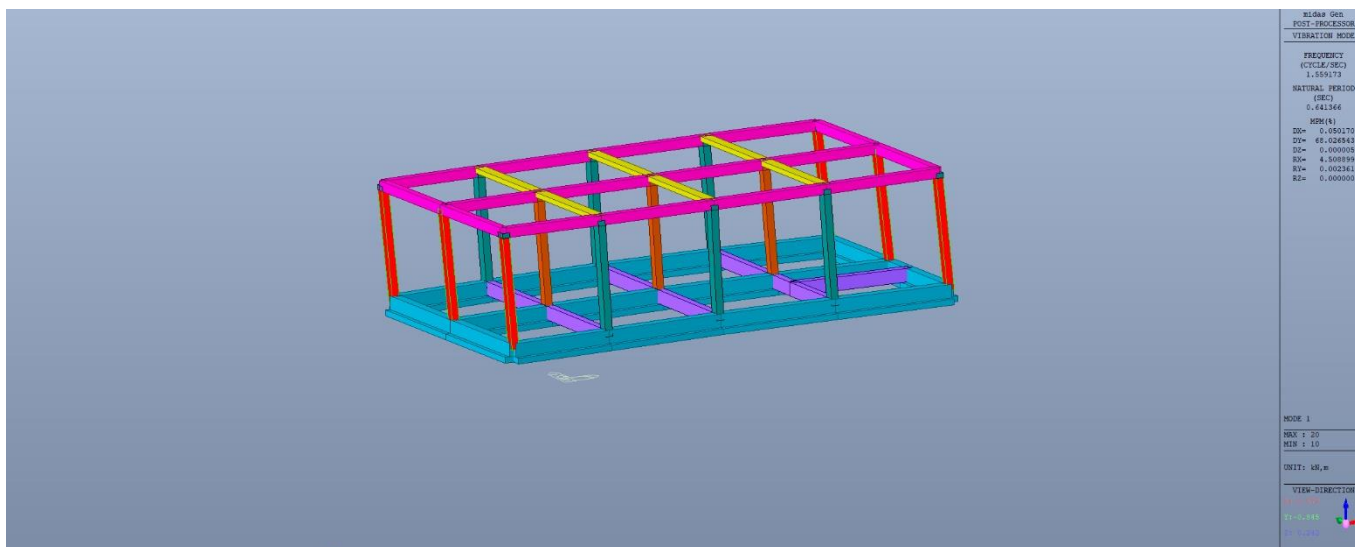


Figura 9-1 MODO 1

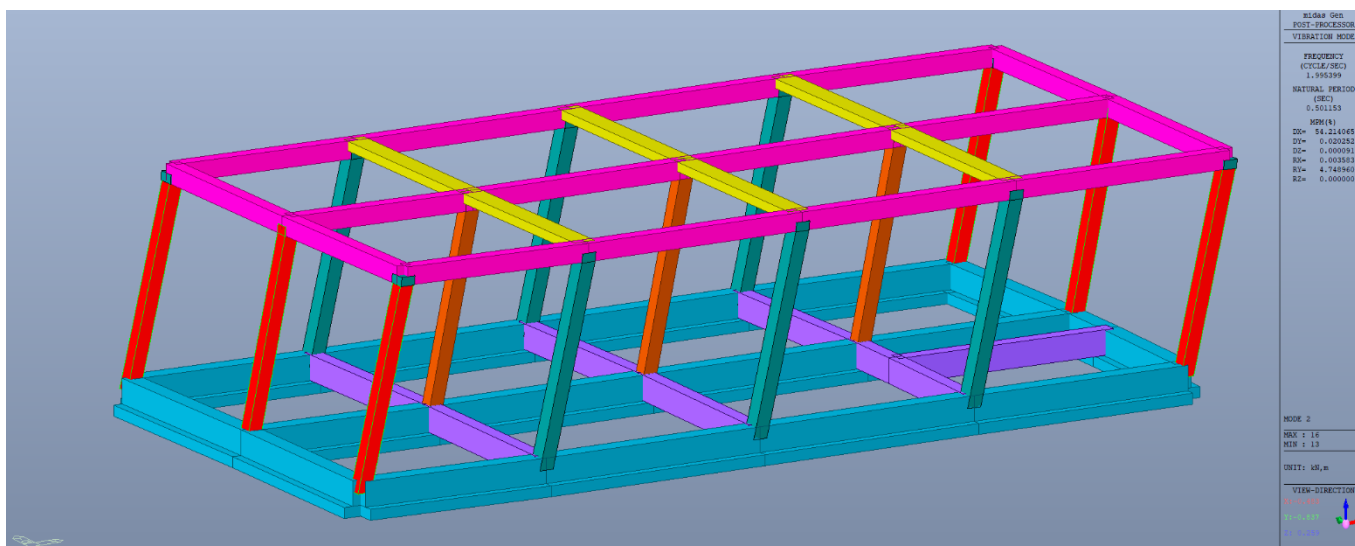


Figura 9-2 MODO 2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 40 di 201

Node	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ						
EIGENVALUE ANALYSIS													
	Mode No	Frequency		Period	Tolerance								
		(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)									
	1	9.7439	1.5508	0.6448	4.4444e-28								
	2	12.4947	1.9886	0.5029	4.4444e-28								
	3	12.6681	2.0162	0.4960	4.4444e-28								
	4	21.9946	3.5005	0.2857	4.4444e-28								
	5	35.2228	5.6059	0.1784	4.4444e-28								
	6	45.0809	7.1748	0.1394	4.4444e-28								
	7	70.6438	11.2433	0.0889	4.4444e-28								
	8	89.2645	14.2069	0.0704	4.4444e-28								
	9	89.6648	14.2706	0.0701	4.4444e-28								
	10	92.5325	14.7270	0.0679	4.4444e-28								
	11	94.3477	15.0159	0.0666	4.4444e-28								
	12	101.9423	16.2246	0.0616	4.4444e-28								
	13	102.9172	16.3798	0.0611	4.4444e-28								
	14	119.8664	19.0773	0.0524	4.4444e-28								
	15	126.5965	20.1485	0.0496	1.1000e-26								
	16	129.4310	20.5996	0.0485	8.4382e-24								
	17	133.5045	21.2479	0.0471	6.2918e-22								
	18	140.4367	22.3512	0.0447	1.5747e-19								
	19	143.3794	22.8195	0.0438	1.3574e-19								
	20	146.5782	23.3286	0.0429	5.1137e-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	0.0489	0.0489	68.0478	68.0478	0.0000	0.0000	4.5058	4.5058	0.0023	0.0023	0.0000	0.0000
	2	54.2060	54.2549	0.0208	68.0686	0.0001	0.0001	0.0037	4.5095	4.7488	4.7511	0.0000	0.0000
	3	0.0331	54.2880	0.2105	68.2791	0.0000	0.0001	0.0479	4.5574	0.0030	4.7541	0.0000	0.0000
	4	0.0224	54.3104	16.0324	84.3115	0.0000	0.0001	0.3504	4.9078	0.0011	4.7553	0.0000	0.0000
	5	21.6663	75.9767	0.0471	84.3585	0.0001	0.0002	0.0001	4.9078	0.0263	4.7816	0.0000	0.0000
	6	0.0391	76.0158	0.0063	84.3648	0.0039	0.0041	0.0002	4.9081	0.0000	4.7816	0.0000	0.0000
	7	0.0001	76.0158	2.9164	87.2812	0.0018	0.0059	0.0006	4.9087	0.0000	4.7816	0.0000	0.0000
	8	0.0181	76.0339	0.0001	87.2813	0.0822	0.0881	0.0003	4.9090	0.0000	4.7816	0.0000	0.0000
	9	0.3188	76.3527	0.0047	87.2860	1.0484	1.1365	0.0030	4.9121	0.0000	4.7817	0.0000	0.0000
	10	0.0898	76.4425	0.0058	87.2918	29.2320	30.3685	0.0000	4.9121	0.0001	4.7818	0.0000	0.0000
	11	0.1643	76.6069	0.0276	87.3194	25.9214	56.2898	0.0000	4.9121	0.0000	4.7818	0.0000	0.0000
	12	0.0216	76.6284	0.0001	87.3195	29.7917	86.0815	0.0000	4.9121	0.0000	4.7818	0.0000	0.0000
	13	1.1367	77.7652	0.0005	87.3200	0.3014	86.3829	0.0006	4.9127	0.0001	4.7819	0.0000	0.0000
	14	0.0033	77.7684	0.0031	87.3231	12.1097	98.4926	0.0000	4.9127	0.0000	4.7819	0.0000	0.0000
	15	4.5788	82.3473	0.0119	87.3349	0.0258	98.5184	0.0000	4.9127	0.0000	4.7819	0.0000	0.0000
	16	0.0979	82.4452	0.0286	87.3635	0.0276	98.5460	0.0000	4.9127	0.0000	4.7819	0.0000	0.0000
	17	1.6045	84.0497	0.2278	87.5913	0.2319	98.7779	0.0000	4.9127	0.0002	4.7822	0.0000	0.0000
	18	0.2534	84.3031	0.0279	87.6192	0.6124	99.3902	0.0000	4.9127	0.0000	4.7822	0.0000	0.0000
	19	10.9252	95.2283	0.0242	87.6434	0.0003	99.3905	0.0000	4.9127	0.0009	4.7831	0.0000	0.0000
	20	0.7043	95.9326	0.0091	87.6525	0.4267	99.8172	0.0000	4.9127	0.0000	4.7831	0.0000	0.0000

Figura 9-3 Risultati analisi modale – Periodi propri e fattori di partecipazione delle masse

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

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 41 di 201

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/cm²
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

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
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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 42 di 201

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: 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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 43 di 201

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 TRAVI

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:

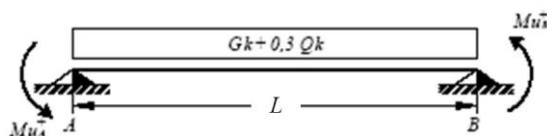
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

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:



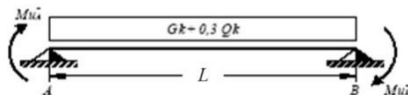
Il taglio è variabile linearmente lungo la trave e alle estremità è pari a:

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

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 44 di 201

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

• **2° Schema:**



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

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

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

10.1.1.3 VERIFICA A TAGLIO SETTI

Taglio

Per le pareti si deve tener conto del possibile incremento delle forze di taglio a seguito della formazione della cerniera plastica alla base della parete. A tal fine, la domanda di taglio di progetto deve essere incrementata del fattore:

$$1,5 \leq q \cdot \sqrt{\left(\frac{\gamma_{rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}\right)^2 + 0,1 \cdot \left(\frac{S_e(T_c)}{S_e(T_1)}\right)^2} \leq q \text{ per pareti snelle} \quad [7.4.14]$$

$$\gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \leq q \text{ per pareti tozze} \quad [7.4.15]$$

dove per γ_{Rd} si veda la Tab. 7.2.I, e con M_{Ed} ed M_{Rd} si indicano i momenti flettenti di progetto, rispettivamente, di domanda e di capacità alla base della parete, con T_1 il periodo fondamentale di vibrazione dell'edificio nella direzione dell'azione sismica, con $S_e(T)$ l'ordinata dello spettro di risposta elastico corrispondente all'ascissa T.

La determinazione della resistenza è condotta in accordo con il § 4.1.2.3.5, assumendo un braccio delle forze interne z pari a 0,8 l_w ed un'inclinazione delle diagonali compresse pari a 45°. Nelle zone dissipative tale resistenza va moltiplicata per un fattore riduttivo 0,4.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C FOGLIO 45 di 201

10.1.1.4 VERIFICA A TAGLIO PILASTRI

Ai fini della progettazione in capacità, per ciascuna direzione di applicazione del sisma la domanda a taglio V_{Ed} si ottiene imponendo l'equilibrio con i momenti delle sezioni di estremità (superiore e inferiore) del pilastro $M_{i,d}^s$, $M_{i,d}^i$, determinate come appresso indicato ed amplificate del fattore di sovrarresistenza γ_{Rd} , secondo l'espressione:

$$V_{Ed}l_p = \gamma_{Rd} (M_{i,d}^s + M_{i,d}^i) \quad [7.4.5]$$

dove:

per il valore di γ_{Rd} si veda la Tab. 7.2.I;

$M_{i,d} = M_{c,Rd} \cdot \min(1, \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}})$ è il momento nella sezione di estremità (superiore o inferiore) in corrispondenza della

formazione delle cerniere nelle travi, dove i valori in sommatoria sono quelli impiegati nella [7.4.4];

$M_{c,Rd}$ è la capacità a flessione nella sezione di estremità (superiore o inferiore);

l_p è la lunghezza del pilastro.

Tab. 7.2.I - Fattori di sovrarresistenza γ_{Rd} (fra parentesi quadre è indicato il numero dell'equazione corrispondente)

Tipologia strutturale	Elementi strutturali	Progettazione in capacità	γ_{Rd}	
			CD''A''	CD''B''
C.a. gettata in opera	Travi (§ 7.4.4.1.1)	Taglio	1,20	1,10
	Pilastri (§ 7.4.4.2.1)	Pressoflessione [7.4.4]	1,30	1,30
		Taglio [7.4.5]	1,30	1,10
	Nodi trave-pilastro (§ 7.4.4.3.1)	Taglio [7.4.6-7, 7.4.11-12]	1,20	1,10
	Pareti (§ 7.4.4.5.1)	Taglio [7.4.13-14]	1,20	-
C.a. prefabbricata a struttura intelaiata	Collegamenti di tipo a) (§ 7.4.5.2.1)	Flessione e taglio	1,20	1,10
	Collegamenti di tipo b) (§ 7.4.5.2.1)	Flessione e taglio	1,35	1,20
C.a. prefabbricata con pilastri incastrati alla base e orizzontamenti incernierati	Collegamenti di tipo fisso (§ 7.4.5.2.1)	Taglio	1,35	1,20
Acciaio	Si impiega il fattore di sovrarresistenza γ_{ov} definito al § 7.5.1			
	Colonne (§ 7.5.4.2)	Pressoflessione [7.5.10]	1,30	1,30
Composta acciaio-calcestruzzo	Si impiega il fattore di sovrarresistenza γ_{ov} definito al § 7.5.1			
	Colonne (§ 7.6.6.2)	Pressoflessione [7.6.7]	1,30	1,30
Legno	Collegamenti		1,60	1,30
Muratura armata con progettazione in capacità	Pannelli murari (§ 7.8.1.7)	Taglio	1,50	
Ponti	Si impiegano i fattori di sovrarresistenza definiti al § 7.9.5			

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 46 di 201

10.1.1.5 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 47 di 201

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 ripettata 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 48 di 201

- ✓ 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:

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

- **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					
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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 49 di 201

10.1.3 Verifica di instabilità per elementi snelli (Pilastrini)

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastrini 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 pilastrini singoli possono essere trascurati se la snellezza λ non supera il valore limite (4.1.2.3.9.2-NTC2018):

$$\lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{\nu}}$$

dove:

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

$$\lambda = L_o / i$$

dove:

$L_o = \beta L = 5.75 \text{ m}$ lunghezza di libera inflessione

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

$L = 5.75 \text{ m}$ luce netta del pilastrino

$i = (I/A)^{0.5} = [(h^3 \cdot b) / (12 \cdot b \cdot h)]^{0.5} = [500^3 \cdot 400 / (12 \cdot 500 \cdot 400)]^{0.5} = 144 \text{ mm}$ raggio giratore d'inerzia (asse debole);

$$\lambda = L_o / i = 5750 / 144 = 40$$

$i = (I/A)^{0.5} = [(h^3 \cdot b) / (12 \cdot b \cdot h)]^{0.5} = [400^3 \cdot 400 / (12 \cdot 400 \cdot 400)]^{0.5} = 115 \text{ mm}$ raggio giratore d'inerzia (asse debole);

$$\lambda = L_o / i = 5750 / 115 = 50$$

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 50 di 201

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 NTC18) 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.

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 rara bisogna accertarsi che risulti: $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$;

Stato limite di apertura delle fessure

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

- $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.01.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 17.01.2018.

Si fa comunque presente che per le sole testate delle travi in C.A.P., se dovessero verificarsi micro fessurazioni, queste non dovranno essere di ampiezza superiore a 0,10 mm. Le suddette micro fessure, dopo la loro accettazione, andranno trattate con materiali idonei e secondo procedure da concordare con le FERROVIE.

Figura 10-1 Manuale di progettazione RFI

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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 style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">51 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	51 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	51 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

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 2.5.1.8.3.2.1 del Manuale di progettazione RFI. In particolare bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:
 - $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ (per combinazione caratteristica rara);
 - $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$ (per combinazione quasi permanente);
- Per l'acciaio:
 - $\sigma_s < 0.75f_{yk}$ (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: 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	52 di 201

10.2 TRAVI SECONDARIE

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.

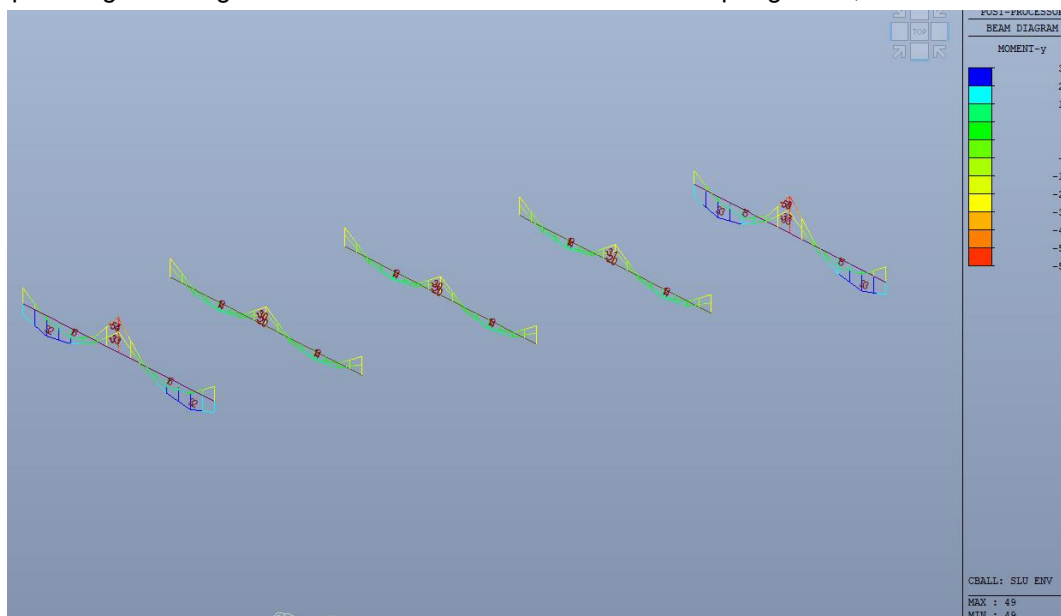


Figura 10-2 MY SLU travi secondarie

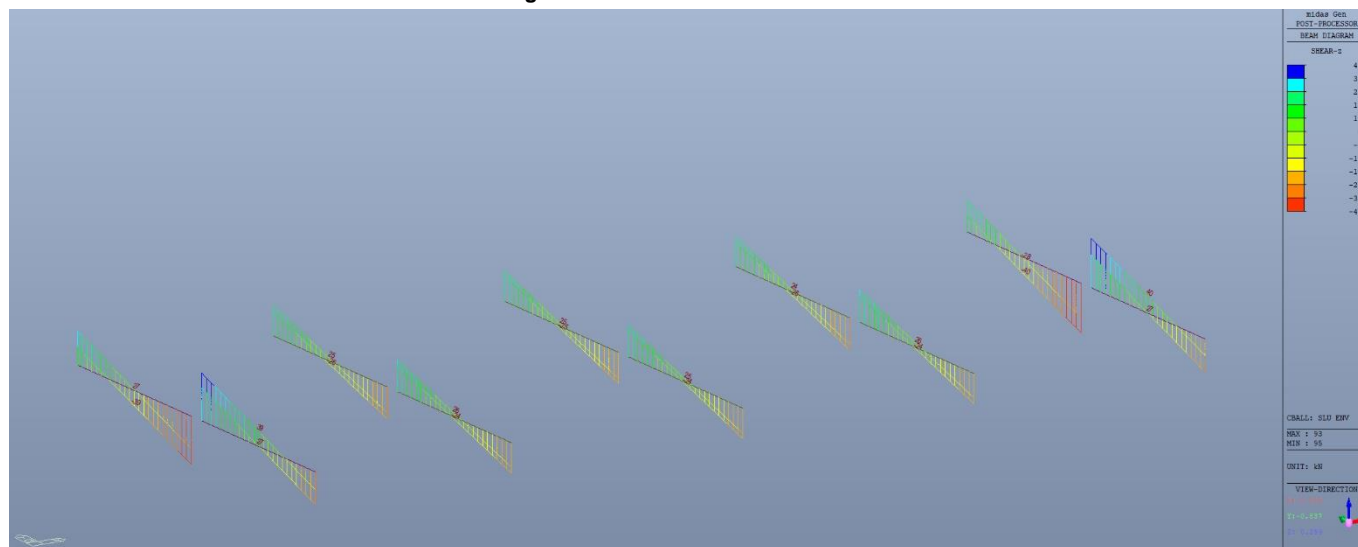


Figura 10-3 Vz SLU travi secondarie

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	53 di 201

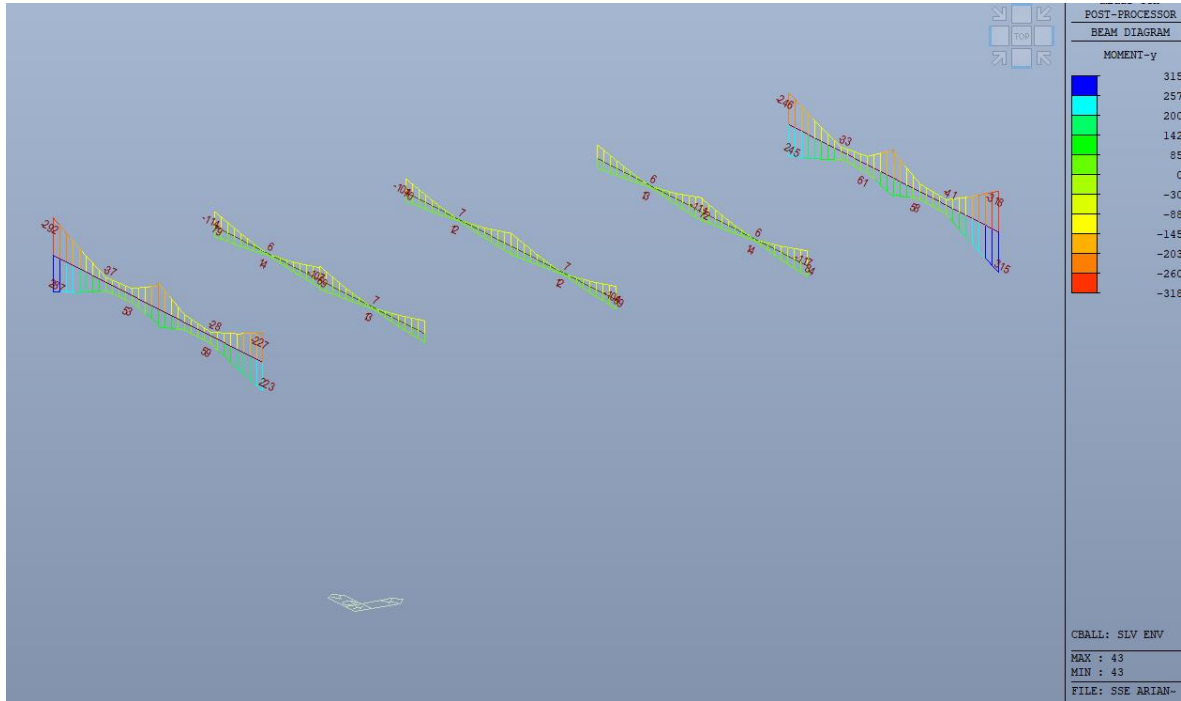


Figura 10-4 My SLV travi secondarie

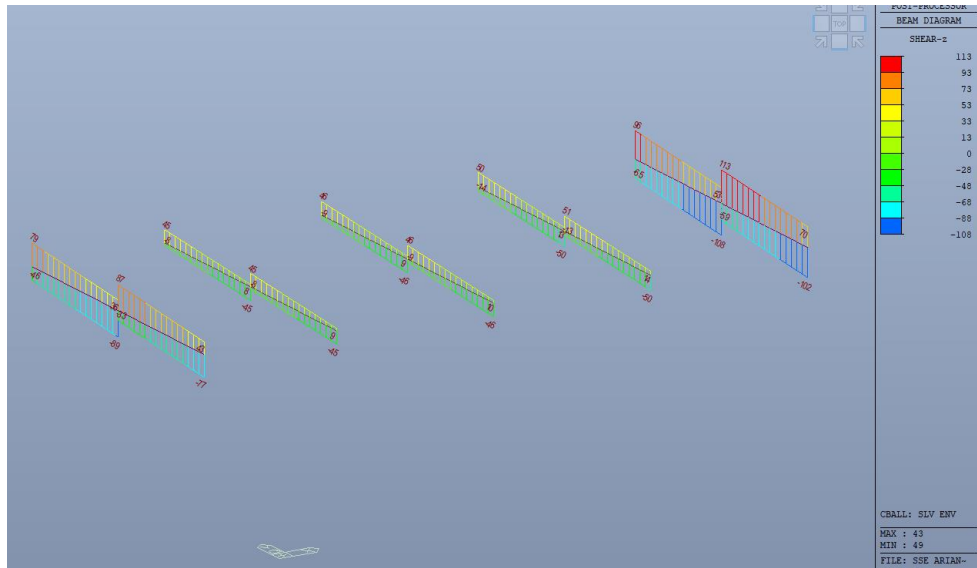


Figura 10-5 Vz SLV travi secondarie

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-ORSAR				
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. FOGLIO C 54 di 201

