

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

IV06 – Ponte sul canale al km 18+650

Relazione di calcolo spalle

L'Appaltatore

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 18/12/2022

firma

Data 18/12/2022

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	I V 0 6 0 4	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Ing. M. Calderoni	Dicembre 2022	Ing. V. Calzona	Dicembre 2022	Ing. S. Canale	Dicembre 2022	
B	Emissione a seguito RDV n.270	Ing. A.Zaza	Luglio 2023	Ing. M. Calderoni	Luglio 2023	Ing. S. Canale	Luglio 2023	

File: LI0B02EZZCLIV0604001B

n. Elab.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA										
		IV06 - Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	1

INDICE

1.. PREMESSA	3
1.1 IV06 - Ponte sul canale al km 18+650.....	3
2.. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1 Documenti Referenziati	6
2.2 Unità di misura	6
3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
3.1 Calcestruzzo Fondazioni e pali (C25/30).....	7
3.2 Calcestruzzo elevazione sottostrutture (C32/40)	7
3.3 Acciaio Per Armature Ordinarie B450c.....	8
3.4 Classi di esposizione e copriferri	8
4.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	10
4.1 Inquadramento geotecnico	10
4.2 Terreno di ricoprimento/rinterro	10
5.. ANALISI STRUTTURALE: CRITERI GENERALI	11
5.1 Criteri generali di verifica	11
5.2 Stati limite per verifiche sismiche.....	11
5.3 Software di calcolo	12
5.4 Modello FEM spalla.....	14
6.. AZIONI DI CALCOLO DELLE SPALLE.....	16
6.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI.....	16
6.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	18
6.3 SPINTA STATICA DEL TERRENO A MONTE DELLA SPALLA.....	20
6.4 AZIONI VARIABILI	21
6.5 AZIONE SISMICA	30
7.. COMBINAZIONI DI CARICO	41
7.1 STATI LIMITE ULTIMI.....	41
8.. CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.....	45
8.1 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	45
8.2 VERIFICHE DI STATO LIMITE DI ESERCIZIO	46
9.. ANALISI STRUTTURALE: CRITERI GENERALI	48
9.1 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	48
9.2 VERIFICHE STRUTTURALI SPALLE	57
10. SCARICO IN FONDAZIONE.....	107
10.1 SPALLA FISSA	108
10.2 SPALLA MOBILE	109

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	2

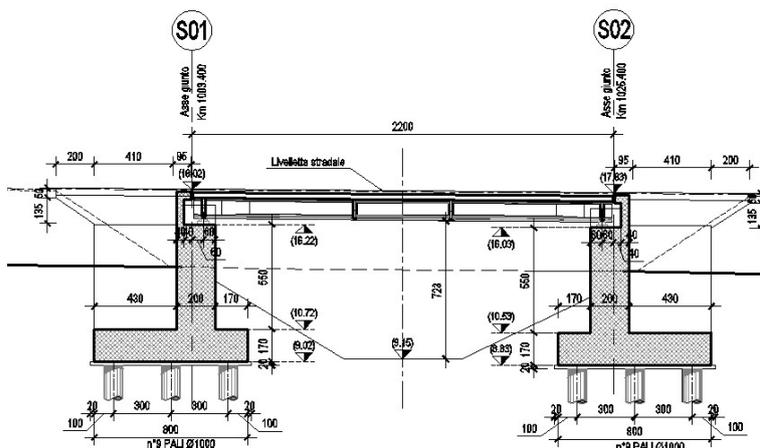
**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	3

1. PREMESSA

Il presente elaborato attiene alla progettazione esecutiva per la realizzazione dei Lotti 2 e 3 Termoli - Ripalta del raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina sulla Linea Pescara – Bari, dal km 0+000 al km 24+900, per uno sviluppo di circa 24,9 km.

In particolare, la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento e verifica delle spalle del cavalcavia denominato IV06 - Ponte sul canale al km 18+650.



1.1 IV06 - PONTE SUL CANALE AL KM 18+650.

Il cavalcavia ha uno sviluppo di 22 m (20.80m in asse appoggi) ad unica campata.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, NTC 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e Circolare n .617 “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

L’impalcato è costituito da cinque travi in c.a.p. con sezione a T di altezza pari a 1.10m poste ad interasse di 1.00 m accostate. La soletta in cls è gettata in opera e presenta spessore variabile tra 0.25 e 0.35m.

Le sottostrutture sono di tipo tradizionale, in particolare le spalle poggiano su 9 pali di diametro Ø1000.

Le spalle presentano un’altezza complessiva del paramento a tergo del terreno di circa 7.30 m identico per entrambe le spalle, spessore del fusto di 2.00 m; la zattera di fondazione ha spessore 1.70 m.

La trave paraghiaia che contiene il terreno immediatamente a ridosso dell’impalcato ha uno spessore di 40 cm per un’altezza di 1.80 m per entrambe le spalle.

Si riportano a seguire le immagini delle carpenterie dell’opera in oggetto, per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	4

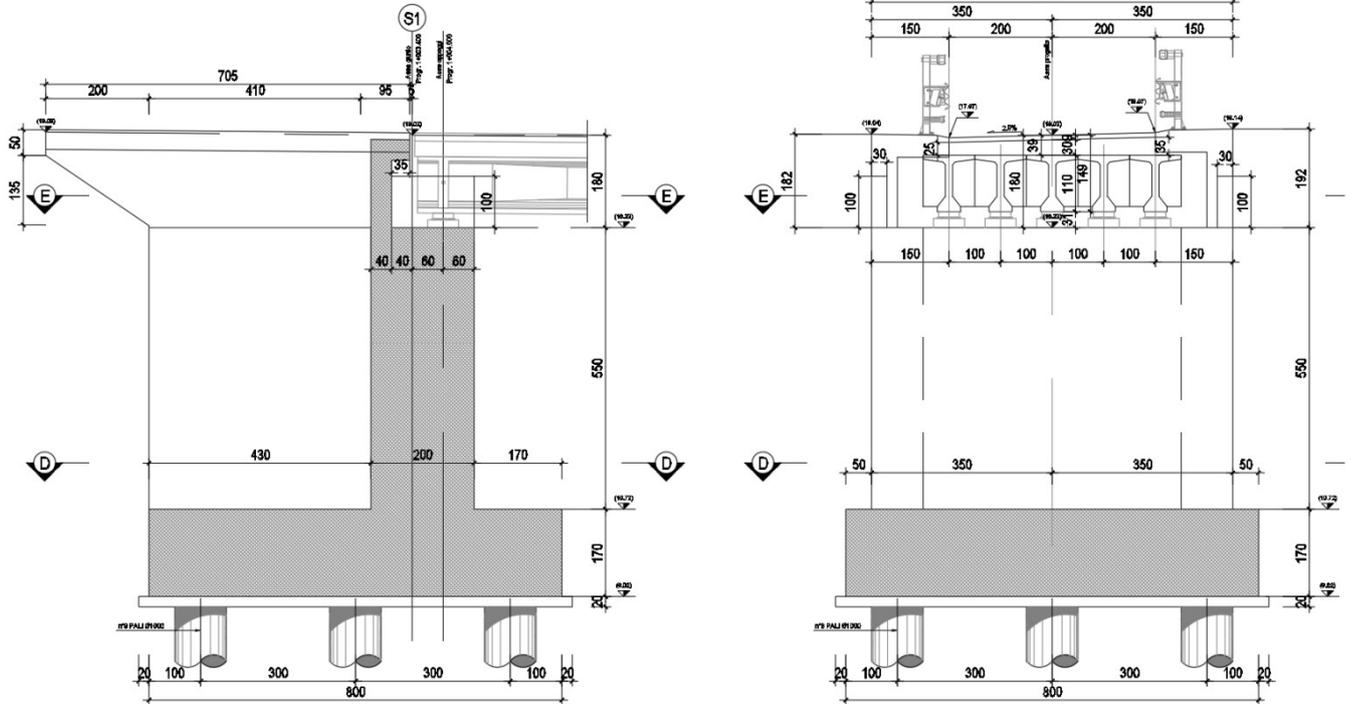


Figura 1-1: Spalla 1 - sezioni

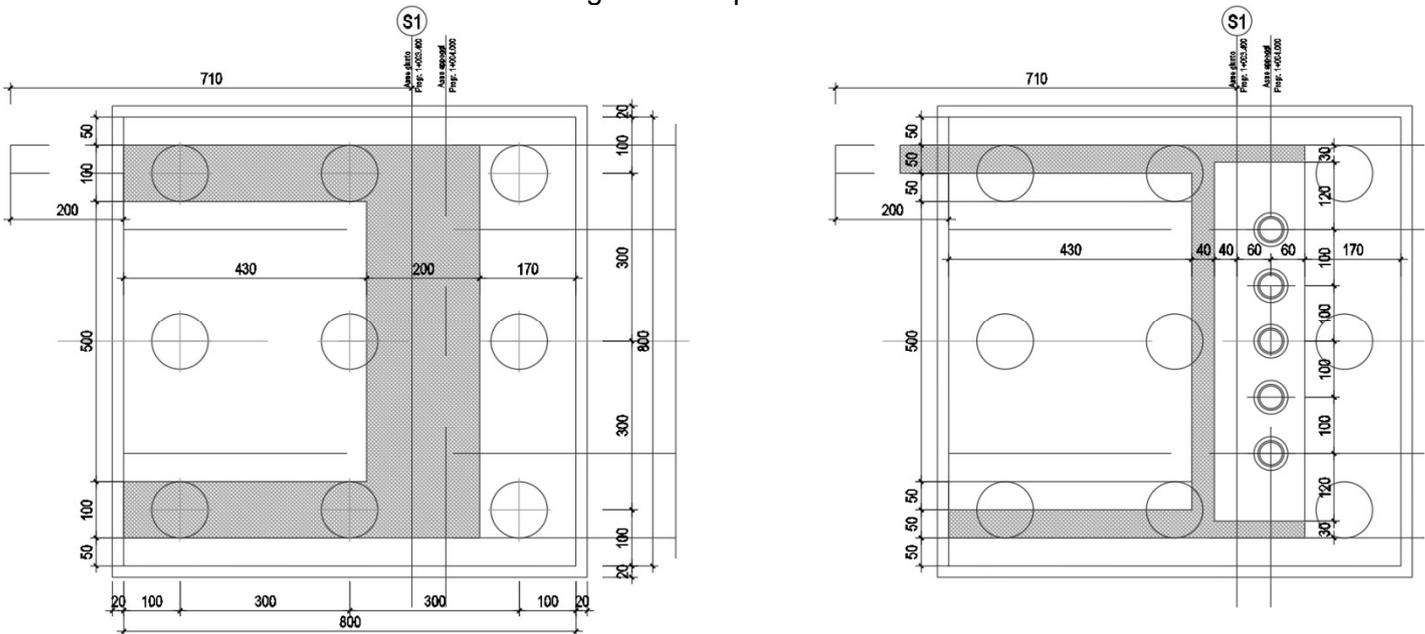


Figura 1-2: Spalla 1 - piante

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	5

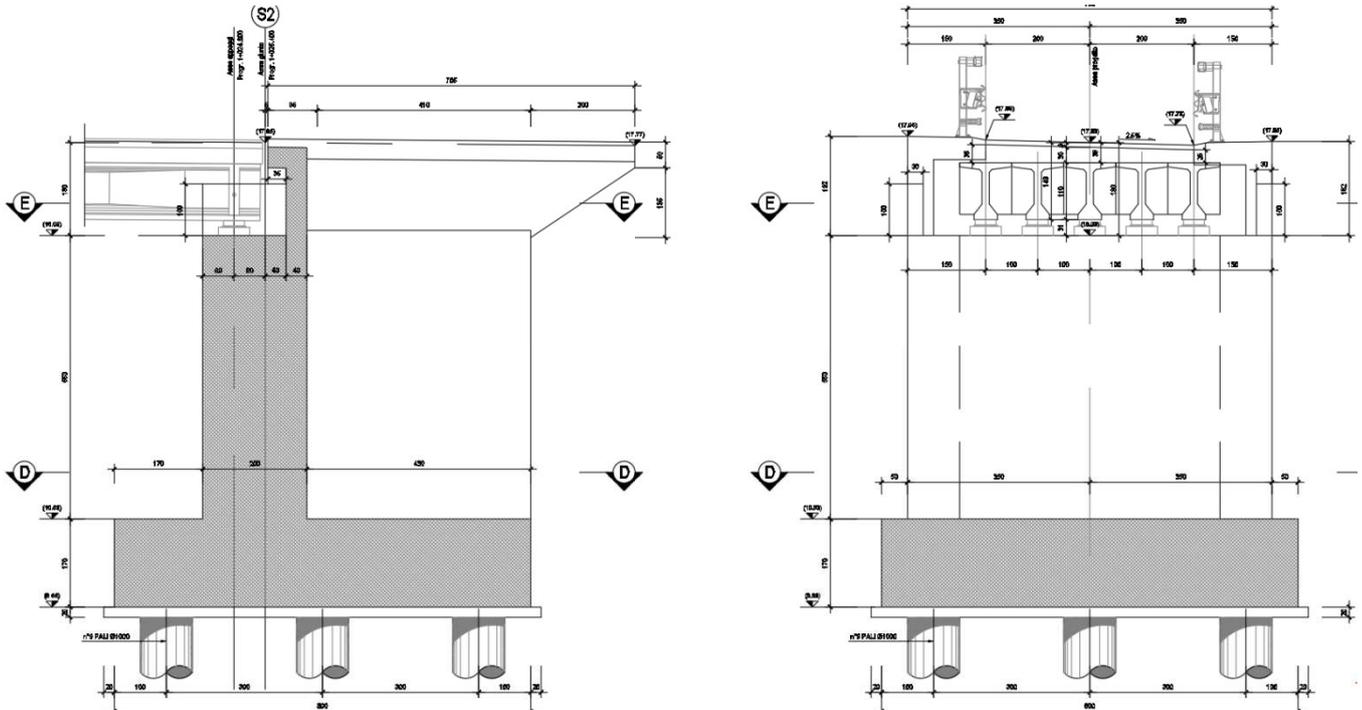


Figura 1-3: Spalla 2 - sezioni

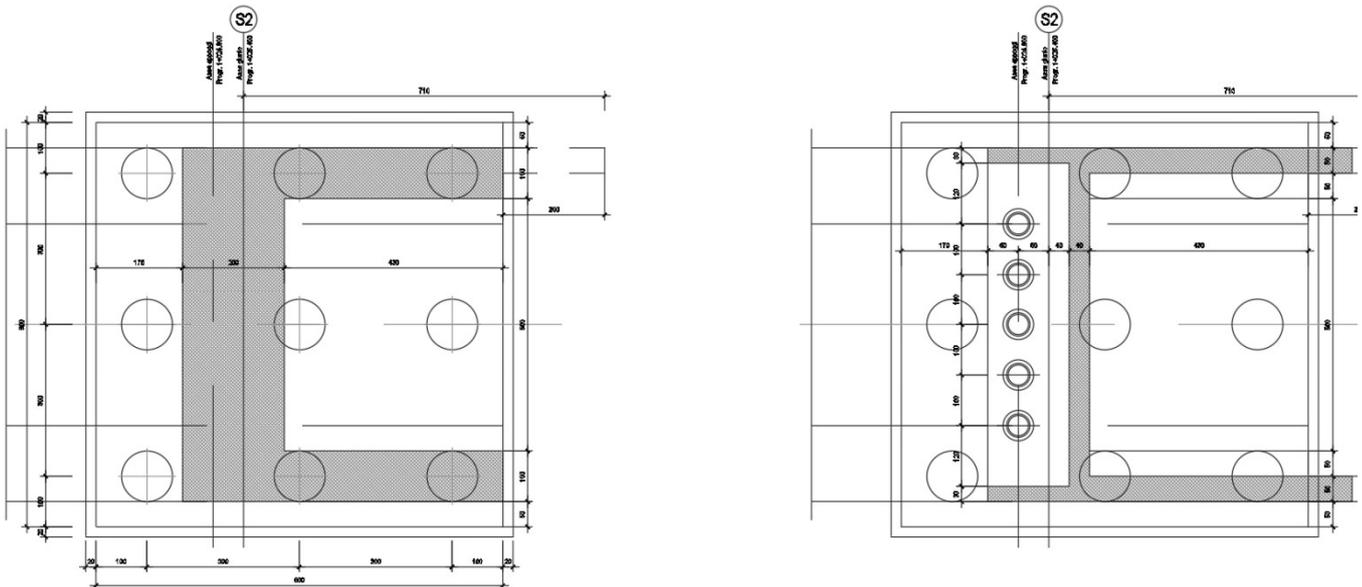


Figura 1-4: Spalla 2 - piante

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	6

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- [N.1]. L. n. 64 del 2/2/1974 "Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- [N.2]. L. n. 1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- [N.3]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- [N.4]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [N.5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- [N.6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.7]. RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.8]. RFI DTC SI SP IFS 001 B del 22-12-17 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [N.9]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- [N.10]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.2 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usate nella relazione:

lunghezze [m]; forze [kN]; momenti [kNm] tensioni [Mpa]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	7

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riporta nel seguito la tabella dei materiali utilizzati:

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 14 gennaio 2008. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche.

3.1 CALCESTRUZZO FONDAZIONI E PALI (C25/30)

- Classe di resistenza	<input type="text" value="C25/30"/>
- Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 24.9 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = 32.9 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:	$E_{cm} = 31447 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di sicurezza (SLU):	$\gamma_c = 1.5$
- Resistenza di progetto a compressione:	$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di progetto a trazione:	$f_{ctm} = 1.19 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione:	XC2
- Classe minima di consistenza:	S4

3.2 CALCESTRUZZO ELEVAZIONE SOTTOSTRUTTURE (C32/40)

Classe di resistenza	<input type="text" value="C32/40"/>
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = 41.2 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico:	$E_{cm} = 33643 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di sicurezza (SLU):	$\gamma_c = 1.5$
Resistenza di progetto a compressione:	$f_{cd} = 18.81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di progetto a trazione:	$f_{ctm} = 1.45 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione:	XC4+XS1
Classe minima di consistenza:	S4

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	8

3.3 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C

- Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura:	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di sicurezza:	$\gamma_c = 1.15$
- Tensione di progetto:	$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

3.4 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Pile e spalle: XC4;
- Plinti e pali di fondazione: XC2;

Classe esposizione norma UNI 9956	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inseriti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inseriti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriero o nel ricoprimento di inseriti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interno di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9956	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salinità marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti*						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
 - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;
 - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
 **) Da parte di acque del terreno e acque fluviali.

Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 206-2006, di cui alla successiva tabella:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	9

	Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi			
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	-	260	280	290	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ⁰⁾	4,0 ⁰⁾	4,0 ⁰⁾	-	-	-	
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati ²⁾			
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.																		
b)	Qualora la presenza di SO ₂ comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.																		

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – EN 206-2006

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n°17 del 02-02-09 e delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Pile e spalle: 50 mm
- Plinti di fondazione: 40 mm
- Pali di fondazione: 60 mm

In termini di limiti di apertura delle fessure, alle prescrizioni normative presenti nelle NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC SICS MA IFS 001 B – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2016*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

In definitiva, nel caso in esame, si adotta il limite w_1 sia per pile e spalle che per pali e plinti in quanto i primi ricadono in condizioni ambientali aggressive (classe XC4), mentre i secondi sono elementi a permanente contatto con il terreno.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	10

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

4.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La stratigrafia di riferimento è desunta dal profilo stratigrafico longitudinale del progetto definitivo.

Unità geotecnica	Profondità [m]	γ [kN/m ³]	Nspt [-]	ϕ' [°]	c' [kPa]	cu [kPa]	Eo [MPa]
ba2	Da 0.0 a 10.5	20.0	12÷18	33÷35	0	-	150÷200
CGC1g	Da 10.5 a 21.0	19.5	39÷100	38	0	-	300÷800
SSR	Da 21.0 a 25.5	19.5	-	35	0	-	800÷1000
SSR3	Da 25.5 a 45.0	20.0	-	24	10	150÷300	

Dove:
 γ = peso di volume naturale
 Nspt = n. di colpi ogni 30cm da prova SPT
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
 c' = coesione drenata
 cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate
 Eo = modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

Tabella 4-1 stratigrafia di progetto per le fondazioni delle spalle

Per il livello di falda di progetto da considerare per il dimensionamento delle opere definitive (lungo termine), in linea generale si è assunto il massimo rilevato da letture piezometriche:

- falda a circa 10 m p.c. (+3 m s.l.m.)

4.2 TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
c' = 0 kPa	coesione drenata

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV06- Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	11

5. ANALISI STRUTTURALE: CRITERI GENERALI

5.1 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

In accordo con quanto definito nel par. 6.2.3. del DM, devono essere svolte le seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese:

- Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)
- Verifiche agli stati limite d'esercizio (SLE)

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

- E_d valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione
- R_d valore di progetto della resistenza

Per quanto concerne le azioni di progetto E_d , tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali sulle azioni caratteristiche, oppure, successivamente, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche, quest'ultima relativamente a verifiche strutturali.

La verifica della condizione ($E_d \leq R_d$) deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A_1 e A_2), per i parametri geotecnici (M_1 e M_2) e per le resistenze (R_1 , R_2 e R_3).

Per le strutture di spalla le verifiche sono state condotte secondo l'Approccio 2:

- Combinazione 1: ($A_1+M_1+R_3$)

Per ogni Stato Limite d'Esercizio (SLE) deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

- E_d valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione
- C_d valore limite dell'effetto delle azioni

All'interno del progetto devono essere quindi definite le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili per l'opera e le prestazioni attese.

5.2 STATI LIMITE PER VERIFICHE SISMICHE

Gli Stati Limite (**SL**) di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nell'NTC, sono suddivisi come riportato al par. 3.2.1:

Stati limite di Esercizio (SLE)

- Stato Limite di immediata Operatività SLO per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico. Tale stato limite non si applica per l'opera in oggetto.
- Stato Limite di Danno SLD definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

Stati Limite Ultimi (SLU)

- Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, SLV, definito come lo stato limite in cui la struttura subisce una significativa perdita della rigidità nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
- Stato Limite di Prevenzione del Collasso, SLC, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV06- Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	12

La **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. riporta, in funzione della classe d'uso della struttura, lo stato limite da considerare in funzione della verifica di sicurezza appropriata per l'opera:

Tabella C7.3.1 – Stati Limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti: descrizione delle prestazioni e corrispondenti verifiche

STATI LIMITE		Descrizione della prestazione		ST			NS	IM		Classe d'uso			
				RIG	RES	DUT (SPO)	STA	FUN	STA	I	II	III	IV
SLE	SLO	NS	Limitazione del danno degli elementi non strutturali, o delle pareti per le costruzioni di muratura	§ 7.3.6.1									x
		ST											
	IM	Funzionamento degli impianti					§ 7.3.6.3						x
	SLD	ST	Controllo del danno degli elementi strutturali		§ 7.3.1								
NS		Controllo del danno degli elementi non strutturali, o delle pareti per le costruzioni di muratura	§ 7.3.6.1								x	x	
ST													
SLU	SLV	ST	Livello di danno degli elementi strutturali coerente con il fattore di comportamento adottato, assenza di rotture fragili e meccanismi locali/globali instabili		§ 7.3.6.1						x	x	x
		NS	Assenza di crolli degli elementi non strutturali pericolosi per l'incolumità, pur in presenza di danni diffusi				§ 7.3.6.3					x	x
		IM	Capacità ultima degli impianti e dei collegamenti						§ 7.3.6.3			x	x

Figura 5-1 - Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso

Con riferimento all'opera in oggetto, le verifiche geotecniche in presenza di evento sismico richiedono la verifica ai seguenti stati limite:

- Stato Limite Ultimo: SLV – Stato Limite di Salvaguardia della Vita (cui corrisponde una probabilità di superamento $P_{vr} = 10\%$)

Le suddette probabilità, valutate nel periodo di riferimento V_R per l'azione sismica, consentono di determinare, per ciascuno stato limite, il tempo di ritorno del terremoto di progetto corrispondente.

5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

Sono stati utilizzati i programmi di calcolo elencati nel seguito.

La scrivente ha esaminato preliminarmente la documentazione a corredo dei software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. Tale documentazione, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati.

Il sottoscritto, inoltre, ha verificato l'affidabilità dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	13

5.3.1 Calcolo strutture generiche



Titolo:

Caratteristiche: Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti che esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono e/o bidimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici

Autore:

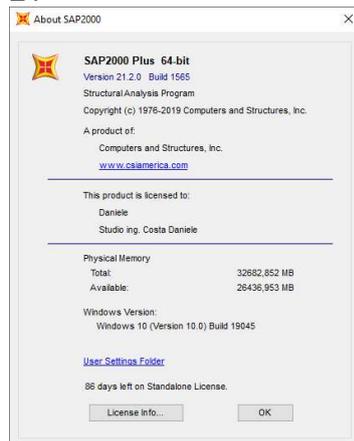
Computers and Structures, Inc. CALIFORNIA
1646 N. California Blvd., Suite 600 Walnut Creek, CA 94596 USA

Distributore:

CSI ITALIA Galleria San Marco 4 - 33170 Pordenone – Italia

Versione:

21



Licenza

5.3.2 Verifiche sezioni strutturali

Titolo:

Calcolo si sezioni in cemento armato – RC-SEC

Autore:

GEOSTRU

Caratteristiche:

Progetto e verifica di sezioni in c.a.



Licenza

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	14

5.4 MODELLO FEM SPALLA

Si implementa un modello globale ad elementi finiti di tutta la struttura mediante il software di calcolo automatico SAP 2000 V21 lineare e non lineare.

Gli elementi strutturali in c.a. sono stati modellati con la geometria di progetto, utilizzando elementi a piastra 2D ed elementi a trave 1D, tali elementi sono stati inseriti per simulare la posizione precisa dei punti di appoggio dell'impalcato.

La modellazione degli elementi strutturali bidimensionali è condotta discretizzandoli in elementi finiti più piccoli in corrispondenza delle zone di nodo dove si compenetrano gli elementi strutturali in spessore, escludendole dalle verifiche sezionali.

I sovraccarichi accidentali e le spinte del terreno sono stati assegnati agli elementi piastra come carichi distribuiti uniformemente o linearmente.

Nel caso specifico la modellazione prevede una costruzione con elementi shell per quanto riguarda i muri andatori, frontale, paraghiaia. Gli elementi frame sono stati connessi con gli elementi shell attraverso elementi fittizi, per simulare il comportamento globale.

Il vincolo di fondazione su pali è stato considerato applicando nel modello di calcolo dei vincoli rigidi in corrispondenza della posizione dei pali.

Si riporta la modellazione adottata.