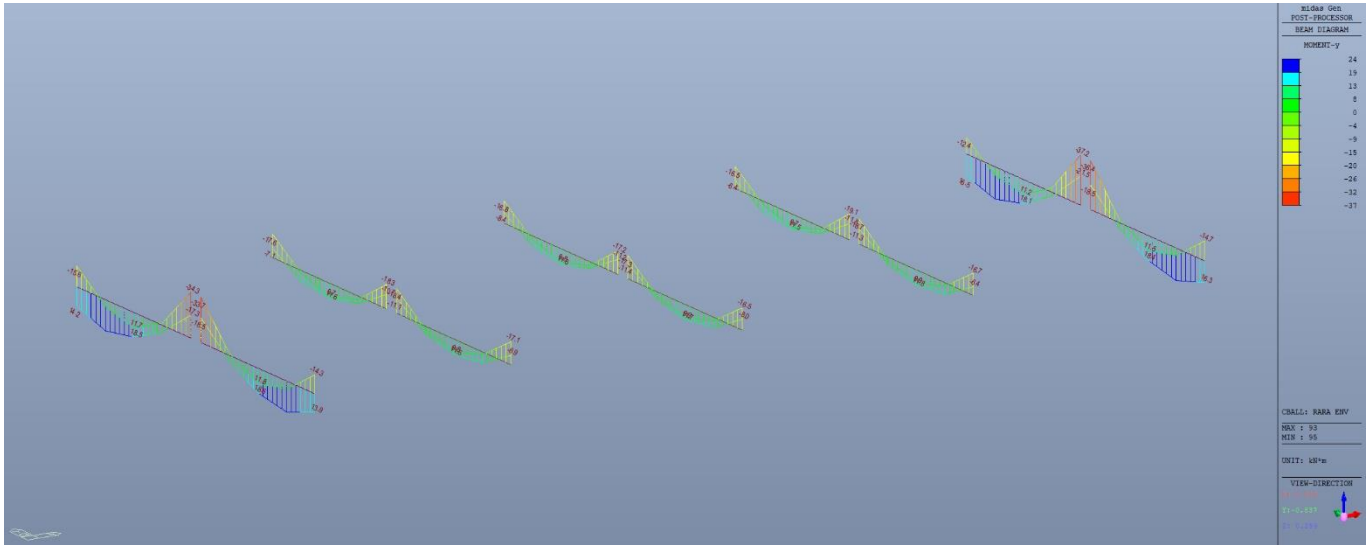


Figura 10-6 My rara travi secondarie

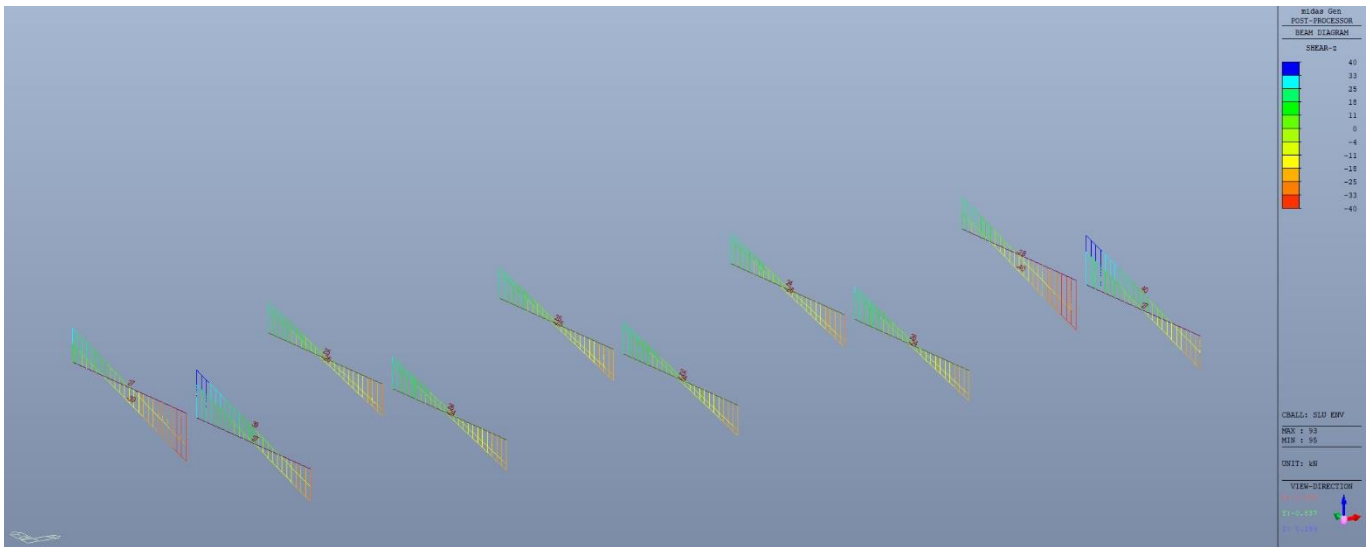


Figura 10-7 Vz rara travi secondarie

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 55 di 201

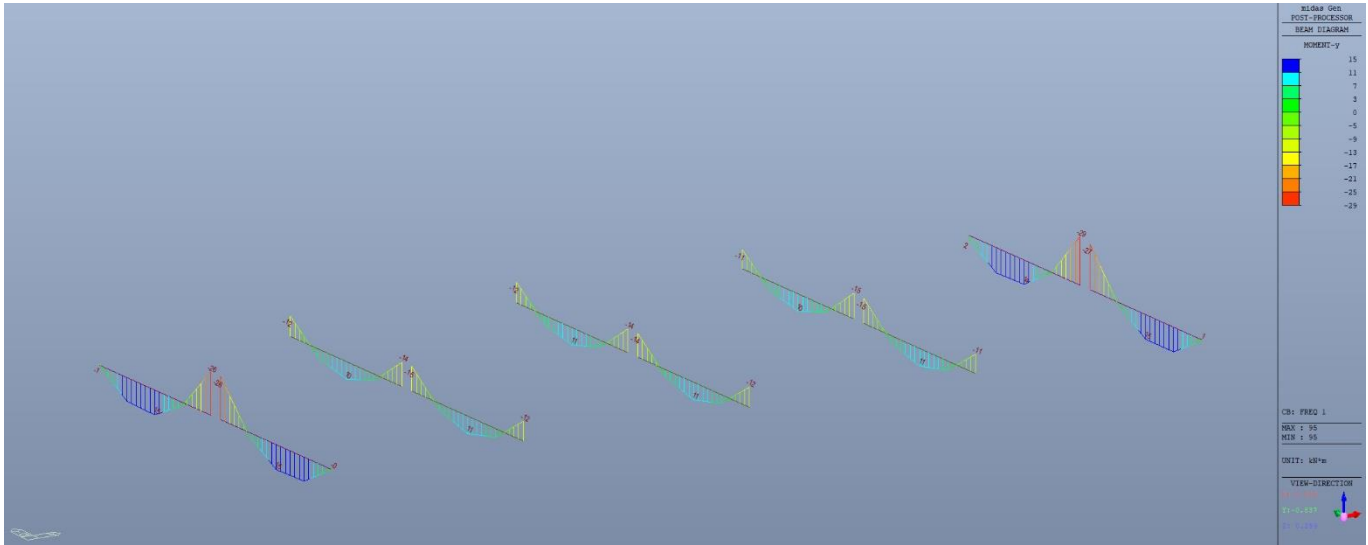


Figura 10-8 My freq travi secondarie

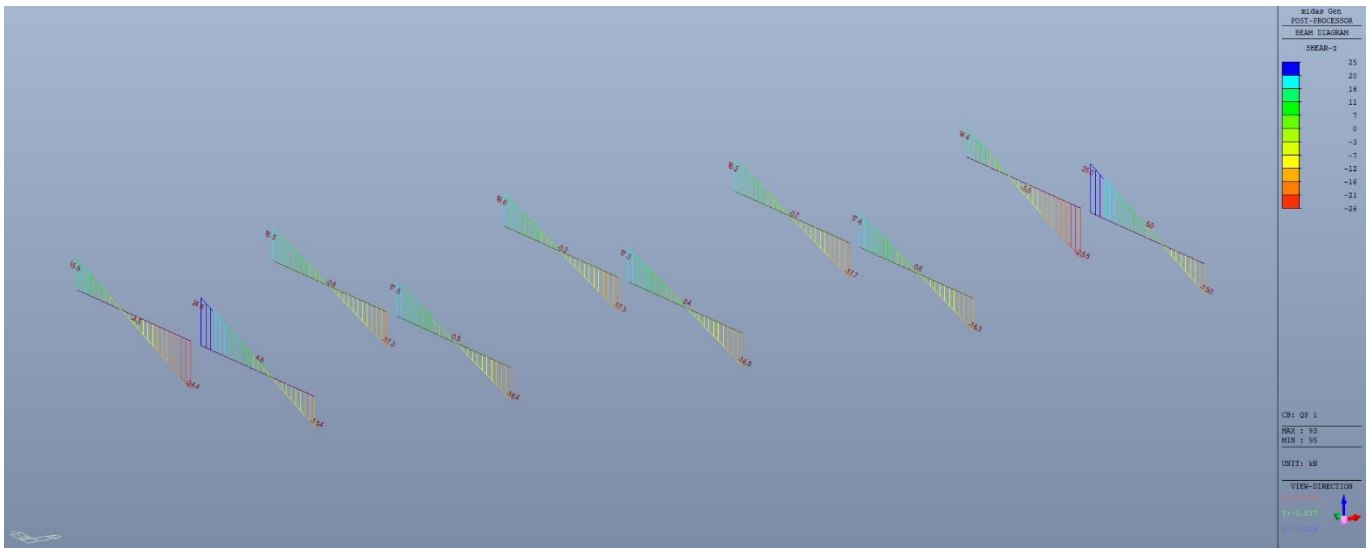


Figura 10-9 Vz freq travi secondarie

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	56 di 201

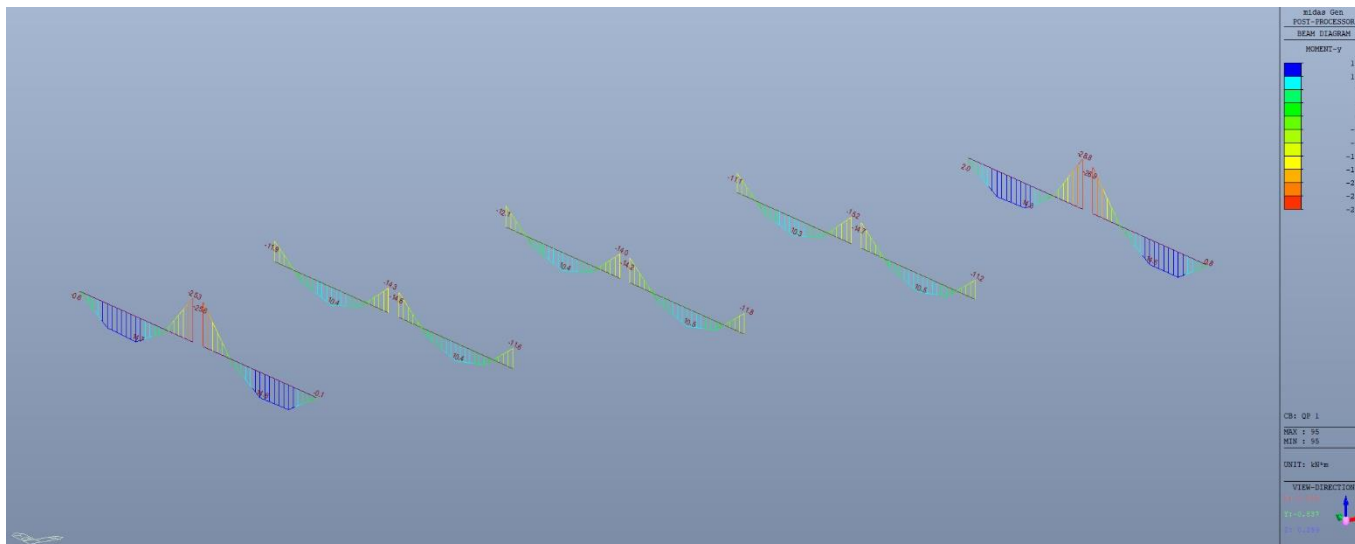


Figura 10-10 My qp travi secondarie

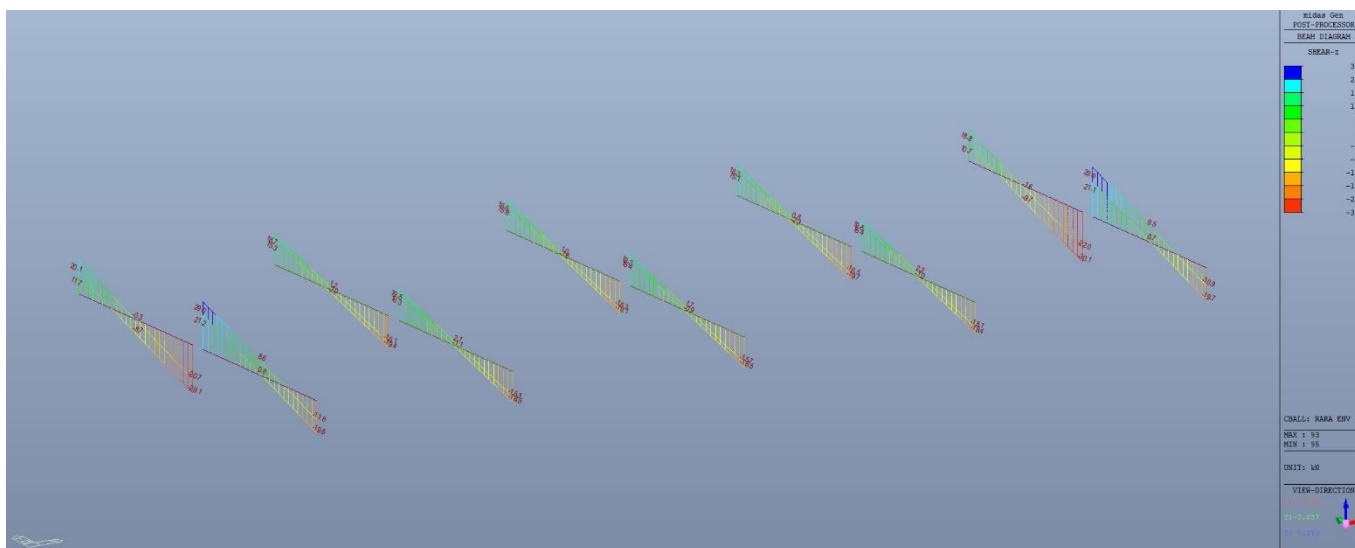


Figura 10-11 Vz qp travi secondarie

Si noti 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.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 57 di 201

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:	17.0	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	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: 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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 58 di 201

10.2.3 Geometria e disposizione delle armature trave 40X50

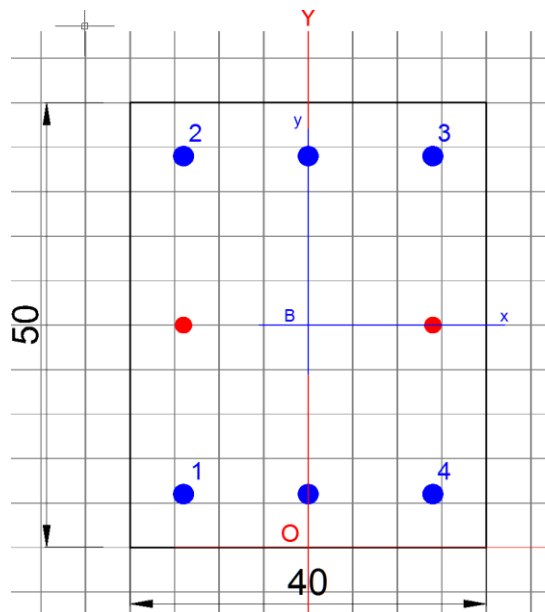
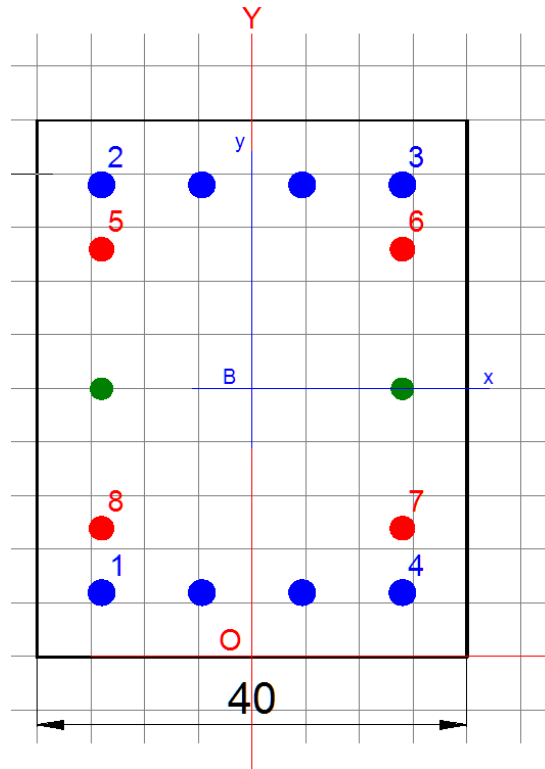


Figura 10-12 Sezione all'appoggio Sezione in campata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 59 di 201

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
95	SLU 12	I[57]	0	0	-39.89	8.13	-50.77	0
95	SLU 12	2/4	0	0	-13.29	8.13	23.02	0
95	SLU 12	3/4	0	0	0.01	8.13	32.24	0
95	RARA 12	I[57]	0	0	-30	6.23	-37.68	0
95	RARA 12	2/4	0	0	-9.6	6.23	17.26	0
95	RARA 12	3/4	0	0	0.6	6.23	23.5	0
95	FREQ 2	I[57]	0	0	-24.86	6.12	-27.32	0
95	FREQ 2	2/4	0	0	-4.88	6.12	13.93	0
95	FREQ 2	2/4	0	0	5.11	6.12	13.77	0
95	QP 1	I[57]	0	0	-25.5	6.06	-28.73	0
95	QP 1	2/4	0	0	-5.52	6.06	14.32	0
95	QP 1	3/4	0	0	4.47	6.06	15.05	0
93	SLV 12	I[55]	0	0	-103.57	-7.5	-291.98	0
93	SLV 13	I[55]	0	0	73.58	-4.41	293.46	0
93	SLV 12	2/4	0	0	-83.59	-7.5	-32.77	0
93	SLV 13	2/4	0	0	93.56	-4.41	62.04	0

Tabella 1 sollecitazioni trave secondaria 40X50

10.2.4 Verifiche a pressoflessione deviata sezione 40x50

10.2.4.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE ALL'APPOGGIO:

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

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

1+1 Φ 16 di parete.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	50.0
3	20.0	50.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 60 di 201

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-14.0	6.0	20
2	-14.0	44.0	20
3	14.0	44.0	20
4	14.0	6.0	20
5	-14.0	38.0	18
6	14.0	38.0	18
7	14.0	12.0	18
8	-14.0	12.0	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	4	2	20
2	2	3	2	20
3	8	5	1	16
4	6	7	1	16

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	-51.00	0.00
2	0.00	-291.00	0.00
3	0.00	290.00	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-37.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 61 di 201

1 0.00 -27.00 (-67.11) 0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-28.00 (-67.11)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-51.00	0.00	-294.44	5.77	26.8(2.9)
2	S	0.00	-291.00	0.00	-294.44	1.01	26.8(2.9)
3	S	0.00	290.00	0.00	294.44	1.02	26.8(2.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.230	-20.0	0.0	0.00142	-14.0	6.0	-0.01173	-14.0	44.0
2	0.00350	0.230	-20.0	0.0	0.00142	-14.0	6.0	-0.01173	-14.0	44.0
3	0.00350	0.230	-20.0	50.0	0.00142	-14.0	44.0	-0.01173	-14.0	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

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 62 di 201

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000346053	0.003500000	0.230	0.727
2	0.000000000	-0.000346053	0.003500000	0.230	0.727
3	0.000000000	0.000346053	-0.013802657	0.230	0.727

10.2.4.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA 40X50

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

- Armatura superiore 3 Φ 18
- Armatura inferiore 3 Φ 18

1+1 Φ 14 di parete.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	50.0
3	20.0	50.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-14.0	6.0	18
2	-14.0	44.0	18
3	14.0	44.0	18
4	14.0	6.0	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	4	1	18
2	2	3	1	18
3	1	2	1	14
4	3	4	1	14

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 63 di 201

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	23.00	0.00
2	0.00	32.00	0.00
3	0.00	62.00	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	24.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	14.00 (57.92)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	15.00 (57.92)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.2 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.)

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 64 di 201

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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	23.00	0.00	148.26	6.45	10.7(2.9)
2	S	0.00	32.00	0.00	148.26	4.63	10.7(2.9)
3	S	0.00	62.00	0.00	148.26	2.39	10.7(2.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.151	-20.0	50.0	0.00035	-14.0	44.0	-0.01963	-14.0	6.0
2	0.00350	0.151	-20.0	50.0	0.00035	-14.0	44.0	-0.01963	-14.0	6.0
3	0.00350	0.151	-20.0	50.0	0.00035	-14.0	44.0	-0.01963	-14.0	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

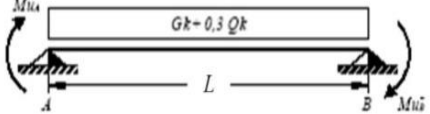
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000525629	-0.022781450	0.151	0.700
2	0.000000000	0.000525629	-0.022781450	0.151	0.700
3	0.000000000	0.000525629	-0.022781450	0.151	0.700

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.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 65 di 201

Ba: Base	0.3	1° SCHEMA		2° SCHEMA						
Alt Altezza	0.4									
Ltr Ltrave	5.7									
L influenza	0									
G1 G1_trave	3	kN/m								
G1 G1_Solaio	3	kN/m ²								
G2 G2_Solaio	2.6	kN/m ²								
Gk Gk	3	kN/m								
gaI γQ	0.3	[-]								
Qk Qk	0	kN/m ²								
gaI γRd	1.1	[-]								
Ml MuA ⁽⁺⁾	74.18	(kNm)								
Ml MuA ⁽⁻⁾	96.4	(kNm)								
Ml MuB ⁽⁺⁾	96.4	(kNm)								
			V_A	41	kN	V_{ED} (SAP)	V_A	41	kN	V_{ED} (SAP)

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore 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}=129 kN

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 66 di 201

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 400$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 500$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 40$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 460$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$ MPa resist. di calcolo	0.00 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 132.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.659 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.396$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

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

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

$$V_{Rd} = 0.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 72.8 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 72.8 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

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

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

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

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

Armatura a taglio (staffatura):

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

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 169.7 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 656.9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 169.7 > 132.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.3$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 1.5 m dal pilastro, staffe $\Phi 10 / 10$ cm, nelle zone di campata rimanenti staffe $\Phi 10 / 20$ cm.

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 67 di 201

10.2.6 Verifica a torsione

Considerando i valori limitati di torsione 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=	400	mm	\emptyset tesa	20	\emptyset comp.	20	fyk	450	Mpa	fctm	2.77	ρ	0.0082	\emptyset Staffe	10	
H=	500	mm	N tesa	4	Ncomp.	4	fyd	391.3	MPa			ρ comp	0.0082	P staffe	100	
COPRIFERRO		\emptyset tesa	18	\emptyset comp.	18											
c=	40	mm	N tesa	2	Ncomp.	2										

SEZIONE DI CAMPATA																
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)				
B=	400	mm	\emptyset tesa	18	\emptyset comp.	18	fyk	450	Mpa	fctm	2.77	ρ	0.0047	\emptyset Staffe	10	
H=	500	mm	N tesa	3	Ncomp.	3	fyd	391.3	MPa			ρ comp	0.0047	P staffe	200	
COPRIFERRO		\emptyset tesa	20	\emptyset comp.	20											
c=	40	mm	N tesa	0	Ncomp.	0										

SEZIONE DI APPOGGIO																						
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE D		CONDIZIONE E								
\emptyset tesa	20	\geq	14	OK	OK	0.00311	<	ρ	<	0.016009	OK	0.0082	>	0.0041	OK	passo staffe	passo scelto					
N tesa	4	\geq	2	OK												110						
\emptyset comp.	20	\geq	14	OK												225	>	100	OK	1646.2 >	281.7	OK
N comp.	4	\geq	2	OK												160			1646.2 >	229.32	OK	
240																	1646.2 <	8000	OK			

SEZIONE DI CAMPATA																		
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE E						
\emptyset tesa	18	\geq	14	OK	OK	0.00311	<	ρ	<	0.01249	OK	0.0047	>	0.0024	OK	942.5 >	282.3	OK
N tesa	3	\geq	2	OK												942.5 >	229.32	OK
\emptyset comp.	18	\geq	14	OK												942.5 <	8000	OK
N comp.	3	\geq	2	OK														

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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 68 di 201

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 40X50

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	2.26	-20.0	0.0	-58.5	4.7	44.0	460	12.6

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 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 Ac 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*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 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										

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00036	0.00000	0.834	20.0	50	0.00018 (0.00018)	378	0.066 (990.00)	-67.11	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.65	-20.0	0.0	-42.7	4.7	44.0	460	12.6

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00026	0.00000	0.834	20.0	50	0.00013 (0.00013)	378	0.048 (0.40)	-67.11	0.00

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

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 69 di 201

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.71	-20.0	0.0	-44.3	4.7	44.0	460	12.6

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	-0.00027	0.00000	0.834	20.0	50	0.00013 (0.00013)	378	0.050 (0.30)	-67.11	0.00

10.2.8.2 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI CAMPATA 40X 50

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	2.04	-20.0	50.0	-73.9	-14.0	6.0	500	7.6

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 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 Ac eff
k2	= 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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00044	0.00000	0.835	18.0	51	0.00022 (0.00022)	508	0.113 (990.00)	57.92	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 70 di 201

1 S 1.19 -20.0 50.0 -43.1 -14.0 6.0 500 7.6

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00026	0.00000	0.835	18.0	51	0.00013 (0.00013)	508	0.066 (0.40)	57.92	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.28	-20.0	50.0	-46.2	-14.0	6.0	500	7.6

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	-0.00028	0.00000	0.835	18.0	51	0.00014 (0.00014)	508	0.070 (0.30)	57.92	0.00

Le verifiche risultano soddisfatte.

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 71 di 201

10.2.9 Geometria e disposizione delle armature trave 60x26

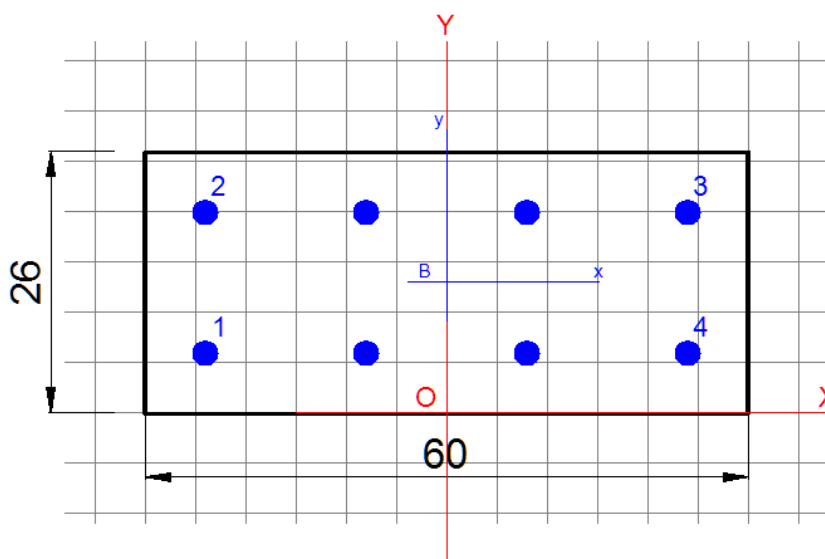
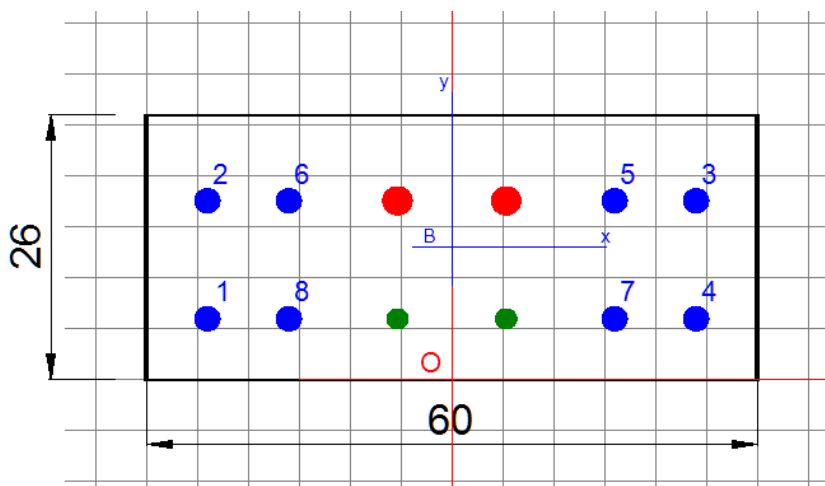


Figura 10-13 Sezione all'appoggio Sezione in campata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 72 di 201

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
58	QP 1	2/4	-23.35	-0.03	0.63	0.39	10.55	0.04
58	QP 1	J[25]	-23.35	-0.03	19.08	0.39	-19.26	0.13
58	FREQ 1	2/4	-23.66	-0.03	0.62	0.4	10.66	0.04
58	FREQ 2	J[25]	-24.99	-0.04	19.4	0.4	-20.16	0.11
58	RARA 2	2/4	-38.34	-0.06	1.92	0.5	11.85	-0.08
59	RARA 12	I[25]	-34.23	-0.22	-21.6	-0.39	-25.35	-0.57
58	SLU 2	2/4	-54.2	-0.05	1.71	0.68	14.31	-0.11
58	SLU 10	I[19]	-9.94	0	-26.2	0.47	-29.2	0.24
58	SLV 9	I[19]	98.13	-12.7	13.82	0.53	83.69	-0.33
58	SLV 16	I[19]	-147.69	12.66	-50.04	0.27	-106.29	-0.3

Tabella 2 sollecitazioni trave secondaria 60x26

10.2.10 Verifiche a pressoflessione deviata sezione 60x26

10.2.10.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE ALL'APPOGGIO:

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

- Armatura superiore 2 Φ 24+4 Φ 20
- Armatura inferiore 2 Φ 16+4 Φ 20

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	26.0
3	30.0	26.0
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	17.6	20
3	24.0	17.6	20
4	24.0	6.0	20
5	16.0	17.6	20
6	-16.0	17.6	20
7	16.0	6.0	20
8	-16.0	6.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. FOGGIO C 73 di 201

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	6	5	2	24
2	8	7	2	16

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	-29.20	0.00
2	0.00	-106.30	0.00
3	0.00	84.00	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-25.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-20.00 (-23.63)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-19.00 (-23.63)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 74 di 201

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 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
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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-29.20	0.00	-115.94	3.97	21.6(1.8)
2	S	0.00	-106.30	0.00	-115.94	1.09	21.6(1.8)
3	S	0.00	84.00	0.00	109.10	1.30	16.6(1.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.424	-30.0	0.0	0.00069	-24.0	6.0	-0.00475	24.0	17.6
2	0.00350	0.424	-30.0	0.0	0.00069	-24.0	6.0	-0.00475	24.0	17.6
3	0.00350	0.412	-30.0	26.0	-0.00007	-24.0	17.6	-0.00500	-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	-0.000468537	0.003500000	0.424	0.971
2	0.000000000	-0.000468537	0.003500000	0.424	0.971
3	0.000000000	0.000424998	-0.007549951	0.412	0.955
4	0.000000000	0.000424998	-0.007549951	0.412	0.955

10.2.10.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA 60X26

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

- Armatura superiore 4 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-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 75 di 201

- Armatura inferiore 4 Φ 20

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-30.0	0.0
2	-30.0	26.0
3	30.0	26.0
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	20.0	20
3	24.0	20.0	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	2	20
2	2	3	2	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	14.30	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 76 di 201

1 0.00 12.00 0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	11.00 (23.72)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	10.50 (23.72)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.0 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
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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	14.30	0.00	86.19	6.03	12.6(2.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 77 di 201

1 0.00350 0.299 -30.0 26.0 -0.00001 -24.0 20.0 -0.00820 -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

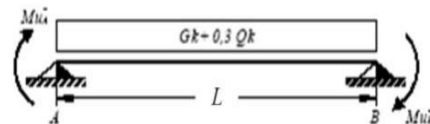
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000585094	-0.011712451	0.299	0.814

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C FOGLIO 78 di 201

10.2.11 Verifica a taglio

10.2.11.1 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.

Ba: Base		0.3		1° SCHEMA		2° SCHEMA	
Alt Altezza		0.4					
Ltr L _{trave}		5.7					
L _{influenza}		0					
G1 G1 _{trave}	3	kN/m					
G1 G1 _{Solaio}	3	kN/m ²					
G2 G2 _{Solaio}	2.6	kN/m ²					
Gk G _k	3	kN/m		$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$			
gal γ _Q	0.3	[-]					
Qk Q _k	0	kN/m ²		$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$	
gal γ _{Rd}	1.1	[-]					
Ml M _{uA} ⁽⁺⁾	74.18	(kNm)				$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$	
Ml M _{uA} ⁽⁻⁾	96.4	(kNm)					
Ml M _{uB} ⁽⁺⁾	96.4	(kNm)		V _A	41	kN	V _{ED} (SAP)
				V _A	41	kN	V _{ED} (SAP)

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore 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}=58 kN

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 79 di 201

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
$h = 260$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo

$f_{ck} = 37$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{s1,1} = 0$	\emptyset	$= 0.00$ cm ²
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{s1,2} = 0$	\emptyset	$0 = 0.00$ cm ²
$d = 220$ mm	altezza utile	$A_{s1,3} = 0$	\emptyset	$0 = 0.00$ cm ²
$f_{cd} = 20.97$ MPa	resist. di calcolo			0.00 cm ²

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

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

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.953 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.581$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

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

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

$$V_{Rd} = 0.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 76.7 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 76.7 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione 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):

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

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 81.1 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 10.48 \text{ MPa} \quad \text{resist. di calcolo ridotta}$$

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

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 622.7 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 81.1 > 0.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = \text{#####}$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 1.0 m dal pilastro, staffe $\Phi 10 / 15$ cm, nelle zone di campata rimanenti staffe $\Phi 10 / 20$ cm.

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 80 di 201

10.2.12 Verifica a torsione

Considerando i valori limitati di torsione la verifica risulta soddisfatta.

10.2.13 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	0.0156	∅ Staffe	10	
H=	260	mm	N tesa	2	Ncomp.	4	fyd	391.3	MPa			ρcomp	0.0092	P staffe	150	
COPRIFERRO		∅ tesa	20	∅ comp.	16											
c=	40	mm	N tesa	4	Ncomp.	2										

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	0.0081	∅ Staffe	10	
H=	260	mm	N tesa	4	Ncomp.	4	fyd	391.3	MPa			ρcomp	0.0081	P staffe	200	
COPRIFERRO		∅ tesa	20	∅ comp.	20											
c=	40	mm	N tesa	0	Ncomp.	0										

SEZIONE DI APPOGGIO																			
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE E							
∅ tesa	24	>=	14	OK															
N tesa	2	>=	2	OK	OK	0.00311	<	ρ	<	0.016961	OK	0.0092	>	0.0078	OK	2437.9	>	190.1	OK
∅ comp.	20	>=	14	OK												2437.9	>	154.44	OK
N comp.	4	>=	2	OK												2437.9	<	6240	OK

SEZIONE DI CAMPATA																			
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE E							
∅ tesa	20	>=	14	OK															
N tesa	4	>=	2	OK	OK	0.00311	<	ρ	<	0.015833	OK	0.0081	>	0.0040	OK	1256.6	>	192.1	OK
∅ comp.	20	>=	14	OK												1256.6	>	156	OK
N comp.	4	>=	2	OK												1256.6	<	6240	OK

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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 81 di 201

10.2.14 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.

10.2.14.1 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI APPOGGIO 60X26

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	5.32	-30.0	0.0	-82.6	5.3	17.6	540	21.6

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 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 Ac 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*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 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	-0.00080	0.00000	0.748	21.5	72	0.00025 (0.00025)	381	0.094 (990.00)	-23.63	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.25	-30.0	0.0	-66.0	5.3	17.6	540	21.6

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00064	0.00000	0.748	21.5	72	0.00020 (0.00020)	381	0.076 (0.40)	-23.63	0.00

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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 82 di 201

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.04	-30.0	0.0	-62.7	5.3	17.6	540	21.6

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	-0.00061	0.00000	0.748	21.5	72	0.00019 (0.00019)	381	0.072 (0.30)	-23.63	0.00

10.2.14.2 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI CAMPATA 60X 26

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	2.50	-30.0	26.0	-56.8	-24.0	6.0	360	12.6

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} 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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00043	0.00000	0.841	20.0	50	0.00017 (0.00017)	334	0.057 (990.00)	23.72	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.30	-30.0	26.0	-52.1	-24.0	6.0	360	12.6

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 83 di 201

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00039	0.00000	0.841	20.0	50	0.00016 (0.00016)	334	0.052 (0.40)	23.72	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.19	-30.0	26.0	-49.7	-24.0	6.0	360	12.6

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	-0.00037	0.00000	0.841	20.0	50	0.00015 (0.00015)	334	0.050 (0.30)	23.72	0.00

Le verifiche risultano soddisfatte.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 84 di 201

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.

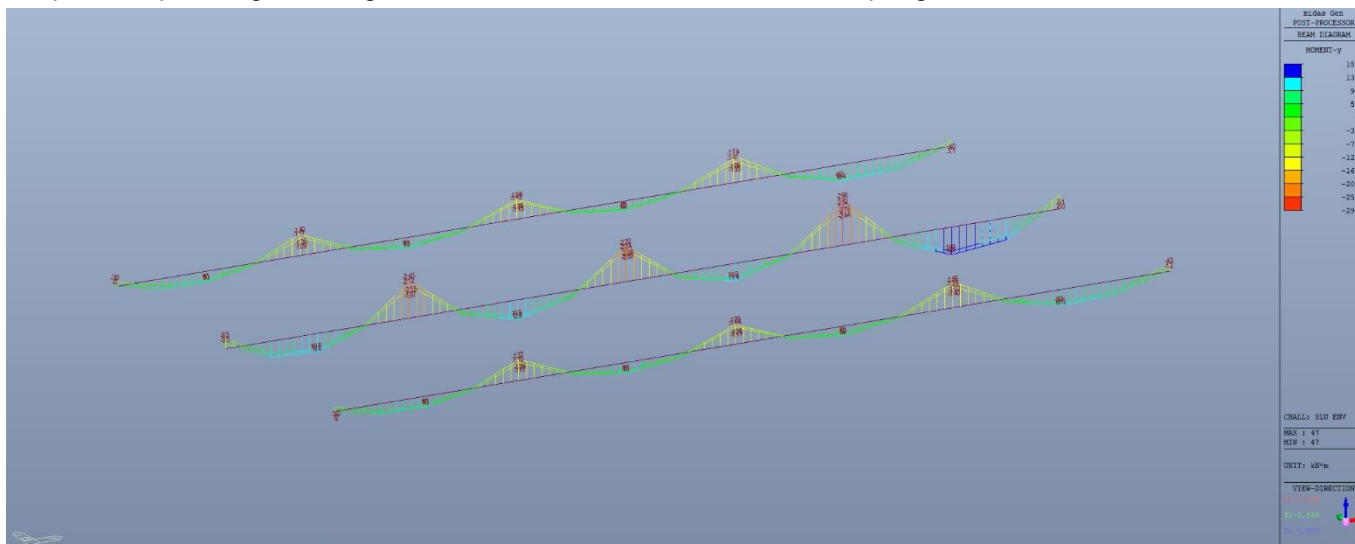


Figura 10-14 My SLU trave principale

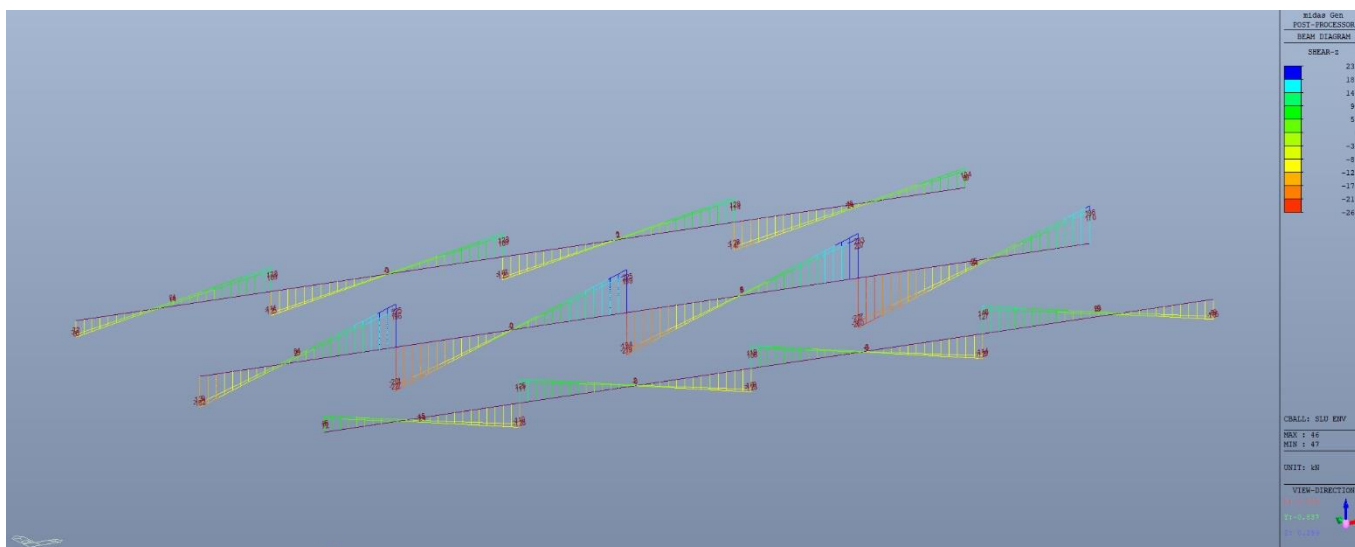


Figura 10-15 Vz SLU travi principali

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	85 di 201

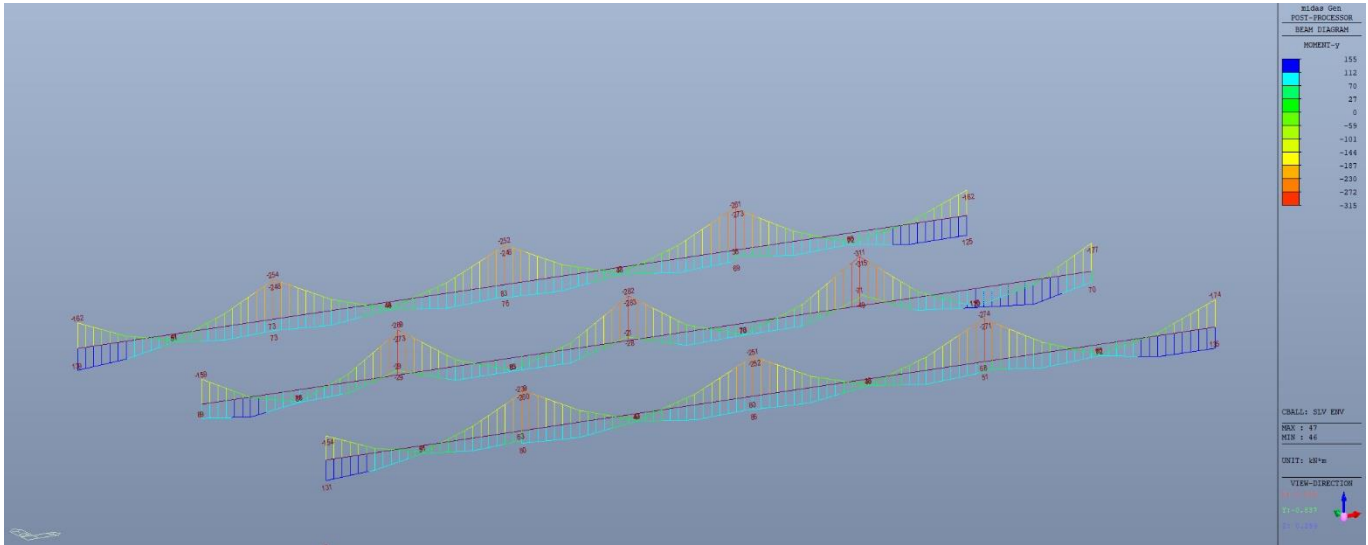


Figura 10-16 My SLV travi principali

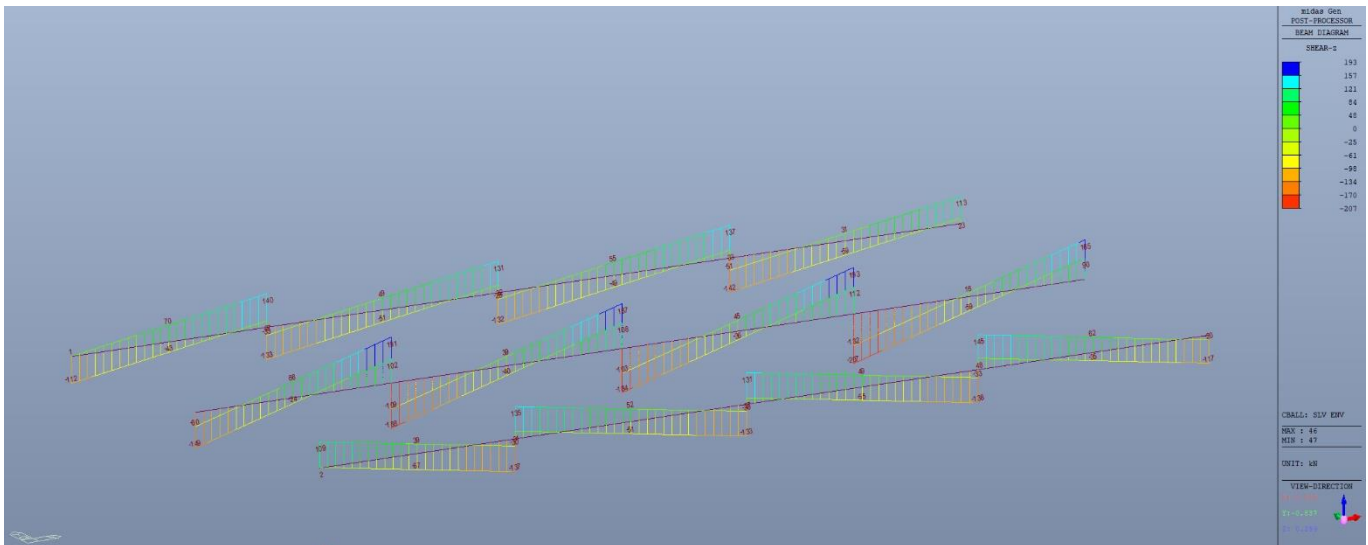


Figura 10-17 Vz SLV travi principali

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	86 di 201

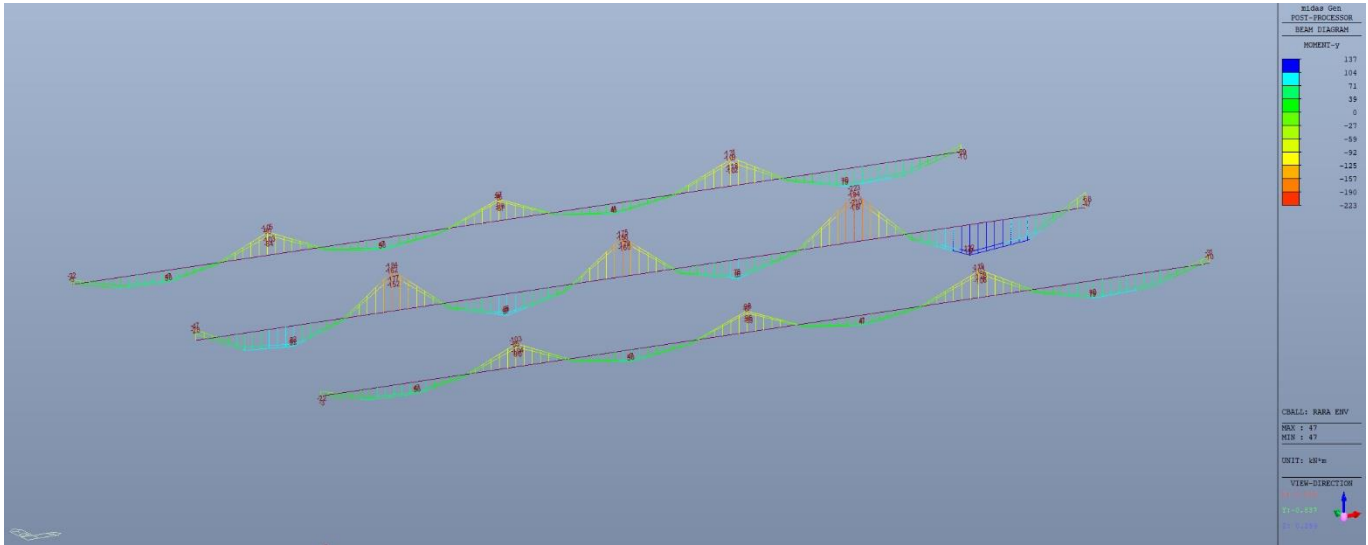


Figura 10-18 My rara travi principali

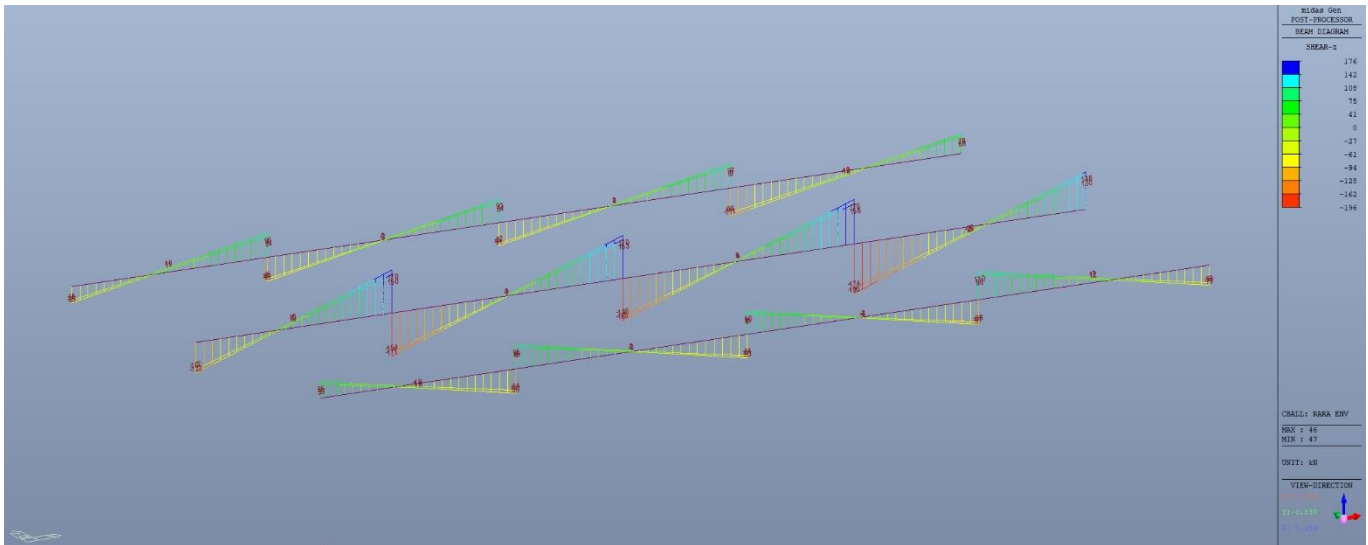


Figura 10-19 Vz rara travi principali

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			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	87 di 201

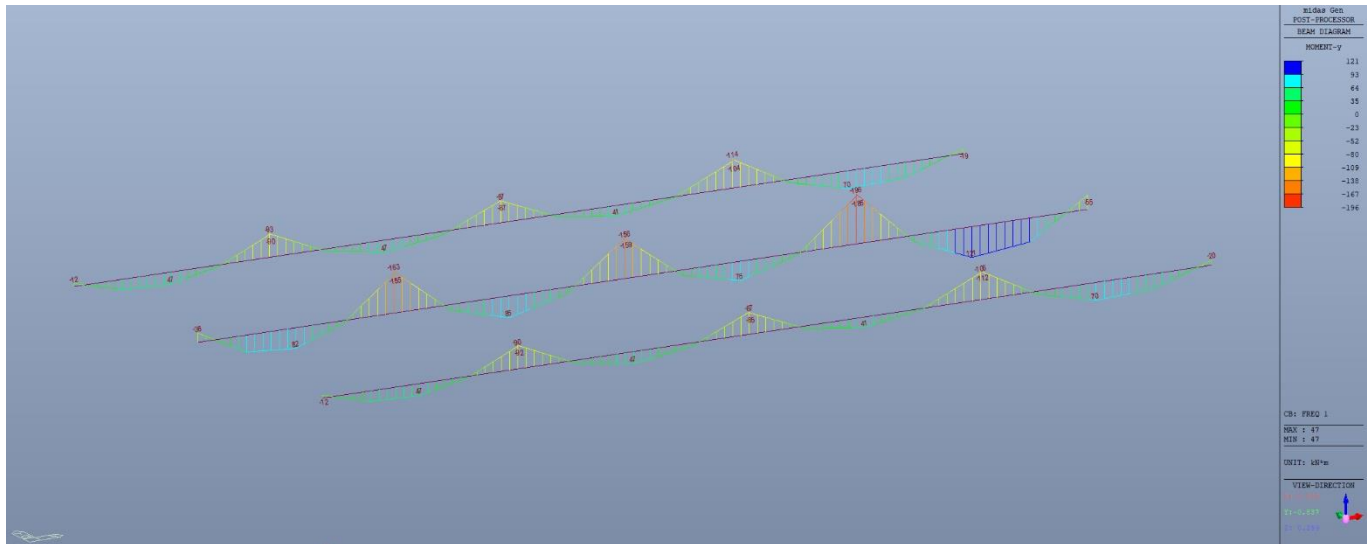


Figura 10-20 My freq travi principali

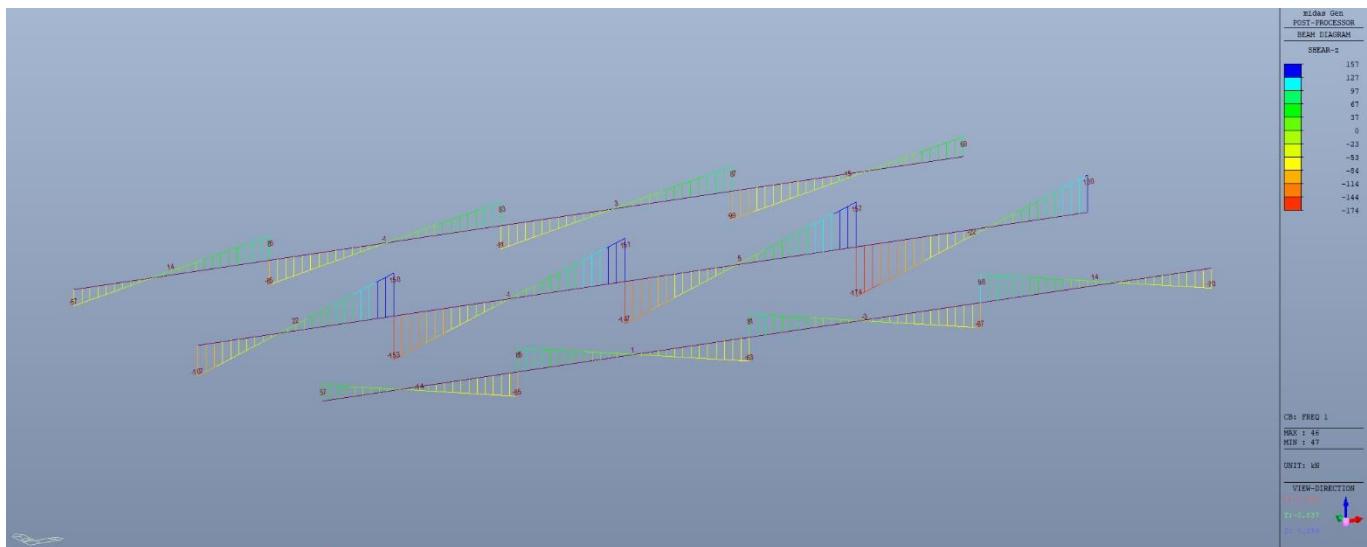


Figura 10-21 Vz freq travi principali

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 88 di 201

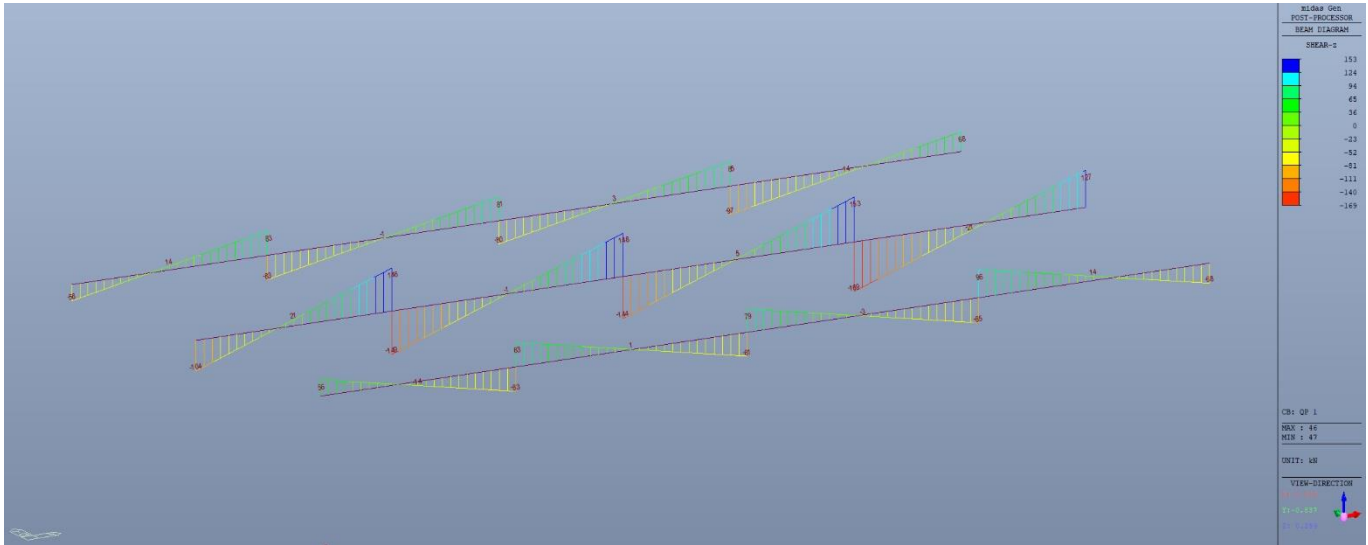


Figura 10-22 Vz qp travi principali

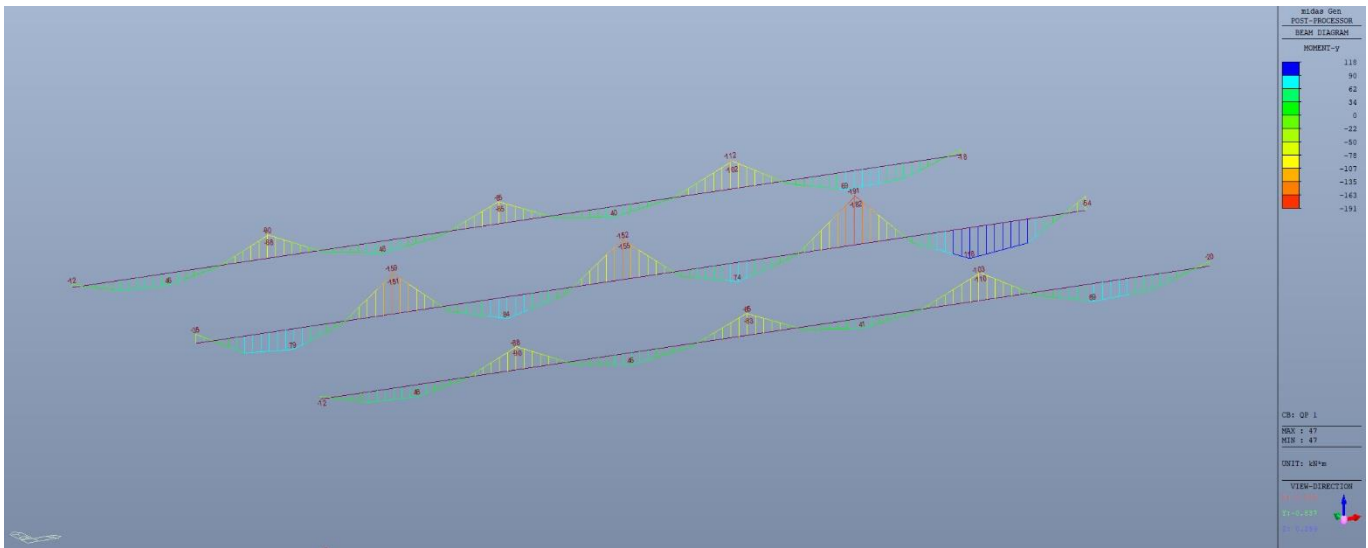


Figura 10-23 My qp travi principali

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 89 di 201

10.3.2 Materiali

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37		
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0	MPa	
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020		
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035		
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo		
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa	
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00		
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa	
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm	
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	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 β1*β2 :		1.00		
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 90 di 201

10.3.3 Geometria e disposizione delle armature trave

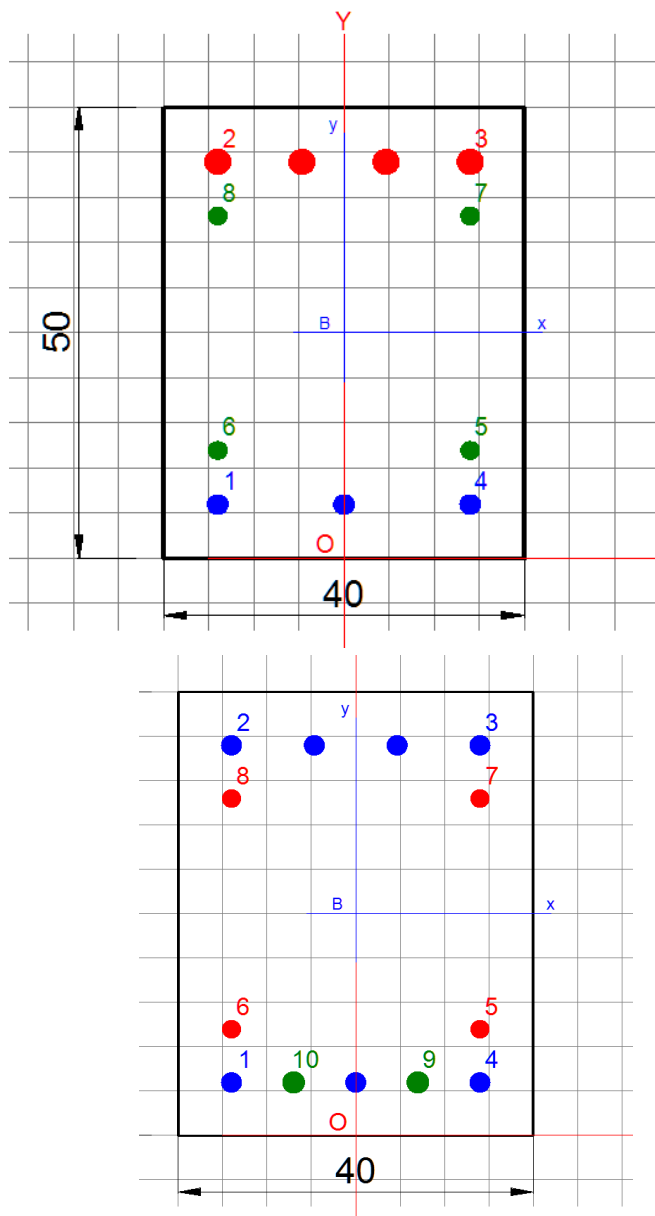


Figura 10-24 Sezione all'appoggio e Sezione in campata

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 91 di 201

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
47	SLU 2	I[25]	-2.33	-0.08	-259.63	0.67	-242.7	-0.11
47	SLU 2	2/4	-2.33	-0.08	-34.03	0.67	181.48	0.16
47	RARA 2	I[25]	-1.8	-0.06	-195.65	0.41	-183	-0.07
47	RARA 2	2/4	-1.8	-0.06	-25.49	0.41	136.78	0.11
47	FREQ 2	I[25]	-1.77	-0.02	-170.22	-0.06	-160.4	-0.02
47	FREQ 2	2/4	-1.77	-0.02	-21.19	-0.06	119.05	0.03
47	QP 1	I[25]	-1.85	0	-169.28	-0.3	-160.1	0
47	QP 1	2/4	-1.85	0	-21.08	-0.3	118.39	-0.01
47	SLV 8	I[25]	-3.41	-0.13	-206.7	-12.41	-250.74	-0.37
47	SLV 5	3/4	-0.3	0.14	90.44	11.8	155.08	0.27

Tabella 3 sollecitazioni travi principali

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 16
- Armatura inferiore 3 Φ 18+2 Φ 16.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	50.0
3	20.0	50.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-14.0	6.0	18
2	-14.0	44.0	24
3	14.0	44.0	24
4	14.0	6.0	18
5	14.0	12.0	16
6	-14.0	12.0	16
7	14.0	38.0	16
8	-14.0	38.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 92 di 201

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	1	18
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 [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	-243.00	0.00
2	0.00	-251.00	0.00
3	0.00	155.00	0.00
4	0.00	1.00	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-183.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-160.00 (-69.77)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-160.00 (-69.77)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 93 di 201

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 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
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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-243.00	0.00	-328.22	1.35	22.1(2.9)
2	S	0.00	-251.00	0.00	-328.22	1.31	22.1(2.9)
3	S	0.00	155.00	0.00	185.19	1.19	15.7(2.9)
4	S	0.00	1.00	0.00	185.19	185.19	15.7(2.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.259	-20.0	0.0	0.00166	-14.0	6.0	-0.01001	-14.0	44.0
2	0.00350	0.259	-20.0	0.0	0.00166	-14.0	6.0	-0.01001	-14.0	44.0
3	0.00350	0.164	-20.0	50.0	0.00060	-14.0	44.0	-0.01780	-14.0	6.0
4	0.00350	0.164	-20.0	50.0	0.00060	-14.0	44.0	-0.01780	-14.0	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	-0.000307142	0.003500000	0.259	0.764
2	0.000000000	-0.000307142	0.003500000	0.259	0.764
3	0.000000000	0.000483985	-0.020699274	0.164	0.700
4	0.000000000	0.000483985	-0.020699274	0.164	0.700

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 94 di 201

10.3.4.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC_2100 e SLV LC_2700

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

- Armatura superiore 4 Φ 18+2 Φ 16
- Armatura inferiore 3 Φ 18+2 Φ 20+2 Φ 16

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	50.0
3	20.0	50.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam \emptyset [mm]
1	-14.0	6.0	18
2	-14.0	44.0	18
3	14.0	44.0	18
4	14.0	6.0	18
5	14.0	12.0	16
6	-14.0	12.0	16
7	14.0	38.0	16
8	-14.0	38.0	16
9	7.0	6.0	20
10	-7.0	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
 \emptyset Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	\emptyset
1	1	4	1	18
2	2	3	2	18

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: <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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 95 di 201

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	181.00	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	137.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	119.00 (66.93)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	118.00 (66.93)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.3 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	181.00	0.00	272.66	1.51	22.0(2.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 96 di 201

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.214	-20.0	50.0	0.00127	-14.0	44.0	-0.01283	-14.0	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	0.000371115	-0.015055731	0.214	0.708

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.

Ba: Base		0.3		1° SCHEMA			2° SCHEMA				
Alt Altezza	0.4										
Ltr L_trave	5.7										
L_influenza	0										
G1 G1_trave	3	kN/m									
G1 G1_Solaio	3	kN/m ²									
G2 G2_Solaio	2.6	kN/m ²									
Gk Gk	3	kN/m									
gal γ _Q	0.3	[-]									
Qk Qk	0	kN/m ²									
gal γ _{Rd}	1.1	[-]									
Ml M _{uA} ⁽⁺⁾	74.18	(kNm)									
Ml M _{uA} ⁽⁻⁾	96.4	(kNm)									
Ml M _{uB} ⁽⁺⁾	96.4	(kNm)									
		V _A	41	kN	V _{ED} (SAP)	V _A	41	kN	V _{ED} (SAP)		

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} = 240 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C FOGLIO 97 di 201

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 400$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 500$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 40$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 460$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$ MPa resist. di calcolo	0.00 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 240.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.659 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.396$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

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

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

$$V_{Rd} = 0.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 72.8 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 72.8 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

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

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

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

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

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 10 \text{ cm} = 0.157 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 254.5 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 656.9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 254.5 > 240.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.1$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 1.50 m dal pilastro, staffe $\Phi 10 / 100$ mm, mentre nelle zone centrali di campata rimanenti staffe $\Phi 10 / 150$ mm.