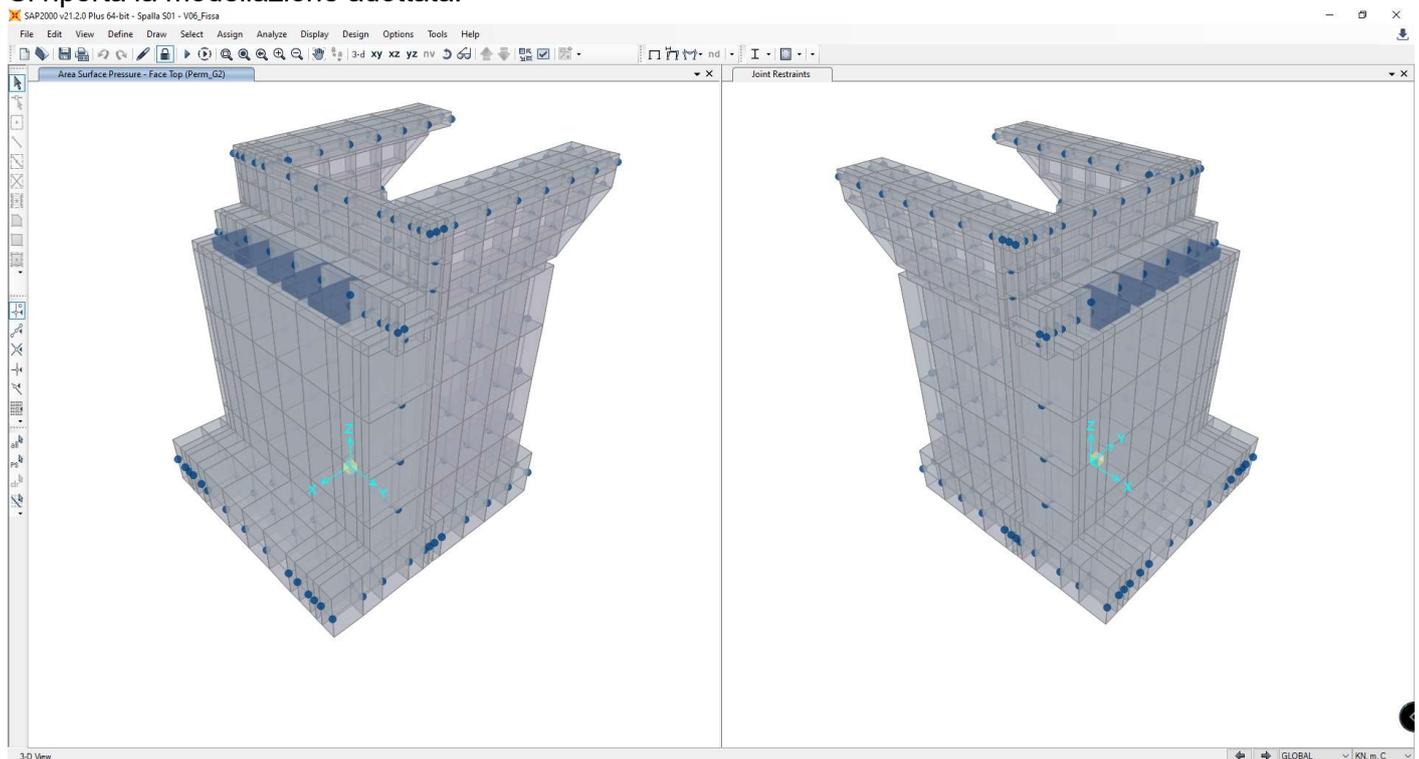


Figura 5-2 - Modello FEM – Vista assometrica ed orientamento

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	15

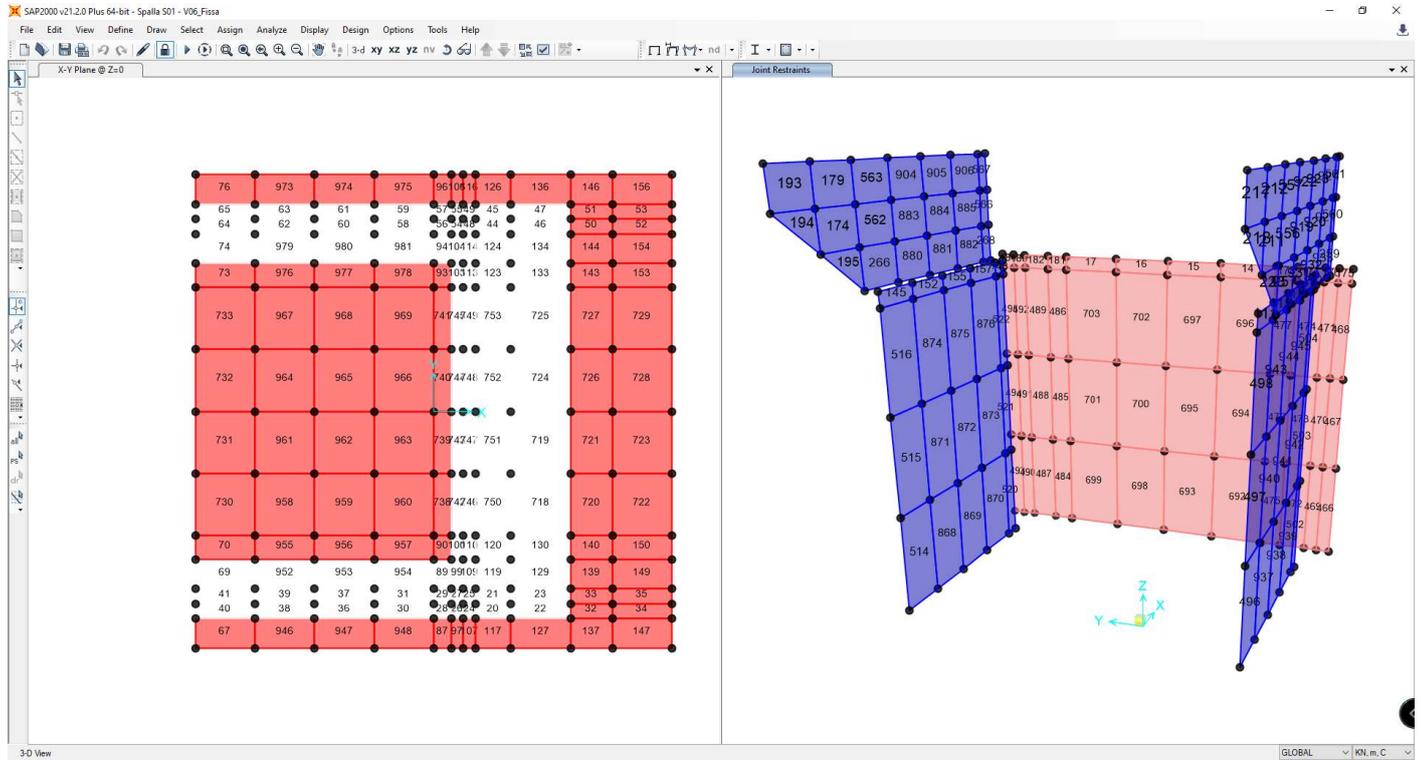


Figura 5-3 - Modello FEM – Elementi fondazione ed elevazione muro frontale e andatore

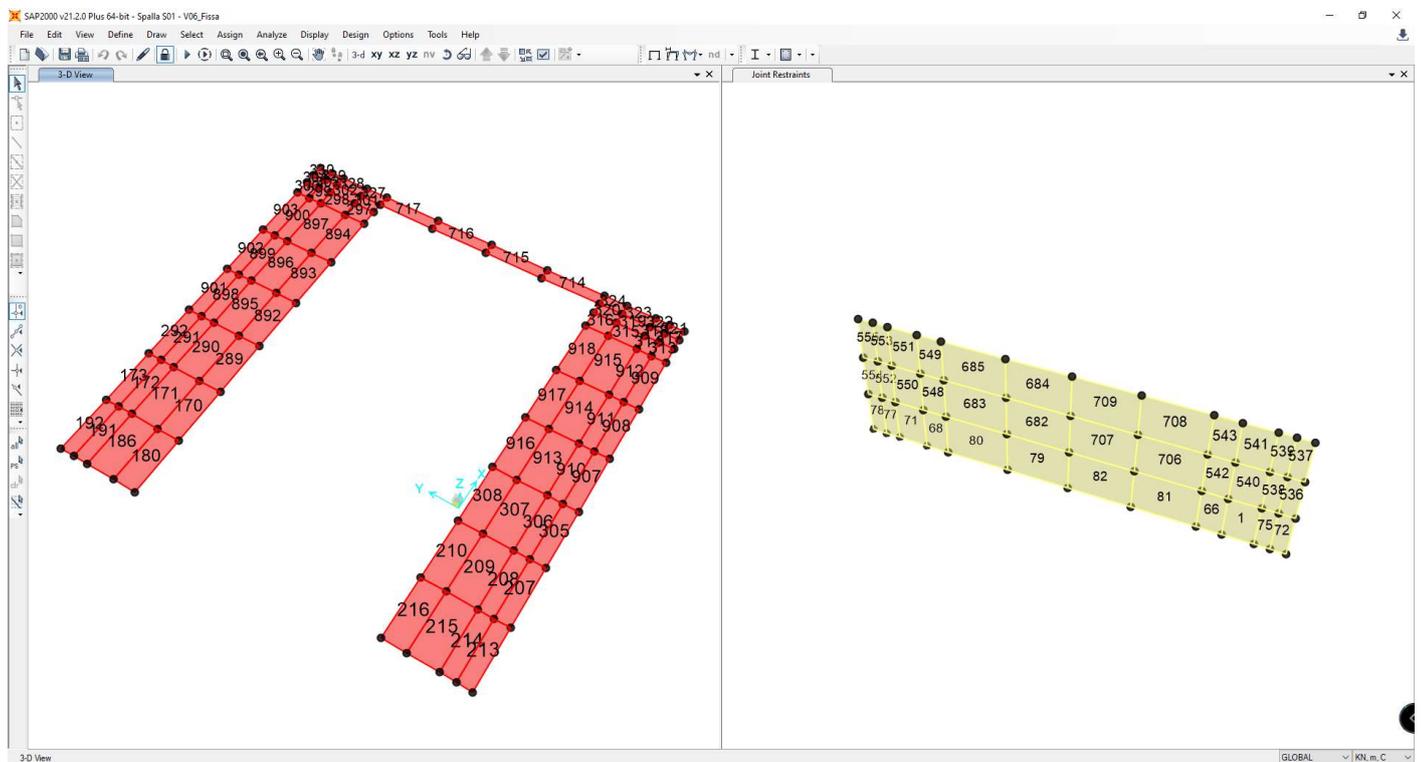


Figura 5-4 - Modello FEM – Elementi paraghiaia e cordoli

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	16

6. AZIONI DI CALCOLO DELLE SPALLE

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi agenti sulla struttura oggetto della presente relazione.

6.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI

6.1.1 Peso Propri

Per il calcolo del peso proprio delle strutture si assumono i pesi unitari di seguito indicati:

- Struttura in c.a. $\gamma_1 = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- Terreno di riempimento da rilevato: $\gamma_2 = 20.0 \text{ kN/m}^3$

6.1.2 Impalcato principale

L'impalcato trasmette alla spalla, in fase di montaggio, carichi permanenti agenti in direzione verticale e azioni d'attrito agenti nel piano orizzontale; tali carichi, forniti dal calcolatore dell'impalcato e riportati nella tabella seguente, sono applicati come carichi concentrati sulla parete frontale della spalla in corrispondenza dei punti d'appoggio dell'impalcato. Si riporta lo schema dei nodi di appoggio:

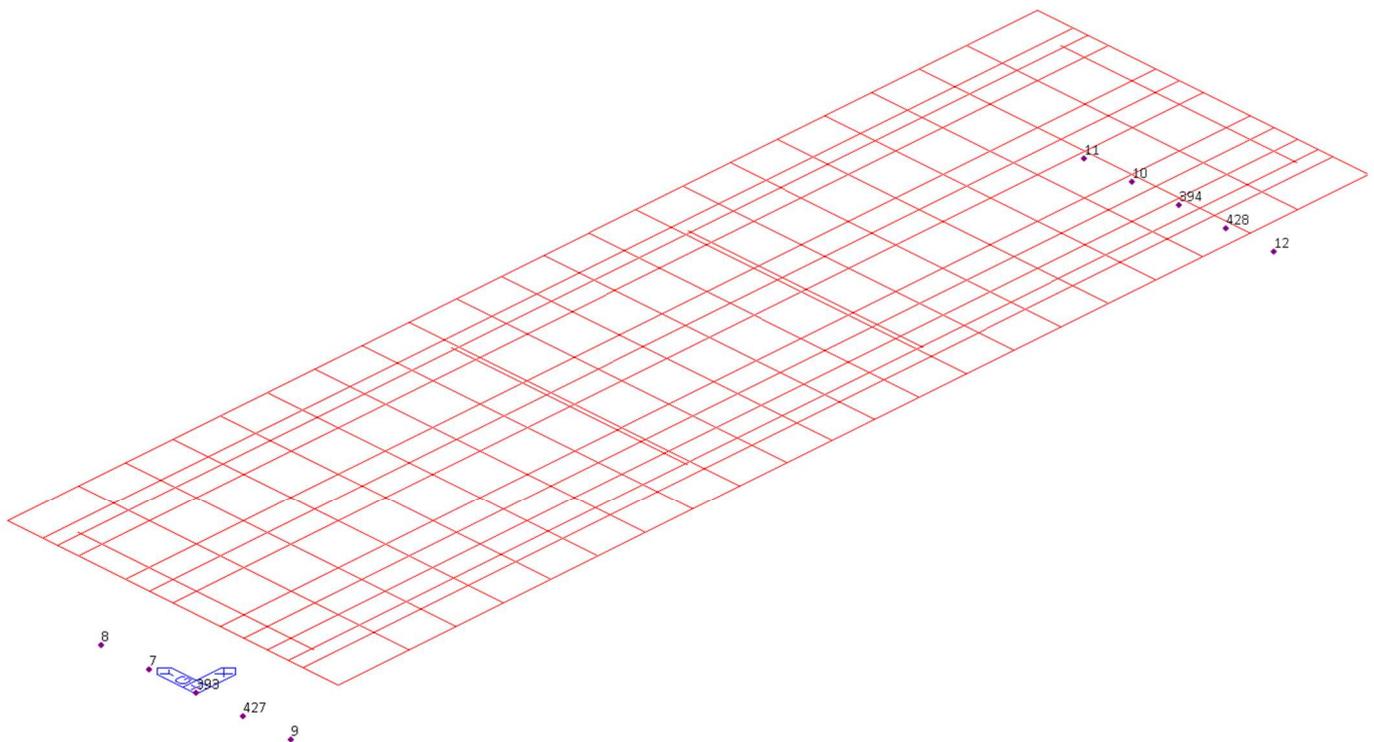


Figura 6-1 - Modello FEM IMPALCATO – Nodi di appoggio

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	17

Node	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)
7 G1		0	12	188	0	0	0
7 Prestress		0	-4	1	0	0	0
7 Q3		-210	-6	-50	0	0	0
7 Q4		0	0	0	0	0	0
7 Q5		101	-78	37	0	0	0
7 Q6		0	0	0	0	0	0
7 UT+		0	0	0	0	0	0
7 UT-		0	0	0	0	0	0
7 GT+		0	-3	-3	0	0	0
7 GT-		0	3	3	0	0	0
7 UTA+		0	1	1	0	0	0
7 UTA-		0	-1	-1	0	0	0
7 SX(RS)		397	32	109	0	0	0
7 SY(RS)		191	278	66	0	0	0
7 SZ(RS)		85	9	61	0	0	0
7 LM1+F Char(max)		303	10	279	0	0	0
7 LM1+F Freq(max)		173	4	167	0	0	0
7 LM1+F Char(min)		-91	-18	-23	0	0	0
7 LM1+F Freq(min)		-37	-12	-9	0	0	0
7 G2		99	26	86	0	0	0
8 G1		0	0	203	0	0	0
8 Prestress		0	0	-1	0	0	0
8 Q3		0	0	24	0	0	0
8 Q4		0	0	0	0	0	0
8 Q5		0	0	51	0	0	0
8 Q6		0	0	0	0	0	0
8 UT+		0	0	-1	0	0	0
8 UT-		0	0	1	0	0	0
8 GT+		0	0	5	0	0	0
8 GT-		0	0	-5	0	0	0
8 UTA+		0	0	-1	0	0	0
8 UTA-		0	0	1	0	0	0
8 SX(RS)		0	0	65	0	0	0
8 SY(RS)		0	0	135	0	0	0
8 SZ(RS)		0	0	80	0	0	0
8 LM1+F Char(max)		0	0	253	0	0	0
8 LM1+F Freq(max)		0	0	151	0	0	0
8 LM1+F Char(min)		0	0	-8	0	0	0
8 LM1+F Freq(min)		0	0	-3	0	0	0
8 G2		0	0	171	0	0	0
9 G1		0	0	203	0	0	0
9 Prestress		0	0	-1	0	0	0
9 Q3		0	0	24	0	0	0
9 Q4		0	0	0	0	0	0
9 Q5		0	0	-77	0	0	0
9 Q6		0	0	0	0	0	0
9 UT+		0	0	-1	0	0	0
9 UT-		0	0	1	0	0	0
9 GT+		0	0	5	0	0	0
9 GT-		0	0	-5	0	0	0
9 UTA+		0	0	-1	0	0	0
9 UTA-		0	0	1	0	0	0
9 SX(RS)		0	0	69	0	0	0
9 SY(RS)		0	0	135	0	0	0
9 SZ(RS)		0	0	53	0	0	0
9 LM1+F Char(max)		0	0	117	0	0	0
9 LM1+F Freq(max)		0	0	63	0	0	0
9 LM1+F Char(min)		0	0	-9	0	0	0
9 LM1+F Freq(min)		0	0	-5	0	0	0
9 G2		0	0	112	0	0	0
393 G1		0	0	191	0	0	0
393 Prestress		0	0	-1	0	0	0
393 Q3		0	0	34	0	0	0
393 Q4		0	0	0	0	0	0
393 Q5		0	0	-4	0	0	0
393 Q6		0	0	0	0	0	0
393 UT+		0	0	1	0	0	0
393 UT-		0	0	-1	0	0	0
393 GT+		0	0	-4	0	0	0
393 GT-		0	0	4	0	0	0
393 UTA+		0	0	1	0	0	0
393 UTA-		0	0	-1	0	0	0
393 SX(RS)		0	0	69	0	0	0
393 SY(RS)		0	0	4	0	0	0
393 SZ(RS)		0	0	61	0	0	0
393 LM1+F Char(max)		0	0	226	0	0	0
393 LM1+F Freq(max)		0	0	142	0	0	0
393 LM1+F Char(min)		0	0	0	0	0	0
393 LM1+F Freq(min)		0	0	0	0	0	0
393 G2		0	0	69	0	0	0
427 G1		0	-12	188	0	0	0
427 Prestress		0	4	1	0	0	0
427 Q3		-210	6	-50	0	0	0
427 Q4		0	0	0	0	0	0
427 Q5		-101	-63	-15	0	0	0
427 Q6		0	0	0	0	0	0
427 UT+		0	0	0	0	0	0
427 UT-		0	0	0	0	0	0
427 GT+		0	3	-3	0	0	0
427 GT-		0	-3	3	0	0	0
427 UTA+		0	1	-1	0	0	0
427 UTA-		0	1	-1	0	0	0
427 SX(RS)		398	26	103	0	0	0
427 SY(RS)		187	278	68	0	0	0
427 SZ(RS)		149	13	29	0	0	0
427 LM1+F Char(max)		91	12	215	0	0	0
427 LM1+F Freq(max)		37	8	135	0	0	0
427 LM1+F Char(min)		-303	-26	-18	0	0	0
427 LM1+F Freq(min)		-173	-14	-7	0	0	0
427 G2		-99	-36	18	0	0	0

Reazioni Spalla Fissa

Node	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)
10 G1		0	12	187	0	0	0
10 Prestress		0	-4	1	0	0	0
10 Q3		0	0	3	0	0	0
10 Q4		0	0	0	0	0	0
10 Q5		0	-68	5	0	0	0
10 Q6		0	0	0	0	0	0
10 UT+		0	0	0	0	0	0
10 UT-		0	0	0	0	0	0
10 GT+		0	-3	-3	0	0	0
10 GT-		0	3	3	0	0	0
10 UTA+		0	1	1	0	0	0
10 UTA-		0	-1	-1	0	0	0
10 SX(RS)		0	17	35	0	0	0
10 SY(RS)		0	267	12	0	0	0
10 SZ(RS)		0	10	51	0	0	0
10 LM1+F Char(max)		0	26	233	0	0	0
10 LM1+F Freq(max)		0	15	147	0	0	0
10 LM1+F Char(min)		0	-14	-2	0	0	0
10 LM1+F Freq(min)		0	-9	-1	0	0	0
10 G2		0	36	55	0	0	0
11 G1		0	0	203	0	0	0
11 Prestress		0	0	-1	0	0	0
11 Q3		0	0	4	0	0	0
11 Q4		0	0	0	0	0	0
11 Q5		0	0	57	0	0	0
11 Q6		0	0	0	0	0	0
11 UT+		0	0	-1	0	0	0
11 UT-		0	0	1	0	0	0
11 GT+		0	0	5	0	0	0
11 GT-		0	0	-5	0	0	0
11 UTA+		0	0	-1	0	0	0
11 UTA-		0	0	1	0	0	0
11 SX(RS)		0	0	62	0	0	0
11 SY(RS)		0	0	156	0	0	0
11 SZ(RS)		0	0	79	0	0	0
11 LM1+F Char(max)		0	0	264	0	0	0
11 LM1+F Freq(max)		0	0	156	0	0	0
11 LM1+F Char(min)		0	0	-13	0	0	0
11 LM1+F Freq(min)		0	0	-5	0	0	0
11 G2		0	0	177	0	0	0
12 G1		0	0	203	0	0	0
12 Prestress		0	0	-1	0	0	0
12 Q3		0	0	4	0	0	0
12 Q4		0	0	0	0	0	0
12 Q5		0	0	-83	0	0	0
12 Q6		0	0	0	0	0	0
12 UT+		0	0	-1	0	0	0
12 UT-		0	0	1	0	0	0
12 GT+		0	0	5	0	0	0
12 GT-		0	0	-5	0	0	0
12 UTA+		0	0	-1	0	0	0
12 UTA-		0	0	1	0	0	0
12 SX(RS)		0	0	65	0	0	0
12 SY(RS)		0	0	156	0	0	0
12 SZ(RS)		0	0	46	0	0	0
12 LM1+F Char(max)		0	0	107	0	0	0
12 LM1+F Freq(max)		0	0	55	0	0	0
12 LM1+F Char(min)		0	0	-13	0	0	0
12 LM1+F Freq(min)		0	0	-6	0	0	0
12 G2		0	0	106	0	0	0
394 G1		0	0	191	0	0	0
394 Prestress		0	0	-1	0	0	0
394 Q3		0	0	4	0	0	0
394 Q4		0	0	0	0	0	0
394 Q5		0	0	4	0	0	0
394 Q6		0	0	0	0	0	0
394 UT+		0	0	1	0	0	0
394 UT-		0	0	-1	0	0	0
394 GT+		0	0	-4	0	0	0
394 GT-		0	0	4	0	0	0
394 UTA+		0	0	1	0	0	0
394 UTA-		0	0	-1	0	0	0
394 SX(RS)		0	0	37	0	0	0
394 SY(RS)		0	0	3	0	0	0
394 SZ(RS)		0	0	53	0	0	0
394 LM1+F Char(max)		0	0	226	0	0	0
394 LM1+F Freq(max)		0	0	142	0	0	0
394 LM1+F Char(min)		0	0	0	0	0	0
394 LM1+F Freq(min)		0	0	0	0	0	0
394 G2		0	0	69	0	0	0
428 G1		0	-12	187	0	0	0
428 Prestress		0	4	1	0	0	0
428 Q3		0	0	3	0	0	0
428 Q4		0	0	0	0	0	0
428 Q5		0	-54	17	0	0	0
428 Q6		0	0	0	0	0	0
428 UT+		0	0	0	0	0	0
428 UT-		0	0	0	0	0	0
428 GT+		0	3	-3	0	0	0
428 GT-		0	-3	3	0	0	0
428 UTA+		0	1	-1	0	0	0
428 UTA-		0	1	-1	0	0	0
428 SX(RS)		0	10	35	0	0	0
428 SY(RS)		0	268	12	0	0	0
428 SZ(RS)		0	7	49	0	0	0
428 LM1+F Char(max)		0	17	223	0	0	0
428 LM1+F Freq(max)		0	11	140	0	0	0
428 LM1+F Char(min)		0	-10	-2	0	0	0
428 LM1+F Freq(min)		0	-4	-1	0	0	0
428 G2		0	-26	49	0	0	0

Reazioni spalla Mobile

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	18

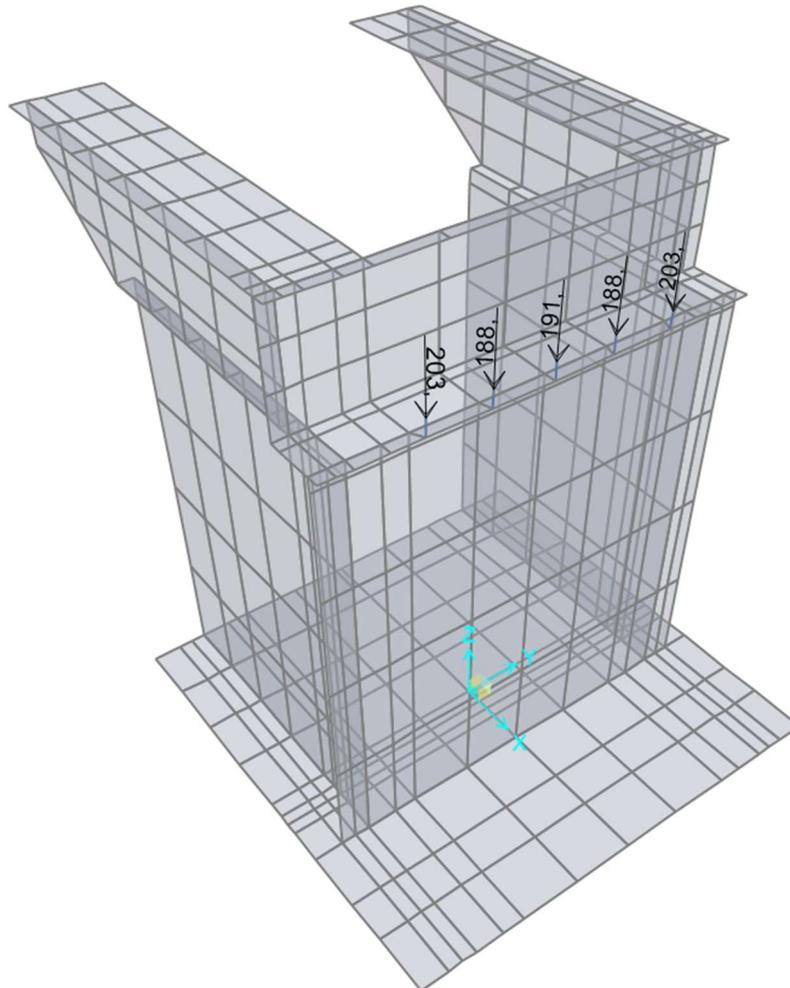


Figura 6-2 - Modello FEM – Vista assonometrica carichi permanenti strutturali impalcato dall'impalcato in kN (imp_perm)

6.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI

6.2.1 Terreno di riempimento e pavimentazione

Si applica un carico uniformemente distribuito sulla platea di fondazione, si considera un'altezza di terreno compreso tra i muri pari all'altezza del muro frontale più paraghiaia per un peso specifico e si aggiunge il carico della pavimentazione stradale di 9 cm:

- Peso specifico pavimentazione $\gamma_2 = 22.0 \text{ kN/m}^3$
- Terreno di rilevato: $\gamma_3 = 20.0 \text{ kN/m}^3$

Si considera

- permanente barriere di sicurezza 1,50 kN/m
- permanente parapetto 1,00 kN/m

si applica un carico concentrato nei nodi delle shell

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

6.3 SPINTA STATICA DEL TERRENO A MONTE DELLA SPALLA

L'entità e la distribuzione delle spinte del terreno sulla spalla sono legate allo spostamento relativo che lo stesso può subire; avendo previsto una platea su pali, si può assumere che le deformazioni del terreno siano impedita dalla struttura. Sulla base di tali ipotesi la pressione esercitata dal terreno sull'opera viene considerata come una spinta a riposo che viene calcolata come:

La spinta statica totale sulla parete S_{0h} si calcola secondo le seguenti relazioni:

$S_{0h} = \int_0^H \sigma_h(z) dz$	spinta a riposo statica totale sul muro
$\sigma_h(z) = \sigma_v(z) * K_0 - 2 * c * \sqrt{K_0}$	pressione orizzontale di spinta del terreno
$\sigma_v(z)$	pressione verticale del terreno
$K_0 = (1 - \sin(\varphi')) * OCR^\alpha * (1 + \sin \beta)$	coefficiente spinta a riposo (Jaky, 1944 e Schmidt, 1966)
$OCR = 1$	grado di sovra consolidazione
$\alpha = 0$	
H	altezza della parete di spinta
$\varphi = 35^\circ$	angolo attrito del terreno da rilevato
$\delta = 0^\circ$	attrito tra terreno e paratia
$\psi = 90^\circ$	angolo tra parete di spinta e piano orizzontale
$\beta = 0^\circ$	angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale
c	coesione del terreno

Il coefficiente di spinta risulta **Ko= 0,426**

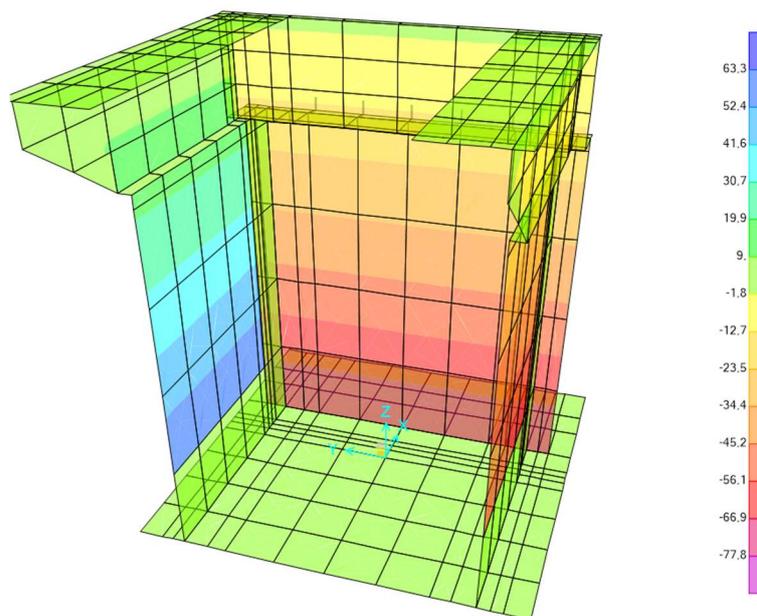


Figura 6-5 – Modello FEM Finale – Vista assometrica spinta del terreno in kN/mq (Sp_{terra})

IV06- Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	21

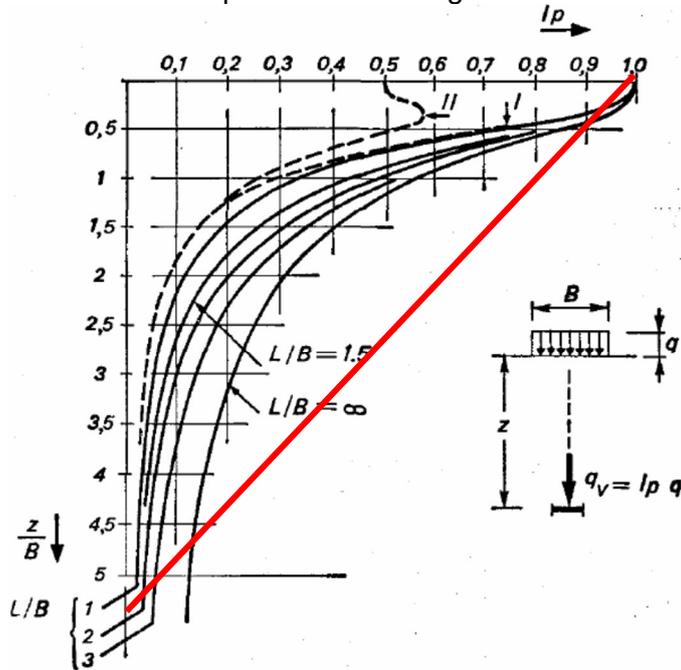
6.4 AZIONI VARIABILI

6.4.1 Traffico sulla spalla

Il carico da traffico sulla spalla viene considerato in due specifiche condizioni di esercizio:

- caso 1 traffico derivante dell’impalcato a tergo delle spalle si considera il carico distribuito di 9,00 kN/mq
- caso 2 traffico tandem non ancora sull’impalcato ma a tergo delle spalle.

Il carico rettangolare del Q_{ik} ripartito su una superficie di $3 \times 2,2$, come richiesto della circolare dei Lavori Pubblici 7, viene ripartito nel terreno in accordo con la teoria di Boussinesq. L’andamento delle pressioni generate dal sovraccarico concentrato presenta un massimo in testa al muro e tende a diminuire con la profondità con andamento curvilineo come riportato nell’immagine sottostante:

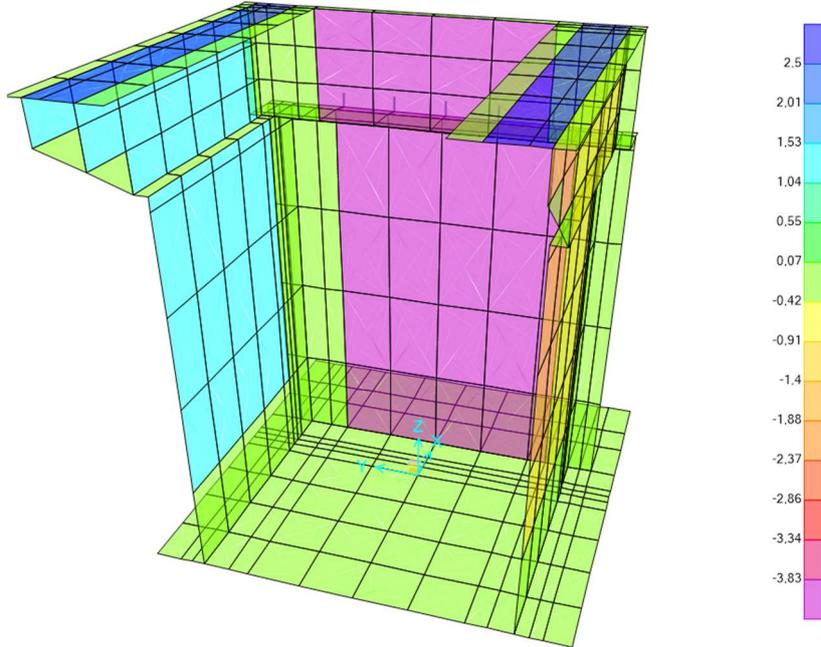


A favore di sicurezza la spinta la si considera triangolare partendo dalla testa muro (linea Rossa).