10.3.6 Verifica a torsione

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">98 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	98 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	98 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

Data l'entità dei momenti torcenti la verifica si ritiene soddisfatta.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 99 di 201

10.3.7 Verifica limitazioni armatura

SEZIONE DI APPOGGIO															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)			
B=	400	mm	∅ tesa	24	∅ comp.	18	fyk	450	Mpa	fctm	2.77	ρ	0.0085	∅ Staffe	10
H=	500	mm	N tesa	4	Ncomp.	3	fyd	391.3	MPa			ρcomp	0.0056	P staffe	100
COPRIFERRO			∅ tesa	16	∅ comp.	16									
c=	40	mm	N tesa	2	Ncomp.	2									

SEZIONE DI CAMPATA															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)			
B=	400	mm	∅ tesa	18	∅ comp.	18	fyk	450	Mpa	fctm	2.77	ρ	0.0073	∅ Staffe	10
H=	500	mm	N tesa	3	Ncomp.	4	fyd	391.3	MPa			ρcomp	0.0063	P staffe	150
COPRIFERRO			∅ tesa	20	∅ comp.	20									
c=	40	mm	N tesa	2	Ncomp.	0									

SEZIONE DI APPOGGIO												
CONDIZIONE A			CONDIZIONE B			CONDIZIONE C			CONDIZIONE D		CONDIZIONE E	
∅ tesa	24	≥ 14	OK	OK	0.00311 < ρ < 0.013338	OK	0.0056 > 0.0043	OK	passo staffe	passo scelto	OK	1709.0 > 280.4 OK 1709.0 > 227.76 OK 1709.0 < 8000 OK
N tesa	4	≥ 2	OK						109.5			
∅ comp.	18	≥ 14	OK						225	> 100		
N comp.	3	≥ 2	OK						192			
									240			

SEZIONE DI CAMPATA										
CONDIZIONE A			CONDIZIONE B			CONDIZIONE C			CONDIZIONE E	
∅ tesa	18	≥ 14	OK	OK	0.00311 < ρ < 0.014061	OK	0.0063 > 0.0036	OK	OK	1451.4 > 282.3 OK 1451.4 > 229.32 OK 1451.4 < 8000 OK
N tesa	3	≥ 2	OK							
∅ comp.	18	≥ 14	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: 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 100 di 201

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 - 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 $A_{c,eff}$												
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 $A_{c,eff}$ [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	-0.00144	0.00000	0.840	24.0	48	0.00092 (0.00070)	322 0.295 (990.00)		-69.77	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.49	-20.0	0.0	-204.9	4.7	44.0	420	18.1

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00126	0.00000	0.840	24.0	48	0.00077 (0.00061)	322 0.248 (0.40)		-69.77	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.49	-20.0	0.0	-204.9	4.7	44.0	420	18.1

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	-0.00126	0.00000	0.840	24.0	48	0.00085 (0.00061)	322 0.275 (0.30)		-69.77	0.00

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 101 di 201

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	8.45	-20.0	50.0	-216.3	0.0	6.0	440	13.9

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	-0.00132	0.00000	0.841	18.9	51	0.00075 (0.00065)	344	0.259 (990.00)	66.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.34	-20.0	50.0	-187.9	-14.0	6.0	440	13.9

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00114	0.00000	0.841	18.9	51	0.00061 (0.00056)	344	0.210 (0.40)	66.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.27	-20.0	50.0	-186.3	-14.0	6.0	440	13.9

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA9100 001</td> <td>C</td> <td>102 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	102 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	102 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

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	-0.00113	0.00000	0.841	18.9	51	0.00071 (0.00056)	344	0.245 (0.30)	66.93	0.00

Le verifiche risultano soddisfatte.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 103 di 201

10.4 PILASTRI

10.4.1 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:

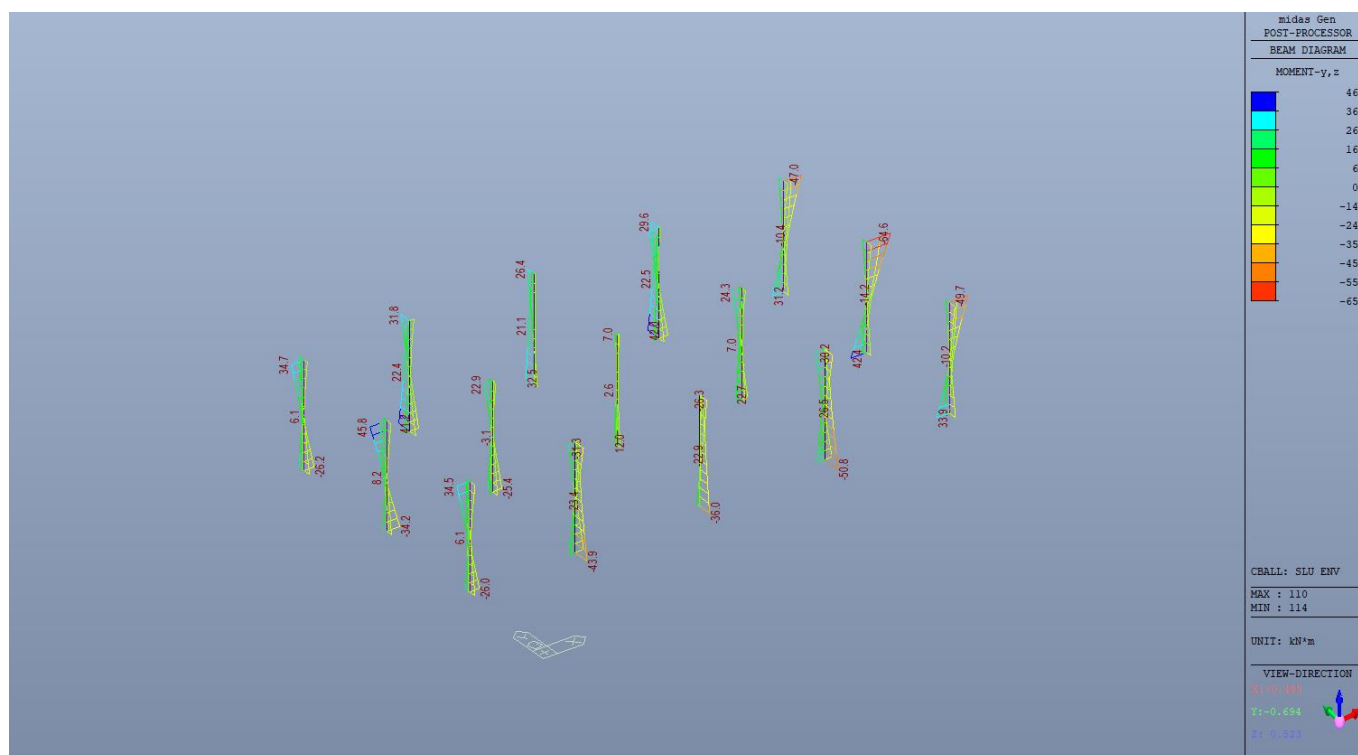


Figura 10-25 Myz slu pilastri

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 104 di 201

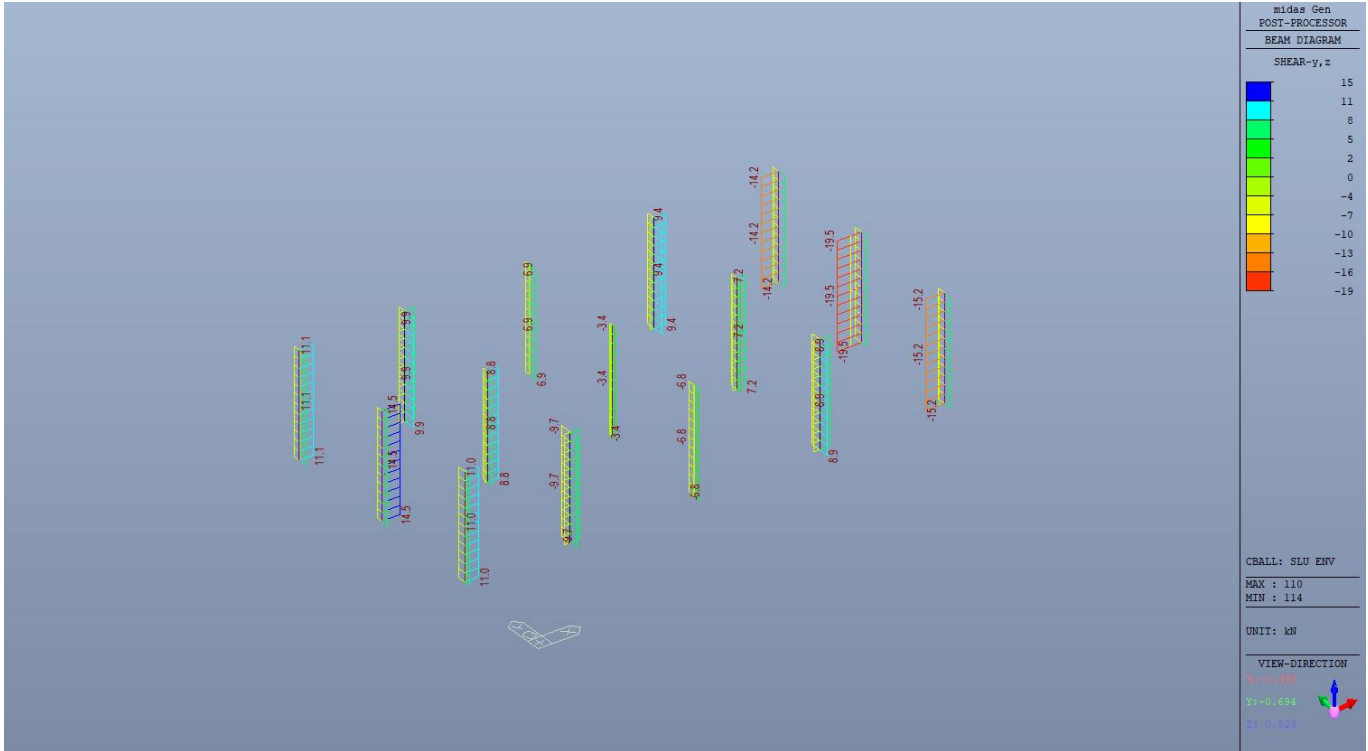


Figura 10-26 Vy slupilastr

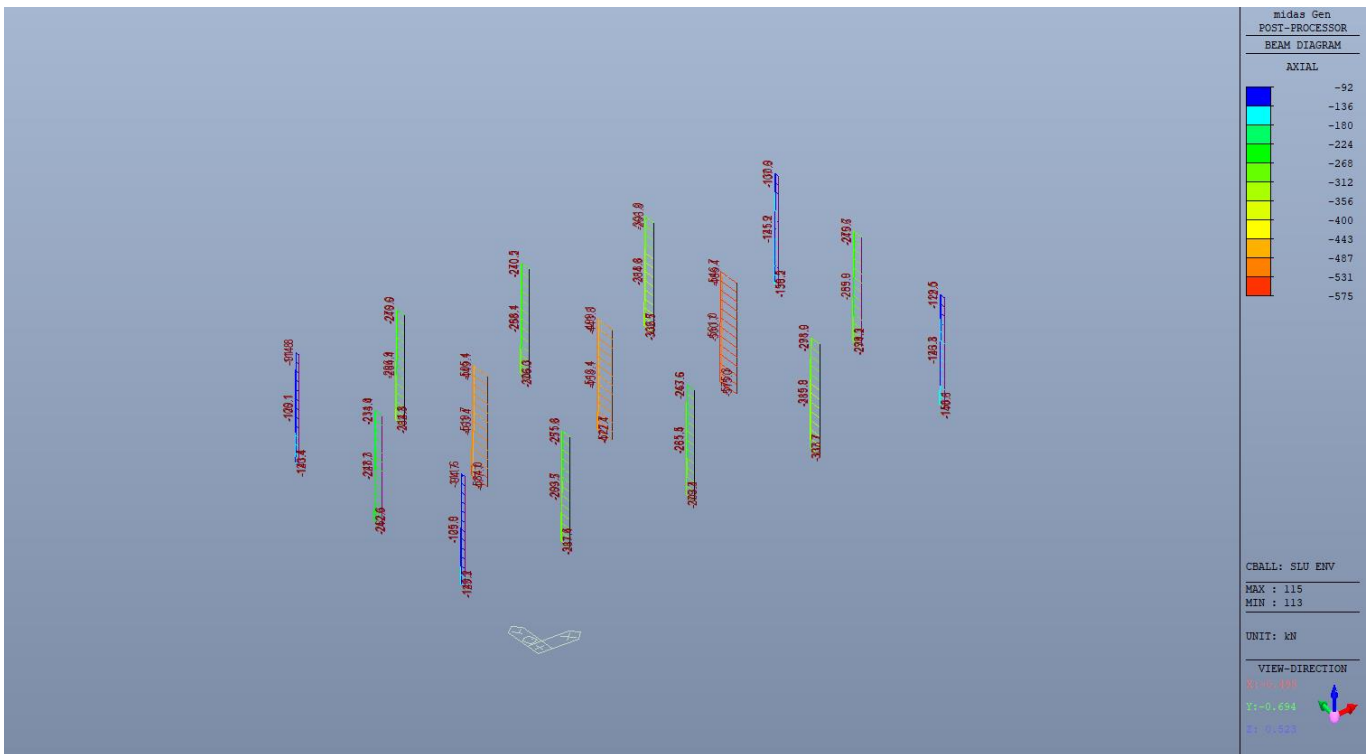


Figura 10-27 N slupilastr

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 105 di 201

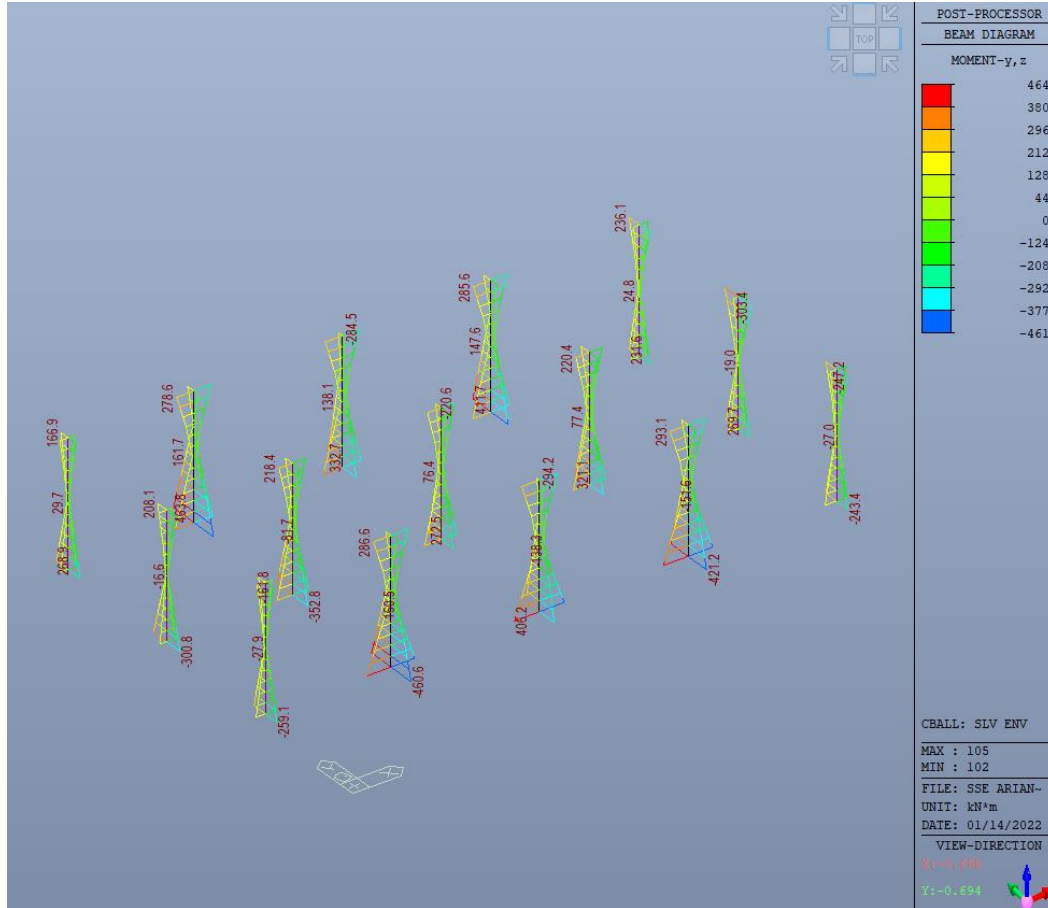


Figura 10-28 Myz slv pilastri

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 106 di 201

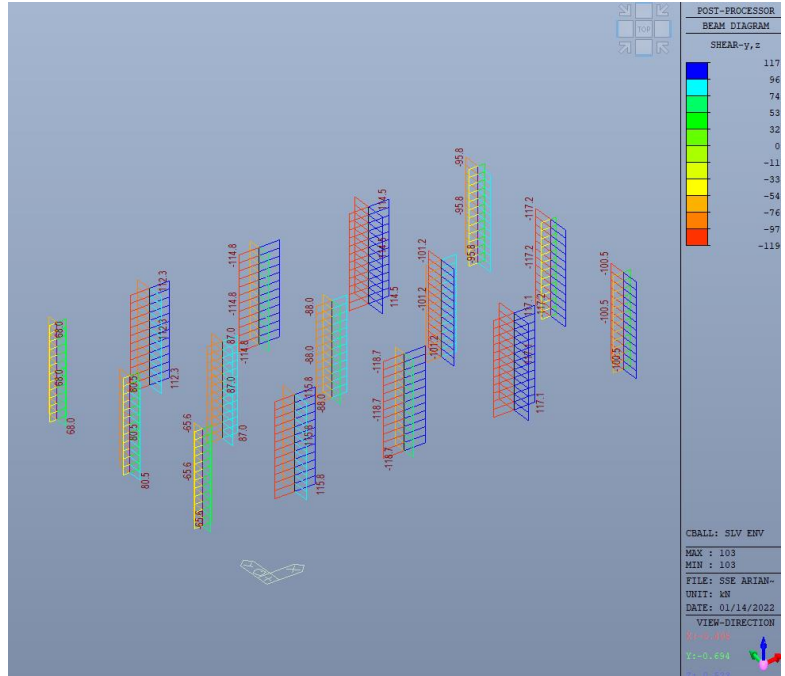


Figura 10-29 Vyz slv pilastri

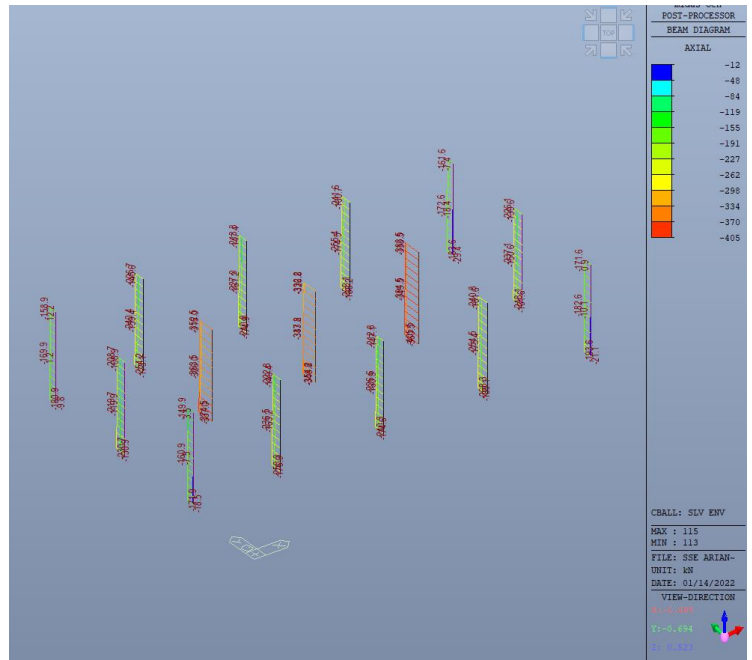


Figura 10-30 N slv pilastri

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 107 di 201

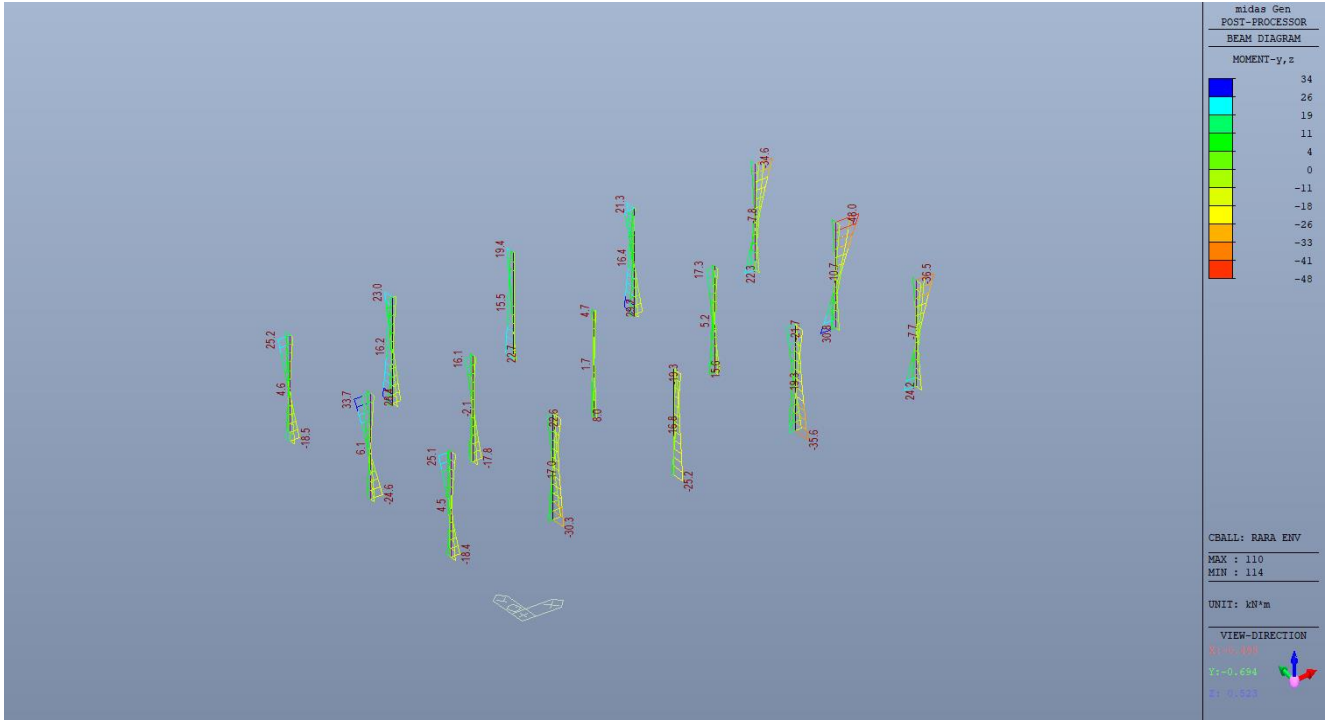


Figura 10-31 Myz rara pilastri

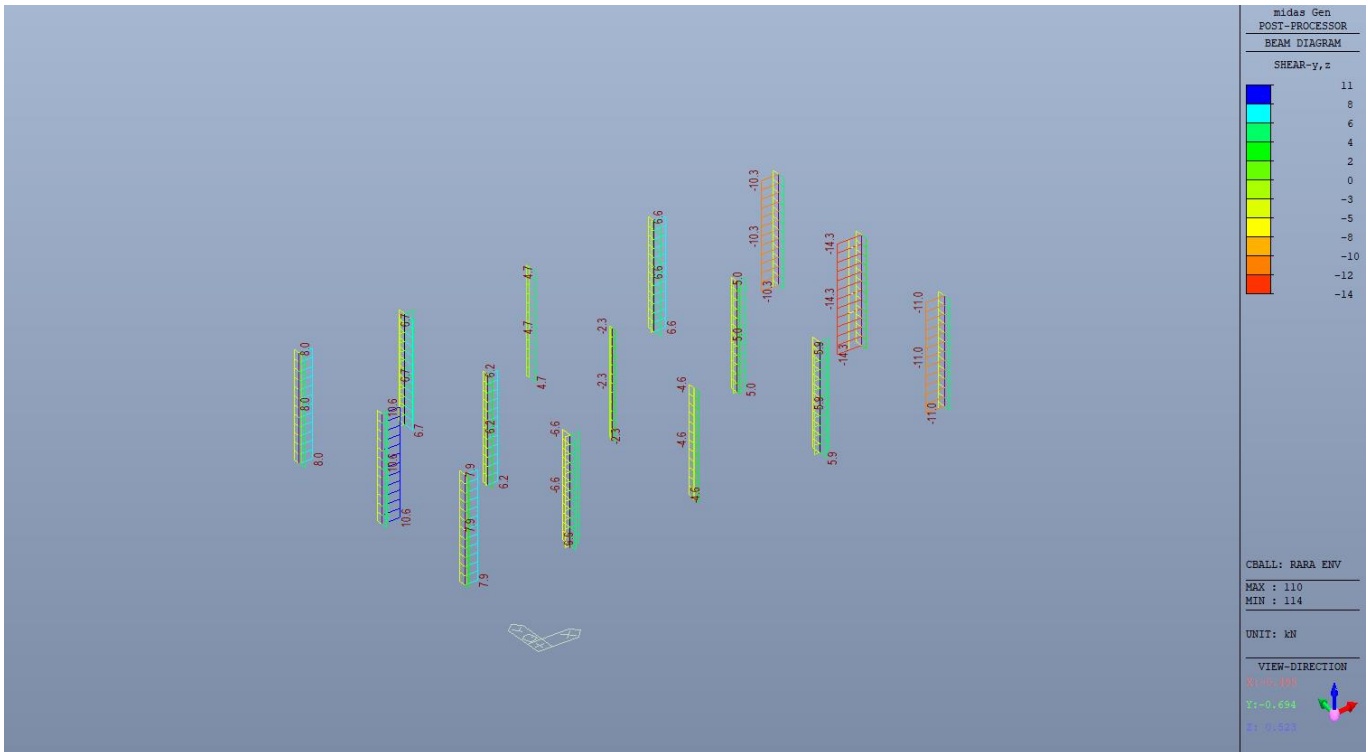


Figura 10-32 Vy z rara pilastri

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 108 di 201

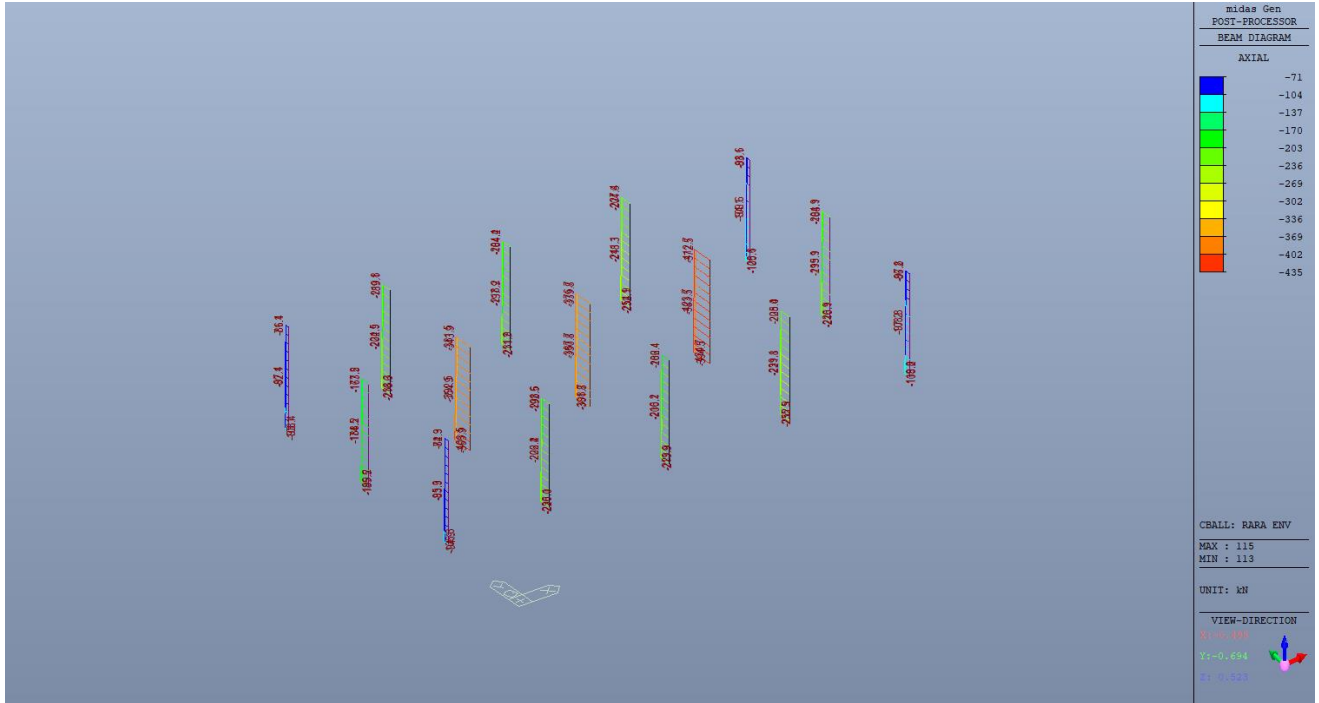


Figura 10-33 N rara pilastri

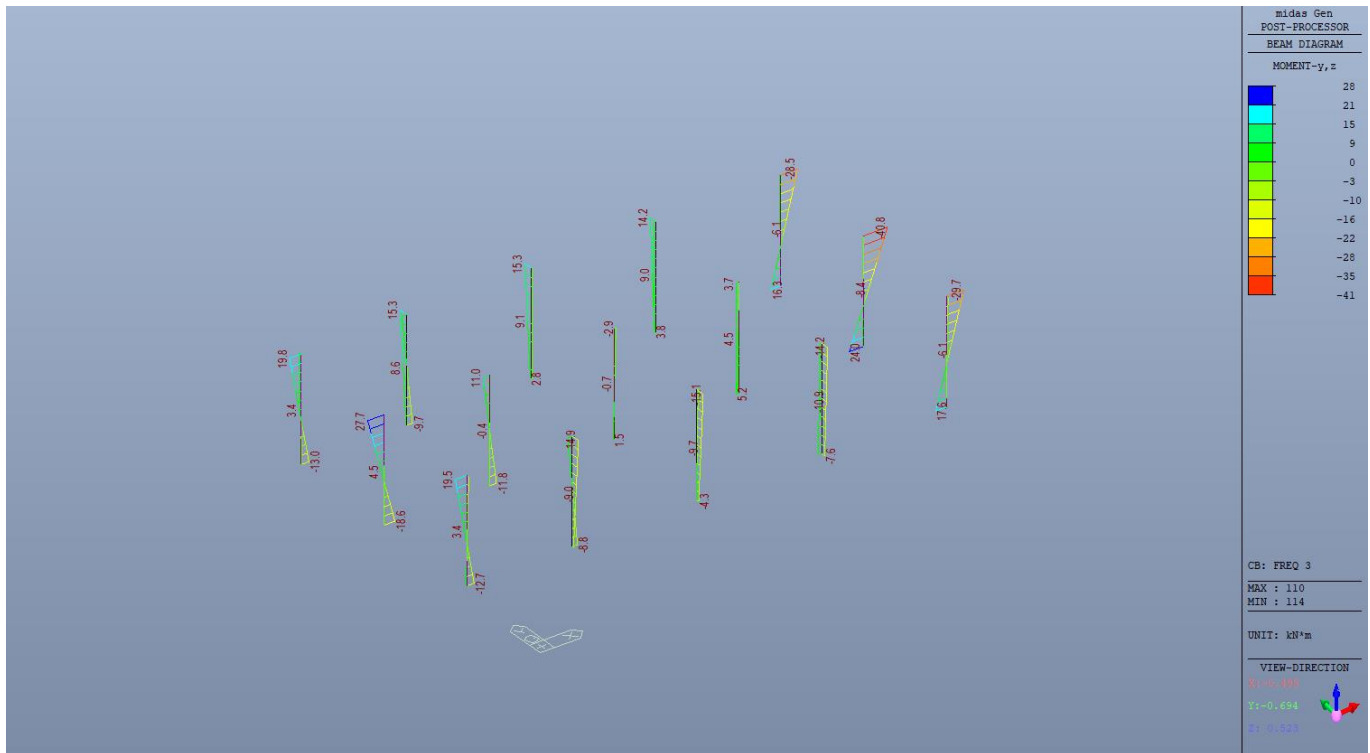


Figura 10-34 Myz freq pilastri

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 109 di 201

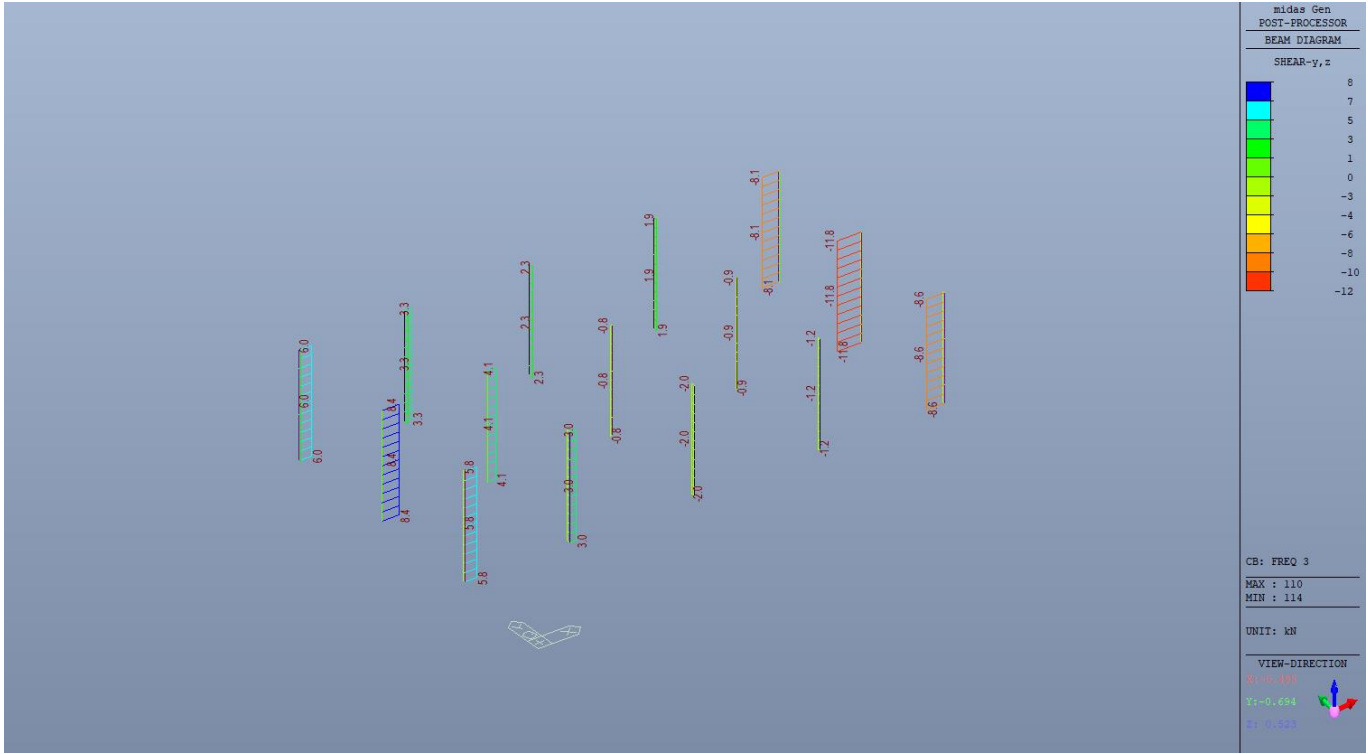


Figura 10-35 Vy,z freq pilastri

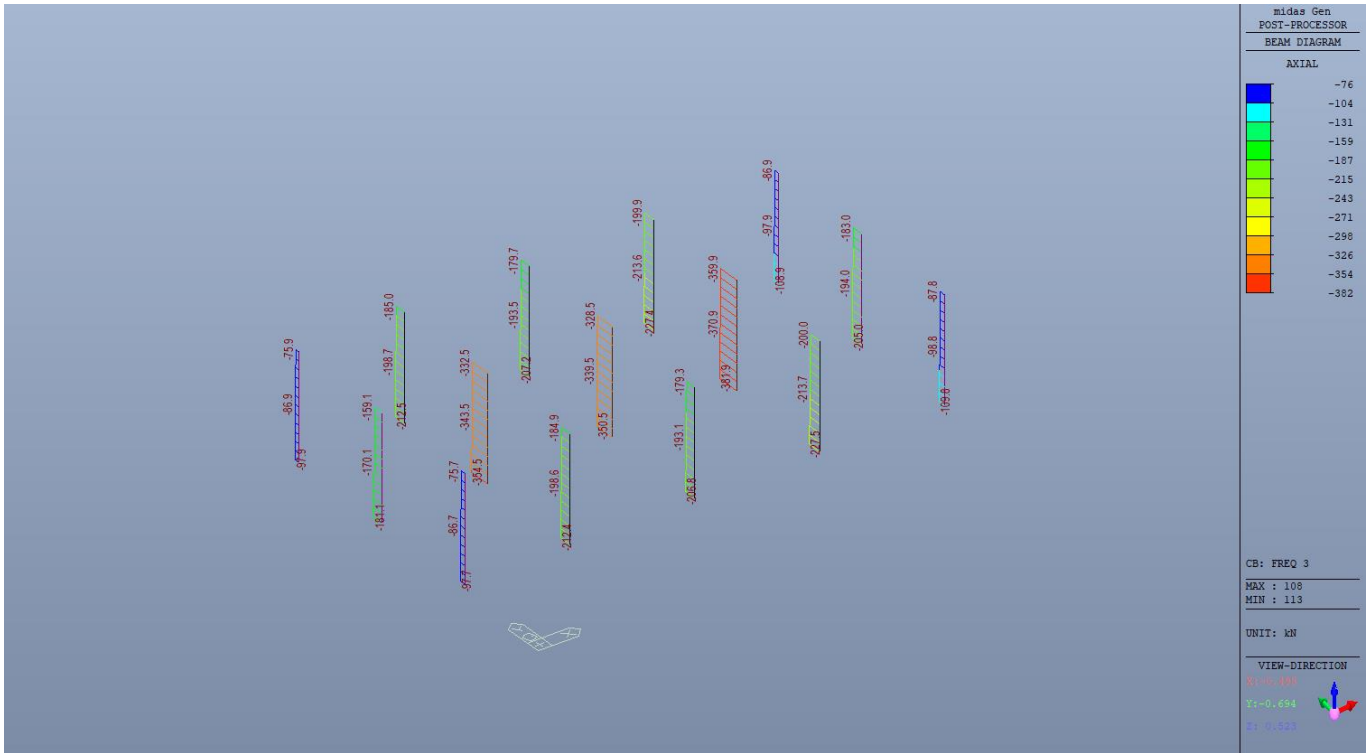


Figura 10-36 N freq pilastri

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 110 di 201

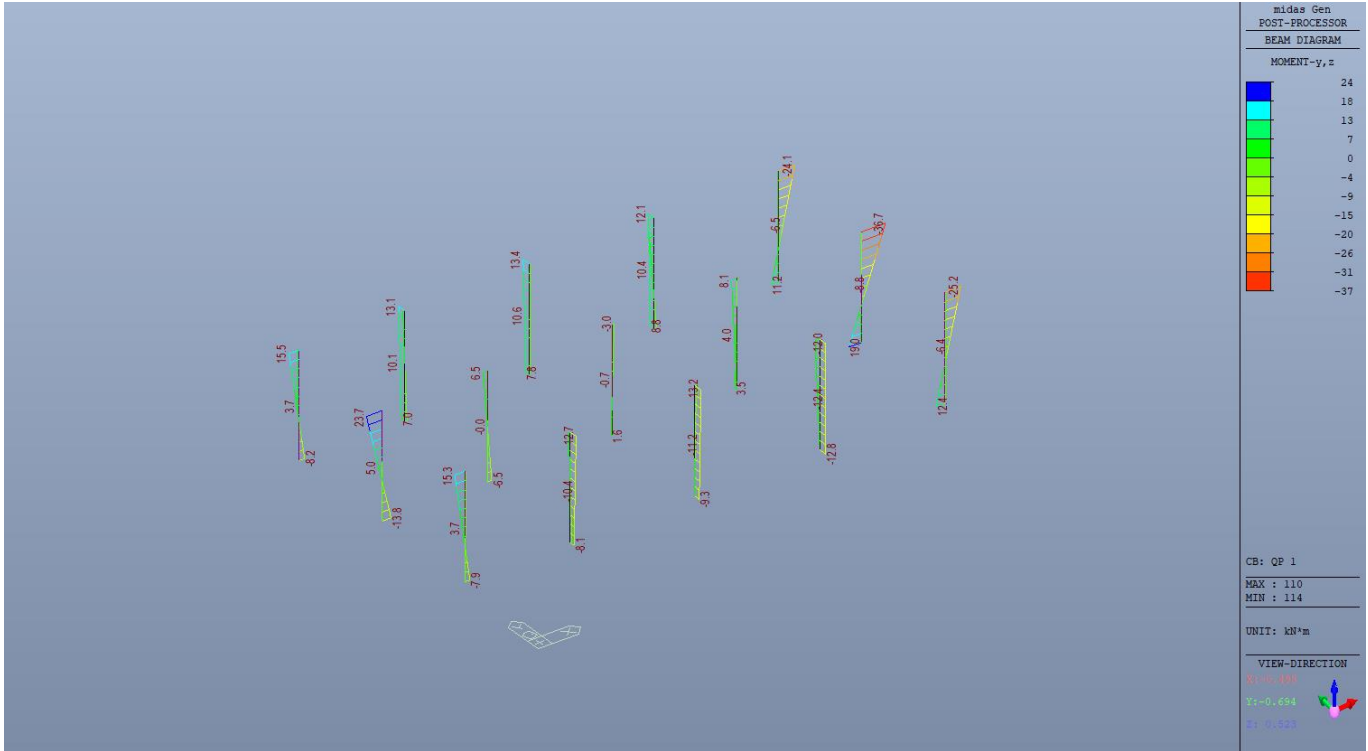


Figura 10-37 Myz qp pilastri

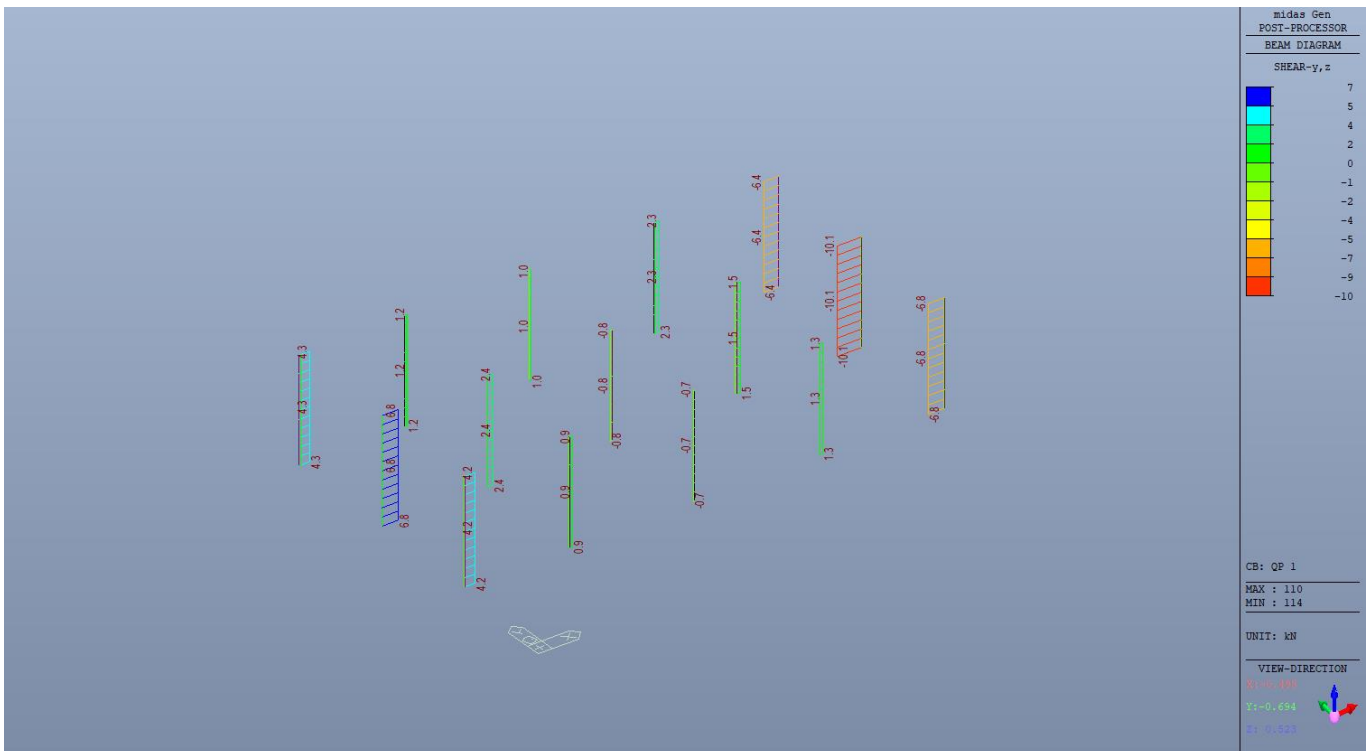


Figura 10-38 Vyz qp pilastri

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 111 di 201

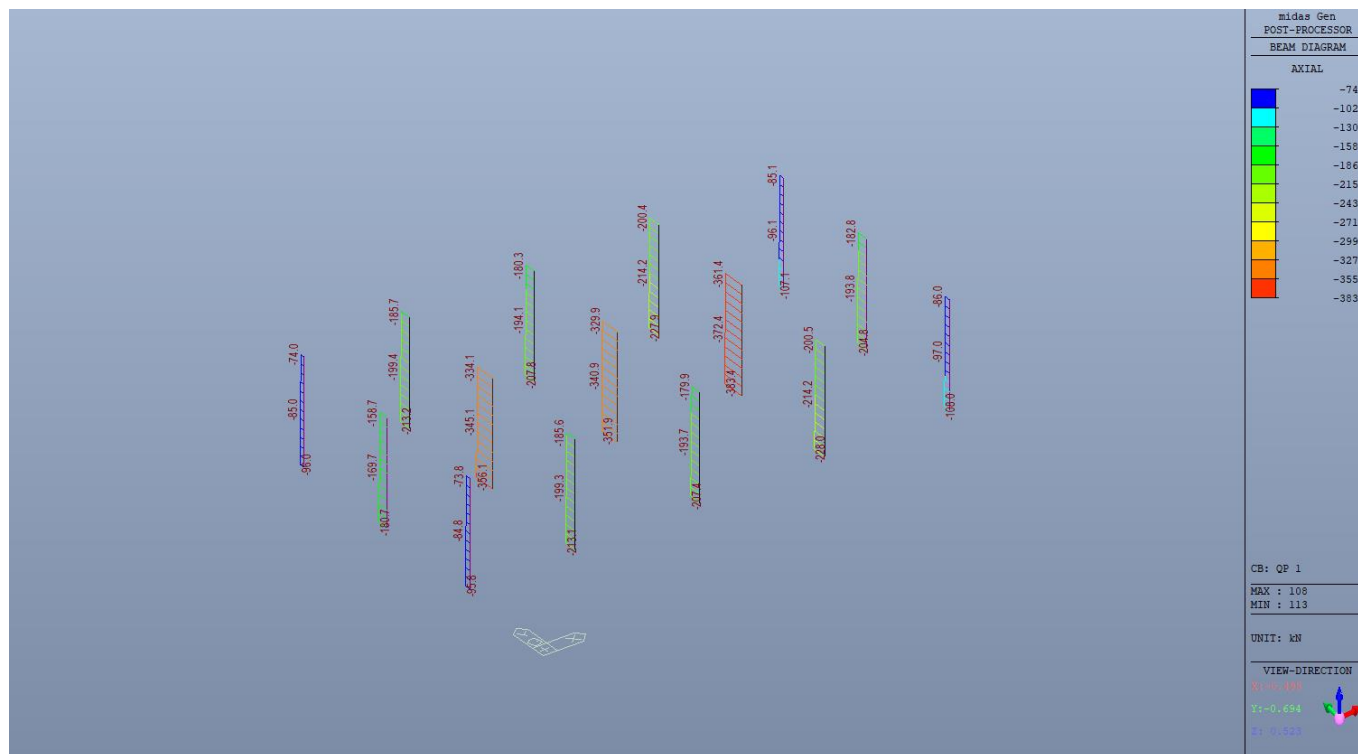


Figura 10-39 N qp pilastri

10.4.2 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 f_{cd} :	18.13 MPa
	Resistenza compress. ridotta f_{cd}' :	9.07 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ϵ_{c2} :	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ϵ_{cu} :	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale E_c :	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	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 f_{yk} :	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura f_{tk} :	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto f_{yd} :	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto f_{td} :	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068
	Modulo Elastico E_f :	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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 style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">112 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	112 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	112 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 113 di 201

10.4.3 Geometrie e disposizione delle armature pilastro 50x40

I pilastri hanno una sezione come in figura armata con **8Φ24+ 6Φ20** in testa disposti come riportato nell'immagine sotto.

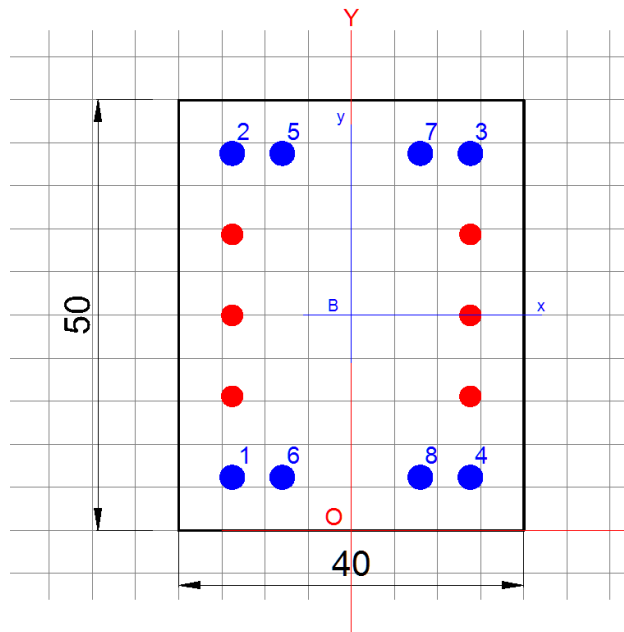


Figura 10-40 Sezione di testa

Per la sezione al piede l'armatura sarà **16Φ24+ 2Φ20** disposti, come riportato nell'immagine sotto:

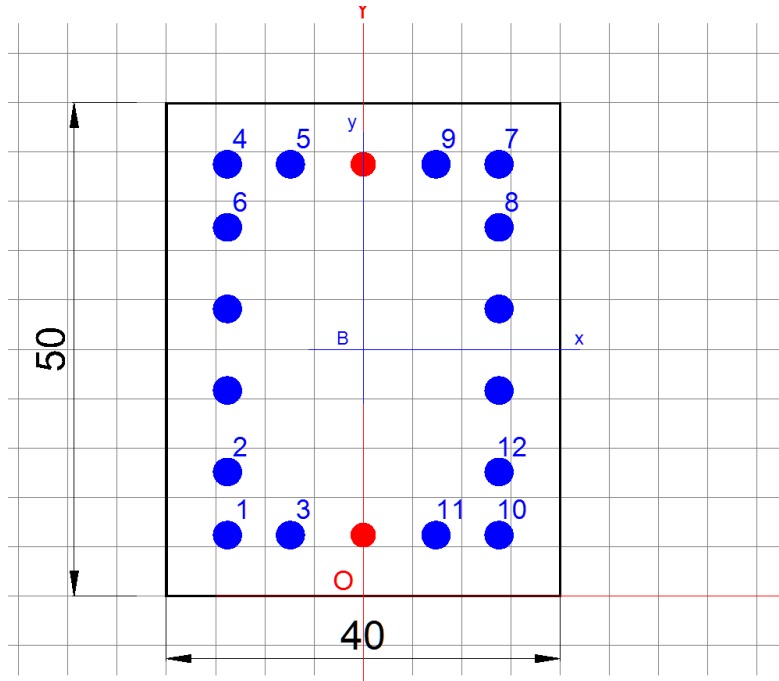


Figura 10-41 Sezione di base

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 114 di 201

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
107	SLU 12	J[14]	-304.82	6.28	-7.24	-1.97	42.47	-14.13
107	SLU 14	J[14]	-320.52	9.4	0.29	1.16	13.94	-23.38
107	RARA 12	J[14]	-233.65	4.49	-4.75	-1.32	29.49	-9.86
107	RARA 14	J[14]	-244.12	6.58	0.28	0.77	10.47	-16.03
107	FREQ 3	J[14]	-227.83	0.32	1.91	-0.05	3.76	2.71
107	QP 1	J[14]	-228.3	2.31	0.6	-0.03	8.79	-3.34
107	SLU 9	I[69]	-286.31	0.02	8.87	1.88	29.9	5.31
107	FREQ 3	I[69]	-200.33	0.32	1.91	-0.05	14.24	4.46
107	RARA 9	I[69]	-217.64	0.32	5.99	1.25	21.54	4.79
107	QP 1	I[69]	-200.8	2.31	0.6	-0.03	12.07	9.36
105	SLV 1	J[12]	-185.12	112.32	32.19	16.99	178.87	281.44
105	SLV 9	J[12]	-173.13	45.64	95.57	31.32	463.85	53.1
105	SLV 15	J[12]	-183.94	-18.88	93.85	26.35	440.77	-123.46
103	SLV 9	I[65]	-147.1	32.86	70.49	13.12	56.87	80.51
103	SLV 16	I[65]	-212.82	-34.14	-72.29	-13.18	-84.92	-85.12
103	SLV 6	I[65]	-182.9	-118.68	18.23	-5.17	4.55	-294.19
103	SLV 1	I[65]	-159.43	116.35	22.42	11.5	9.5	286.97
105	SLV 2	J[12]	-221.13	-102.73	26.45	0.42	101.96	-307.11
105	SLV 8	J[12]	-242.21	-110.09	-29.6	-16.83	-165.38	-287.95
103	SLV 8	I[65]	-200.5	-117.63	-24.23	-11.56	-37.54	-291.57

Figura 10-42 Sollecitazioni pilastro

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 115 di 201

10.4.4 Verifiche a pressoflessione deviata pilastro 50x40

10.4.4.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI TESTA:

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	50.0
3	20.0	50.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-13.8	6.2	24
2	-13.8	43.8	24
3	13.8	43.8	24
4	13.8	6.2	24
5	-8.0	43.8	24
6	-8.0	6.2	24
7	8.0	43.8	24
8	8.0	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	2	3	20
2	3	4	3	20

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	147.00	57.00	81.00	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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 116 di 201

2	213.00	84.00	85.00	0.00	0.00
3	183.00	5.00	294.00	0.00	0.00
4	159.00	9.50	286.00	0.00	0.00
5	200.00	38.00	291.00	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	217.00	21.50	5.00

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	200.00	14.00 (557.11)	4.40 (175.09)

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	200.00	12.00 (146.10)	9.40 (114.45)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.4 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

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 117 di 201

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	147.00	57.00	81.00	146.95	182.57	259.93	3.21	55.0(6.0)
2	S	213.00	84.00	85.00	213.27	228.76	233.70	2.74	55.0(6.0)
3	S	183.00	5.00	294.00	182.88	5.23	316.18	1.08	55.0(6.0)
4	S	159.00	9.50	286.00	158.96	11.30	312.86	1.09	55.0(6.0)
5	S	200.00	38.00	291.00	199.81	42.17	314.49	1.08	55.0(6.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	20.0	50.0	0.00222	13.8	43.8	-0.00414	-13.8	6.2
2	0.00350	20.0	50.0	0.00228	13.8	43.8	-0.00390	-13.8	6.2
3	0.00350	20.0	50.0	0.00158	13.8	43.8	-0.00700	-13.8	6.2
4	0.00350	20.0	50.0	0.00160	13.8	43.8	-0.00692	-13.8	6.2
5	0.00350	20.0	50.0	0.00181	13.8	43.8	-0.00590	-13.8	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	0.000140814	0.000065690	-0.002600784	----	----
2	0.000121605	0.000075174	-0.002690787	----	----
3	0.000307911	0.000002213	-0.002768881	----	----
4	0.000301209	0.000005566	-0.002802501	----	----
5	0.000251582	0.000020363	-0.002549765	----	----

10.4.4.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI BASE:

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 118 di 201

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	50.0
3	20.0	50.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-13.8	6.2	24
2	-13.8	12.6	24
3	-7.4	6.2	24
4	-13.8	43.8	24
5	-7.4	43.8	24
6	-13.8	37.4	24
7	13.8	43.8	24
8	13.8	37.4	24
9	7.4	43.8	24
10	13.8	6.2	24
11	7.4	6.2	24
12	13.8	12.6	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	8	12	2	24
2	2	6	2	24
3	5	9	1	20
4	3	11	1	20

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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 119 di 201

1	173.00	463.00	53.00	0.00	0.00
2	184.00	440.00	123.00	0.00	0.00
3	221.00	102.00	307.00	0.00	0.00
4	242.00	165.00	288.00	0.00	0.00
5	185.00	179.00	281.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	233.00	29.50	9.86
2	244.00	10.50	16.00

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	228.00	3.70 (0.00)	2.70 (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	228.00	8.80 (0.00)	3.50 (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: 4.0 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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 120 di 201

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	173.00	463.00	53.00	173.12	519.62	60.05	1.12	78.7(6.0)
2	S	184.00	440.00	123.00	183.84	473.40	133.66	1.08	78.7(6.0)
3	S	221.00	102.00	307.00	221.15	132.16	397.09	1.29	78.7(6.0)
4	S	242.00	165.00	288.00	241.99	206.80	359.81	1.25	78.7(6.0)
5	S	185.00	179.00	281.00	185.02	222.79	346.72	1.24	78.7(6.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Xc max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	20.0	50.0	0.00230	13.8	43.8	-0.00466	-13.8	6.2
2	0.00350	20.0	50.0	0.00236	13.8	43.8	-0.00394	-13.8	6.2
3	0.00350	20.0	50.0	0.00221	13.8	43.8	-0.00397	-13.8	6.2
4	0.00350	20.0	50.0	0.00230	13.8	43.8	-0.00361	-13.8	6.2
5	0.00350	20.0	50.0	0.00230	13.8	43.8	-0.00366	-13.8	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	0.000034402	0.000159720	-0.005174047	----	----
2	0.000061845	0.000122071	-0.003840445	----	----
3	0.000167469	0.000041379	-0.001918341	----	----
4	0.000137569	0.000056184	-0.002060564	----	----
5	0.000134163	0.000059902	-0.002178337	----	----

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 121 di 201

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.38	20.0	50.0	-8.2	-13.8	6.2	109	4.5
2	S	1.90	20.0	50.0	-0.7	-13.8	6.2	102	4.5

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

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

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00007	0.00000	0.500	24.0	50	0.00002 (0.00002)	268 0.007 (990.00)		115.68	38.66
2	S	-0.00003	0.00000	0.500	24.0	50	0.00000 (0.00000)	262 0.001 (990.00)		93.79	142.92

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.98	20.0	50.0	8.0	-13.8	6.2	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.20	20.0	50.0	5.5	-13.8	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	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00

10.4.4.3 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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">122 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	122 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	122 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

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";

$M^{s}_{C,Rd} = 398$ $M^{i}_{C,Rd} = 508$ kNm

$l_p = 5.75$ m

$V_{Ed} = 173$ kN

Il taglio massimo $V_y = 126$ kN pertanto le verifiche a taglio saranno condotte con **$V_{Ed} = 173$ 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					
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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 123 di 201

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 400$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 500$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 0 \emptyset$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \emptyset$	$0 = 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 460$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \emptyset$	$0 = 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15,87$ MPa resist. di calcolo		$0,00 \text{ cm}^2$

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 173,0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,659 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,396$$

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

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

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

$$V_{Rd} = 0,0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 72,8 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 72,8 \text{ kN} \text{ assunto pari alla resistenza minima}$$

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):

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

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 254,5 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7,93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

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

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 656,9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 254,5 > 173,0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1,5$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

10.4.5 Verifiche di instabilità per elementi snelli

Il massimo sforzo assiale è circa 337 kN (di compressione) pertanto;

$$v = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 337000 / (400 \times 500 \times 18,13) = 0,09$$

Il massimo sforzo assiale si ha per la combinazione SLU_2 :

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
107	SLU 2	J[14]	-337.15	7.17	1.95	1.14	8.21	-16.26

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 124 di 201

$\lambda_{lim}=83 > \lambda =40$ **VERIFICA SODDISFATTA**

10.4.5.1 VERIFICHE A TORSIONE

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

10.4.5.2 VERIFICHE LIMITAZIONE ARMATURA

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

10.4.5.3 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.

10.4.5.3.1 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)

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	1.91	20.0	50.0	-1.3	-13.8	6.2	100	4.5

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00003	0.00000	0.500	24.0	50	0.00000 (0.00000)	260 0.001 (990.00)	191.28	44.48	

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 125 di 201

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.49	20.0	50.0	2.0	-13.8	6.2	0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00001	0.00000	0.500	24.0	50	0.00000 (0.00000)	0	0.001 (0.40)	557.11	175.09

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.68	20.0	50.0	0.0	-13.8	6.2	0	0.0

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	-0.00002	0.00000	0.500	24.0	50	0.00000 (0.00000)	0	0.001 (0.30)	146.10	114.45

10.4.5.3.2 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 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	2.38	20.0	50.0	-8.2	-13.8	6.2	109	4.5
2	S	1.90	20.0	50.0	-0.7	-13.8	6.2	102	4.5

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
------	--

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 126 di 201

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 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	-0.00007	0.00000	0.500	24.0	50	0.00002 (0.00002)	268 0.007 (990.00)		115.68	38.66
2	S	-0.00003	0.00000	0.500	24.0	50	0.00000 (0.00000)	262 0.001 (990.00)		93.79	142.92

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.98	20.0	50.0	8.0	-13.8	6.2	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.20	20.0	50.0	5.5	-13.8	6.2	----	----

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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 style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">127 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	127 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	127 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 128 di 201

10.4.6 Geometrie e disposizione delle armature pilastro (40x40)

I pilastri hanno una sezione in c.a 40x40 armata con **12Φ24 in testa** disposti come riportato nell'immagine sotto.

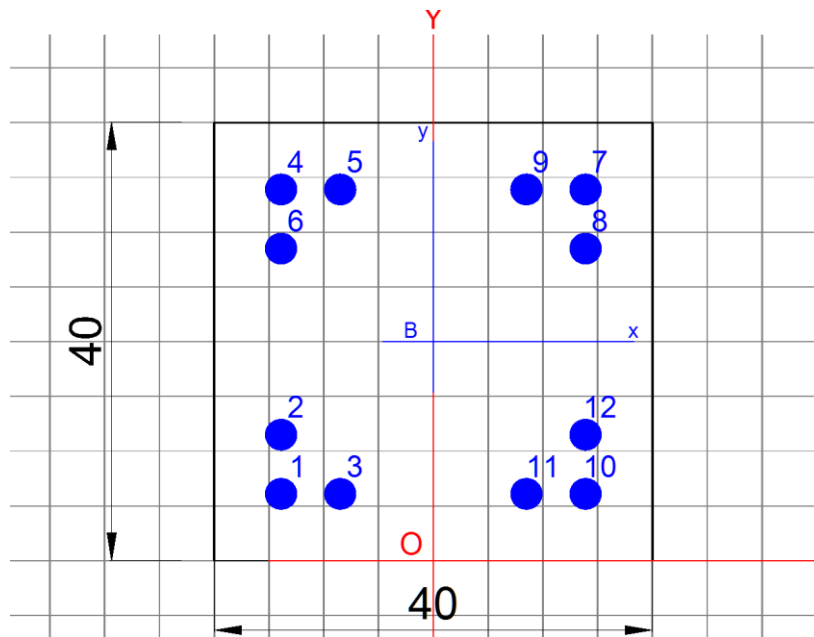


Figura 10-43 Sezione di testa

Per la sezione al piede l'armatura sarà **4Φ28+8Φ22+ 4Φ18** disposti nella lungo la direzione lunga, come riportato nell'immagine sotto, sia alla base che alla testa del pilastro.

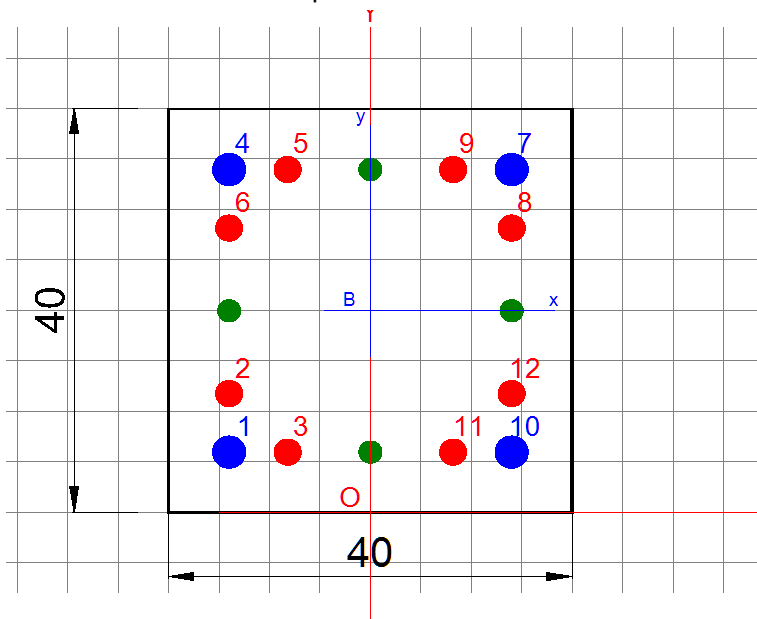


Figura 10-44 Sezione di base

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 129 di 201

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
113	SLU 10	J[9]	-515.16	-1.29	-6.64	-1.29	22.96	9.84
114	SLU 1	I[76]	-270.78	-18.63	3.03	0.42	8.19	-63.77
114	SLU 13	J[10]	-284.71	-19.57	3.05	0.43	-8.57	42.69
115	SLU 9	I[77]	-110.47	8.52	6.87	-0.62	19.33	27.55
115	RARA 9	J[11]	-105.44	6.21	4.65	-0.4	-12.25	-13.89
114	RARA 10	I[76]	-188.7	-12.6	-4.63	-0.31	-11.8	-43.26
114	RARA 13	I[76]	-195.11	-14.4	1.97	0.29	5.35	-48.2
114	RARA 13	J[10]	-217.11	-14.4	1.97	0.29	-5.5	31
	FREQ 3	I[76]	-183.05	-11.85	-0.47	0.06	-1.01	-40.97
114	QP 1	I[76]	-182.77	-10.17	-0.46	0.05	-0.99	-36.84
114	FREQ 3	J[11]	-97.3	5.57	1.17	0.08	-1.64	-12.34
115	QP 1	J[10]	-204.77	-10.17	-0.46	0.05	1.56	19.11
114	SLV 9	J[7]	-351.49	29.34	84.67	23.01	352.19	71.12
111	SLV 15	J[7]	-361.03	-21.12	82.17	19.39	331.63	-76.62
111	SLV 16	J[7]	-364.71	-24.69	-84.5	-23.01	-346.77	-81.62
111	SLV 8	J[7]	-374.53	-82.31	-29.08	-12.4	-137.23	-260.48
111	SLV 5	J[7]	-337.02	86.96	29.25	12.39	136.66	247.72
111	SLV 4	J[11]	-169.75	-44.23	-22.33	-8.8	-109.23	-128.77
115	SLV 9	J[11]	-9.82	24.39	67.99	13.37	268.94	19.69
115	SLV 16	J[11]	-180.88	-16.47	-66.97	-13.23	-268.16	-34.79
115	SLV 15	J[11]	-41.96	-3.34	66.28	10.15	249.79	-54.85
115	SLV 9	I[77]	12.18	24.39	67.99	13.37	166.89	65.43
114	SLV 14	I[76]	-174.31	1.53	-110.77	-11.66	-286.7	-7.28
114	SLV 16	I[76]	-204.62	-23.35	-117.18	-15.17	-302.38	-59.63
114	SLV 5	I[76]	-139.59	31.67	44.28	9.95	115.01	68.12
115	FREQ 3	J[10]	-205.05	-11.85	-0.47	0.06	1.59	24.19
114	QP 1	J[9]	-383.47	1.44	-0.85	-0.04	3.51	0.09

Figura 10-45 sollecitazioni

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 130 di 201

10.4.7 Verifiche a pressoflessione deviata pilastro esterno

10.4.7.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI BASE:

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	16.310	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	169.32	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	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	40.0
3	20.0	40.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-14.0	6.0	28
2	-14.0	11.8	22
3	-8.2	6.0	22
4	-14.0	34.0	28
5	-8.2	34.0	22
6	-14.0	28.2	22
7	14.0	34.0	28
8	14.0	28.2	22
9	8.2	34.0	22

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 131 di 201

10	14.0	6.0	28
11	8.2	6.0	22
12	14.0	11.8	22

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	3	11	1	18
2	2	6	1	18
3	5	9	1	18
4	12	8	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	351.50	352.00	71.00	0.00	0.00
2	361.00	332.00	76.00	0.00	0.00
3	365.00	347.00	82.00	0.00	0.00
4	374.00	137.00	260.00	0.00	0.00
5	337.00	137.00	247.00	0.00	0.00
6	170.00	109.00	128.00	0.00	0.00
7	10.00	269.00	20.00	0.00	0.00
8	181.00	268.00	35.00	0.00	0.00
9	42.00	249.00	54.00	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	105.00	12.20	13.90
2	217.00	5.50	31.00

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 132 di 201

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	97.30	1.60 (12.61)	12.30 (96.96)
2	205.00	1.60 (7.81)	24.20 (118.09)

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	204.00	1.60 (13.90)	19.11 (165.97)
2	383.00	3.50 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.3 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	351.50	352.00	71.00	351.43	352.29	70.77	1.00	65.2(4.8)
2	S	361.00	332.00	76.00	360.86	347.75	80.24	1.05	65.2(4.8)
3	S	365.00	347.00	82.00	364.90	347.03	82.01	1.00	65.2(4.8)
4	S	374.00	137.00	260.00	373.71	154.34	289.90	1.12	65.2(4.8)
5	S	337.00	137.00	247.00	337.02	157.26	285.95	1.16	65.2(4.8)
6	S	170.00	109.00	128.00	169.98	202.35	237.95	1.86	65.2(4.8)
7	S	10.00	269.00	20.00	9.95	344.26	25.14	1.28	65.2(4.8)
8	S	181.00	268.00	35.00	181.02	353.42	44.84	1.32	65.2(4.8)
9	S	42.00	249.00	54.00	41.76	332.79	71.90	1.34	65.2(4.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 133 di 201

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	20.0	40.0	0.00224	14.0	34.0	-0.00364	-14.0	6.0
2	0.00350	20.0	40.0	0.00226	14.0	34.0	-0.00352	-14.0	6.0
3	0.00350	20.0	40.0	0.00227	14.0	34.0	-0.00349	-14.0	6.0
4	0.00350	20.0	40.0	0.00232	14.0	34.0	-0.00321	-14.0	6.0
5	0.00350	20.0	40.0	0.00231	14.0	34.0	-0.00326	-14.0	6.0
6	0.00350	20.0	40.0	0.00227	14.0	34.0	-0.00345	-14.0	6.0
7	0.00350	20.0	40.0	0.00187	14.0	34.0	-0.00576	-14.0	6.0
8	0.00350	20.0	40.0	0.00207	14.0	34.0	-0.00459	-14.0	6.0
9	0.00350	20.0	40.0	0.00210	14.0	34.0	-0.00444	-14.0	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	0.000043865	0.000166270	-0.004028076	----	----
2	0.000047954	0.000158517	-0.003799759	----	----
3	0.000048680	0.000156936	-0.003751044	----	----
4	0.000124105	0.000073390	-0.001917713	----	----
5	0.000123795	0.000075166	-0.001982525	----	----
6	0.000109398	0.000095028	-0.002489057	----	----
7	0.000018850	0.000253532	-0.007018296	----	----
8	0.000031132	0.000206692	-0.005390311	----	----
9	0.000047926	0.000185502	-0.004878586	----	----

10.4.7.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN TESTA:

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 134 di 201

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	40.0
3	20.0	40.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-13.9	6.1	24
2	-13.9	11.5	24
3	-8.5	6.1	24
4	-13.9	33.9	24
5	-8.5	33.9	24
6	-13.9	28.5	24
7	13.9	33.9	24
8	13.9	28.5	24
9	8.5	33.9	24
10	13.9	6.1	24
11	8.5	6.1	24
12	13.9	11.5	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	12.00	166.00	65.00	0.00	0.00
2	174.00	286.00	7.00	0.00	0.00
3	210.00	302.00	59.00	0.00	0.00
4	139.00	115.00	65.00	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	188.00	11.80	43.20

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 135 di 201

2 195.00 5.35 48.00

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	183.00	1.00 (1.79)	41.00 (73.53)

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	183.00	1.00 (2.08)	37.00 (76.89)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 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
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]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	12.00	166.00	65.00	12.01	262.24	103.35	1.58	54.3(4.8)
2	S	174.00	286.00	7.00	174.07	306.59	8.15	1.07	54.3(4.8)
3	S	210.00	302.00	59.00	210.25	301.95	59.54	1.00	54.3(4.8)
4	S	139.00	115.00	65.00	139.22	243.77	137.65	2.12	54.3(4.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo 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.)