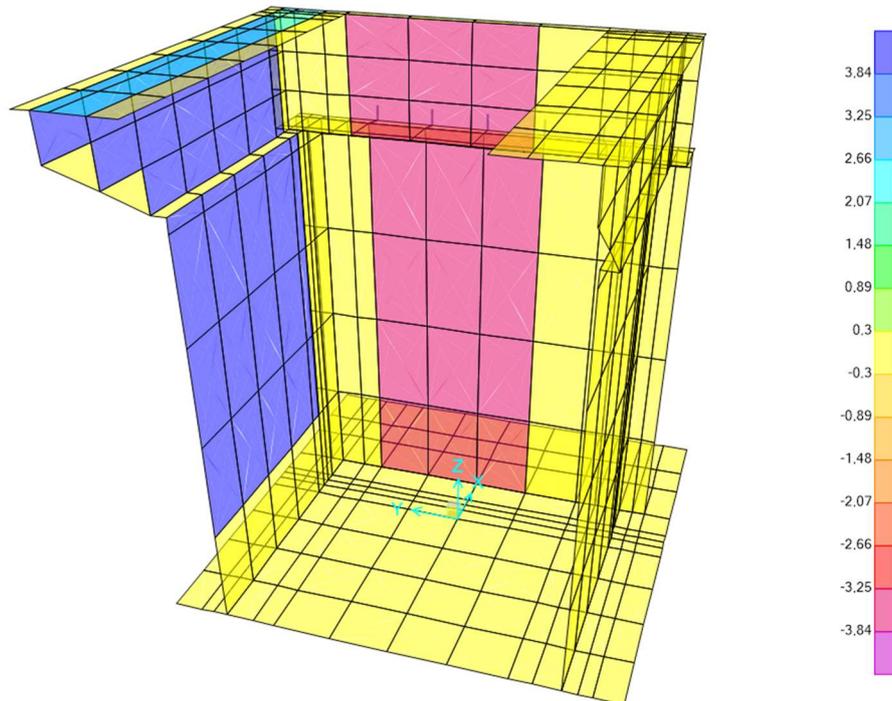
Nei carichi UDL è stato inserito il carico distribuito sui marciapiedi. I marciapiedi non aperti al pubblico sono utilizzati solo dal personale autorizzato. I carichi accidentali sono schematizzati da un carico uniformemente ripartito del valore di 5 kN/m^2 con valore di combinazione pari a 2.5 kN/m^2 (§ 5.1.3.3.3 NTC08).

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	22



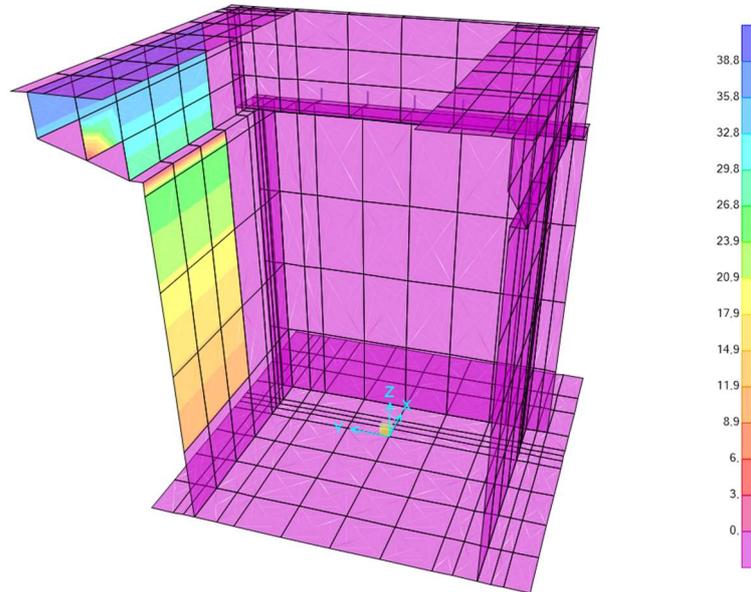
*Figura 6-6 – Modello FEM– Vista assometrica pressione da traffico UDL centrata
(Sp_UDL_cent)*



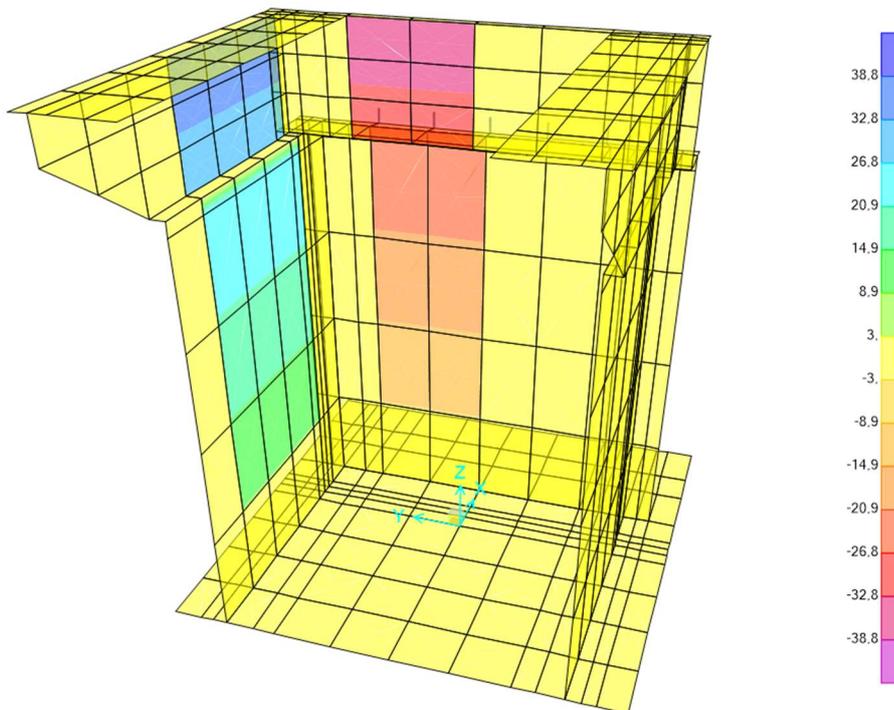
*Figura 6-7 – Modello FEM– Vista assometrica pressione da traffico UDL lato esterno
(Sp_UDL_ecc)*

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	23



*Figura 6-8 – Modello FEM– Vista assometrica pressione da traffico TS
(Sp_TS1_ecc)*



*Figura 6-9 – Modello FEM– Vista assometrica pressione da traffico TS
(Sp_TS2_ecc)*

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

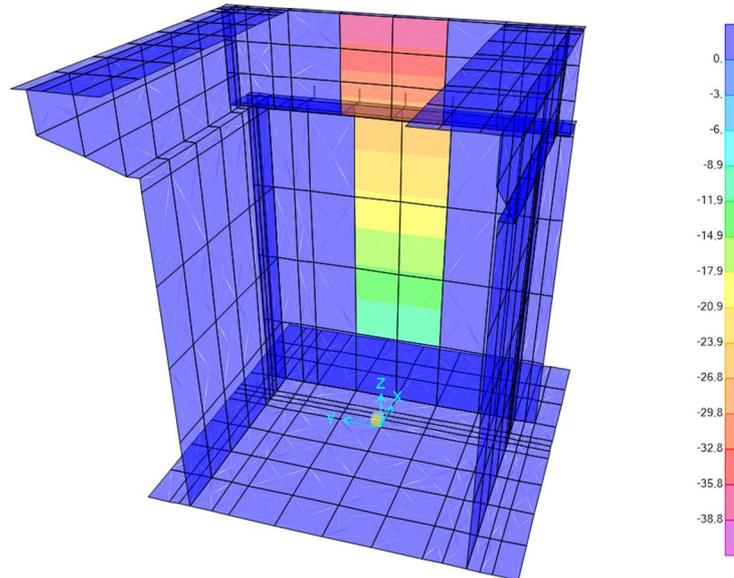


Figura 6-10 – Modello FEM– Vista assometrica pressione da traffico TS
(Sp_TS3_cent)

6.4.2 Traffico sull'impalcato

I carichi associati alle combinazioni di traffico sull'impalcato, forniti dal calcolatore dell'impalcato, sono applicati al modello come carichi concentrati sulla parete frontale della spalla in corrispondenza dei punti d'appoggio dell'impalcato stesso.

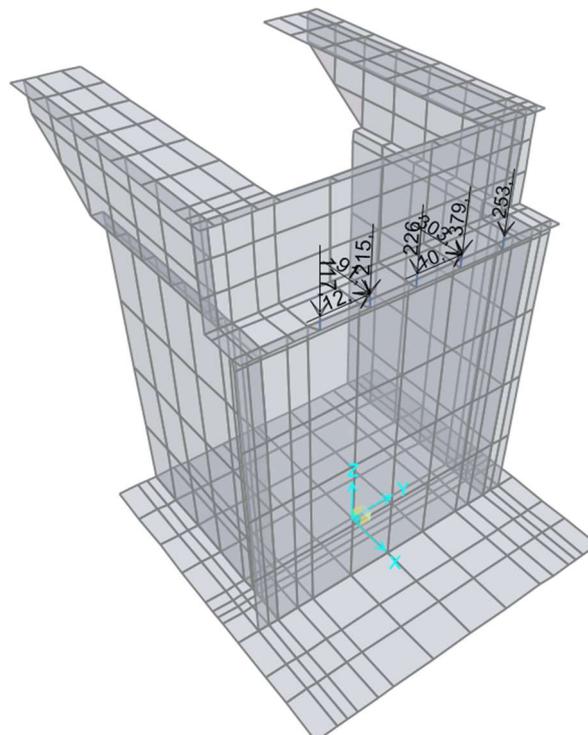


Figura 6-11 – Modello FEM – Vista assometrica carichi da traffico trasmessi dall'impalcato in kN (imp_TS+UDL)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

6.4.3 Vento, azione termica sull'impalcato

I carichi associati alle combinazioni accidentali per azioni ambientali da vento. In particolare il carico da vento applicato sui muri laterali della spalla viene dato dal calcolo dell'impalcato e si ha:

- vento orizzontale in esercizio (vedi relazione impalcato) 2.50 kN/m²

In particolare si assume un'impronta pari all'ingombro del veicolo pari a 3,00 mt . L'azione è concentrata nei modi con passo 1,00 mt

- $v_w = 2,50 \cdot 3,00 \cdot 1,00 = 7,50 \text{ kN}$
- $m_w = 7,50 \cdot \frac{3,00}{2} = 11,25 \text{ kNm}$

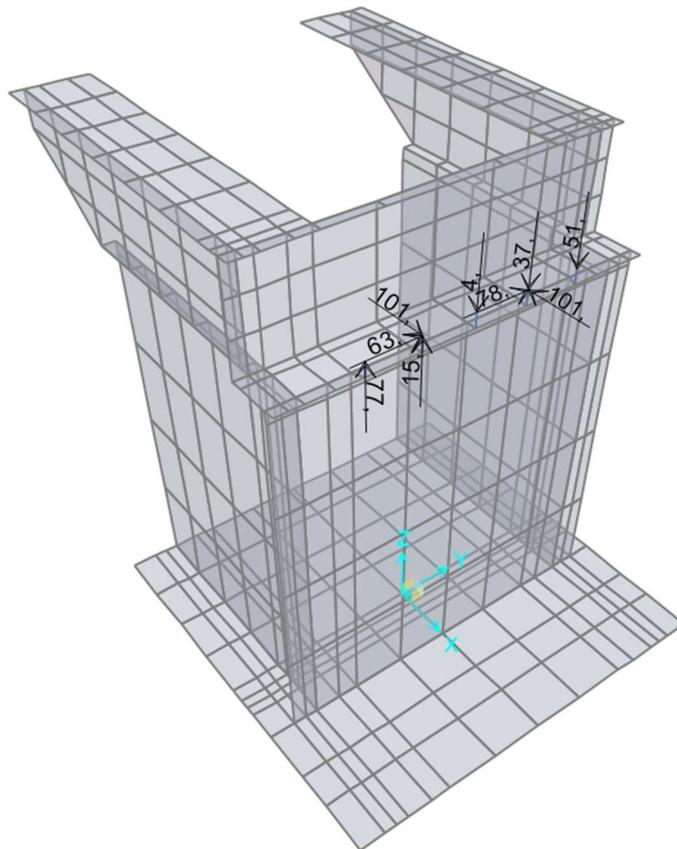


Figura 6-12 – Modello FEM Finale – Vista assometrica carichi da vento su impalcato kN (imp_vento)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

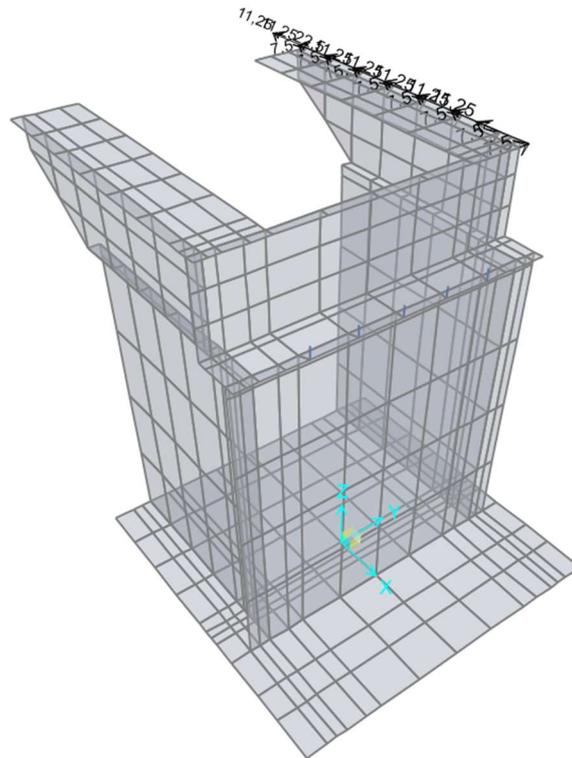


Figura 6-13 – Modello FEM Finale – Vista assometrica carichi da vento su muro kN (vento)

6.4.4 Frenamento

Il carico da frenamento derivante da impalcato è applicato solo sulla spalla fissa e risulta:

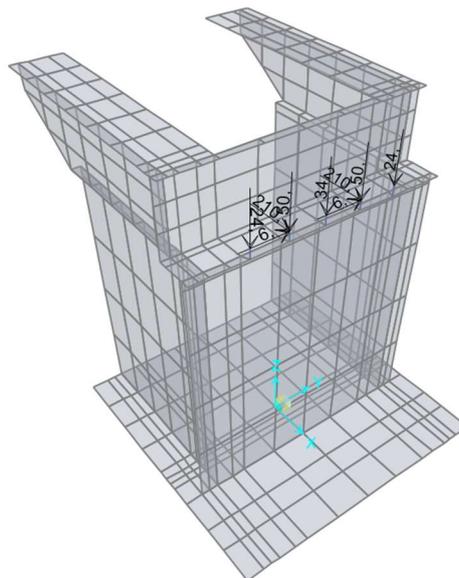


Figura 6-14 – Modello FEM Finale – Vista assometrica carichi da frenamento da impalcato kN su spalla fissa (imp_fren)

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	27

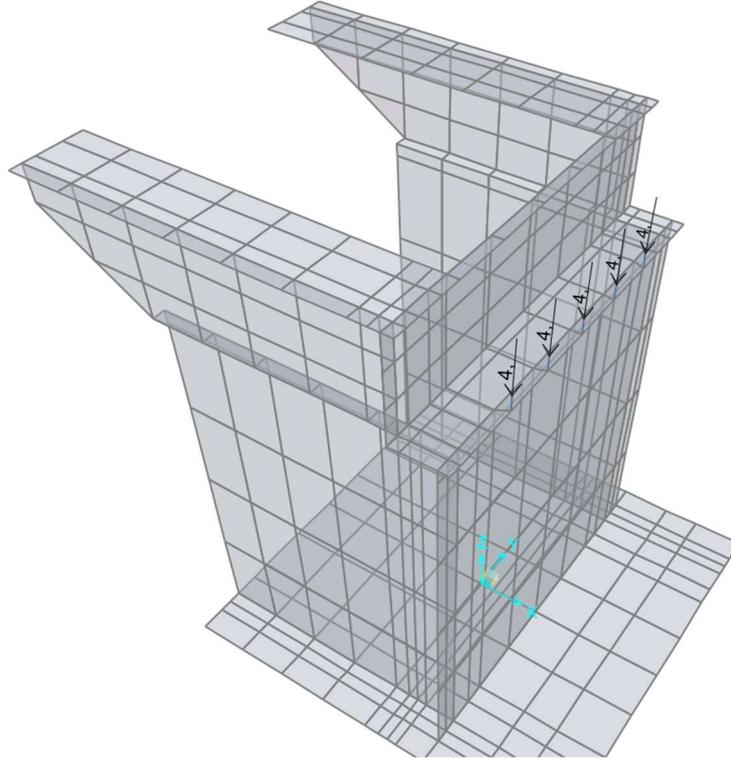


Figura 6-15 – Modello FEM Finale – Vista assometrica carichi da frenamento da impalcato kN su spalla mobile (imp_fren)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	28

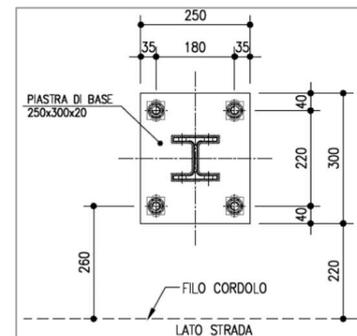
6.4.5 Azioni da urto

In accordo con quanto prescritto dalle NTC2018 gli elementi di supporto saranno verificati considerando un'azione eccezionale da urto puntuale e pari a 100kN applicata a 1m dal piano di marcia.

In particolare si considerano le azioni che inducono alla plasticizzazione di montanti medio pesanti per l'installazione di una barriera bordo ponte amplificate per un fattore di sovra resistenza di 1.5.

Si riportano di seguito le caratteristiche di una barriera di sicurezza (BPH2) utili ai fini dell'individuazione delle azioni da considerare

Profilo montante HEA100
 Interasse 1500 mm
 Spessore massimo malta di allettamento: 10 mm
 Classe dell'acciaio del montante : S275JR
 Piastra di base



Le sollecitazioni agenti sul singolo tirafondo sono state definite in funzione del momento di plasticizzazione del profilo HEA100 ($W_{pl} = 83.01 \text{ cm}^3$), assumendo che sia applicato ad una quota di 1.00 m dal piano viario.

$$M_{Sd} = W_{pl} \cdot f_{yk} \cdot 1.5 = 83.01 \text{ cm}^3 \cdot 275 \text{ MPa} \cdot 1.5 = 34.24 \text{ kNm}$$

$$V_{Sd} = 34.24 \text{ kN}$$

In linea generale l'urto autoveicolo-barriera può essere distinto in due fasi:

I fase:

l'autoveicolo entra in contatto con la barriera, urtandola con un angolo θ detto angolo d'impatto, e con una velocità v detta velocità d'impatto. La barriera si deforma (sia localmente che nella zona di contatto per effetto degli spostamenti rigidi che interessano anche più elementi di barriera) contemporaneamente alla carrozzeria del veicolo. Il moto rettilineo si trasforma in modo rotatorio intorno al punto d'impatto, che diventa centro di istantanea rotazione, con moto vario. Alla fine del movimento di rotazione, il veicolo si dispone parallelo alla barriera. A questo punto la componente della velocità, normale all'asse della barriera, diminuisce fino ad annullarsi. Mentre la deformazione dell'autoveicolo e della barriera aumentano fino ai valori massimi.

II fase:

la barriera deformata restituisce parte dell'energia immagazzinata, imprimendo all'autoveicolo tutta una serie di reazioni che possono ricondurlo verso l'interno della carreggiata, con angoli di rinvio variabili in un campo molto esteso. Il veicolo quindi si allontana dalla barriera con una componente di velocità trasversale di verso opposto rispetto alla prima fase che dipende dall'eventuale restituzione di deformazione da parte della barriera. Questa schematizzazione riduce al minimo i parametri da analizzare, ma risulta efficace per determinare la resistenza della barriera alle azioni più critiche di esercizio (velocità e angoli d'impatto).

Le fasi appena descritte, possono essere riepilogate nel modello grafico che segue:

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	29

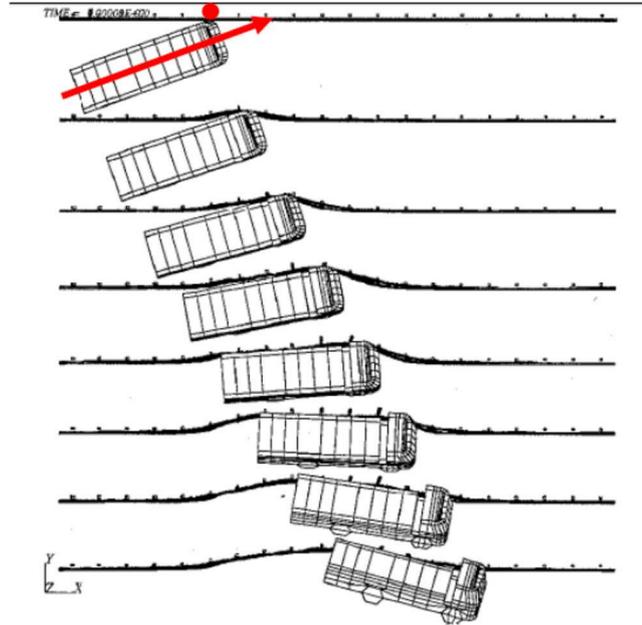


Figura 1. Fasi dell'urto (da SÈTRA)

Dallo schema si evince che il veicolo urta la barriera plasticizzando un montante, successivamente seguendo la dinamica dell'urto si plasticizzano i seguenti fino all'arresto del veicolo. Una volta plasticizzato il montante non tramette più azioni.

Nel modello si prende in considerazione la plasticizzazione contemporanea di due montanti in modo tale da avere un'azione completamente orizzontale pari a

$$V_{Sd,tot} = 34,24 \cdot 2 = 68,48 \text{ kN}$$

Il coefficiente parziale di sicurezza per la combinazione di carico agli SLU per l'urto di veicolo in svio deve essere assunto unitario.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	30

6.5 AZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

Vita Nominale e Classe d'Uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: VN = 75 anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

Parametri di Pericolosità Sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Categoria sottosuolo **B**

Riferimento relazione geotecnica generale LI0202D78RBGE0005001E.pdf:

- Dal km 16+394.5 a fine tracciato km 24+930.52 si associa una categoria di sottosuolo sismica B.

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.074	2.499	0.307
SLD	113	0.094	2.523	0.319
SLV	1068	0.242	2.452	0.346
SLC	2193	0.315	2.440	0.354

$a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	31

T_c^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
 S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Nelle verifiche sismiche le azioni generate dal sisma ed agenti sulla struttura comprendono:

- forze d'inerzia orizzontali della struttura, del terreno
- sovraspinta sismica del terreno sulla struttura
- carichi sismici trasmessi dall'impalcato in fase d'esercizio

6.5.1 Amplificazione sismica di progetto

Metodo pseudostatico

Con riferimento al § 7.11.6 delle NTC si esegue l'analisi con il metodo pseudostatico, dove l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Si considera che la cinematica di spostamento della struttura in fase sismica risulti strettamente legata alla cinematica del terreno.

$k_h = \beta_m \cdot S_S \cdot S_T \cdot a_g / g$	coefficiente sismico orizzontale
$k_v = 0.5 \cdot k_h$	coefficiente sismico verticale
$\beta_m = 1,00$	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$S_S = 1.163$	coefficiente di amplificazione stratigrafica orizzontale
$S_T = 1.00$	coefficiente di amplificazione topografica
$a_g = 0.242 \text{ g}$	accelerazione massima attesa al sito per lo Stato Limite considerato
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$	accelerazione di gravità

STATO LIMITE	k_h	k_v
	[g]	[g]
SLV	0.281	±0.141

Coefficienti di amplificazione sismica per gli stati limite considerati

6.5.2 Azioni inerziali masse

Con riferimento a § 3.2.4 delle NTC, si ritiene trascurabile in fase sismica il contributo delle azioni accidentali, pertanto vengono considerati i contributi dei soli carichi permanenti:

$$G = G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

G	massa totale efficace
G_1	masse dei pesi propri strutturali
G_2	masse dei carichi permanenti non strutturali (permanenti, terreno)
Q_{kj}	masse dei carichi accidentali
$\Psi_{2j} = 0$	

Le azioni inerziali orizzontali E_x e verticali E_y delle masse efficaci sono determinate incrementando i pesi propri G con accelerazioni verticali e orizzontali definite dai coefficienti di amplificazione dinamica k_h e k_v :

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	32

$E_x = G \cdot k_h$ azione inerziale orizzontale

$E_y = G \cdot k_v$ azione inerziale verticale

$G = G_1 + G_2$ masse efficaci sismiche

Le azioni dinamiche delle masse efficaci sono calcolate con accelerazione orizzontale $k_h = 0.281 \text{ g m/s}^2$ e verticale $k_v = 0.141 \text{ g m/s}^2$.

Si è tenuto conto della variabilità del moto sismico considerando le direzioni principali di oscillazione orizzontale e verticale, in accordo con il §7.3.5 delle NTC, secondo le seguenti relazioni:

$$E_1 = E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_2 = 0.30 \cdot E_x + E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_3 = 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + E_z$$

Le azioni E_x e E_y vengono modellate nel software di calcolo mediante forze applicate agli elementi finiti del modello numerico a seconda della direzione prescelta.

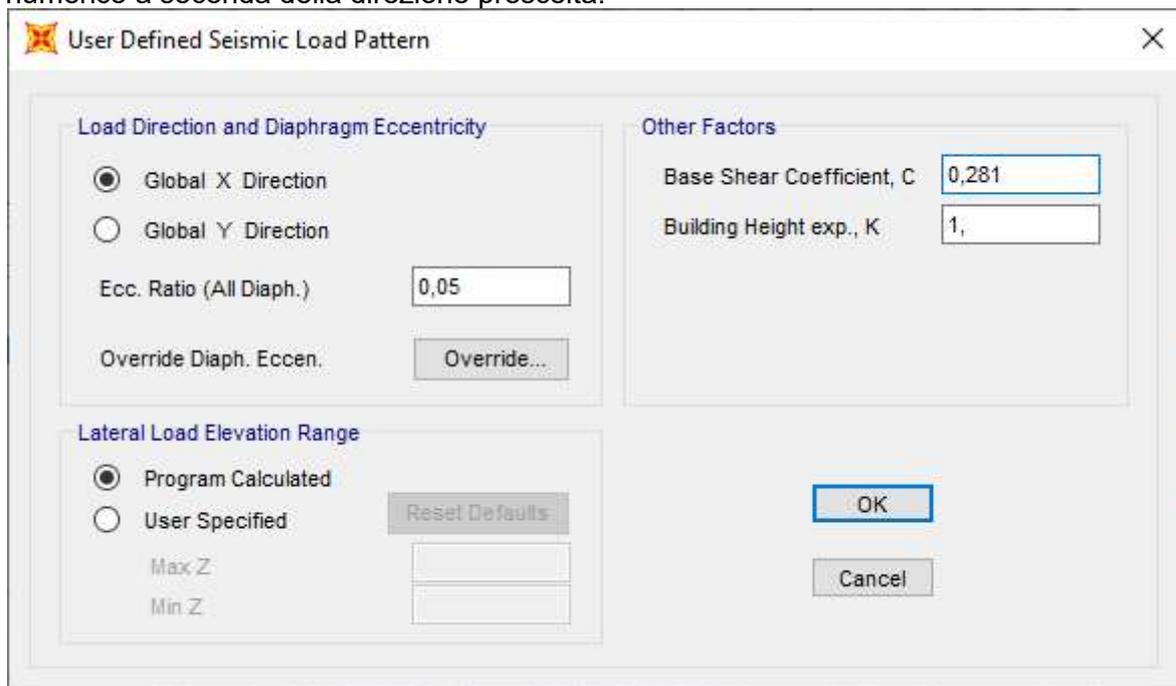


Figura 6-16 – Modello FEM Finale – Dettagli azioni inerziali peso proprio lungo X
(Sp_{iner_X})

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

User Defined Seismic Load Pattern

Load Direction and Diaphragm Eccentricity

- Global X Direction
- Global Y Direction
- Ecc. Ratio (All Diaph.)
- Override Diaph. Eccen.

Other Factors

- Base Shear Coefficient, C
- Building Height exp., K

Lateral Load Elevation Range

- Program Calculated
- User Specified
- Max Z
- Min Z

Figura 6-17 – Modello FEM Finale – Dettagli azioni inerziali peso proprio lungo Y
(Sp_inerz_Y)

Load Case Data - Linear Static

Load Case Name: Notes:

Load Case Type:

Stiffness to Use:

- Zero Initial Conditions - Unstressed State
- Stiffness at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear

Mass Source:

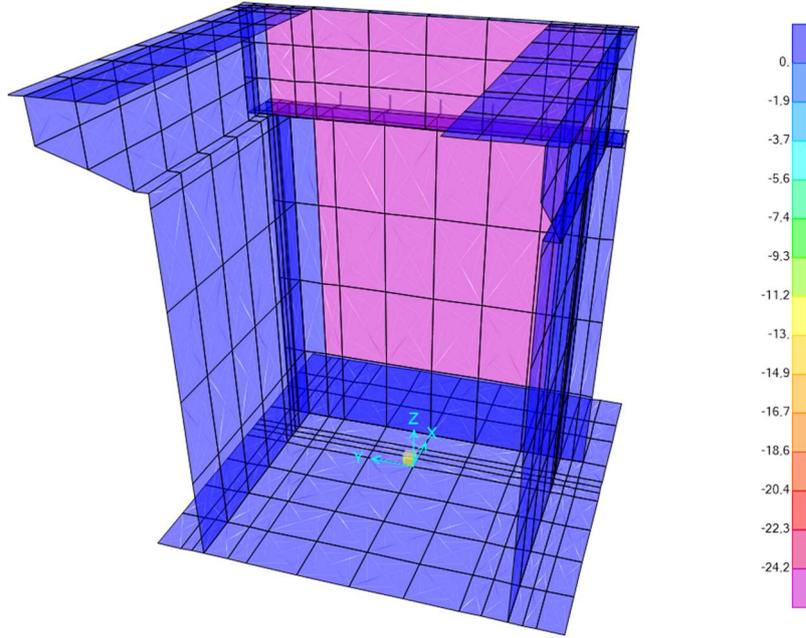
Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Accel	UZ	0,141
Accel	UZ	0,141

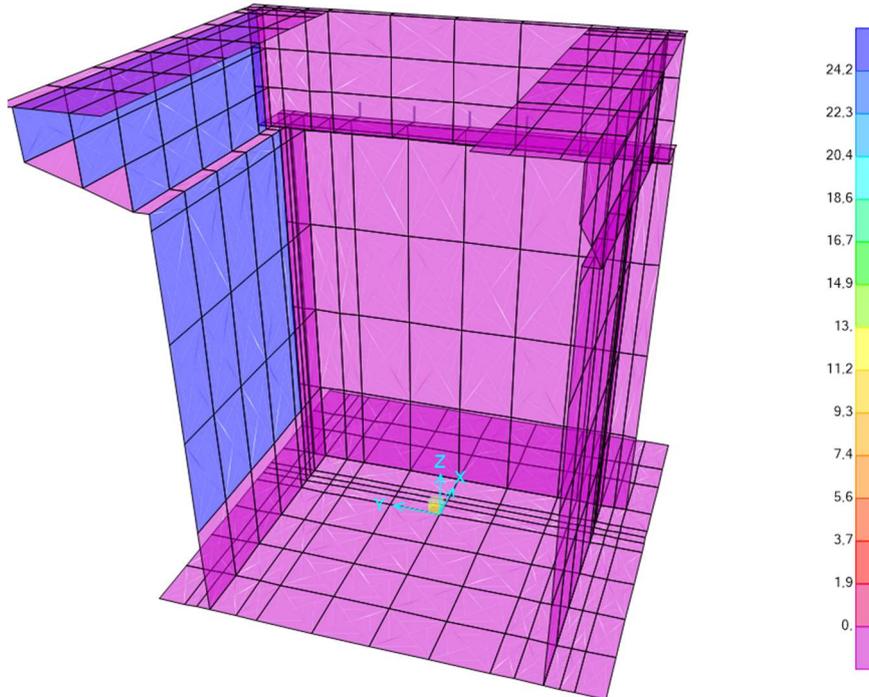
Figura 6-18 – Modello FEM Finale – Vista assonometrica inerziali peso proprio lungo X
(Sp_inerz_Z)

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	34



*Figura 6-19 – Modello FEM Finale – Vista assometrica spinte inerziali terreno lungo X
(SpTerra_inerz_X)*



*Figura 6-20 – Modello FEM Finale – Vista assometrica spinte inerziali terreno lungo Y
(SpTerra_inerz_Y)*

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

6.5.3 Sovrappinte dinamiche del terreno

Le spinte delle terre, considerando la struttura una struttura rigida e priva di spostamenti (NT par. 7.11.6.2.1 e EC8-5 par.7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo, condizione che comporta il calcolo delle spinte in condizione sismica con la formula:

$$\begin{aligned}
&\text{per } \varepsilon \leq \varphi' - \theta & k_a &= \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2} \\
&\text{per } \varepsilon > \varphi' - \theta & k_a &= \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \theta - \delta)} \\
&k_p &= \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen} \varphi' \cdot \text{sen}(\varphi' + \varepsilon - \theta)}{\text{sen}(\psi + \varepsilon) \cdot \text{sen}(\psi + \theta)}} \right]^2} \\
&1. \theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right) & 2. \theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right) & 3. \theta = \arctan\left(\frac{\gamma_d}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)
\end{aligned}$$

massima accelerazione al suolo
coefficiente stratigrafico

$a_g/g = 0,242$ (-)
 $S = 1,16$ (-)

peso di volume naturale
del terreno
peso di volume secco del
terreno
peso specifico dell'acqua

$\gamma = 20,0$ (kN/mc)
 $\gamma_d = 10,0$ (kN/mc)
 $\gamma_w = 10,0$ (kN/mc)

- 1. quota falda al di sotto dell'opera di sostegno
- 2. terreno impermeabile in condizioni dinamiche in falda ($\gamma = \gamma_{\text{sat}}$)
- 3. terreno permeabile in condizioni dinamiche in falda

Coefficiente r per spostamenti ammissibili del muro

$r = 1$

$k_h = 0,2814$ $k_v = 0,1407$

$\theta^+ = 13,86$ (°) $\theta^- = 18,14$ (°)

coefficienti di spinta attiva	
kas⁺ =	0,4554 (-)
kas⁻ =	0,5373 (-)

Le spinte delle terre statiche + sismiche sono determinate con i coefficienti riportati di sopra applicate secondo lo schema di seguito riportato:

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	36

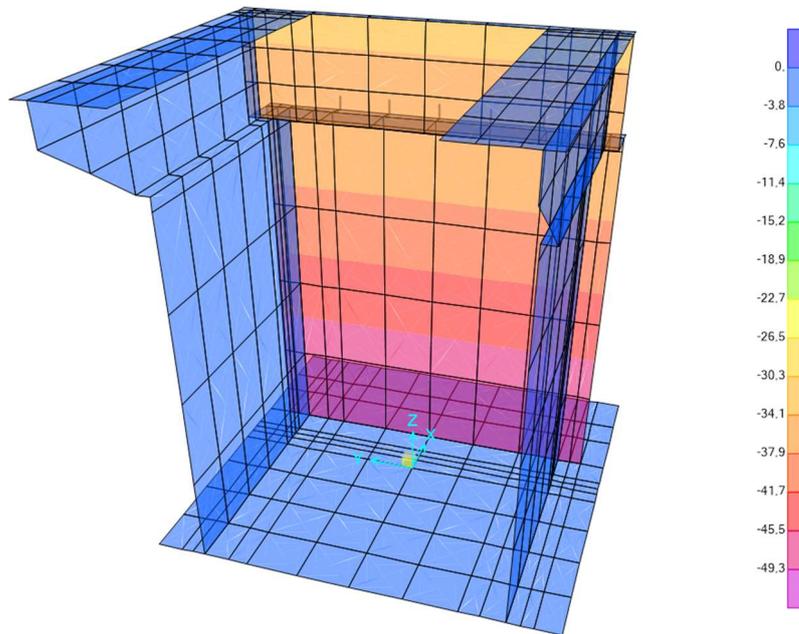
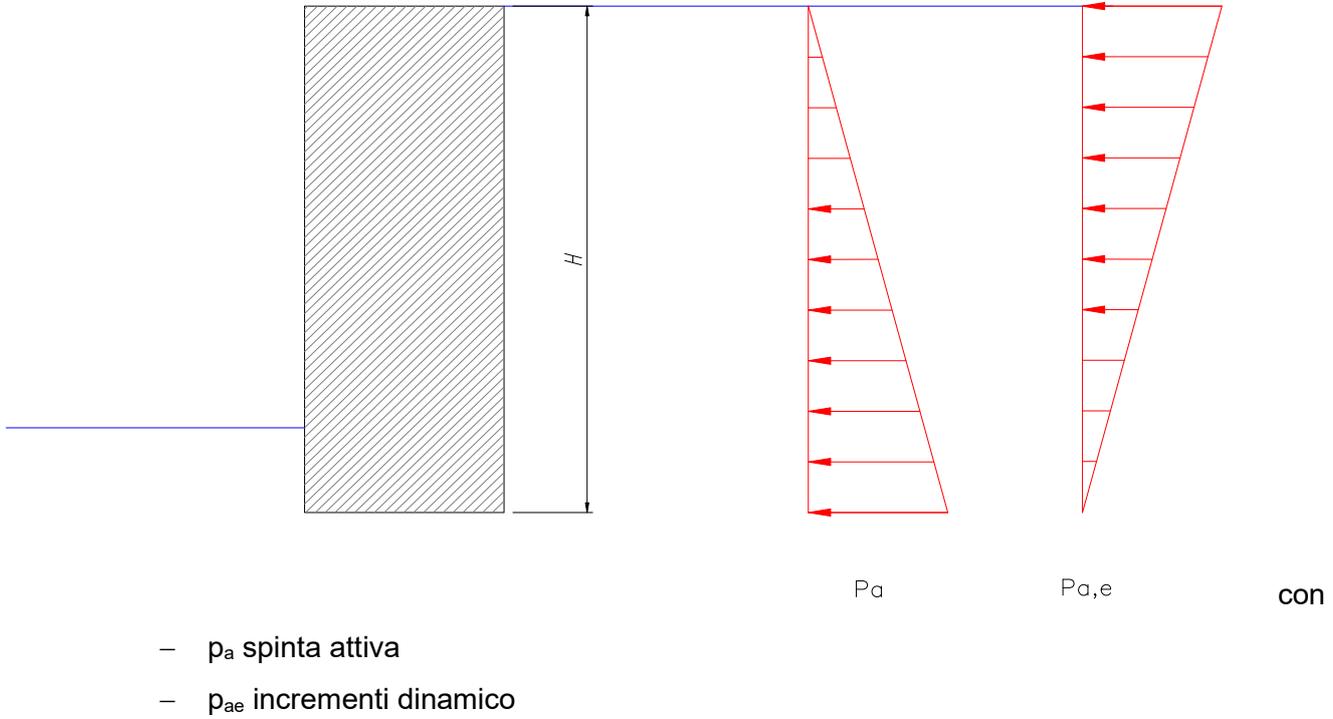


Figura 6-21 – Modello FEM – Vista assometrica sovrappinta dinamica del terreno in direzione X

IV06- Relazione di calcolo
spalle

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	37

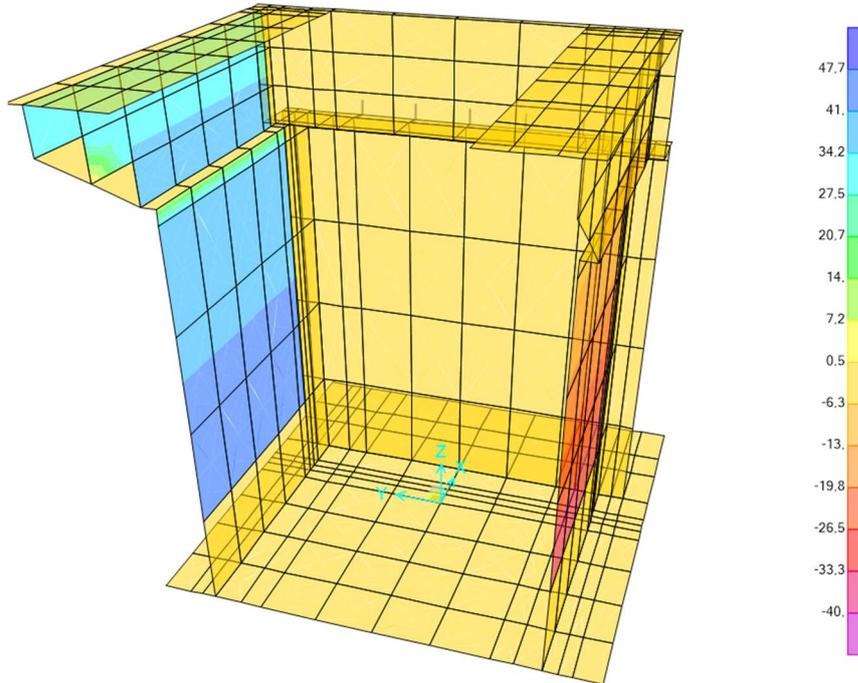


Figura 6-22 – Modello FEM – Vista assometrica sovrappinta dinamica del terreno in direzione +Y

6.5.4 Carichi sismici trasmessi dall'impalcato

I carichi sismici in esercizio trasmessi dall'impalcato, forniti dal calcolatore dell'impalcato, sono applicati come carichi concentrati sulla parete frontale della spalla in corrispondenza dei punti d'appoggio dell'impalcato.

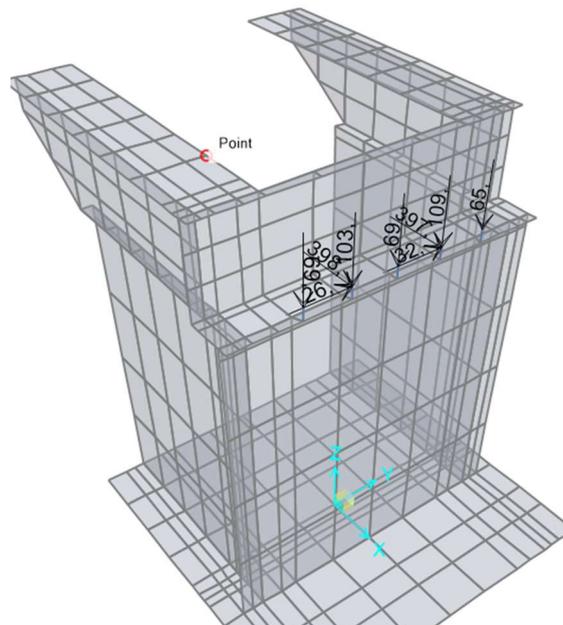


Figura 6-23 – Modello FEM Finale – Vista assometrica carichi sismici in direzione x trasmessi dall'impalcato su spalla fissa (Imp_sis_X)

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	38

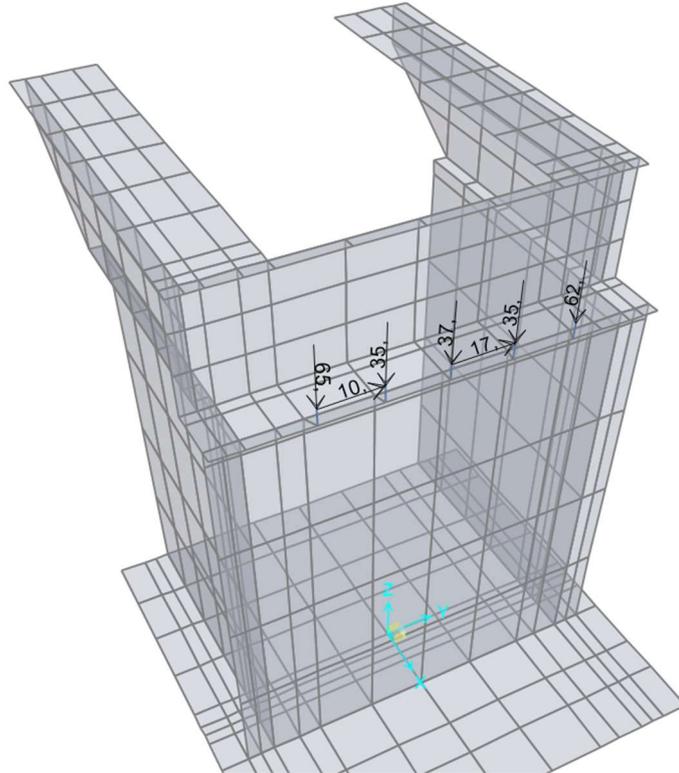


Figura 6-24 – Modello FEM Finale – Vista assonometrica carichi sismici in direzione x trasmessi dall'impalcato su spalla mobile (Imp_sis_X)

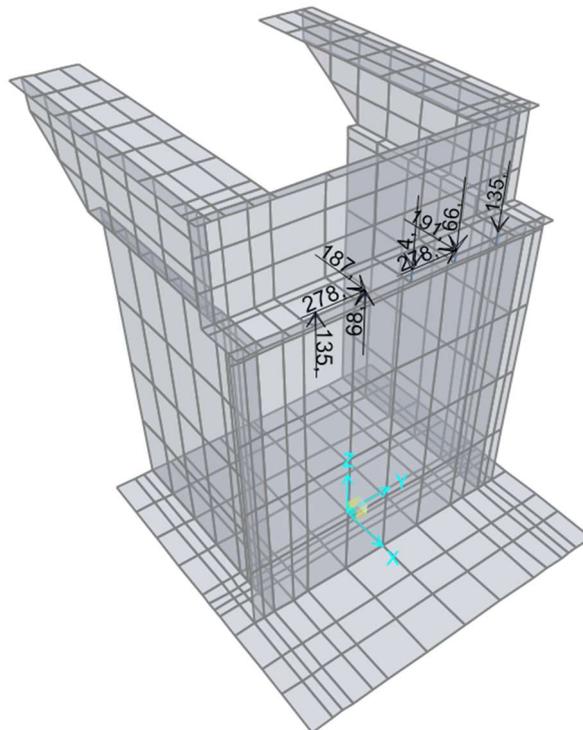


Figura 6-25 – Modello FEM Finale – Vista assonometrica carichi sismici in direzione y trasmessi dall'impalcato su spalla fissa (Imp_sis_Y)

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	39

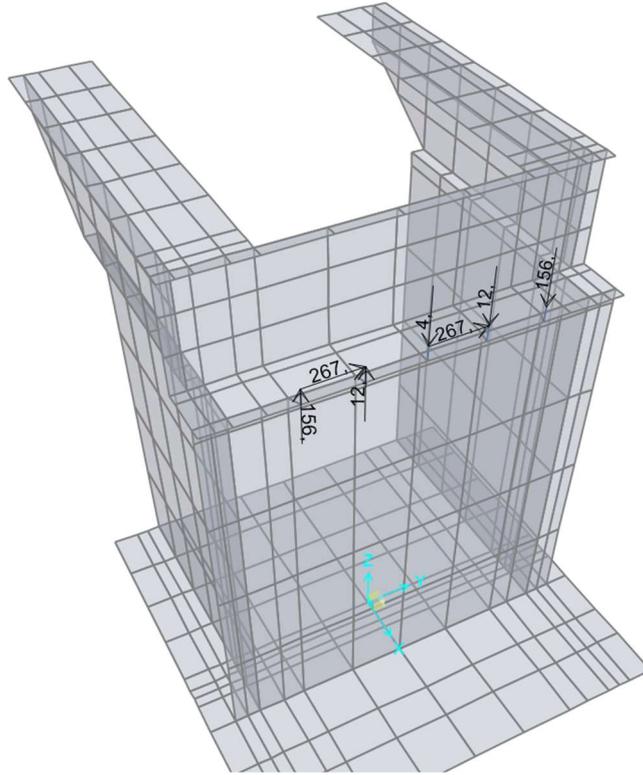


Figura 6-26 – Modello FEM Finale – Vista assometrica carichi sismici in direzione y trasmessi dall'impalcato su spalla mobile (Imp_sis_Y)

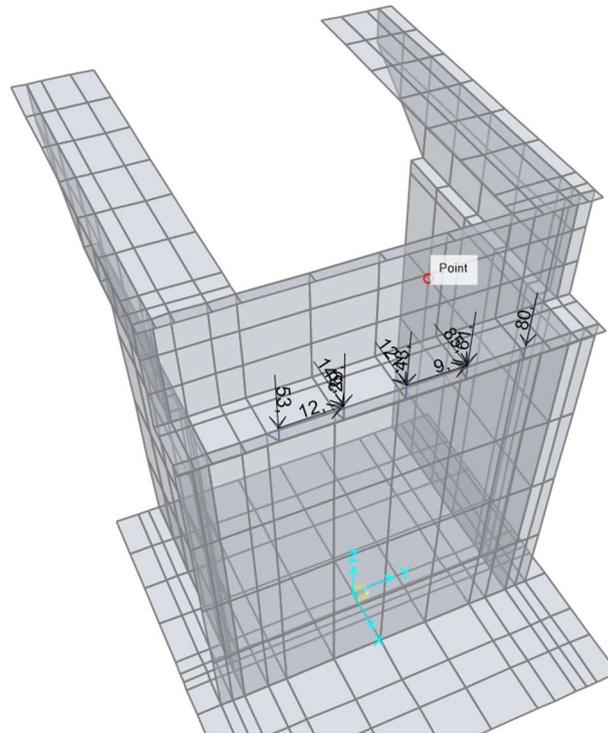


Figura 6-27 – Modello FEM Finale – Vista assometrica carichi sismici in direzione -z trasmessi dall'impalcato su spalla fissa (Imp_sis_Z)

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	40

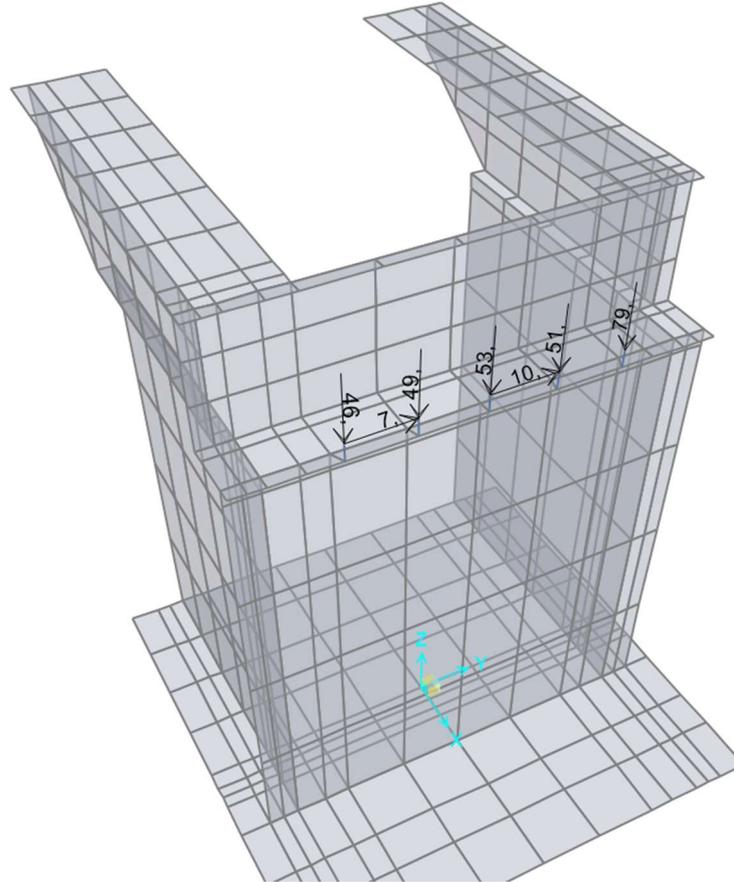


Figura 6-28 – Modello FEM Finale – Vista assometrica carichi sismici in direzione -z trasmessi dall'impalcato su spalla mobile (Imp_sis_Z)

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

7. COMBINAZIONI DI CARICO

Le condizioni di carico di cui ai paragrafi precedenti sono state combinate secondo quanto indicato dalle norme tecniche sulle costruzioni NTC08.

$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Comb. fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Comb. caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Comb. quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU

G_1	masse dei pesi propri strutturali
G_2	masse dei carichi permanenti non strutturali
P	precompressione e pretensione
Q_{kj}	masse dei carichi accidentali
E	azione sismica
A_d	azione eccezionale

I coefficienti di contemporaneità delle azioni e i coefficienti parziali da adottare per gli SLU sono riportati nelle tabelle seguenti.

7.1 STATI LIMITE ULTIMI

7.1.1 Stati Limite Ultimi strutturali

Come riportato al § 2.3 delle NTC, per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

$E_d = E(\gamma_F \cdot F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$	valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione
$R_d = R(\gamma_F \cdot F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$	valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico
$\gamma_F \cdot F_k$	azioni di progetto
X_k / γ_M	proprietà del materiale di progetto
a_d	geometria di progetto
γ_M	coefficiente parziale di sicurezza del materiale

7.1.2 Stati Limite di Esercizio strutturali e geotecnici

Come riportato al § 6.2.3.3 e § 5.1.4.2 delle NTC, La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$E_d \leq C_d$$

$E_d = E(\gamma_F \cdot F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$	valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione
$C_d = C(\gamma_F \cdot F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$	valore nominale o funzione di certe proprietà dei materiali legate agli effetti progettuali delle azioni considerate

7.1.3 Stati Limite Ultimi geotecnici

Come riportato al § 6.2.3.1 delle NTC, per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	42

$$E_d \leq R_d$$

 $E_d = E(\gamma_F \cdot F_k; X_k/\gamma_M; a_d)$
 $R_d = 1/\gamma_R \cdot R(\gamma_F \cdot F_k; X_k/\gamma_M; a_d)$
 $\gamma_F \cdot F_k$
 X_k/γ_M
 a_d
 γ_R

valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

azioni di progetto

parametri di progetto

geometria di progetto

coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza di progetto

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

7.1.4 Azioni di calcolo

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

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

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico - tipologie di combinazioni di calcolo per azioni da traffico di tipo stradale (NTC 2018)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV06- Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	43

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

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

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

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

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

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

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	44

7.1.5 Resistenze di calcolo

Per le verifiche geotecniche si considerano i seguenti coefficienti parziali di sicurezza sulle resistenze del terreno.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

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

7.1.6 Combinazioni di carico delle verifiche

Le combinazioni agli SLE considerate nel modello comprendono la combinazione caratteristica, utilizzate per le verifiche tensionali che per le verifiche di fessurazione.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	45

8. CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Il presente paragrafo illustra nel dettaglio i criteri generali di verifica adottati per le verifiche strutturali condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione ed a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio per la fessurazione e per le tensioni.

8.1 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI.

Le verifiche di stato limite ultimo sono state eseguite nei confronti delle sollecitazioni di pressoflessione e taglio.

8.1.1 Verifica a pressoflessione

Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di mobilitazione (FS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

Le verifiche flessionali allo SLU sono eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte a partire dalle deformazioni utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per quanto attiene la legge σ - ϵ del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa e assumendo $\epsilon_{c2}=0,2\%$ e $\epsilon_{cu}=0,35\%$.

Per quanto riguarda l'acciaio si è assunto un diagramma bilineare elastico-perfettamente plastico.

8.1.2 Verifica a taglio

La verifica allo SLU per taglio è stata condotta assumendo i seguenti valori della resistenza di calcolo:

- Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} \cdot k \cdot \left[(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

- Sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \cot \vartheta$$

- Massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001	REV B

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \vartheta + \tan \vartheta}$$

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{200/d}$ con d in mm
- $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d}$
- A_{sl} è l'area dell'armatura tesa
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd}$
- N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi
- A_c è l'area della sezione di calcestruzzo
- $C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$
- $k_1 = 0.15$
- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}$
- $v = 0.5$ per calcestruzzi fino a C70/85
- $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio
- s è il passo delle staffe
- f_{yd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- $v_1 = v = 0.5$ è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio
- α_{cw} è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

8.2 VERIFICHE DI STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Le verifiche allo stato limite di esercizio riguardano:

- Controllo delle tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo;
- Limitazione dell'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo.

In entrambi i casi, il calcolo delle tensioni nella sezione resistente avviene ipotizzando una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. Nel primo caso, noti i valori delle tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, si valuta il rispetto dei limiti tensionali previsti dalla norma; nel secondo caso in accordo con quanto riportato al capitolo 3, si adotta il limite $w_1 = 0.2$ mm per tutti gli elementi strutturali analizzati nella presente relazione.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV06- Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	47

8.2.1 Limitazione delle tensioni

La verifica riguarda il controllo degli stati tensionali ed è soddisfatta se risultano rispettati i seguenti limiti:

- $\sigma_c \leq 0.40 f_{ck}$ (Combinazione Quasi Permanente)
- $\sigma_s \leq 0.75 f_{yk}$ (Combinazione Quasi Permanente)
- $\sigma_c \leq 0.55 f_{ck}$ (Combinazione Caratteristica)
- $\sigma_s \leq 0.75 f_{yk}$ (Combinazione Caratteristica)

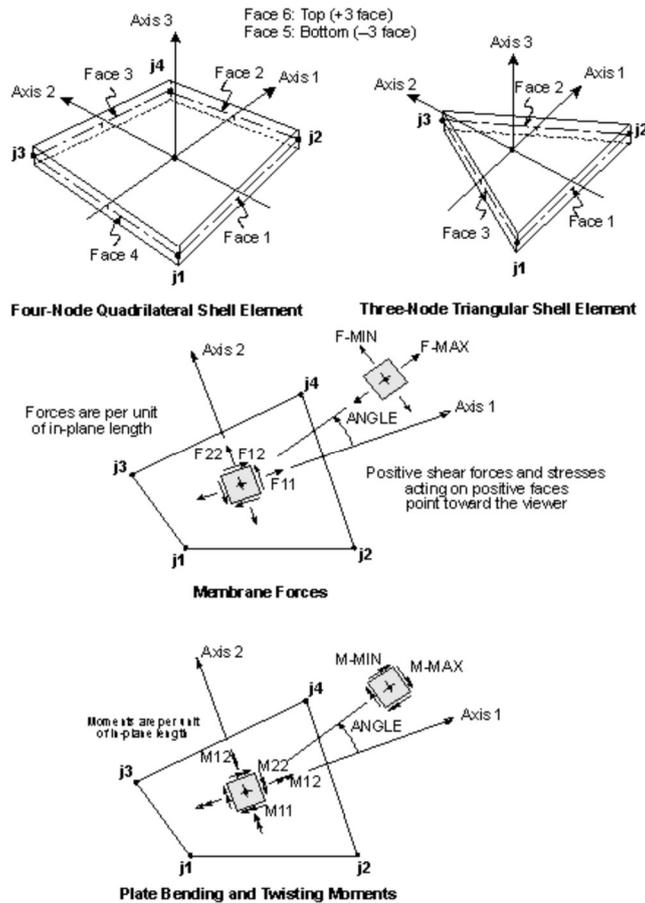
**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	48

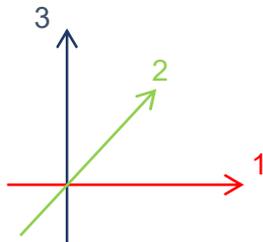
9. ANALISI STRUTTURALE: CRITERI GENERALI

9.1 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Si riportano le sollecitazioni degli elementi shell costituenti il modello di analisi, in particolare le sollecitazioni fanno riferimento alle convenzioni sugli assi locali indicate nelle immagini sottostanti:



In particolare gli assi locali seguono la regola della mano destra e possono essere schematizzati come segue:



Le unità di misura sono:

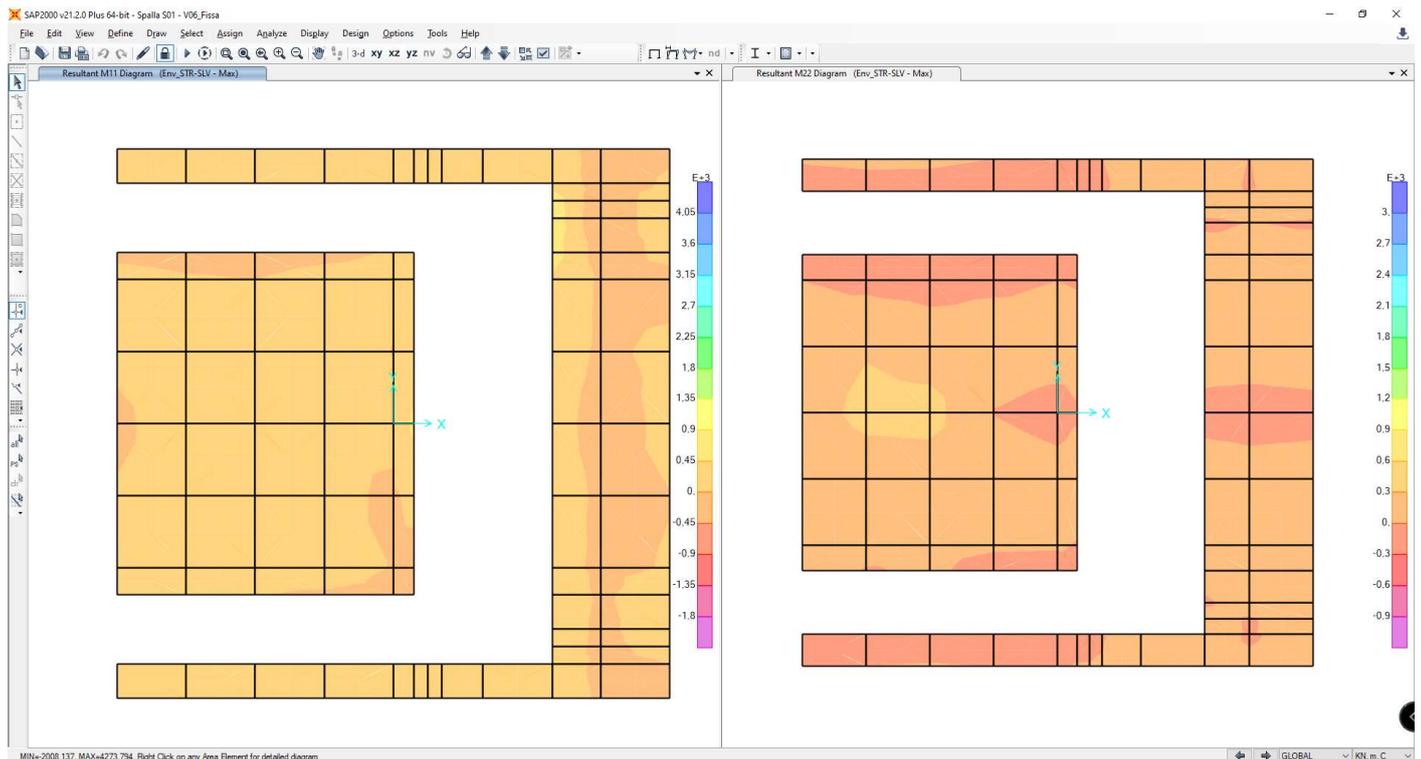
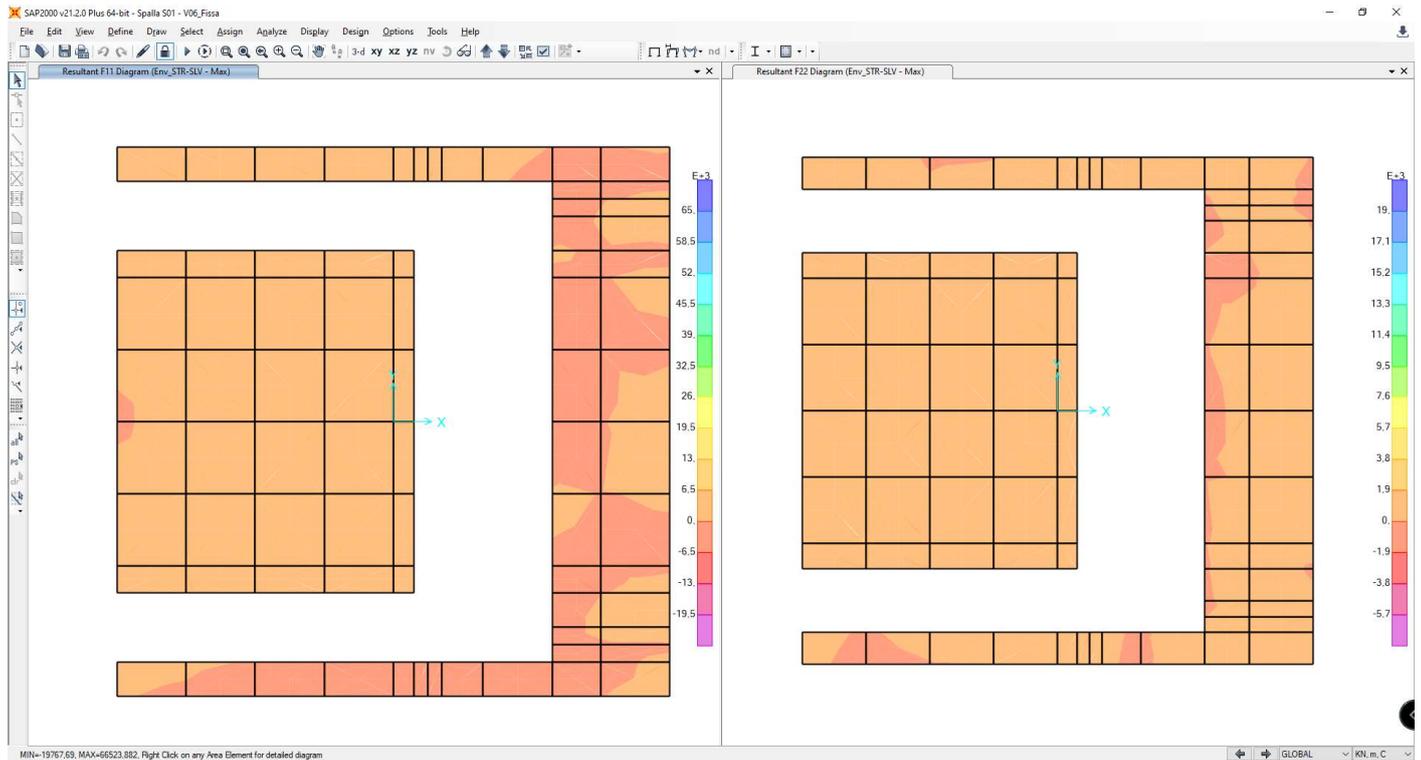
Forze kN
Momenti kMm

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	49

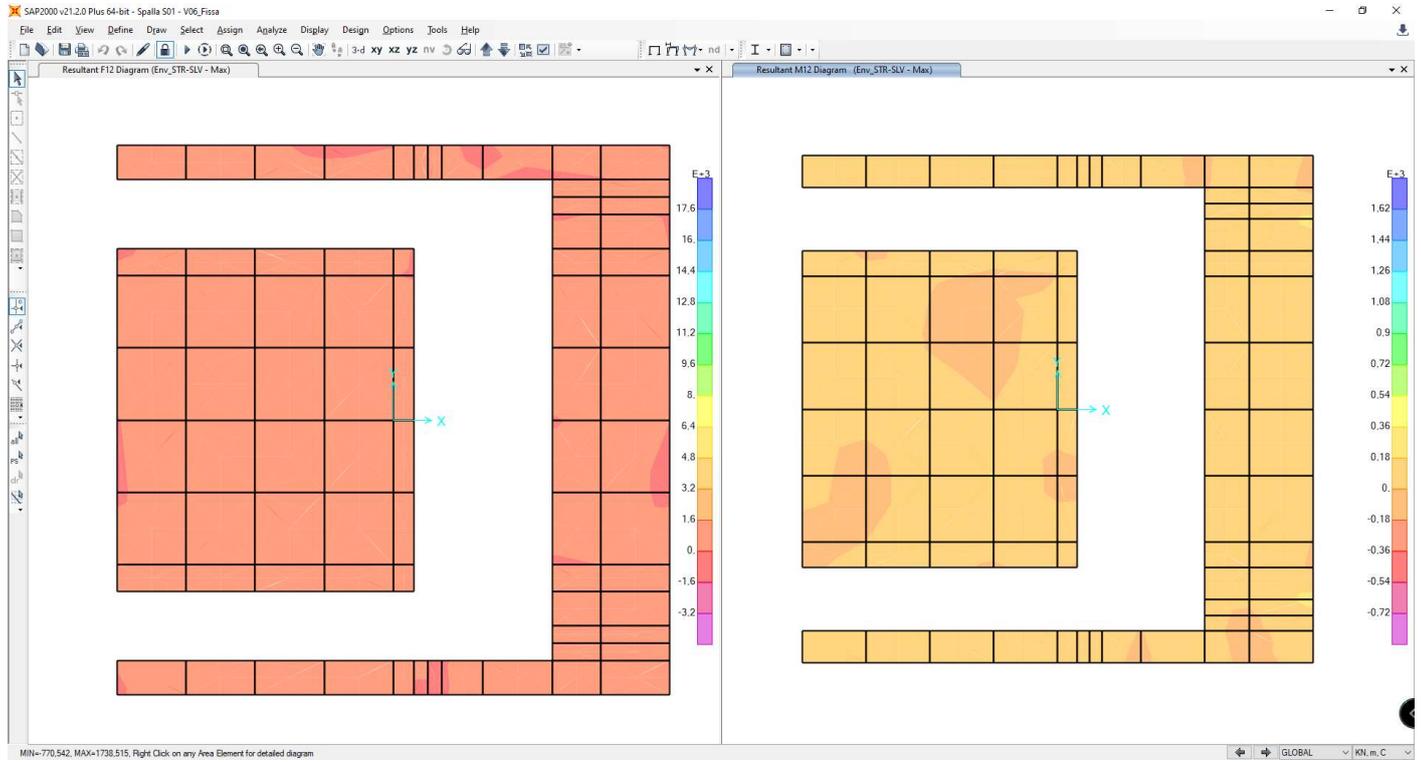
9.1.1 SOLLECITAZIONI

Fondazioni

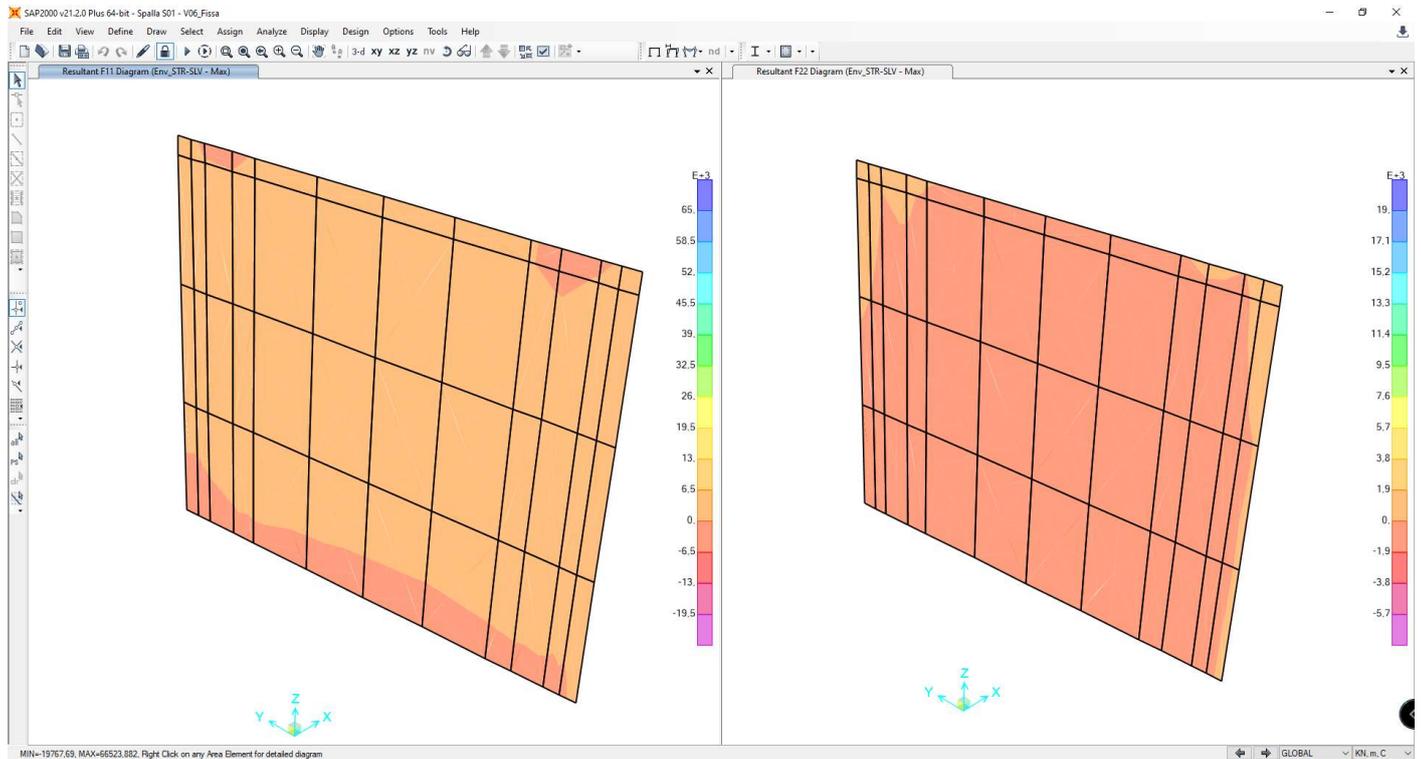


**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	50

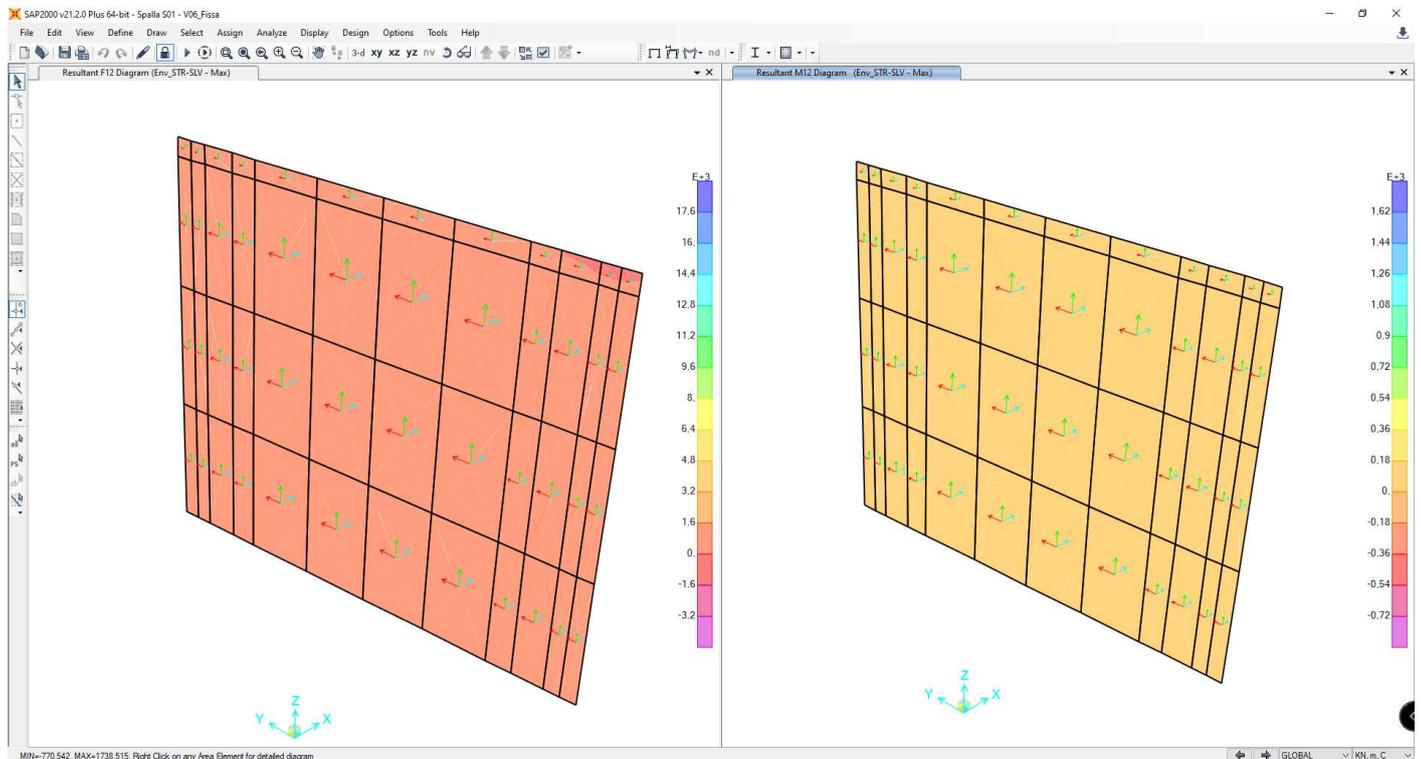
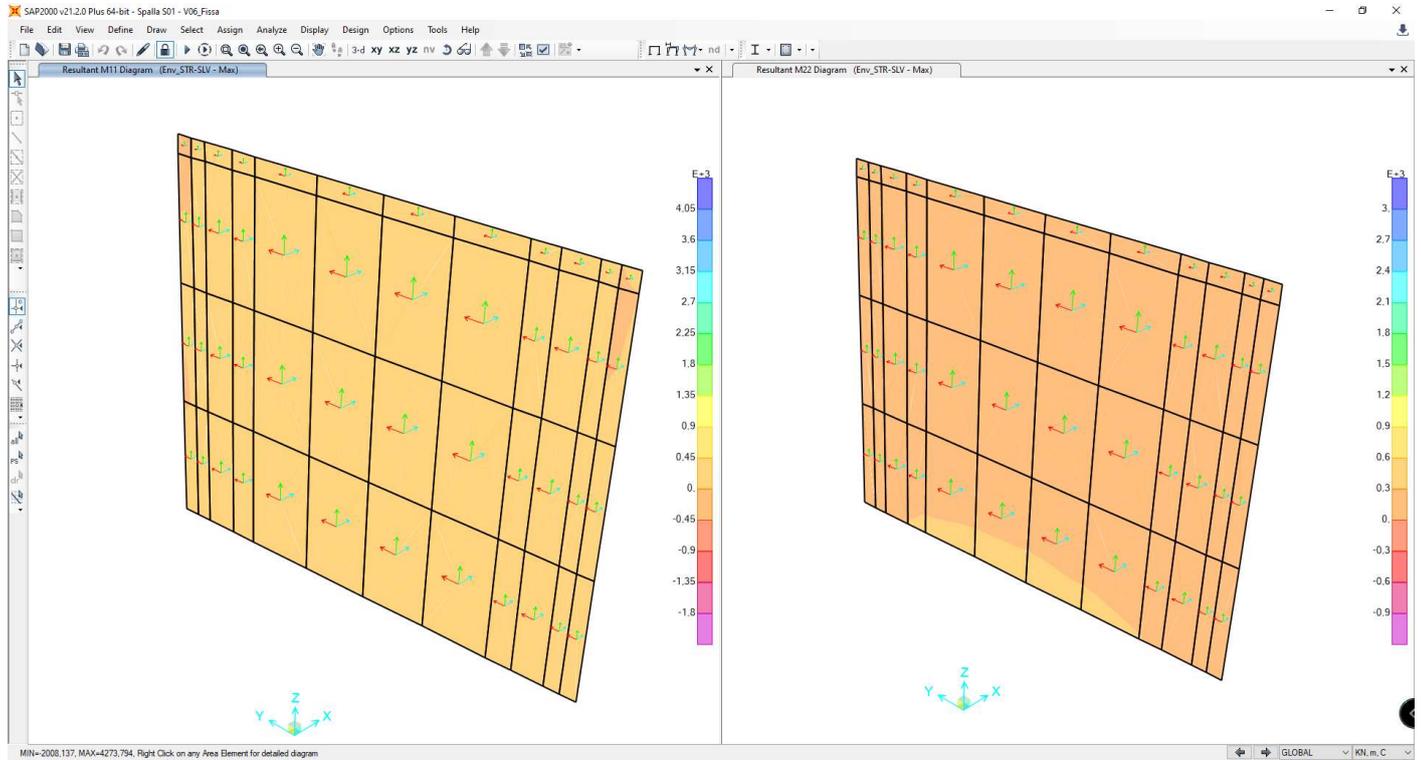


Muro frontale



**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

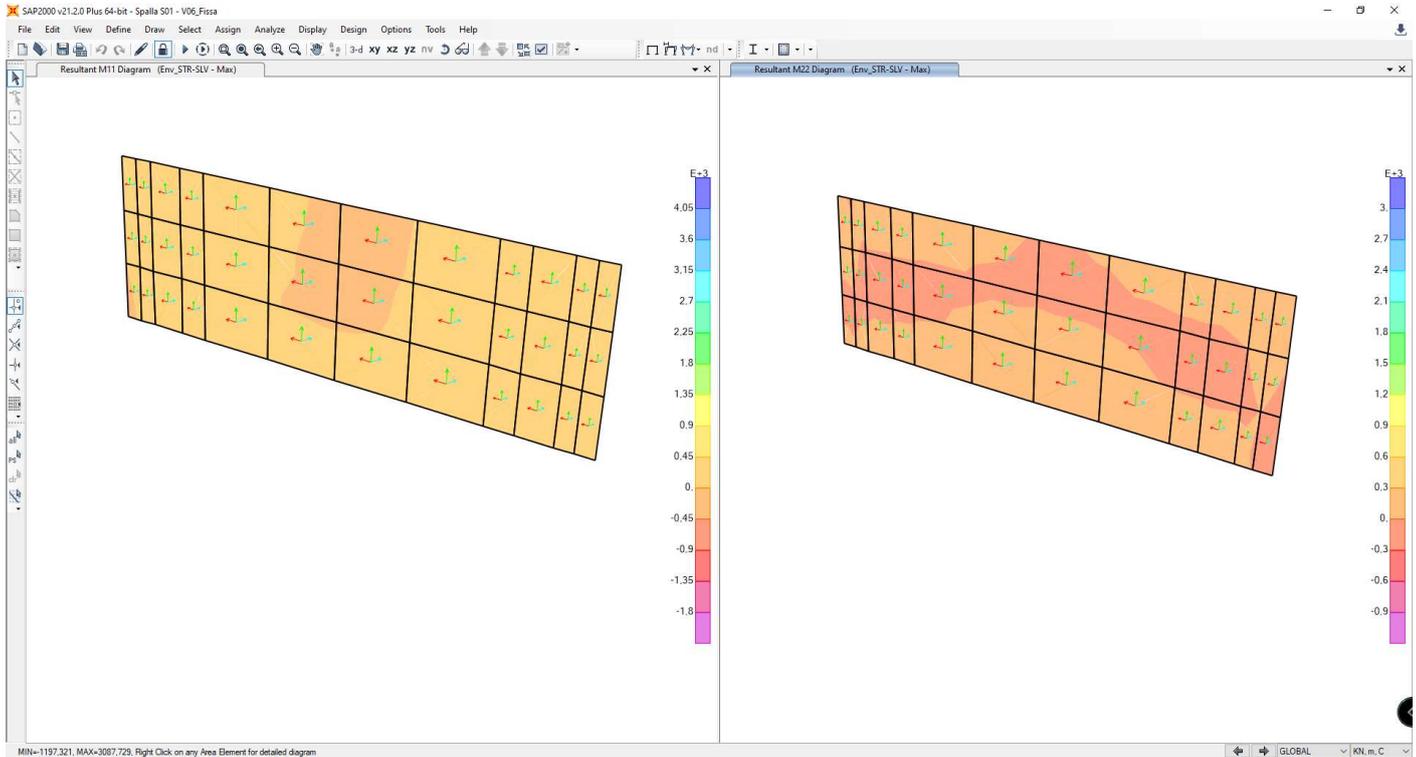
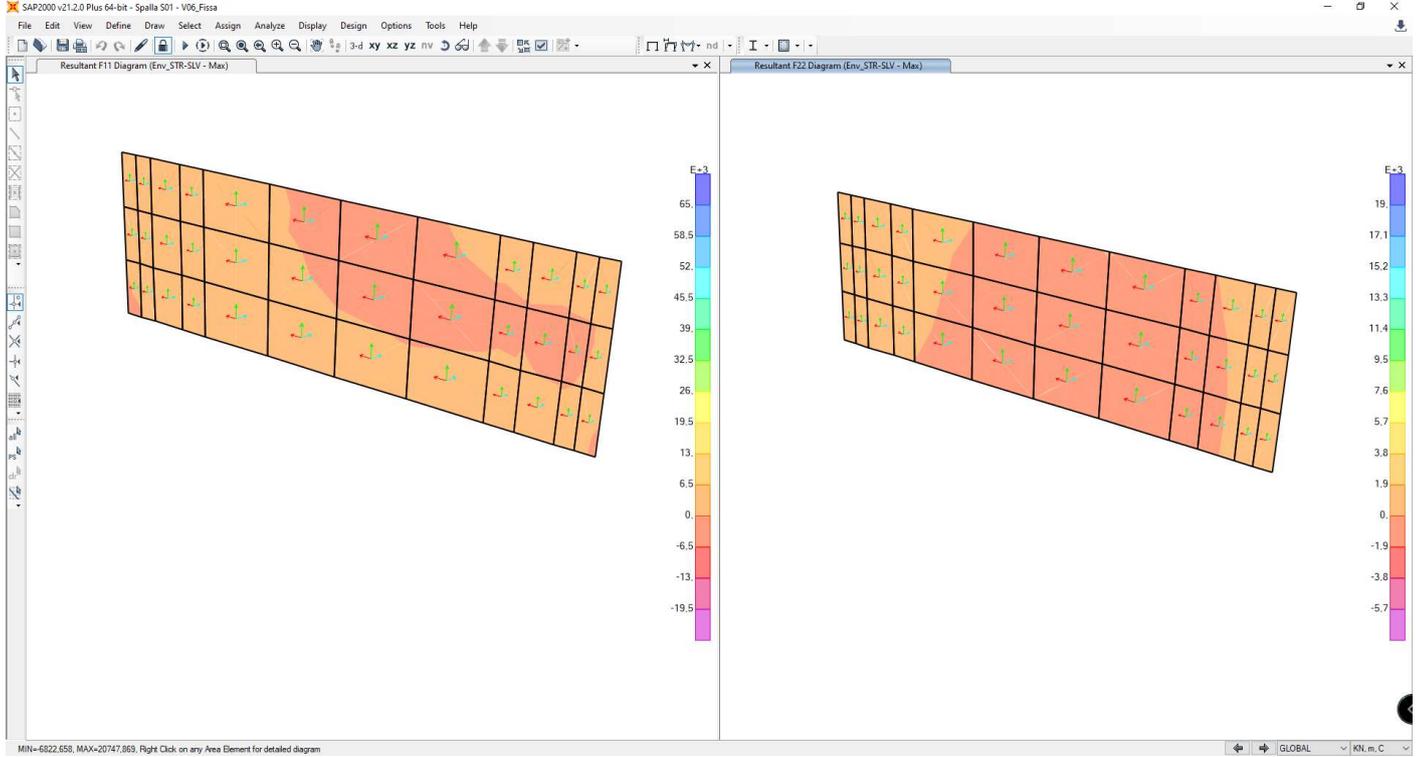
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	51



**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

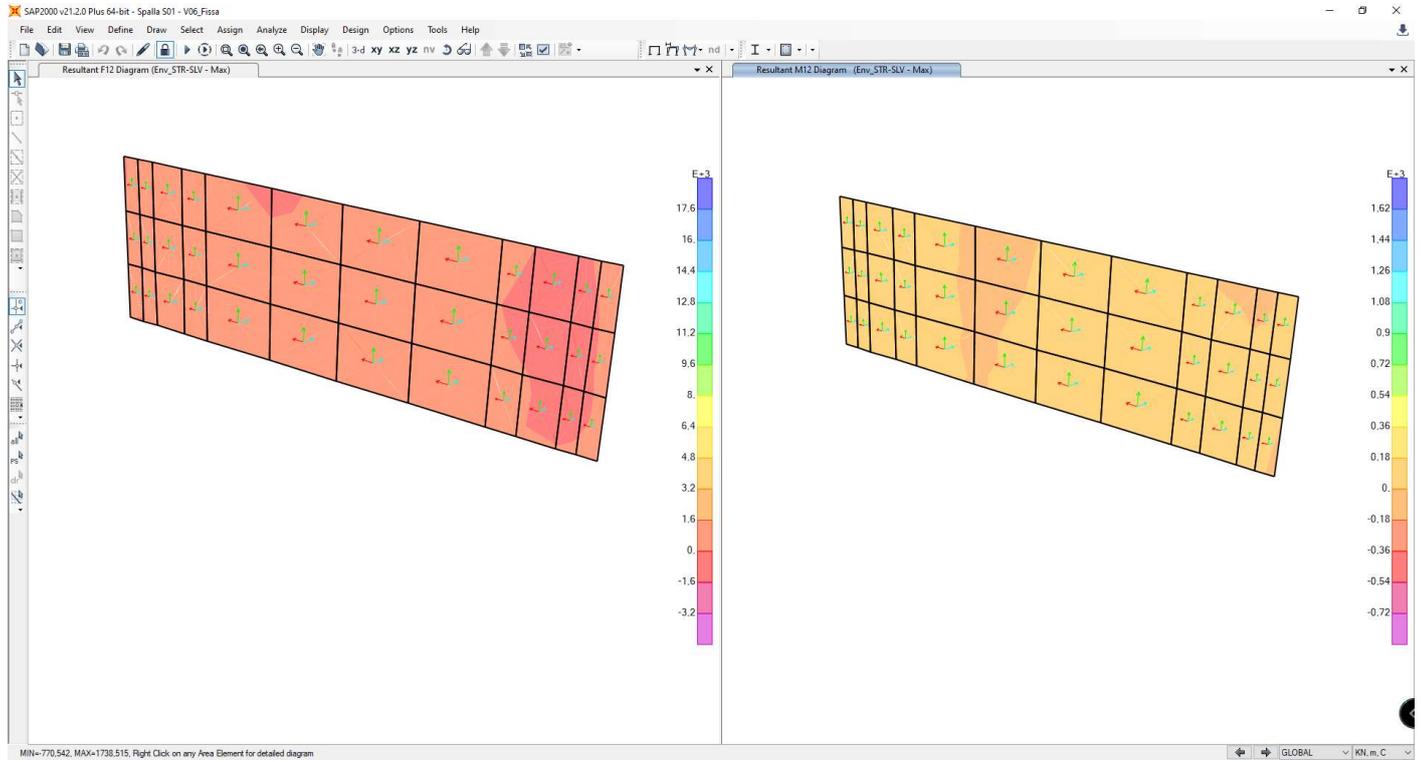
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	52