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 136 di 201

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	20.0	40.0	0.00211	13.9	33.9	-0.00425	-13.9	6.1
2	0.00350	20.0	40.0	0.00174	13.9	33.9	-0.00631	-13.9	6.1
3	0.00350	20.0	40.0	0.00210	13.9	33.9	-0.00428	-13.9	6.1
4	0.00350	20.0	40.0	0.00220	13.9	33.9	-0.00375	-13.9	6.1

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	0.000072136	0.000156413	-0.004199226	----	----
2	0.000006912	0.000282392	-0.007933934	----	----
3	0.000046947	0.000182459	-0.004737300	----	----
4	0.000082758	0.000130969	-0.003393924	----	----

10.4.7.3 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";

$M^s_{C,Rd} = 288$ $M^i_{C,Rd} = 347$ kNm

$l_p = 5.75$ m

$V_{Ed} = 121$ kN

Dalla tabella di cui al §10.4.1 si evince che il taglio massimo $V_y = 111$ kN pertanto le verifiche a taglio saranno condotte con **$V_{Ed} = 121$ kN**.

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

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-ORSAR				
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C FOGLIO 137 di 201

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 400$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 400$ 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	$A_{sl,1} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 360$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo	0.00 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 121.0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.745 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.457$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

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

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

$$V_{Rd} = 0.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 65.7 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 65.7 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

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

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

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

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

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 10 \text{ cm} = 0.157 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 199.2 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 587.5 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 199.2 > 121.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.6$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 138 di 201

10.4.7.4 VERIFICHE A TORSIONE

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

10.4.7.5 VERIFICHE LIMITAZIONE ARMATURA

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

10.4.7.6 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.

10.4.7.6.1 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)

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	4.81	20.0	40.0	-43.7	-13.9	6.1	110	4.5
2	S	4.67	20.0	40.0	-43.4	-13.9	6.1	130	4.5

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; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00032	0.00000	0.500	24.0	49	0.00013 (0.00013)	266 0.035 (990.00)	14.77	54.06	
2	S	-0.00032	0.00000	0.500	24.0	49	0.00013 (0.00013)	284 0.037 (990.00)	7.06	63.30	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 139 di 201

1 S 3.72 20.0 40.0 -31.2 -13.9 6.1 255 13.6

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00023	0.00000	0.500	24.0	49	0.00009 (0.00009)	243	0.023 (0.40)	1.79 73.53

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.41	20.0	40.0	-25.5	-13.9	6.1	173	9.0

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	-0.00020	0.00000	0.500	24.0	49	0.00008 (0.00008)	244	0.019 (0.30)	2.08 76.89

10.4.7.6.2 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 calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.11	20.0	40.0	-14.6	-14.0	6.0	76	6.2
2	S	3.10	20.0	40.0	-14.6	-14.0	6.0	122	6.2

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
 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 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]

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 140 di 201

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	-0.00011	0.00000	0.500	28.0	46	0.00004 (0.00004)	215	0.009 (990.00)	36.37	41.44
2	S	-0.00013	0.00000	0.500	28.0	46	0.00004 (0.00004)	250	0.011 (990.00)	14.43	81.31

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.22	20.0	40.0	-4.1	-14.0	6.0	137	6.2
2	S	2.32	20.0	40.0	-5.6	-14.0	6.0	162	10.0
3	S	1.97	20.0	40.0	17.1	-14.0	6.0	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00004	0.00000	0.500	28.0	46	0.00001 (0.00001)	262	0.003 (0.40)	12.61	96.96
2	S	-0.00006	0.00000	0.500	25.4	46	0.00002 (0.00002)	227	0.004 (0.40)	7.81	118.09
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.97	20.0	40.0	-0.9	-14.0	6.0	139	6.2
2	S	1.68	-20.0	40.0	20.2	0.0	6.0	----	----

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	-0.00003	0.00000	0.500	28.0	46	0.00000 (0.00000)	263	0.001 (0.30)	13.90	165.97
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00

10.4.8 Verifiche di instabilità per elementi snelli

Il massimo sforzo assiale è circa 575 kN (di compressione) pertanto;

$$v = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 575000 / (400 \times 400 \times 18.13) = 0.2$$

Il massimo sforzo assiale si ha per la combinazione SLU_2:

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (k)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
113	SLU 2	J[9]	-575.43	5.22	2.05	0.68	-5.78	-9.00

$\lambda \text{ lim} = 56 > \lambda = 50$ **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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 141 di 201

10.5 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. 7.2.1 (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:

- a) la maggiore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave;
- b) la minore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave, ambedue aumentate di metà altezza della sezione del pilastro.

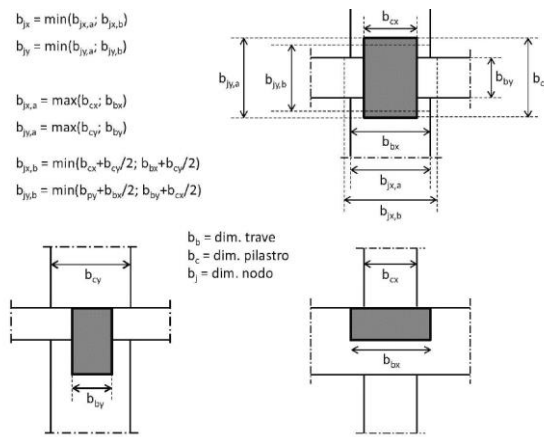


Figura 10-46 larghezza effettiva del nodo

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 142 di 201

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:

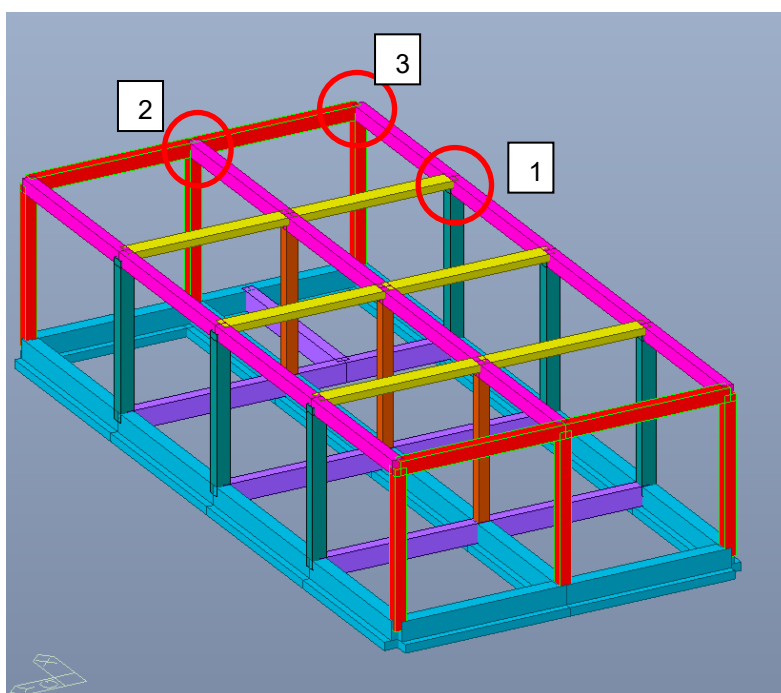


Figura 10-47 Nodi oggetto di verifica

APPALTATORE: Consortio 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 143 di 201

10.5.1 Verifica nodo 1

Si dispongono all'interno del nodo 5 staffe $\Phi 10$ (due bracci) e 5x3 spilli $\Phi 12$ in direzione x e 3x4 spilli $\Phi 12$ in direzione y (altezza nodo inferiore), inoltre l'armatura di parete della trave viene piegata a formare una moietta per contribuire al confinamento del nodo nella direzione x.

10.5.1.1 VERIFICA IN DIREZIONE X:

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI		
STAFFE NEL NODO	5	10	79	2		
SPELLI IN DIREZIONE X	5	12	113	3	totale Ash	
Armatura facce verticali TRAVE	2	16	201	2	3284	mm2

Nodo di bordo direzione sisma x			
AS1	1809 mm2	4	24
AS2	763 mm2	3	18
Ash	3284 mm2		
fywd	391.3		
fyd	391.3		
N	0 kN		
Hcx	400 mm	dim. pilastro parallela sisma	
Hcy	500 mm		
hjc	300 mm		
Ht	500 mm	altezza trave	
σ	0.00 MPa		
fck	32 MPa		
fcd	18.13 MPa		
fctd	1.35 MPa		
vd	0.000		
yrd	1.1		
c	50 mm		
μ	0.5232		
α	0.6 nodo interno		
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}	500 mm		
		b _{jxa}	600	b _{jxb}	650
		b _{jya}	500	b _{jyb}	600
		b _{cx}	400 mm		
		b _{cy}	500 mm		
		b _{bx}	600 mm		
		b _{by}	400 mm		

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C FOGLIO 144 di 201

	Vjbd				FS
verifica puntone compresso	1106920 N	<	1423104	VERO	1.3
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$					
verifica taglio trazione	3284 >	19927		FALSO	0.16
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd}/(b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$					
nodo fessurato	3284 N	>	2829	VERO	1.16
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$ per nodi interni $A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$ per nodi esterni					

10.5.1.2 VERIFICA IN DIREZIONE Y:

Nodo di bordo direzione sisma y				
AS1	2160 mm2	2	24	
		4	20	
AS2	0 mm2	0	0	
Ash	1827 mm2			
fywd	391.3			
fyd	391.3			

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI	
STAFFE NEL NODO	3	10	79	2	
SPELLI IN DIREZIONE Y	3	12	113	4	totale Ash
Armatura facce verticali TRAV	0	0	0	0	1827 mm2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 145 di 201

N	132	kN	
Hcx	400	mm	
Hcy	500	mm	
hjc	400	mm	
Ht	260	mm	
σ	0.55	MPa	
fck	32	MPa	
fcd	18.13	MPa	
fctd	1.35	MPa	
vd	0.030		
γrd	1.1		
c	50	mm	
μ	0.41856		
α	0.48	nodo esterno	
VC	0	taglio sopra nodo	

	Vjbd					FS
verifica puntone compresso	929867 N	<	1754332	VERO		1.9
		930				
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$						
verifica taglio trazione	1827.48	>	1607.12	VERO		1.14
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$						

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-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 146 di 201

10.5.2 Verifica nodo 2

Si dispongono all'interno del nodo 5 staffe $\Phi 10$ (due bracci) e 5x2 spilli $\Phi 10$ in direzione x e 5x3 spilli $\Phi 10$ in direzione y, inoltre l'armatura di parete della travi viene piegata a formare una moietta per contribuire al confinamento del nodo in entrambe le direzioni.

10.5.2.1 VERIFICA IN DIREZIONE X:

Nodo di bordo direzione sisma x				
AS1	1809 mm ²		4	24
AS2	0 mm ²		0	0
Ash	1972 mm ²		0	0
fywd	391.3			
fyd	391.3			

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI		
STAFFE NEL NODO	5	10	79	2		
SPELLI IN DIREZIONE X	5	10	79	2	totale Ash	
Armatura facce verticali TRAV	2	16	201	1	1972	mm ²

N	109 kN	
HcY	400 mm	
HcX	400 mm	
hjc	300 mm	
Ht	500 mm	
σ	0.91 MPa	
fck	32	
fcd	18.13	
fctd	1.35	
vd	0.050	
yrd	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				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR				
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C FOGLIO 147 di 201

H NODO (Parallela dir sisma)		L NODO (ortogonale dir.sisma)			
h _{jw}	400 mm	b _{jY}	400 mm		
		b _{jx}	400 mm		
		b _{jxa}	400	b _{jxb}	600
		b _{jya}	400	b _{jyb}	600
		bcx	400 mm		
		bcy	400 mm		
		bbx	400 mm		
		bby	400 mm		

V _{jbd}				FS	
verifica puntone compresso	778493 N	<	854550	VERO	1.1
	778				
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$					
verifica taglio trazione	1971.92	>	7068.24	FALSO	0.28
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$					
nodo fessurato	1972 N	>	1910	VERO	1.03
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$ per nodi interni $A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$ per nodi esterni					

10.5.2.2 VERIFICA IN DIREZIONE Y:

Nodo di bordo direzione sisma y				
AS1	1256 mm ²		4	20
			0	0
AS2	1256 mm ²		4	20
Ash	2980 mm ²			
fywd	391.3			
fyd	391.3			

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI	
STAFFE NEL NODO	5	10	79	2	
SPILLI IN DIREZIONE Y	5	10	79	3	totale Ash
Armatura facce verticali TRAV	2	18	254	2	2980 mm 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 148 di 201

N	0 kN	
Hcx	400 mm	
Hcy	400 mm	
hjc	300 mm	
Ht	500 mm	
σ	0.00 MPa	
fck	32 MPa	
fcd	18.13 MPa	
fctd	1.35 MPa	
vd	0.000	
γrd	1.1	
c	50 mm	
μ	0.5232	
α	0.6 nodo interno	
VC	0 taglio sopra nodo	

H NODO (Parallela dir sisma)		L NODO (ortogonale dir.sisma)			
h _{jw}	400 mm	b _{jx}	400 mm		
		b _{jy}	400 mm		
		b _{jxa}	400	b _{jxb}	600
		b _{jya}	400	b _{jyb}	600
		b _{cx}	400 mm		
		b _{cy}	400 mm		
		b _{bx}	400 mm		
		b _{by}	400 mm		

V _{jbd}					FS
verifica puntone compresso	1081240 N	<	1138483	VERO	1.1
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$	1081				
verifica taglio trazione	2979.86 >		24038	FALSO	0.12
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd}/(b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$					
nodo fessurato	2980 N	>	2763	VERO	1.08
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$					
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$					

Il nodo risulta verificato.

10.5.3 Verifica nodo 3

Si dispongono all'interno del nodo 5 staffe Φ10 (due bracci) e 5x3 spilli Φ10 in direzione x e 5x2 spilli Φ10 in direzione y, inoltre l'armatura di parete della travi viene piegata a formare una moietta per contribuire al confinamento del nodo in entrambe le direzioni.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 149 di 201

10.5.3.1 VERIFICA IN DIREZIONE X:

Nodo di bordo direzione sisma X				
AS1	1809	mm ²	4	24
AS2	0	mm ²	0	20
Ash	2364	mm ²	0	24
fywd	391.3			
fyd	391.3			

Ash		NUMERO	Φ	Area	BRACCI		
STAFFE NEL NODO		5	10	79	2		
SPILLI IN DIREZIONE X		5	10	79	3	totale Ash	
Armatura facce verticali TRAV		2	16	201	1	2364	mm ²

N	12	kN	
Hcx	400	mm	
Hcy	400	mm	
hjc	300	mm	
Ht	500	mm	
σ	0.10	MPa	
fck	32		
fcd	18.13		
fctd	1.35		
vd	0.006		
γrd	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-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 150 di 201

H NODO (Parallela dir.sisma)		L NODO (ortogonale dir.sisma)			
h _{jw}	400 mm	b _{jx}	400 mm		
		b _{jy}	400 mm		
		b _{jxa}	400	b _{jxb}	600
		b _{jya}	400	b _{jyb}	600
		b _{cx}	400 mm		
		b _{cy}	400 mm		
		b _{bx}	400 mm		
		b _{by}	400 mm		

	V _{jbd}				FS
verifica puntone compresso	778493 N	<	904767	VERO	1.2
		778			
	$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$				
verifica taglio trazione	2364.42	>	11316.3	FALSO	0.21
	$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$				
nodo fessurato	2364 N	>	1981	VERO	1.19
	$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni}$				
	$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni}$				

10.5.3.2 VERIFICA IN DIREZIONE Y:

Nodo di bordo direzione sisma Y			
AS1	1256 mm ²	4	20
AS2	0 mm ²	0	20
Ash	2079 mm ²	0	24
f _{ywd}	391.3		
f _{yd}	391.3		

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 151 di 201

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI		
STAFFE NEL NODO	5	10	79	2		
SPILLI IN DIREZIONE X	5	10	79	2	totale Ash	
Armatura facce verticali TRAV	2	18	254	1	2079	mm2

N	12 kN	
Hcx	400 mm	
Hcy	400 mm	
hjc	300 mm	
Ht	500 mm	
σ	0.10 MPa	
fck	32	
fcd	18.13	
fctd	1.35	
vd	0.006	
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}	400 mm
		b _{iy}	400 mm
		b _{ixa}	400
		b _{ixb}	600
		b _{iya}	400
		b _{iyb}	600
		b _{cx}	400 mm
		b _{cy}	400 mm
		b _{bx}	400 mm
		b _{by}	400 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 152 di 201

	Vjbd					FS
verifica puntone compresso	540620 N	<	904767	VERO		1.7
		541				
	$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$					
verifica taglio trazione	2078.68	>	5171.52	FALSO		0.40
	$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$					
nodo fessurato	2079 N	>	1376	VERO		1.51
	$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$					
	$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$					
	per nodi interni					
	per nodi esterni					

Il nodo risulta verificato.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 153 di 201

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,

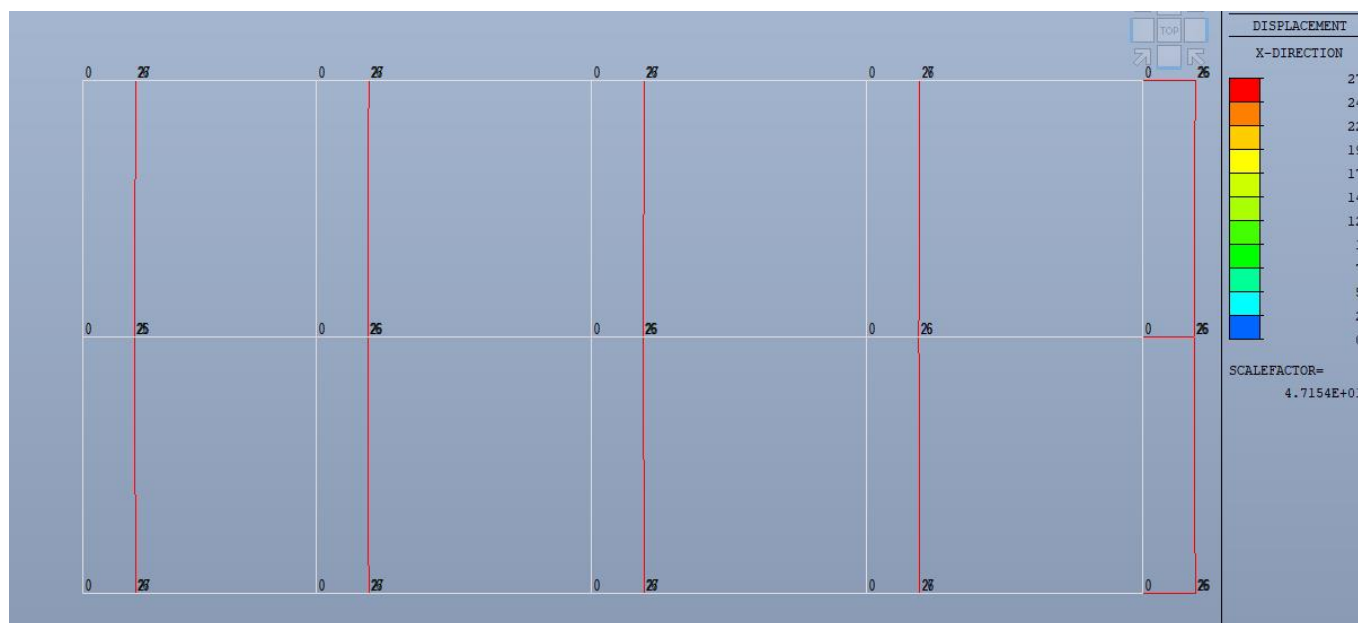


Figura 10-48 Spostamenti orizzontali in direzione X

$$d_r = u_1 = 0,027 \text{ m} < 0,038 \text{ m. VERIFICA SODDISFATTA}$$

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 154 di 201

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

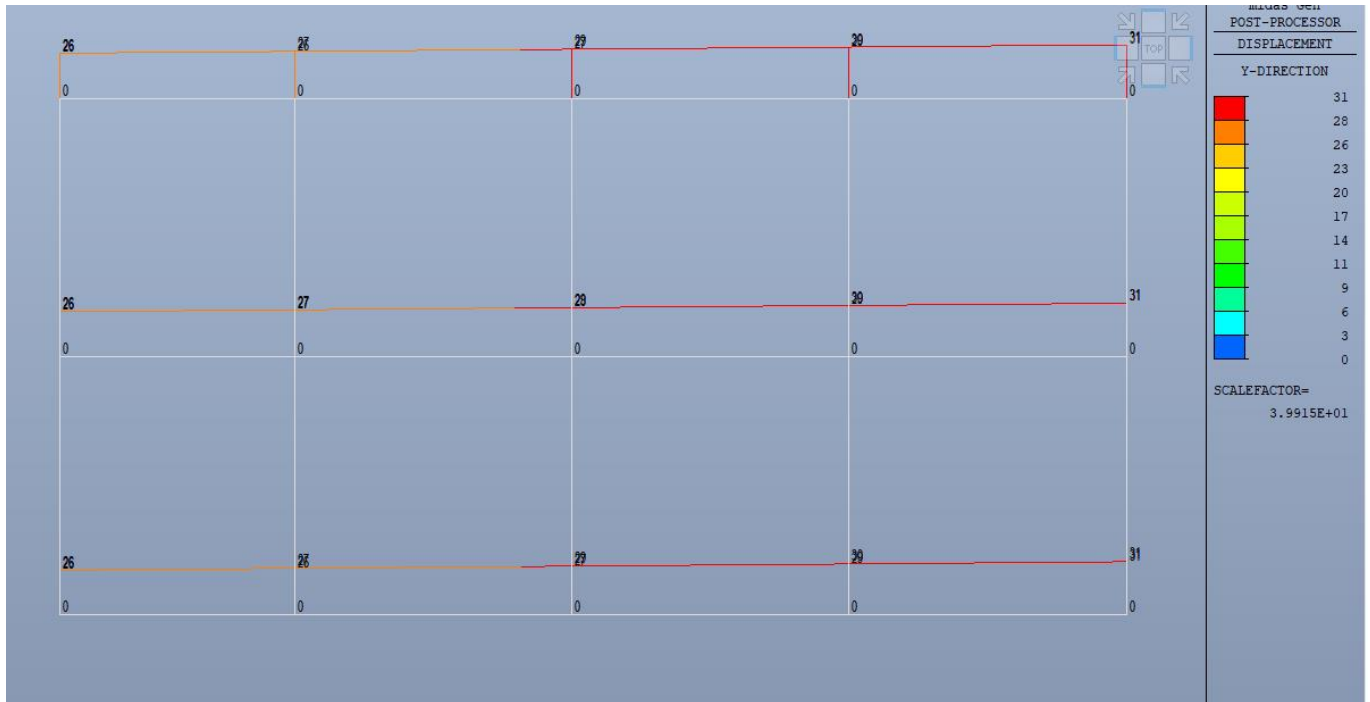


Figura 10-49 Spostamenti orizzontali in direzione Y

$$d_r = u_1 = 0,031 \text{ m} < 0,038 \text{ m. } \underline{\underline{\text{VERIFICA SODDISFATTA}}}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 155 di 201

10.7 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					
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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 156 di 201

$$S_a(T_a) = \begin{cases} \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{aT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a < aT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) a_p & \text{per } aT_1 \leq T_a < bT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{bT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a \geq bT_1 \end{cases}$$

dove:

- α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno α_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 10-50 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C FOGLIO 157 di 201

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 /m3	60% foratura
γ_{bet}	25	
q_a	2	fattore comportamento elemento
p_p	133088 N	peso parete m
p_o	0	peso orrizontamenti
t	300 mm	spessore parete
l	6500 mm	lunghezza parete
h	4550 mm	altezza parete
$F_{a,p}$	39933.87 kN/m	forza inerzia peso parete
α_1	0.066	
F_{s1}	0.17	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 158 di 201

α	0.366		rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A e acc gravità					
S	1.13		SsxSt					
Z	2.28		quota baricentro parete , misurata a partire dal piano di fondazione					
H	5.75		altezza costruzione					
Sa	0.761		accelerazione massima adimensionalizzata 7.8.1.5.4					
T1	0.65 s							
C1	0.075							
Ta	0.034 s							
E	30000 Mpa							
I	14625000000 mm4							
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:

$$\alpha_1 = (P_p \cdot t/2) / P_p \cdot h/2 = (t/2) / (h/2) = 0.066$$

La parete, quindi, non risulta in equilibrio in quanto $\alpha_1 / (S_a/q) = 0.17 < 1$

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:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 159 di 201

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 BIOSSIDO 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL FA9100 001 C 160 di 201

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/mm²	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
MODULO ELASTICO RETE (trama)	61.680 N/mm²	+/- 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.

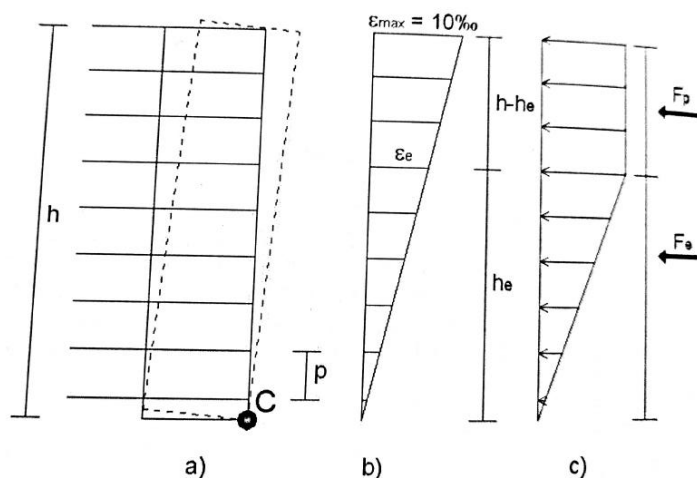


Figura 10-51 Resistenza delle armature (in questa immagine rete elettrosaldata)

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 161 di 201

$$\epsilon_e = f_{yd}/E$$

$$h_e = (\epsilon_e / \epsilon_{max}) * h = f_{yd} * h / (E * \epsilon_{max})$$

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:

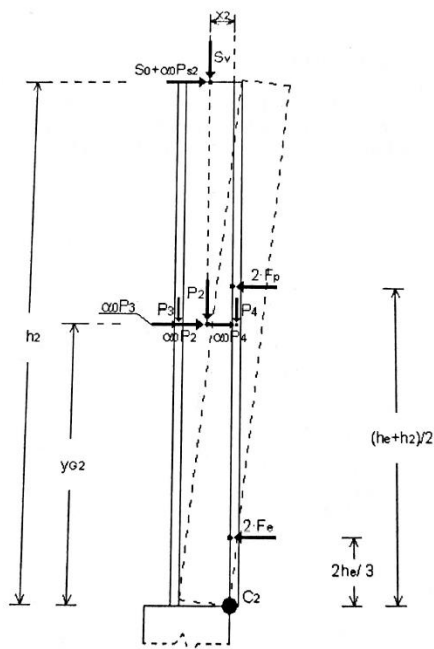


Figura 10-52 schema parete

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: 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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 162 di 201

$$\alpha_0 = \frac{(P_2 + P_{s2}) \frac{t_2}{2} - S_o \cdot h_2 + P_3 \left(t_2 + \frac{t_1}{2} \right) - P_4 \frac{t_1}{2} + F_p (h_2 + h_e) + \frac{4}{3} F_e \cdot h_e}{P_{s2} \cdot h_2 + (P_2 + P_3 + P_4) \cdot y_{G2}} = 1.27$$

Nel caso specifico in esame (in assenza di carichi in testa) si ha:

α	0.366	rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A e acc gravità
S	1.13	SsxSt
Z	2.27	quota baricentro parete , misurata a partire dal piano di fondazione
H	5.75	altezza costruzione
Sa	0.716	accelerazione massima adimensionalizzata 7.8.1.5.4
T1	0.65 s	
C1	0.075	
Ta	0.027 s	considerando anche spessore betoncino
E	30000 Mpa	
I	29722333333 mm4	
g	9810	
k	1	
ap	4	
a	0.3	

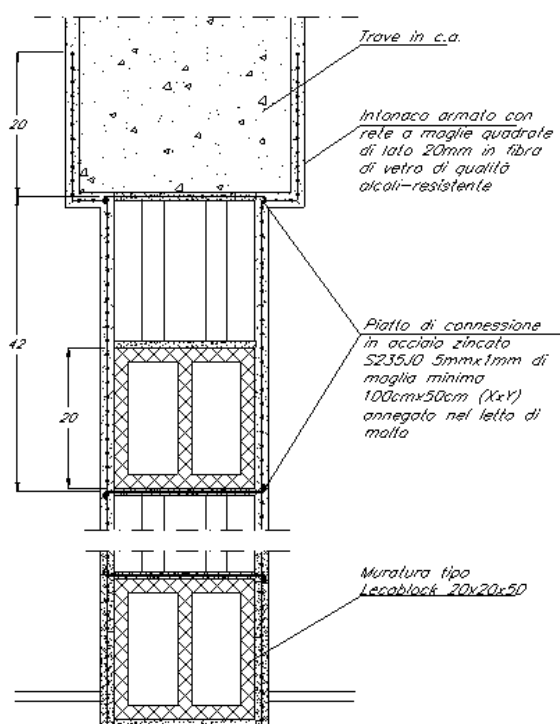
Ym	15 kN /m3	60% foratura
Ybet	25	
qa	2	fattore comportamento elemento
pp	133088 N	peso parete m
po	0	peso orrizontamenti
t	300 mm	spessore parete
l	6500 mm	lunghezza parete
h	4550 mm	altezza parete
Fa,p	68811.74 kN/m	forza inerzia peso parete
α_1	0.066	
A	0.9981 mm2	Area singola barra
emax	0.018	
fyd	1124 Mpa	res. Trazione
E	72000 Mpa	modulo elastico rete
p	20 mm	passo maglia
tbet	40 mm	spessore intonaco
P1=P2	29575 N	peso lastra intonaco
Yf	2	fattore di sicurezza
he	3946 mm	
Fp	16936 N	
Fe	55058 N	
α_0	1.057	
Fs	2.95	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 163 di 201

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: 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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 164 di 201

10.8 SOLAIO DI COPERTURA

Il solaio si considera, a vantaggio di sicurezza, come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a $L = 6.05$ m. Con riferimento all'analisi dei carichi, di seguito si riportano le caratteristiche di sollecitazioni significative. La verifica viene condotta in riferimento al singolo travetto (interasse $i = 0.54$ m).

Si considera agente il peso proprio dell'intero solaio e il carico della neve e il sovraccarico variabile. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata per il dimensionamento della sezione in campata e di trave doppiamente incastrata per le sezioni di appoggio.