Paraghiaia

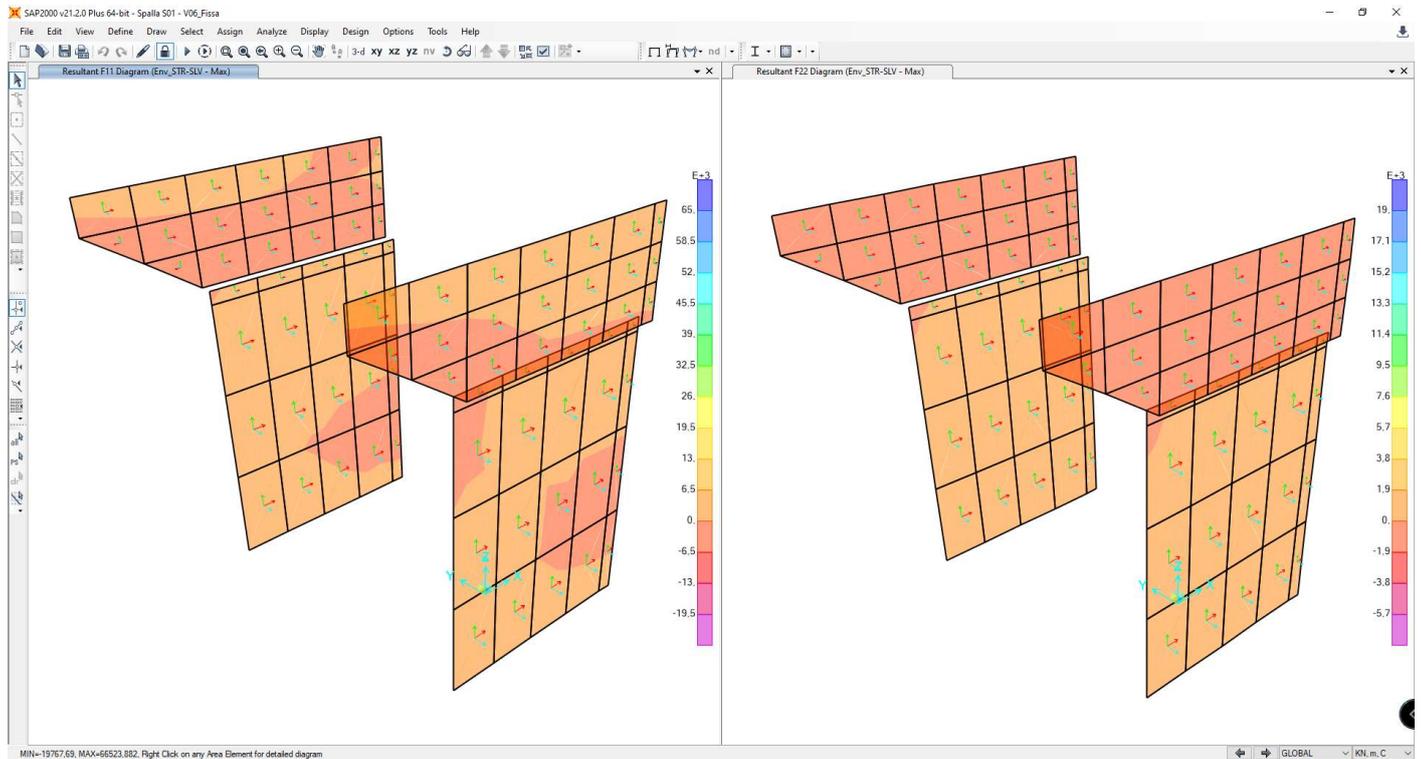


**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	53

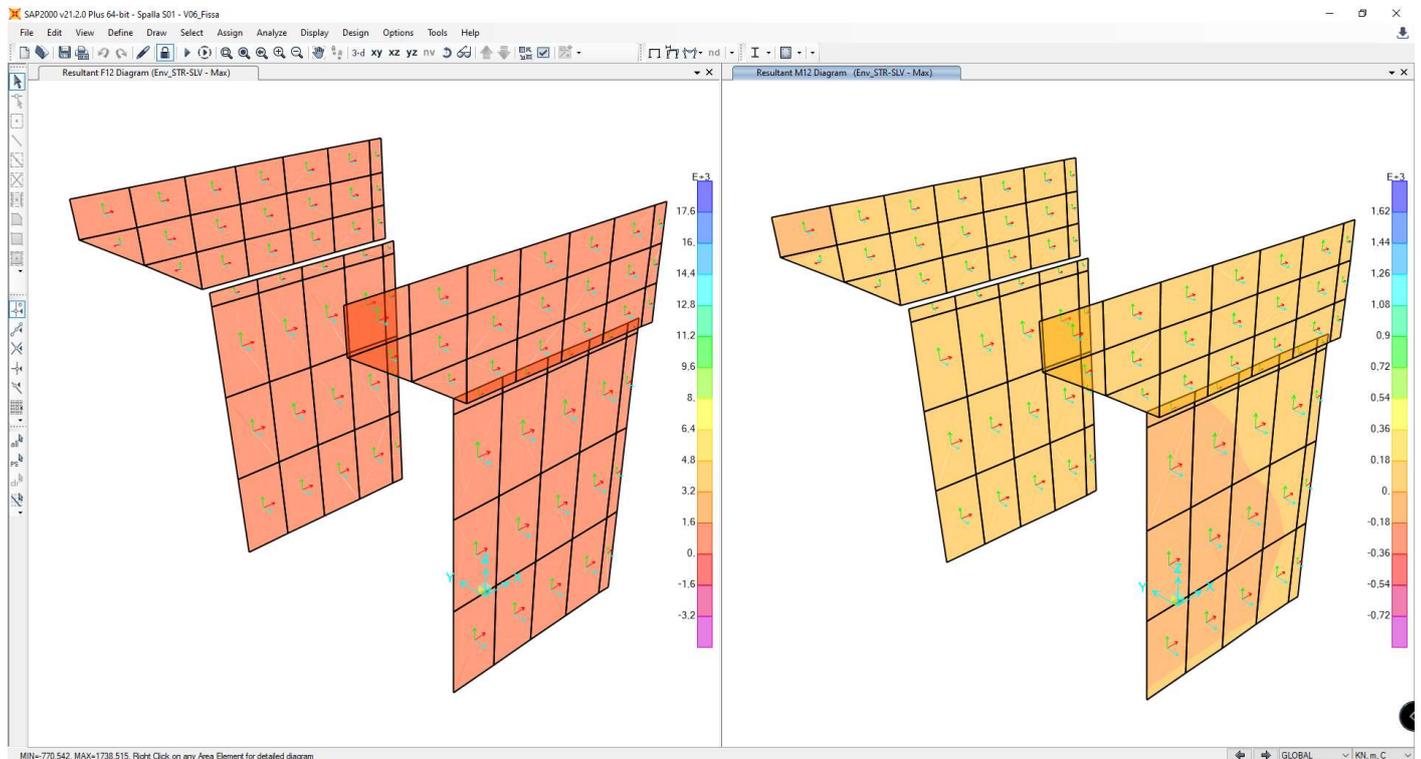
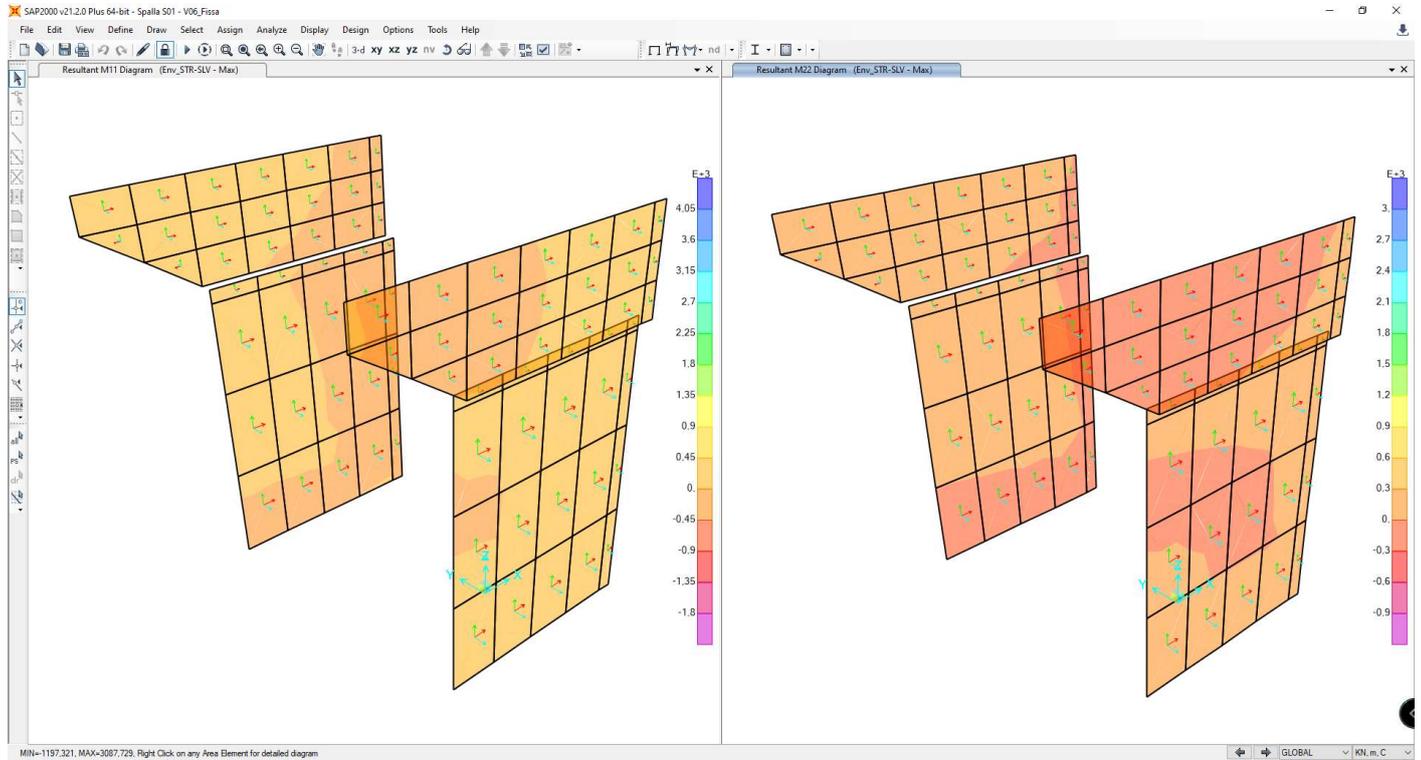


Muri andatori



**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	54



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	55

Come previsto al § 4.1.2.1.2.4 delle NTC con riferimento alla generica sezione, la verifica di resistenza allo SLU si esegue controllando che:

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

M_{Rd} valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed}
 N_{Ed} valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale)
 M_{Ed} valore di calcolo della componente flettente dell'azione

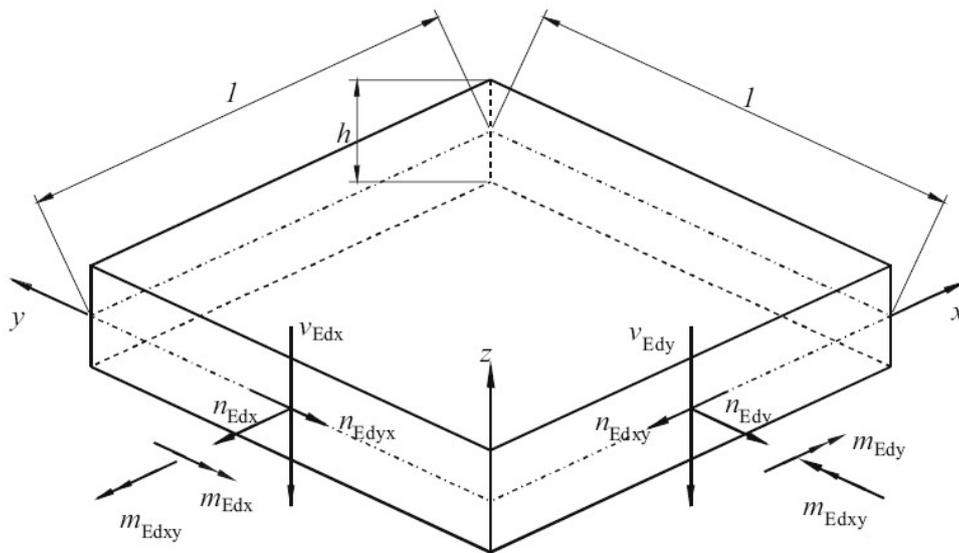
Verifiche per elementi shell

La verifica degli elementi bidimensionali in c.a. mediante il cosiddetto modello "sandwich" segue le procedure indicate nelle UNI EN 1992-1-1:2005 (annex F) e UNI EN 1992-2:2006 (§6.109 + annex LL), alle quali si rimanda per i dettagli specifici.

In sostanza l'analisi del guscio viene ricondotta a quella di membrane in c.a., ripartendo le azioni interne mediante un'opportuna scelta dei bracci delle azioni interne per le varie componenti di sollecitazione.

Algoritmi e formule di verifica

Ipotizziamo, senza ledere la generalità, che le armature siano disposte lungo gli assi locali x e y (figura seguente)



Verifica armatura longitudinale

Nel caso di lastra le sollecitazioni di verifica delle armature sono calcolate come indicato nell'appendice F EC2-2005, ovvero, a vantaggio di sicurezza con le seguenti espressioni:

$$n'dx = n_{Edx} + |n_{Edxy}| \quad (1a)$$

$$n'dy = n_{Edy} + |n_{Edxy}| \quad (1b)$$

con n_{Edy} positiva se di trazione.

Nel caso di piastra i momenti di verifica delle armature sono calcolati, a vantaggio di sicurezza, con le seguenti espressioni [1] [2]:

$$m'dx = m_{Edx} \pm |m_{Edxy}| \quad (2a)$$

$$m'dy = m_{Edy} \pm |m_{Edxy}| \quad (2a)$$

Nel caso generale sono utilizzate entrambe le sollecitazioni calcolate con le (1) e le (2), e la verifica è eseguita a presso-tenso-flessione.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
IV06- Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	56

Verifica calcestruzzo

Le verifiche vengono condotte con esito positivo quando le sollecitazioni delle combinazioni ricadono nel dominio di rottura della sezione nelle due direzioni principali.

Per il solo fine di verifica del calcestruzzo, nella generica sezione con direzione φ , si considera presente l'armatura:

$$As\varphi = Asx \cos^2 \varphi + Asy \sin^2 \varphi \quad (3)$$

utilizzando sostanzialmente il metodo della linea di rottura di Johansen [3].

Il procedimento appena illustrato è utilizzato sia per le verifiche SLU che per le verifiche SLE .

Nel caso di verifiche SLU, a rigor di logica, è necessaria la verifica di eventuali puntoni di calcestruzzo che si possono creare per effetto di un modello locale puntone-tirante [4][5][6].

Nel caso di lastre la verifica dei puntoni di calcestruzzo è effettuata con la formula:

$$ncd = 2 | nEdxy | < v \cdot fcd \cdot h \quad (F.4 EC2-2005)$$

Nel caso generico, per la verifica dei puntoni di calcestruzzo, si utilizza il modello a sandwich descritto nell'allegato LL EC2 -2005 parte 2, formule: (LL.137) – (LL.142).

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	57

9.2 VERIFICHE STRUTTURALI SPALLE

9.2.1 Muro frontale

Il muro frontale ha uno spessore di 200 cm e si assume un'armatura verticale a flessione composta da uno strato di barre $\phi 26/20$ in zona tesa, $\phi 26/20$ in zona compressa più un'armatura orizzontale a flessione composta da uno strato di barre $\phi 26/20$ in zona tesa, $\phi 26/20$ in zona compressa e spille $\phi 12/40 \times 40$ cm per il taglio.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	2000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

VERIFICHE A FLESSIONE SLU DIREZIONE 1 ORIZZONTALE

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i	z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm	
1	5	20	60,00	1571	1440	1940	
2	5	20	1940,00	1571	-1440	60	
3				0	0	0	
4				0	0	0	
5				0	0	0	
6				0	0	0	

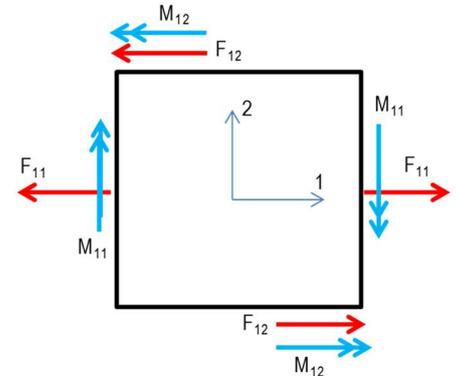
**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	58

Sollecitazioni spalla Fissa

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

[kN]	[kNm]	[kN]	[m]
244	114	-26	4,66E-01
-32	70	4	-2,23E+00
129	124	-41	9,58E-01
98	-58	-1	-5,93E-01
69	47	105	6,75E-01
80	39	-101	4,84E-01
1,90	28,59	6,93	1,50E+01
-0,81	14,85	4,47	-1,83E+01



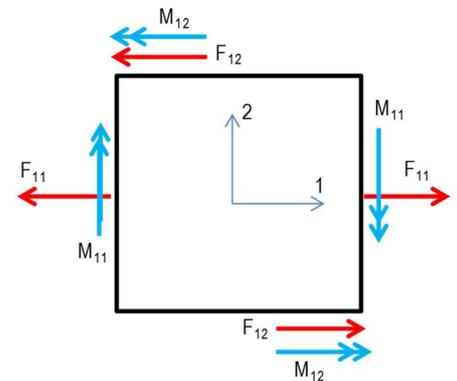
$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

Sollecitazioni spalla mobile

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
263	102	-26	3,88E-01
-19	51	2	-2,67E+00
263	102	-26	3,88E-01
65	-43	13	-6,58E-01
48	28	104	5,90E-01
99	32	-101	3,21E-01
0,13	27,88	-2,76	2,10E+02
-0,44	42,22	4,41	-9,54E+01



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	244.00	114.00	-26.00	0.00
2	-32.00	70.00	4.00	0.00
3	129.00	124.00	-41.00	0.00
4	98.00	-58.00	-1.00	0.00
5	69.00	47.00	105.00	0.00
6	80.00	39.00	-101.00	0.00
7	263.00	102.00	-26.00	0.00
8	-19.00	51.00	2.00	0.00
9	263.00	102.00	-26.00	0.00
10	65.00	-43.00	13.00	0.00
11	48.00	28.00	104.00	0.00
12	99.00	32.00	-101.00	0.00

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	59

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	244.00	114.00	243.80	2125.51	18.645	163.5	0.19	0.70	26.5 (28.8)
2	S	-32.00	70.00	-32.06	1893.57	27.051	167.7	0.17	0.70	26.5 (28.8)
3	S	129.00	124.00	129.16	2029.79	16.369	165.2	0.18	0.70	26.5 (28.8)
4	S	98.00	-58.00	98.23	-2003.80	34.548	34.4	0.18	0.70	26.5 (28.8)
5	S	69.00	47.00	69.19	1979.34	42.114	166.1	0.17	0.70	26.5 (28.8)
6	S	80.00	39.00	79.92	1988.38	50.984	165.9	0.17	0.70	26.5 (28.8)
7	S	263.00	102.00	262.91	2141.38	20.994	163.2	0.19	0.70	26.5 (28.8)
8	S	-19.00	51.00	-19.04	1904.64	37.346	167.5	0.17	0.70	26.5 (28.8)
9	S	263.00	102.00	262.91	2141.38	20.994	163.2	0.19	0.70	26.5 (28.8)
10	S	65.00	-43.00	64.89	-1975.72	45.947	33.9	0.17	0.70	26.5 (28.8)
11	S	48.00	28.00	47.83	1961.31	70.047	166.4	0.17	0.70	26.5 (28.8)
12	S	99.00	32.00	98.77	2004.26	62.633	165.6	0.18	0.70	26.5 (28.8)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

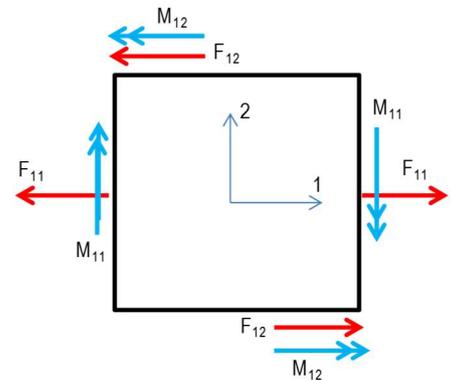
ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit.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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00045	200.0	0.00039	195.0	-0.00196	5.0
2	0.00039	200.0	0.00033	195.0	-0.00196	5.0
3	0.00043	200.0	0.00036	195.0	-0.00196	5.0
4	0.00042	0.0	0.00036	5.0	-0.00196	195.0
5	0.00041	200.0	0.00035	195.0	-0.00196	5.0
6	0.00041	200.0	0.00035	195.0	-0.00196	5.0
7	0.00045	200.0	0.00039	195.0	-0.00196	5.0
8	0.00039	200.0	0.00033	195.0	-0.00196	5.0
9	0.00045	200.0	0.00039	195.0	-0.00196	5.0
10	0.00041	0.0	0.00035	5.0	-0.00196	195.0
11	0.00041	200.0	0.00035	195.0	-0.00196	5.0
12	0.00042	200.0	0.00036	195.0	-0.00196	5.0

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04		PROGR 001

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 1 ORIZZONTALE

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	132	72	-71	5,44E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-23	52	3	-2,23E+00
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	95	91	-31	9,61E-01
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	55	-7	17	-1,21E-01
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	71	45	66	6,35E-01
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	123	68	-71	5,54E-01
Massima eccentricità in direzione 1	2,55	57,46	7,21	2,25E+01
Minima eccentricità in direzione 1	-1,94	57,79	4,57	-2,98E+01



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-132.00	72.00
2	23.00	52.00
3	-95.00	91.00
4	-55.00	-7.00
5	-71.00	45.00
6	-123.00	68.00
7	-3.00	57.00
8	2.00	58.00

RISULTATI DEL CALCOLO

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\emptyset/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.04	200.0	-0.17	0.0	-2.4	194.0	0.0	0	53.1	0.0
2	S	0.08	200.0	-0.06	0.0	-0.9	194.0	0.0	0	26.5	0.0
3	S	0.08	200.0	-0.17	0.0	-2.5	194.0	0.0	0	26.5	0.0
4	S	-0.02	0.0	-0.04	200.0	-0.5	6.0	0.0	0	0.0	0.0
5	S	0.03	200.0	-0.10	0.0	-1.4	194.0	0.0	0	26.5	0.0

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B

VERIFICHE A FLESSIONE DIREZIONE 2 VERTICALE

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

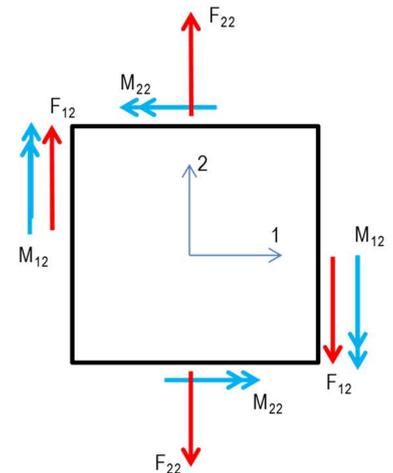
N° Strato	N° Ferri	Diametro	z _i	Area	0.5h - z _i	z' _i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	26	83,00	2655	917	1917
2	5	26	1917,00	2655	-917	83
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

Sollecitazioni spalla Fissa

Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Massima eccentricità in direzione 2
 Minima eccentricità in direzione 2

F _{d2} [kN]	M _{d2} [kNm]	V _{d2} [kN]	e ₂ [m]
197	12	-1	6,23E-02
-362	154	94	-4,24E-01
-276	273	135	-9,89E-01
-166	-9	-1	5,63E-02
-269	268	138	5,63E-02
-102	91	-106	-8,90E-01
0,76	73,03	14,56	9,58E+01
-0,57	48,46	-40,09	-8,54E+01



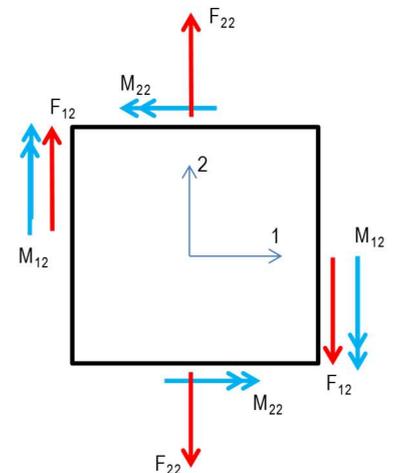
$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$

Sollecitazioni spalla mobile

Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Massima eccentricità in direzione 2
 Minima eccentricità in direzione 2

F _{d2} [kN]	M _{d2} [kNm]	V _{d2} [kN]	e ₂ [m]
196	23	-13	1,18E-01
-302	77	85	-2,54E-01
-215	186	123	-8,65E-01
-166	-15	-1	9,26E-02
-207	184	124	9,26E-02
-67	55	-120	-8,20E-01
0,47	51,62	-65,70	1,10E+02
-0,50	35,95	-92,32	-7,12E+01



$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	63

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	197.00	12.00	-1.00	0.00
2	-362.00	154.00	94.00	0.00
3	-276.00	273.00	135.00	0.00
4	-166.00	-9.00	-1.00	0.00
5	-269.00	268.00	138.00	0.00
6	-102.00	91.00	-106.00	0.00
7	196.00	23.00	-13.00	0.00
8	-302.00	77.00	85.00	0.00
9	-215.00	186.00	123.00	0.00
10	-166.00	-15.00	-1.00	0.00
11	-207.00	184.00	124.00	0.00
12	-67.00	55.00	-120.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	197.00	12.00	197.15	2057.59	171.466	164.2	0.19	0.70	26.5 (28.5)
2	S	-362.00	154.00	-361.88	1581.11	10.267	173.5	0.14	0.70	26.5 (28.5)
3	S	-276.00	273.00	-275.85	1656.07	6.066	171.8	0.15	0.70	26.5 (28.5)
4	S	-166.00	-9.00	-166.14	-1750.74	194.527	30.1	0.16	0.70	26.5 (28.5)
5	S	-269.00	268.00	-268.80	1662.18	6.202	171.7	0.15	0.70	26.5 (28.5)
6	S	-102.00	91.00	-101.87	1805.75	19.843	168.8	0.16	0.70	26.5 (28.5)
7	S	196.00	23.00	196.03	2056.66	89.420	164.2	0.19	0.70	26.5 (28.5)
8	S	-302.00	77.00	-302.01	1633.35	21.212	172.3	0.14	0.70	26.5 (28.5)
9	S	-215.00	186.00	-214.91	1708.78	9.187	170.7	0.15	0.70	26.5 (28.5)
10	S	-166.00	-15.00	-166.14	-1750.74	116.716	30.1	0.16	0.70	26.5 (28.5)
11	S	-207.00	184.00	-207.14	1715.47	9.323	170.6	0.15	0.70	26.5 (28.5)
12	S	-67.00	55.00	-66.85	1835.59	33.374	168.2	0.16	0.70	26.5 (28.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

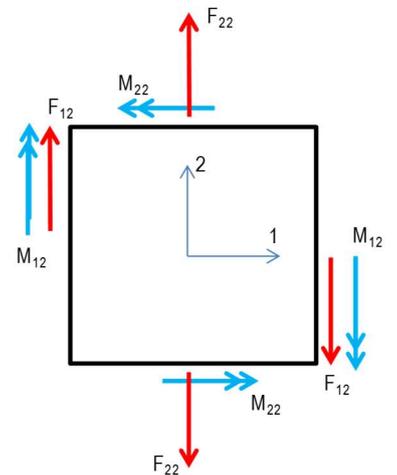
MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILI & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	64

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00045	200.0	0.00036	192.7	-0.00196	7.3
2	0.00031	200.0	0.00023	192.7	-0.00196	7.3
3	0.00034	200.0	0.00025	192.7	-0.00196	7.3
4	0.00036	0.0	0.00027	7.3	-0.00196	192.7
5	0.00034	200.0	0.00025	192.7	-0.00196	7.3
6	0.00038	200.0	0.00029	192.7	-0.00196	7.3
7	0.00045	200.0	0.00036	192.7	-0.00196	7.3
8	0.00033	200.0	0.00024	192.7	-0.00196	7.3
9	0.00035	200.0	0.00026	192.7	-0.00196	7.3
10	0.00036	0.0	0.00027	7.3	-0.00196	192.7
11	0.00035	200.0	0.00026	192.7	-0.00196	7.3
12	0.00039	200.0	0.00030	192.7	-0.00196	7.3

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 2 VERTICALE

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	97	29	-17	2,96E-01
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-263	111	69	-4,21E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-261	112	70	-4,28E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-123	-7	-1	5,63E-02
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-218	82	77	5,63E-02
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-76	67	-78	-8,90E-01
Massima eccentricità in direzione 2	0,90	37,01	-35,14	4,11E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-1,90	35,70	-29,65	-1,88E+01



$$F_{d2} = F_{22} + |F_{12}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{12}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-97.00	29.00
2	263.00	111.00
3	261.00	112.00
4	123.00	-7.00
5	218.00	82.00

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HY pro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

VERIFICHE A TAGLIO

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	105,4	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	137,7	kN

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,320	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,322	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,320	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,322	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	1571	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	1571	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	2655	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	2655	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00081	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00138	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00081	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00138	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,051	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	428,8	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	522,3	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	428,8	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	522,3	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,25	-
	$\delta_{2,pos}$	=	0,26	-
	$\delta_{1,neg}$	=	0,00	-
	$\delta_{2,neg}$	=	0,00	-

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	67

9.2.2 Paragliaia

Il paragliaia ha spessore di 40 cm e si assume un'armatura verticale a flessione composta da uno strato di barre $\phi 16/10$ in zona tesa, $\phi 16/20$ in zona compressa e un'armatura orizzontale a flessione composta da uno strato di barre $\phi 12/20$ in zona tesa, $\phi 12/20$ in zona compressa e spille $\phi 8/40 \times 40$ cm per il taglio.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	400,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

VERIFICHE A FLESSIONE SLU DIREZIONE 1 ORIZZONTALE

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

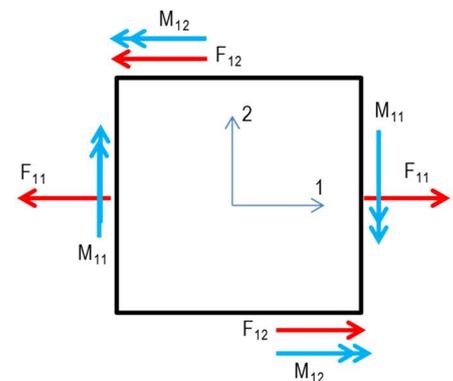
N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i	z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm	
1	5	12	56,00	565	144	344	
2	5	12	344,00	565	-144	56	
3				0	0	0	
4				0	0	0	
5				0	0	0	
6				0	0	0	

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	68

Sollecitazioni

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
74	12	89	1,55E-01
-50	-3	-4	5,42E-02
48	41	46	8,55E-01
-47	-12	13	2,65E-01
74	12	89	1,55E-01
41	15	-40	3,76E-01
0,02	4,57	-14,69	2,29E+02
-0,52	11,87	10,47	-2,27E+01



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	74.00	12.00	89.00	0.00
2	-50.00	-3.00	-4.00	0.00
3	48.00	41.00	46.00	0.00
4	-47.00	-12.00	13.00	0.00
5	74.00	12.00	89.00	0.00
6	41.00	15.00	-40.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	74.00	12.00	73.80	83.92	6.993	32.3	0.22	0.72	5.7 (5.2)
2	S	-50.00	-3.00	-49.86	-63.70	21.235	6.1	0.17	0.70	5.7 (5.2)
3	S	48.00	41.00	48.26	79.81	1.947	32.6	0.21	0.70	5.7 (5.2)
4	S	-47.00	-12.00	-46.81	-64.22	5.351	6.1	0.17	0.70	5.7 (5.2)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	69

5	S	74.00	12.00	73.80	83.92	6.993	32.3	0.22	0.72	5.7 (5.2)
6	S	41.00	15.00	41.16	78.67	5.245	32.7	0.21	0.70	5.7 (5.2)

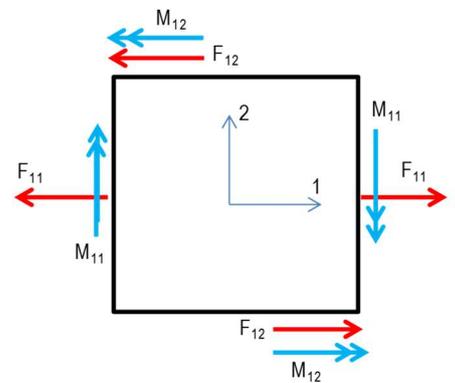
DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00055	40.0	0.00019	35.0	-0.00196	5.0
2	0.00041	0.0	0.00007	5.0	-0.00196	35.0
3	0.00052	40.0	0.00017	35.0	-0.00196	5.0
4	0.00041	0.0	0.00007	5.0	-0.00196	35.0
5	0.00055	40.0	0.00019	35.0	-0.00196	5.0
6	0.00052	40.0	0.00016	35.0	-0.00196	5.0

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 1 ORIZZONTALE

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	54	8	64	1,58E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-37	-2	-3	5,39E-02
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	34	30	33	8,80E-01
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-34	-7	11	2,09E-01
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	54	8	64	1,58E-01
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	29	11	-29	3,81E-01
Massima eccentricità in direzione 1	0,25	5,76	-3,45	2,33E+01
Minima eccentricità in direzione 1	-0,01	2,74	-4,32	-5,48E+02



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-54.00	8.00
2	37.00	-2.00
3	-34.00	30.00
4	34.00	-7.00
5	-54.00	8.00
6	-29.00	11.00

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	71

VERIFICHE A FLESSIONE SLU DIREZIONE 2 VERTICALE

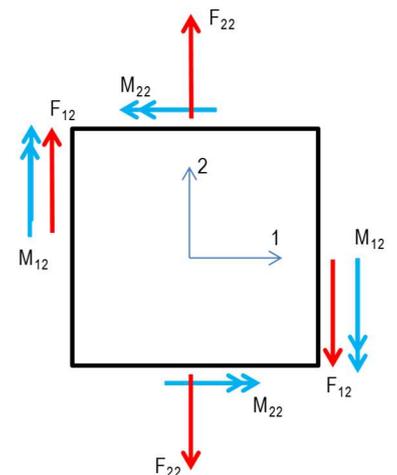
Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	16	70,00	1005	130	330
2	10	16	330,00	2011	-130	70
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

$z_i =$ distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

Sollecitazioni

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	48	3	-20	6,60E-02
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-21	-4	11	1,70E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-14	35	79	-2,58E+00
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	14	-14	-11	-9,82E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-14	35	79	-9,82E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	22	21	-92	9,68E-01
Massima eccentricità in direzione 2	0,04	3,29	-16,64	8,78E+01
Minima eccentricità in direzione 2	0,00	0,81	-1,68	-1,61E+02



$$F_{d2} = F_{22} + |F_{12}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{12}|$$

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	48.00	3.00	-20.00	0.00
2	-21.00	-4.00	11.00	0.00
3	-14.00	35.00	79.00	0.00
4	14.00	-14.00	-11.00	0.00
5	-14.00	35.00	79.00	0.00
6	22.00	21.00	-92.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	72

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	48.00	3.00	48.17	242.06	71.482	28.1	0.35	0.88	20.1 (5.1)
2	S	-21.00	-4.00	-20.84	-118.09	23.845	8.0	0.23	0.73	10.1 (5.1)
3	S	-14.00	35.00	-13.77	233.43	6.779	28.5	0.34	0.86	20.1 (5.1)
4	S	14.00	-14.00	14.00	-123.46	8.883	8.3	0.24	0.74	10.1 (5.1)
5	S	-14.00	35.00	-13.77	233.43	6.779	28.5	0.34	0.86	20.1 (5.1)
6	S	22.00	21.00	21.91	238.43	11.266	28.3	0.34	0.87	20.1 (5.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

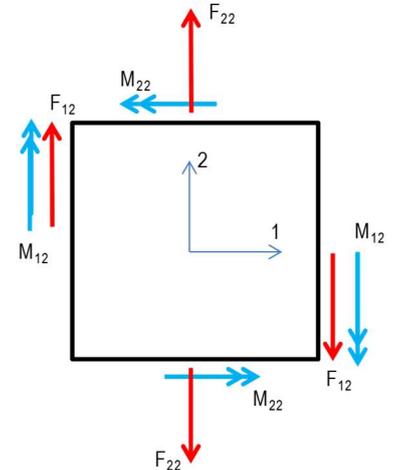
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00104	40.0	0.00054	34.2	-0.00196	5.8
2	0.00060	0.0	0.00017	5.8	-0.00196	34.2
3	0.00099	40.0	0.00049	34.2	-0.00196	5.8
4	0.00063	0.0	0.00019	5.8	-0.00196	34.2
5	0.00099	40.0	0.00049	34.2	-0.00196	5.8
6	0.00102	40.0	0.00052	34.2	-0.00196	5.8

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	73

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 2 VERTICALE

Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Massima eccentricità in direzione 2
 Minima eccentricità in direzione 2

F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
35	2	-14	6,52E-02
-16	-3	8	1,70E-01
15	15	-67	1,02E+00
10	-10	-8	-1,03E+00
-14	15	39	-1,03E+00
15	15	-67	1,02E+00
0,03	2,44	-12,33	9,75E+01
-0,01	1,18	-14,38	-1,58E+02



$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-35.00	2.00
2	16.00	-3.00
3	-15.00	15.00
4	-10.00	-10.00
5	14.00	15.00
6	-15.00	15.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	-0.02	40.0	-0.14	0.0	-1.8	33.0	0.0	0	5.7	0.0
2	S	0.13	0.0	-0.06	40.0	-0.4	7.0	0.0	0	0.0	0.0
3	S	0.47	40.0	-0.51	0.0	-5.1	33.0	0.0	0	5.7	0.0
4	S	0.30	0.0	-0.36	40.0	-3.7	7.0	0.0	0	5.7	0.0
5	S	0.54	40.0	-0.45	0.0	-4.2	33.0	0.0	0	5.7	0.0
6	S	0.47	40.0	-0.51	0.0	-5.1	33.0	0.0	0	5.7	0.0

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

Ver Esito verifica

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	74

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00000	-0.00001	----	----	----	----	----	37.13
2	S	0.00001	0.00000	----	----	----	----	----	-123.07
3	S	0.00004	-0.00004	----	----	----	----	----	74.80
4	S	0.00002	-0.00003	----	----	----	----	----	-71.19
5	S	0.00004	-0.00003	----	----	----	----	----	84.89
6	S	0.00004	-0.00004	----	----	----	----	----	74.80

VERIFICHE A TAGLIO

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	88,6	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	91,7	kN

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,756	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,765	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,756	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,765	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	565	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	565	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	2011	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	1005	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00162	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00588	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00162	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00294	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,000	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	129,1	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	195,0	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	129,1	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	154,8	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,69	-

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**IV06- Relazione di calcolo
spalle**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	75

$$\delta_{2, \text{pos}} = 0,47 -$$

$$\delta_{1, \text{neg}} = 0,00 -$$

$$\delta_{2, \text{nrg}} = 0,00 -$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	76

9.2.3 Muri andatori primo tratto

Il primo tratto del muro andatore presenta uno spessore di 100 cm e si assume un'armatura verticale a flessione composta da uno strato di barre $\phi 24/20$ in zona tesa, $\phi 24/20$ in zona compressa più un'armatura orizzontale a flessione composta da uno strato di barre $\phi 20/20$ in zona tesa, $\phi 20/20$ in zona compressa e spille $\phi 10/40 \times 40$ cm per il taglio.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1000,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

VERIFICHE A FLESSIONE DIREZIONE 1 SLU ORIZZONTALE

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

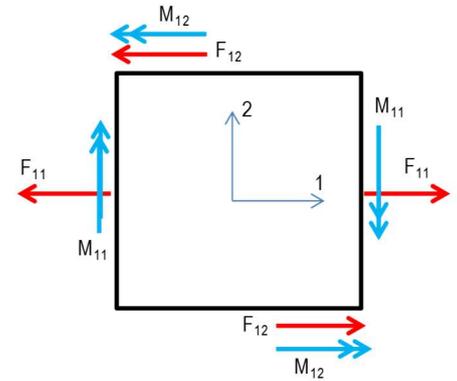
N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i	z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm	
1	5	20	60,00	1571	440	940	
2	5	20	940,00	1571	-440	60	
3				0	0	0	
4				0	0	0	
5				0	0	0	
6				0	0	0	

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA						
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B

Sollecitazioni spalla Fissa

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
306	-186	150	-6,08E-01
0	0	0	0,00E+00
38	135	21	3,52E+00
293	-201	154	-6,85E-01
118	-73	162	-6,24E-01
0	0	0	0,00E+00
0,43	26,34	25,88	6,20E+01
293,01	-200,75	153,77	-6,85E-01



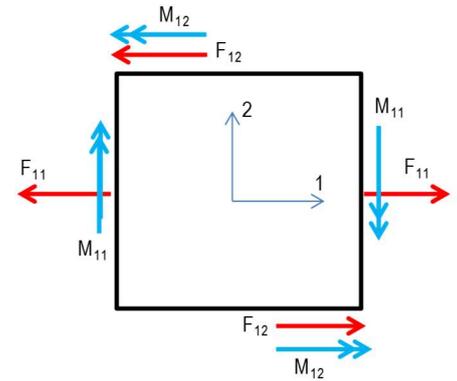
$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

Sollecitazioni spalla mobile

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
235	-159	134	-6,77E-01
-11	1	63	-8,33E-02
32	107	17	3,35E+00
235	-159	134	-6,77E-01
86	-59	153	-6,90E-01
41	-3	-8	-6,68E-02
2,87	21,87	35,99	7,63E+00
-8,56	21,17	16,73	-2,47E+00



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	306.00	-186.00	150.00	0.00
2	38.00	135.00	21.00	0.00
3	293.00	-201.00	154.00	0.00
4	118.00	-73.00	162.00	0.00
5	235.00	-159.00	134.00	0.00
6	-11.00	1.00	63.00	0.00
7	32.00	107.00	17.00	0.00
8	235.00	-159.00	134.00	0.00
9	86.00	-59.00	153.00	0.00
10	41.00	-3.00	-8.00	0.00

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	78

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	306.00	-186.00	305.84	-672.53	3.616	21.4	0.23	0.72	15.7 (14.1)
2	S	38.00	135.00	37.75	563.75	4.176	81.9	0.19	0.70	15.7 (14.1)
3	S	293.00	-201.00	293.29	-667.53	3.321	21.3	0.22	0.72	15.7 (14.1)
4	S	118.00	-73.00	117.80	-596.68	8.174	19.2	0.20	0.70	15.7 (14.1)
5	S	235.00	-159.00	235.28	-644.30	4.052	20.6	0.22	0.71	15.7 (14.1)
6	S	-11.00	1.00	-10.87	543.55	543.552	82.5	0.18	0.70	15.7 (14.1)
7	S	32.00	107.00	32.13	561.42	5.247	81.9	0.19	0.70	15.7 (14.1)
8	S	235.00	-159.00	235.28	-644.30	4.052	20.6	0.22	0.71	15.7 (14.1)
9	S	86.00	-59.00	85.75	-583.55	9.891	18.8	0.20	0.70	15.7 (14.1)
10	S	41.00	-3.00	41.12	-565.15	188.382	18.2	0.19	0.70	15.7 (14.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

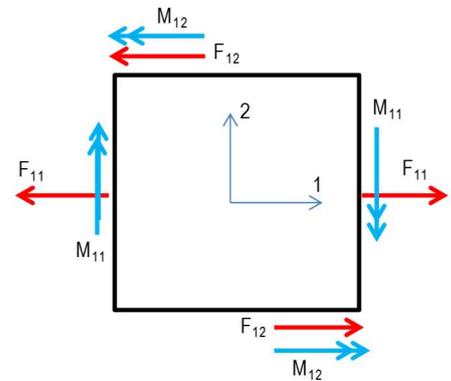
ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit.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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00057	0.0	0.00044	5.0	-0.00196	95.0
2	0.00046	100.0	0.00033	95.0	-0.00196	5.0
3	0.00057	0.0	0.00043	5.0	-0.00196	95.0
4	0.00050	0.0	0.00037	5.0	-0.00196	95.0
5	0.00054	0.0	0.00041	5.0	-0.00196	95.0
6	0.00044	100.0	0.00031	95.0	-0.00196	5.0
7	0.00046	100.0	0.00033	95.0	-0.00196	5.0
8	0.00054	0.0	0.00041	5.0	-0.00196	95.0
9	0.00048	0.0	0.00035	5.0	-0.00196	95.0
10	0.00046	0.0	0.00034	5.0	-0.00196	95.0

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	79

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 1 ORIZZONTALE

	F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	269	-290	133	-1,08E+00
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	0	0	0	0,00E+00
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	28	99	15	3,51E+00
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	269	-290	133	-1,08E+00
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	91	-119	153	-1,30E+00
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	0	0	0	0,00E+00
Massima eccentricità in direzione 1	0,32	19,51	19,17	6,15E+01
Minima eccentricità in direzione 1	83,60	-143,74	148,72	-1,72E+00



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-269.00	-290.00
2	-28.00	99.00
3	-269.00	-290.00
4	-91.00	-119.00
5	-15.00	15.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.31	0.0	-1.83	100.0	-24.6	6.0	0.0	0	5.7	0.0
2	S	0.51	100.0	-0.56	0.0	-7.5	94.0	0.0	0	0.0	0.0
3	S	1.31	0.0	-1.83	100.0	-24.6	6.0	0.0	0	5.7	0.0
4	S	0.56	0.0	-0.73	100.0	-9.8	6.0	0.0	0	5.7	0.0
5	S	0.07	100.0	-0.10	0.0	-1.3	94.0	0.0	0	5.7	0.0

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA						
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B

VERIFICHE A FLESSIONE SLU DIREZIONE 2 VERTICALE

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	24	84,00	2262	416	916
2	5	24	916,00	2262	-416	84
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

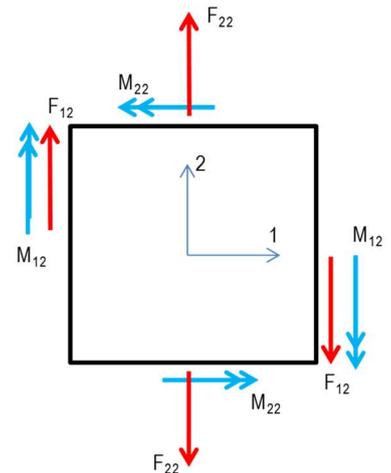
$z_i =$ distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

Sollecitazioni spalla Fissa

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	543	-62	-41	-1,15E-01
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-115	195	6	-1,69E+00
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-115	195	6	-1,69E+00
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-31	-207	-146	6,56E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	26	41	67	6,56E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-31	-207	-146	6,56E+00
Massima eccentricità in direzione 2	0,96	79,97	30,69	8,33E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-0,52	95,22	-7,46	-1,85E+02

$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$

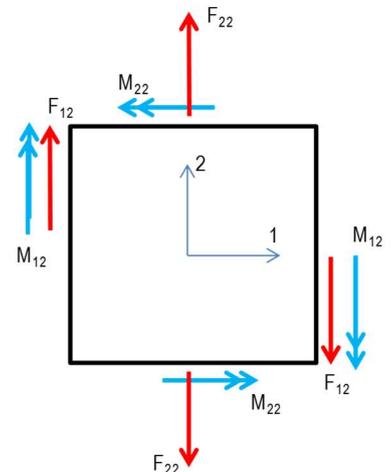


Sollecitazioni spalla mobile

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	219	9	-3	4,16E-02
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-315	69	66	-2,18E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-218	157	16	-7,19E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-153	-175	-127	1,14E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-282	-15	98	1,14E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-162	-166	-139	1,02E+00
Massima eccentricità in direzione 2	12,03	92,16	23,47	7,66E+00
Minima eccentricità in direzione 2	-1,50	71,88	48,42	-4,79E+01

$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	82

VY con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	543.00	-62.00	-41.00	0.00
2	-115.00	195.00	6.00	0.00
3	-115.00	195.00	6.00	0.00
4	-31.00	-207.00	-146.00	0.00
5	26.00	41.00	67.00	0.00
6	-31.00	-207.00	-146.00	0.00
7	219.00	9.00	-3.00	0.00
8	-315.00	69.00	66.00	0.00
9	-218.00	157.00	16.00	0.00
10	-153.00	-175.00	-127.00	0.00
11	-282.00	-15.00	98.00	0.00
12	-162.00	-166.00	-139.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

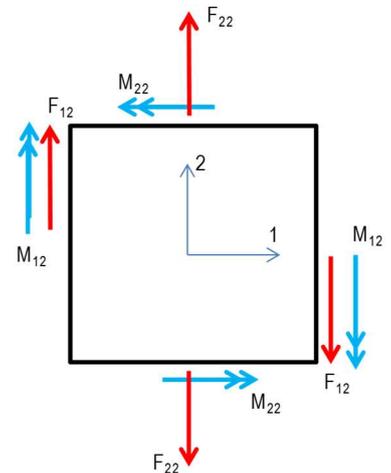
Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	543.00	-62.00	543.04	-978.85	15.795	25.6	0.27	0.78	22.6 (13.8)
2	S	-115.00	195.00	-115.08	720.81	3.697	80.9	0.20	0.70	22.6 (13.8)
3	S	-115.00	195.00	-115.08	720.81	3.697	80.9	0.20	0.70	22.6 (13.8)
4	S	-31.00	-207.00	-30.93	-754.37	3.644	20.0	0.21	0.71	22.6 (13.8)
5	S	26.00	41.00	25.74	777.87	18.972	79.3	0.22	0.72	22.6 (13.8)
6	S	-31.00	-207.00	-30.93	-754.37	3.644	20.0	0.21	0.71	22.6 (13.8)
7	S	219.00	9.00	218.76	854.47	94.814	77.3	0.24	0.74	22.6 (13.8)
8	S	-315.00	69.00	-315.19	637.88	9.264	83.5	0.18	0.70	22.6 (13.8)
9	S	-218.00	157.00	-218.25	678.35	4.323	82.2	0.19	0.70	22.6 (13.8)
10	S	-153.00	-175.00	-152.87	-704.63	4.025	18.6	0.20	0.70	22.6 (13.8)
11	S	-282.00	-15.00	-281.85	-651.13	43.014	16.9	0.18	0.70	22.6 (13.8)
12	S	-162.00	-166.00	-161.87	-700.93	4.221	18.5	0.20	0.70	22.6 (13.8)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	83

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 2 VERTICALE

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	162	20	1	1,23E-01
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-85	144	5	-1,68E+00
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-85	144	5	-1,68E+00
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-23	-153	-108	6,72E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	40	13	55	6,72E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-23	-153	-108	6,72E+00
Massima eccentricità in direzione 2	2,48	59,37	-3,90	2,39E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-0,38	70,54	-5,52	-1,86E+02



$$F_{d2} = F_{22} + |F_{12}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{12}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-162.00	20.00
2	85.00	144.00
3	85.00	144.00
4	23.00	-153.00
5	-40.00	13.00
6	23.00	-153.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	-0.05	100.0	-0.26	0.0	-3.6	91.6	0.0	0	5.7	0.0
2	S	0.84	100.0	-0.68	0.0	-8.3	91.6	0.0	0	0.0	0.0
3	S	0.84	100.0	-0.68	0.0	-8.3	91.6	0.0	0	5.7	0.0
4	S	0.83	0.0	-0.78	100.0	-9.7	8.4	0.0	0	5.7	0.0
5	S	0.03	100.0	-0.11	0.0	-1.4	91.6	0.0	0	5.7	0.0
6	S	0.83	0.0	-0.78	100.0	-9.7	8.4	0.0	0	5.7	0.0

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00000	-0.00002	----	----	----	----	----	199.31
2	S	0.00006	-0.00005	----	----	----	----	----	543.97
3	S	0.00006	-0.00005	----	----	----	----	----	543.97
4	S	0.00006	-0.00006	----	----	----	----	----	-500.18
5	S	0.00000	-0.00001	----	----	----	----	----	314.48
6	S	0.00006	-0.00006	----	----	----	----	----	-500.18

VERIFICHE A TAGLIO

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	66,6	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1,neg}$	=	0,0	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2,neg}$	=	146,4	kN

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,459	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,462	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,459	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,462	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	1571	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	1571	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	2262	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	2262	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00165	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00242	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00165	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00242	-

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	85

Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,000	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	293,4	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	328,8	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	293,4	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	328,8	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,00	-
	$\delta_{2,pos}$	=	0,20	-
	$\delta_{1,neg}$	=	0,00	-
	$\delta_{2,nrg}$	=	0,45	-

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	86

9.2.4 Muri andatori secondo tratto

Il secondo tratto del muro andatore presenta uno spessore di 50 cm e si assume un'armatura verticale a flessione composta da uno strato di barre $\phi 16/20$ in zona tesa, $\phi 16/20$ in zona compressa più un'armatura orizzontale a flessione composta da uno strato di barre $\phi 12/20$ in zona tesa, $\phi 12/20$ in zona compressa e spille $\phi 8/40 \times 40$ cm per il taglio.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	40,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	500,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

VERIFICHE A FLESSIONE SLU DIREZIONE 1 ORIZZONTALE

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

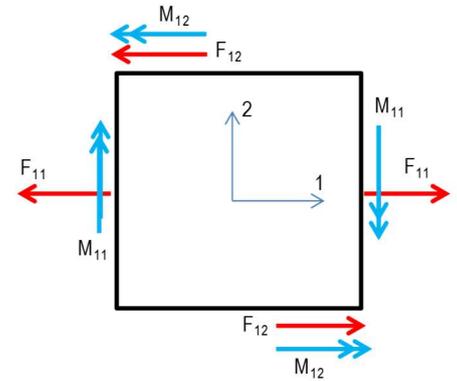
N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i	z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm	
1	5	12	58,00	565	192	442	
2	5	12	442,00	565	-192	58	
3				0	0	0	
4				0	0	0	
5				0	0	0	
6				0	0	0	

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA						
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B

Sollecitazioni spalla Fissa

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
49	9	-3	1,82E-01
-178	-41	-2	2,29E-01
11	11	-3	1,02E+00
-178	-41	-2	2,29E-01
5	-5	32	-8,89E-01
-76	2	-18	-3,15E-02
0,02	9,13	-4,58	3,65E+02
-0,21	10,05	-4,52	-4,84E+01



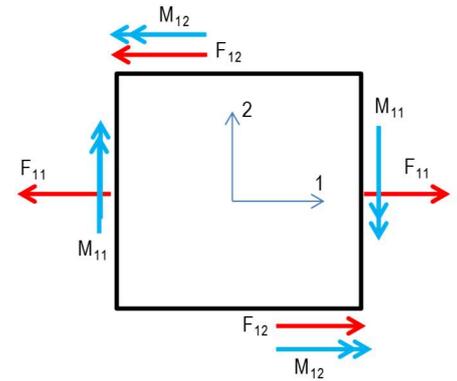
$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

Sollecitazioni spalla mobile

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
 Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
 Massima eccentricità in direzione 1
 Minima eccentricità in direzione 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
238	39	-21	1,63E-01
-102	-31	-1	3,03E-01
65	53	-19	8,25E-01
-101	-31	-1	3,05E-01
-40	-24	18	5,94E-01
96	48	-44	5,02E-01
1,00	32,65	-1,32	3,26E+01
-0,01	41,12	0,00	-5,48E+03



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	49.00	9.00	-3.00	0.00
2	-178.00	-41.00	-2.00	0.00
3	11.00	11.00	-3.00	0.00
4	-178.00	-41.00	-2.00	0.00
5	5.00	-5.00	32.00	0.00
6	-76.00	2.00	-18.00	0.00
7	238.00	39.00	-21.00	0.00
8	-102.00	-31.00	-1.00	0.00
9	65.00	53.00	-19.00	0.00
10	-101.00	-31.00	-1.00	0.00

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	88

11	-40.00	-24.00	18.00	0.00
12	96.00	48.00	-44.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	49.00	9.00	49.22	223.22	24.802	87.5	0.13	0.70	5.7 (14.1)
2	S	-178.00	-41.00	-178.18	-120.33	2.935	5.3	0.06	0.70	5.7 (14.1)
3	S	11.00	11.00	10.75	206.29	18.754	88.4	0.12	0.70	5.7 (14.1)
4	S	-178.00	-41.00	-178.18	-120.33	2.935	5.3	0.06	0.70	5.7 (14.1)
5	S	5.00	-5.00	4.84	-203.67	40.735	11.5	0.12	0.70	5.7 (14.1)
6	S	-76.00	2.00	-75.75	167.58	83.791	90.7	0.10	0.70	5.7 (14.1)
7	S	238.00	39.00	237.88	304.13	7.798	83.8	0.17	0.70	5.7 (14.1)
8	S	-102.00	-31.00	-102.09	-155.59	5.019	8.4	0.09	0.70	5.7 (14.1)
9	S	65.00	53.00	65.19	230.20	4.343	87.1	0.14	0.70	5.7 (14.1)
10	S	-101.00	-31.00	-100.93	-156.12	5.036	8.5	0.09	0.70	5.7 (14.1)
11	S	-40.00	-24.00	-39.89	-183.74	7.656	10.3	0.11	0.70	5.7 (14.1)
12	S	96.00	48.00	96.11	243.64	5.076	86.5	0.14	0.70	5.7 (14.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

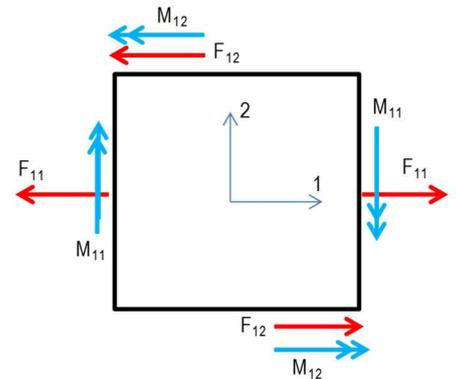
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00030	100.0	0.00018	95.0	-0.00196	5.0
2	0.00012	0.0	0.00001	5.0	-0.00196	95.0
3	0.00027	100.0	0.00016	95.0	-0.00196	5.0
4	0.00012	0.0	0.00001	5.0	-0.00196	95.0
5	0.00027	0.0	0.00015	5.0	-0.00196	95.0
6	0.00021	100.0	0.00010	95.0	-0.00196	5.0
7	0.00040	100.0	0.00028	95.0	-0.00196	5.0
8	0.00019	0.0	0.00008	5.0	-0.00196	95.0
9	0.00031	100.0	0.00019	95.0	-0.00196	5.0
10	0.00019	0.0	0.00008	5.0	-0.00196	95.0
11	0.00024	0.0	0.00012	5.0	-0.00196	95.0

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	89

12 0.00032 100.0 0.00020 95.0 -0.00196 5.0

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 1 ORIZZONTALE

	[kN]	[kNm]	[kN]	[m]
Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	36	7	-2	1,82E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-131	-30	-1	2,29E-01
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	8	9	-2	1,02E+00
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-131	-30	-1	2,29E-01
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	4	-4	23	-9,09E-01
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	-36	-8	-13	2,11E-01
Massima eccentricità in direzione 1	0,50	7,75	-3,28	1,54E+01
Minima eccentricità in direzione 1	-0,13	6,82	-3,38	-5,14E+01



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-36.00	7.00
2	131.00	-30.00
3	-8.00	9.00
4	131.00	-30.00
5	-4.00	-4.00
6	36.00	-8.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\emptyset/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.09	50.0	-0.23	0.0	-2.9	44.2	0.0	0	5.7	0.0
2	S	0.93	0.0	-0.43	50.0	-4.0	5.8	0.0	0	0.0	0.0
3	S	0.19	50.0	-0.22	0.0	-2.6	44.2	0.0	0	5.7	0.0
4	S	0.93	0.0	-0.43	50.0	-4.0	5.8	0.0	0	5.7	0.0

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	91

VERIFICHE A FLESSIONE SLU DIREZIONE 2 VERTICALE

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	16	70,00	1005	180	430
2	5	16	430,00	1005	-180	70
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

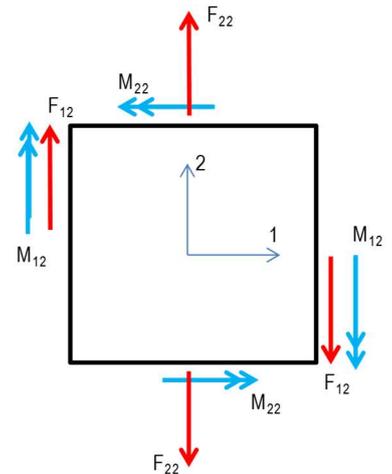
$z_i =$ distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

Sollecitazioni spalla Fissa

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	22	18	-11	8,04E-01
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-84	19	-12	-2,30E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-49	24	-3	-4,84E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-63	-60	-124	9,50E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	1	19	12	9,50E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-63	-60	-124	9,50E-01
Massima eccentricità in direzione 2	0,60	18,97	12,06	3,16E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-0,04	17,11	-19,89	-4,03E+02

$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$

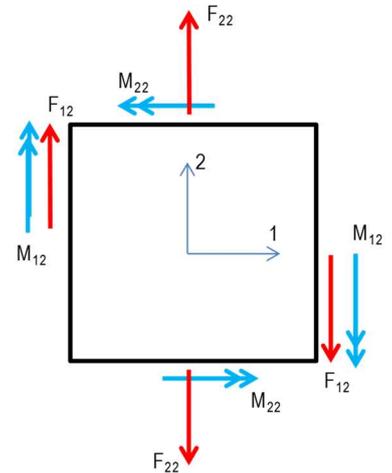


Sollecitazioni spalla mobile

	F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	35	45	30	1,29E+00
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-267	112	64	-4,20E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-258	115	64	-4,45E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	2	-14	-69	-7,35E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-267	112	64	-7,35E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}	-44	-6	-71	1,41E-01
Massima eccentricità in direzione 2	1,05	35,20	4,75	3,37E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-0,30	19,32	-6,32	-6,55E+01

$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	92

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	22.00	18.00	-11.00	0.00
2	-84.00	19.00	-12.00	0.00
3	-49.00	24.00	-3.00	0.00
4	-63.00	-60.00	-124.00	0.00
5	1.00	19.00	12.00	0.00
6	-63.00	-60.00	-124.00	0.00
7	35.00	45.00	30.00	0.00
8	-267.00	112.00	64.00	0.00
9	-258.00	115.00	64.00	0.00
10	2.00	-14.00	-69.00	0.00
11	-267.00	112.00	64.00	0.00
12	-44.00	-6.00	-71.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	22.00	18.00	21.88	359.18	19.954	85.0	0.16	0.70	10.1 (13.9)
2	S	-84.00	19.00	-83.89	313.65	16.508	87.0	0.14	0.70	10.1 (13.9)
3	S	-49.00	24.00	-49.18	328.70	13.696	86.3	0.15	0.70	10.1 (13.9)
4	S	-63.00	-60.00	-63.17	-322.64	5.377	13.4	0.14	0.70	10.1 (13.9)
5	S	1.00	19.00	0.77	350.17	18.430	85.4	0.16	0.70	10.1 (13.9)
6	S	-63.00	-60.00	-63.17	-322.64	5.377	13.4	0.14	0.70	10.1 (13.9)
7	S	35.00	45.00	35.08	364.81	8.107	84.8	0.16	0.70	10.1 (13.9)
8	S	-267.00	112.00	-267.19	232.19	2.073	91.5	0.09	0.70	10.1 (13.9)
9	S	-258.00	115.00	-257.80	236.45	2.056	91.2	0.09	0.70	10.1 (13.9)
10	S	2.00	-14.00	2.15	-350.76	25.055	14.7	0.16	0.70	10.1 (13.9)
11	S	-267.00	112.00	-267.19	232.19	2.073	91.5	0.09	0.70	10.1 (13.9)
12	S	-44.00	-6.00	-43.83	-331.01	55.169	13.8	0.15	0.70	10.1 (13.9)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	93

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

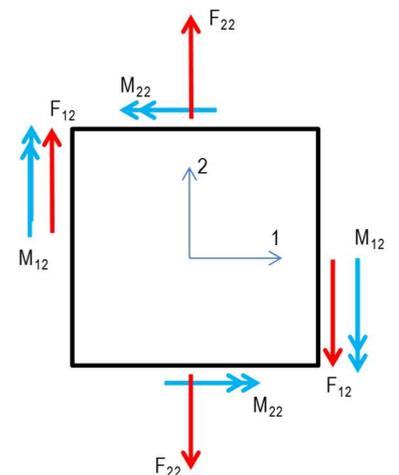
N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00037	100.0	0.00022	94.0	-0.00196	6.0
2	0.00031	100.0	0.00017	94.0	-0.00196	6.0
3	0.00033	100.0	0.00019	94.0	-0.00196	6.0
4	0.00033	0.0	0.00018	6.0	-0.00196	94.0
5	0.00036	100.0	0.00021	94.0	-0.00196	6.0
6	0.00033	0.0	0.00018	6.0	-0.00196	94.0
7	0.00038	100.0	0.00023	94.0	-0.00196	6.0
8	0.00020	100.0	0.00006	94.0	-0.00196	6.0
9	0.00020	100.0	0.00007	94.0	-0.00196	6.0
10	0.00036	0.0	0.00021	6.0	-0.00196	94.0
11	0.00020	100.0	0.00006	94.0	-0.00196	6.0
12	0.00034	0.0	0.00019	6.0	-0.00196	94.0

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 2 VERTICALE

	F _{d2} [kN]	M _{d2} [kNm]	V _{d2} [kN]	e ₂ [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	6	7	-11	1,21E+00
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-62	14	-9	-2,30E-01
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-37	18	-2	-4,84E-01
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	-47	-42	-91	8,97E-01
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	0	14	9	8,97E-01
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	-47	-42	-91	8,97E-01
Massima eccentricità in direzione 2	0,45	14,05	8,93	3,12E+01
Minima eccentricità in direzione 2	-0,88	12,88	-4,93	-1,47E+01

$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$



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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-6.00	7.00
2	62.00	14.00
3	37.00	18.00
4	47.00	-42.00

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	95

VERIFICHE A TAGLIO

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	18,4	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	12,1	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1,neg}$	=	18,4	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2,neg}$	=	123,6	kN

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,667	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,673	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,667	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,673	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	565	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	565	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	1005	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	1005	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00126	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00227	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00126	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00227	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,000	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	144,9	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	174,1	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	144,9	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	174,1	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	0,13	-
	$\delta_{2,pos}$	=	0,07	-
	$\delta_{1,neg}$	=	0,13	-
	$\delta_{2,nrg}$	=	0,71	-

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	96

9.2.5 Platea di fondazione

La platea di fondazione presenta un'altezza di 170 cm e si assume un'armatura a flessione longitudinale composta da uno strato di barre $\phi 26/20$ in zona tesa, $\phi 26/20$ in zona compressa mentre si assume un'armatura a flessione in direzione trasversale composta da uno strato superiore di barre $1\phi 26/20$, uno strato inferiore di $1\phi 26/20$ e spille $\phi 12/20 \times 20$ cm per il taglio.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	=	30,00	N/mm ²
Coefficiente che tiene in conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	=	0,85	-
Coefficiente di sicurezza	γ_c	=	1,50	-

Acciaio per armatura

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450,00	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza	γ_s	=	1,15	-

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale	h	=	1700,00	mm
Larghezza della sezione trasversale	b	=	1000,00	mm

VERIFICHE A FLESSIONE SLU DIREZIONE 1

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i	z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm	
1	5	26	89,00	2655	761	1611	
2	5	26	1611,00	2655	-761	89	
3				0	0	0	
4				0	0	0	
5				0	0	0	
6				0	0	0	

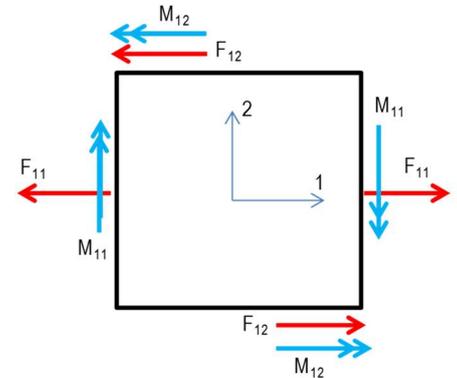
IV06- Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	97

Sollecitazioni spalla Fissa

- Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
- Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
- Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
- Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
- Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
- Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
- Massima eccentricità in direzione 1
- Minima eccentricità in direzione 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
627	380	-206	6,06E-01
-309	-402	2101	1,30E+00
417	644	275	1,54E+00
-309	-402	2101	1,30E+00
-264	-327	2787	1,24E+00
430	138	-794	3,21E-01
0,02	35,89	-62,85	2,39E+03
-0,14	27,27	-22,08	-1,95E+02



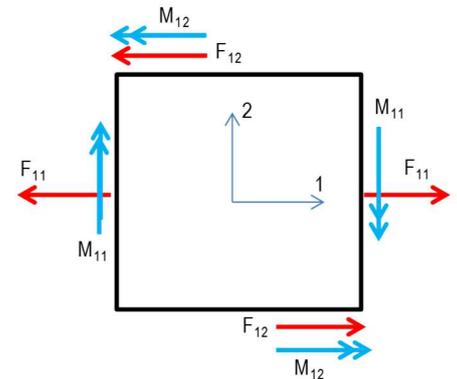
$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

Sollecitazioni spalla mobile

- Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato
- Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato
- Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
- Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata
- Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
- Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}
- Massima eccentricità in direzione 1
- Minima eccentricità in direzione 1

F_{d1} [kN]	M_{d1} [kNm]	V_{d1} [kN]	e_1 [m]
524	324	-232	6,17E-01
-332	-328	1472	9,88E-01
345	522	139	1,51E+00
-284	-369	1716	1,30E+00
-304	-276	2293	9,09E-01
308	120	-659	3,88E-01
-0,48	-115,60	460,63	2,40E+02
0,13	-139,22	728,99	-1,07E+03



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	627.00	380.00	-206.00	0.00
2	-309.00	-402.00	2101.00	0.00
3	417.00	644.00	275.00	0.00
4	-309.00	-402.00	2101.00	0.00
5	-264.00	-327.00	2787.00	0.00
6	430.00	138.00	-794.00	0.00
7	524.00	324.00	-232.00	0.00
8	-332.00	-328.00	1472.00	0.00
9	345.00	522.00	139.00	0.00

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	98

10	-284.00	-369.00	1716.00	0.00
11	-304.00	-276.00	2293.00	0.00
12	308.00	120.00	-659.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	627.00	380.00	626.95	2010.69	5.291	132.4	0.23	0.73	26.5 (34.0)
2	S	-309.00	-402.00	-308.97	-1356.40	3.374	25.1	0.16	0.70	26.5 (34.0)
3	S	417.00	644.00	416.98	1868.49	2.901	134.8	0.22	0.71	26.5 (34.0)
4	S	-309.00	-402.00	-308.97	-1356.40	3.374	25.1	0.16	0.70	26.5 (34.0)
5	S	-264.00	-327.00	-263.96	-1389.19	4.248	25.9	0.16	0.70	26.5 (34.0)
6	S	430.00	138.00	430.06	1877.42	13.604	134.6	0.22	0.71	26.5 (34.0)
7	S	524.00	324.00	523.94	1941.23	5.991	133.6	0.23	0.72	26.5 (34.0)
8	S	-332.00	-328.00	-332.00	-1339.56	4.084	24.7	0.15	0.70	26.5 (34.0)
9	S	345.00	522.00	345.04	1819.20	3.485	135.6	0.21	0.71	26.5 (34.0)
10	S	-284.00	-369.00	-284.01	-1374.60	3.725	25.5	0.16	0.70	26.5 (34.0)
11	S	-304.00	-276.00	-303.94	-1360.07	4.928	25.2	0.16	0.70	26.5 (34.0)
12	S	308.00	120.00	308.19	1793.84	14.949	136.1	0.21	0.70	26.5 (34.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00059	170.0	0.00046	161.8	-0.00196	8.2
2	0.00036	0.0	0.00024	8.2	-0.00196	161.8
3	0.00054	170.0	0.00042	161.8	-0.00196	8.2
4	0.00036	0.0	0.00024	8.2	-0.00196	161.8
5	0.00037	0.0	0.00025	8.2	-0.00196	161.8
6	0.00055	170.0	0.00042	161.8	-0.00196	8.2
7	0.00057	170.0	0.00044	161.8	-0.00196	8.2
8	0.00035	0.0	0.00024	8.2	-0.00196	161.8
9	0.00053	170.0	0.00040	161.8	-0.00196	8.2

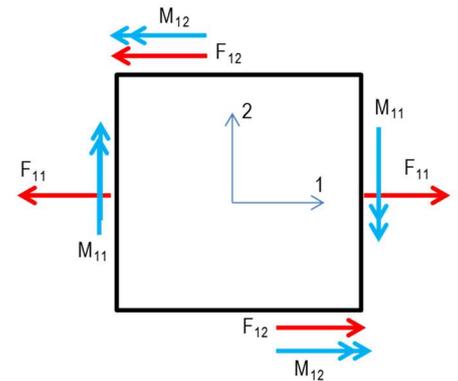
MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	99

10	0.00037	0.0	0.00025	8.2	-0.00196	161.8
11	0.00036	0.0	0.00024	8.2	-0.00196	161.8
12	0.00052	170.0	0.00039	161.8	-0.00196	8.2

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 1

Massima forza assiale in direzione 1 e momento associato	372	165	-274	4,44E-01
Minima forza assiale in direzione 1 e momento associato	-190	-156	1462	8,22E-01
Massimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	204	296	-20	1,45E+00
Minimo momento in direzione 1 e forza assiale associata	-171	-160	1284	9,32E-01
Massimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	-153	-137	1632	8,90E-01
Minimo taglio in direzione 1 associato ai relativi valori di F_{d1} e M_{d1}	211	42	-480	1,98E-01
Massima eccentricità in direzione 1	0,01	26,59	-46,56	2,66E+03
Minima eccentricità in direzione 1	-0,02	5,58	2,94	-2,79E+02

[kN]	[kNm]	[kN]	[m]
372	165	-274	4,44E-01
-190	-156	1462	8,22E-01
204	296	-20	1,45E+00
-171	-160	1284	9,32E-01
-153	-137	1632	8,90E-01
211	42	-480	1,98E-01
0,01	26,59	-46,56	2,66E+03
-0,02	5,58	2,94	-2,79E+02



$$F_{d1} = F_{11} + |F_{12}|$$

$$M_{d1} = M_{11} + |M_{12}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-372.00	165.00
2	190.00	-156.00
3	-204.00	296.00
4	171.00	-160.00
5	153.00	-137.00
6	-211.00	42.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.10	170.0	-0.52	0.0	-7.3	161.1	0.0	0	0.0	0.0
2	S	0.40	0.0	-0.18	170.0	-2.3	8.9	0.0	0	0.0	0.0

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA						
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B

VERIFICHE A FLESSIONE SLU DIREZIONE 2

Armature predisposte nella sezione (predisporre almeno uno strato in zona tesa e uno in zona compressa)

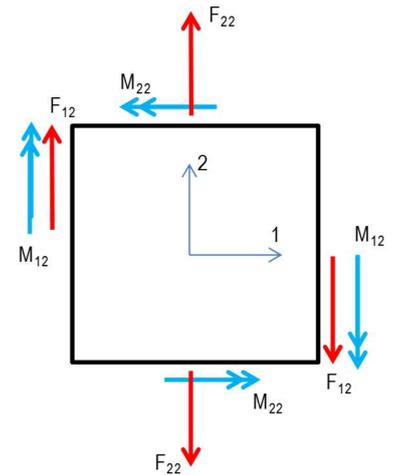
N° Strato	N° Ferri	Diametro	z_i	Area	$0.5h - z_i$	z'_i
-	-	mm	mm	mm ²	mm	mm
1	5	26	63,00	2655	787	1637
2	5	26	1637,00	2655	-787	63
3				0	0	0
4				0	0	0
5				0	0	0
6				0	0	0

z_i = distanza tra il bordo superiore della sezione in calcestruzzo ed il baricentro dell'armatura che si sta considerando

Sollecitazioni spalla Fissa

Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Massima eccentricità in direzione 2
 Minima eccentricità in direzione 2

F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
767	350	-1308	4,57E-01
-24	-81	426	3,39E+00
245	508	274	2,08E+00
266	-359	390	-1,35E+00
155	-48	1332	-1,35E+00
381	92	-1519	2,42E-01
0,04	9,29	28,07	2,48E+02
0,00	14,28	29,09	-5,71E+03



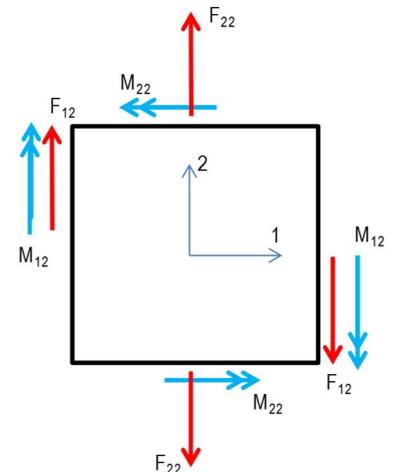
$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$

Sollecitazioni spalla mobile

Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato
 Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata
 Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F_{d2} e M_{d2}
 Massima eccentricità in direzione 2
 Minima eccentricità in direzione 2

F_{d2} [kN]	M_{d2} [kNm]	V_{d2} [kN]	e_2 [m]
590	355	-1113	6,01E-01
-37	-87	347	2,33E+00
202	390	148	1,93E+00
241	-277	316	-1,15E+00
118	-48	1102	-1,15E+00
219	92	-1256	4,18E-01
0,52	16,44	29,09	3,18E+01
-0,45	11,84	27,97	-2,63E+01



$$F_{d2} = F_{22} + |F_{22}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{22}|$$

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N

Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA	PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV 06 04	001	B	102

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	767.00	350.00	-1308.00	0.00
2	-24.00	-81.00	426.00	0.00
3	245.00	508.00	274.00	0.00
4	266.00	-359.00	390.00	0.00
5	155.00	-48.00	1332.00	0.00
6	381.00	92.00	-1519.00	0.00
7	590.00	355.00	-1113.00	0.00
8	-37.00	-87.00	347.00	0.00
9	202.00	390.00	148.00	0.00
10	241.00	-277.00	316.00	0.00
11	118.00	-48.00	1102.00	0.00
12	219.00	92.00	-1256.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	767.00	350.00	767.19	2129.56	6.084	130.8	0.24	0.74	26.5 (34.0)
2	S	-24.00	-81.00	-24.28	-1584.77	19.565	29.5	0.18	0.70	26.5 (34.0)
3	S	245.00	508.00	245.11	1774.37	3.493	136.8	0.20	0.70	26.5 (34.0)
4	S	266.00	-359.00	265.90	-1788.81	4.983	33.4	0.20	0.70	26.5 (34.0)
5	S	155.00	-48.00	155.14	-1711.56	35.657	32.0	0.20	0.70	26.5 (34.0)
6	S	381.00	92.00	381.11	1868.38	20.308	135.2	0.21	0.71	26.5 (34.0)
7	S	590.00	355.00	589.84	2010.60	5.664	132.7	0.23	0.72	26.5 (34.0)
8	S	-37.00	-87.00	-36.96	-1575.73	18.112	29.3	0.18	0.70	26.5 (34.0)
9	S	202.00	390.00	201.88	1744.25	4.472	137.4	0.20	0.70	26.5 (34.0)
10	S	241.00	-277.00	241.08	-1771.57	6.396	33.1	0.20	0.70	26.5 (34.0)
11	S	118.00	-48.00	117.74	-1685.30	35.111	31.5	0.19	0.70	26.5 (34.0)
12	S	219.00	92.00	218.90	1756.13	19.088	137.2	0.20	0.70	26.5 (34.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

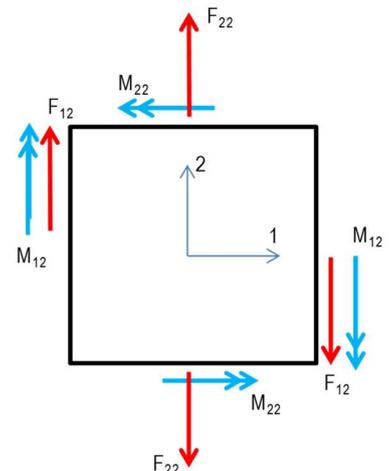
MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	103

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00062	170.0	0.00052	163.7	-0.00196	6.3
2	0.00043	0.0	0.00034	6.3	-0.00196	163.7
3	0.00050	170.0	0.00040	163.7	-0.00196	6.3
4	0.00050	0.0	0.00041	6.3	-0.00196	163.7
5	0.00048	0.0	0.00038	6.3	-0.00196	163.7
6	0.00053	170.0	0.00043	163.7	-0.00196	6.3
7	0.00058	170.0	0.00048	163.7	-0.00196	6.3
8	0.00043	0.0	0.00034	6.3	-0.00196	163.7
9	0.00049	170.0	0.00039	163.7	-0.00196	6.3
10	0.00050	0.0	0.00040	6.3	-0.00196	163.7
11	0.00047	0.0	0.00037	6.3	-0.00196	163.7
12	0.00049	170.0	0.00040	163.7	-0.00196	6.3

VERIFICHE TENSIONALE FESSURATIVA SLE DIREZIONE 2

	F _{d2} [kN]	M _{d2} [kNm]	V _{d2} [kN]	e ₂ [m]
Massima forza assiale in direzione 2 e momento associato	483	9	-794	1,90E-02
Minima forza assiale in direzione 2 e momento associato	-11	-12	-48	1,12E+00
Massimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	173	203	-3	1,17E+00
Minimo momento in direzione 2 e forza assiale associata	160	-184	342	-1,15E+00
Massimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	101	-4	838	-1,15E+00
Minimo taglio in direzione 2 associato ai relativi valori di F _{d2} e M _{d2}	164	0	-902	1,54E-03
Massima eccentricità in direzione 2	0,01	10,48	21,59	1,40E+03
Minima eccentricità in direzione 2	-0,29	7,76	20,37	-2,72E+01



$$F_{d2} = F_{22} + |F_{12}|$$

$$M_{d2} = M_{22} + |M_{12}|$$

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-483.00	9.00
2	11.00	-12.00
3	-173.00	203.00
4	-160.00	-184.00
5	-101.00	-4.00
6	-164.00	0.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HY pro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

VERIFICHE A TAGLIO

SOLLECITAZIONI DI TAGLIO

Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,1,pos}$	=	793,5	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti positivi	$V_{Ed,2,pos}$	=	1518,7	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 1 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,1,neg}$	=	793,5	kN
Sollecitazione di taglio in direzione 2 associata alla presenza di momenti negativi	$V_{Ed,2,neg}$	=	1518,7	kN

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE PRIVA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Coefficiente di resistenza al taglio	$C_{Rd,c}$	=	0,12	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti positivi	$k_{1,pos}$	=	1,352	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti positivi	$k_{2,pos}$	=	1,348	-
Coefficiente k in direzione 1 per momenti negativi	$k_{1,neg}$	=	1,352	-
Coefficiente k in direzione 2 per momenti negativi	$k_{2,neg}$	=	1,350	-
Armatura tesa inferiore in direzione 1	$A_{inf,1}$	=	2655	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 1	$A_{sup,1}$	=	2655	mm ²
Armatura tesa inferiore in direzione 2	$A_{inf,2}$	=	2655	mm ²
Armatura tesa superiore in direzione 2	$A_{sup,2}$	=	2655	mm ²
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti positivi	$\rho_{1,pos}$	=	0,00164	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti positivi	$\rho_{2,pos}$	=	0,00161	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 1 per momenti negativi	$\rho_{1,neg}$	=	0,00164	-
Rapporto geometrico d'armatura tesa in direzione 2 per momenti negativi	$\rho_{2,neg}$	=	0,00162	-
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 1	σ_1	=	0,000	MPa
Tensione dovuta alla presenza della forza assiale in direzione 2	σ_2	=	0,000	MPa
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,pos}$	=	419,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti positivi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,pos}$	=	423,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.1)	$V_{Rd1,c,neg}$	=	419,5	kN
Resistenza a taglio della sezione soggetta a momenti negativi (Dir.2)	$V_{Rd2,c,neg}$	=	422,1	kN
Verifica di idoneità della sezione priva di armatura a taglio	$\delta_{1,pos}$	=	1,89	-
	$\delta_{2,pos}$	=	3,59	-
	$\delta_{1,neg}$	=	1,89	-
	$\delta_{2,neg}$	=	3,60	-

NECESSARIO PREDISPORRE ARMATURA A TAGLIO

RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE DOTATA DI ARMATURA IDONEA A RESISTERE AL TAGLIO

Diametro delle armature a taglio	ϕ_{st}	=	12,00	mm
Angolo di inclinazione delle bielle compresse	θ	=	45,00	OK
Passo delle armature a taglio disposte in direzione 1	s_1	=	200,00	mm

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	106

Passo delle armature a taglio disposte in direzione 2	S_2	=	200,00	mm
Numero ferri a taglio in direzione 1	n_1	=	5,00	-
Numero ferri a taglio in direzione 2	n_2	=	5,00	-
Area della singola armatura a taglio	A_{sw}	=	113	mm ²
Rapporto geometrico minimo	ρ_w	=	0,000887	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 1	$\rho_{w,1}$	=	0,000349	-
Rapporto geometrico d'armatura in direzione 2	$\rho_{w,2}$	=	0,000344	-
Passo massimo delle armature a taglio	S_{max}	=	1223	mm
Resistenza offerta dalle armature in direzione 1	$V_{Rds,1}$	=	1852,8	kN
Resistenza offerta dalle armature in direzione 2	$V_{Rds,2}$	=	1880,3	kN
Coefficiente maggiorativo in direzione 1	α_{c1}	=	1,00	-
Coefficiente maggiorativo in direzione 2	α_{c2}	=	1,00	-
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 1	$V_{Rdc,1}$	=	5136,7	kN
Resistenza offerta dalle bielle in direzione 2	$V_{Rdc,2}$	=	5212,9	kN
Verifica di idoneità della sezione dotata di armatura a taglio	δ_1	=	0,43	-
	δ_2	=	0,81	-

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV06- Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 06 04			PROGR 001

10. SCARICO IN FONDAZIONE

Si riportano le reazioni vincolari al baricentro della palificazione.

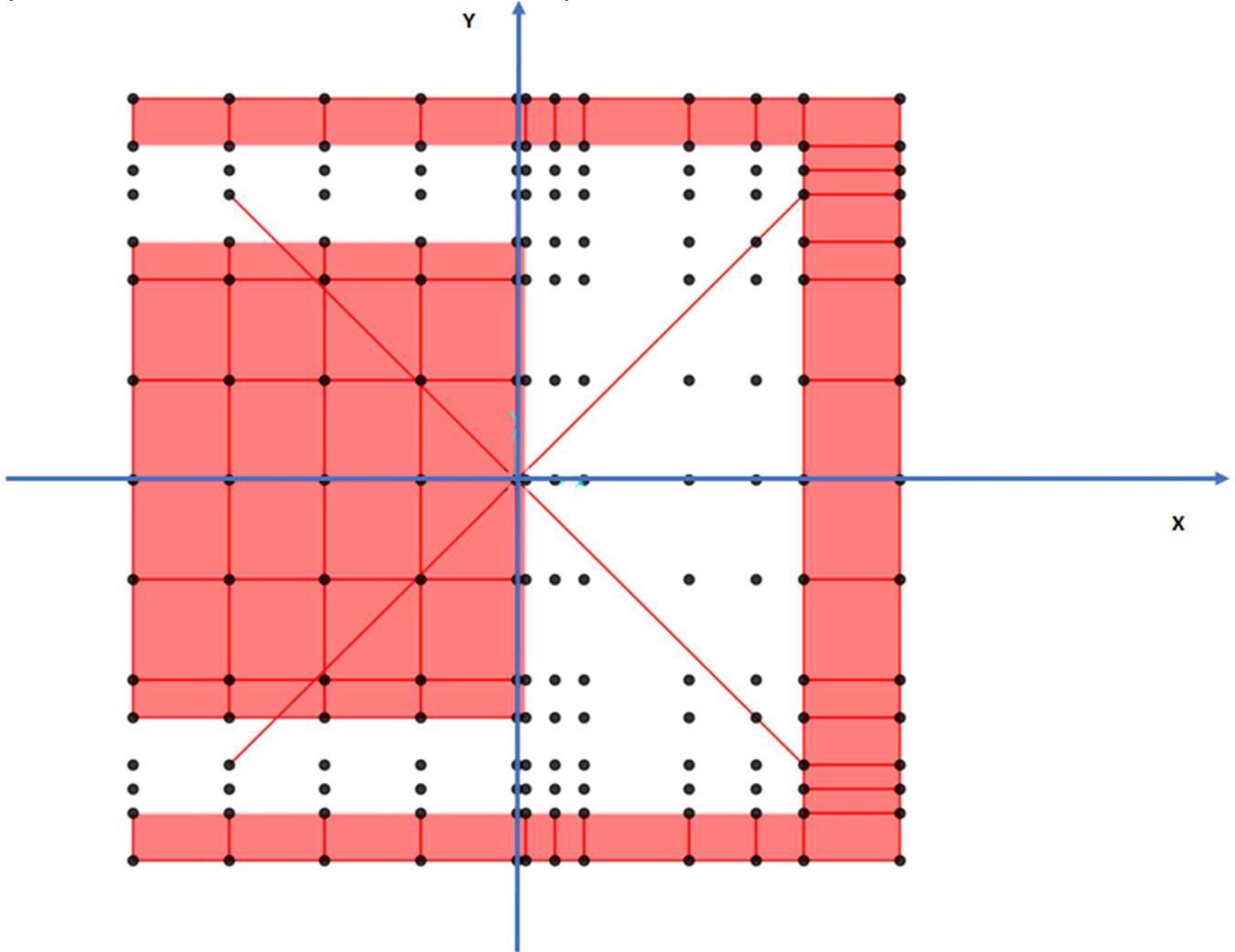


Figura 10-1 – Schema assi

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	108

10.1 SPALLA FISSA

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
STR01	Combination	3428	-12	-16138	-308	2723	-294
STR02	Combination	4173	17	-17774	-1121	9985	-501
STR03	Combination	4109	193	-17762	-2149	9758	-967
STR04	Combination	4173	232	-17774	-3283	9985	-442
STR05	Combination	4109	407	-17762	-4311	9758	-908
STR06	Combination	4101	-12	-16775	-310	7358	-260
STR07	Combination	3577	890	-16763	-6051	4270	-2740
STR08	Combination	4037	870	-16763	-5723	7131	-2163
STR09	Combination	4101	202	-16775	-2471	7358	-200
STR10	Combination	3577	1104	-16763	-8213	4270	-2681
STR11	Combination	4037	1085	-16763	-7885	7131	-2104
STR12	Combination	4554	26	-17611	-1039	12791	-425
STR13	Combination	4506	158	-17602	-1810	12621	-775
STR14	Combination	4554	241	-17611	-3201	12791	-365
STR15	Combination	4506	372	-17602	-3972	12621	-715
SVL01	Combination	6485	1206	-12720	-6702	25643	-928
SLV02	Combination	2441	3844	-12431	-20058	7503	-2801
SLV03	Combination	6474	1202	-12572	-6582	25254	-893
SLV04	Combination	2431	3840	-12283	-19938	7114	-2765
R1	Combination	2539	-9	-11954	-228	2017	-218
R2	Combination	3091	13	-13166	-830	7396	-371
R3	Combination	3044	143	-13157	-1592	7228	-716
R4	Combination	3091	156	-13166	-2271	7396	-331
R5	Combination	3044	286	-13157	-3033	7228	-677
R6	Combination	3038	-9	-12426	-229	5451	-192
R7	Combination	2650	659	-12417	-4482	3163	-2030
R8	Combination	2991	645	-12417	-4239	5282	-1602
R9	Combination	3038	134	-12426	-1670	5451	-152
R10	Combination	2650	802	-12417	-5924	3163	-1990
R11	Combination	2991	788	-12417	-5681	5282	-1563
R12	Combination	3332	18	-12954	-725	9071	-303
R13	Combination	3300	105	-12948	-1239	8958	-536
R14	Combination	3332	161	-12954	-2166	9071	-264
R15	Combination	3300	248	-12948	-2680	8958	-497

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV06- Relazione di calcolo spalle		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	06	04	001	B	109

10.2 SPALLA MOBILE

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
STR01	Combination	3428	-174	-16406	280	1148	801
STR02	Combination	3641	-127	-17857	-513	4143	906
STR03	Combination	3577	48	-17844	-1541	3916	440
STR04	Combination	3641	70	-17857	-2510	4143	758
STR05	Combination	3577	246	-17844	-3539	3916	292
STR06	Combination	4101	-174	-17043	279	5783	835
STR07	Combination	3577	728	-17030	-5463	2695	-1645
STR08	Combination	4037	708	-17030	-5135	5556	-1068
STR09	Combination	4101	23	-17043	-1719	5783	688
STR10	Combination	3577	925	-17030	-7460	2695	-1793
STR11	Combination	4037	906	-17030	-7132	5556	-1216
STR12	Combination	3588	-139	-17521	-315	3435	880
STR13	Combination	3540	-7	-17512	-1086	3265	530
STR14	Combination	3588	59	-17521	-2312	3435	732
STR15	Combination	3540	190	-17512	-3083	3265	383
SVL01	Combination	5391	1050	-12714	-5955	15967	-148
SLV02	Combination	1639	3694	-12553	-19343	209	-2008
SLV03	Combination	5459	1043	-12593	-5837	16210	-159
SLV04	Combination	1708	3687	-12432	-19226	452	-2019
R1	Combination	2539	-129	-12152	207	850	593
R2	Combination	2697	-94	-13227	-380	3069	671
R3	Combination	2650	36	-13218	-1142	2901	326
R4	Combination	2697	38	-13227	-1712	3069	573
R5	Combination	2650	167	-13218	-2473	2901	227
R6	Combination	3038	-129	-12624	207	4284	619
R7	Combination	2650	539	-12615	-4047	1996	-1219
R8	Combination	2991	525	-12615	-3804	4115	-791
R9	Combination	3038	3	-12624	-1125	4284	520
R10	Combination	2650	671	-12615	-5378	1996	-1317
R11	Combination	2991	656	-12615	-5135	4115	-890
R12	Combination	2646	-106	-12898	-189	2378	646
R13	Combination	2614	-18	-12892	-703	2264	413
R14	Combination	2646	26	-12898	-1521	2378	547
R15	Combination	2614	114	-12892	-2035	2264	314