Carichi Pesi propri:	$G = 3.3 \cdot 1.2 = 3.96 \text{ kN/m}$
Carichi Permanenti non strutturali:	$G = 3.4 \cdot 1.2 = 4.08 \text{ kN/m}$
Sovraccarico variabile:	$Q = 0.5 \cdot 1.2 = 0.6 \text{ kN/m}$
Carico Neve:	$Q_N = 1.23 \times 1,20 = 1.44 \text{ kN/m}$
Carico Totale SLU:	$1,3 G_1 + 1,5 G_2 + 1,5 (Q + Q_N) = 14.33 \text{ kN/m}$
Carico Totale SLE rara:	$G_1 + G_2 + Q + Q_N = 10 \text{ kN/m}$
Carico Totale SLE frequente:	$G_1 + G_2 + 0,3 \times Q + 0,2 \times Q_N = 8.6 \text{ kN/m}$
Carico Totale SLE quasi permanente:	$G_1 + G_2 + 0.3 \times Q + 0,0 \times Q_N = 8.5 \text{ kN/m}$

Sollecitazioni SLU

$$M_{\max} \text{ (in campata)} = [14.3 \times (6.05)^2] / 8 = 65.5 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} \text{ (in appoggio)} = 14.3 \times 6.05 / 2 = 43.3 \text{ kN}$$

$$M_{\min} \text{ (in appoggio)} = [14.3 \times (6.05)^2] / 12 = 43.7 \text{ kNm}$$

Divido tale valore il numero di travetti presenti in una lastra predalle.

$$M_{\max, \text{tr}} \text{ (in campata)} = 65.5 / 3 = 21.8 \text{ kNm}$$

$$T_{\max, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 43.3 / 3 = 14.4 \text{ kN}$$

$$M_{\min, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 43.7 / 3 = 14.6 \text{ kNm}$$

Sollecitazioni SLE rara

$$M_{\max, \text{tr}} \text{ (in campata)} = 15.4 \text{ kNm}$$

$$M_{\min, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 10.2 \text{ kNm}$$

Sollecitazioni SLE frequente

$$M_{\max, \text{tr}} \text{ (in campata)} = 13.1 \text{ kNm}$$

$$M_{\min, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 8.8 \text{ kNm}$$

Sollecitazioni SLE quasi permanente

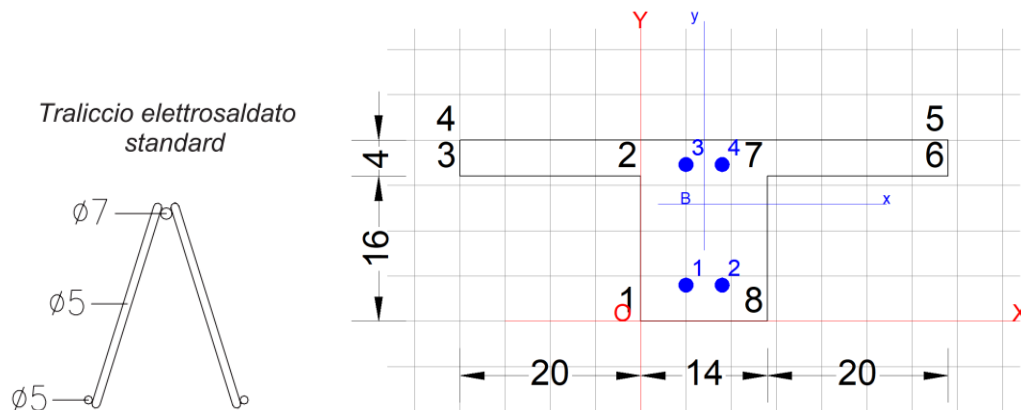
$$M_{\max, \text{tr}} \text{ (in campata)} = 12.9 \text{ kNm}$$

$$M_{\min, \text{tr}} \text{ (in appoggio)} = 8.6 \text{ kNm}$$

Di seguito si riportano le verifiche del singolo travetto. La verifica a flessione è stata condotta mediante il software RC-Sec per la sezione di appoggio e quella di campata, allo SLU.

Si disporranno 2 $\emptyset 16$ all'intradosso e 2 $\emptyset 16$ all'estradosso aggiuntivi rispetto alle armature già previste nella predalle.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 165 di 201



10.8.1.1 VERIFICA DI SLU FLESSIONE

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	16.0
3	-20.0	16.0
4	-20.0	20.0
5	34.0	20.0
6	34.0	16.0
7	14.0	16.0
8	14.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	4.0	16
2	9.0	4.0	16
3	5.0	17.3	16
4	9.0	17.3	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	21.80	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-14.60	0.00	0.00	0.00

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 166 di 201

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	15.40	0.00
2	0.00	-10.20	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	13.10 (4.86)	0.00 (0.00)
2	0.00	-8.80 (-7.97)	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	12.90 (4.86)	0.00 (0.00)
2	0.00	-8.60 (-7.97)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 1.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 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]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 167 di 201

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	21.80	0.00	0.00	23.82	0.00	1.09	4.0(0.5)
2	S	0.00	-14.60	0.00	0.00	-22.62	0.00	1.55	4.0(0.7)

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	0.158	-20.0	20.0	-0.00024	5.0	17.3	-0.01865	5.0	4.0
2	0.00350	0.299	0.0	0.0	0.00080	5.0	4.0	-0.00819	5.0	17.3

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	0.001384235	-0.024184692	0.158	0.700
2	0.000000000	-0.000675723	0.003500000	0.299	0.814

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 168 di 201

10.8.1.2 VERIFICA DI SLU TAGLIO

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 140$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 240$	mm altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza
$c = 35$	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	$A_{sl,1} = 0$	Ø	$= 0,00$ cm ²
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	Ø	$0 = 0,00$ cm ²
$d = 205$	mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	Ø	$0 = 0,00$ cm ²
$f_{cd} = 15,87$	MPa resist. di calcolo			$0,00$ cm ²

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 14,4 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,988 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,519$$

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

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

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

$$V_{Rd} = 0,0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 14,9 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 14,9 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

10.8.1.3 VERIFICA TENSIONALE (SLE RARA)

Si verificano le tensioni in condizione SLE rara

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	7.26	-20.0	20.0	-268.0	9.0	4.0	70	4.0
2	S	8.93	14.0	0.0	-177.5	5.0	17.3	104	4.0

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
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]

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 169 di 201

k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max * (e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00153	0.00000	0.500	9.9	24	0.00099 (0.00077)	156	0.179 (990.00)	4.86	0.00

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	7.26	-20.0	20.0	-268.0	9.0	4.0	70	4.0
2	S	8.93	14.0	0.0	-177.5	5.0	17.3	104	4.0

$$\sigma_c = 7.26 \text{ MPa} < 0.6 \times 28 = 16.8 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = 268 \text{ MPa} < 0.80 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

10.8.1.4 VERIFICA DI FESSURAZIONE (SLE FREQUENTE)

Si verifica che la fessurazione in SLE frequente produca una fessura inferiore al limite consentito. Si riporta qui di seguito il calcolo delle tensioni nella sezione e il relativo calcolo dell'ampiezza delle fessure.

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	6.18	-20.0	20.0	-227.9	9.0	4.0	70	4.0
2	S	7.70	14.0	0.0	-153.1	5.0	17.3	104	4.0

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 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]

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 170 di 201

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	-0.00154	0	0.500	16.0	32	0.00094 (0.00068)	156	0.147 (0.40)	4.86	0.00
2	S	-0.00098	0	0.500	16.0	19	0.00050 (0.00046)	135	0.068 (0.40)	-7.97	0.00

10.8.1.5 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ (SLE QUASI PERMANENTE)

Si riporta la verifica di fessurazione per la com SLE Q.P.

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	6.09	-20.0	20.0	-224.5	9.0	4.0	70	4.0
2	S	7.53	0.0	0.0	-149.7	9.0	17.3	104	4.0

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	-0.00152	0	0.500	16.0	32	0.00099 (0.00067)	156	0.155 (0.30)	4.86	0.00

$$\sigma_c = 6.1 \text{ Mpa} < 0.45 \times 28 = 12.6 \text{ Mpa}$$

Il calcolo della deformazione flessionale di solai e travi si effettua in genere mediante integrazione delle curvature tenendo conto della viscosità del calcestruzzo e, se del caso, degli effetti del ritiro.

Per il calcolo delle deformazioni flessionali si considera lo stato non fessurato (sezione interamente reagente) per tutte le parti della struttura per le quali, nelle condizioni di carico considerate, le tensioni di trazione nel calcestruzzo non superano la sua resistenza media f_{ctm} a trazione. Per le altre parti si fa riferimento allo stato fessurato, potendosi considerare l'effetto irrigidente del calcestruzzo teso fra le fessure.

Al riguardo detto p_f il valore assunto dal parametro di deformazione nella membratura interamente fessurata e p il valore assunto da detto parametro nella membratura interamente reagente, il valore di calcolo p^* del parametro è dato da:

$$p^* = \zeta * p_f + (1 - \zeta) * p$$

in cui:

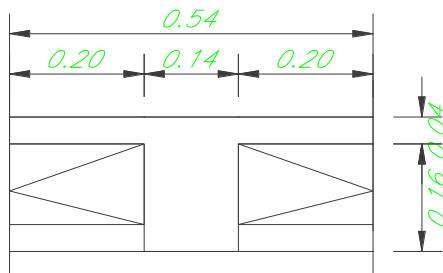
$$\zeta = 1 - c\beta^2.$$

Nell'equazione precedente il fattore β è il rapporto tra il momento di fessurazione M_f e il momento flettente effettivo, $\beta = M_f / M$, o il rapporto tra la forza normale di fessurazione N_f e la forza normale effettiva, $\beta = N_f / N$, a seconda che la membratura sia soggetta a flessione o a trazione, e il coefficiente c assume il valore 1, nel caso di applicazione di un singolo carico di breve durata, o il valore 0,50 nel caso di carichi permanenti o per cicli di carico ripetuti.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 171 di 201

Per quanto riguarda la salvaguardia dell'aspetto e della funzionalità dell'opera, le frecce a lungo termine di travi e solai, calcolate sotto la condizione quasi permanente dei carichi, non dovrebbero superare il limite di 1/250 della luce.

Si procede al calcolo considerando in favore di sicurezza il travetto centrale della predalle tipo, la cui rappresentazione grafica è riportata qui di seguito:



J_I = momento di inerzia sezione interamente reagente

y_{cl} = asse neutro sezione interamente reagente

b = 140mm;

b_s = 540mm;

s = 40mm;

$A_{s,t}$ = area armatura tesa;

$A_{s,c}$ = area armatura compressa;

A_s = $A_{s,t} + A_{s,c}$ = area totale armature;

d_G = distanza dal lembo compresso del baricentro delle armature,

$$d_G = \frac{\sum A_{si} \cdot d_i}{\sum A_{si}}$$

A_{se} = area della soletta collaborante omogeneizzata ad acciaio concentrata a $s/2$ dal lembo compresso,

$$d_t = \frac{(d_G \cdot A_s + d_e \cdot A_{se})}{A_t};$$

n = coefficiente di omogeneizzazione = 15;

$$A_t = A_{se} + A_{s,t} + A_{s,c};$$

$$y_{cII} = \text{asse neutro sezione fessurata} = \frac{n \cdot A_t}{b} \left[\frac{1 + 2 \cdot b \cdot d_t / n \cdot A_t}{2} - 1 \right];$$

$$J_{II} = \text{momento d' inerzia sezione fessurata} = \frac{1}{3} [b_s y_c^3 - (b_s - b) \cdot (y_c - s)^3] + n \cdot \sum A_{si} \cdot (y_c - d_i)^2;$$

$$M_f = \text{momento di fessurazione} = f_{ctm} \cdot J_I / (h - y_c);$$

$$\beta = M_f / M_d;$$

$$c = 0,50;$$

$$\zeta = 1 - c \beta^2;$$

q = carico SLE quasi permanente;

$$p_f = \frac{5}{384} \cdot q \cdot L^4 / (E \cdot J_{II});$$

$$p = \frac{5}{384} \cdot q \cdot L^4 / (E \cdot J_I);$$

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 172 di 201

Input dimensioni sezione										
H=		240	mm							
s=		40	mm							
h=H-s=		200	mm							
bs=		540	mm						base ala	
b=		140	mm						base anima	
l=(bs-b)/2=		200	mm						lunghezza ali	
cs=		40	mm						copriferro sup	
ci=		40	mm						copriferro inf	
y'c=		85	mm						baricentro	
yc=		155	mm						baricentro dal basso	
J'=		272316559,1	mm ⁴						inerzia	
Armatura										
	diametro	numero	Area barra	diametro	numero	Area barra	diametro	numero	Area barra	Atot
superiore		16	2	201,06	7,00	1,00			38,48	440,60 mm ²
inferiore		16	2	201,06	12,00	0,00			113,09	441,38 mm ²
calcolo baricentro										
	distanza dal basso									
superiore										173 mm
inferiore										40 mm
cls fessurat										
b		540	mm							
h		40	mm							asse neutro
baricentro sezione fessurata										
n=		15								coeff. Omogenizzazione
yg=		139,13	mm							
inerzia sezione fessurata										
J''=		213900261,6	mm ⁴							
L=		6050	mm							Luce di calcolo
q (sle q.p.)		8,47	N/mm							carico in com SLE Q.P.
E=		32308	Mpa							Modulo elastico
Pf		16,80	mm							
p		21,39	mm							
Mf		4,87	kNm							
Md		12,92	kNm							
β =		0,38								
c=		0,5								
ζ=		0,93								
L/250		24,20	mm							freccia limite deformazione
p*=		17,12	mm	<		24,20	mm			verifica freccia

$$p^* = \zeta * p_f + (1 - \zeta) * p = 17.12 \text{ mm} < L/250 = 24.2 \text{ mm}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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 style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">173 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	173 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	173 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

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 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.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 174 di 201
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo							

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.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente. Le combinazioni sismiche sono effettuate con $q=1.5$.

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].

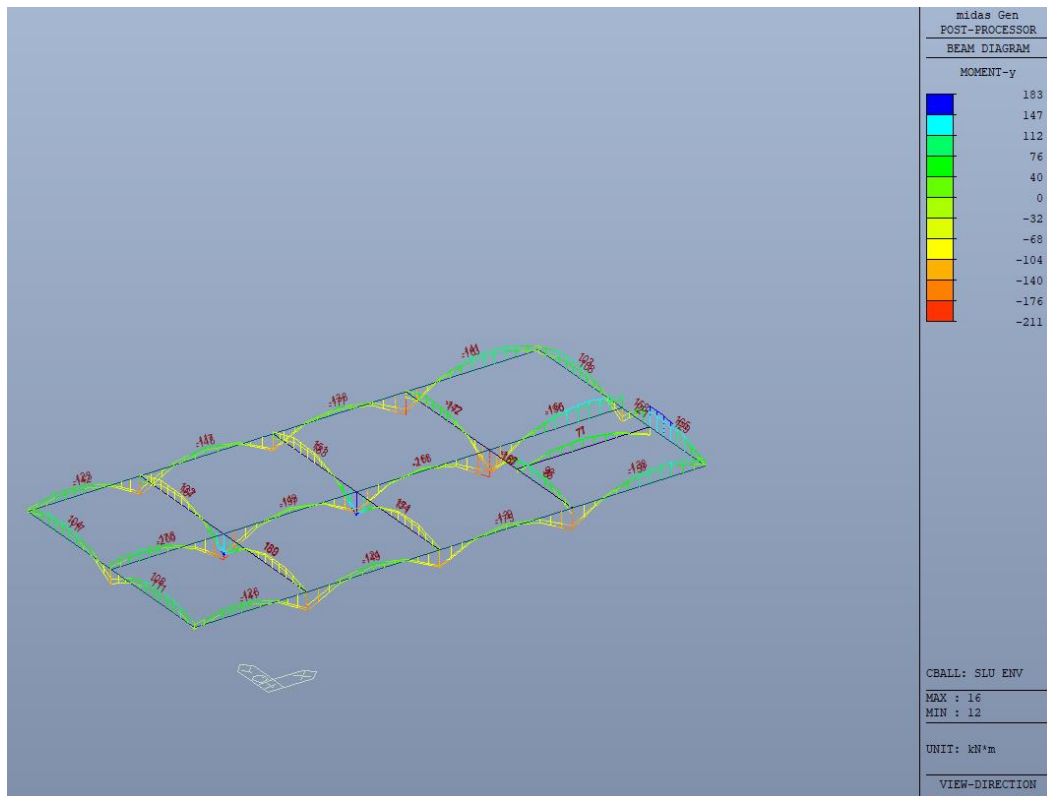


Figura 11-1 Diagrammi di momento travi di fondazione SLU My (kNm)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 175 di 201
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo								

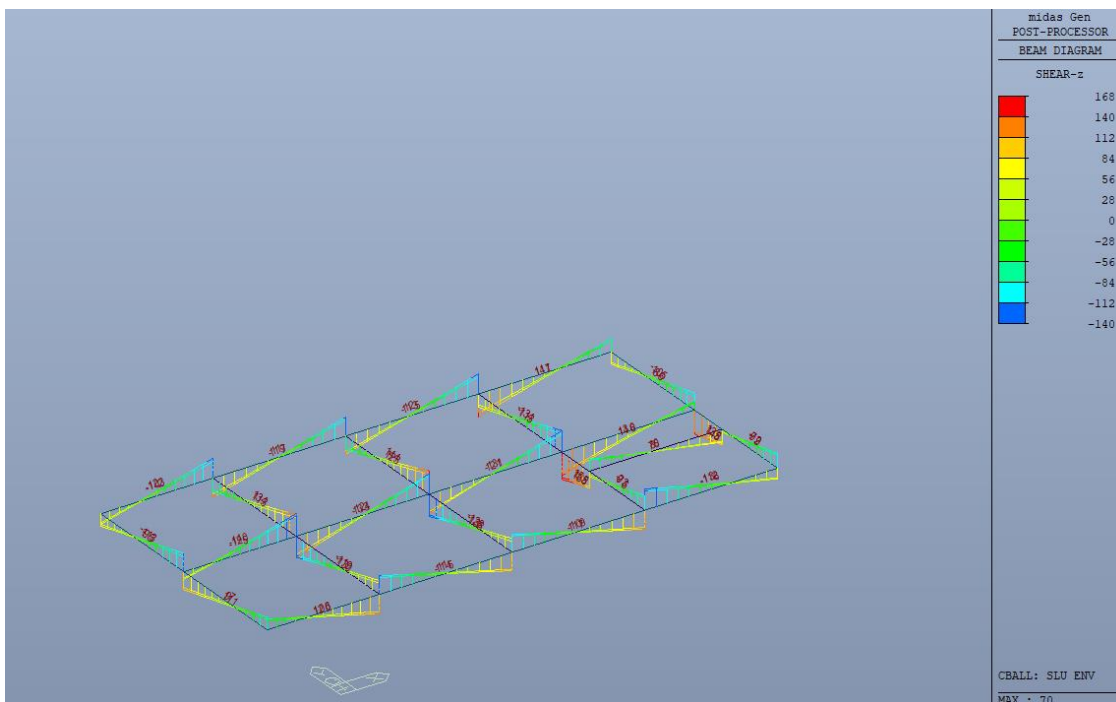


Figura 11-2 Diagrammi di taglio travi di fondazione SLU Vz (kN)

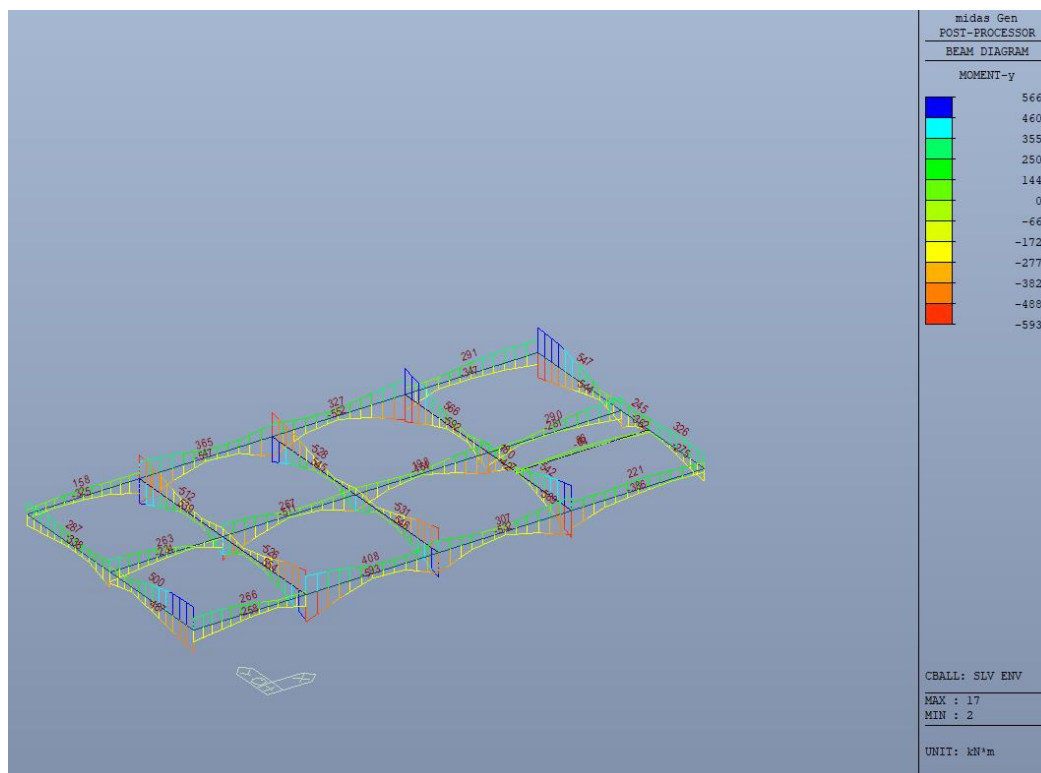


Figura 11-3 Diagrammi di momento travi di fondazione SLV My (kNm)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 176 di 201

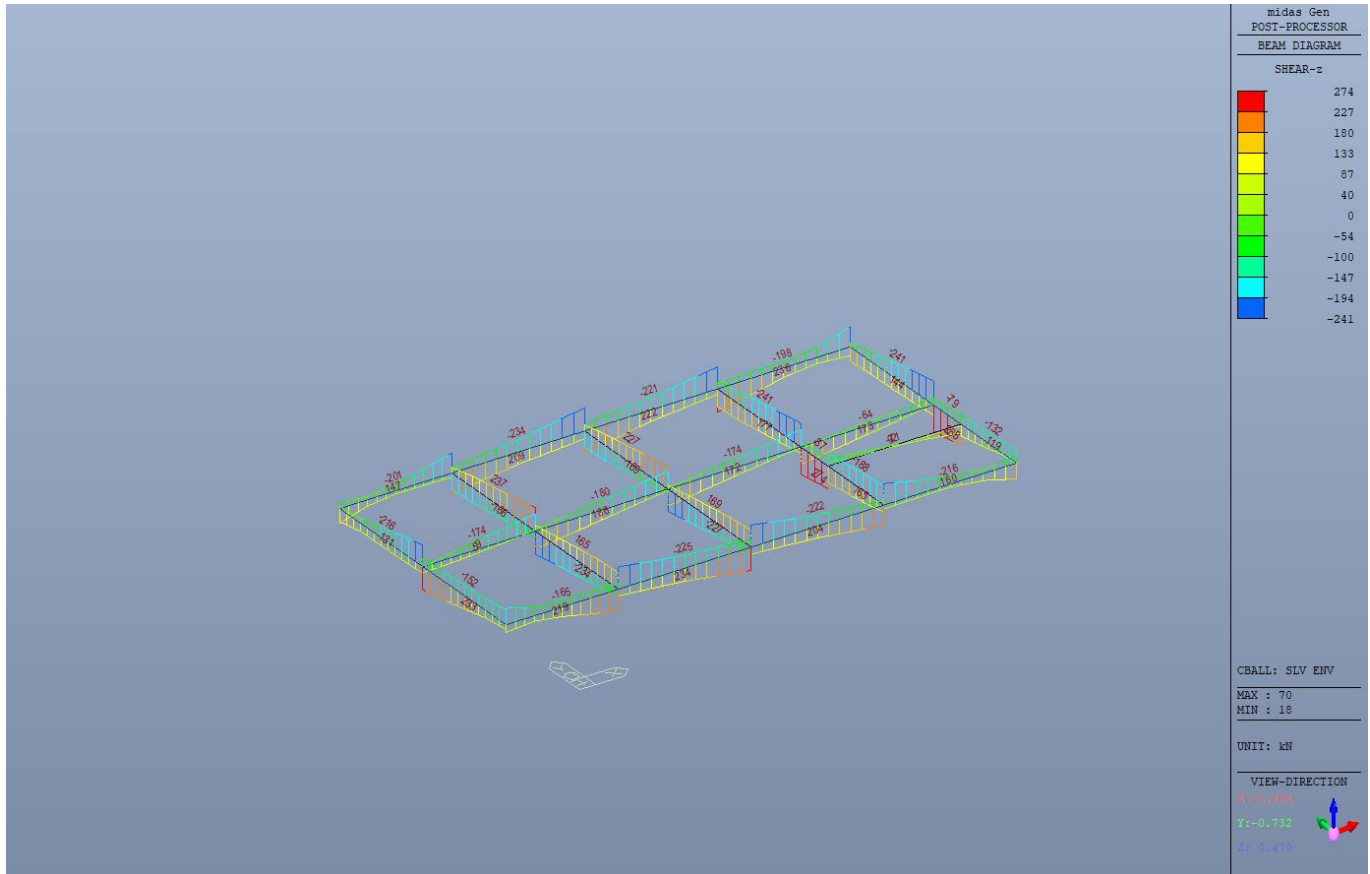


Figura 11-4 Diagrammi di taglio travi di fondazione SLV Vz (kN)

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 177 di 201

11.2.1.2 MATERIALI

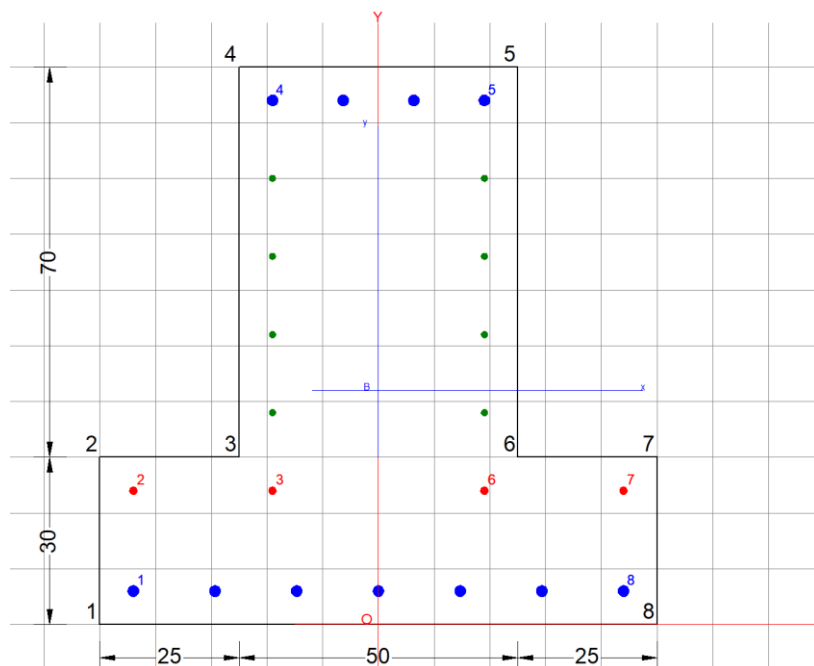
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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:
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 β1*β2 :		1.00
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 178 di 201

11.2.2 Verifiche a pressoflessione deviata della trave di fondazione

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
9	SLU 1	J[33]	26.49	-16.04	13.55	15.43	164.30	20.24
9	RARA 1	J[33]	17.41	-10.95	10.40	11.80	123.73	14.02
9	FREQ 1	J[33]	-1.94	-1.95	10.49	11.55	108.10	4.04
9	QP 1	J[33]	-1.92	-1.91	10.26	11.36	106.44	3.97
12	SLU 2	I[9]	12.26	4.42	-131.26	-7.82	-211.40	2.29
12	RARA 2	I[9]	9.52	3.04	-98.91	-5.88	-158.69	2.02
12	FREQ 1	I[9]	10.35	0.76	-87.54	-5.12	-136.59	3.75
12	QP 1	I[9]	10.08	0.75	-85.54	-5.02	-133.15	3.67
2	SLV 8	I[2]	-607.61	-41.57	-224.60	-21.72	-593.08	-39.83
18	SLV 9	J[15]	406.50	390.08	112.54	50.28	546.86	902.35



- Armatura superiore 4 Φ 20
- Armatura inferiore 7 Φ 20

8 Φ 12+4 Φ 14 laterali

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 179 di 201

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C20/25

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	-25.0	30.0
4	-25.0	100.0
5	25.0	100.0
6	25.0	30.0
7	50.0	30.0
8	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.0	6.0	20
2	-44.0	24.0	14
3	-19.0	24.0	14
4	-19.0	94.0	20
5	19.0	94.0	20
6	19.0	24.0	14
7	44.0	24.0	14
8	44.0	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	5	4	2	20
2	1	8	5	20
3	3	4	4	12
4	6	5	4	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

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-164.00	0.00
2	0.00	211.00	0.00
3	0.00	593.00	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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 180 di 201

4 0.00 -546.00 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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-123.00	0.00
2	0.00	158.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-108.00 (-255.33)	0.00 (0.00)
2	0.00	137.00 (356.48)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	133.00 (356.48)	0.00 (0.00)
2	0.00	-106.00 (-255.33)	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: 10.7 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	-164.00	0.00	-683.43	4.17	27.8(13.0)

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 181 di 201

2	S	0.00	211.00	0.00	1020.74	4.84	34.9(13.0)
3	S	0.00	593.00	0.00	1020.74	1.72	34.9(13.0)
4	S	0.00	-546.00	0.00	-683.43	1.25	27.8(13.0)

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	0.084	-50.0	0.0	0.00083	-44.0	6.0	-0.03832	-19.0	94.0
2	0.00350	0.205	-25.0	100.0	0.00241	-19.0	94.0	-0.01361	-44.0	6.0
3	0.00350	0.205	-25.0	100.0	0.00241	-19.0	94.0	-0.01361	-44.0	6.0
4	0.00350	0.084	-50.0	0.0	0.00083	-44.0	6.0	-0.03832	-19.0	94.0

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	-0.000444928	0.003500000	0.084	0.700
2	0.000000000	0.000182018	-0.014701826	0.205	0.700
3	0.000000000	0.000182018	-0.014701826	0.205	0.700
4	0.000000000	-0.000444928	0.003500000	0.084	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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 182 di 201

11.2.2.1 VERIFICA A TAGLIO

11.2.2.1.1 Verifica fondazione

Il valore di taglio massimo vale:

$$V_{Ed-max} = 268 \text{ kN}$$

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 500$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1000$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 35$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 25$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 0 \text{ } \emptyset$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset$	$0 = 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 965$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset$	$0 = 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 14,17$ MPa resist. di calcolo		$0,00 \text{ cm}^2$

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 268,0 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,455 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,307$$

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

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

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

$$V_{Rd} = 0,0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 148,2 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 148,2 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

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

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

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

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

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 15 \text{ cm} = 0,105 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 355,9 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7,08 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

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

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 1538,0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 355,9 > 268,0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1,3$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si adotteranno staffe $\Phi 10 / 15 \text{ cm}$

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 183 di 201

11.2.2.2 VERIFICA A TORSIONE

Vista l'entità del momento torcente la verifica si ritiene soddisfatta.

11.2.2.3 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.

11.2.2.3.1 Verifiche per fondazione

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	1.40	-50.0	0.0	-87.8	-6.3	94.0	1007	14.8
2	S	2.19	-25.0	100.0	-70.5	-29.3	6.0	1500	22.0

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	1.23	-50.0	0.0	-77.1	-6.3	94.0	1007	14.8
2	S	1.90	-25.0	100.0	-61.1	0.0	6.0	1500	22.0

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 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											
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]											
sr max	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]											
wk	Massima distanza tra le fessure [mm]											
Mx fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi											
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00042	0	0.500	18.2	50	0.00023 (0.00023)	380	0.088 (0.40)	-255.33	0.00
2	S	-0.00033	0	0.500	20.0	50	0.00018 (0.00018)	402	0.074 (0.40)	356.48	0.00

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

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 184 di 201

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.85	-25.0	100.0	-59.3	-14.7	6.0	1500	22.0
2	S	1.20	-50.0	0.0	-75.6	-6.3	94.0	1007	14.8

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	-0.00032	0	0.500	20.0	50	0.00018 (0.00018)	402	0.072 (0.30)	356.48	0.00
2	S	-0.00041	0	0.500	18.2	50	0.00023 (0.00023)	380	0.086 (0.30)	-255.33	0.00

11.3 CORDOLI DI COLLEGAMENTO

I cordoli di collegamento saranno dimensionati in accordo a quanto previsto dal §7.2.5 della NTC2018 considerando un suolo di tipo C.

In particolare i cordoli dovranno essere dimensionati per sopportare un carico assiale pari a $\pm 0,4 N_{sd} a_{max}/g$

Dove:

N_{sd} = valore medio delle forze verticali agenti sugli elementi collegati;

a_{max} = $a_g S$ e a_g è l'accelerazione orizzontale massima per lo SLC su sito di riferimento rigido.

Considerando che lo sforzo di compressione massimo dei pilastri è $N_{sd}=575$ kN, La forza P_c per dimensionare il cordolo è:

$$P_c = \pm 0.4 \times 575 \times 0,368 \times 1,19 = 101 \text{ kN}$$

$$\sigma_c = 101000 / (400 \times 700) = 0.36 \text{ MPa} \ll f_{cd} = 14,17 \text{ Mpa} \quad (\text{cls C25/30})$$

I cordoli saranno armati con **4+4 Φ 20 e 8 Φ 12 laterali** (2512mm²) con staffe **Φ 10/200mm** lungo tutta la lunghezza.

$$\sigma_s = -101000 / (2512) = 40 \text{ Mpa} \ll f_{yd} = 390 \text{ Mpa}.$$

APPALTATORE: Conorzio 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	COMMESSA IF3A
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo									

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 $G_2^{(d)}$	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 79 kN/m.

	Element Type	Surface Spring Type	Element	Load	Node & Part	Reaction/Area (kN/m ²)	Reaction/Length (kN/m)	Displacement (m)
▶	BEAM	Frame	5	SLV ENV(all)	I[1]	-	-79.883600	0.009
	BEAM	Frame	1	SLV ENV(all)	I[1]	-	-79.883600	0.009
	BEAM	Frame	22	SLV ENV(all)	I[15]	-	-78.141800	0.009
	BEAM	Frame	18	SLV ENV(all)	J[15]	-	-78.141800	0.009
	BEAM	Frame	1	SLV ENV(all)	1/4	-	-72.655200	0.009
	BEAM	Frame	19	SLV ENV(all)	J[11]	-	-71.082900	0.008
	BEAM	Frame	14	SLV ENV(all)	I[11]	-	-71.082900	0.008

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	186 di 201

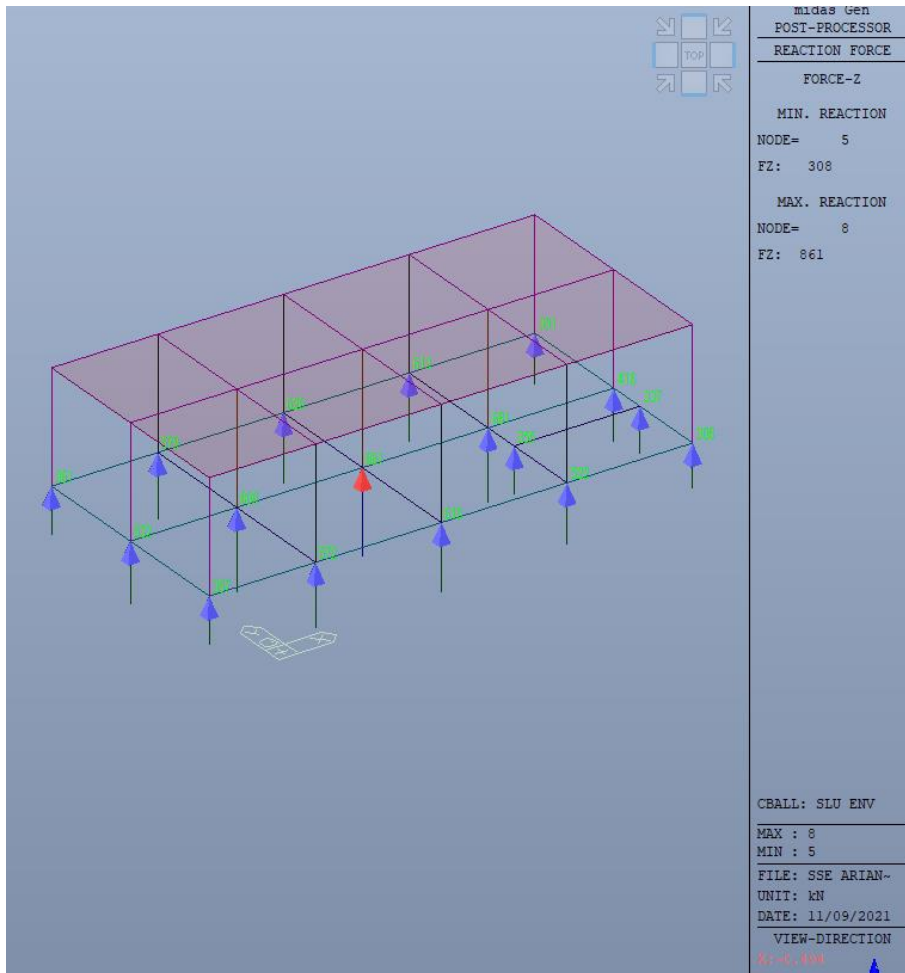


Figura 11-5 Reazioni massime per unità di lunghezza su suolo elastico SLU (kN)

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 187 di 201

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:

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

$$\Phi = 35^\circ$$

$$c' = 0.00$$

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c^* N_c^* s_c^* d_c^* i_c^* b_c^* g_c + q^* N_q^* s_q^* d_q^* i_q^* b_q^* g_q + 0.5 \cdot \gamma^* B^* N_{\gamma}^* s_{\gamma}^* d_{\gamma}^* i_{\gamma}^* b_{\gamma}^* g_{\gamma}$$

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 $e_L = 0$; $L^* = L$)

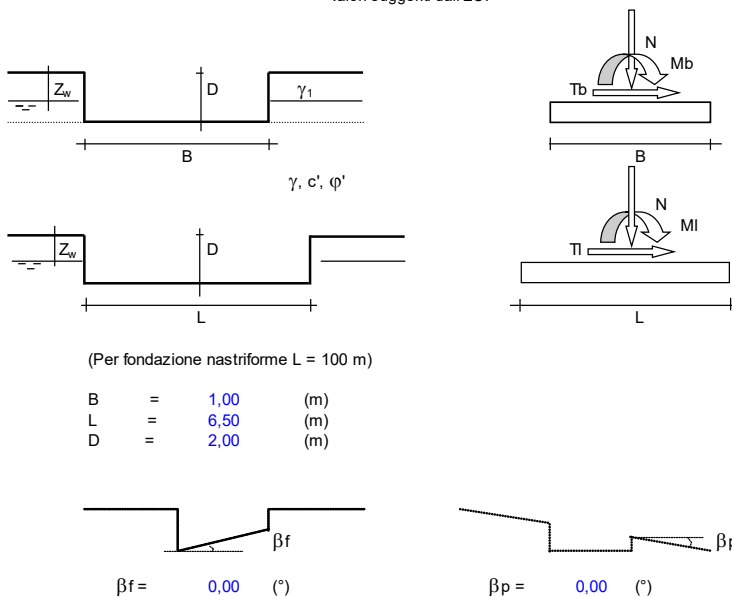
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali			
		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	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



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR												
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	<table 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>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA9100 001</td> <td>C</td> <td>188 di 201</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	188 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	188 di 201								

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	79,00	0,00	79,00
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

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20,50 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 20,50 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 0,00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 27,00 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 0,00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 27,00 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 7,00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0,00 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0,00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 1,00 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 6,50 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 41,00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 20,50 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 13,20$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_c = 23,94$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 14,47$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1,08$$

$$s_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,08$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,94$$

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 189 di 201

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,87 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,13 \quad m = 1,87 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

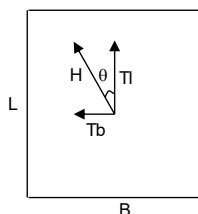
$$i_q = 1,00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_c - 1)$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1,00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1,34$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1,36$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 190 di 201

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 919,07 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad R3 \quad 2,30$$

$$q_{rd} = 400 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Pressione massima agente

$$q = N / B * L^*$$

$$q = 12,15 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 75,62 \quad \text{OK}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

$$H_d = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$S_d = N * \tan(\varphi') + c' * B * L^*$$

$$S_d = 40,25 \text{ (kN)}$$

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:

$Q=53 \text{ kN/ml}$

	Element Type	Surface Spring Type	Element	Load	Node & Part	Reaction/Area (kN/m ²)	Reaction/Length (kN/m)	Displacement (m)
▶	BEAM	Frame	11	RARA ENV(all)	1/4	-	-53.080200	0.006635
	BEAM	Frame	11	RARA ENV(all)	I[8]	-	-53.066100	0.006633
	BEAM	Frame	12	RARA ENV(all)	J[8]	-	-53.066100	0.006633
	BEAM	Frame	11	RARA ENV(all)	2/4	-	-52.848800	0.006606
	BEAM	Frame	12	RARA ENV(all)	3/4	-	-52.837300	0.006605
	BEAM	Frame	12	RARA ENV(all)	2/4	-	-52.286300	0.006536
	BEAM	Frame	11	RARA ENV(all)	3/4	-	-52.283400	0.006535
	BEAM	Frame	11	RARA ENV(all)	J[7]	-	-51.296000	0.006412
	BEAM	Frame	10	RARA ENV(all)	I[7]	-	-51.296000	0.006412

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 191 di 201
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo						

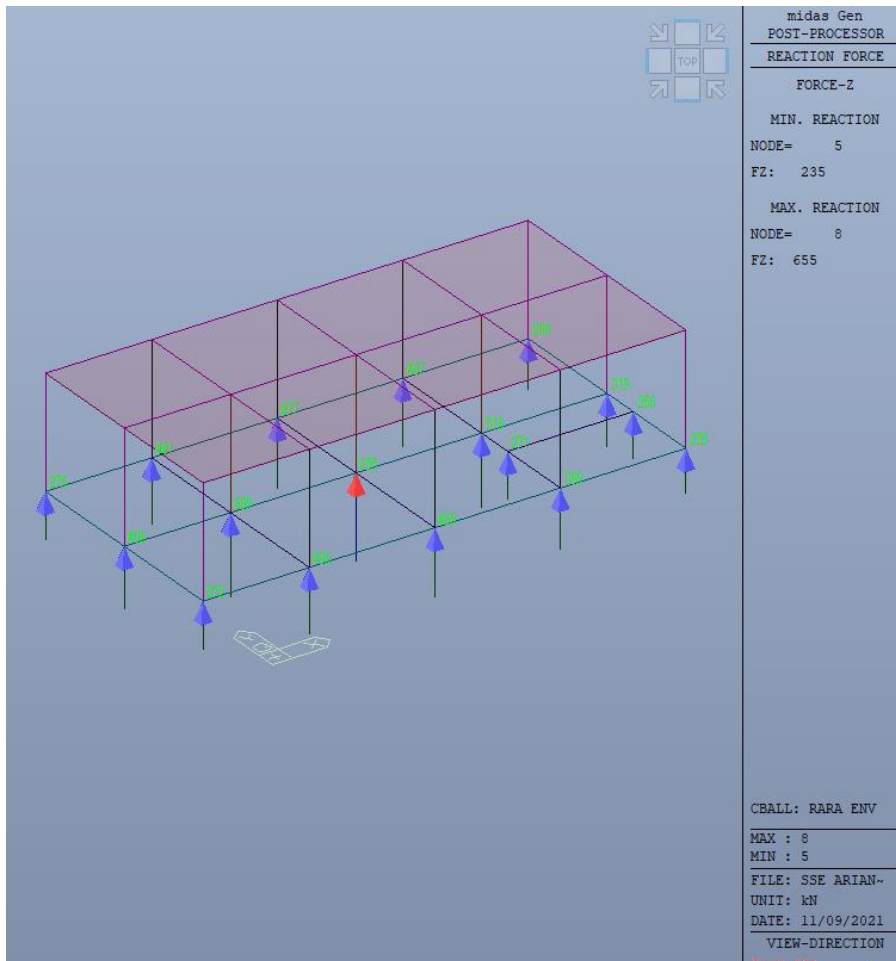
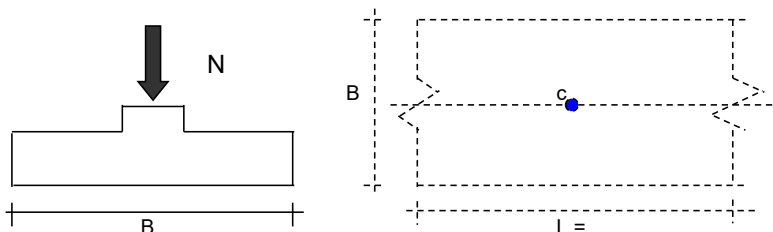


Figura 11-6 Reazioni massime per unità di lunghezza su suolo elastico SLE rara (kN)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 192 di 201

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE NASTRIFORME

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_z = (2q/\pi) * (\alpha + \text{sen}\alpha\text{cos}\alpha)$$

$$\Delta\sigma_x = (2q/\pi) * (\alpha - \text{sen}\alpha\text{cos}\alpha)$$

$$\Delta\sigma_y = (4q/\pi) * (v\alpha)$$

$$\alpha = \tan^{-1}((B/2)/z)$$

$$\delta_{tot} = \Sigma\delta = \Sigma(((\Delta\sigma_z - v(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y))\Delta z)/E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 1,00 (m) (Larghezza della Fondazione)

N = 53,00 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 53,00 (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	Coltre	5,00	0,0	5,0	0,5	17000	0,30	0,47
2	Coltre	5,00	5,0	10,0	0,5	17000	0,30	0,12
3	STF2	10,00	10,0	20,0	0,5	40300	0,30	0,16
-		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	-

$$\delta_{ctot} = 0,76 \text{ (cm)}$$

Il cedimento vale δ = 7.6 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-ORSAR					
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 193 di 201

12 VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO

12.1 VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI STATICA

Lo schema statico per la trave di copertura visualizzata nella figura successiva è di continuità su 5 appoggi con incastri parziali alle estremità sollecitata da un carico distribuito.

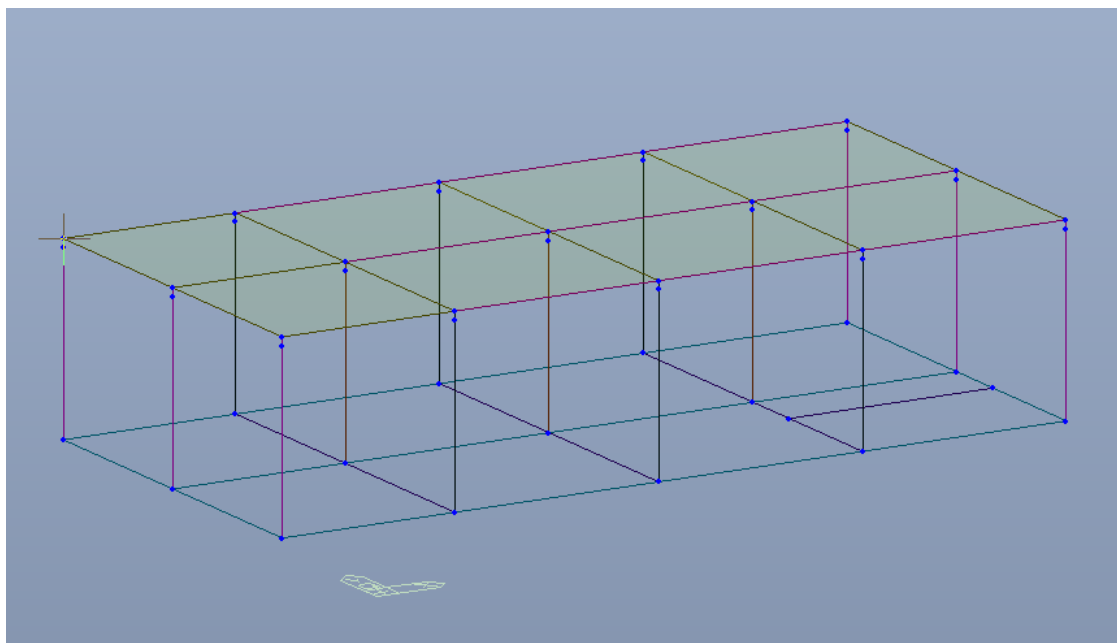


Figura 12-1 Trave soggetta a validazione

Le molle rotazionali alle estremità vengono valutate considerando le seguenti grandezze geometriche.

Rigidzze vincoli elastici

portale incernato

a: 0.4000 m
b: 0.4000 m
J: 0.002133 m⁴
L: 5.750 m

E: 32.800 N/mm²

$K_{sin} = 35.612$ $K_{des} = 35.612$ [kNm/rad]

Trave Continua - File

Titolo:

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: SLE tara SLU

Numero campate [Compresi Sbalzi]: 4

Camp. N°	Luce	G1	G2	Q1	App.	Largh.
1	5.5	5	40.6		1	0.4
2	6.5	5	40.6		2	0.4
3	6.5	5	40.6		3	0.4
4	6.5	5	40.6		4	0.4
					5	0.4

Sezioni v.Elastici

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

ridist. M Calcolo

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: 20

Scale fisse Taglio 1: Text1

Freccia 1: 0.001

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza Stampa

DWG Esporta Blocco ?

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min	Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1	-25.38		-31.35		1.49E-03	-9.41E-06	1	103.7	103.7	90.28	
m	86.47	2.25	72.6	2.25			2	-149.9	151.2	301.1	269.8
2	-144.3		-163.8		1.90E-03	1.31E-03	3	-148.8	144.9	293.7	259.7
m	89.35	3.25	70.47	3.25			4	-155.5	169.6	325.1	292.1
3	-135.1		-157.6		1.40E-03	-1.22E-04	5	-128.9		128.9	114.2
m	76.47	3.25	56.47	3							
4	-170.1		-191.7								
m	127.6	2.75	110.6	2.75							

Figura 12-2 Vincoli elastici trave continua

Il carico uniformemente distribuito (permanente portato) si desume dall'analisi dei carichi ed è pari a 40.6 kN/m. Si considera una combinazione di carico con coefficienti pari 1.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 194 di 201

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni calcolate tramite programma *Travecontinua* del Prof. Piero Gelfi e quelle derivanti dal modello di calcolo :

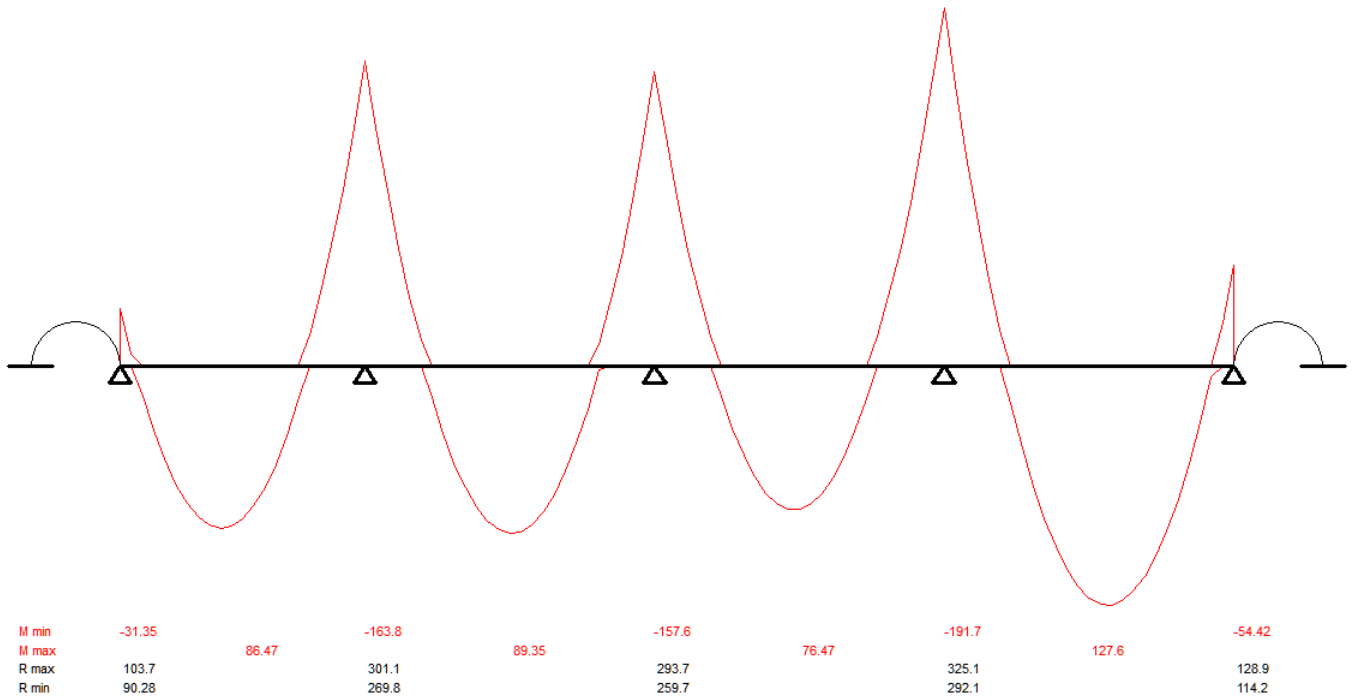


Figura 12-3 Diagramma Flessione

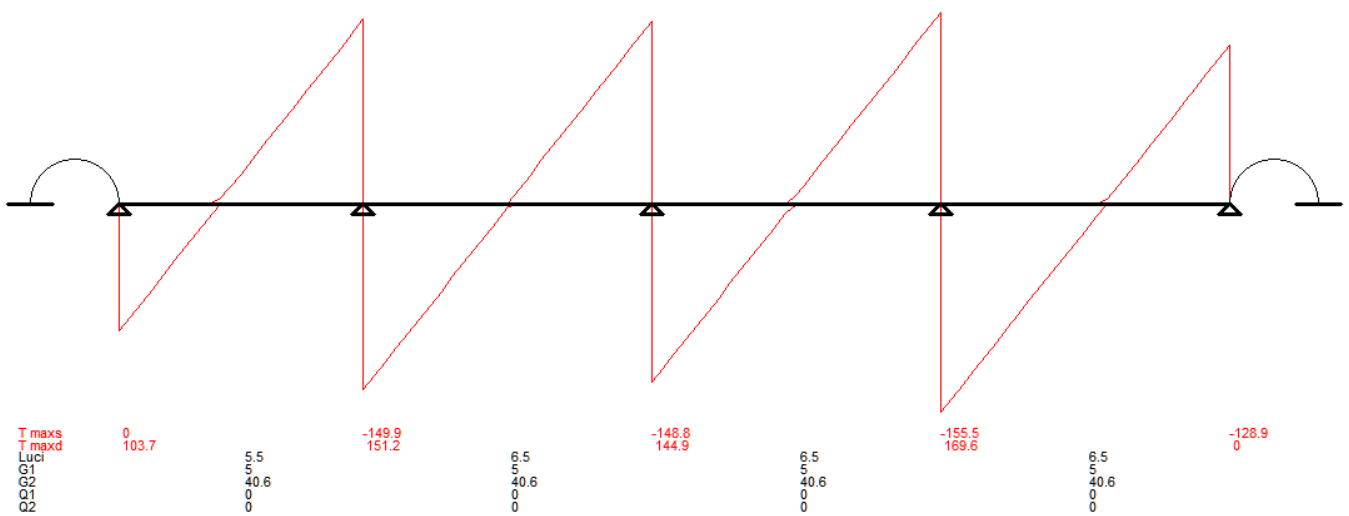


Figura 12-4 Diagramma taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	195 di 201

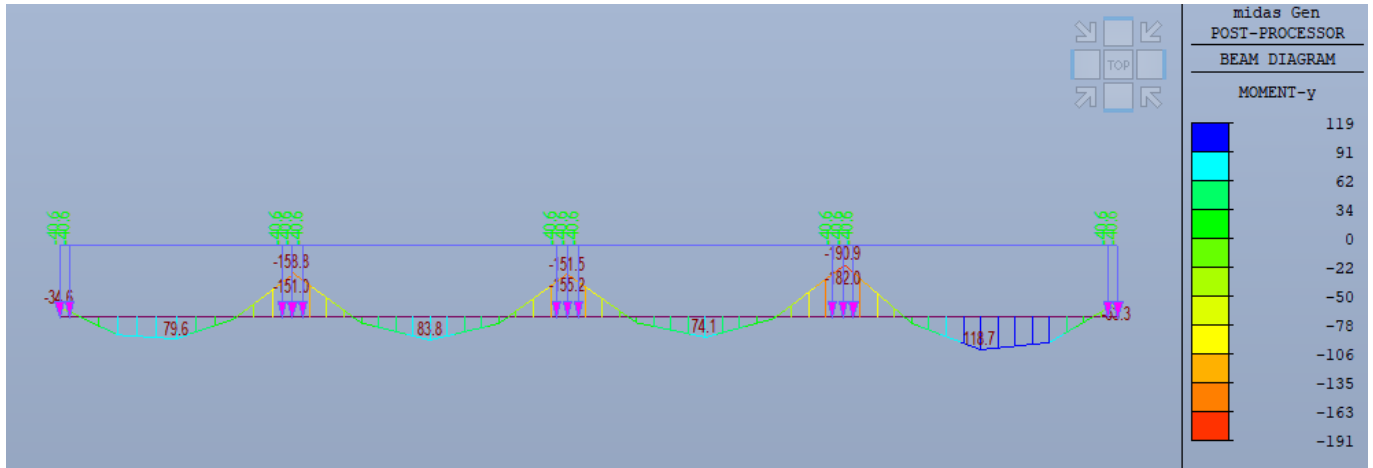


Figura 12-5 Diagramma flessione modello

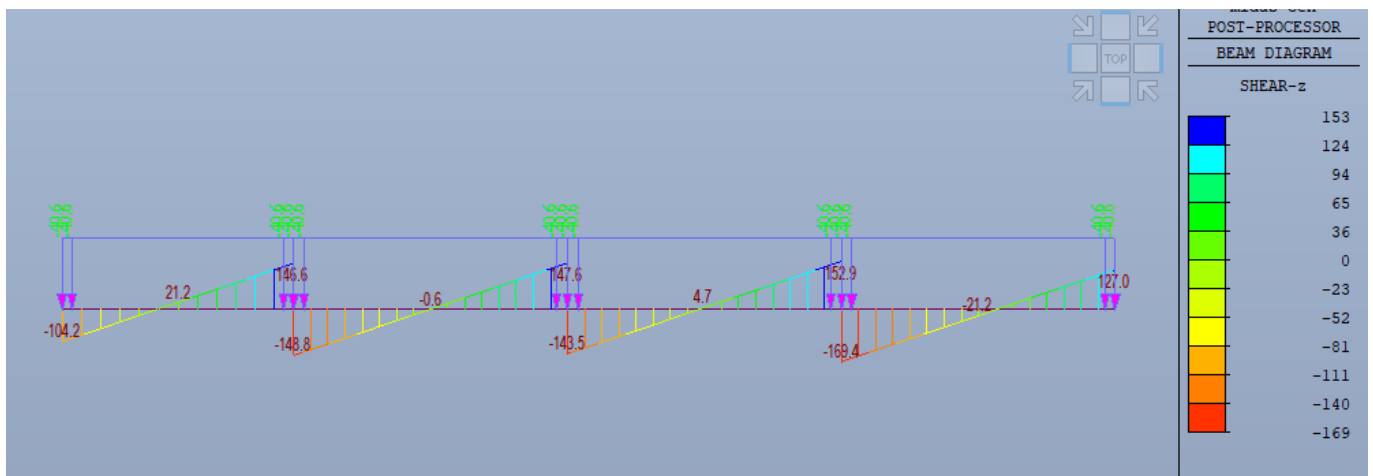


Figura 12-6 Diagramma taglio modello

$$\% \Delta \text{MSLU} = (191.7 - 190.9) / 191.7 = 0.004 = < 1 \% \text{ ok}$$

$$\% \Delta \text{TSLU} = (144.9 - 143.5) / 144.9 = 0.01 = 1 \% \text{ ok}$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA								
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 196 di 201

12.2 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.

Node	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)
1	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	78.505538	43.339101	26.901893	0.000000
2	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	27.699176	6.452663	19.867201	0.000000
3	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	12.721162	2.564604	8.719448	0.000000
4	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	40.515769	4.031078	19.040149	0.000000
5	sisma x(RS)	729.933694	12.716370	51.008859	13.169222	31.865277	0.000000
6	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	95.539617	3.689556	16.718350	0.000000
7	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	21.296643	2.262838	13.129948	0.000000
8	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	4.372887	2.114142	4.151175	0.000000
9	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	16.569706	4.771034	11.812227	0.000000
10	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	57.560301	29.609208	16.875816	0.000000
11	sisma x(RS)	690.906624	24.620021	73.580903	39.060738	28.500876	0.000000
12	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	43.502134	8.833174	15.800185	0.000000
13	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	7.187456	1.509972	10.721441	0.000000
14	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	33.581640	6.552617	22.699112	0.000000
15	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	73.332146	36.417004	33.546137	0.000000
32	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	12.912594	2.642349	11.025314	0.000000
33	sisma x(RS)	0.000000	0.000000	44.068075	9.597447	16.078934	0.000000
1	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	128.744062	46.049657	63.910212	0.000000
2	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	139.479538	11.619657	4.796187	0.000000
3	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	116.684556	4.165304	2.644228	0.000000
4	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	127.751480	5.319364	10.586581	0.000000
5	sisma y(RS)	28.614973	845.701871	107.655904	23.134638	72.666761	0.000000
6	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	8.959511	60.113410	2.500812	0.000000
7	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	4.295248	12.283097	1.423111	0.000000
8	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	0.475951	0.918432	0.386571	0.000000
9	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	4.134141	4.364072	0.553542	0.000000
10	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	17.826256	29.901780	0.894651	0.000000
11	sisma y(RS)	23.644582	801.137195	115.859728	45.956392	55.819794	0.000000
12	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	129.898424	11.537955	7.499671	0.000000
13	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	116.693254	4.187542	0.341866	0.000000
14	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	141.159170	8.644501	18.450481	0.000000
15	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	138.325512	45.856096	85.341565	0.000000
32	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	8.643931	1.313657	9.093601	0.000000
33	sisma y(RS)	0.000000	0.000000	46.558700	17.032925	14.439830	0.000000
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT							
	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)			
	sisma x(RS)	1419.328875	36.914241	3.414012			
	sisma y(RS)	45.203474	1646.687308	0.754341			

Figura 12-7 reazioni alla base casi spettrali

La massa totale che entra nell'analisi sismica è pari a 6403 kN:

32	perm non strutt	0.000000	0.000000	83.267309	-13.275214	-40.222965	0.000000
33	perm non strutt	0.000000	0.000000	66.001192	-10.697689	37.488489	0.000000
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT							
	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)			
	pp	0.000000	0.000000	1017.070000			
	tamponamenti st	0.000000	0.000000	3223.400000			
	perm non strutt	0.000000	0.000000	2163.100000			

Il periodo del primo modo in x è pari 0.50 s (massa partecipante 54.2%) mentre in y è pari a 0.64 s (massa partecipante 68%), pertanto l'ordinata spettrale con cui si possono paragonare i risultati è 0.383 g. Si ha quindi:

- Taglio alla base x= $6403 \cdot 0.383 \cdot 0.54 = 1329$ kN , la differenza con il risultato del software è del 6%.
- Taglio alla base y= $6403 \cdot 0.383 \cdot 0.68 = 1668$ kN , la differenza con il risultato del software è del 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	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">197 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	197 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	197 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

I risultati si ritengono accettabili.

12.3 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: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR																	
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 style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA9100 001</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">198 di 201</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	198 di 201
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA9100 001	C	198 di 201													
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo																		

13 INCIDENZA

L'incidenza calcolata per gli elementi strutturali è la seguente:

Pilastrati: 330 kg/m³

Travi elevazione: 200 kg/m³

Travi fondazione: 155 kg/m³

Di seguito si dà evidenza delle considerazioni che hanno portato a definire l'incidenza, si noti che per il calcolo delle travi si considera l'armatura di appoggio per circa 1.5m da entrambi gli appoggi e per quindi circa 3 m quella di mezzera.

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 SSE ARIANO– Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 199 di 201

trave secondaria 40x50		40	50	c	4					1.15
				A		kg/m	kg/m3	*1,15		
appoggio	long	8	20		39	0.785	31	154	177.4482	
		4	18							
		2	16							
	staffe	10/100	10		0.785	0.785	10	52		
	perimetro	168								
	passo	10								
								tot	229 kg/m3	
		40	50	c	4					1.15
				A		kg/m	kg/m3	*1,15		
mezzeria	long	6	18		18	0.785	14	72	82.77134	
		2	14							
	staffe	10/200	10		0.785	0.785	5	26		
	perimetro	168								
	passo	20								
								tot	109 kg/m3	
								totale	169	
trave secondaria 60x26		60	26	c	4					1.15
				A		kg/m	kg/m3	*1,15		
appoggio	long	8	20		38	0.785	30	192	220.9562	
		2	24							
		2	16							
	staffe	10/100	10		0.785	0.785	7	42		
	perimetro	160								
	passo	15								
								tot	263 kg/m3	
		60	26	c	4					1.15
				A		kg/m	kg/m3	*1,15		
mezzeria	long	8	20		25	0.785	20	126	145.3659	
		0	0							
	staffe	10/200	10		0.785	0.785	5	32		
	perimetro	160								
	passo	20								
								tot	177 kg/m3	
								totale	220	
trave principale		40	50	c	4					1.15
				A		kg/m	kg/m3	*1,15		
appoggio	long	4	24		34	0.785	26	132	152.3616	
		4	16							
		3	18							
	staffe	10/100	10		0.785	0.785	10	52		
	perimetro	168								
	passo	10								
								tot	204 kg/m3	
		40	50	c	4					1.15
				A		kg/m	kg/m3	*1,15		
mezzeria	long	7	18		32	0.785	25	126	144.9916	
		4	16							
		2	20							
	staffe	10/150	10		0.785	0.785	7	35		
	perimetro	168								
	passo	15								
								tot	180 kg/m3	
								totale	192	

media pesata	numero	lunghezza
trave secondaria	4	6.05
trave secondaria	6	6.05
trave principale	3	5.5
trave principale	9	6.5
media pesata	195	kg/m3

Per quanto riguarda i pilastri, l'armatura della sezione al piede va computata con l'armatura della fondazione quindi si ha:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA-ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE-ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA-ORSAR					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO SSE ARIANO– Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA9100 001	REV. C	FOGLIO 200 di 201

PILASTRO TESTA 40x50		50	40	c	4					1.15
				A		kg/m	kg/m3	*1,15		
TESTA	long	8	24	55	0.785	43.19	216	248		
		6	20							
	staffe	10/100	10	0.785	0.785	10	52			
	perimetro	168					tot	300 kg/m3		
	passo	10								
PILASTRO TESTA 40x40		40	40	c	4					1.15
				A		kg/m	kg/m3	*1,15		
TESTA	long	12	24	54	0.785	43	266	306		
		0	22							
	staffe	10/100	10	0.785	0.785	9	57			
	perimetro	148					tot	363 kg/m3		
	passo	10								
							pil	332		

L'incidenza delle fondazioni è stata calcolata come segue:

