

ITINERARIO RAGUSA-CATANIA

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte"
con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"
LOTTO 1 - Dallo svincolo n. 1 sulla S.S. 115 (compreso) allo svincolo n. 3 sulla S.P. 5 (escluso)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PA895**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Marco Leonardi
Ordine dei Geologi della Regione Lazio n° 1541

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Ambrogio Signorelli
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A35111

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

Sintagma
Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. F. Durastanti
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. L. Nani
Dott. Ing. M. Abram
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Briganti Botta
Dott. Ing. L. Gagliardini
Dott. Geol. G. Cerquiglioni

MANDANTI:

GP INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA s.r.l.
Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Bela
COOPROGETTI
Dott. Arch. E. A. E. Crimi
Dott. Ing. M. Panfili
Dott. Arch. P. Ghirelli
Dott. Ing. D. Pelle
GEOTECHNICAL DESIGN GROUP
Dott. Ing. D. Carlacchini
Dott. Ing. S. Sacconi
Dott. Ing. C. Consorti
ICARIA
società di ingegneria
Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. G. Pulli
Dott. Ing. F. Macchioni
OMNISERVICE
INGEGNERIA
Dott. Ing. P. Agnello
Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente
Dott. Ing. L. Ragnacci
Dott. Arch. A. Strati
Archeol. M. G. Liseno
Dott. Ing. F. Aloe
Dott. Ing. A. Salvemini
Dott. Ing. G. Verini Supplizi
Dott. Ing. V. Piunno
Geom. C. Sugaroni

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:

Dott. Ing. Danilo PELLE
Iscrizione all'Albo n° A3536
alla Sezione degli Ingegneri (Sez. A)
- Settore civile e ambientale
ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

OPERE D'ARTE MINORI
TOMBINO SCATOLARE 2.00X2.00 - AL KM 1+918
Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.		
L O 4 0 8 Z	E	2 1 0 1	B	-
T01TM03STRRE01				
D				
C				
B	REVISIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA	NOVEMBRE 2021	RAGNACCI	PELLE GRANIERI
A	EMISSIONE	GIUGNO 2021	RAGNACCI	PELLE GRANIERI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	7
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	9
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
3.1	CALCESTRUZZO MAGRONE DI FONDAZIONE	11
3.2	CALCESTRUZZO OPERE IN FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE	11
3.3	ACCIAIO D'ARMATURA	12
4	CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO	14
4.1	GENERALITA'	14
4.2	CRITERI DI MODELLAZIONE STRUTTURALE	14
5	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO	16
6	PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI	17
6.1	GENERALITA'	17
6.2	PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANALISI SISMICA	17
7	ANALISI DEI CARICHI	19
7.1	CARICHI PERMANENTI	19
7.1.1	G1 Peso proprio strutturale (condizione: G1k_Strutturale)	19
7.1.2	G2.1 Peso permanente ricoprimento (condizione: G2.1k_Geo su soletta)	19
7.1.3	G2.2 Spinta statica terreno (condizione G2.2k_Spinta a riposo)	19
7.2	CARICHI VARIABILI	20
7.2.1	Carico mobile su manufatto (Condizione: Q1_Veicolo tandem)	20
7.2.2	Carichi a tergo del rilevato (condizione: Q2_Veicolo distribuito)	22
7.2.3	Frenatura	22
7.2.4	Forza centrifuga	22
7.2.5	Forza del vento	22

7.2.6	Variazioni termiche	22
7.2.7	E azione sismica	23
8	METODO VERIFICHE.....	26
8.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	26
8.1.1	Verifiche di resistenza.....	26
8.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	26
8.2.1	Verifiche delle tensioni di esercizio	26
8.2.2	Verifica dello stato limite di fessurazione.....	26
8.2.3	Verifica di deformabilità	27
8.3	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA.....	27
8.3.1	Verifiche di resistenza.....	27
8.4	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI DANNO.....	27
8.4.1	Verifiche di resistenza.....	27
8.5	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI OPERATIVITA'	27
8.5.1	Verifiche di rigidezza.....	27
9	COMBINAZIONI DI CARICO.....	28
10	RISULTATI DELLE ANALISI SEZIONE SCATOLARE	33
10.1	INVILUPPO SOLLECITAZIONI	33
10.2	PRESSIONI TERRENO	36
10.3	SOLLECITAZIONI RARE.....	38
10.4	SOLLECITAZIONI FREQUENTI.....	39
10.5	SOLLECITAZIONI QUASI PERMANENTI.....	40
11	VERIFICHE.....	41
11.1	VERIFICHE SLU/SLV	41
11.1.1	Soletta fondazione - flessione.....	41

11.1.2	Soletta fondazione – taglio	42
11.1.3	Impalcato – flessione	43
11.1.4	Impalcato – taglio	44
11.1.5	Piedritti – flessione	45
11.1.6	Piedritti – taglio.....	46
11.2	VERIFICHE SLE	47
11.2.1	Impalcato	47
11.2.2	Piedritti	50
11.2.3	Soletta fondazione.....	52
11.3	VERIFICHE SLO	55
12	ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE.....	56
12.1	DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA	56
12.2	ELEMENTI TIPO TRAVE	58
12.3	ELEMENTO TIPO PILASTRO	59
12.4	ELEMENTO TIPO TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER.....	61
12.5	CONDIZIONI, COMBINAZIONI E ANALISI SISMICA.....	62
12.6	CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI.....	70
12.7	AZIONI TRAVI.....	72
12.8	AZIONI PILASTRI.....	74
12.9	AZIONI TRAVI DI FONDAZIONE	82
13	ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE	85
13.1	PREMESSA	85
13.2	CARATTERISTICHE TERRENI	85
13.3	RISULTATI DELL'ANALISI.....	85
13.3.1	Dati di input modellazione.....	85

13.3.2	Rappresentazione grafica modello	111
13.3.3	Risultati sollecitazione	113
13.4	VERIFICHE STRUTTURALI	117
13.4.1	Fondazione 1.....	120
13.4.2	Fondazione 2.....	131
13.4.3	Muro d'ala destra	141
13.4.4	Muro d'ala monte 1	151
13.4.5	Muro d'ala monte 2	161
13.4.6	Muro d'ala sinistra.....	171
13.4.7	Muro d'ala valle 1	181
13.4.8	Muro d'ala valle 2	189
14	ANALISI E VERIFICHE POZZETTI DI VALLE	201
14.1	PREMESSA	201
14.2	CARATTERISTICHE TERRENI	201
14.3	COMBINAZIONI DI CALCOLO	202
14.4	INVILUPPO SOLLECITAZIONI	203
14.5	SOLLECITAZIONI RARE.....	205
14.6	VERIFICHE SLU/SLV	205
14.6.1	Piedritti – flessione	205
14.6.2	Piedritti – taglio.....	207
14.6.3	Soletta – flessione.....	208
14.6.4	Soletta – taglio	209
14.7	VERIFICHE SLE.....	210
14.7.1	Piedritti	210
14.7.2	Soletta.....	212

15	VERIFICHE GEOTECNICHE	215
15.1	APPROCCIO DI VERIFICA GEOTECNICA	215
15.2	VERIFICHE GEOTECNICHE TOMBINO	215
15.2.1	Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica	215
15.2.2	Verifica di portanza	216
15.2.3	Verifica di galleggiamento	221
15.3	VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTI DI VALLE	221
15.3.1	Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica	221
15.3.2	Verifica di portanza	223
15.3.3	Verifica di galleggiamento	228
15.4	VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE	228
15.4.1	Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica	228
15.4.2	Verifica di portanza	229
15.4.3	Verifica di galleggiamento	234
16	SINTESI DEI RISULTATI.....	235
16.1	SOLETTE FONDAZIONE	235
16.1.1	Tombino sezione 1.....	235
16.1.2	Tombino sezione 2.....	235
16.1.3	Pozzetto monte.....	235
16.1.4	Pozzetti valle	235
16.2	PARETI.....	235
16.2.1	Tombino sezione 1.....	235
16.2.2	Tombino sezione 2.....	235
16.2.3	Pozzetto monte.....	235
16.2.4	Pozzetti valle	235

16.3 SOLETTA COPERTURA.....	236
16.3.1 Tombino sezione 1.....	236
16.3.2 Tombino sezione 2.....	236
16.4 CONTROLLO DETTAGLI COSTRUTTIVI	236
16.1 CORDOLO BARRIERA DI SICUREZZA	237
17 ACCETTABILITA' DEI CALCOLI	242
18 LICENZA SOFTWARE.....	244

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo tratta le analisi e le verifiche strutturali dell'attraversamento idraulico posto al km 1+918 di dimensioni interne 2,00 m x 2,00 m da realizzarsi nell'ambito dell'Ammodernamento a N° 4 corsie della S.S. 5140 "Di Chiaromonte" e della S.S. 194 Ragusana dallo svincolo con la S.S. 115 allo svincolo con la S.S. 114, Lotto 1°. Il manufatto in progetto presenta una forma scatolare, costituito in cemento armato gettato in opera.

La fondazione, i piedritti e la soletta hanno uno spessore di 30 cm, le verifiche strutturali sono state effettuate considerando la sezione trasversale avente il ricoprimento massimo di terreno, che nel caso in esame è 2,70 m.

Il piano di manutenzione T01CM00CMSRE1 e la relazione sui materiali T01EG04GENSCO1 è presente in altre relazioni generali. Verifica delle fondazioni e fascicolo di calcolo sono riportate in questo elaborato.

Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore piedritto sinistro	0,30 [m]
Spessore piedritto destro	0,30 [m]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore traverso	0,30 [m]

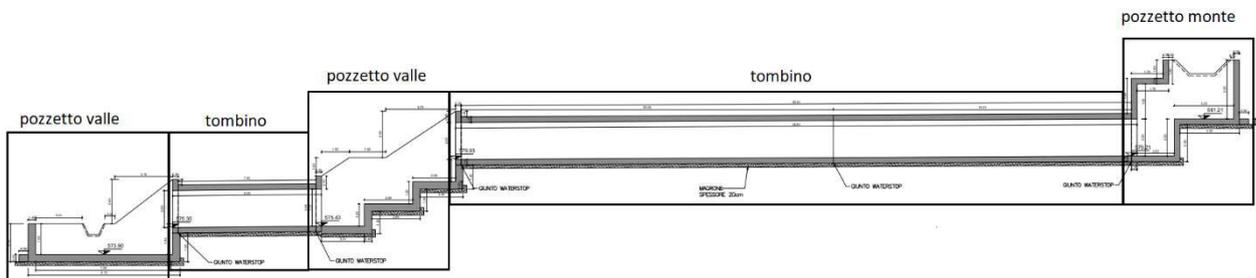


Figura 1-1 "Sezione"

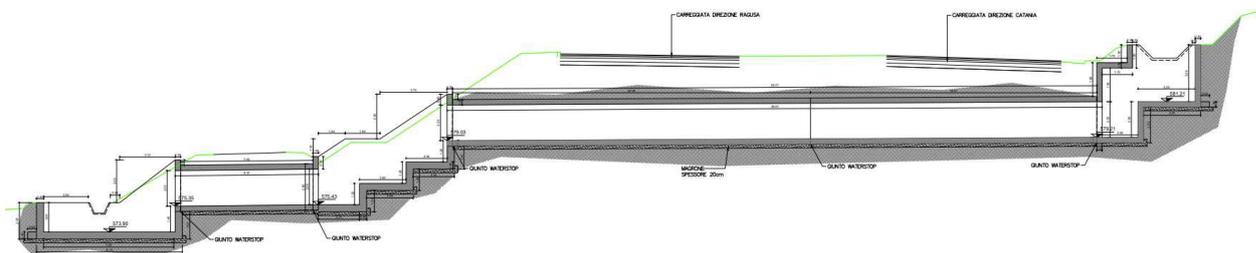


Figura 1-2 "Sezione con ricoprimento"

RELAZIONE DI CALCOLO

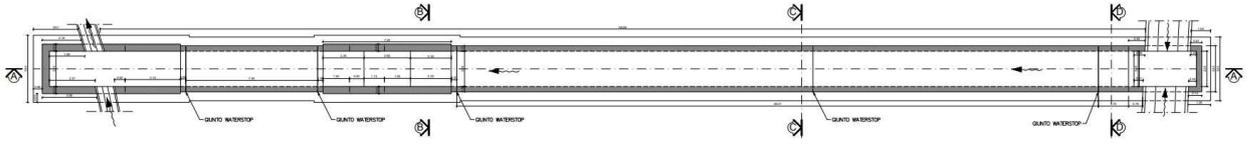


Figura 1-3" Pianta"

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative.

- **Legge nr 1086 del 05/11/1971**
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge nr 64 del 02/02/1974**
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 gennaio 2008)**
- **Circolare 617 del 02/02/2009**
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- **UNI EN 206-1:2006**
Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- **UNI 11104:2004**
Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1.
- **UNI EN 1990:2006 Eurocodice 0**
Criteri generali di progettazione strutturale.
- **UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1**
Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni generali – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- **UNI EN 1991-2:2005 Eurocodice 1**
Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- **UNI EN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2**
Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- **UNI EN 1992-2:2006 Eurocodice 2**
Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 2: Ponti in calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- **UNI EN 1997-1:2005 Eurocodice 7**
Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- **UNI EN 1997-2:2007 Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.

- **UNI EN 1998-1:2005 Eurocodice 8**
Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- **UNI EN 1998-2:2009 Eurocodice 8**
Progettazione delle strutture per la resistenza sismica Parte 2: Ponti.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO MAGRONE DI FONDAZIONE

Per tale tipologia di calcestruzzi, si è individuata una classe di esposizione **X0**. Per tale classe, la UNI 11104 impone le seguenti prescrizioni:

- Massimo rapporto acqua/cemento:.....**Nessuna prescrizione**
- Minima classe di resistenza:.....**C12/15**
- Minimo contenuto in cemento(Kg/m3):...**Nessuna prescrizione**

Alla luce di quanto esposto, di seguito le caratteristiche del calcestruzzo scelto:

Rck	15	N/mm ²	resistenza cubica calcestruzzo
γc	1,5		coefficiente parziale di sicurezza
acc	0,85		coefficiente riduttivo resistenze di lunga durata
Ecm	27267	N/mm ²	modulo elastico
fck	12,45	N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo
fcd	7,06	N/mm ²	resistenza cilindrica di calcolo a compressione del calcestruzzo
fcmm	20,45	N/mm ²	resistenza cilindrica media a compressione del calcestruzzo
fctm	1,61	N/mm ²	resistenza cilindrica media a trazione calcestruzzo <C50/60
fctk	1,13	N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica a trazione calcestruzzo <C50/60
fctd	0,75	N/mm ²	resistenza cilindrica di calcolo a trazione calcestruzzo <C50/60
fbd	1,69	N/mm ²	resistenza tangenziale di aderenza
fcfm	1,93	N/mm ²	resistenza a trazione per flessione

3.2 CALCESTRUZZO OPERE IN FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE

Per tale tipologia di calcestruzzi, si è individuata una classe di esposizione **XA2**, "Ambiente chimico moderatamente aggressivo". Per tale classe, la UNI 11104 impone le seguenti prescrizioni:

- Massimo rapporto acqua/cemento:..... **0,50**
- Minima classe di resistenza:.....**C32/40**
- Minimo contenuto in cemento(Kg/m3):...**340**

Alla luce di quanto esposto, di seguito le caratteristiche del calcestruzzo scelto:

Rck	40	N/mm ²	resistenza cubica calcestruzzo
γc	1,5		coefficiente parziale di sicurezza
acc	0,85		coefficiente riduttivo resistenze di lunga durata
Ecm	33643	N/mm ²	modulo elastico
fck	33,20	N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo
fcd	18,81	N/mm ²	resistenza cilindrica di calcolo a compressione del calcestruzzo
fcmm	41,20	N/mm ²	resistenza cilindrica media a compressione del calcestruzzo

RELAZIONE DI CALCOLO

fctm	3,10	N/mm ²	resistenza cilindrica media a trazione calcestruzzo <C50/60
fctk	2,17	N/mm ²	resistenza cilindrica caratteristica a trazione calcestruzzo <C50/60
fctd	1,45	N/mm ²	resistenza cilindrica di calcolo a trazione calcestruzzo <C50/60
fbd	3,25	N/mm ²	resistenza tangenziale di aderenza
fcfm	3,72	N/mm ²	resistenza a trazione per flessione

COPRIFERRO

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo conto delle tolleranze di posa delle armature. Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della progettazione delle armature alla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV della Circolare 2 Febbraio 2009, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle NTC.

Si riporta la tabella sopra citata.

C _{min}	C _o	AMBIENTE	BARRE DA C.A. ELEMENTI A PIASTRA		BARRE DA C.A. ALTRI ELEMENTI		CAVI DA C.A.P. ELEMENTI A PIASTRA		CAVI DA C.A.P. ALTRI ELEMENTI	
			C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o
C25/30	C35/45	ORDINARIO	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	AGGRESSIVO	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	MOLTO AGGRESSIVO	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe **XA2** rientra nella categoria di "condizione ambientale aggressiva". In base alla classe di calcestruzzo scelta (C32/40), ne deriva un copriferro minimo per "barre da c.a." di **35mm**. A tale valore vanno aggiunte le tolleranze di posa di **10mm**.

Ne deriva un copriferro pari a: 35+10=45mm approssimato a **50mm** in favore di sicurezza.

3.3 ACCIAIO D'ARMATURA

Per l'armatura degli elementi in cemento armato, viene utilizzato un acciaio B450C, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tab. 11.3.Ia

f _{y nom}	450 N/mm ²
f _{t nom}	540 N/mm ²

RELAZIONE DI CALCOLO

E deve rispettare i requisiti richiesti indicati nella seguente tabella.

Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo	f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
	$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	$\phi < 12\ mm$	4 ϕ	
	$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 ϕ	
	per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 ϕ	
	per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 ϕ	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

Le caratteristiche del materiale sono quindi di seguito riassunte.

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	$\geq 450\ MPa$
Limite di rottura f_t	$\geq 540\ MPa$
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7,5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y\ misurato}/f_{y\ nom}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico**	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
* = prove periodiche annuali	

4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO

4.1 GENERALITA'

Le analisi e le verifiche sull'opera sono state condotte nel pieno rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni adottando, di conseguenza, un approccio di calcolo di tipo prestazionale basato sul ricorso del Metodo degli Stati Limite.

Come indicato dalle NTC2008 al 2.6.1, nelle verifiche nei confronti dello stato limite ultimo strutturali (STRU) e geotecnici (GEO), si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Si utilizza l'**approccio 2** che utilizza un'unica combinazione di gruppi di coefficienti parziali **(A1+M1+R3)**.

4.2 CRITERI DI MODELLAZIONE STRUTTURALE

Lo stato di sollecitazione della struttura, viene desunto da un codice di calcolo (Enexsys-Winstrand). La struttura in progetto, nonostante lo sviluppo longitudinale, viene schematizzata come un telaio piano di estensione 1 metro. Elementi orizzontali e elementi verticali sono rappresentati da elementi beam monodimensionali la cui sezione sarà data da una dimensione fissa (1 metro, ossia l'estensione del telaio analizzato) e una dimensione variabile (lo spessore degli elementi) che rappresenta la dimensione effettiva in progetto.

Le camerette di monte e valle o intermedie, sono separate dai tombini scatolari da giunti waterstop che garantiscono continuità idraulica, ma non strutturale. Queste, quando articolate, sono state modellate tridimensionalmente. I tombini scatolari presentano invece una distribuzione spaziale costante. La modellazione piana, riferendosi alla sezione maggiormente sollecitata sia dal punto di vista dei carichi statici che dinamici, non differisce dalla modellazione intera tridimensionale, o al più ne differisce in forma lievemente conservativa non considerando le ridistribuzioni di sollecitazioni agli elementi limitrofi meno sollecitati.

Lo schema statico assunto è quello di telaio chiuso e continuo, nel quale l'interazione con la struttura di fondazione è tenuta in conto tramite una modellazione del terreno alla Winkler.

Il coefficiente di reazione non è tuttavia una proprietà intrinseca del materiale costituente la fondazione, ma è funzione anche delle caratteristiche della struttura in appoggio sia in termini di estensione che di rigidezza.

Per tale ragione, in una prima fase, la costante di Winkler è ipotizzata. Con tale ipotesi viene eseguito un primo dimensionamento del telaio. Questo dimensionamento è sufficiente per la determinazione delle pressioni, della portanza, dei cedimenti e della costante di Winkler. Il valore così ottenuto è reinserito quindi nel modello di calcolo. Il processo iterativo viene interrotto non appena le differenze di sollecitazione sono ritenute trascurabili e/o non dimensionanti.

La caratterizzazione del terreno in cui la struttura è immersa è suddiviso nei tre strati: ricoprimento, rinfiato, e di fondazione. Per ogni strato occorre fornire i valori dei parametri fisici e meccanici più comuni (peso di volume, angolo di attrito, attrito terreno-struttura, coesione, adesione ecc).

Data la natura della infrastruttura, ossia viabilità in rilevato, il terreno di rinfiato corrisponde sempre al terreno di ricoprimento (caratteristiche da materiale di riporto).

Contrariamente, il terreno di fondazione, presenta le caratteristiche dei terreni affioranti in loco o in taluni casi è ancora definito da materiale di riporto.

5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RICOPRIMENTO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	2,70	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m ³]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Peso di volume	20,00	[kN/m ³]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione Mc argilla marnosa	
Peso di volume	17,00	[kN/m ³]
Angolo di attrito	17,00	[°]
Coesione	0,013	[MPa]
Coesione non drenata	0,077	[MPa]

6 PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI

6.1 GENERALITA'

Per il calcolo sismico dell'opera in esame si è fatto riferimento alle indicazioni delle NTC2008 con il concetto di "pericolosità sismica di base" come elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Tale pericolosità è quella relativa a condizioni ideali di sito con superficie topografica orizzontale e terreno di tipo rigido (Categoria A).

Le indicazioni sulla pericolosità sismica di base dell'interno territorio nazionale è fornita dalla predetta normativa, in termini di:

- **ag** accelerazione orizzontale massima del terreno;
- **Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T*c** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tali valori sono forniti per ciascun nodo del reticolo di riferimento con maglia di circa 10km e per ciascun periodo di ritorno T_R . Il periodo di ritorno è ricavabile mediante la seguente relazione.

$$T_R = -(V_R) / (\ln(1 - P_{VR}))$$

Dove

- V_R Vita di riferimento per l'azione sismica
- P_{VR} Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

La vita di riferimento è funzione della vita nominale tramite la classe d'uso. La probabilità di superamento è funzione dello stato limite considerato. Gli stati limite analizzati sono SLV, SLD e SLO.

Gli spettri di progetto associati ai vari stati limite di interesse, sono determinati a partire dai parametri di pericolosità sismica sopra esposti (determinati in funzione del tempo di ritorno), dai coefficienti di amplificazione stratigrafica S_s e topografica S_T .

6.2 PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANALISI SISMICA

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (PAR. 3.2.2 NTC08)

Per la definizione dello spettro utilizzato nel calcolo sismico, sono stati considerati i seguenti parametri.

Identificazione sito:.....Tombino km 1+912
Comune:.....Ragusa
Provincia:.....Ragusa
Latitudine:.....36.9537°
Longitudine:.....14.6600°

Categoria di sottosuolo:.....	B
Categoria topografica:.....	T1
Zona sismica amministrativa.....	2

La categoria di sottosuolo è desunta dall'elaborato **T01GE03GEORE01**

VITA NOMINA E CLASSE D'USO (2.4.2 NTC08)

Vita nominale:.....	50anni
Classe d'uso:.....	IV
Cu.....	2
Vita di riferimento:.....	100anni

TIPOLOGIA STRUTTURALE E FATTORE DI STRUTTURA

Per la determinazione del fattore di struttura per l'opera in esame si è fatto riferimento a quanto le NTC08 prevedono per i ponti.

Nel caso in oggetto, la struttura è stata assimilata a delle spalle connesse in maniera rigida all'impalcato con i piedritti che sostengono un terreno rigido naturale per più dell'80% dell'altezza (p.to 7.9.5.6.2). Si tratta pertanto di strutture che si muovono col terreno ai sensi della Tabella 7.9.I, caratterizzate da peridi di vibrazione in direzione orizzontale molo bassi e per le quali si assume un valore **di $q_0=q=1,0$** .

Per strutture con tali proprietà, le forze di inerzia possono essere determinate considerando un'accelerazione pari a **$a_g * S$** .

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 CARICHI PERMANENTI

7.1.1 G1 Peso proprio strutturale (condizione: G1k_Strutturale)

Il peso strutturale è calcolato automaticamente dal software di calcolo strutturale e quindi è tenuto in conto automaticamente durante la fase di progettazione

7.1.2 G2.1 Peso permanente ricoprimento (condizione: G2.1k_Geo su soletta)

Il carico sulla calotta è stato determinato mediante il metodo della *pressione geostatica* secondo il quale la pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso del volume di terreno per l'altezza del ricoprimento (tale carico tiene conto anche dell'eventuale pavimentazione, considerando uno spessore di ricoprimento H_{rinterro} comprensivo del suddetto).

$$G2.1 = P_v = \gamma_{\text{rinterro}} \times H_{\text{rinterro}} \times L_{\text{telaio}} = P_v \times L_{\text{telaio}} = 20 \times 2,7 \times 1 = 54,0 \text{ kN/m}$$

7.1.3 G2.2 Spinta statica terreno (condizione G2.2k_Spinta a riposo)

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

$$\sigma = \gamma z K_0 + P_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + P_v K_0 H$$

Dove P_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Di seguito si riporta il calcolo di suddetta spinta.

Dati geometrici opera		
h	2,4 m	altezza
hr	2,7 m	ricoprimento misurato dall'estradosso della soletta
H	5,1 m	altezza di spinta terreno
Δq	0 KN/m ²	sovraccarico

Le proprietà del terreno di rinfianco/rinterro

Caratteristiche del terreno		
ϕ	35 °	angolo di attrito
γ_{sat}	20 KN/m ³	peso di volume terreno saturo
γ_w	0 KN/m ³	peso acqua
z_w	-20 m	quota falda

RELAZIONE DI CALCOLO

H_w	0 m	altezza di spinta falda
γ'	20 KN/m ³	peso efficace

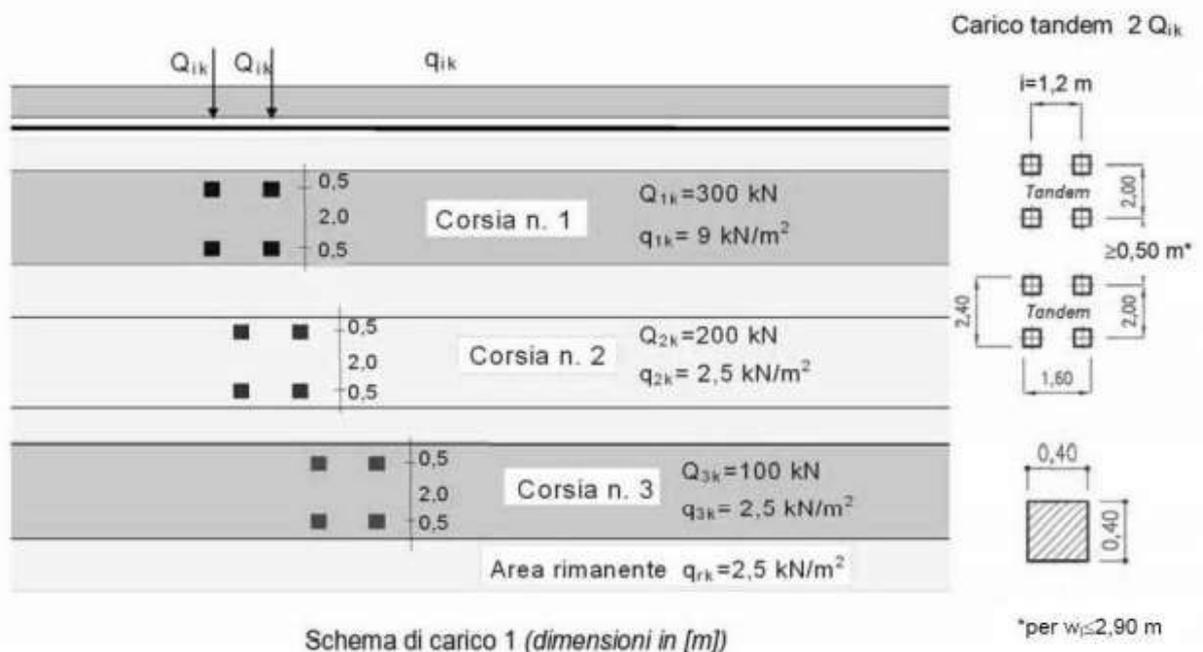
La spinta a riposo vale quindi, con riferimento ad ogni elemento di lunghezza 0,4m con il quale sono stati discretizzati i piedritti

<i>Spinta Statica su elementi bidimensionali</i>						
h mesh	h _i [m]	σ_w,i [KN/m ²]	$\sigma'_{h,i}$ [KN/m ²]	$\sigma_{h,i}$ [KN/m ²]	$\sigma_{q,i}$ [KN/m ²]	$\sigma'_{tot,i}$ [KN/m ²]
0,40	0,20	0,00	0,00	41,81	0,00	42
	0,60	0,00	0,00	38,40	0,00	38
	1,00	0,00	0,00	34,99	0,00	35
	1,40	0,00	0,00	31,57	0,00	32
	1,80	0,00	0,00	28,16	0,00	28
	2,20	0,00	0,00	24,75	0,00	25

7.2 CARICHI VARIABILI

7.2.1 Carico mobile su manufatto (Condizione: Q1_Veicolo tandem)

Le azioni variabili da traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti.



Dato che la sezione è parallela all'asse stradale e dato che viene analizzato un telaio di larghezza perpendicolare all'asse stradale pari ad 1 metri, si considera una sola corsia di carico ed in particolare la corsia di carico numero 1 con valori di carico distribuito e carico tandem pari rispettivamente a:

$$q_{1k}=9\text{kN/mq}$$

$$Q_{1k}=300\text{kN}$$

Si precisa che secondo il testo Unico del 14 gennaio 2008, i carichi mobili includono gli effetti dinamici.

I carichi concentrati si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso il ricoprimento si considera pari a 30°. La diffusione attraverso la soletta e fino a metà della stessa si considera invece pari a 45°.

I due assi da 300kN vengono ripartiti e trasmessi sulla soletta considerando una diffusione attraverso ricoprimento e soletta.

Il valore del carico tandem complessivo è pari a 600kN. Tale carico è ripartito su una impronta di carico i cui lati, a quota asse soletta, sono visionabili nel foglio di calcolo sotto riportato.

In senso trasversale impronte di carico di due veicoli posti in due corsie convenzionali affiancate si sovrappongono. A favore di sicurezza si prendono in considerazione le prime due corsie convenzionali i cui carichi per ruota sono rispettivamente di 150kN e 100kN.

I carichi distribuiti riferiti agli assi tandem delle due corsie di carico sono quindi sommati e usati nelle verifiche.

Assieme al carico concentrato agente sulle impronte delle ruote agisce anche un carico uniformemente distribuito con intensità pari a 9kN/mq.

Il foglio di calcolo di seguito esposto riporta in forma numerica quanto fin ora detto.

CARICO SU SOLETTA

DATI GEOMETRICI DI INPUT

H	2,7 m	altezza ricoprimento
φ	30 °	angolo diffusione ricoprimento
φ	0,52 rad	angolo diffusione ricoprimento
S	0,3 m	spessore soletta
φ'	45 °	angolo diffusione soletta
φ'	0,79 rad	angolo diffusione soletta
L	1,00 m	larghezza interessa telaio

DATI RELATIVI AI CARICHI

s	0,4 m	larghezza impronta
i _t	2 m	interasse trasversale
i _l	1,2 m	interasse longitudinale
Q _{1k}	300 kN	carico tandem principale

RELAZIONE DI CALCOLO

Q2k	200	kN	carico tandem secondario
q1k	9	kN/m2	carico distribuito principale
q2k	2,5	kN/m2	carico distribuito secondario
DATI DI CALCOLO			
L _t	6,12	m	lunghezza trasversale proiezione impronte
L _i	5,32	m	lunghezza longitudinale proiezione impronte
Q1	18,44	kN/m2	carico relativo al carico tandem Q1k
Q2	12,30	kN/m2	carico relativo al carico tandem Q2k
Q1+Q2	30,74	kN/m2	carico sovrapposto in favore di sicurezza
Qk	30,74	kN/m	carico tandem finale da applicare a soletta
qk	9,00	kN/m	carico distribuito finale da applicare a soletta

7.2.2 Carichi a tergo del rilevato (condizione: Q2_Veicolo distribuito)

La spinta delle terre dovuta all'azione dei sovraccarichi accidentali posti sul rilevato a tergo dei piedritti dello scatolare viene valutata con riferimento ad un sovraccarico di 9kN/mq agente sul rilevato a tergo dello scatolare.

Tale carico viene applicato solo a tergo del piedritto di sinistra, onde massimizzare lo sbilanciamento delle forze per la verifica della struttura scatolare. Il carico a cui si fa riferimento è proprio il carico qk visionabile nel excel sopra riportato.

7.2.3 Frenatura

Per quanto riguarda l'azione di frenatura, definita al paragrafo 5.1.3.5 del D.M.14/01/08, viene considerata azione trascurabile ai fini del dimensionamento dei tombini.

7.2.4 Forza centrifuga

Poiché la sezione dello scatolare considerata nel modello di calcolo è parallela all'asse stradale, l'azione centrifuga non presenta componente trasversale per lo scatolare.

7.2.5 Forza del vento

Poiché la sezione dello scatolare considerata nel modello di calcolo è parallela all'asse stradale, l'azione del vento non presenta componente trasversale per lo scatolare.

7.2.6 Variazioni termiche

Trattandosi di un manufatto interrato, si ritiene trascurabile l'effetto delle variazioni termiche, con ordine di grandezza nettamente inferiore all'entità delle sollecitazioni in gioco.

7.2.7 Azione sismica

L'azione sismica è tenuta in conto tramite due contributi, E1 ed E2 descrivibili come segue.

Le azioni sismiche di progetto considerate sono:

- E1 – gli incrementi sismici della spinta esercitata dal terrapieno a tergo della spalla;
- E2 – le azioni sismiche dovute alle masse strutturali.

7.2.7.1 E1 – incremento sismico di spinta piedritti (condizione: E_Spinta sismica+X_SLV/SLO)

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta può essere calcolato per via pseudo-statica.

Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, il valore del coefficiente sismico orizzontale k_h è valutato mediante l'espressione:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{\max} / g$$

Dove:

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito = $S_s \cdot S_T \cdot a_g$

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

$S_s \cdot S_T$ = coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica

Per elementi che non sono in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Con tali ipotesi, sono stati calcolati due incrementi di pressione, una relativa alla condizione di stato limite di *salvaguardia della vita* e una relativa alla condizione di stato limite di *operatività*.

Salvaguardia della vita: _SLV

Dati sismici		
a_g	0,294	accelerazione massima del sito su suolo rigido / g
Categoria sottosuolo	B	
F_0	2,361	valore massimo del fattore di amplificazione spettro
S_T	1	coefficiente di amplificazione topografica
S_s	1,122	coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S = S_s S_T$	1,122	
β	1	

Spinte sismiche		
$K_h = a_g S \beta$	0,33	coefficiente di spinta sismica

RELAZIONE DI CALCOLO

$S_E = K_h \gamma H^2$	38,00 KN/m	spinta sismica terreno applicata su 1/2 h
------------------------	-------------------	---

<i>Spinta Statica su elementi bidimensionali</i>		<i>Spinta sismica</i>
h mesh	hi [m]	$\sigma' E_i$ [KN/m ²]
0,40	0,20	16
	0,60	16
	1,00	16
	1,40	16
	1,80	16
	2,20	16

Operatività_SLO

<i>Dati sismici</i>		
ag	0,056	accelerazione massima del sito su suolo rigido / g
Categoria sottosuolo	B	
F ₀	2,509	valore massimo del fattore di amplificazione spettro
S _T	1	coefficiente di amplificazione topografica
S _S	1,2	coefficiente di amplificazione stratigrafica
S=S _S S _T	1,2	
β	1	

<i>Spinte sismiche</i>		
K _h = agSβ	0,07	coefficiente di spinta sismica
S _E = K _h γH ²	7,74 KN/m	spinta sismica terreno applicata su 1/2 h

<i>Spinta Statica su elementi bidimensionali</i>		<i>Spinta sismica</i>
h mesh	hi [m]	$\sigma' E_i$ [KN/m ²]
0,40	0,20	3
	0,60	3
	1,00	3
	1,40	3
	1,80	3
	2,20	3

7.2.7.2 E2 – azioni sismiche dovute alle masse

L'azione sismica è tenuta in conto tramite Analisi Lineare Dinamica così come indicato al 7.3.3.1. delle NTC2008.

Così come indicato dalla normativa tecnica, sono stati considerati un numero di modi tale da considerare almeno l'85% di massa partecipante e comunque tutti i modi con massa partecipante significativa, indicati come quelli a massa superiore al 5%.

Le due azioni derivanti dal sisma sopra descritte, ossia **E1** ed **E2**, sono state applicate in una sola direzione, in particolare la direzione +x, parallela alla sezione dello scatolare e all'asse stradale.

L'omissione dell'analisi in direzione -x è legata alla simmetria dell'opera che conduce ad un comportamento equivalente nelle due direzioni e quindi a stessi fattori di sicurezza.

L'omissione dell'analisi in direzione +y/-y è legata alla modellazione e relativa verifica piana (piano x-z) dello scatolare, che risulta essere a favore di sicurezza non considerando le inevitabili ridistribuzioni di forze agli elementi vicini.

8 METODO VERIFICHE

8.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

8.1.1 Verifiche di resistenza

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le verifiche si basano sul concetto dei coefficienti di sicurezza parziali e considerando una sola famiglia di combinazioni (indicata come **A1 -M1-R3**) in conseguenza dell'utilizzo dell'**approccio 2** della normativa. Si ricorda brevemente come il caso **A1 - M1 - R3** prevede che vengano incrementate le azioni permanenti e variabili con i coefficienti (γ_G, γ_Q) e vengono lasciate inalterate le caratteristiche di resistenza del terreno. Le combinazioni ottenute sono rilevanti per stabilire sia le capacità strutturali delle opere che interagiscono con il terreno sia le verifiche rilevanti per il dimensionamento geotecnico.

8.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

8.2.1 Verifiche delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni rare e quasi permanenti delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel conglomerato cementizio sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti si seguito riportati.

Verifica della tensione massima di compressione del conglomerato cementizio nelle condizioni di esercizio.

La massima tensione di compressione del conglomerato cementizio σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,6f_{ck} \quad \text{per la combinazione rara}$$

$$\sigma_c < 0,45f_{ck} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

Verifica della tensione massima dell'acciaio in condizione di esercizio.

Per l'acciaio, la tensione massima, σ_s , per effetto delle azioni dovute alle combinazioni rare deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,8f_{yk}$$

8.2.2 Verifica dello stato limite di fessurazione

In base alla classe di esposizione individuata, XA2, classificata come condizione ambientale aggressiva, ed in base alla tipologia di armatura utilizzata, armatura poco sensibile, si individuano due verifiche entrambe di controllo di apertura delle fessure. In particolare si deve verificare che:

$$a_{p.fessure} < w_2 = 0,3\text{mm} \quad \text{per la combinazione frequente}$$

$$a_{p.fessure} < w_1 = 0,2\text{mm} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

8.2.3 Verifica di deformabilità

Si verifica che l'inflessione della soletta superiore non superi 1/250 della luce.

8.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

8.3.1 Verifiche di resistenza

Si ripropongono verifiche di resistenza così come eseguito per le verifiche allo stato limite ultimo, ma con azioni derivanti dalle forze indotte dall'azione sismica.

8.4 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI DANNO

8.4.1 Verifiche di resistenza

Avendo progettato con un fattore di comportamento q pari ad 1, lo spettro relativo all'SLV risulta necessariamente sempre maggiore di quello all'SLD. Perciò il soddisfacimento delle verifiche di resistenza all'SLV implica il soddisfacimento delle verifiche all'SLD.

8.5 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI OPERATIVITA'

8.5.1 Verifiche di rigidità

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

Questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei limiti indicati per classi d'uso I e II.

Il limite scelto è pari a:

$$dr < 2/3 * 0,005h$$

Dove:

dr spostamento d'interpiano

h altezza d'interpiano

9 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato al paragrafo 5.1.3.12. del D.M.14/01/08 per quello che riguarda le strutture assimilabili a ponti/viadotti e che sorreggono carichi variabili da traffico.

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

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata				Carichi su marciapiedi e piste ciclabili	
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
(*) Ponti di 3ª categoria						
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)						
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

RELAZIONE DI CALCOLO

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

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	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 di GEO. ⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti. ⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna ⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali					

RELAZIONE DI CALCOLO

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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
Vento q_5	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
Neve q_5	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Temperatura	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
	T_k	0,6	0,6	0,5

Come sopra esposto, si è fatto riferimento all'approccio 2 e quindi a coefficienti A1 – M1 – R3.

Numero di condizioni di carico ... : 7

Numero di combinazioni di carico . : 9

Condizione

- 1 G1k_Strutturale
- 2 G2.1k_Geo su calotta
- 3 G2.2k_Spinta a riposo
- 4 Q1_Veicolo tandem
- 5 Q2_Veicolo distribuito
- 6 E_Spinta sismica+X_SLV
- 7 E_Spinta sismica+X_SLO
- 8 Sisma OSLU
- 9 Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero

1	SLU_TANDEM
2	SLU_DISTRIBUITO

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
1	1.35	1.35	1.35	1.5	0.6
2	1.35	1.35	1.35	1.125	1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero

3	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	6	8
3	1	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

4	RARA_TANDEM
5	RARA_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
4	1	1	1	1	0.4
5	1	1	1	0.75	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

6	FRE_TANDEM
7	FRE_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
6	1	1	1	0.75	
7	1	1	1		0.4

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

8 QUASI PERMANENTE

Comb.\Cond 1 2 3

8 1 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Combinazione di carico numero

9 Sisma 0

Comb.\Cond 1 2 3 9

9 1 1 1 1

10 RISULTATI DELLE ANALISI SEZIONE SCATOLARE

10.1 INVILUPPO SOLLECITAZIONI

Inviluppo sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 37 44	-118.54 [kN]	Comb. 1	Max trave 37 44	117.24 [kN]	Comb. 1
Pressioni sul terreno	Min trave 44 51	0.120 [MPa]	Comb. 2	Max trave 52 37	0.012 [MPa]	Comb. 3
Momento flettente	Min trave 37 44	-44.91 [kNm]	Comb. 2	Max trave 37 44	28.50 [kNm]	Comb. 1
Momento torcente	Min trave 37 44	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max trave 52 37	0.00 [kNm]	Comb. 3

Inviluppo sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X30

Sforzo normale	Min asta 43 50	40.98 [kN]	Comb. 8	Max asta 43 50	63.93 [kN]	Comb. 2
Taglio piano 1-2	Min asta 43 50	-162.47 [kN]	Comb. 1	Max asta 43 50	160.42 [kN]	Comb. 1
Taglio piano 1-3	Min asta 43 50	-0.00 [kN]	Comb. 2	Max asta 43 50	-0.00 [kN]	Comb. 4
Momento torcente	Min asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 1	Max asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 43 50	-49.10 [kNm]	Comb. 1	Max asta 43 50	50.30 [kNm]	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max asta 43 50	0.00 [kNm]	Comb. 2

Inviluppo sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X30

Sforzo normale	Min asta 43 42	59.27 [kN]	Comb. 3	Max asta 45 44	186.77 [kN]	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 43 42	-63.93 [kN]	Comb. 2	Max asta 38 37	76.39 [kN]	Comb. 3
Taglio piano 1-3	Min asta 43 42	-0.00 [kN]	Comb. 2	Max asta 50 49	0.00 [kN]	Comb. 2
Momento torcente	Min asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 43 42	-46.54 [kNm]	Comb. 1	Max asta 50 49	50.30 [kNm]	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 43 42	-0.00 [kNm]	Comb. 1	Max asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 2

RELAZIONE DI CALCOLO

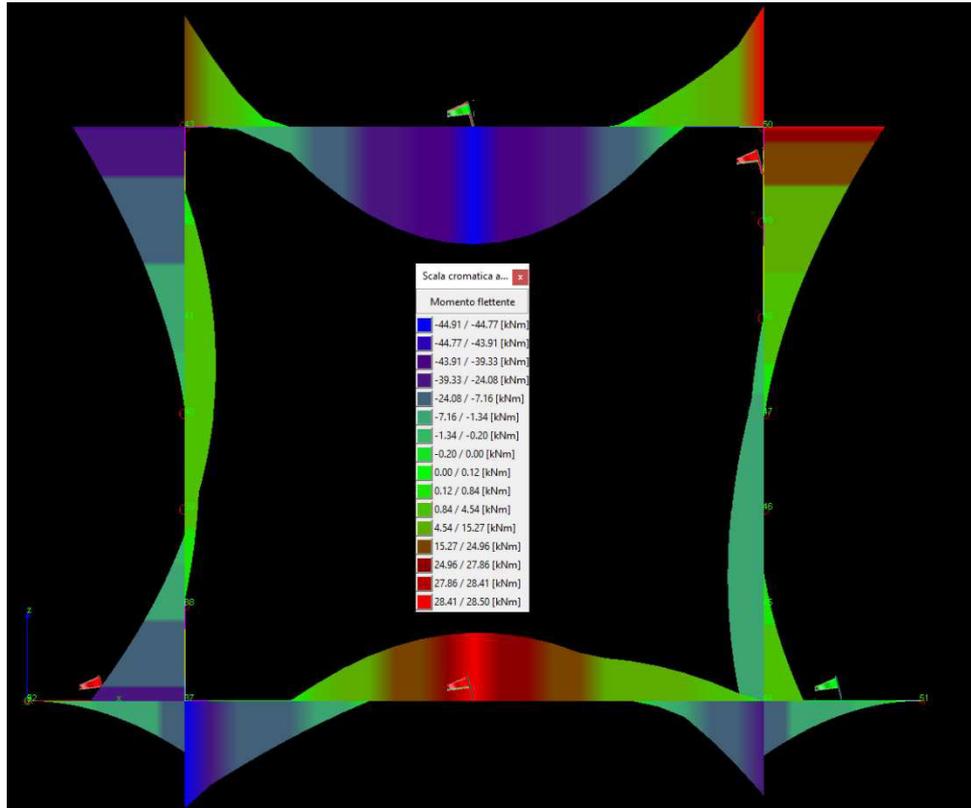


Figura 10-1"Diagramma involuppo momenti flettenti"

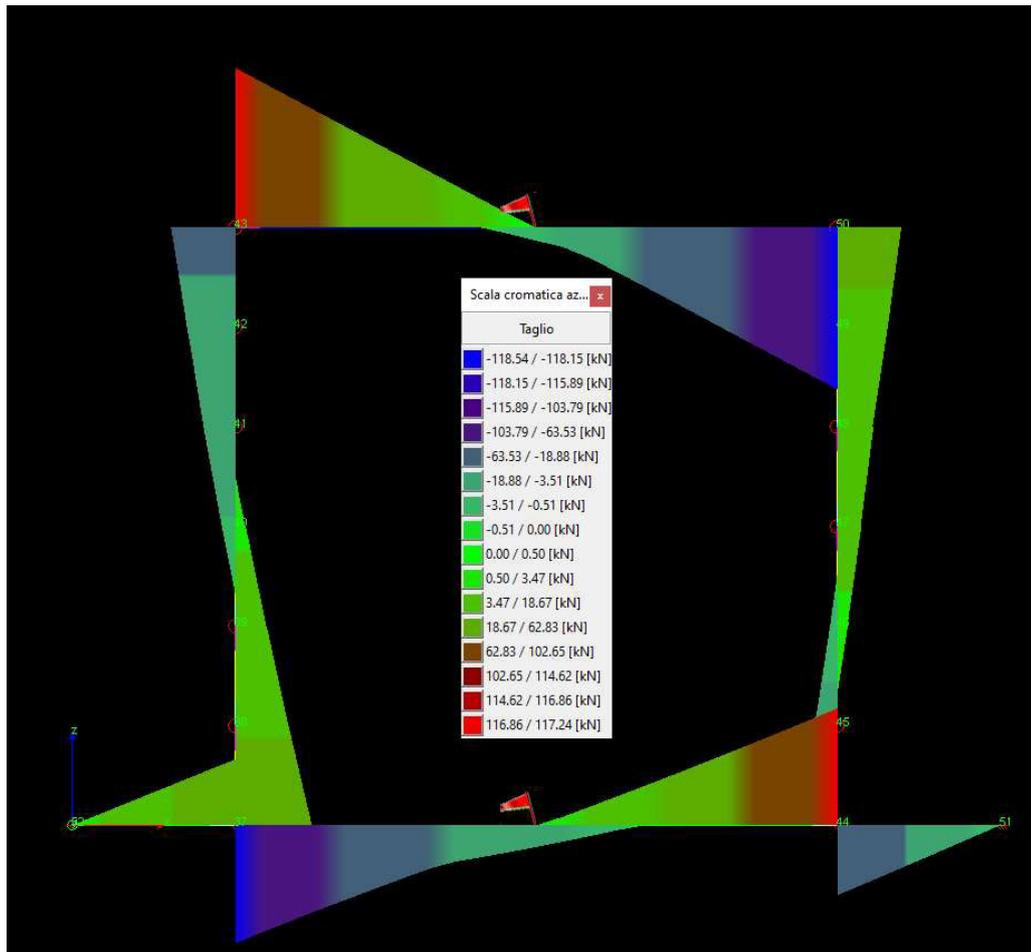


Figura 10-2"Inviluppo diagramma taglio"

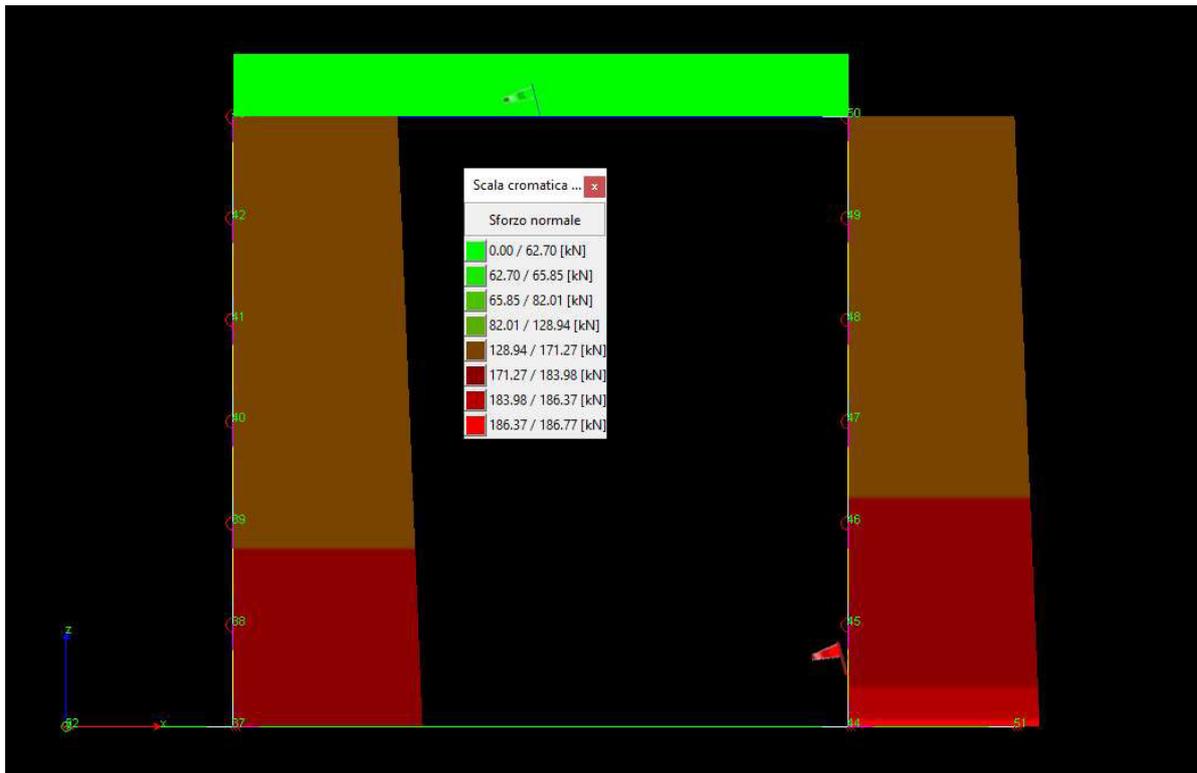


Figura 10-3"Diagramma involuppo sforzo normale"

10.2 PRESSIONI TERRENO

Pressioni massime su terreno di fondazione

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	2	-0.120
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	2	-0.102

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	3	-0.100
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 52 37	3	-0.012

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
--	----------	--------------	------------

RELAZIONE DI CALCOLO

Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	5	-0.086
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	5	-0.074

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	6	-0.079
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	7	-0.057

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	8	-0.058
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	8	-0.055

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	9	-0.067
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 52 37	9	-0.048

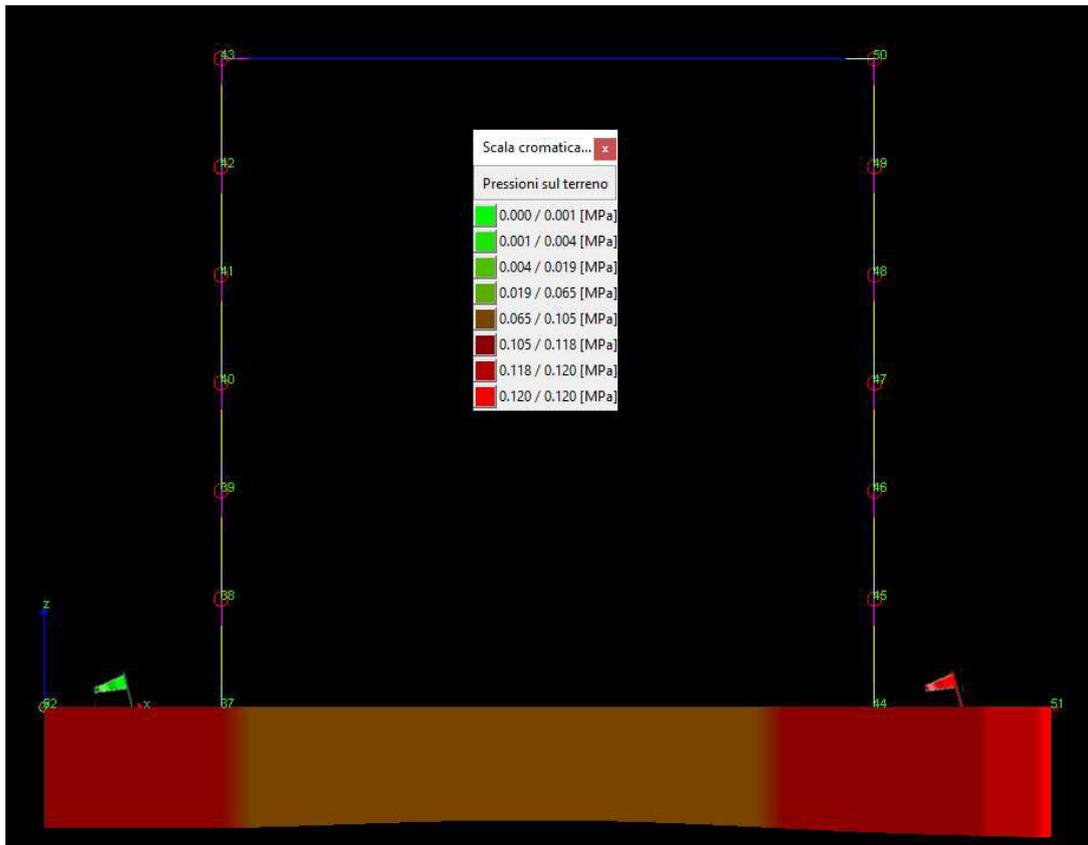


Figura 10-4 "Diagramma involuipo pressioni terreno"

10.3 SOLLECITAZIONI RARE

Sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 37 44	-84.92 [kN]	Comb. 4	Max trave 37 44	84.05 [kN]	Comb. 4
Pressioni sul terreno	Min trave 44 51	0.086 [MPa]	Comb. 5	Max trave 37 44	0.074 [MPa]	Comb. 5
Momento flettente	Min trave 37 44	-32.27 [kNm]	Comb. 5	Max trave 37 44	20.16 [kNm]	Comb. 4
Momento torcente	Min trave 37 44	-0.00 [kNm]	Comb. 5	Max trave 52 37	0.00 [kNm]	Comb. 5

Sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X30

Sforzo normale	Min asta 43 50	45.54 [kN]	Comb. 4	Max asta 43 50	46.72 [kN]	Comb. 5
Taglio piano 1-2	Min asta 43 50	-115.69 [kN]	Comb. 4	Max asta 43 50	114.32 [kN]	Comb. 4
Taglio piano 1-3	Min asta 43 50	-0.00 [kN]	Comb. 5	Max asta 43 50	-0.00 [kN]	Comb. 4
Momento torcente	Min asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 5
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 43 50	-34.71 [kNm]	Comb. 4	Max asta 43 50	35.98 [kNm]	Comb. 5

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento Flet. piano 1-3	Min asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 5	Max asta 43 50	0.00 [kNm]	Comb. 5
-------------------------	----------------	-------------	---------	----------------	------------	---------

Sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X30

Sforzo normale	Min asta 43 42	110.56 [kN]	Comb. 5	Max asta 45 44	133.69 [kN]	Comb. 4
Taglio piano 1-2	Min asta 43 42	-46.72 [kN]	Comb. 5	Max asta 50 49	46.72 [kN]	Comb. 5
Taglio piano 1-3	Min asta 43 42	-0.00 [kN]	Comb. 5	Max asta 50 49	0.00 [kN]	Comb. 5
Momento torcente	Min asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 5
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 43 42	-33.47 [kNm]	Comb. 4	Max asta 50 49	35.98 [kNm]	Comb. 5
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 43 42	-0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 5

10.4 SOLLECITAZIONI FREQUENTI

Sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X40

Taglio	Min trave 37 44	-79.22 [kN]	Comb. 6	Max trave 37 44	78.35 [kN]	Comb. 6
Pressioni sul terreno	Min trave 44 51	0.079 [MPa]	Comb. 6	Max trave 37 44	0.057 [MPa]	Comb. 7
Momento flettente	Min trave 37 44	-29.37 [kNm]	Comb. 6	Max trave 37 44	18.22 [kNm]	Comb. 6
Momento torcente	Min trave 37 44	-0.00 [kNm]	Comb. 7	Max trave 52 37	0.00 [kNm]	Comb. 7

Sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X40

Sforzo normale	Min asta 43 50	42.31 [kN]	Comb. 7	Max asta 43 50	44.73 [kN]	Comb. 6
Taglio piano 1-2	Min asta 43 50	-106.47 [kN]	Comb. 6	Max asta 43 50	105.10 [kN]	Comb. 6
Taglio piano 1-3	Min asta 43 50	-0.00 [kN]	Comb. 7	Max asta 43 50	-0.00 [kN]	Comb. 6
Momento torcente	Min asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 7
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 43 50	-31.34 [kNm]	Comb. 6	Max asta 43 50	32.95 [kNm]	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 7	Max asta 43 50	0.00 [kNm]	Comb. 7

Sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X40

Sforzo normale	Min asta 43 42	77.44 [kN]	Comb. 7	Max asta 45 44	124.47 [kN]	Comb. 6
Taglio piano 1-2	Min asta 43 42	-44.73 [kN]	Comb. 6	Max asta 50 49	44.73 [kN]	Comb. 6
Taglio piano 1-3	Min asta 43 42	-0.00 [kN]	Comb. 6	Max asta 50 49	0.00 [kN]	Comb. 6
Momento torcente	Min asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 7
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 43 42	-31.31 [kNm]	Comb. 6	Max asta 50 49	32.95 [kNm]	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 43 42	-0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 6

10.5 SOLLECITAZIONI QUASI PERMANENTI

Sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 37 44	-58.97 [kN]	Comb. 8	Max trave 37 44	58.97 [kN]	Comb. 8
Pressioni sul terreno	Min trave 37 44	0.058 [MPa]	Comb. 8	Max trave 37 44	0.055 [MPa]	Comb. 8
Momento flettente	Min trave 37 44	-23.29 [kNm]	Comb. 8	Max trave 37 44	11.64 [kNm]	Comb. 8
Momento torcente	Min trave 37 44	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max trave 44 51	0.00 [kNm]	Comb. 8

Sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X40

Sforzo normale	Min asta 43 50	40.98 [kN]	Comb. 8	Max asta 43 50	40.98 [kN]	Comb. 8
Taglio piano 1-2	Min asta 43 50	-73.80 [kN]	Comb. 8	Max asta 43 50	73.80 [kN]	Comb. 8
Taglio piano 1-3	Min asta 43 50	-0.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 43 50	-0.00 [kN]	Comb. 8
Momento torcente	Min asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 43 50	-19.82 [kNm]	Comb. 8	Max asta 43 50	24.46 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 43 50	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 43 50	0.00 [kNm]	Comb. 8

Sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X40

Sforzo normale	Min asta 50 49	73.80 [kN]	Comb. 8	Max asta 45 44	91.80 [kN]	Comb. 8
Taglio piano 1-2	Min asta 43 42	-40.98 [kN]	Comb. 8	Max asta 50 49	40.98 [kN]	Comb. 8
Taglio piano 1-3	Min asta 43 42	-0.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 50 49	0.00 [kN]	Comb. 8
Momento torcente	Min asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 43 42	-24.46 [kNm]	Comb. 8	Max asta 50 49	24.46 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 43 42	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 50 49	0.00 [kNm]	Comb. 8

11 VERIFICHE

11.1 VERIFICHE SLU/SLV

11.1.1 Soletta fondazione - flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

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

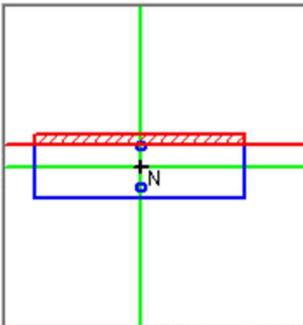
File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Soletta

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	15,71	5
			2	15,71	25

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

Diagramma della sezione: 

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 44,91 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

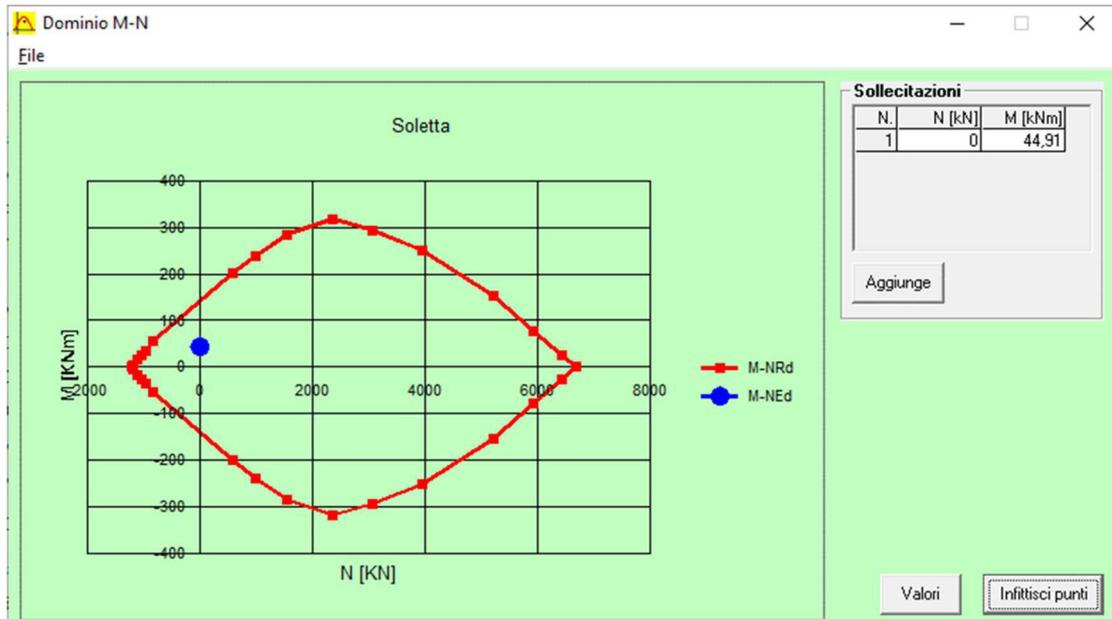
Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

Materiali:
B450C C32/40
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 18,13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333 ‰
τ_{c1} 2,114 ‰

M_{xRd} 143,9 kN m
σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 15,17 ‰
d 25 cm
x 4,686 x/d 0,1875
δ 0,7

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L_o 0 cm Col. modello
 Precompresso



11.1.2 Soletta fondazione – taglio

Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	V_{Ed}	118540	N
resistenza calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
	f_{ck}	33,2	N/mm ²
coeff. parziale di sicurezza del cls	γ_c	1,5	
altezza	h	300	mm
copriferro	c	50	mm
altezza utile	d	250	mm
larghezza minima sezione	b_w	1000	mm
armatura longitudinale	A_{sl}	1570	mm ²
sezione calcestruzzo	A_c	300000	mm ²
valore di calcolo dello sforzo normale	N_{Ed}	0	N

$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1,8944272
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	v_{min}	0,5258404

$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	ρ₁	0,00628	rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	σ_{cp}	0	N/mm ² tensione media di compressione della sezione

Resistenza a taglio	V_{Rd}	156422,21	N
---------------------	-----------------------	-----------	---

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

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

VERIFICATA
VERIFICATA

11.1.3 Impalcato – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 6Ø20 = 18,85cmq Afs=6Ø20 = 18,85cmq

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

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

Titolo: **Impalcato**

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18,85	5
2	18,85	25

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello

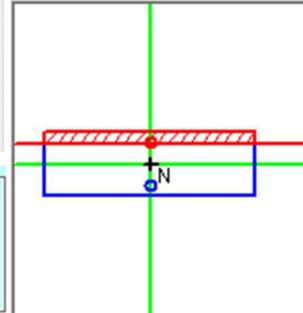
Precompresso

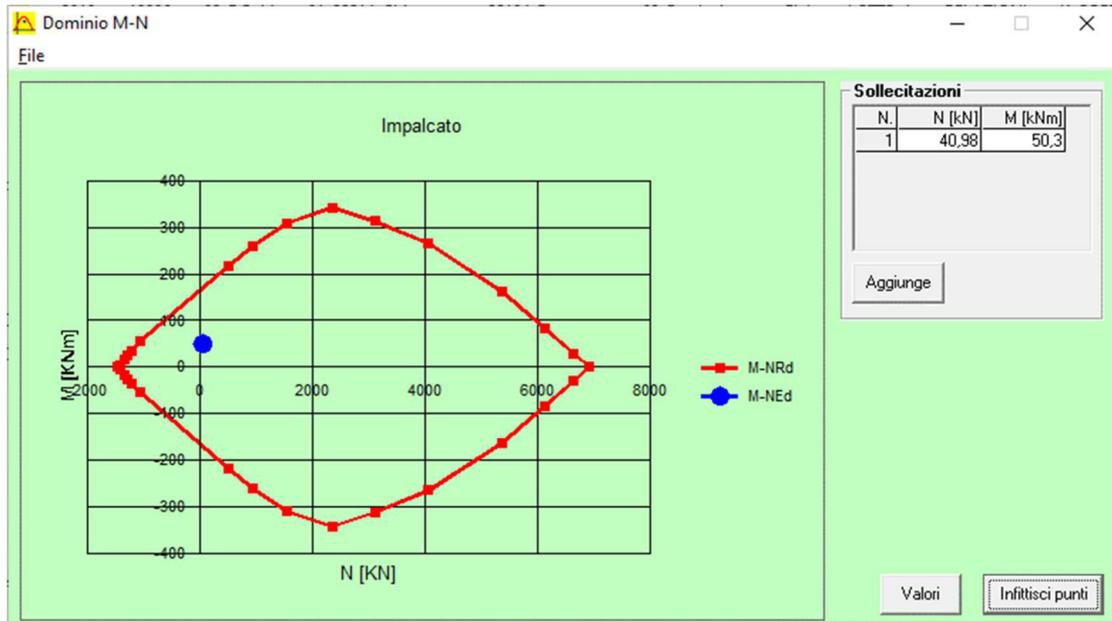
Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="391,3"/> N/mm ²	ε _{cu}	<input type="text" value="3,5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200 000"/> N/mm ²	f _{cd}	<input type="text" value="18,13"/> N/mm ²
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0,8"/> [?]
ε _{syd}	<input type="text" value="1,957"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="12,25"/> N/mm ²
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ _{co}	<input type="text" value="0,7333"/> N/mm ²
		τ _{c1}	<input type="text" value="2,114"/> N/mm ²

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ





11.1.4 Impalcato – taglio

Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	V_{Ed}	162470	N	
resistenza calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²	
	f_{ck}	33,2	N/mm ²	
coeff. parziale di sicurezza del cls	γ_c	1,5		
altezza	h	300	mm	
copriferro	c	50	mm	
altezza utile	d	250	mm	
larghezza minima sezione	b_w	1000	mm	
armatura longitudinale	A_{sl}	1884	mm ²	
sezione calcestruzzo	A_c	300000	mm ²	
valore di calcolo dello sforzo normale	N_{Ed}	40980	N	
$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1,8944272		
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	v_{min}	0,5258404		
$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	ρ_1	0,007536		rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	σ_{cp}	0,1366	N/mm ²	tensione media di compressione della sezione
Resistenza a taglio	V_{Rd}	171345,9	N	
$V_{Rd}=\{(0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3})/\gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$				VERIFICATA
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$				VERIFICATA

11.1.5 Piedritti – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

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

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

Titolo: Piedritti

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	15,71	5
			2	15,71	25

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 59,27 0 kN
M_{xEd} 50,3 0 kNm
M_{yEd} 0 0

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

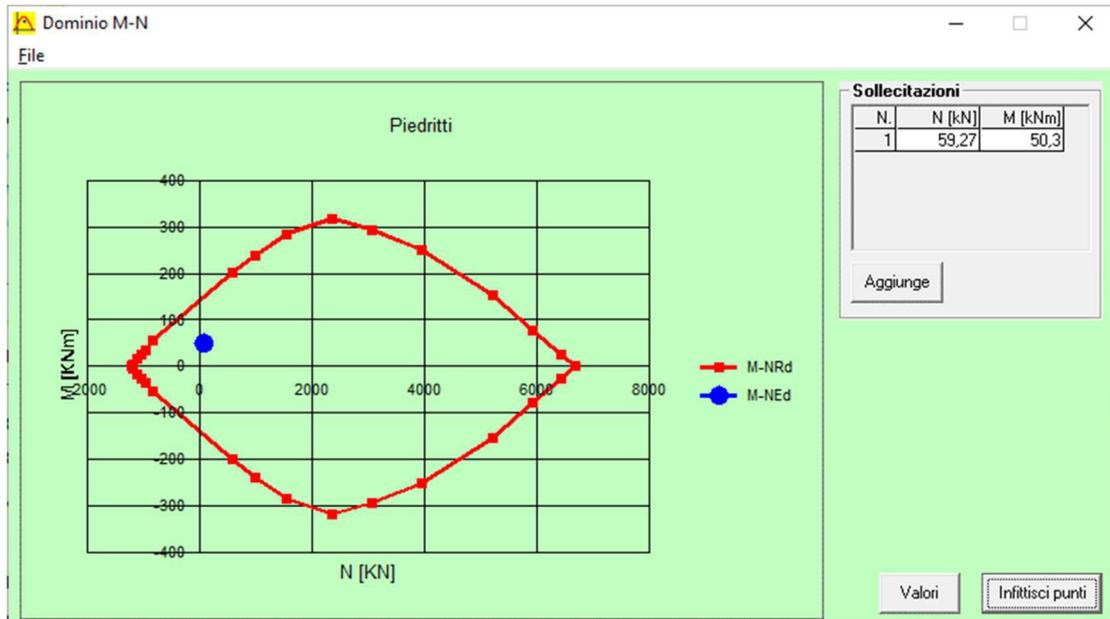
Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

Materiali:
B450C C32/40
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 18,13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 150,1 kNm
σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 14,58 ‰
d 25 cm
x 4,839 x/d 0,1935
δ 0,7

Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso



11.1.6 Piedritti – taglio

Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	V_{Ed}	76390 N	
resistenza calcestruzzo	R_{ck}	40 N/mm ²	
	f_{ck}	33,2 N/mm ²	
coeff. parziale di sicurezza del cls	γ_c	1,5	
altezza	h	300 mm	
copriferro	c	50 mm	
altezza utile	d	250 mm	
larghezza minima sezione	b_w	1000 mm	
armatura longitudinale	A_{sl}	1570 mm ²	
sezione calcestruzzo	A_c	300000 mm ²	
valore di calcolo dello sforzo normale	N_{Ed}	59270 N	
$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1,8944272	
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	v_{min}	0,5258404	
$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	ρ₁	0,00628	rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	σ_{cp}	0,1975667 N/mm ²	tensione media di compressione della sezione
Resistenza a taglio	V_{Rd}	163830,96 N	
$V_{Rd}=\{(0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			VERIFICATA
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$			VERIFICATA

11.2 VERIFICHE SLE

11.2.1 Impalcato

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 6Ø20 = 18,85cmq Afs=6Ø20 = 18,85cmq

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M _{Ed}	36,0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1885	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1885	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	85,45	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	100908506	[mm ⁴]
		5	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	σ _{c,caratt}	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ _s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3,05	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	88,01	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M _{Ed}	24,5	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	250	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	1885	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1885	[mm ²]

RELAZIONE DI CALCOLO

Posizione dell'asse neutro	x	85,45	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	100908506	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	5	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	14,94	[MPa]
		360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2,07	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	59,83	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1885	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1885	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S _{rif,max}	300	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	24,46	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	85,45	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	59,83	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0,4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	71,5181558	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	71518,1558	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,02636	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α_e	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000027	[-]
		0,000179	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0,5	[-]
	k ₃	3,4	[-]
	k ₄	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	299,00	[mm]
		299,00	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,0537	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,2	[mm]

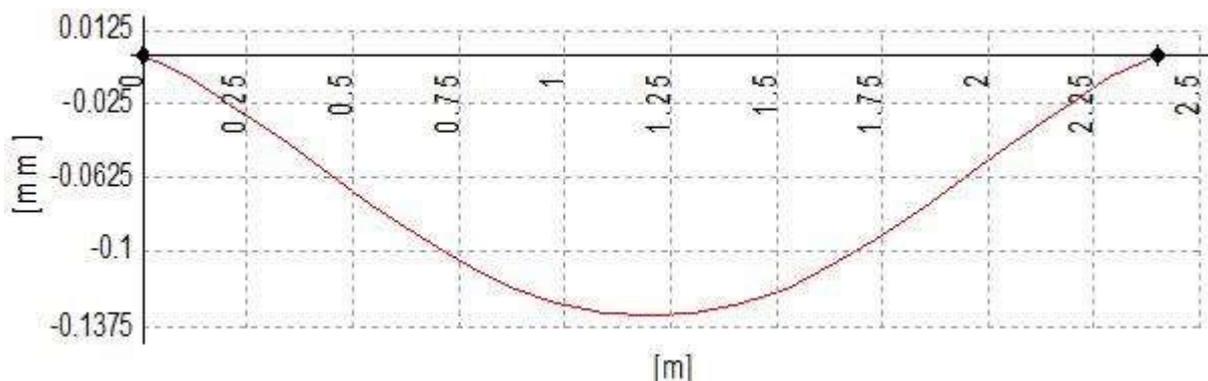
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento sollecitante per la combinazione Frequente	$M_{Ed, freq.}$	32,95 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	85,45 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	80,60 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct, eff}$	3,1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c, eff}$	71,5181558 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c, eff}$	71518,1558 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ_p, eff	0,02636 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000131 [-] 0,000242 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5 [-]
	k_3	3,4 [-]
	k_4	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r, max}$	299,00 [mm] 299,00 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,0723 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,3 [mm]

DEFORMABILITA'

Asta Nodi	Sezione	J_x [cm ⁴]	J_y [cm ⁴]
43 - 50	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000



Lunghezza dell'asta 2.40 [m]

Freccia massima nel piano 1-2 combinazione 8: -0.1 [mm] VERIFICATO

Freccia massima nel piano 1-3 combinazione 8: -0.0 [mm]

Rapporto f/L nel piano 1-2 1/-18082

Rapporto f/L nel piano 1-3 1/∞

11.2.2 Piedritti

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M _{Ed}	36,0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1571	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A's	1571	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	872736268,3	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	σ _{c,caratt}	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ _s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3,33	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	104,65	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M _{Ed}	24,5	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	250	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	1571	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A's	1571	[mm ²]

RELAZIONE DI CALCOLO

Posizione dell'asse neutro	x	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	872736268,	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	3	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	14,94	[MPa]
		360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2,26	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	71,14	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1571	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1571	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S _{rif,max}	300	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	24,46	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	80,77	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	71,14	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0,4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	73,0753875	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	73075,3875	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,02150	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α_e	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000031	[-]
		0,000213	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0,5	[-]
	k ₃	3,4	[-]
	k ₄	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	328,17	[mm]
		328,17	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,0700	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,2	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento sollecitante per la combinazione Frequente	$M_{Ed, freq.}$	32,95	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	80,77	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	95,84	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct, eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c, eff}$	73,0753875	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c, eff}$	73075,3875	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ_p, eff	0,02150	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000154	[-]
		0,000288	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5	[-]
	k_3	3,4	[-]
	k_4	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r, max}$	328,17	[mm]
		328,17	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,0944	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,3	[mm]

11.2.3 Soletta fondazione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	32,3	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1571	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1571	[mm ²]

RELAZIONE DI CALCOLO

Posizione dell'asse neutro	x	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	872736268,3	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2,99	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	93,86	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS

Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	23,3	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	250	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1571	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1571	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	872736268,3	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2,16	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	67,74	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1571	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1571	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	300	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	$M_{Ed,q.p.}$	23,29	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]

RELAZIONE DI CALCOLO

Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	X	80,77	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	67,74	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	73,0753875	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	73075,3875	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,02150	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000014	[-]
		0,000203	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5	[-]
	k_3	3,4	[-]
	k_4	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	328,17	[mm]
		328,17	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,0667	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,2	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	$M_{Ed,freq.}$	29,37	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	X	80,77	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	85,42	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	73,0753875	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	73075,3875	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,02150	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000102	[-]
		0,000256	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5	[-]
	k_3	3,4	[-]
	k_4	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	328,17	[mm]
		328,17	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,0841	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,3	[mm]

11.3 VERIFICHE SLO

La normativa NTC2008 prescrive, per le costruzioni che ricadono in classe d'uso IV, verifiche di rigidezza allo stato limite di operatività.

Data la difficoltà di inserire la struttura in esame tra le categorie elencate al 7.3.7.2 delle NTC2008, si è deciso, in via cautelativa, di verificare suddetto stato limite con il valore di controllo più basso, ossia $d_r < 0,005h$, ulteriormente moltiplicato per $2/3$ così come richiesto.

In definitiva il valore massimo di spostamento ammissibile è:

$$d_r = 0,005 * h * 2/3 = 0,005 * 2400 * 2/3 = 8,00 \text{ mm}$$

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma $b = 1$
- $c = 1$
- Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a $0.0033 H$

Nelle combinazioni SLD b è moltiplicato per $q_{SLD} = 1.00$

Comb.	U_x		U_y		U_z		$ U_{xyz} $	
	Nodi	U_x [mm]	Nodi	U_y [mm]	Nodi	U_z [mm]	Nodi	$ U_{xyz} $ [mm]
9	44-50	0.2	37-43	0.0	37-43	0.0	44-50	0.2

Lo spostamento nella direzione di verifica risulta essere di 0.2mm, nettamente inferiore ai limiti normativi.

12 ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE

12.1 DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA

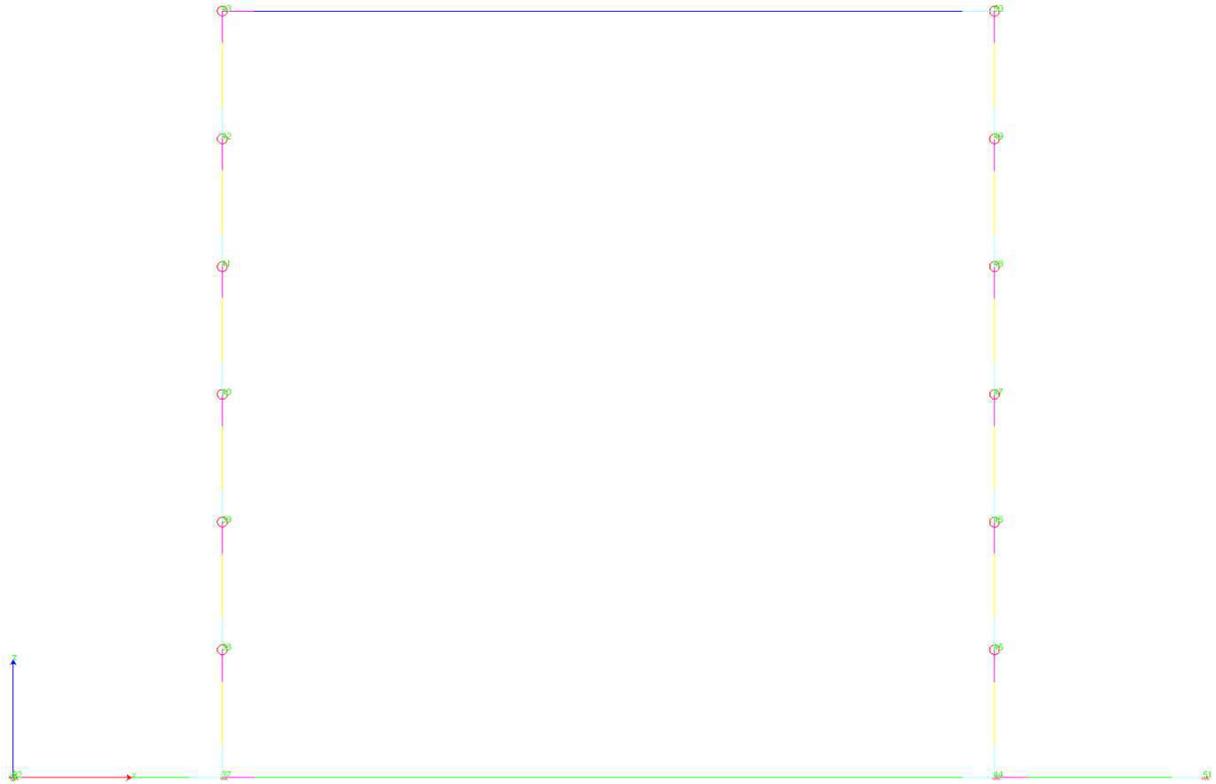


Figura 12-1 "Schema strutturale a fili"

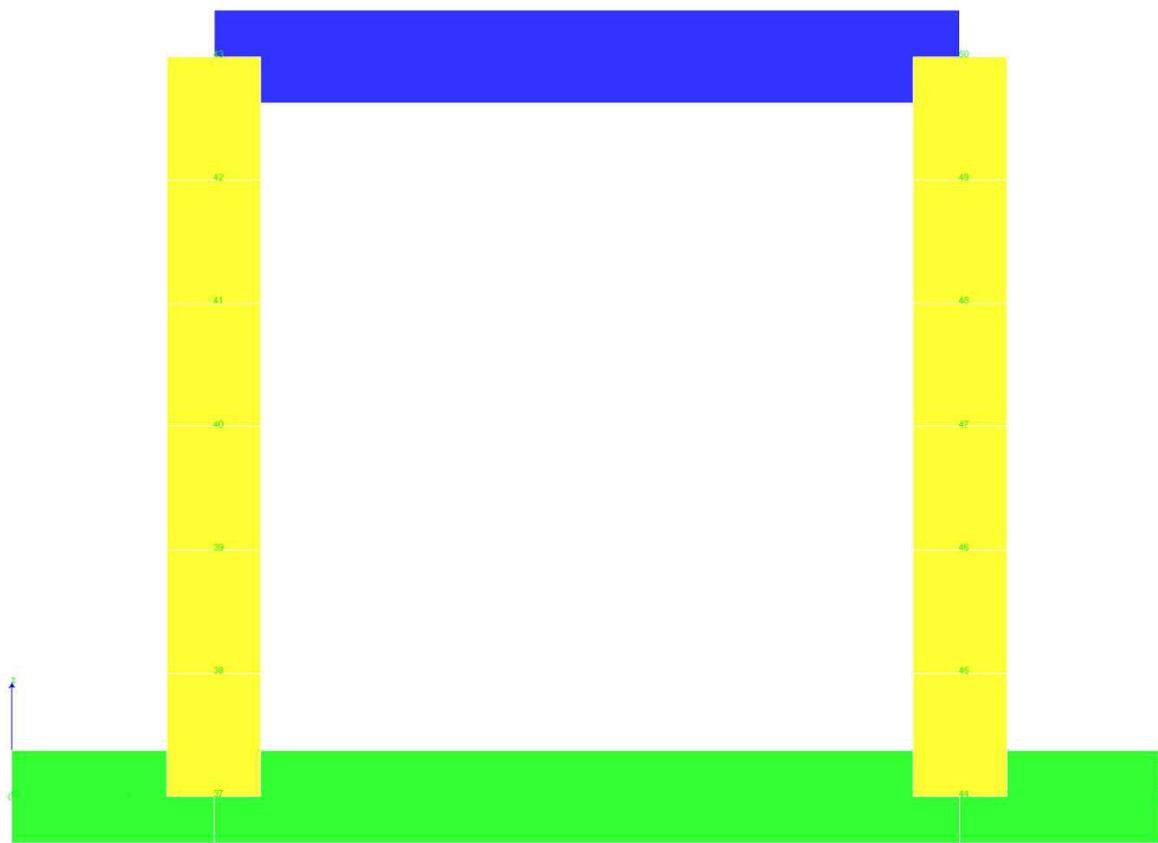


Figura 12-2"Schema strutturale solido"

Convenzioni adottate

La terna di riferimento generale è destrorsa.

I nodi vengono numerati, con riferimento a una sezione orizzontale, da sinistra a destra, dal basso verso l'alto e per quote crescenti.

L'impalcato di appartenenza di un nodo è definito, in generale, dalla prima delle tre cifre che ne definiscono il numero, possono tuttavia presentarsi casi in cui si hanno più di 100 nodi per solaio nel qual caso il solaio di appartenenza è specificato dall'ultimo valore stampato nella riga dei dati relativi al nodo.

La maschera dei vincoli è costituita dai valori 0 e 1. Il valore 1 indica che per il nodo in riferimento il grado di libertà correlativo è soppresso mentre il valore 0 indica che è libero.

Nel caso di edifici civili multipiano l'asse z generale coincide con l'asse verticale rivolto verso l'alto.

Nodi

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
37	0.00	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
38	0.00	0.00	0.40	0	0	0	0	0	0	0
39	0.00	0.00	0.80	0	0	0	0	0	0	0
40	0.00	0.00	1.20	0	0	0	0	0	0	0
41	0.00	0.00	1.60	0	0	0	0	0	0	0

RELAZIONE DI CALCOLO

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
42	0.00	0.00	2.00	0	0	0	0	0	0	0
43	0.00	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
44	2.40	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
45	2.40	0.00	0.40	0	0	0	0	0	0	0
46	2.40	0.00	0.80	0	0	0	0	0	0	0
47	2.40	0.00	1.20	0	0	0	0	0	0	0
48	2.40	0.00	1.60	0	0	0	0	0	0	0
49	2.40	0.00	2.00	0	0	0	0	0	0	0
50	2.40	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
51	3.05	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
52	-0.65	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0

12.2 ELEMENTI TIPO TRAVE

Convenzioni adottate

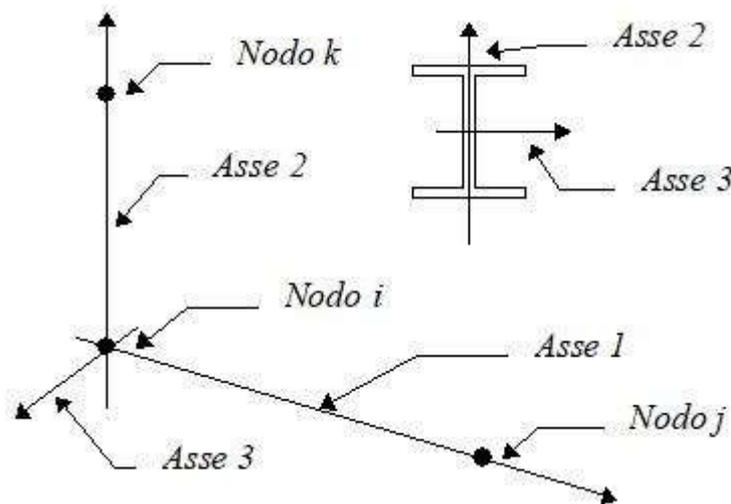
Ogni elemento tipo trave viene identificato da:

Il nodo iniziale *i*;

Il nodo finale *j*;

Il nodo *k* che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale delle travi risulta essere così disposta:



Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli alle estremità dello elemento (variabili fra 0 e 100%), nei due piani **1-2** e **1-3** della trave in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate (coefficienti **Vi12, Vj12, Vi13, Vj13**).

RELAZIONE DI CALCOLO

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	ν	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m ³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Impalcato

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm ²]	Jt [cm ⁴]	J2 [cm ⁴]	J3 [cm ⁴]	J23 [cm ⁴]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

Dal Nodo	Al Nodo	Nodo k	Luce [m]	Materiale	Sezione	Fixity factors								Rigid-end [m]		
						V _{i12}	V _{j12}	V _{i13}	V _{j13}	N _i	N _j	T _i	T _j	d _i	d _j	
43	50	10000	2.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00

12.3 ELEMENTO TIPO PILASTRO

Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo pilastro viene identificato da:

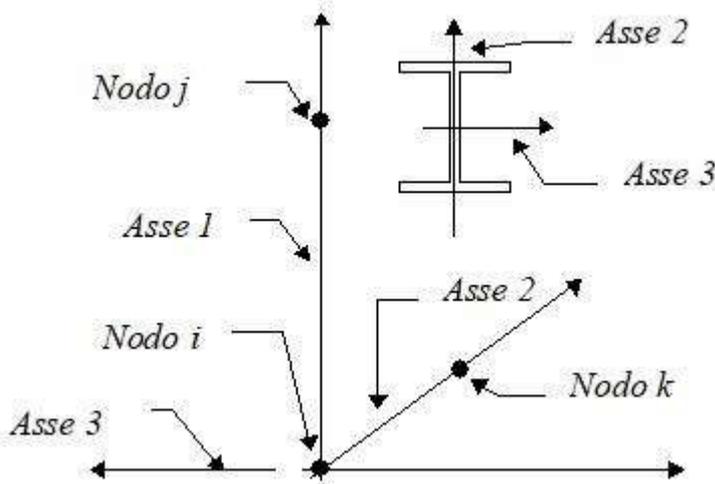
Il nodo iniziale **i**;

Il nodo finale **j**;

Il nodo **k** che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale del pilastro risulta quindi essere così disposta:

RELAZIONE DI CALCOLO



Sistema di riferimento locale

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli flessionali alle estremità dell'elemento (variabili fra lo 0% e il 100%), nei due piani 1-2 e 1-3 del pilastro in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate alle estremità (coefficienti $V_{i12} - V_{j12} - V_{i13} - V_{j13}$).

In generale, se non diversamente disposto, l'asse 2 coincide, per i pilastri, con l'asse y globale e pertanto la disposizione della sezione coincide con quella che si avrebbe in una vista in pianta.

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	ν	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Piedritti

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm²]	Jt [cm⁴]	J2 [cm⁴]	J3 [cm⁴]	J23 [cm⁴]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

RELAZIONE DI CALCOLO

Dal Nodo	Al Nodo	Nodo k	Luce [m]	Materiale	Sezione	Fixity factors								Rigid-end [m]		
						V_{i12}	V_{j12}	V_{i13}	V_{j13}	N_i	N_j	T_i	T_j	d_{ri}	d_{rj}	
38	37	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
39	38	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
40	39	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
41	40	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
42	41	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
43	42	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
45	44	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
46	45	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
47	46	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
48	47	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
49	48	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
50	49	10001	0.40	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00

12.4 ELEMENTO TIPO TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER

Convenzioni adottate

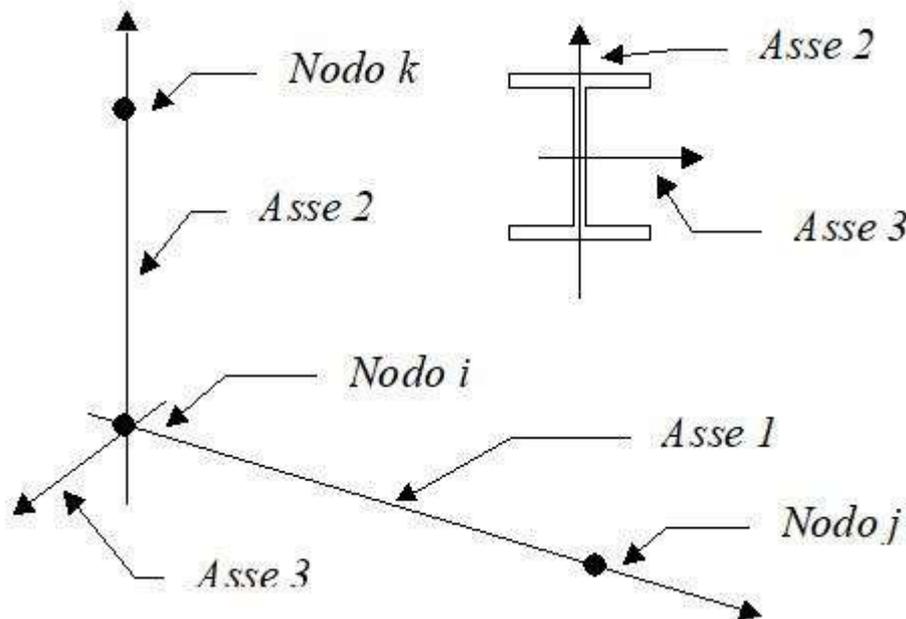
Ogni elemento tipo trave su suolo alla Winkler viene identificato da:

Il nodo iniziale i ;

il nodo finale j ;

il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale della trave risulta essere così disposta:



RELAZIONE DI CALCOLO

La modellazione del terreno sul quale agiscono le travi è alla Winkler e pertanto particolare attenzione va riposta ai casi in cui le travi inducano sul terreno zone di trazione poiché, in tal caso, la modellazione stessa cade in difetto.

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	ν	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m ³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Numero	k Winkler [kg/cm ³]	E [MPa]	ν	Commento
1	5.0	0.100	0.10	Default

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Terreno numero 1 Default Soletta

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm ²]	Jt [cm ⁴]	J2 [cm ⁴]	J3 [cm ⁴]	J23 [cm ⁴]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]
0	0	44	51	10001	1	1	0.65
0	0	52	37	10001	1	1	0.65
0	0	37	44	10001	1	1	2.40

12.5 CONDIZIONI, COMBINAZIONI E ANALISI SISMICA

Tipo di analisi Statica + Statica equivalente

Numero di condizioni di carico ... : 7

Numero di combinazioni di carico . : 9

Condizione

1	G1k_Strutturale
2	G2.1k_Geo su calotta
3	G2.2k_Spinta a riposo
4	Q1_Veicolo tandem
5	Q2_Veicolo distribuito
6	E_Spinta sismica+X_SLV
7	E_Spinta sismica+X_SLO
8	Sisma OSLU
9	Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero

1	SLU_TANDEM
2	SLU_DISTRIBUITO

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
1	1.35	1.35	1.35	1.5	0.6
2	1.35	1.35	1.35	1.125	1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero

3	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	6	8
3	1	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

4	RARA_TANDEM
5	RARA_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
4	1	1	1	1	0.4
5	1	1	1	0.75	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

6	FRE_TANDEM
7	FRE_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
6	1	1	1	0.75	
7		1	1	1	0.4

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

8	QUASI PERMANENTE
---	------------------

Comb.\Cond	1	2	3
8	1	1	1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Combinazione di carico numero

9	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	9
9	1	1	1	1

RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA

I_s	raggio d'inerzia polare di piano $I_s = \sqrt{J_p / m}$
X_g, Y_g, Z_g	coordinate centro di massa Modale
D_x, D_y	eccentricità centro di massa-centro delle rigidezze
$K_{r_{zz}}, K_{t_{\min}}, K_{t_{\max}}$	rigidezze traslanti e torcenti
r_1, r_2	raggi giroatori d'inerzia ($r_1 = (K_{r_{zz}} / K_{t_{\min}})^{1/2}$, $r_2 = (K_{r_{zz}} / K_{t_{\max}})^{1/2}$)
$\Delta K_x, \Delta K_y, \Delta K_{\theta z}$	incrementi percentuali di rigidezze ($\Delta K = (K_i - K_{i-1}) / K_{i-1}$)
$K_{x_i}, K_{y_i}, K_{\theta z_i}$	rigidezze traslanti e torsionali del piano i-esimo rispetto agli assi globali
R	ordinata dello spettro
Coeff. di Part.	coefficienti di partecipazione (in letteratura g_{ij})
$ L_i / L_1 $	rapporto percentuale fra i fattori di partecipazione del modo i-esimo e del primo modo
Mmi/Mmtot	percentuale massa modale efficace dell'i-esimo modo

RELAZIONE DI CALCOLO

Sum
Mmi/Mmtot percentuale cumulativa delle masse modali efficaci

$\phi_{i,Ux}, \phi_{i,Uy}, \phi_{i,\theta z}$ spostamenti modali del nodo master

Modalità di valutazione della risposta modale

Analisi spettrale via Subspace iterator

Smorzamento strutturale 5.0 %

risposta $S = CQC(S_i)$

segno risposta = $\text{sign}(\sum S_i)$

Sintesi dei risultati SLV per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLV	2	0.08	61.0	100.0

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	$\% L_i / L_1 $	Massa Modale	% M_{mi}/M_{mtot}	% $\Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
2	0.08	0.519	1.7805168152e+01		3.1702401733e+02	61.0	61.0
5	0.03	0.389	1.0695219994e+01	60.1	1.1438773346e+02	22.0	83.0
7	0.01	0.345	6.7677822113e+00	38.0	4.5802875519e+01	8.8	91.8
15	0.00	0.334	3.3249590397e+00	18.7	1.1055352211e+01	2.1	93.9
13	0.00	0.334	3.3008689880e+00	18.5	1.0895735741e+01	2.1	96.0
18	0.00	0.331	2.9908647537e+00	16.8	8.9452724457e+00	1.7	97.7
9	0.00	0.338	2.7818002701e+00	15.6	7.7384128571e+00	1.5	99.2
24	0.00	0.330	1.8106487989e+00	10.2	3.2784490585e+00	0.6	99.9
28	0.00	0.330	-8.6162793636e-01	4.8	7.4240267277e-01	0.1	100.0
22	0.00	0.330	8.3974234760e-02	0.5	7.0516723208e-03	0.0	100.0
32	0.00	0.329	1.7755841836e-02	0.1	3.1526992097e-04	0.0	100.0
36	0.00	0.329	5.1344004460e-03	0.0	2.6362067729e-05	0.0	100.0
38	0.00	0.329	1.9992664456e-03	0.0	3.9970664147e-06	0.0	100.0
40	0.00	0.329	-7.5108307647e-04	0.0	5.6412579852e-07	0.0	100.0
8	0.01	0.339	4.2205456339e-06	0.0	1.7813006278e-11	0.0	100.0
39	0.00	0.329	2.4842161110e-06	0.0	6.1713295064e-12	0.0	100.0
14	0.00	0.334	1.1925644685e-06	0.0	1.4222100060e-12	0.0	100.0
35	0.00	0.329	-8.6338371830e-07	0.0	7.4543144010e-13	0.0	100.0

RELAZIONE DI CALCOLO

17	0.00	0.331	-8.0716148432e-07	0.0	6.5150966219e-13	0.0	100.0
3	0.04	0.426	-6.1089542669e-07	0.0	3.7319322979e-13	0.0	100.0
23	0.00	0.330	4.3626681645e-07	0.0	1.9032873693e-13	0.0	100.0
16	0.00	0.333	-2.9642018262e-07	0.0	8.7864923128e-14	0.0	100.0
27	0.00	0.330	2.4008090804e-07	0.0	5.7638843785e-14	0.0	100.0
37	0.00	0.329	-2.2510499775e-07	0.0	5.0672258680e-14	0.0	100.0
12	0.00	0.335	-2.0866865214e-07	0.0	4.3542606180e-14	0.0	100.0
31	0.00	0.329	-1.8182090855e-07	0.0	3.3058842122e-14	0.0	100.0
6	0.01	0.351	1.5888147686e-07	0.0	2.5243323328e-14	0.0	100.0
21	0.00	0.330	1.3601328419e-07	0.0	1.8499612920e-14	0.0	100.0
19	0.00	0.331	6.3444493579e-16	0.0	4.0252039281e-31	0.0	100.0
10	0.00	0.337	-6.0630962472e-16	0.0	3.6761136092e-31	0.0	100.0
25	0.00	0.330	-1.4514788348e-16	0.0	2.1067907705e-32	0.0	100.0
29	0.00	0.329	-8.2985763371e-17	0.0	6.8866365930e-33	0.0	100.0
33	0.00	0.329	3.8189790681e-17	0.0	1.4584600856e-33	0.0	100.0
1	0.22	0.774	3.0708656725e-17	0.0	9.4302160851e-34	0.0	100.0
11	0.00	0.336	-3.1815579067e-18	0.0	1.0122310712e-35	0.0	100.0
4	0.03	0.401	2.8856185329e-18	0.0	8.3267940307e-36	0.0	100.0
20	0.00	0.331	-2.5701568695e-18	0.0	6.6057064322e-36	0.0	100.0
26	0.00	0.330	8.8438511499e-19	0.0	7.8213700236e-37	0.0	100.0
30	0.00	0.329	6.1188297330e-19	0.0	3.7440076220e-37	0.0	100.0
34	0.00	0.329	-3.5565250822e-19	0.0	1.2648871035e-37	0.0	100.0

Spettro in accordo con TU 2008

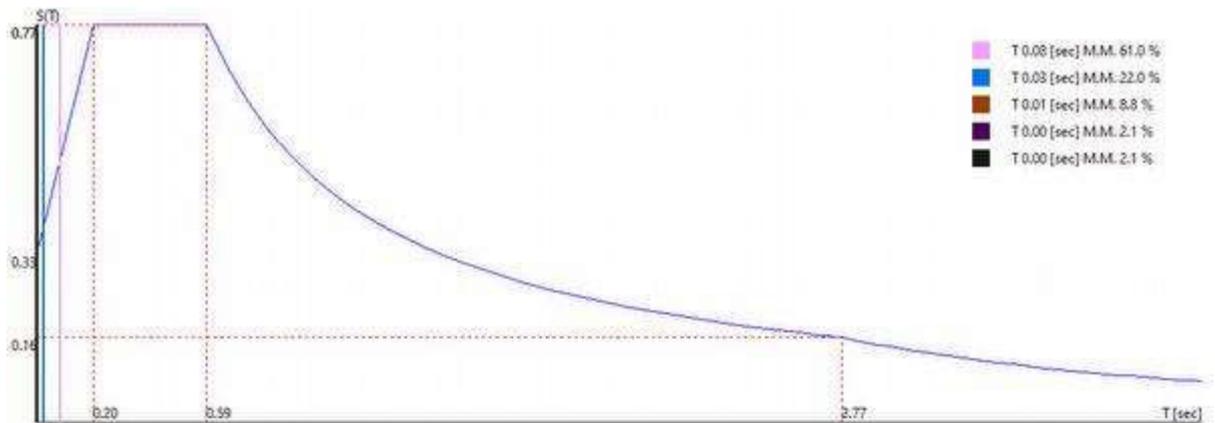
- Tombino km 1+912 Lotto 1 Longitudine 14.6600 Latitudine 36.9537
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C , per sisma orizzontale 1.00 ($q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$)
- Fattore di duttilità α_u / α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00

RELAZIONE DI CALCOLO

- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 949 (anni)
- S_s 1.125
- T_B 0.20 [sec]
- T_C 0.59 [sec]
- T_D 2.77 [sec]
- a_B/g 0.2914
- F_o 2.3612
- T_C^* 0.4549



0.00 [°] SLV

Sintesi dei risultati SLO per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLO	2	0.08	61.0	100.0

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% $ L_i / L_1 $	Massa Modale	% M_{mi}/M_{mtot}	% $\Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
2	0.08			61.0			

RELAZIONE DI CALCOLO

2	0.08	0.132	1.7805168152e+01		3.1702401733e+02	61.0	61.0
5	0.03	0.088	1.0695219994e+01	60.1	1.1438773346e+02	22.0	83.0
7	0.01	0.073	6.7677822113e+00	38.0	4.5802875519e+01	8.8	91.8
15	0.00	0.069	3.3249590397e+00	18.7	1.1055352211e+01	2.1	93.9
13	0.00	0.069	3.3008689880e+00	18.5	1.0895735741e+01	2.1	96.0
18	0.00	0.068	2.9908647537e+00	16.8	8.9452724457e+00	1.7	97.7
9	0.00	0.070	2.7818002701e+00	15.6	7.7384128571e+00	1.5	99.2
24	0.00	0.068	1.8106487989e+00	10.2	3.2784490585e+00	0.6	99.9
28	0.00	0.067	-8.6162793636e-01	4.8	7.4240267277e-01	0.1	100.0
22	0.00	0.068	8.3974234760e-02	0.5	7.0516723208e-03	0.0	100.0
32	0.00	0.067	1.7755841836e-02	0.1	3.1526992097e-04	0.0	100.0
36	0.00	0.067	5.1344004460e-03	0.0	2.6362067729e-05	0.0	100.0
38	0.00	0.067	1.9992664456e-03	0.0	3.9970664147e-06	0.0	100.0
40	0.00	0.067	-7.5108307647e-04	0.0	5.6412579852e-07	0.0	100.0
8	0.01	0.071	4.2205456339e-06	0.0	1.7813006278e-11	0.0	100.0
39	0.00	0.067	2.4842161110e-06	0.0	6.1713295064e-12	0.0	100.0
14	0.00	0.069	1.1925644685e-06	0.0	1.4222100060e-12	0.0	100.0
35	0.00	0.067	-8.6338371830e-07	0.0	7.4543144010e-13	0.0	100.0
17	0.00	0.068	-8.0716148432e-07	0.0	6.5150966219e-13	0.0	100.0
3	0.04	0.101	-6.1089542669e-07	0.0	3.7319322979e-13	0.0	100.0
23	0.00	0.068	4.3626681645e-07	0.0	1.9032873693e-13	0.0	100.0
16	0.00	0.069	-2.9642018262e-07	0.0	8.7864923128e-14	0.0	100.0
27	0.00	0.067	2.4008090804e-07	0.0	5.7638843785e-14	0.0	100.0
37	0.00	0.067	-2.2510499775e-07	0.0	5.0672258680e-14	0.0	100.0
12	0.00	0.069	-2.0866865214e-07	0.0	4.3542606180e-14	0.0	100.0
31	0.00	0.067	-1.8182090855e-07	0.0	3.3058842122e-14	0.0	100.0
6	0.01	0.075	1.5888147686e-07	0.0	2.5243323328e-14	0.0	100.0
21	0.00	0.068	1.3601328419e-07	0.0	1.8499612920e-14	0.0	100.0
19	0.00	0.068	6.3444493579e-16	0.0	4.0252039281e-31	0.0	100.0
10	0.00	0.070	-6.0630962472e-16	0.0	3.6761136092e-31	0.0	100.0
25	0.00	0.068	-1.4514788348e-16	0.0	2.1067907705e-32	0.0	100.0
29	0.00	0.067	-8.2985763371e-17	0.0	6.8866365930e-33	0.0	100.0
33	0.00	0.067	3.8189790681e-17	0.0	1.4584600856e-33	0.0	100.0
1	0.22	0.168	3.0708656725e-17	0.0	9.4302160851e-34	0.0	100.0
11	0.00	0.070	-3.1815579067e-18	0.0	1.0122310712e-35	0.0	100.0
4	0.03	0.092	2.8856185329e-18	0.0	8.3267940307e-36	0.0	100.0

RELAZIONE DI CALCOLO

20	0.00	0.068	-2.5701568695e-18	0.0	6.6057064322e-36	0.0	100.0
26	0.00	0.068	8.8438511499e-19	0.0	7.8213700236e-37	0.0	100.0
30	0.00	0.067	6.1188297330e-19	0.0	3.7440076220e-37	0.0	100.0
34	0.00	0.067	-3.5565250822e-19	0.0	1.2648871035e-37	0.0	100.0

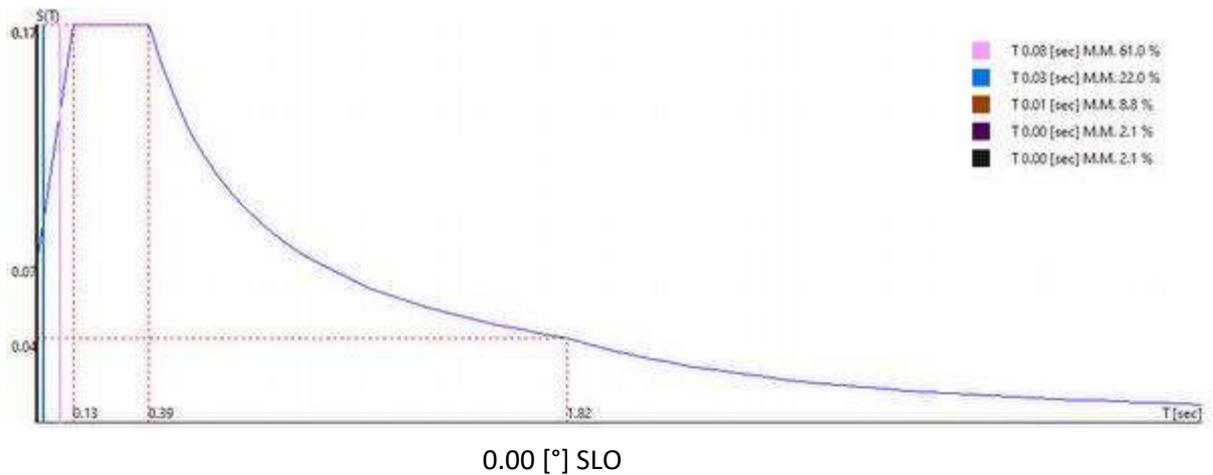
Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 1+912 Lotto 1 Longitudine 14.6600 Latitudine 36.9537
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ($q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$)
- Fattore di duttilità α_u / α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 81.0 e periodo di ritorno (T_R) 60 (anni)
- S_s 1.200
- T_B 0.13 [sec]
- T_C 0.39 [sec]
- T_D 1.82 [sec]
- a_g/g 0.0557
- F_o 2.5087
- T_C^* 0.2700

RELAZIONE DI CALCOLO



12.6 CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

q_{xi}, \dots, q_{zj}

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

x_i, x_j

Le distanze, misurate a partire dal NodoI, dei punti di applicazione dei carichi $q_{xi}..q_{zj}$ relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

P_x, \dots, P_z xApp

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza xApp dal NodoI.

M_x, \dots, M_z xApp

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza xApp dal NodoI.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

RELAZIONE DI CALCOLO

m_{xi}, \dots, m_{zj}

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	x_i [m]	q_{xi} [KN/m]	q_{yi} [KN/m]	q_{zi} [KN/m]	x_j [m]	q_{xj} [KN/m]	q_{yj} [KN/m]	q_{zj} [KN/m]
43	50	2.40	1	0.00	0.00	7.50	0.00	2.40	0.00	7.50	0.00
			2	0.00	0.00	54.00	0.00	2.40	0.00	54.00	0.00
			4	0.00	0.00	30.74	0.00	2.40	0.00	30.74	0.00
			5	0.00	0.00	9.00	0.00	2.40	0.00	9.00	0.00
44	51	0.65	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.65	0.00	7.50	0.00
38	37	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-42.00	-0.00	0.40	0.00	-42.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.40	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-16.00	-0.00	0.40	0.00	-16.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.40	0.00	-3.00	-0.00
39	38	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-38.00	-0.00	0.40	0.00	-38.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.40	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-16.00	-0.00	0.40	0.00	-16.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.40	0.00	-3.00	-0.00
52	37	0.65	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.65	0.00	7.50	0.00
40	39	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-35.00	-0.00	0.40	0.00	-35.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.40	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-16.00	-0.00	0.40	0.00	-16.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.40	0.00	-3.00	-0.00
37	44	2.40	1	0.00	0.00	7.50	0.00	2.40	0.00	7.50	0.00
41	40	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-32.00	-0.00	0.40	0.00	-32.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.40	0.00	-4.00	-0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

			6	0.00	0.00	-16.00	-0.00	0.40	0.00	-16.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.40	0.00	-3.00	-0.00
42	41	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-28.00	-0.00	0.40	0.00	-28.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.40	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-16.00	-0.00	0.40	0.00	-16.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.40	0.00	-3.00	-0.00
43	42	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	-25.00	-0.00	0.40	0.00	-25.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.40	0.00	-4.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-16.00	-0.00	0.40	0.00	-16.00	-0.00
			7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.40	0.00	-3.00	-0.00
45	44	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	42.00	0.00	0.40	0.00	42.00	0.00
46	45	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	38.00	0.00	0.40	0.00	38.00	0.00
47	46	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	35.00	0.00	0.40	0.00	35.00	0.00
48	47	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	32.00	0.00	0.40	0.00	32.00	0.00
49	48	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	28.00	0.00	0.40	0.00	28.00	0.00
50	49	0.40	1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.40	-7.50	0.00	0.00
			3	0.00	0.00	25.00	0.00	0.40	0.00	25.00	0.00

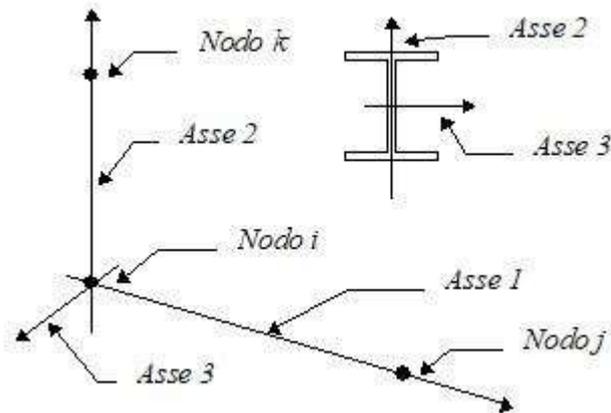
12.7 AZIONI TRAVI

Convenzioni adottate

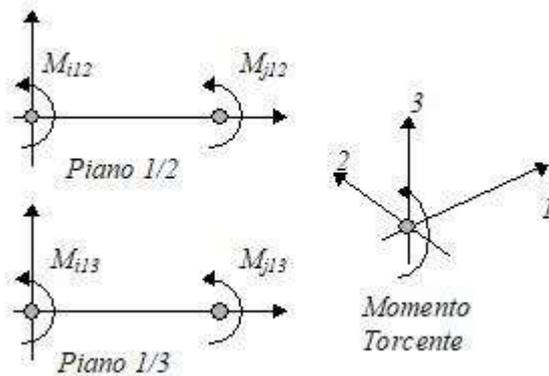
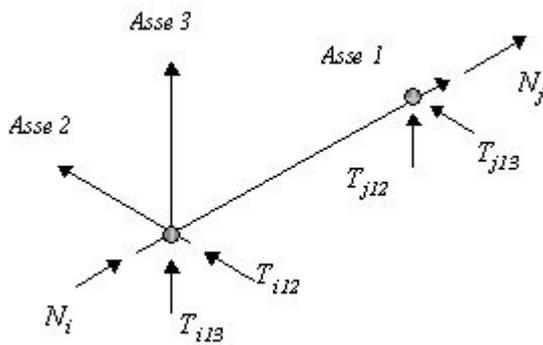
Le sollecitazioni nelle travi sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo *K*.

La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:

RELAZIONE DI CALCOLO



Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



Per ogni trave vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	43	62.16	160.42	-0.00	-0.00	0.00	46.54

RELAZIONE DI CALCOLO

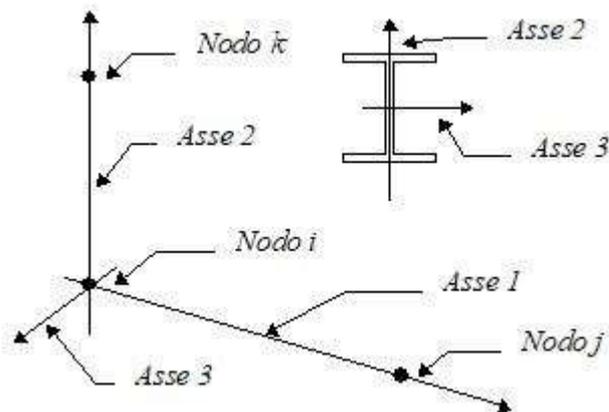
Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	50	-62.16	162.47	0.00	0.00	0.00	-49.00
2	43	63.93	154.76	-0.00	-0.00	0.00	44.14
	50	-63.93	159.89	0.00	0.00	0.00	-50.30
3	43	50.43	60.74	-0.00	-0.00	0.00	10.63
	50	-50.43	86.86	0.00	0.00	0.00	-41.98
4	43	45.54	114.32	-0.00	-0.00	0.00	33.47
	50	-45.54	115.69	0.00	0.00	0.00	-35.11
5	43	46.72	110.56	-0.00	-0.00	0.00	31.87
	50	-46.72	113.98	0.00	0.00	0.00	-35.98
6	43	44.73	105.10	-0.00	-0.00	0.00	31.31
	50	-44.73	106.47	0.00	0.00	0.00	-32.95
7	43	42.31	77.44	-0.00	-0.00	0.00	24.83
	50	-42.31	78.80	0.00	0.00	0.00	-26.47
8	43	40.98	73.80	-0.00	-0.00	0.00	24.46
	50	-40.98	73.80	0.00	0.00	0.00	-24.46
9	43	42.76	70.94	-0.00	-0.00	0.00	21.38
	50	-42.76	76.66	0.00	0.00	0.00	-28.23

12.8 AZIONI PILASTRI

Convenzioni adottate

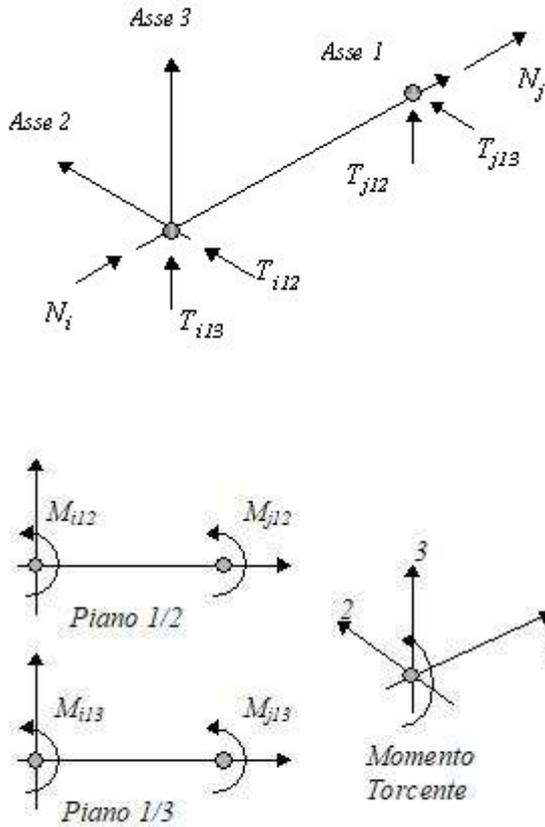
Le sollecitazioni nei pilastri sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento del pilastro nello spazio è definito a mezzo del nodo K.

La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:



RELAZIONE DI CALCOLO

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



Per ogni pilastro vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	38	180.67	27.96	-0.00	0.00	0.00	-5.21
	37	-184.72	-51.60	0.00	-0.00	0.00	21.12
2	38	175.01	33.39	-0.00	0.00	0.00	-6.48
	37	-179.06	-58.47	0.00	-0.00	0.00	24.85
3	38	71.78	53.19	-0.00	0.00	-0.00	-13.25
	37	-74.78	-76.39	0.00	-0.00	0.00	39.15
4	38	129.32	20.86	-0.00	0.00	0.00	-3.51
	37	-132.32	-38.30	0.00	-0.00	0.00	15.34
5	38	125.56	24.48	-0.00	0.00	0.00	-4.36
	37	-128.56	-42.88	0.00	-0.00	0.00	17.83
6	38	120.10	21.67	-0.00	0.00	0.00	-2.97

RELAZIONE DI CALCOLO

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	37	-123.10	-39.11	0.00	-0.00	0.00	15.12
7	38	92.44	24.09	-0.00	0.00	-0.00	-1.34
	37	-95.44	-41.53	0.00	-0.00	0.00	14.46
8	38	88.80	22.22	-0.00	0.00	0.00	-0.41
	37	-91.80	-39.02	0.00	-0.00	0.00	12.65
9	38	84.93	28.57	-0.00	0.00	-0.00	-3.22
	37	-87.93	-46.57	0.00	-0.00	0.00	18.24
1	39	176.62	6.48	-0.00	0.00	0.00	1.68
	38	-180.67	-27.96	0.00	-0.00	-0.00	5.21
2	39	170.96	10.47	-0.00	0.00	0.00	2.29
	38	-175.01	-33.39	0.00	-0.00	-0.00	6.48
3	39	69.30	31.37	-0.00	0.00	0.00	3.59
	38	-72.30	-52.97	0.00	-0.00	0.00	13.25
4	39	126.32	5.02	-0.00	0.00	0.00	1.67
	38	-129.32	-20.86	0.00	-0.00	-0.00	3.51
5	39	122.56	7.68	-0.00	0.00	0.00	2.07
	38	-125.56	-24.48	0.00	-0.00	-0.00	4.36
6	39	117.10	5.83	-0.00	0.00	0.00	2.53
	38	-120.10	-21.67	0.00	-0.00	-0.00	2.97
7	39	89.44	8.25	-0.00	0.00	0.00	5.13
	38	-92.44	-24.09	0.00	-0.00	0.00	1.34
8	39	85.80	7.02	-0.00	0.00	0.00	5.44
	38	-88.80	-22.22	0.00	-0.00	-0.00	0.41
9	39	82.06	12.12	-0.00	0.00	0.00	4.91
	38	-85.06	-28.52	0.00	-0.00	0.00	3.22
1	40	172.57	-13.38	-0.00	0.00	0.00	0.30
	39	-176.62	-6.48	0.00	-0.00	-0.00	-1.68
2	40	166.91	-10.83	-0.00	0.00	0.00	2.22
	39	-170.96	-10.47	0.00	-0.00	-0.00	-2.29
3	40	66.81	10.51	-0.00	0.00	0.00	12.09
	39	-69.81	-30.91	0.00	-0.00	-0.00	-3.59
4	40	123.32	-9.62	-0.00	0.00	0.00	0.75
	39	-126.32	-5.02	0.00	-0.00	-0.00	-1.67

RELAZIONE DI CALCOLO

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
5	40	119.56	-7.92	-0.00	0.00	0.00	2.03
	39	-122.56	-7.68	0.00	-0.00	-0.00	-2.07
6	40	114.10	-8.81	-0.00	0.00	0.00	1.94
	39	-117.10	-5.83	0.00	-0.00	-0.00	-2.53
7	40	86.44	-6.39	-0.00	0.00	0.00	5.50
	39	-89.44	-8.25	0.00	-0.00	-0.00	-5.13
8	40	82.80	-6.98	-0.00	0.00	0.00	5.44
	39	-85.80	-7.02	0.00	-0.00	-0.00	-5.44
9	40	79.19	-3.20	-0.00	0.00	0.00	6.71
	39	-82.19	-12.00	0.00	-0.00	-0.00	-4.91
1	41	168.52	-31.62	-0.00	0.00	0.00	-8.70
	40	-172.57	13.38	0.00	-0.00	-0.00	-0.30
2	41	162.86	-30.51	-0.00	0.00	0.00	-6.04
	40	-166.91	10.83	0.00	-0.00	-0.00	-2.22
3	41	64.31	-9.39	-0.00	0.00	0.00	11.98
	40	-67.31	-9.81	0.00	-0.00	-0.00	-12.09
4	41	120.32	-23.06	-0.00	0.00	0.00	-5.79
	40	-123.32	9.62	0.00	-0.00	-0.00	-0.75
5	41	116.56	-22.32	-0.00	0.00	0.00	-4.02
	40	-119.56	7.92	0.00	-0.00	-0.00	-2.03
6	41	111.10	-22.25	-0.00	0.00	0.00	-4.28
	40	-114.10	8.81	0.00	-0.00	-0.00	-1.94
7	41	83.44	-19.83	-0.00	0.00	0.00	0.26
	40	-86.44	6.39	0.00	-0.00	-0.00	-5.50
8	41	79.80	-19.78	-0.00	0.00	0.00	0.09
	40	-82.80	6.98	0.00	-0.00	-0.00	-5.44
9	41	76.31	-17.37	-0.00	0.00	0.00	2.52
	40	-79.31	3.37	0.00	-0.00	-0.00	-6.71
1	42	164.47	-47.70	-0.00	0.00	0.00	-24.56
	41	-168.52	31.62	0.00	-0.00	-0.00	8.70
2	42	158.81	-48.03	-0.00	0.00	0.00	-21.75
	41	-162.86	30.51	0.00	-0.00	-0.00	6.04
3	42	61.80	-27.93	-0.00	0.00	0.00	4.31

RELAZIONE DI CALCOLO

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	41	-64.80	10.33	0.00	-0.00	-0.00	-11.98
4	42	117.32	-34.90	-0.00	0.00	0.00	-17.38
	41	-120.32	23.06	0.00	-0.00	-0.00	5.79
5	42	113.56	-35.12	-0.00	0.00	0.00	-15.51
	41	-116.56	22.32	0.00	-0.00	-0.00	4.02
6	42	108.10	-34.09	-0.00	0.00	0.00	-15.55
	41	-111.10	22.25	0.00	-0.00	-0.00	4.28
7	42	80.44	-31.67	-0.00	0.00	0.00	-10.04
	41	-83.44	19.83	0.00	-0.00	-0.00	-0.26
8	42	76.80	-30.98	-0.00	0.00	0.00	-10.06
	41	-79.80	19.78	0.00	-0.00	-0.00	-0.09
9	42	73.44	-30.01	-0.00	0.00	0.00	-7.01
	41	-76.44	17.61	0.00	-0.00	-0.00	-2.52
1	43	160.42	-62.16	-0.00	0.00	0.00	-46.54
	42	-164.47	47.70	0.00	-0.00	-0.00	24.56
2	43	154.76	-63.93	-0.00	0.00	0.00	-44.14
	42	-158.81	48.03	0.00	-0.00	-0.00	21.75
3	43	59.27	-45.50	-0.00	0.00	0.00	-10.63
	42	-62.27	29.10	0.00	-0.00	-0.00	-4.31
4	43	114.32	-45.54	-0.00	0.00	0.00	-33.47
	42	-117.32	34.90	0.00	-0.00	-0.00	17.38
5	43	110.56	-46.72	-0.00	0.00	0.00	-31.87
	42	-113.56	35.12	0.00	-0.00	-0.00	15.51
6	43	105.10	-44.73	-0.00	0.00	0.00	-31.31
	42	-108.10	34.09	0.00	-0.00	-0.00	15.55
7	43	77.44	-42.31	-0.00	0.00	0.00	-24.83
	42	-80.44	31.67	0.00	-0.00	-0.00	10.04
8	43	73.80	-40.98	-0.00	0.00	0.00	-24.46
	42	-76.80	30.98	0.00	-0.00	-0.00	10.06
9	43	70.56	-41.51	-0.00	0.00	0.00	-21.38
	42	-73.56	30.31	0.00	-0.00	-0.00	7.01
1	45	182.72	-23.16	0.00	0.00	-0.00	2.87
	44	-186.77	45.84	-0.00	-0.00	-0.00	-16.67

RELAZIONE DI CALCOLO

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
2	45	180.14	-21.39	0.00	0.00	-0.00	0.64
	44	-184.19	44.07	-0.00	-0.00	-0.00	-13.73
3	45	105.82	-4.34	0.00	0.00	0.00	-14.53
	44	-108.82	21.14	-0.00	-0.00	-0.00	9.41
4	45	130.69	-17.66	0.00	0.00	-0.00	1.95
	44	-133.69	34.46	-0.00	-0.00	-0.00	-12.38
5	45	128.98	-16.48	0.00	0.00	-0.00	0.47
	44	-131.98	33.28	-0.00	-0.00	-0.00	-10.42
6	45	121.47	-18.47	0.00	0.00	-0.00	1.41
	44	-124.47	35.27	-0.00	-0.00	-0.00	-12.16
7	45	93.80	-20.89	0.00	0.00	-0.00	-0.22
	44	-96.80	37.69	-0.00	-0.00	-0.00	-11.50
8	45	88.80	-22.22	0.00	0.00	0.00	0.41
	44	-91.80	39.02	-0.00	-0.00	-0.00	-12.65
9	45	92.67	-18.31	0.00	0.00	0.00	-2.79
	44	-95.67	35.11	-0.00	-0.00	-0.00	-7.90
1	46	178.67	-2.64	0.00	0.00	-0.00	-2.29
	45	-182.72	23.16	-0.00	-0.00	0.00	-2.87
2	46	176.09	-0.87	0.00	0.00	-0.00	-3.82
	45	-180.14	21.39	-0.00	-0.00	0.00	-0.64
3	46	102.30	10.63	0.00	0.00	-0.00	-13.34
	45	-105.30	4.57	-0.00	-0.00	-0.00	14.53
4	46	127.69	-2.46	0.00	0.00	-0.00	-2.07
	45	-130.69	17.66	-0.00	-0.00	0.00	-1.95
5	46	125.98	-1.28	0.00	0.00	-0.00	-3.09
	45	-128.98	16.48	-0.00	-0.00	0.00	-0.47
6	46	118.47	-3.27	0.00	0.00	-0.00	-2.94
	45	-121.47	18.47	-0.00	-0.00	0.00	-1.41
7	46	90.80	-5.69	0.00	0.00	-0.00	-5.54
	45	-93.80	20.89	-0.00	-0.00	0.00	0.22
8	46	85.80	-7.02	0.00	0.00	-0.00	-5.44
	45	-88.80	22.22	-0.00	-0.00	-0.00	-0.41
9	46	89.54	-3.17	0.00	0.00	-0.00	-7.11
	45	-92.54	18.37	-0.00	-0.00	-0.00	2.79

RELAZIONE DI CALCOLO

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	47	174.62	16.26	0.00	0.00	-0.00	0.43
	46	-178.67	2.64	-0.00	-0.00	0.00	2.29
2	47	172.04	18.03	0.00	0.00	-0.00	-0.39
	46	-176.09	0.87	-0.00	-0.00	0.00	3.82
3	47	98.79	24.17	0.00	0.00	-0.00	-6.26
	46	-101.79	-10.17	-0.00	-0.00	0.00	13.34
4	47	124.69	11.54	0.00	0.00	-0.00	-0.26
	46	-127.69	2.46	-0.00	-0.00	0.00	2.07
5	47	122.98	12.72	0.00	0.00	-0.00	-0.80
	46	-125.98	1.28	-0.00	-0.00	0.00	3.09
6	47	115.47	10.73	0.00	0.00	-0.00	-1.45
	46	-118.47	3.27	-0.00	-0.00	0.00	2.94
7	47	87.80	8.31	0.00	0.00	-0.00	-5.02
	46	-90.80	5.69	-0.00	-0.00	0.00	5.54
8	47	82.80	6.98	0.00	0.00	-0.00	-5.44
	46	-85.80	7.02	-0.00	-0.00	0.00	5.44
9	47	86.41	10.71	0.00	0.00	-0.00	-5.58
	46	-89.41	3.29	-0.00	-0.00	0.00	7.11
1	48	170.57	33.54	0.00	0.00	-0.00	10.39
	47	-174.62	-16.26	-0.00	-0.00	0.00	-0.43
2	48	167.99	35.31	0.00	0.00	-0.00	10.28
	47	-172.04	-18.03	-0.00	-0.00	0.00	0.39
3	48	95.29	36.27	0.00	0.00	-0.00	5.50
	47	-98.29	-23.47	-0.00	-0.00	0.00	6.26
4	48	121.69	24.34	0.00	0.00	-0.00	6.92
	47	-124.69	-11.54	-0.00	-0.00	0.00	0.26
5	48	119.98	25.52	0.00	0.00	-0.00	6.85
	47	-122.98	-12.72	-0.00	-0.00	0.00	0.80
6	48	112.47	23.53	0.00	0.00	-0.00	5.41
	47	-115.47	-10.73	-0.00	-0.00	0.00	1.45
7	48	84.80	21.11	0.00	0.00	-0.00	0.87
	47	-87.80	-8.31	-0.00	-0.00	0.00	5.02
8	48	79.80	19.78	0.00	0.00	-0.00	-0.09

RELAZIONE DI CALCOLO

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	47	-82.80	-6.98	-0.00	-0.00	0.00	5.44
9	48	83.29	23.34	0.00	0.00	-0.00	1.16
	47	-86.29	-10.54	-0.00	-0.00	0.00	5.58
1	49	166.52	48.66	0.00	0.00	-0.00	26.84
	48	-170.57	-33.54	-0.00	-0.00	0.00	-10.39
2	49	163.94	50.43	0.00	0.00	-0.00	27.43
	48	-167.99	-35.31	-0.00	-0.00	0.00	-10.28
3	49	91.80	46.54	0.00	0.00	-0.00	21.85
	48	-94.80	-35.34	-0.00	-0.00	0.00	-5.50
4	49	118.69	35.54	0.00	0.00	-0.00	18.90
	48	-121.69	-24.34	-0.00	-0.00	0.00	-6.92
5	49	116.98	36.72	0.00	0.00	-0.00	19.29
	48	-119.98	-25.52	-0.00	-0.00	0.00	-6.85
6	49	109.47	34.73	0.00	0.00	-0.00	17.06
	48	-112.47	-23.53	-0.00	-0.00	0.00	-5.41
7	49	81.80	32.31	0.00	0.00	-0.00	11.55
	48	-84.80	-21.11	-0.00	-0.00	0.00	-0.87
8	49	76.80	30.98	0.00	0.00	-0.00	10.06
	48	-79.80	-19.78	-0.00	-0.00	0.00	0.09
9	49	80.16	34.30	0.00	0.00	-0.00	12.63
	48	-83.16	-23.10	-0.00	-0.00	0.00	-1.16
1	50	162.47	62.16	0.00	0.00	-0.00	49.00
	49	-166.52	-48.66	-0.00	-0.00	0.00	-26.84
2	50	159.89	63.93	0.00	0.00	-0.00	50.30
	49	-163.94	-50.43	-0.00	-0.00	0.00	-27.43
3	50	88.33	55.37	0.00	0.00	-0.00	41.98
	49	-91.33	-45.37	-0.00	-0.00	0.00	-21.85
4	50	115.69	45.54	0.00	0.00	-0.00	35.11
	49	-118.69	-35.54	-0.00	-0.00	0.00	-18.90
5	50	113.98	46.72	0.00	0.00	-0.00	35.98
	49	-116.98	-36.72	-0.00	-0.00	0.00	-19.29
6	50	106.47	44.73	0.00	0.00	-0.00	32.95
	49	-109.47	-34.73	-0.00	-0.00	0.00	-17.06

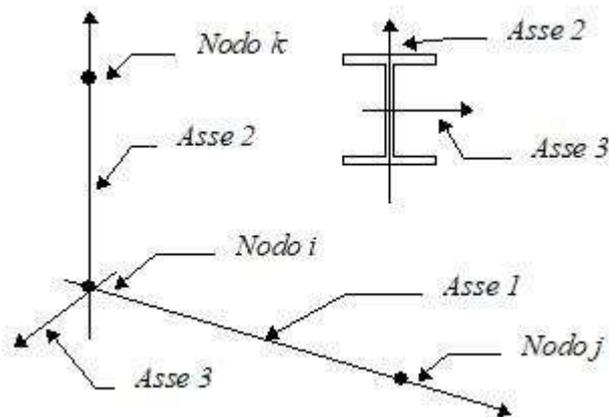
RELAZIONE DI CALCOLO

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
7	50	78.80	42.31	0.00	0.00	-0.00	26.47
	49	-81.80	-32.31	-0.00	-0.00	0.00	-11.55
8	50	73.80	40.98	0.00	0.00	-0.00	24.46
	49	-76.80	-30.98	-0.00	-0.00	0.00	-10.06
9	50	77.04	44.00	0.00	0.00	-0.00	28.23
	49	-80.04	-34.00	-0.00	-0.00	0.00	-12.63

12.9 AZIONI TRAVI DI FONDAZIONE

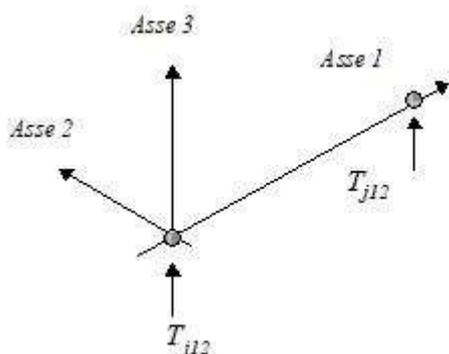
Convenzioni adottate

Le sollecitazioni nelle travi di fondazione sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo K.

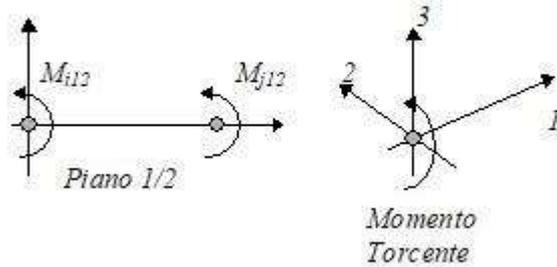


La terna di riferimento locale dell'asta è così posta

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



RELAZIONE DI CALCOLO



La trave è da considerarsi appoggiata su un sottospazio elastico a comportamento bilatero (terreno alla Winkler).

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
1	44	0.116	-0.00	-69.53	-22.69
	51	0.118	0.00	0.00	-0.00
2	44	0.116	-0.00	-70.37	-23.02
	51	0.120	-0.00	0.00	-0.00
3	44	0.085	-0.00	-54.75	-18.14
	51	0.100	0.00	-0.82	-0.00
4	44	0.083	-0.00	-49.64	-16.19
	51	0.085	0.00	0.00	-0.00
5	44	0.083	-0.00	-50.20	-16.41
	51	0.086	-0.00	0.00	-0.00
6	44	0.078	-0.00	-46.12	-15.03
	51	0.079	0.00	0.00	-0.00
7	44	0.062	0.00	-35.55	-11.56
	51	0.062	-0.00	0.00	-0.00
8	44	0.058	0.00	-32.83	-10.64
	51	0.058	0.00	0.00	-0.00
9	44	0.064	-0.00	-37.70	-12.30
	51	0.067	-0.00	-0.20	-0.00
1	52	0.112	0.00	-0.00	0.00
	37	0.112	-0.00	-66.18	21.51
2	52	0.104	0.00	-0.00	0.00
	37	0.106	-0.00	-61.99	20.06
3	52	0.012	0.00	0.82	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
	37	0.031	-0.00	-9.96	2.76
4	52	0.080	0.00	-0.00	0.00
	37	0.080	-0.00	-47.40	15.40
5	52	0.075	0.00	-0.00	0.00
	37	0.077	-0.00	-44.61	14.44
6	52	0.075	0.00	-0.00	0.00
	37	0.075	-0.00	-43.88	14.24
7	52	0.058	0.00	-0.00	0.00
	37	0.059	-0.00	-33.31	10.77
8	52	0.058	0.00	-0.00	0.00
	37	0.058	-0.00	-32.83	10.64
9	52	0.048	0.00	0.20	0.00
	37	0.052	-0.00	-27.78	8.91
1	37	0.112	-0.00	-118.54	-42.63
	44	0.116	0.00	-117.24	39.36
2	37	0.106	-0.00	-117.08	-44.91
	44	0.116	0.00	-113.82	36.75
3	37	0.031	-0.00	-66.49	-42.14
	44	0.085	0.00	-52.40	8.49
4	37	0.080	-0.00	-84.92	-30.75
	44	0.083	0.00	-84.05	28.57
5	37	0.077	-0.00	-83.95	-32.27
	44	0.083	0.00	-81.78	26.83
6	37	0.075	-0.00	-79.22	-29.37
	44	0.078	0.00	-78.35	27.19
7	37	0.059	-0.00	-62.12	-25.23
	44	0.062	0.00	-61.25	23.05
8	37	0.058	-0.00	-58.97	-23.29
	44	0.058	0.00	-58.97	23.29
9	37	0.052	-0.00	-60.49	-27.20
	44	0.064	0.00	-57.63	20.15

13 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE

13.1 PREMESSA

Nel presente capitolo si riportano le analisi e le verifiche strutturali effettuate nel pozzetto posto "lato monte" dell'attraversamento idraulico posto al km 1+918 lotto 1°. Il manufatto in progetto è costituito da dei setti in cemento armato gettato in opera di spessore 30cm. Le analisi e le verifiche sono state effettuate considerando il manufatto con la sua reale dimensione. Normativa di riferimento, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione e di calcolo, carichi e materiali sono i medesimi utilizzati per la verifica del tombino al netto delle modifiche geometriche e si omettono per brevità.

Di seguito si riporta la sezione trasversale studiata.

Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	5,40 [m]
Larghezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,00 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00 [m]
Spessore muri d'ala	0,30[m]
Spessore fondazione	0,30 [m]

13.2 CARATTERISTICHE TERRENI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	5,40	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m3]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione	Mc	
Spessore dello strato	10,00		[m]
Peso di volume	17,00		[kN/m3]
Angolo di attrito	17,00		[°]
Coesione	0,013		[MPa]

13.3 RISULTATI DELL'ANALISI

13.3.1 Dati di input modellazione

RELAZIONE DI CALCOLO

Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Info	Tipo	E [MPa]	ν	α 1/[1/°C]	Peso Specifico [KN/m ³]
1	Calcestruzzo	Calcestruzzo	30000.000	0.12	0.000012	25.00
2	Acciaio	Acciaio	210000.003	0.33	0.000012	78.50

Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [kg/cm ³]	E [MPa]	ν	Commento
1	5.0	0.100	0.10	Default

Elemento a 4 nodi Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]	
1	1	s= 30 [cm]	Mesh isotropa PIEDRITTISigmaZ=0
2	1	s= 30 [cm]	Mesh platea SOLETTASigmaZ=0 Terreno numero 1 Default

Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2008

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 10

Numero di combinazioni di carico . : 20

Condizione

1	G1k_Strutturale
2	G2.2k_Spinta a riposo
3	E_Spinta sismica+X SLV
4	E_Spinta sismica-X SLV
5	E_Spinta sismica+Y SLV
6	E_Spinta sismica-Y SLV
7	E_Spinta sismica+X SLO
8	E_Spinta sismica-X SLO
9	E_Spinta sismica+Y SLO

Condizione

10	E_Spinta sismica-Y SLO
11	Sisma 0SLV
12	Sisma 90SLV
13	Sisma 180SLV
14	Sisma 270SLV
15	Sisma 0SLO
16	Sisma 90SLO
17	Sisma 180SLO
18	Sisma 270SLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero

1	SLU
---	-----

Comb.\Cond	1	2
1	1.3	1.3

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero

2	Sisma 0 / 90
3	Sisma 0 / 270
4	Sisma 90 / 0
5	Sisma 90 / 180
6	Sisma 180 / 90
7	Sisma 180 / 270
8	Sisma 270 / 0
9	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14
2	1	1	1		0.3		1	0.3		
3	1	1	1			0.3	1			0.3

RELAZIONE DI CALCOLO

4	1	1	0.3	1	0.3	1	
5	1	1		0.3	1		0.3
6	1	1		1	0.3	0.3	1
7	1	1		1	0.3		0.3
8	1	1	0.3		1	0.3	1
9	1	1		0.3	1		0.3

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

10 RARA

Comb.\Cond 1 2

10 1 1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

11 REQUENTE

Comb.\Cond 1 2

11 1 1

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

12 QUASI PERMANENTE

Comb.\Cond 1 2

12 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Combinazione di carico numero

13 Sisma 0 / 90

14 Sisma 0 / 270

Combinazione di carico numero

15	Sisma 90 / 0
16	Sisma 90 / 180
17	Sisma 180 / 90
18	Sisma 180 / 270
19	Sisma 270 / 0
20	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	7	8	9	10	15	16	17	18
13	1	1	1		0.3		1	0.3		
14	1	1	1			0.3	1			0.3
15	1	1	0.3		1		0.3	1		
16	1	1		0.3	1			1	0.3	
17	1	1		1	0.3			0.3	1	
18	1	1		1		0.3			1	0.3
19	1	1	0.3			1	0.3			1
20	1	1		0.3		1			0.3	1

Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 1+912 lotto1 Longitudine 14.6600 Latitudine 36.9537
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ($q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$)
- Fattore di duttilità α_u / α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00

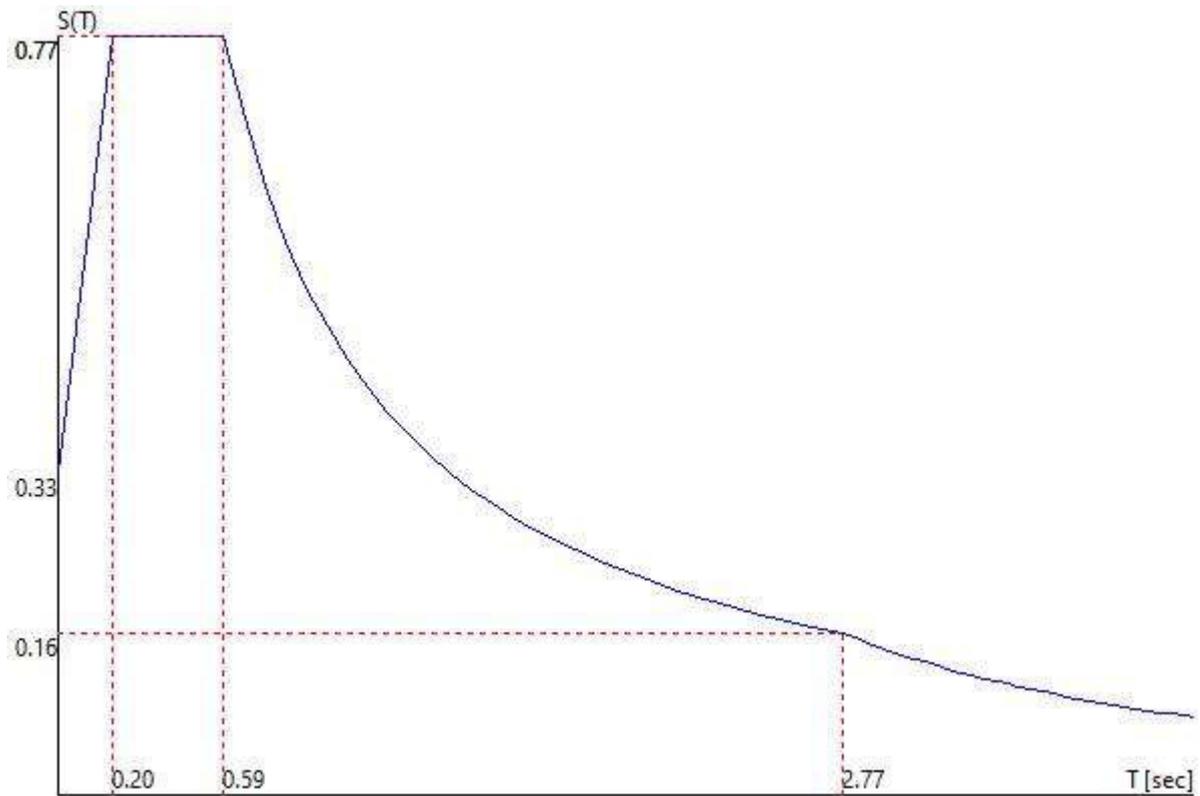
RELAZIONE DI CALCOLO

- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_w 1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 949 (anni)
- S_s 1.125
- T_B 0.20 [sec]
- T_C 0.59 [sec]
- T_D 2.77 [sec]
- a_g/g 0.2914
- F_o 2.3612
- T_C^* 0.4549

TU 2008 SLV H

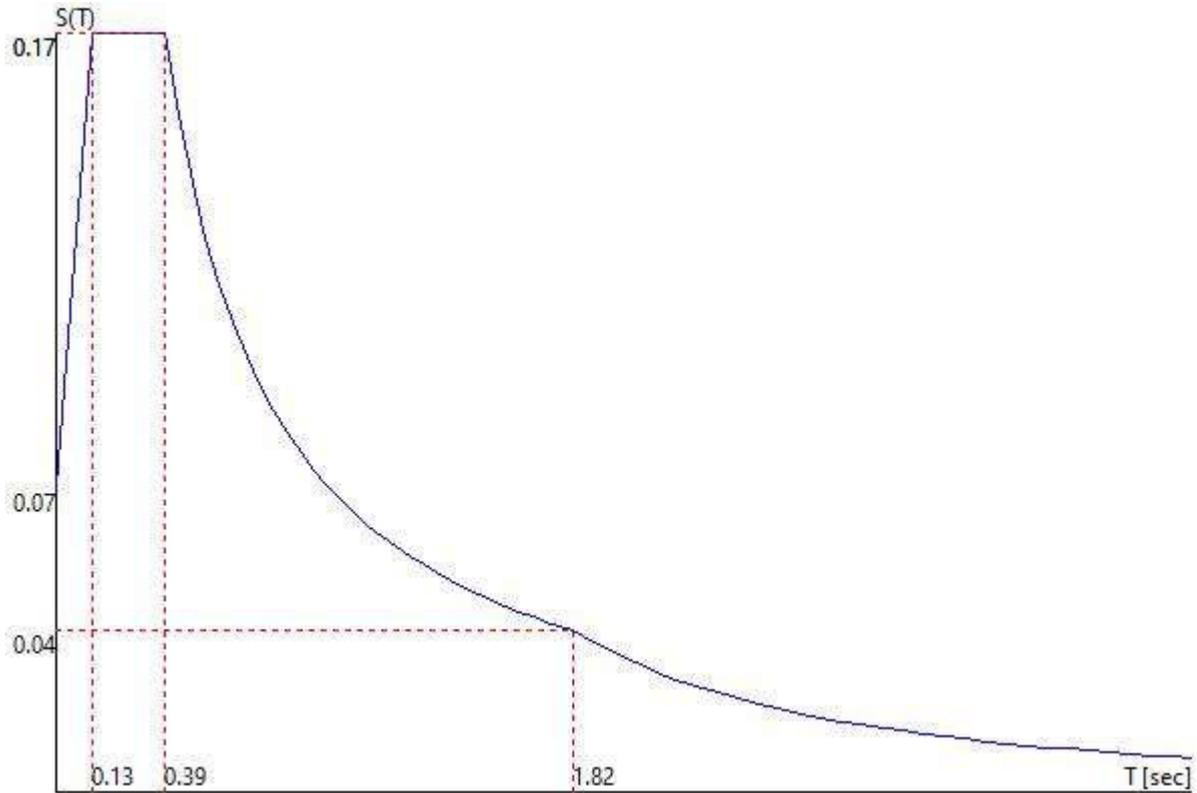


TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 81.0 e periodo di ritorno (T_R) 60 (anni)
- S_s 1.200
- T_B 0.13 [sec]
- T_C 0.39 [sec]
- T_D 1.82 [sec]
- a_g/g 0.0557
- F_o 2.5087
- T_C^* 0.2700

TU 2008 SLO H

RELAZIONE DI CALCOLO



Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	G1k_Strutturale	1.000000
2	G2.2k_Spinta a riposo	0.000000
3	E_Spinta sismica+X SLV	0.000000
4	E_Spinta sismica-X SLV	0.000000
5	E_Spinta sismica+Y SLV	0.000000
6	E_Spinta sismica-Y SLV	0.000000
7	E_Spinta sismica+X SLO	0.000000
8	E_Spinta sismica-X SLO	0.000000
9	E_Spinta sismica+Y SLO	0.000000
10	E_Spinta sismica-Y SLO	0.000000

Direzioni d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]

- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLO Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLO Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLO Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLO Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

Analisi Modale via Vettori di Ritz **Percentuale della massa di piano utilizzata per la valutazione delle azioni dovute ad eccentricità aggiuntive del centro di massa 100.0%**

Carichi applicati agli elementi

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

q_{xi}, \dots, q_{zj}

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

x_i, x_j

Le distanze, misurate a partire dal NodoI, dei punti di applicazione dei carichi $q_{xi}..q_{zj}$ relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

P_x, \dots, P_z x_{App}

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza x_{App} dal NodoI.

M_x, \dots, M_z x_{App}

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza x_{App} dal NodoI.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

m_{xi}, \dots, m_{zj}

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

RELAZIONE DI CALCOLO

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Elemento	Condizione di carico	Nodi	L [m]	xi [m]	qxi [KN/m]	qyi [KN/m]	qzi [KN/m]	xj [m]	qxj [KN/m]	qyj [KN/m]	qzj [KN/m]	qSx [KN/m ²]	qSy [KN/m ²]	qSz [KN/m ²]
205 308	1											0.00	-7.50	0.00
	2											0.00	0.00	-5.00
	3											0.00	0.00	-20.00
	7											0.00	0.00	-4.00
205 371	6											0.00	0.00	36.00
	2											0.00	0.00	5.00
	1											0.00	-7.50	0.00
365 224	10											0.00	0.00	7.00
	6											0.00	0.00	36.00
	2											0.00	0.00	5.00
	1											0.00	-7.50	0.00
204 370	10											0.00	0.00	7.00
	6											0.00	0.00	36.00
	2											0.00	0.00	10.00
	1											0.00	-7.50	0.00
375 223	10											0.00	0.00	7.00
	6											0.00	0.00	36.00
	2											0.00	0.00	10.00
	1											0.00	-7.50	0.00
206 418	10											0.00	0.00	7.00
	6											0.00	0.00	36.00
	2											0.00	0.00	41.00
	1											7.50	0.00	0.00
412 419	10											0.00	0.00	7.00
	6											0.00	0.00	36.00
	2											0.00	0.00	41.00
	1											7.50	0.00	0.00
413 420	10											0.00	0.00	7.00
	6											0.00	0.00	36.00
	2											0.00	0.00	31.00
	1											7.50	0.00	0.00
414 421	10											0.00	0.00	7.00
	6											0.00	0.00	36.00
	2											0.00	0.00	31.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
197 422	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	20.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
198 423	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	20.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
199 201	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	10.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
207 424	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
281 218	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
280 245	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
279 244	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
181 243	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
278 220	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
263 210	4		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	1		-7.50	0.00	0.00
	8		0.00	0.00	7.00
262 211	4		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00
	1		-7.50	0.00	0.00
	8		0.00	0.00	7.00
240 212	4		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	31.00
	1		-7.50	0.00	0.00
	8		0.00	0.00	7.00
261 230	4		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00
	1		-7.50	0.00	0.00
	8		0.00	0.00	7.00
174 259	4		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00
	1		-7.50	0.00	0.00
	8		0.00	0.00	7.00
175 258	4		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	31.00
	1		-7.50	0.00	0.00
	8		0.00	0.00	7.00
257 180	1		0.00	0.00	7.50
239 172	1		0.00	0.00	7.50
238 228	1		0.00	0.00	7.50
237 229	1		0.00	0.00	7.50
209 230	1		0.00	0.00	7.50
236 171	1		0.00	0.00	7.50
225 232	1		0.00	0.00	7.50
206 231	1		0.00	0.00	7.50
231 235	1		0.00	0.00	7.50
207 234	1		0.00	0.00	7.50
227 169	1		0.00	0.00	7.50
226 233	1		0.00	0.00	7.50
232 236	1		0.00	0.00	7.50
235 239	1		0.00	0.00	7.50
234 238	1		0.00	0.00	7.50
208 237	1		0.00	0.00	7.50
233 170	1		0.00	0.00	7.50
256 243	1		0.00	0.00	7.50

RELAZIONE DI CALCOLO

255 244	1	0.00	0.00	7.50
217 245	1	0.00	0.00	7.50
254 179	1	0.00	0.00	7.50
249 253	1	0.00	0.00	7.50
215 252	1	0.00	0.00	7.50
248 177	1	0.00	0.00	7.50
241 248	1	0.00	0.00	7.50
240 247	1	0.00	0.00	7.50
213 246	1	0.00	0.00	7.50
247 251	1	0.00	0.00	7.50
246 250	1	0.00	0.00	7.50
214 249	1	0.00	0.00	7.50
242 176	1	0.00	0.00	7.50
250 254	1	0.00	0.00	7.50
253 257	1	0.00	0.00	7.50
252 256	1	0.00	0.00	7.50
216 255	1	0.00	0.00	7.50
251 178	1	0.00	0.00	7.50
258 261	4	0.00	0.00	36.00
	2	0.00	0.00	41.00
	1	-7.50	0.00	0.00
	8	0.00	0.00	7.00
242 260	4	0.00	0.00	36.00
	2	0.00	0.00	31.00
	1	-7.50	0.00	0.00
	8	0.00	0.00	7.00
173 228	4	0.00	0.00	36.00
	2	0.00	0.00	41.00
	1	-7.50	0.00	0.00
	8	0.00	0.00	7.00
260 263	4	0.00	0.00	36.00
	2	0.00	0.00	41.00
	1	-7.50	0.00	0.00
	8	0.00	0.00	7.00
241 262	4	0.00	0.00	36.00
	2	0.00	0.00	31.00
	1	-7.50	0.00	0.00
	8	0.00	0.00	7.00
259 229	4	0.00	0.00	36.00
	2	0.00	0.00	41.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	1		-7.50	0.00	0.00
	8		0.00	0.00	7.00
265 269	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
264 268	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
187 267	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
268 272	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
267 271	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
185 270	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
266 224	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
270 274	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
184 273	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
269 223	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
273 277	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
183 276	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
272 222	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
271 275	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
274 278	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
277 281	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
276 280	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
182 279	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
275 221	4		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	8		0.00	0.00	-7.00
305 166	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-5.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	3		0.00	0.00	-20.00
	7		0.00	0.00	-4.00
302 165	1		0.00	0.00	-7.50
	2		0.00	0.00	-24.00
301 164	1		0.00	0.00	-7.50
	2		0.00	0.00	-24.00
282 163	1		0.00	0.00	-7.50
	2		0.00	0.00	-24.00
293 197	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
292 285	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
291 286	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
160 287	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
290 198	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
282 289	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
162 288	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
283 290	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00

RELAZIONE DI CALCOLO

289 293	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	3	0.00	0.00	20.00
	7	0.00	0.00	4.00
288 292	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	3	0.00	0.00	20.00
	7	0.00	0.00	4.00
161 291	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	3	0.00	0.00	20.00
	7	0.00	0.00	4.00
284 199	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	3	0.00	0.00	20.00
	7	0.00	0.00	4.00
300 296	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
299 302	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
283 301	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
298 295	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
201 298	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
200 297	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
297 300	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
284 299	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
202 294	1	0.00	0.00	-7.50
	2	0.00	0.00	-24.00
304 310	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	-5.00
	3	0.00	0.00	-20.00
	7	0.00	0.00	-4.00
303 309	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	-5.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	3		0.00	0.00	-20.00
	7		0.00	0.00	-4.00
203 308	1		0.00	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
294 309	1		0.00	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
295 310	1		0.00	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
296 166	1		0.00	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	20.00
	7		0.00	0.00	4.00
167 356	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	9		0.00	0.00	-7.00
350 185	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	9		0.00	0.00	-7.00
166 355	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
360 184	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
162 382	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
163 383	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
164	384	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
165	376	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
161	385	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
382	386	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
383	387	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
384	377	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
160	388	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
385	389	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
386	390	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
387	378	5	0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
159 391	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
388 392	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
389 393	5		0.00	0.00	-36.00
	1		-0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
390 175	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
381 394	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
391 395	5		0.00	0.00	-36.00
	1		-0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
392 396	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
393 174	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
380 397	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-41.00
	9		0.00	0.00	-7.00
394 398	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	2		0.00	0.00	-41.00
	9		0.00	0.00	-7.00
395 399	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-41.00
	9		0.00	0.00	-7.00
396 173	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-41.00
	9		0.00	0.00	-7.00
379 169	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-41.00
	9		0.00	0.00	-7.00
397 170	5		0.00	-0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	-0.00	-41.00
	9		0.00	-0.00	-7.00
398 171	5		0.00	-0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	-0.00	-41.00
	9		0.00	-0.00	-7.00
399 172	5		0.00	-0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	-0.00	-41.00
	9		0.00	-0.00	-7.00
355 400	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
354 401	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
353 402	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
352 403	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
351 183	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	9		0.00	0.00	-7.00
376 404	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
400 405	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
401 406	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
402 407	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
403 182	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
377 408	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
404 409	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
405 410	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
406 411	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
407 181	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	9		0.00	0.00	-7.00
378 176	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
408 177	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
409 178	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
410 179	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
411 180	5		0.00	0.00	-36.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	9		0.00	0.00	-7.00
418 425	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
419 426	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	31.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
420 427	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	31.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
421 428	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	20.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
422 429	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	20.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
423 202	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	10.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
208 430	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
424 431	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
425 432	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	31.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
426 433	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	31.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
427 434	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	20.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
428 435	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	20.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
429 203	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	10.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
209 211	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
430 212	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	41.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
431 213	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	31.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
432 417	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	31.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
433 416	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	20.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
434 415	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	20.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
435 370	6		0.00	0.00	36.00
	2		0.00	0.00	10.00
	1		7.50	0.00	0.00
	10		0.00	0.00	7.00
223 436	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
366 437	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
367 438	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
368 439	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
369 415	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
222 440	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
436 441	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
437 442	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
438 443	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
439 416	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
221 444	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
440 445	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
441 446	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
442 447	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00

RELAZIONE DI CALCOLO

	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
443 417	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-20.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
220 217	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
444 216	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
445 215	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		-0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
446 214	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00
447 213	6		0.00	0.00	-36.00
	2		0.00	0.00	-31.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	10		0.00	0.00	-7.00

13.3.2 Rappresentazione grafica modello

RELAZIONE DI CALCOLO

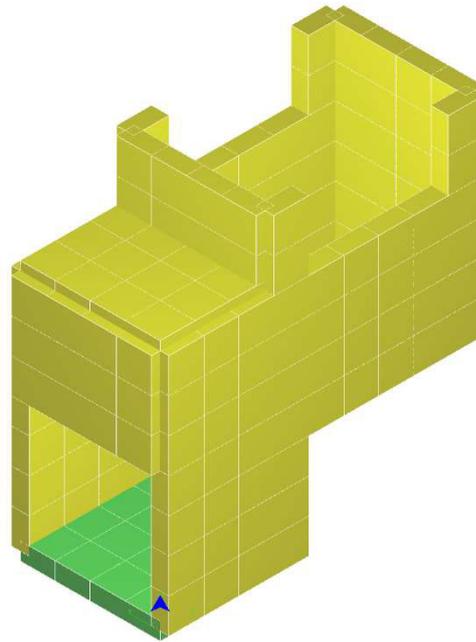


Figura 13-1"Rappresentazione grafica del modello di calcolo"

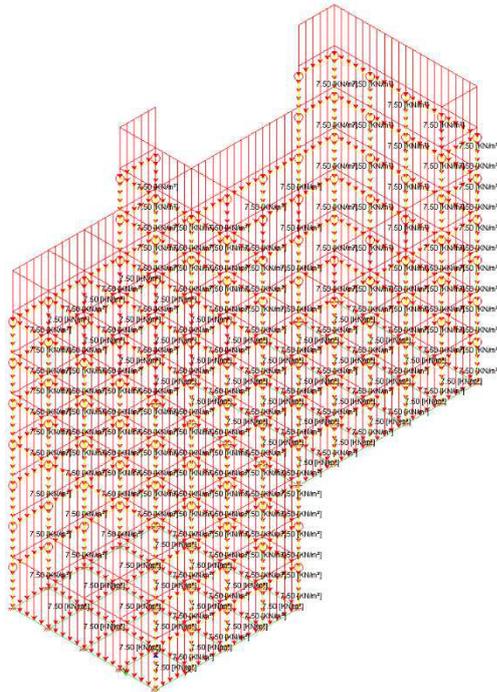


Figura 13-2"Condizione Gk1"

RELAZIONE DI CALCOLO

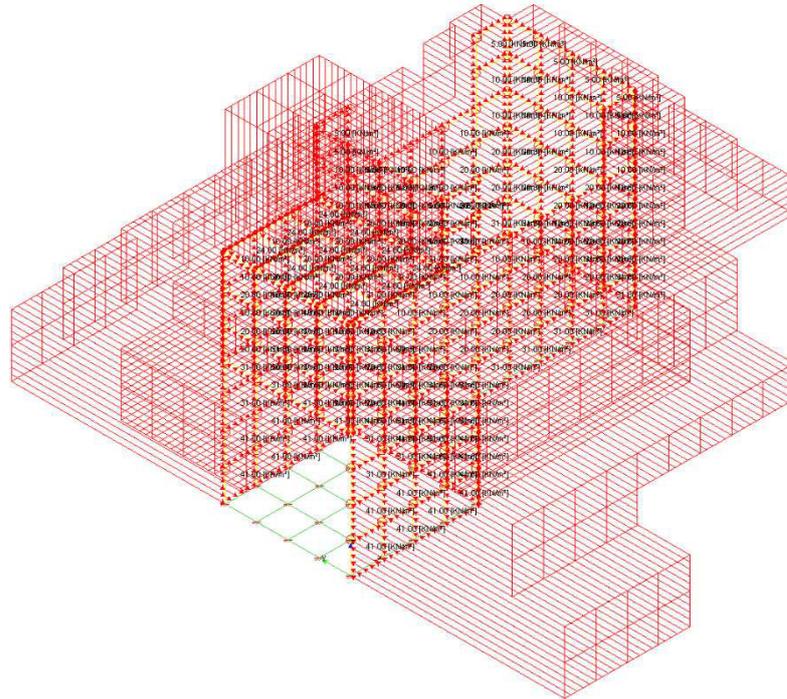


Figura 13-3"Condizione Gk2.1"

13.3.3 Risultati sollecitazione

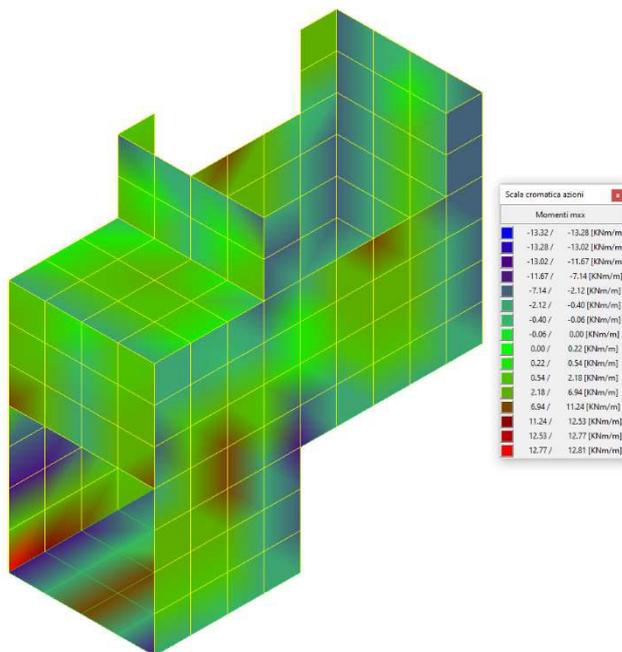


Figura 13-4"Inviluppo momenti flettenti mxx"

RELAZIONE DI CALCOLO

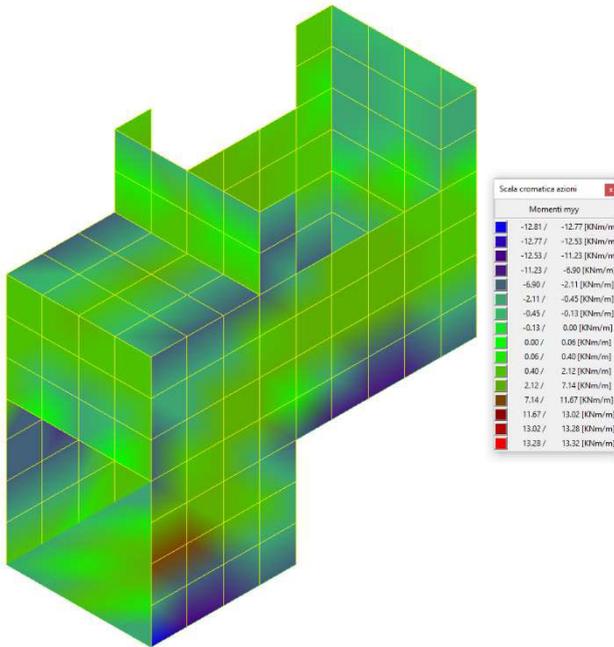


Figura 13-5 "Inviluppo momento flettenti myy"

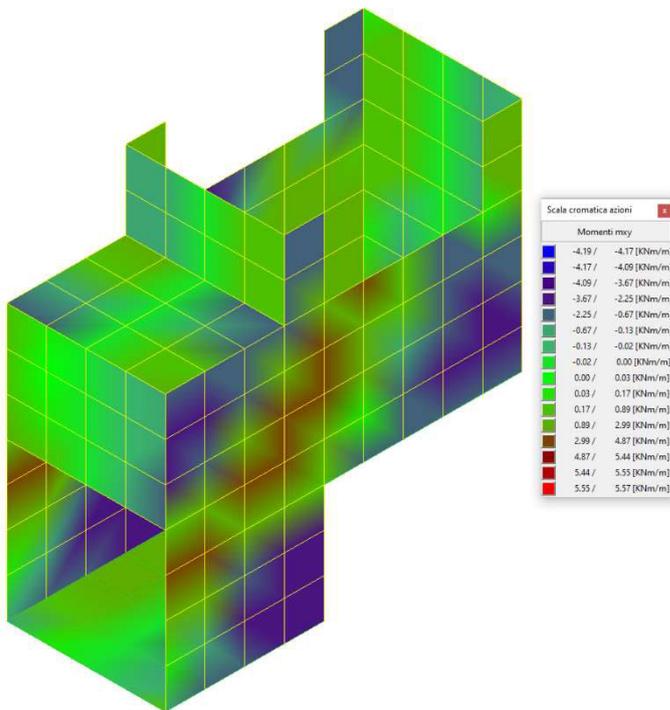


Figura 13-6 "Inviluppo momenti flettenti mxy"

RELAZIONE DI CALCOLO

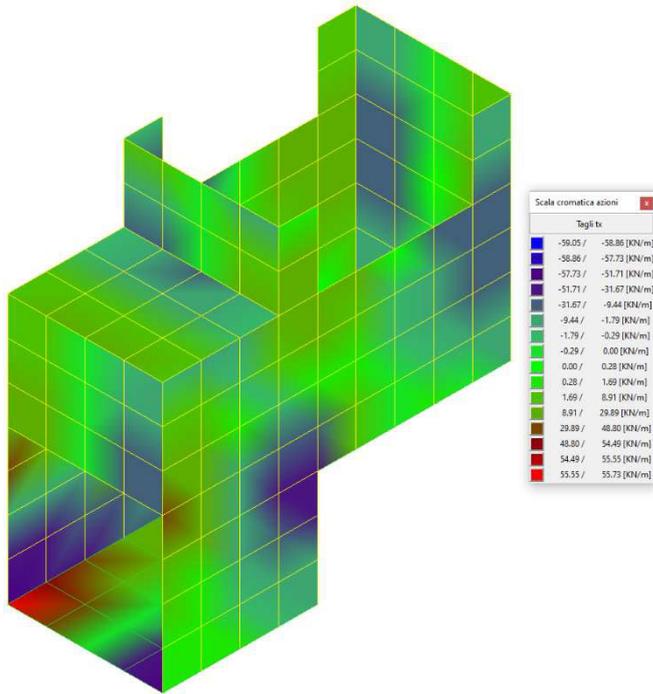


Figura 13-7"Inviluppo tagli vx"

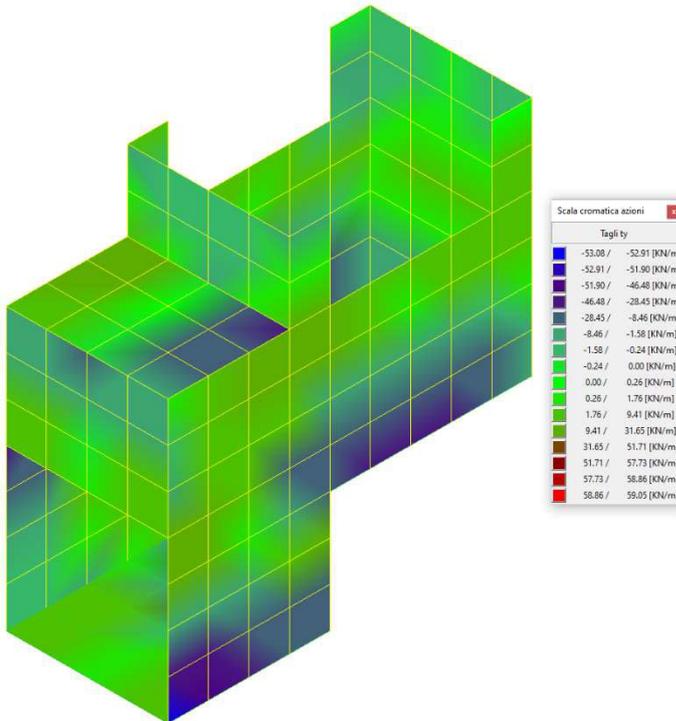


Figura 13-8"Inviluppo tagli vy"

RELAZIONE DI CALCOLO

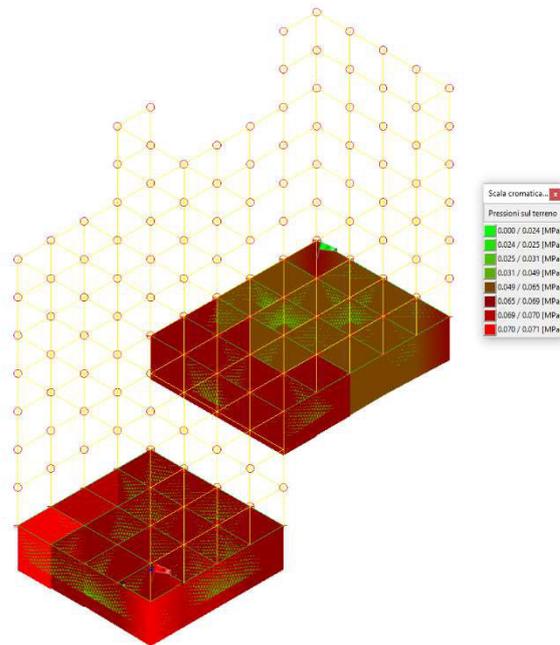


Figura 13-9 "Involuppo pressioni terreno"

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 252 253 256 255	1	0.062
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	1	0.071

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 217 255 245 218	9	0.024
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 217 255 245 218	4	0.069

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 252 253 256 255	10	0.048
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	10	0.054

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 252 253 256 255	11	0.048

RELAZIONE DI CALCOLO

Max Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233 11 0.054

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 252 253 256 255	12	0.048
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	12	0.054

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 217 255 245 218	20	0.043
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	18	0.056

13.4 VERIFICHE STRUTTURALI

Verifiche lastre/piastre

Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo z dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;

valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;

ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può definire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidezza degli strati di cls, si assume:

Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e f_{ct} , essendo f_{ct} la resistenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;

Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata T.A.:

σ_{amm}

Tensione ammissibile

$\sigma_{amm,Trazione}$

Tensione ammissibile di trazione cls

$\sigma_{cls,1}$

Tensione cls direzione 1

$\sigma_{cls,2}$

Tensione cls direzione 2

$\sigma_{acciaio,1}$

Tensione acciaio direzione 1

$\sigma_{acciaio,2}$

Tensione acciaio direzione 2

$c_{f,x,Eq}$

Copriferro in direzione x

A_{f_x}

Armatura in direzione x

$c_{f,y,Eq}$

Copriferro in direzione y

A_{f_y}

Armatura in direzione y

$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

α

Angolo direzioni principali

d

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$\tau_{b,0}$

Tensione ammissibile a taglio elementi privi di armatura a taglio

$\tau_{b,1}$

Tensione ammissibile a taglio elementi con armatura a taglio

N, M_x, M_y

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

τ

Tensione tangenziale massima

Simbologia utilizzata S.L.:

f_{yd}

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

ϵ_{ud}

Deformazione uniforme ultima

ϵ_{yd}

Deformazione al limite di snervamento

f_{ck}

Resistenza cilindrica caratteristica

f_{cd}

Tensione di calcolo a compressione di base

ϵ_{c2}

Deformazione limite elastico

ϵ_y

Deformazione limite ultimo

f_{ctd}

Tensione di calcolo a trazione di progetto

ϵ_{ctd}

Deformazione al limite di trazione

E_{cm}

Modulo elastico

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

Af_x

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

Af_y

Armatura in direzione y

$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

α

Angolo direzioni principali

Cr

Coefficiente rottura S_D/S_R

ϵ_x

Deformazione acciaio direzione x

ϵ_y

Deformazione acciaio direzione y

ϵ_{min}

Deformazione minima cls

ϵ_{max}

Deformazione massima cls

θ_{max}

Angolo direzioni principali di deformazione

σ_{amm}

Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento

σ_x

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x

σ_y

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y

$\sigma_{c,Max}$

Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento

d

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$C_{Rd,c}$

Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio

V_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd}

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

B_x, B_y

Dimensioni perimetro critico

β

Angolo diffusione tensioni

v_{Ed}

Tensione tangenziale sull'area critica

ρ

Rapporto meccanico di armatura

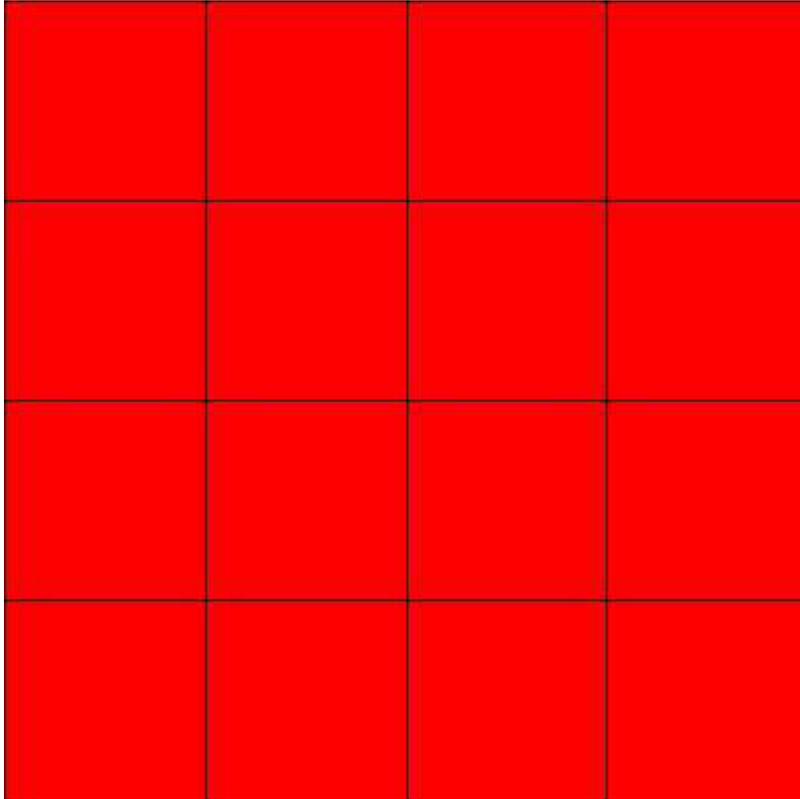
$V_{Rd,c}$

Taglio resistente elementi privi di armatura

13.4.1 Fondazione 1

Mapa armature di Estradosso

RELAZIONE DI CALCOLO



Colore

Armature



top ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso

Colore

Armature

 bottom $\phi 20/20'$ X + $\phi 20/20'$ Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ϵ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$ (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biassial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$ (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ϵ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 206 231

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd}	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 9 (0.30 0.30 [m])

M_{xx} 5.51 [KNm/m] M_{11} -44.75 [KNm/m]

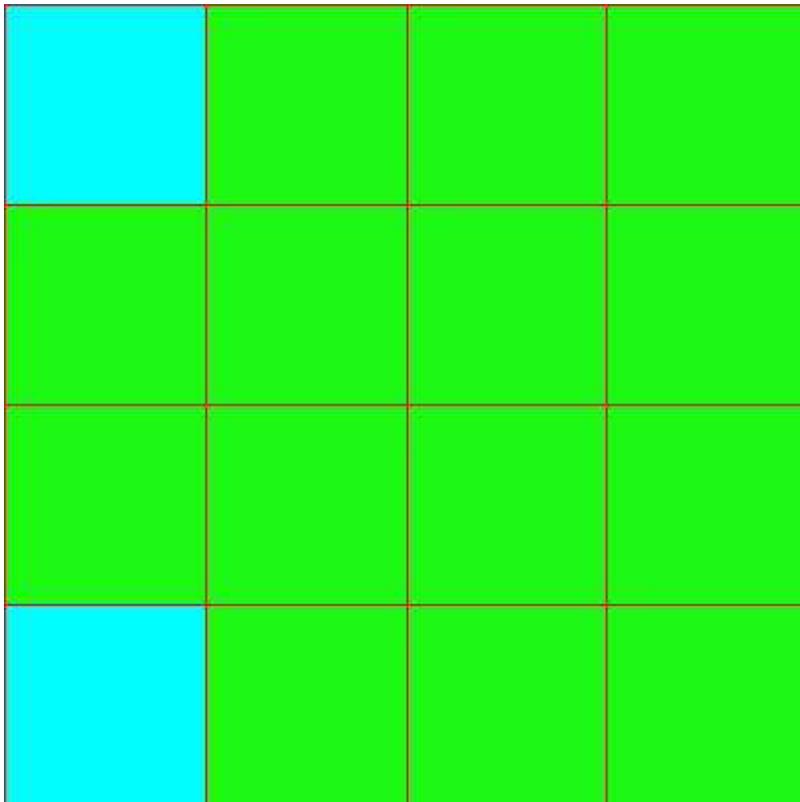
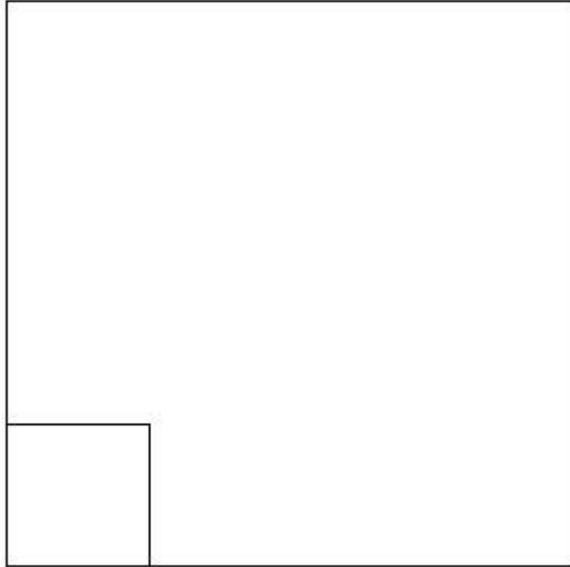
M_y 44.42 [KNm/m] M_{22} -5.17 [KNm/m]

M_{xy} 3.62 [KNm/m] α 5.27 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	θ [°]
0.34	Estradosso	0.641	12.364	16.929	-0.054	76.87
	Intradosso	0.047	0.295	-0.027	-3.500	-10.11

RELAZIONE DI CALCOLO



MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 227 169

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 2.10 [m])

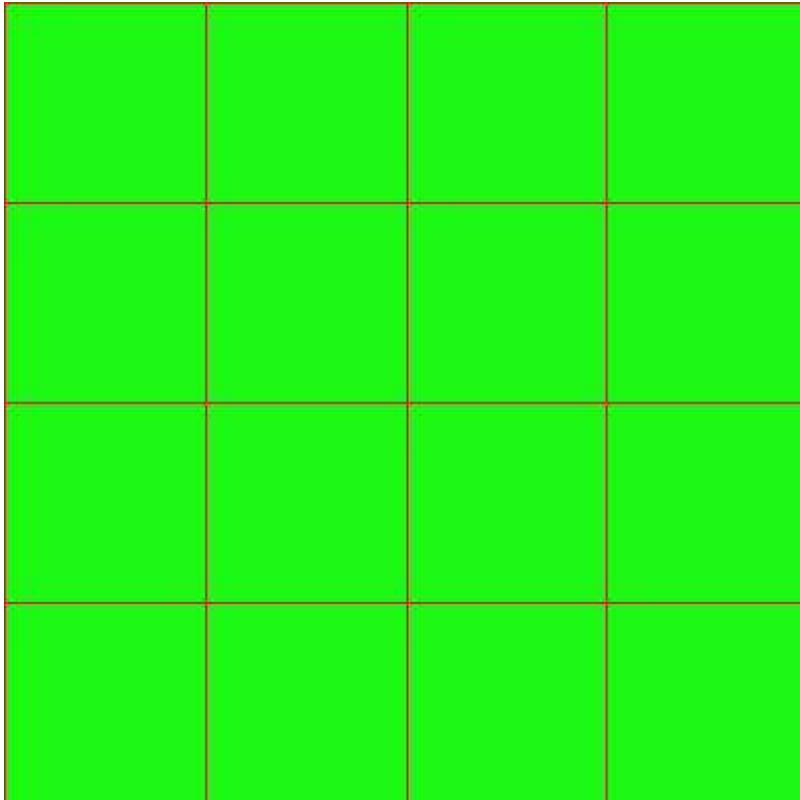
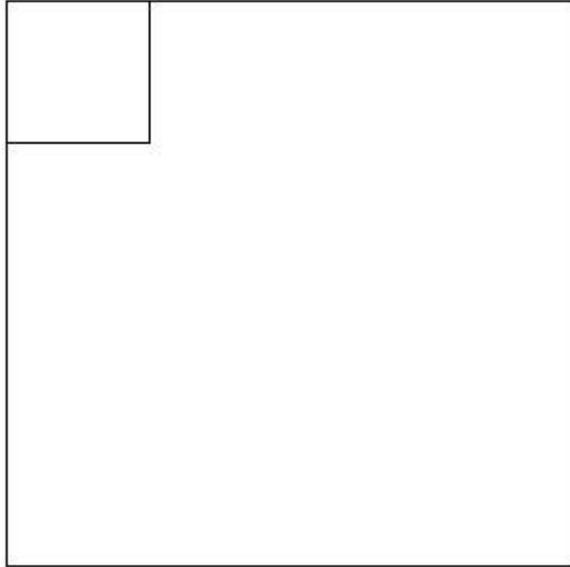
M_{xx} 1.56 [KNm/m] M_{11} -8.96 [KNm/m]

M_y 8.96 [KNm/m] M_{22} -1.56 [KNm/m]

M_{xy} -0.13 [KNm/m] α -1.03 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.03	Estradosso	0.641	3.674	0.000	-88.83		
	Intradosso	-0.641	-3.674	-0.612	1.17		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 227 169

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 2.10 [m])

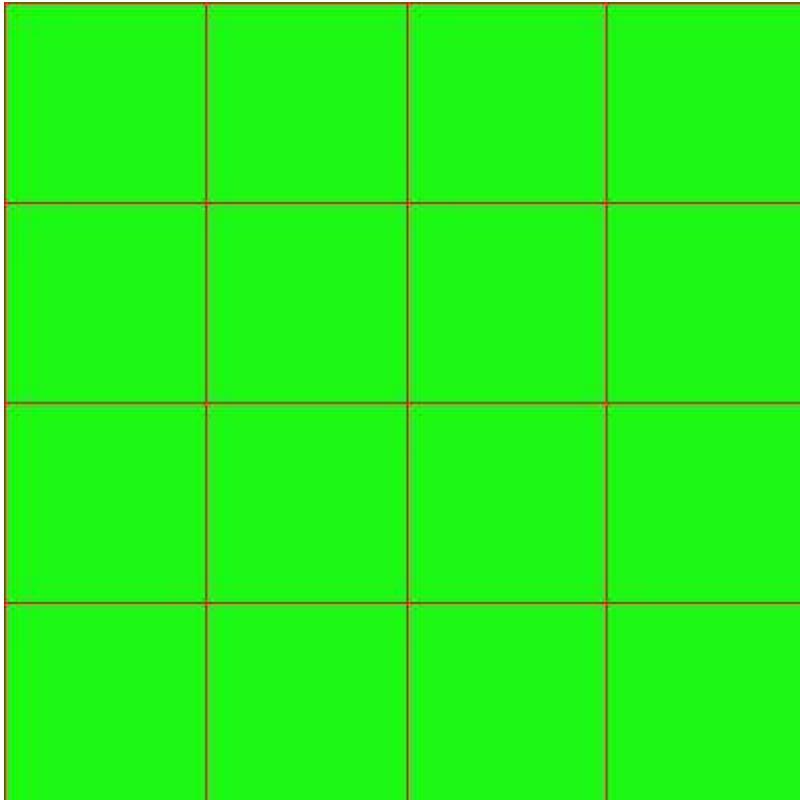
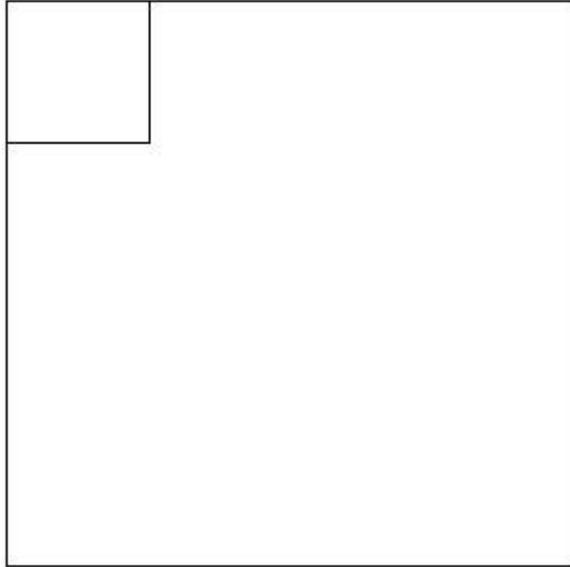
M_{xx} 1.56 [KNm/m] M_{11} -8.96 [KNm/m]

M_y 8.96 [KNm/m] M_{22} -1.56 [KNm/m]

M_{xy} -0.13 [KNm/m] α -1.03 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	0.641	3.674	0.000	-88.83		
	Intradosso	-0.641	-3.674	-0.612	1.17		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 227 169

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]	w_{Max} mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 2.10 [m])

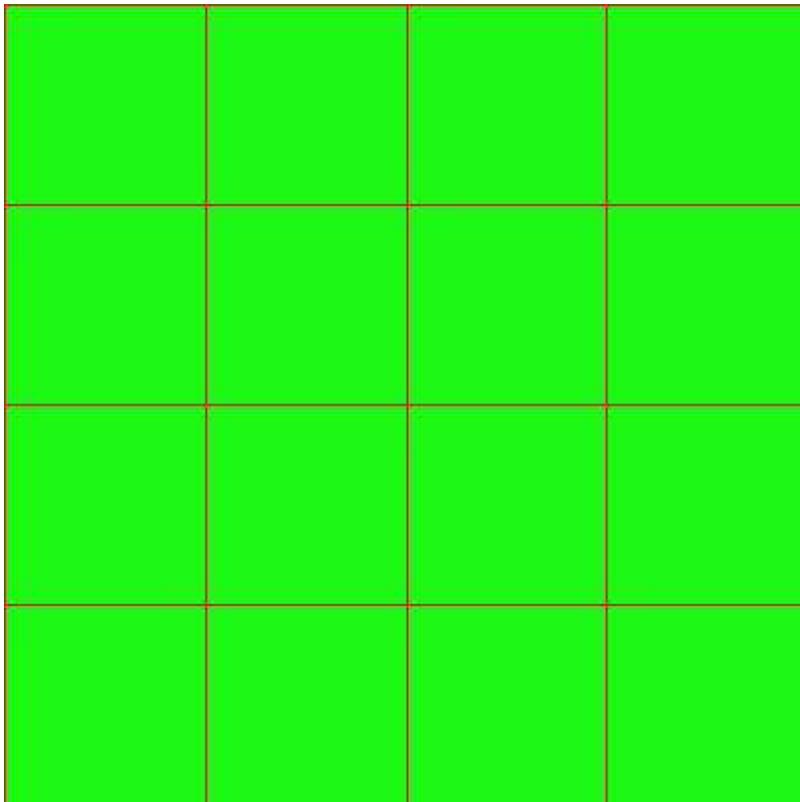
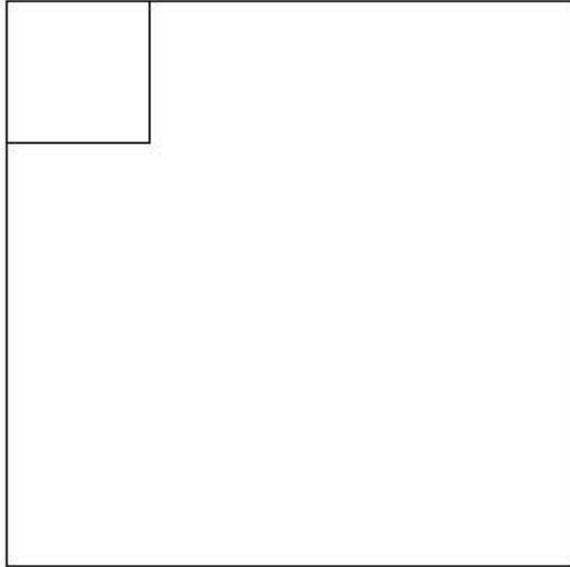
M_{xx} 1.56 [KNm/m] M_{11} -8.96 [KNm/m]

M_y 8.96 [KNm/m] M_{22} -1.56 [KNm/m]

M_{xy} -0.13 [KNm/m] α -1.03 [°]

Verifiche

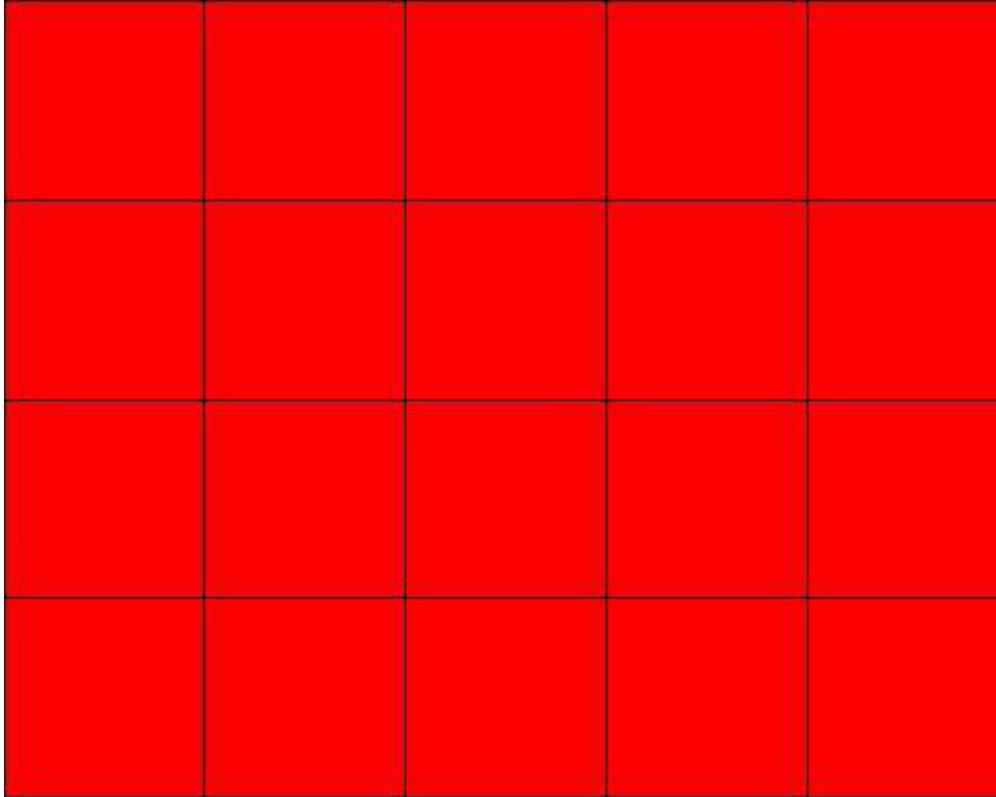
Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.04	Estradosso	0.641	3.674	0.000	-88.83	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-0.641	-3.674	-0.612	1.17	NON Fessurato	0.000



30 % 70 % 100 % 110 %

13.4.2 Fondazione 2

Mapa armature di Estradosso



Colore

Armature



top ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso

RELAZIONE DI CALCOLO

Colore Armature

 bottom $\phi 20/20'$ X + $\phi 20/20'$ Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ϵ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$ (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$ (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ϵ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 213 246

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd}	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 9 (0.30 0.30 [m])

M_{xx} 11.23 [KNm/m] M_{11} -37.53 [KNm/m]

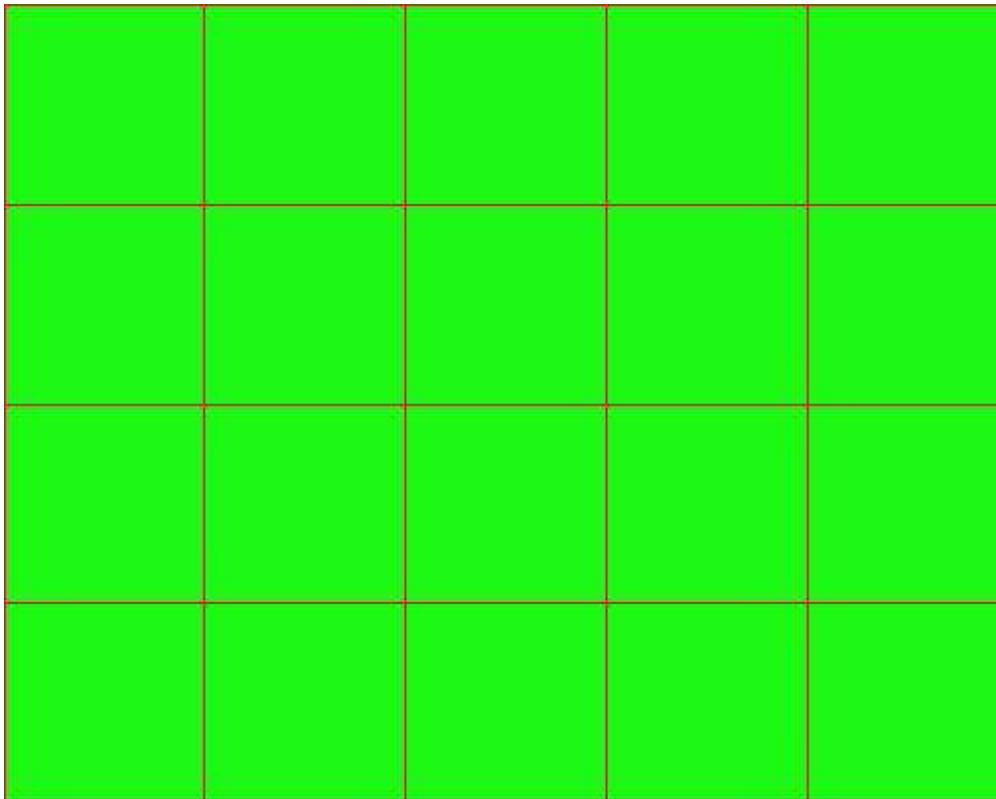
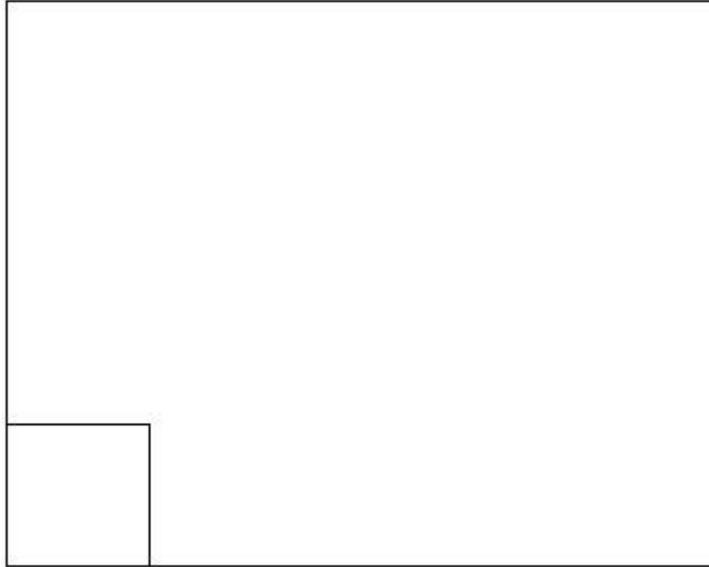
M_y 35.40 [KNm/m] M_{22} -9.10 [KNm/m]

M_{xy} -7.48 [KNm/m] α -15.87 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	θ [°]
0.28	Estradosso	1.534	11.733	17.361	-0.157	-69.53
	Intradosso	0.055	0.329	-0.053	-3.500	18.42

RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 242 176

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

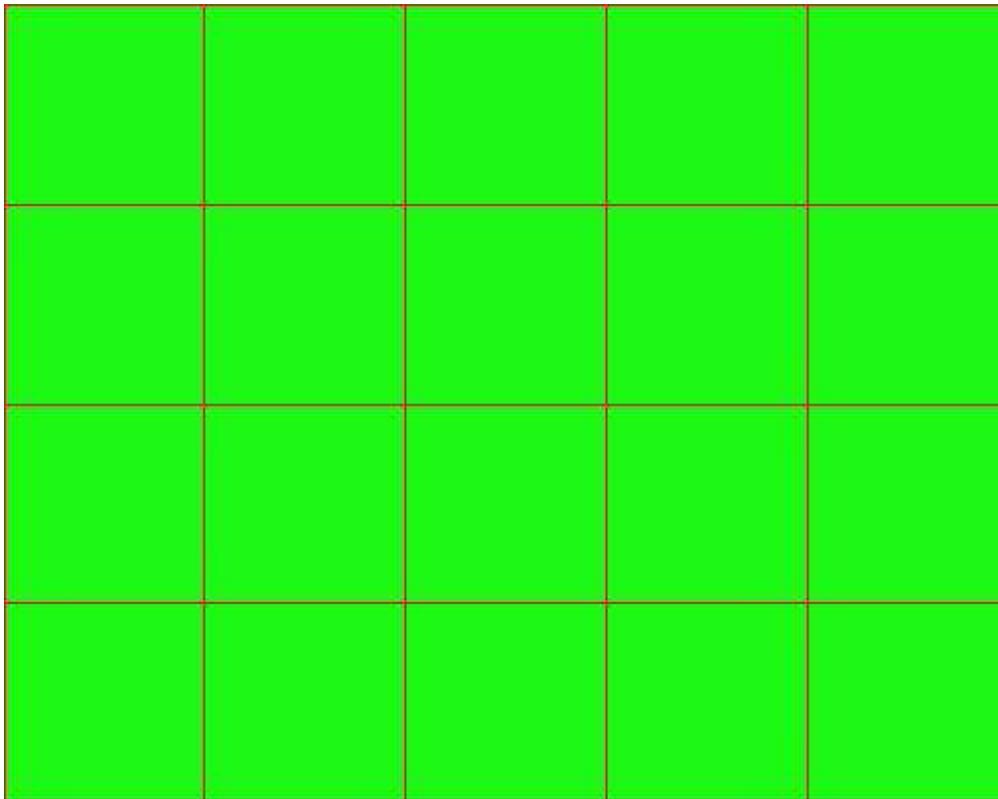
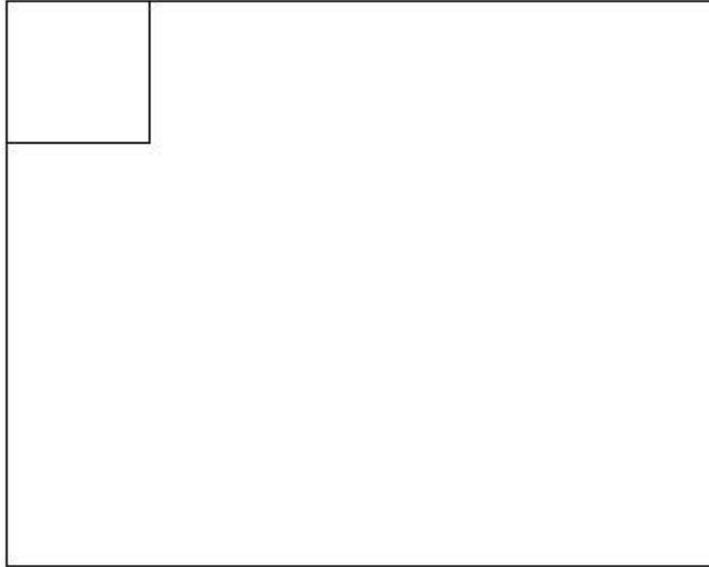
Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 2.10 [m])

M_{xx}	3.80	[KNm/m]	M_{11}	-5.87	[KNm/m]
M_y	5.37	[KNm/m]	M_{22}	-3.31	[KNm/m]
M_{xy}	-1.01	[KNm/m]	α	-26.08	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	1.560	2.202	0.000	-62.24		
	Intradosso	-1.560	-2.202	-0.436	27.76		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 242 176

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

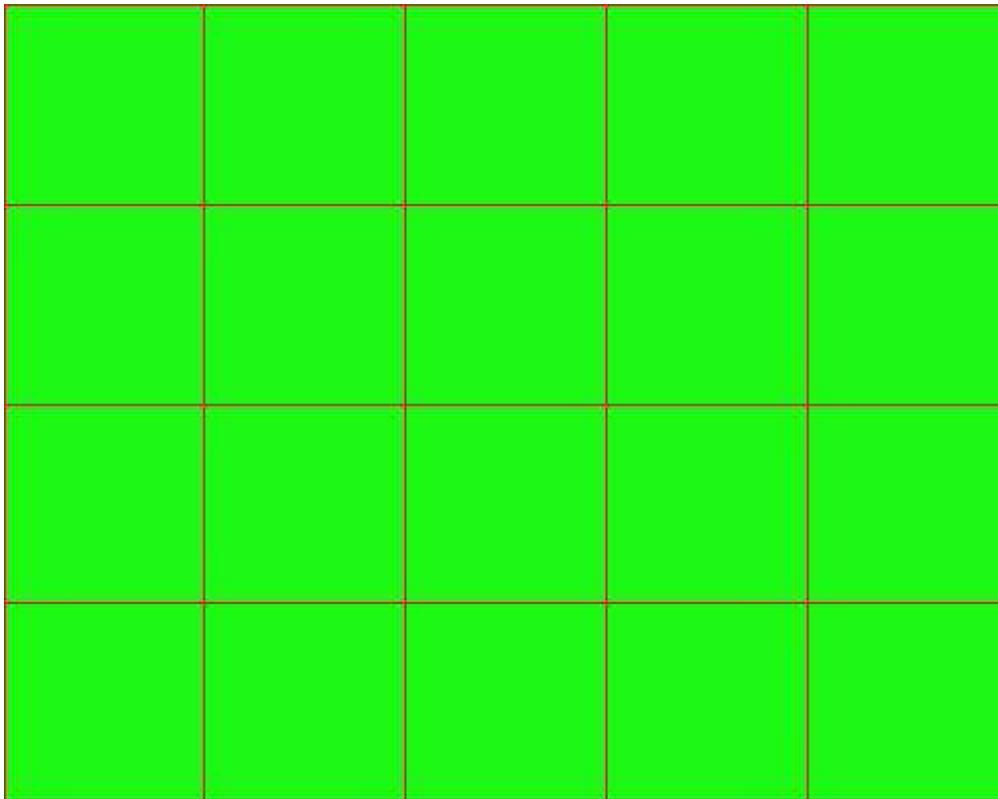
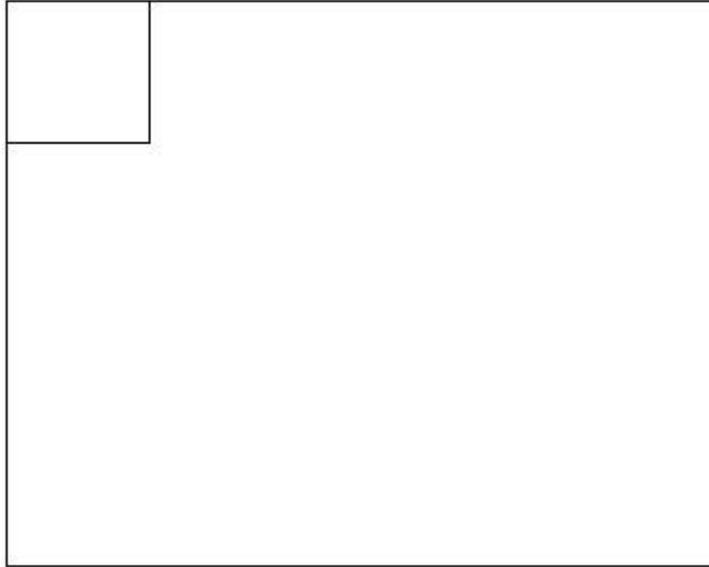
Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 2.10 [m])

M_{xx}	3.80	[KNm/m]	M_{11}	-5.87	[KNm/m]
M_y	5.37	[KNm/m]	M_{22}	-3.31	[KNm/m]
M_{xy}	-1.01	[KNm/m]	α	-26.08	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.01	Estradosso	1.560	2.202	0.000	-62.24		
	Intradosso	-1.560	-2.202	-0.436	27.76		

RELAZIONE DI CALCOLO



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 242 176

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]	w_{Max} mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

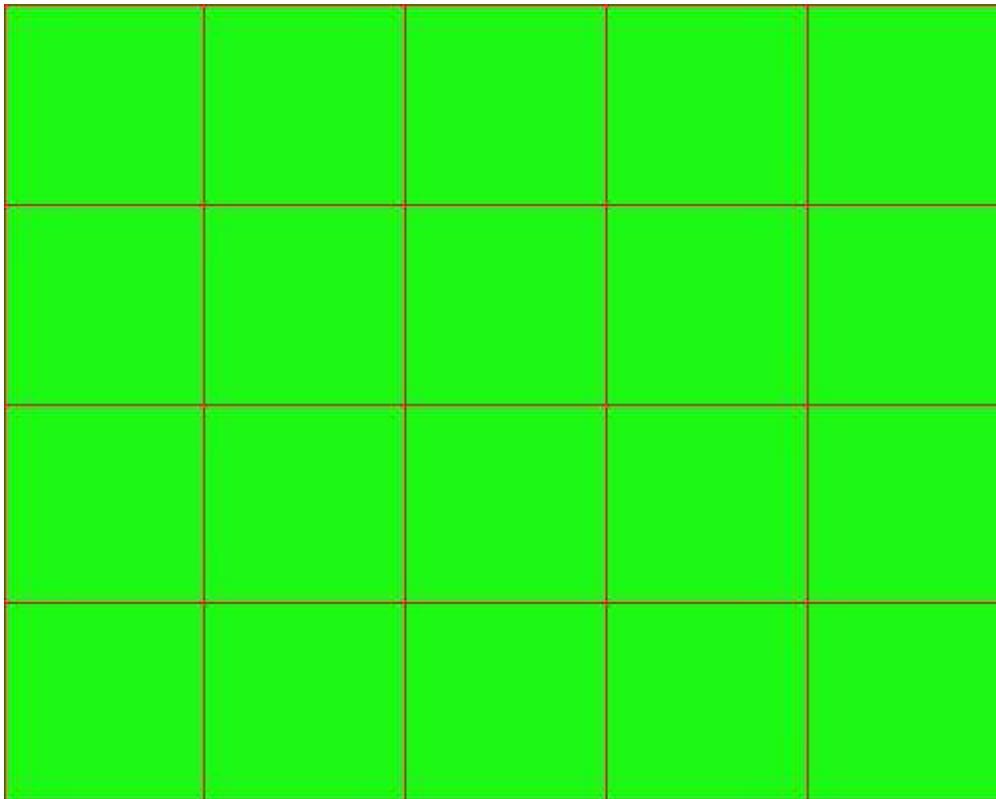
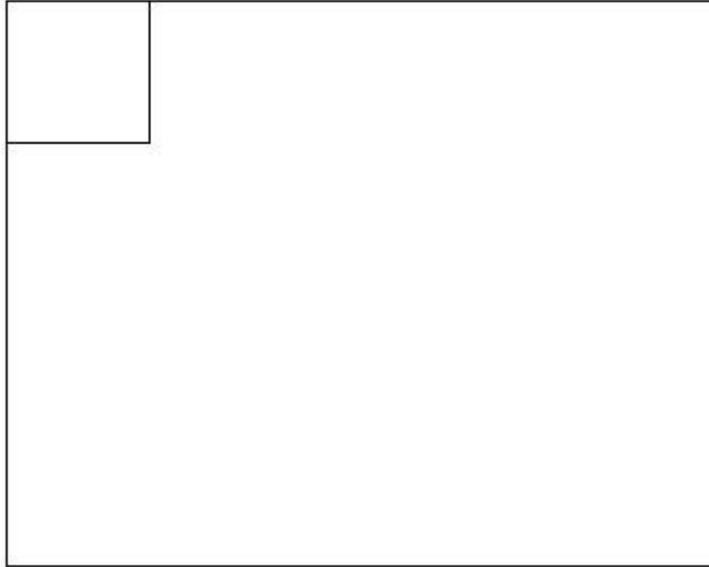
Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 2.10 [m])

M_{xx}	3.80	[KNm/m]	M_{11}	-5.87	[KNm/m]
M_y	5.37	[KNm/m]	M_{22}	-3.31	[KNm/m]
M_{xy}	-1.01	[KNm/m]	α	-26.08	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.03	Estradosso	1.560	2.202	0.000	-62.24	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-1.560	-2.202	-0.436	27.76	NON Fessurato	0.000

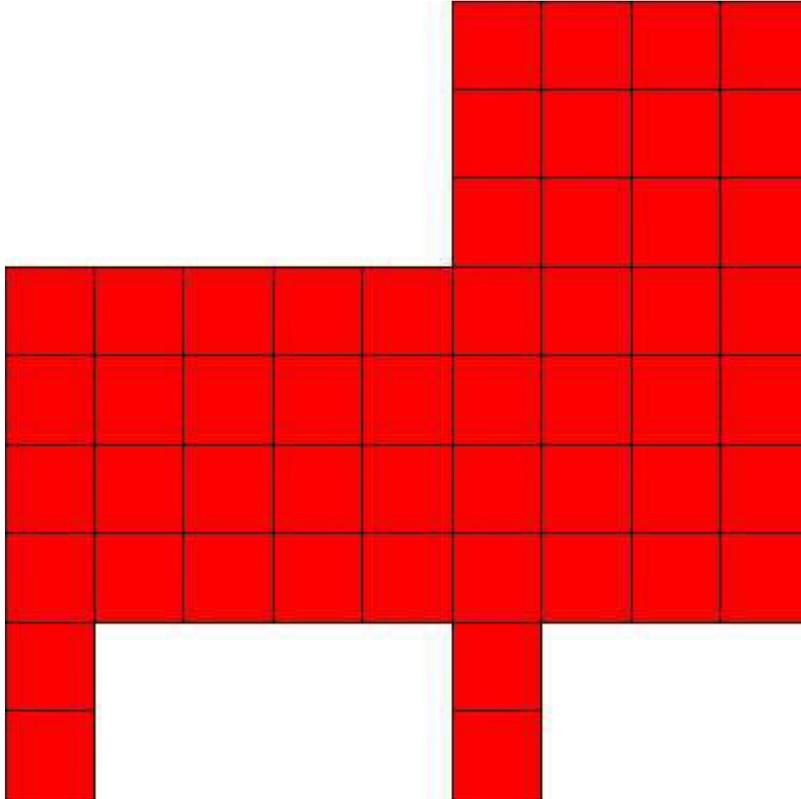
RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

13.4.3 Muro d'ala destra

Mappa armature di Estradosso



Colore

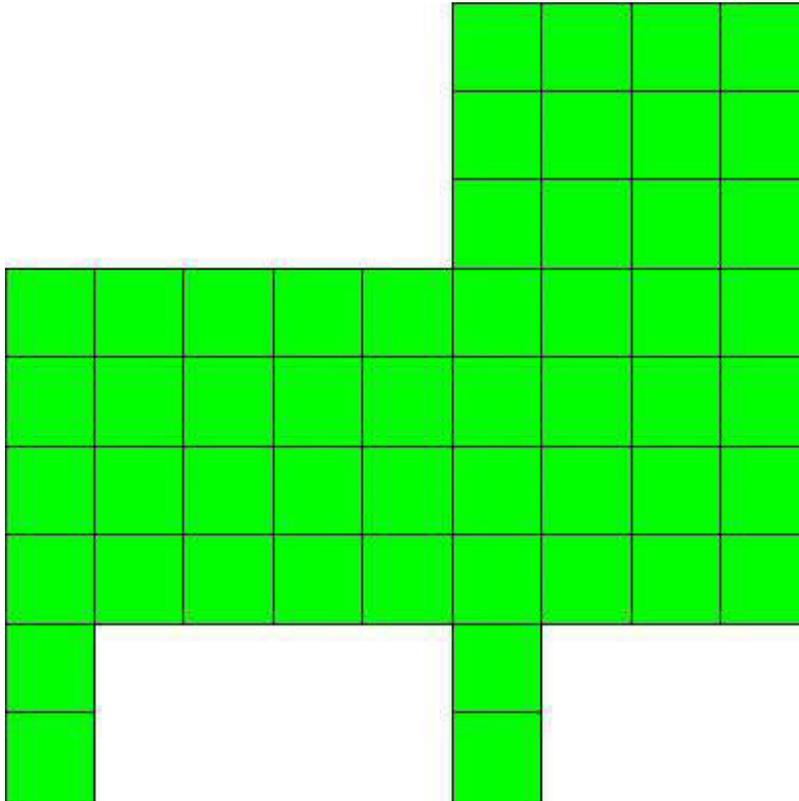
Armature



top ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso

RELAZIONE DI CALCOLO



Colore

Armature

 bottom $\phi 20/20'$ X + $\phi 20/20'$ Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ϵ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$ (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} \cdot (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$ / $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$ (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ϵ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 393 174

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd}	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 4 (3.30 3.90 [m])

M_{xx} 60.32 [KNm/m] M_{11} -66.13 [KNm/m]

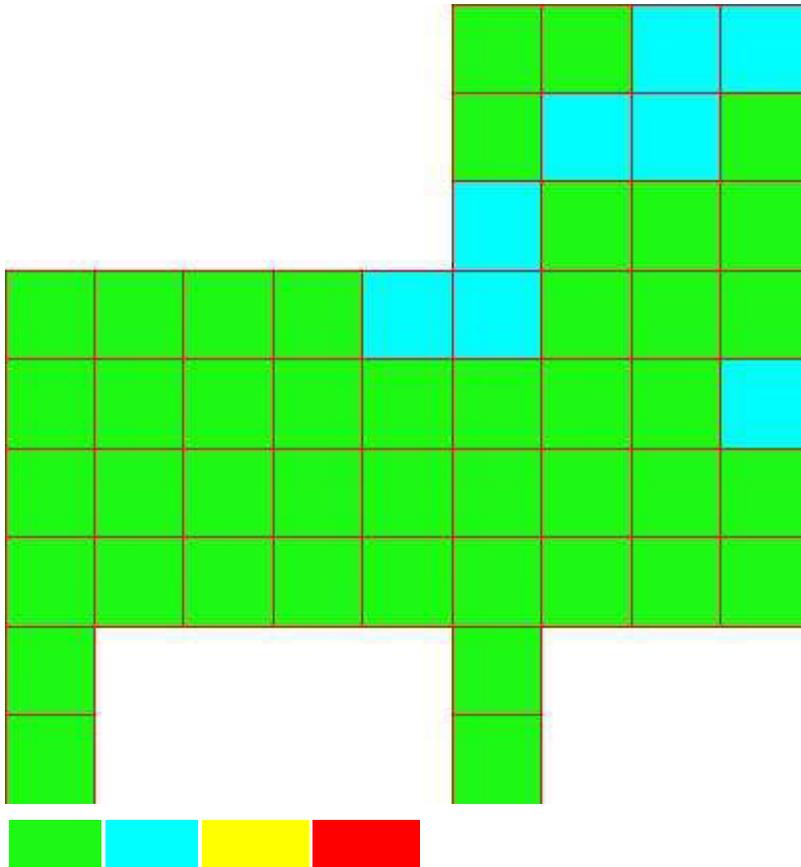
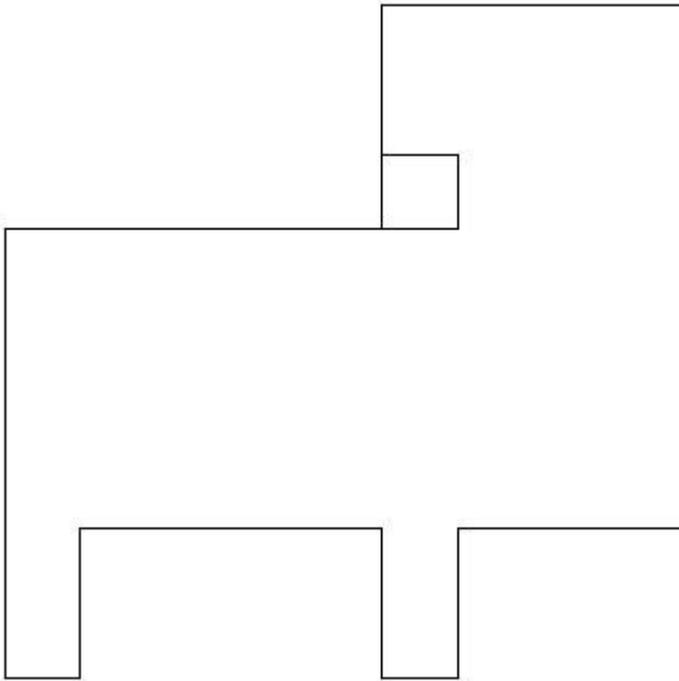
M_y 41.62 [KNm/m] M_{22} -35.82 [KNm/m]

M_{xy} -11.93 [KNm/m] α 25.96 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	θ [°]
0.48	Estradosso	10.920	3.378	18.555	-0.042	-29.19
	Intradosso	0.407	0.096	-0.212	-3.500	62.62

RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 381 394

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (5.10 3.90 [m])

M_{xx}	-2.78	[KNm/m]	M_{11}	1.75	[KNm/m]
M_y	-10.25	[KNm/m]	M_{22}	11.28	[KNm/m]
M_{xy}	2.96	[KNm/m]	α	-19.19	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.04	Estradosso	-1.140	-4.202	-0.762	20.92		
	Intradosso	1.140	4.202	0.000	-69.08		

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 381 394

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

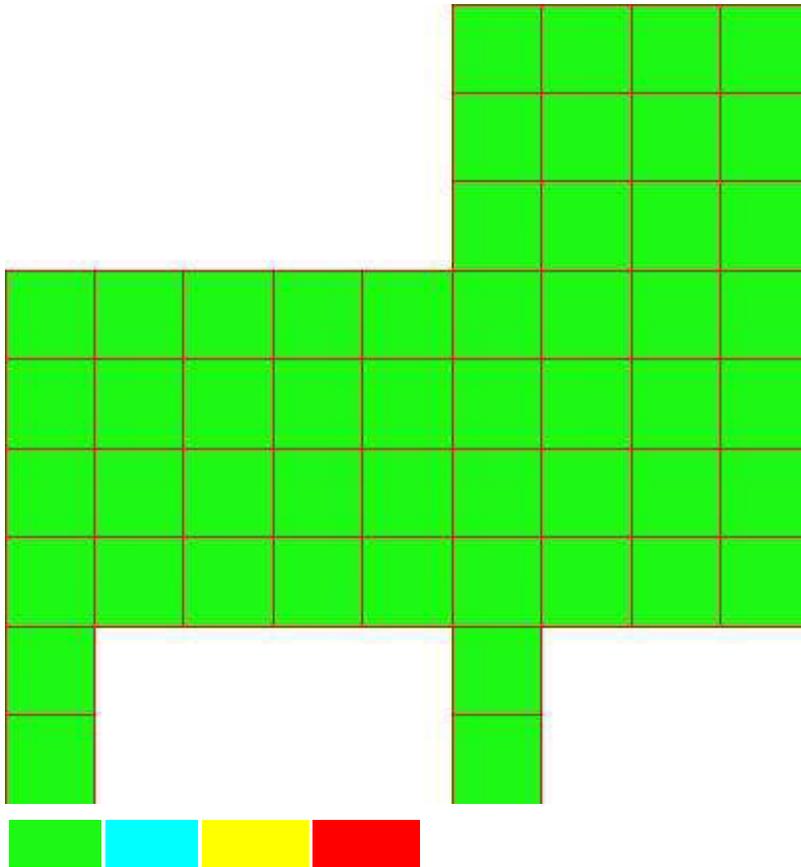
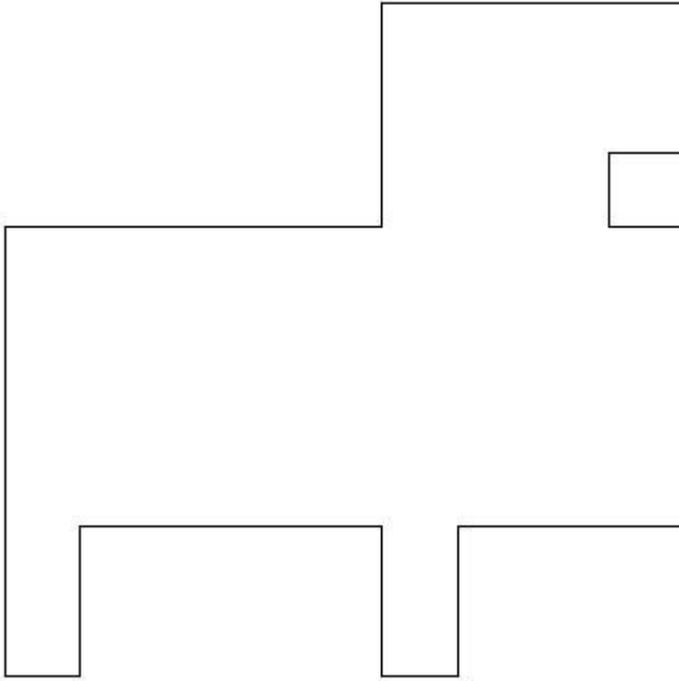
Azioni di verifica combinazione 11 (5.10 3.90 [m])

M_{xx}	-2.78	[KNm/m]	M_{11}	1.75	[KNm/m]
M_y	-10.25	[KNm/m]	M_{22}	11.28	[KNm/m]
M_{xy}	2.96	[KNm/m]	α	-19.19	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	-1.140	-4.202	-0.762	20.92		
	Intradosso	1.140	4.202	0.000	-69.08		

RELAZIONE DI CALCOLO



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 381 394

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]	w_{Max} mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (5.10 3.90 [m])

M_{xx} -2.78 [KNm/m] M_{11} 1.75 [KNm/m]

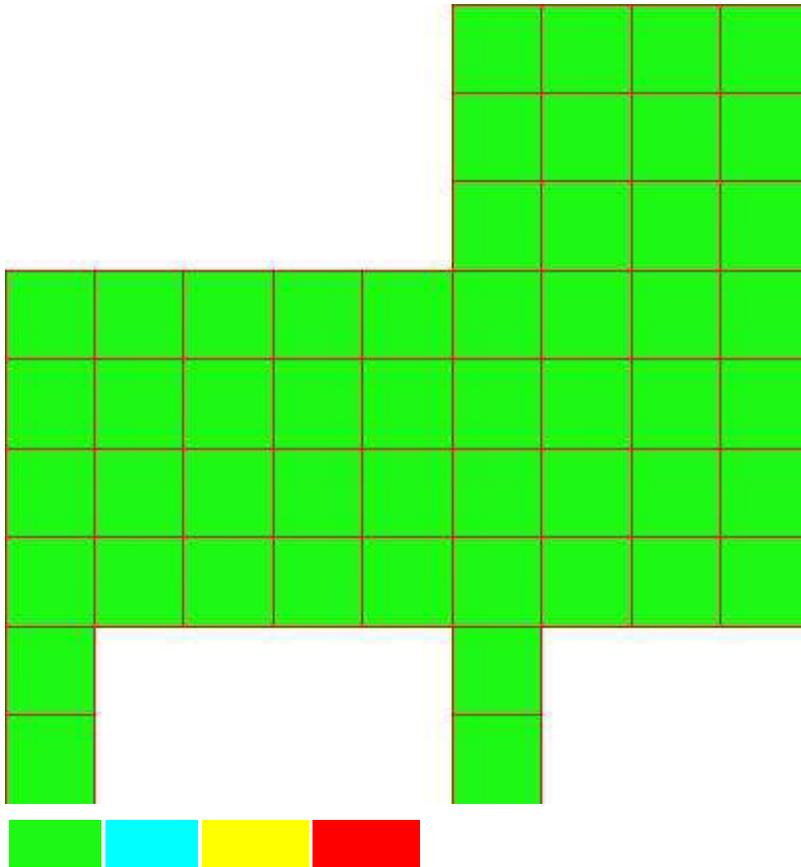
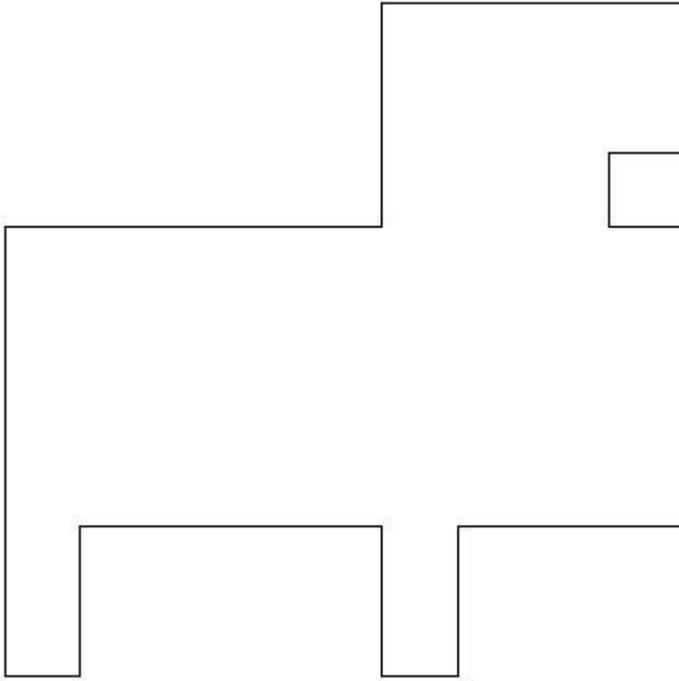
M_y -10.25 [KNm/m] M_{22} 11.28 [KNm/m]

M_{xy} 2.96 [KNm/m] α -19.19 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.05	Estradosso	-1.140	-4.202	-0.762	20.92	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	1.140	4.202	0.000	-69.08	NON Fessurato	0.000

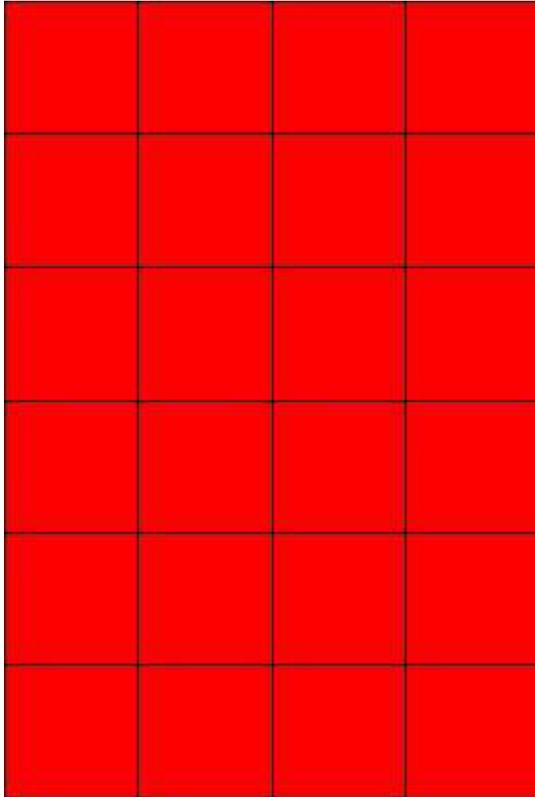
RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

13.4.4 Muro d'ala monte 1

Mappa armature di Estradosso

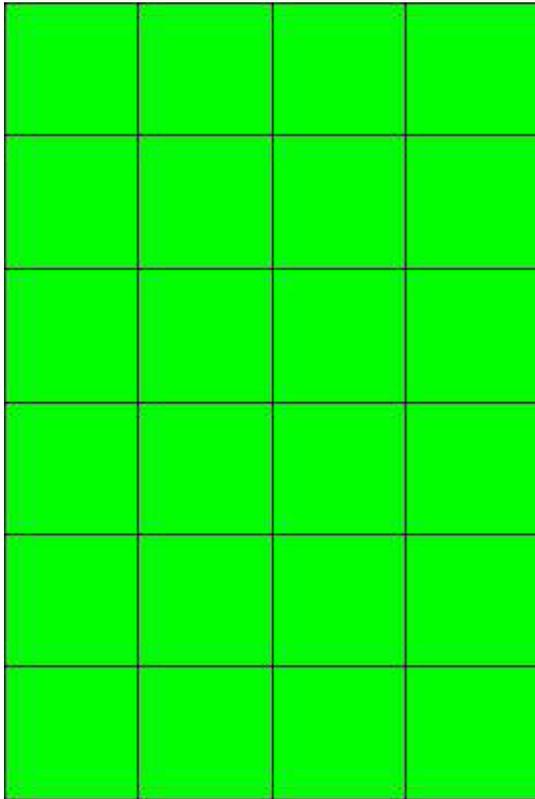


Colore

Armature

 top ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso



Colore

Armature

 bottom $\phi 20/20'$ X + $\phi 20/20'$ Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ϵ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$ (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biassial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$ (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ϵ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 184 273

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd}	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 4 (2.10 2.10 [m])

M_{xx} -15.48 [KNm/m] M_{11} -17.59 [KNm/m]

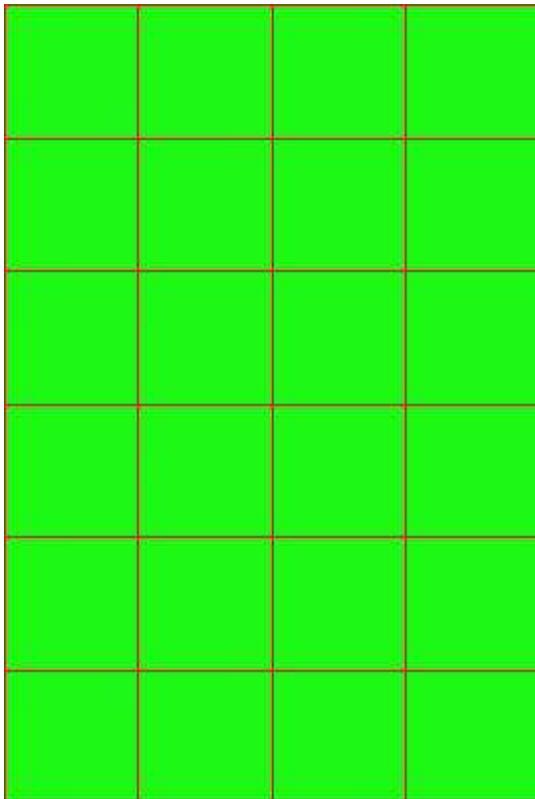
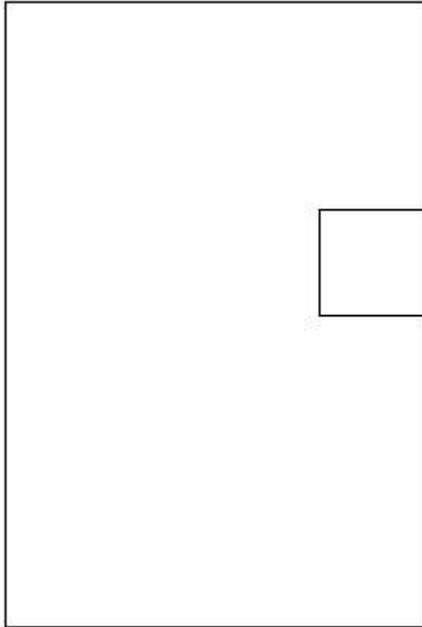
M_y -2.77 [KNm/m] M_{22} -0.66 [KNm/m]

M_{xy} -5.59 [KNm/m] α 20.67 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	θ [°]
0.14	Estradosso	0.114	0.056	0.064	-3.500	-67.97
	Intradosso	10.299	1.670	15.889	-0.314	23.02

RELAZIONE DI CALCOLO



MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 272 222

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 2.10 [m])

M_{xx} -4.26 [KNm/m] M_{11} -4.29 [KNm/m]

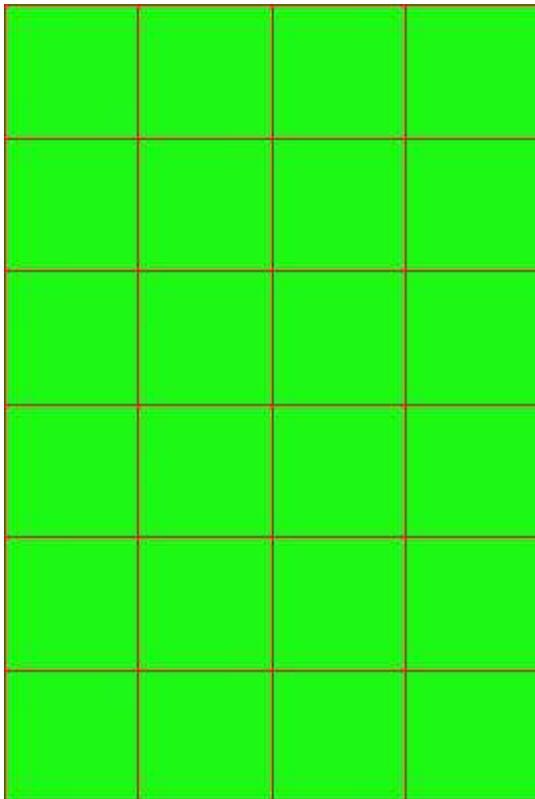
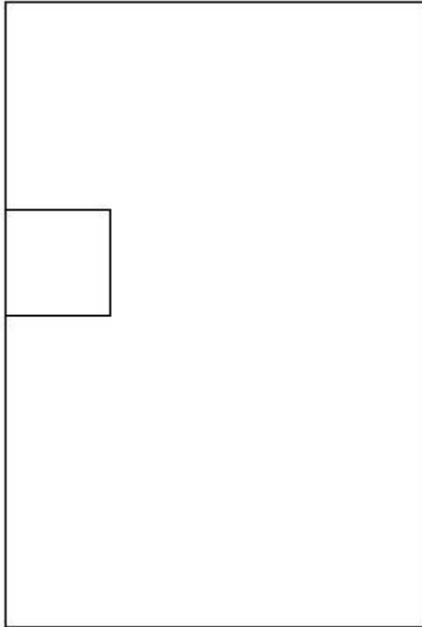
M_y -0.95 [KNm/m] M_{22} -0.91 [KNm/m]

M_{xy} 0.35 [KNm/m] α -6.04 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	-1.745	-0.389	-0.300	83.19		
	Intradosso	1.745	0.389	0.000	-6.81		

RELAZIONE DI CALCOLO



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 272 222

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 2.10 [m])

M_{xx} -4.26 [KNm/m] M_{11} -4.29 [KNm/m]

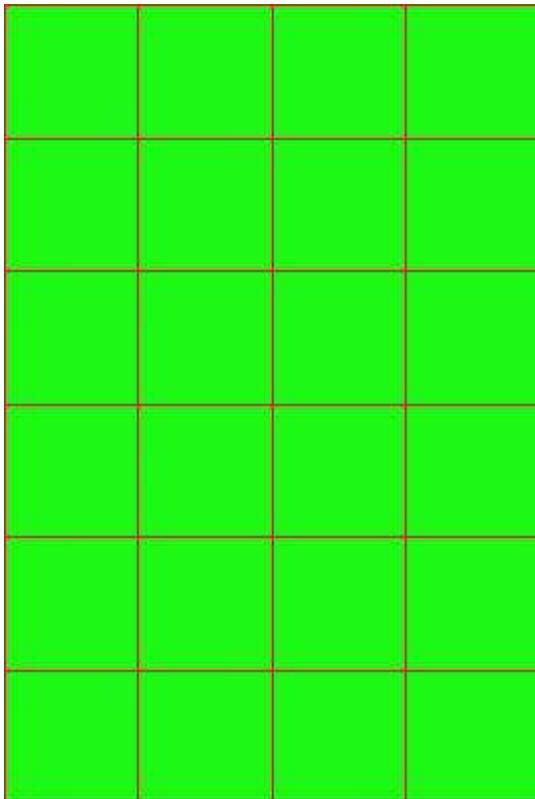
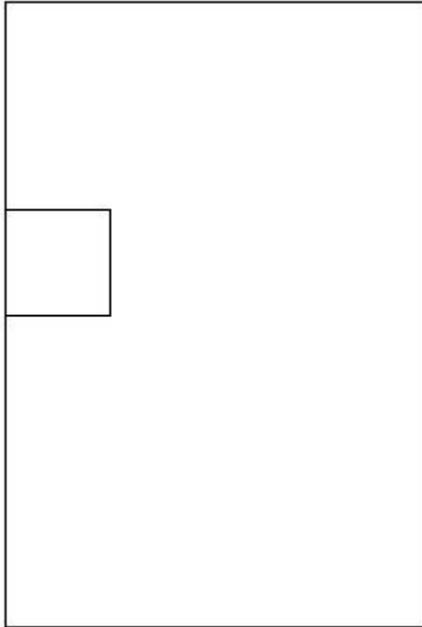
M_y -0.95 [KNm/m] M_{22} -0.91 [KNm/m]

M_{xy} 0.35 [KNm/m] α -6.04 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.01	Estradosso	-1.745	-0.389	-0.300	83.19		
	Intradosso	1.745	0.389	0.000	-6.81		

RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 272 222

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]	w_{Max} mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 2.10 [m])

M_{xx} -4.26 [KNm/m] M_{11} -4.29 [KNm/m]

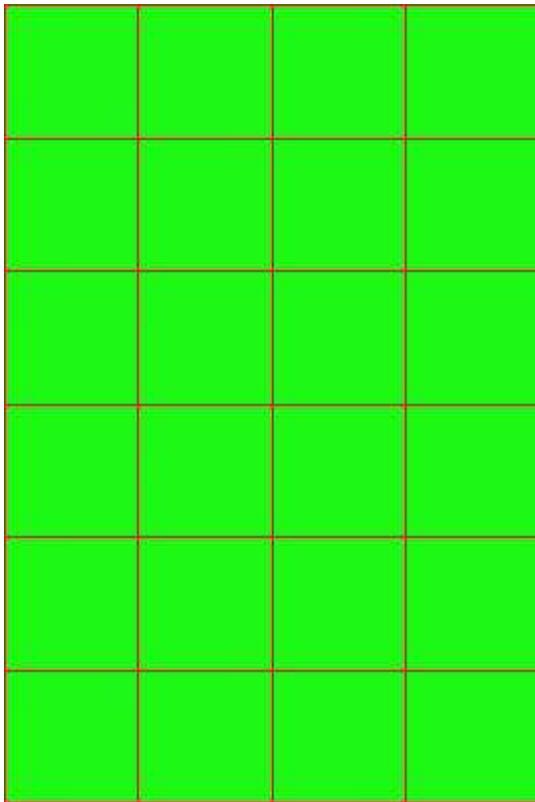
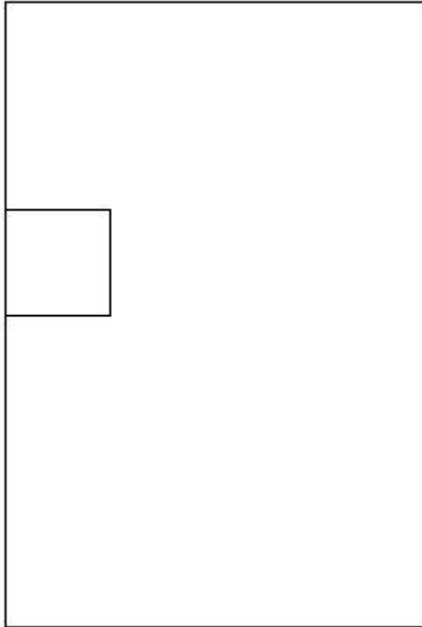
M_y -0.95 [KNm/m] M_{22} -0.91 [KNm/m]

M_{xy} 0.35 [KNm/m] α -6.04 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	-1.745	-0.389	-0.300	83.19	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	1.745	0.389	0.000	-6.81	NON Fessurato	0.000

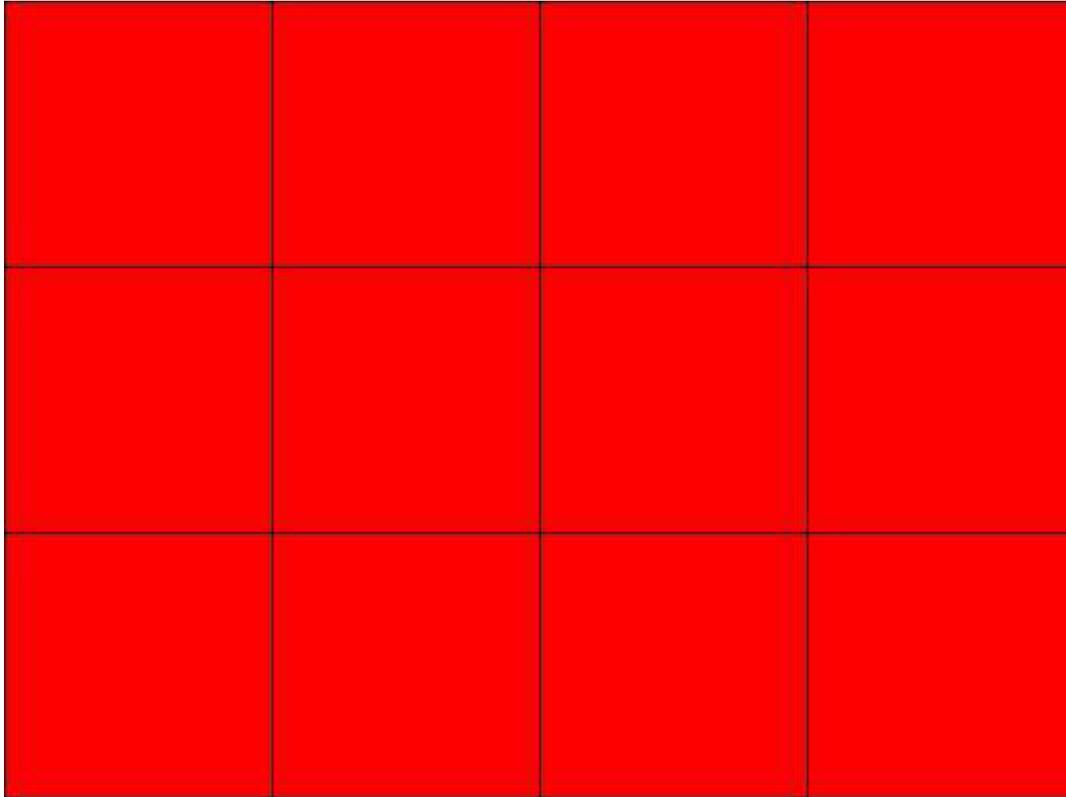
RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

13.4.5 Muro d'ala monte 2

Mapa armature di Estradosso



Colore

Armature



top ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso

RELAZIONE DI CALCOLO

Colore

Armature

bottom ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ϵ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$ (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$ (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ϵ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 174 259

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd}	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 5 (2.10 0.90 [m])

M_{xx} 18.44 [KNm/m] M_{11} 0.06 [KNm/m]

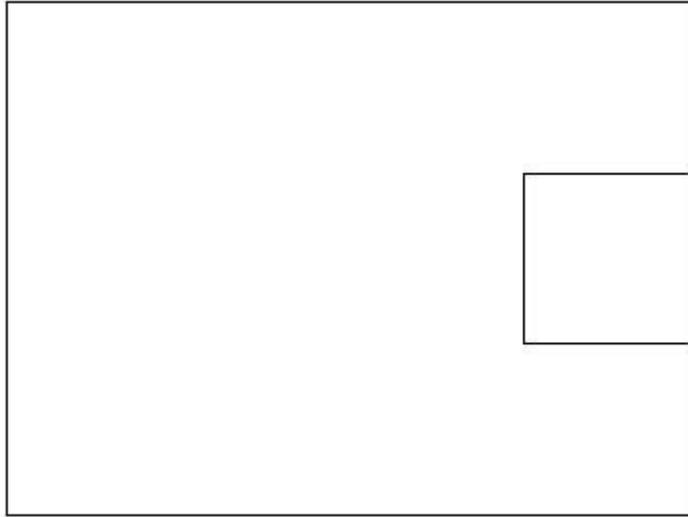
M_y 0.29 [KNm/m] M_{22} 18.67 [KNm/m]

M_{xy} -2.04 [KNm/m] α -6.34 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	θ [°]
0.14	Estradosso	11.579	0.651	16.020	-0.113	-13.99
	Intradosso	0.130	0.069	0.023	-3.500	78.84

RELAZIONE DI CALCOLO





RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 175 258

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

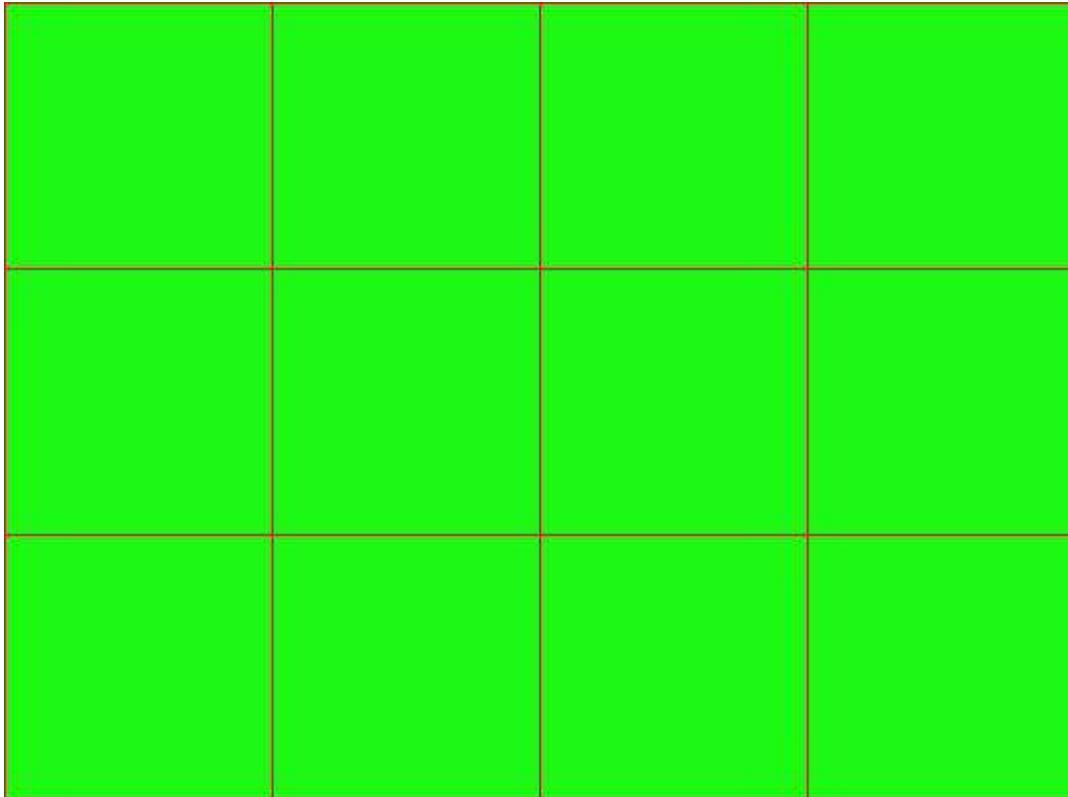
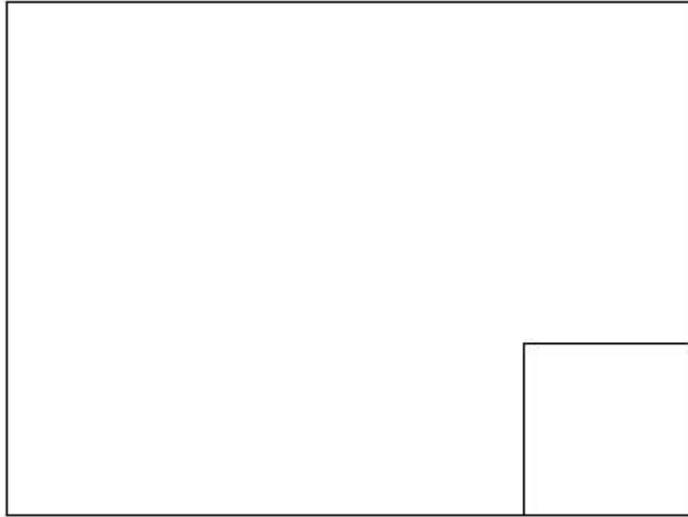
Azioni di verifica combinazione 10 (2.10 0.30 [m])

M_{xx}	3.17	[KNm/m]	M_{11}	4.10	[KNm/m]
M_y	3.91	[KNm/m]	M_{22}	2.98	[KNm/m]
M_{xy}	0.42	[KNm/m]	α	-24.03	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	1.298	1.605	0.000	64.23		
	Intradosso	-1.298	-1.605	-0.298	-25.77		

RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 175 258

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

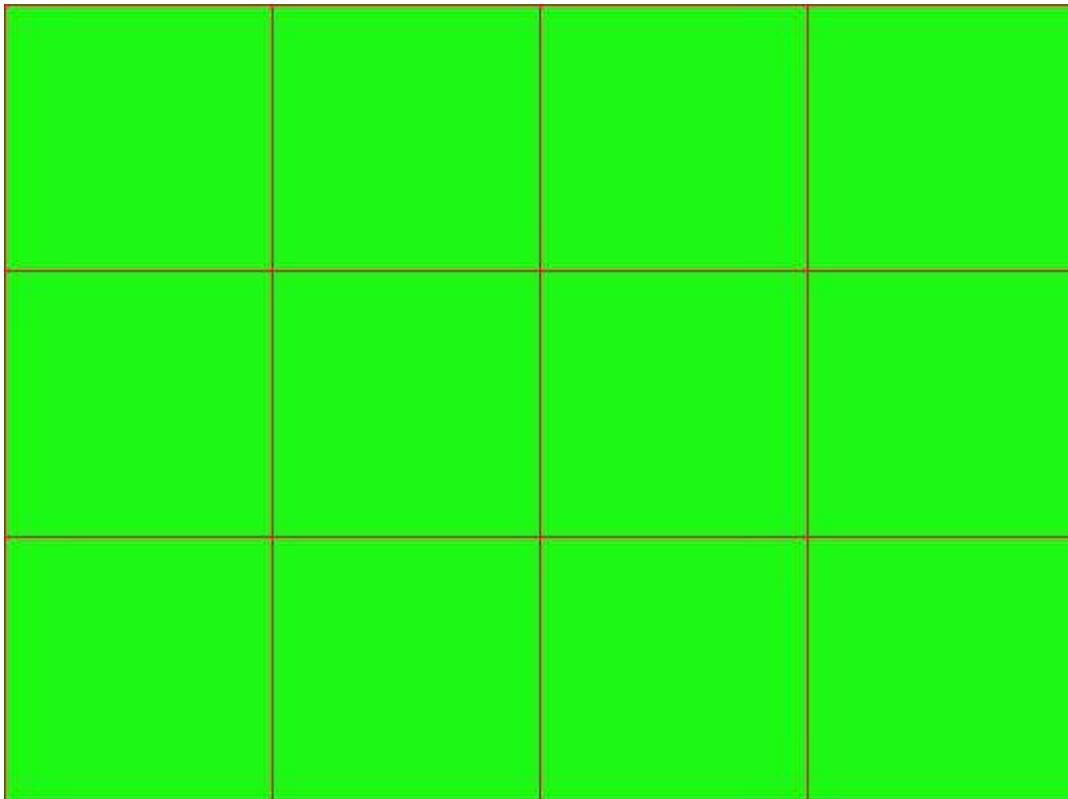
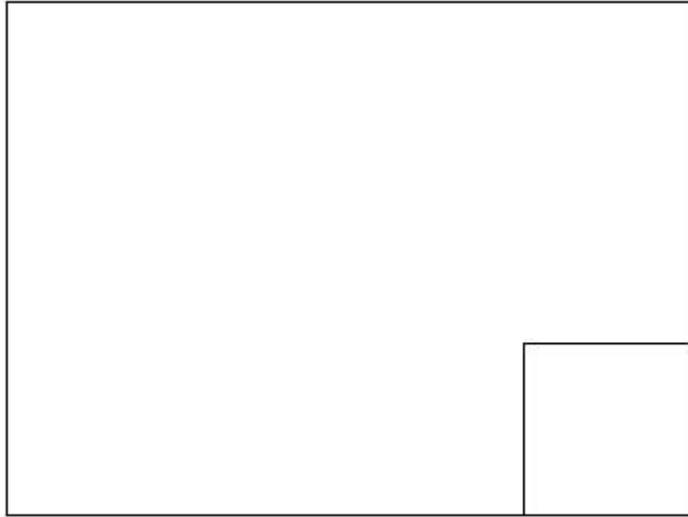
Azioni di verifica combinazione 11 (2.10 0.30 [m])

M_{xx}	3.17	[KNm/m]	M_{11}	4.10	[KNm/m]
M_y	3.91	[KNm/m]	M_{22}	2.98	[KNm/m]
M_{xy}	0.42	[KNm/m]	α	-24.03	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.01	Estradosso	1.298	1.605	0.000	64.23		
	Intradosso	-1.298	-1.605	-0.298	-25.77		

RELAZIONE DI CALCOLO



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 175 258

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]	w_{Max} mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

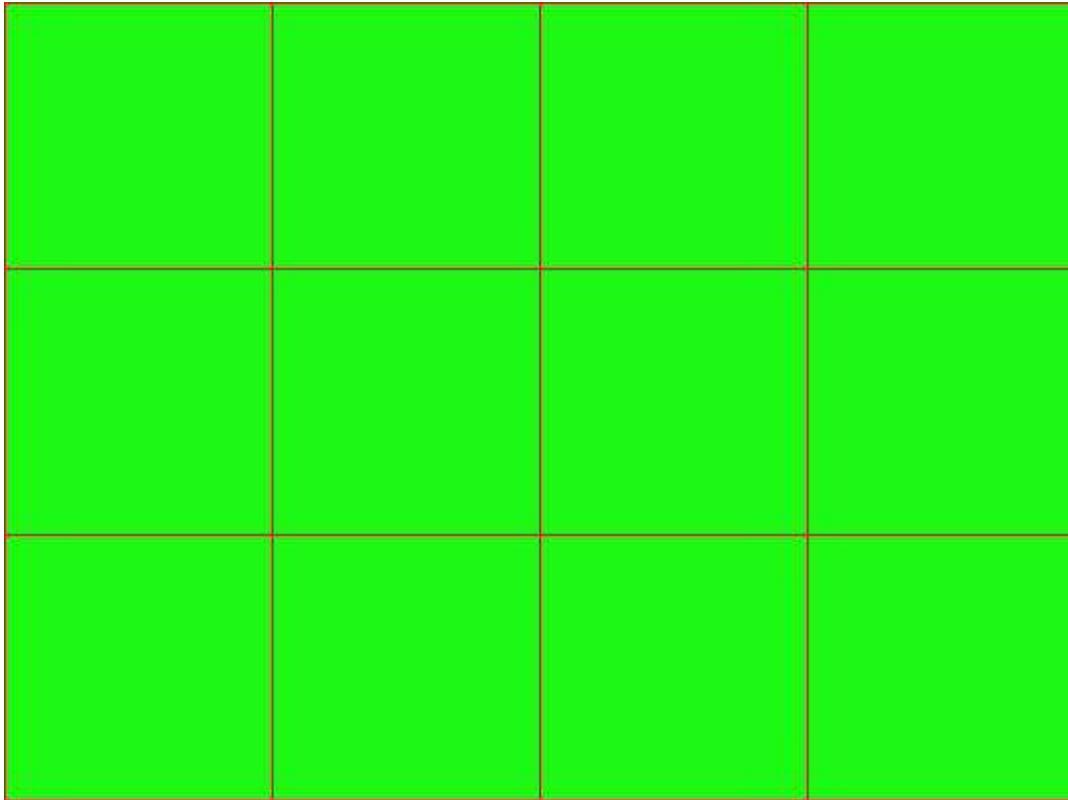
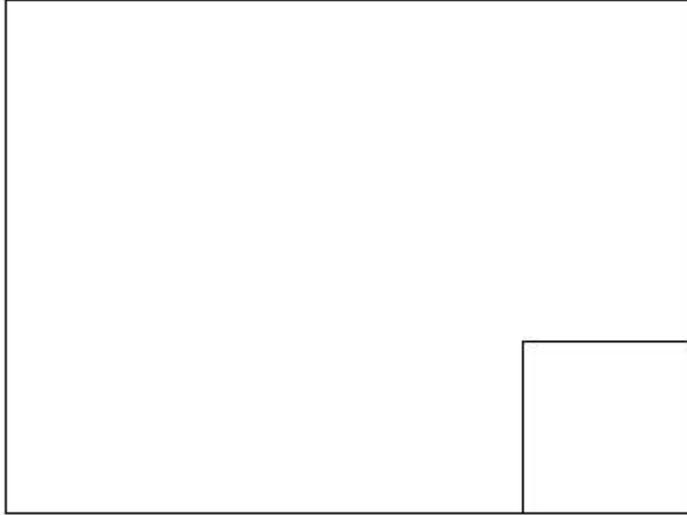
Azioni di verifica combinazione 12 (2.10 0.30 [m])

M_{xx}	3.17	[KNm/m]	M_{11}	4.10	[KNm/m]
M_y	3.91	[KNm/m]	M_{22}	2.98	[KNm/m]
M_{xy}	0.42	[KNm/m]	α	-24.03	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	1.298	1.605	0.000	64.23	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-1.298	-1.605	-0.298	-25.77	NON Fessurato	0.000

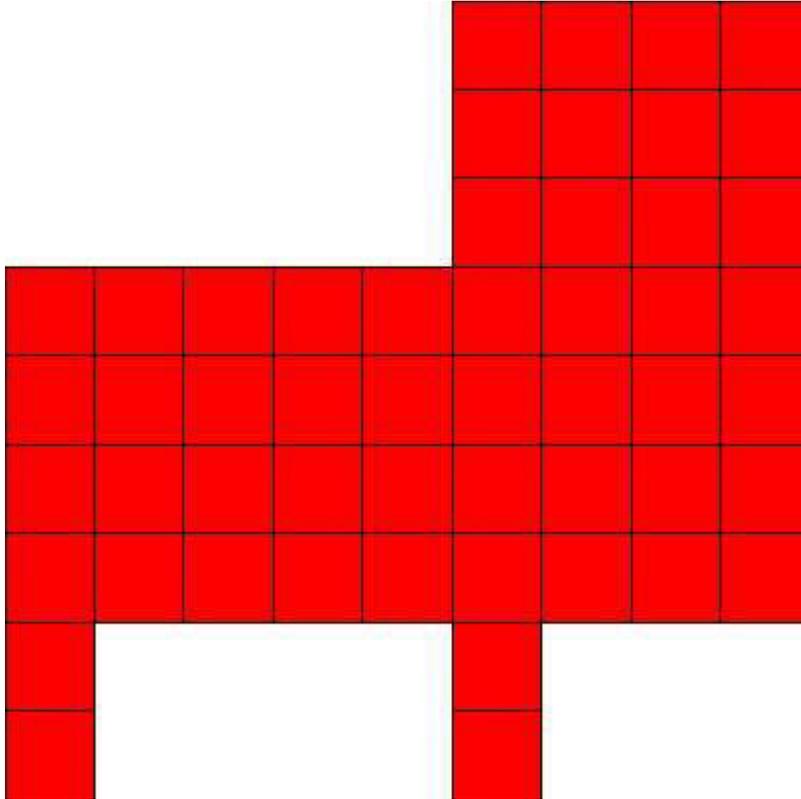
RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

13.4.6 Muro d'ala sinistra

Mapa armature di Estradosso



Colore

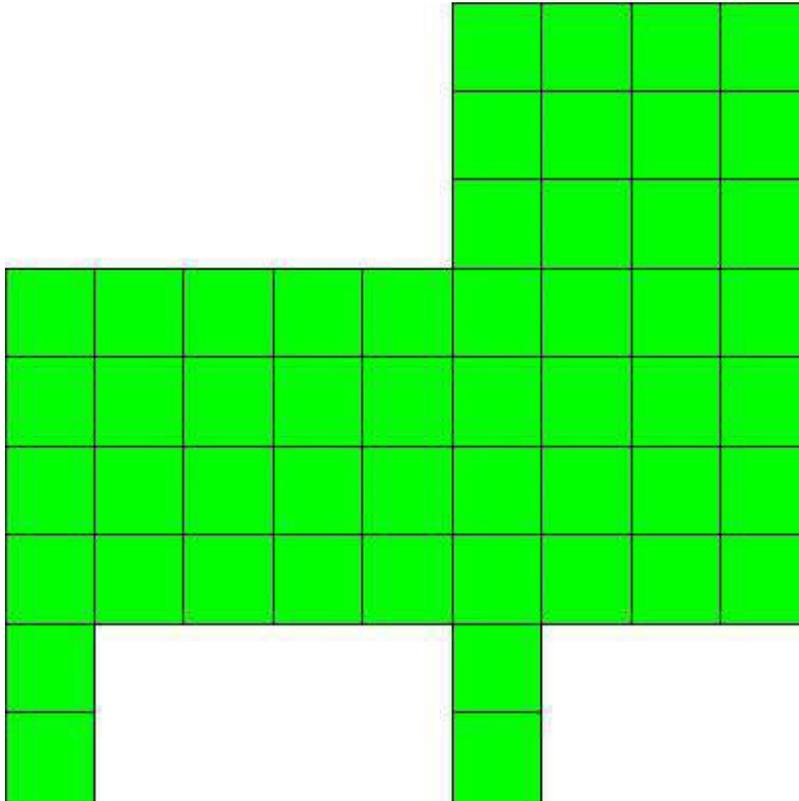
Armature



top ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso

RELAZIONE DI CALCOLO



Colore

Armature

 bottom $\phi 20/20'$ X + $\phi 20/20'$ Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ϵ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$ (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} \cdot (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$ (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ϵ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 431 213

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd}	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 8 (3.30 3.90 [m])

M_{xx} -60.32 [KNm/m] M_{11} 35.82 [KNm/m]

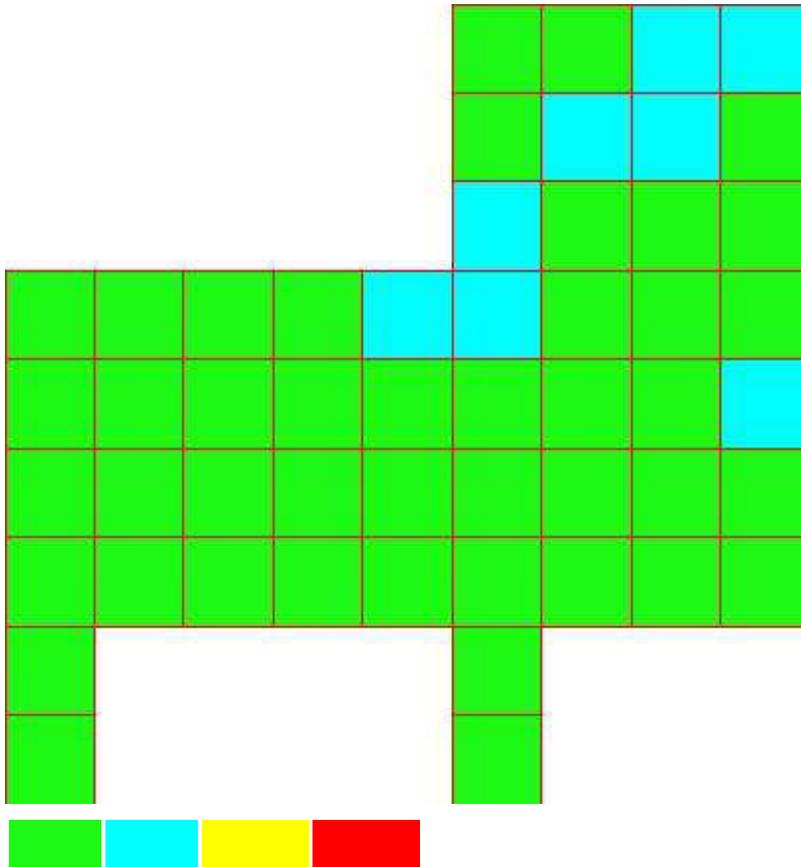
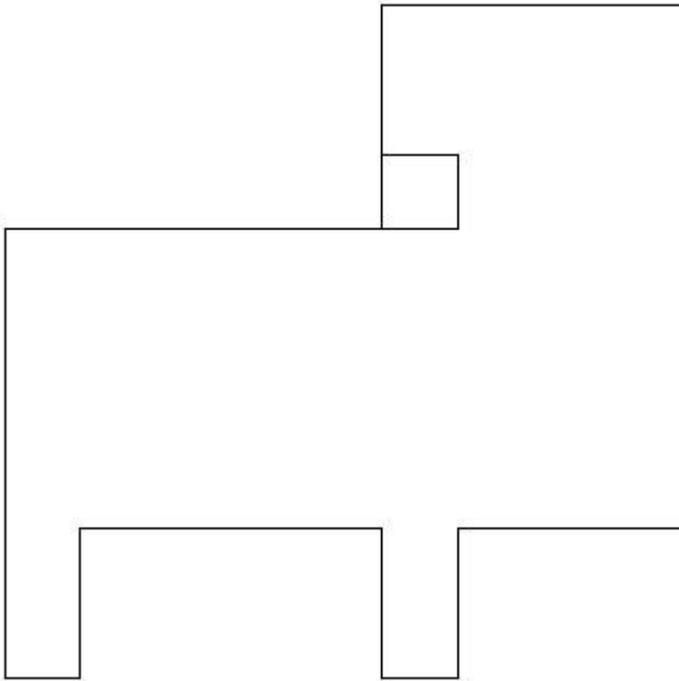
M_y -41.62 [KNm/m] M_{22} 66.13 [KNm/m]

M_{xy} 11.93 [KNm/m] α 25.96 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	θ [°]
0.48	Estradosso	0.407	0.096	-0.212	-3.500	62.62
	Intradosso	10.920	3.378	18.555	-0.042	-29.19

RELAZIONE DI CALCOLO



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 413 420

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

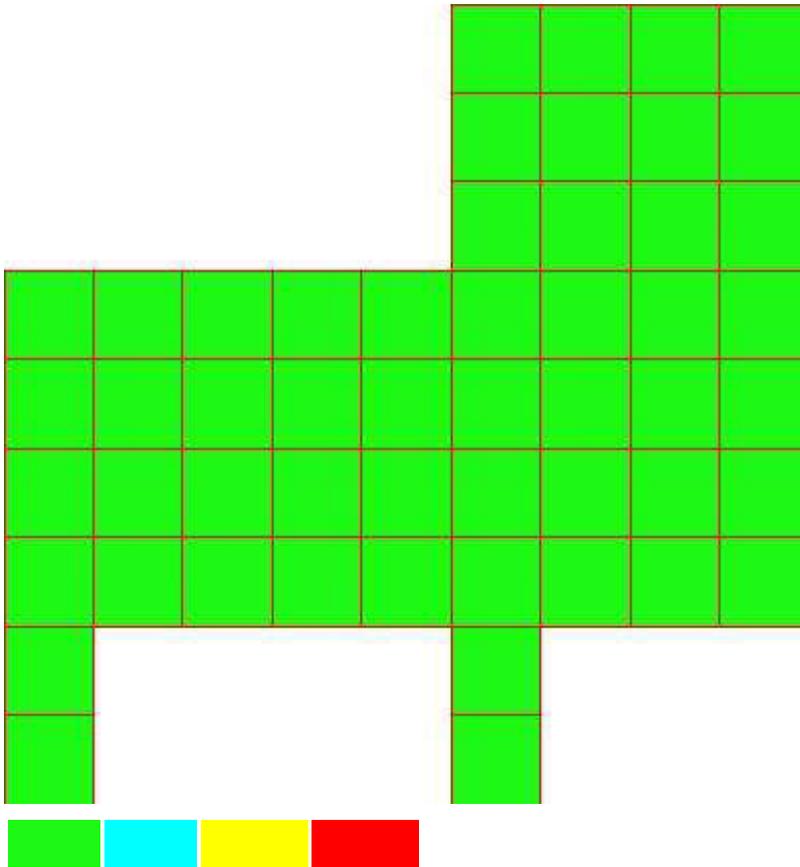
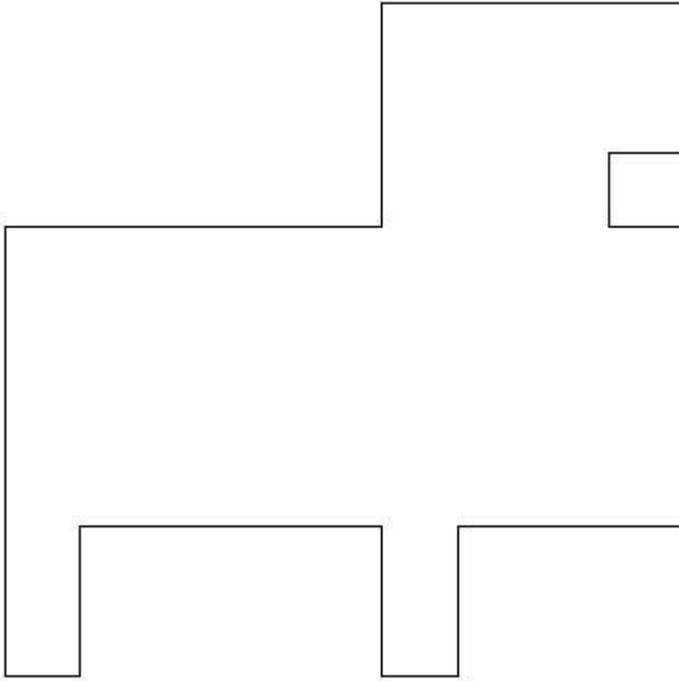
Azioni di verifica combinazione 10 (5.10 3.90 [m])

M_{xx}	2.78	[KNm/m]	M_{11}	-11.28	[KNm/m]
M_y	10.25	[KNm/m]	M_{22}	-1.75	[KNm/m]
M_{xy}	-2.96	[KNm/m]	α	-19.19	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.04	Estradosso	1.140	4.202	0.000	-69.08		
	Intradosso	-1.140	-4.202	-0.762	20.92		

RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 413 420

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (5.10 3.90 [m])

M_{xx} 2.78 [KNm/m] M_{11} -11.28 [KNm/m]

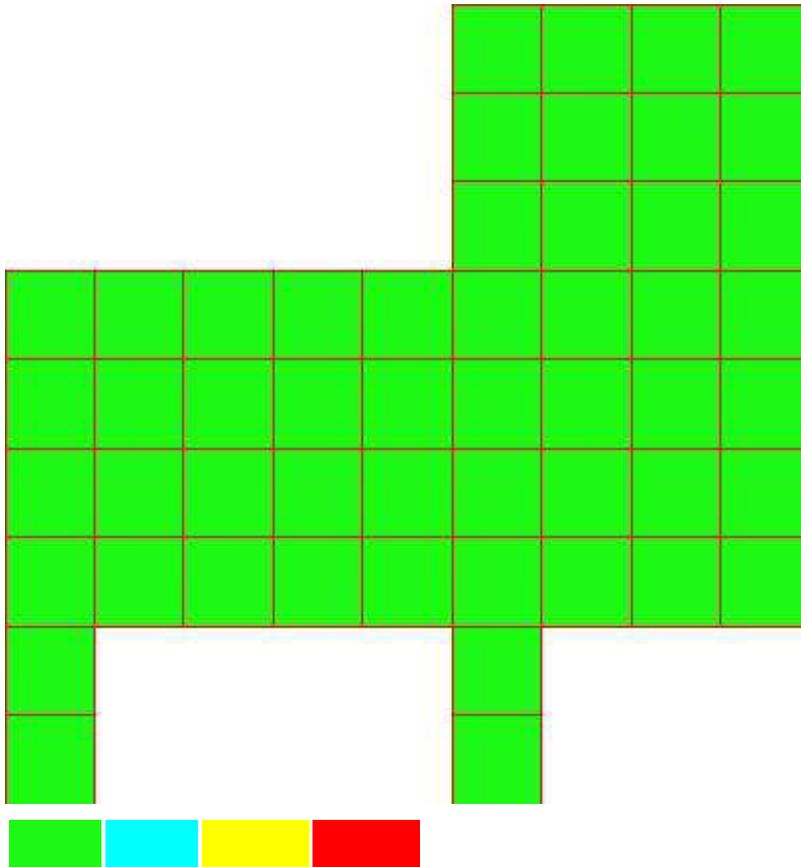
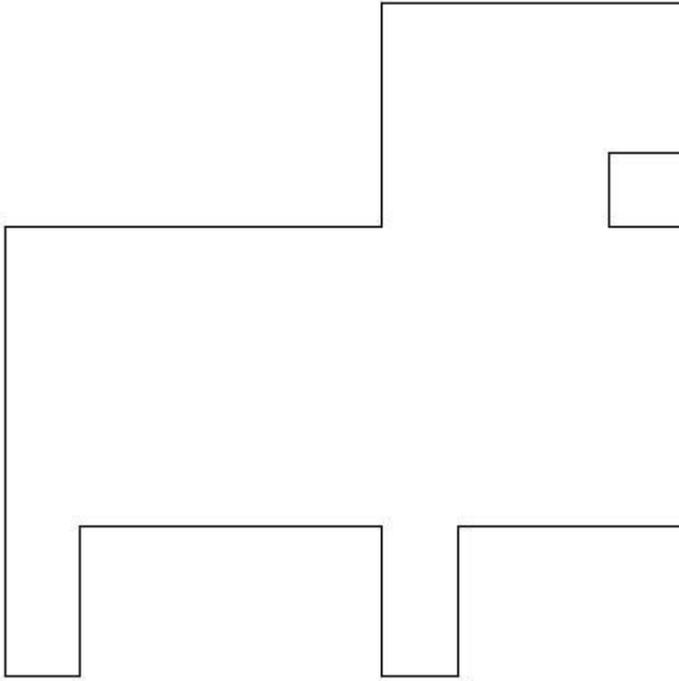
M_y 10.25 [KNm/m] M_{22} -1.75 [KNm/m]

M_{xy} -2.96 [KNm/m] α -19.19 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	1.140	4.202	0.000	-69.08		
	Intradosso	-1.140	-4.202	-0.762	20.92		

RELAZIONE DI CALCOLO



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 413 420

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]	w_{Max} mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

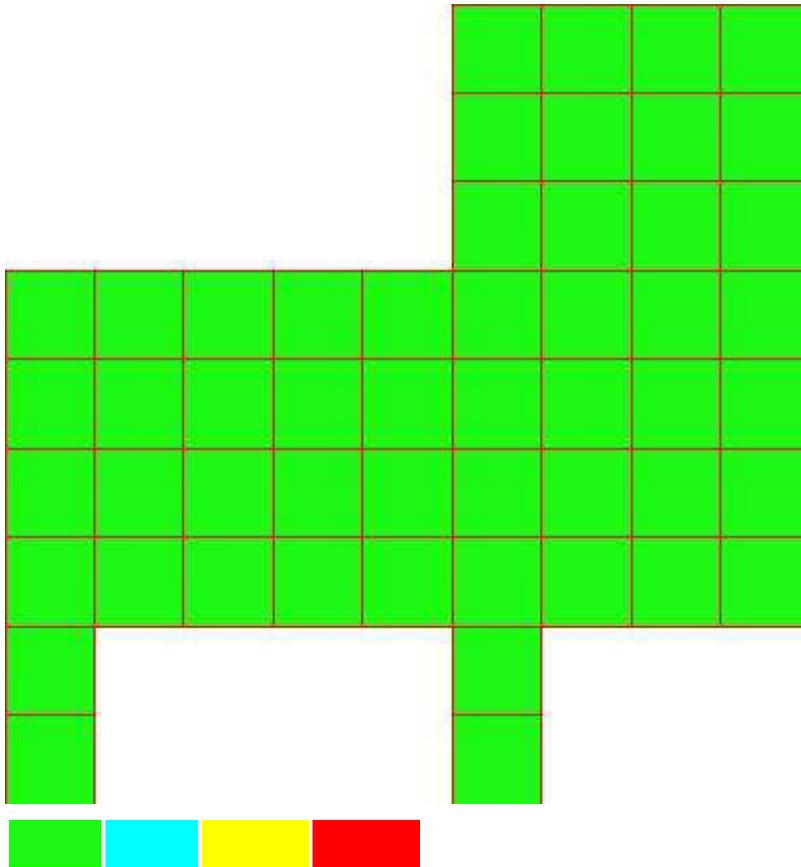
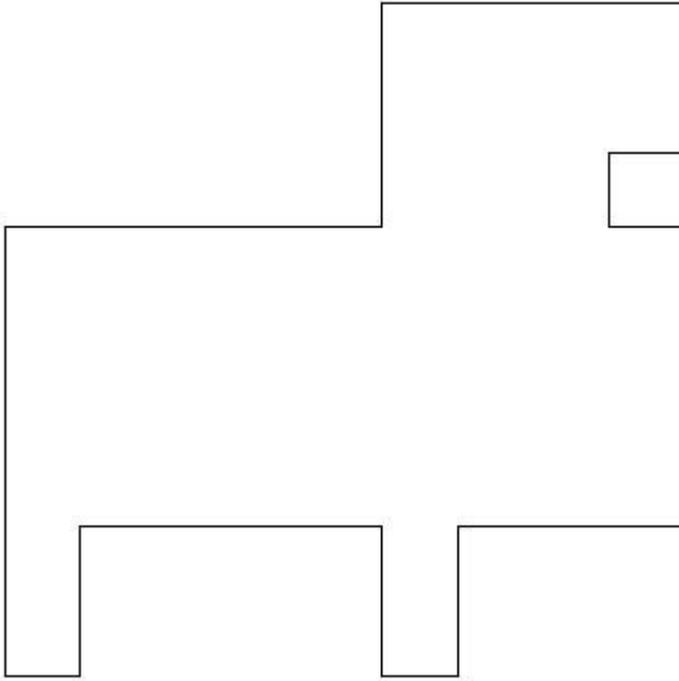
Azioni di verifica combinazione 12 (5.10 3.90 [m])

M_{xx}	2.78	[KNm/m]	M_{11}	-11.28	[KNm/m]
M_y	10.25	[KNm/m]	M_{22}	-1.75	[KNm/m]
M_{xy}	-2.96	[KNm/m]	α	-19.19	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.05	Estradosso	1.140	4.202	0.000	-69.08	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-1.140	-4.202	-0.762	20.92	NON Fessurato	0.000

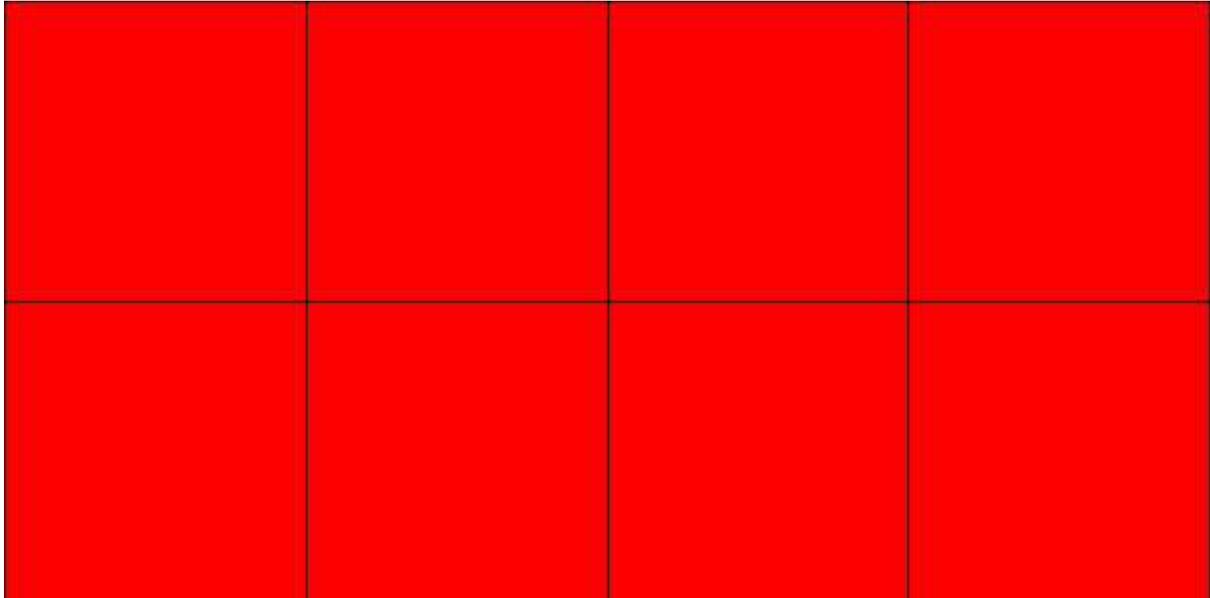
RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

13.4.7 Muro d'ala valle 1

Mapa armature di Estradosso



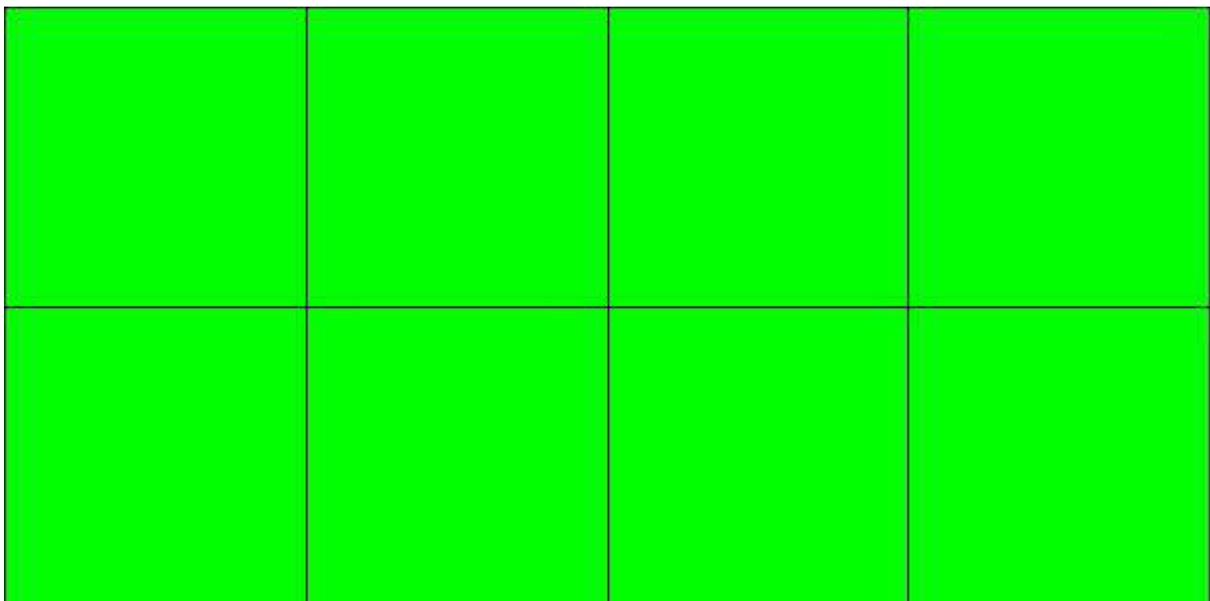
Colore

Armature



top ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso



Colore

Armature

bottom $\phi 20/20'$ X + $\phi 20/20'$ Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ϵ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c_d,soft} = f_{c_d} 0.9/\sqrt{1+400 \epsilon t}$ (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c_d,biaxial} = f_{c_d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$ (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ϵ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 205 308

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 8 (0.30 0.30 [m])

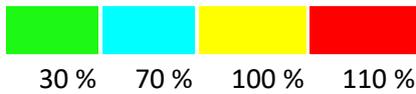
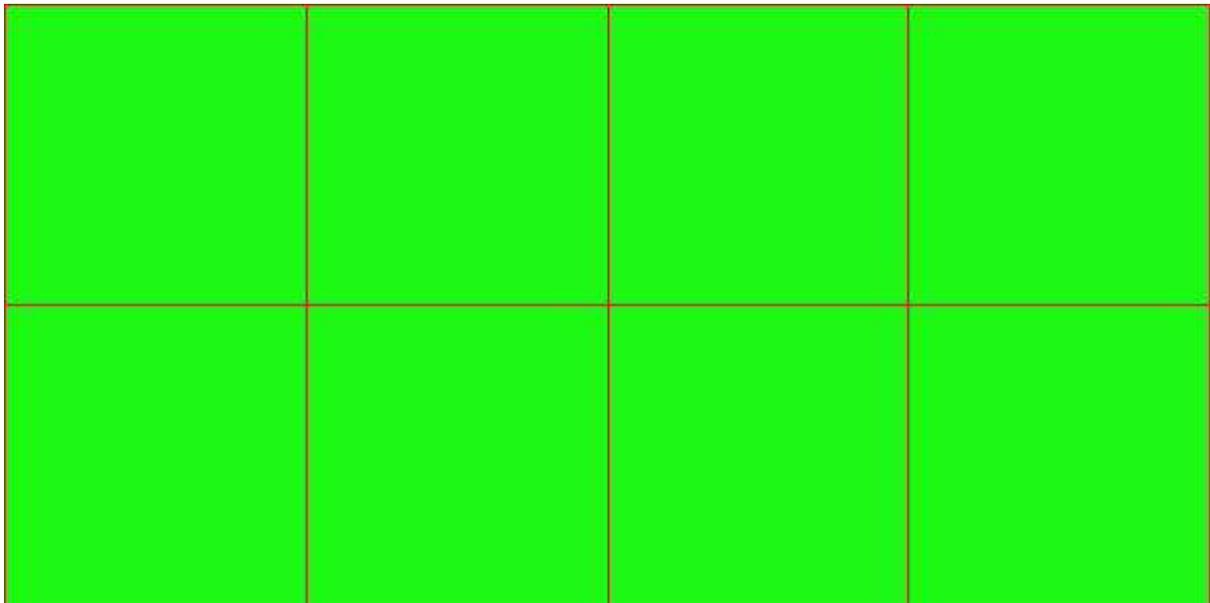
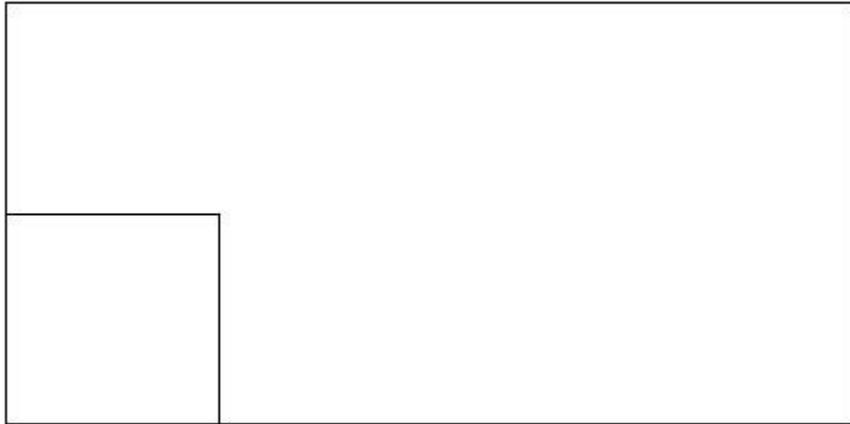
M_{xx}	-11.84	[KNm/m]	M_{11}	-11.84	[KNm/m]
M_y	-1.99	[KNm/m]	M_{22}	-1.99	[KNm/m]
M_{xy}	0.15	[KNm/m]	α	-0.88	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	θ [°]

RELAZIONE DI CALCOLO

0.09	Estradosso	0.325	-0.035	-0.070	-3.500	86.72
	Intradosso	12.806	0.117	16.723	0.060	-4.51



Verifiche SLE Rare *Flessione* elemento nodi 296 166

RELAZIONE DI CALCOLO

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

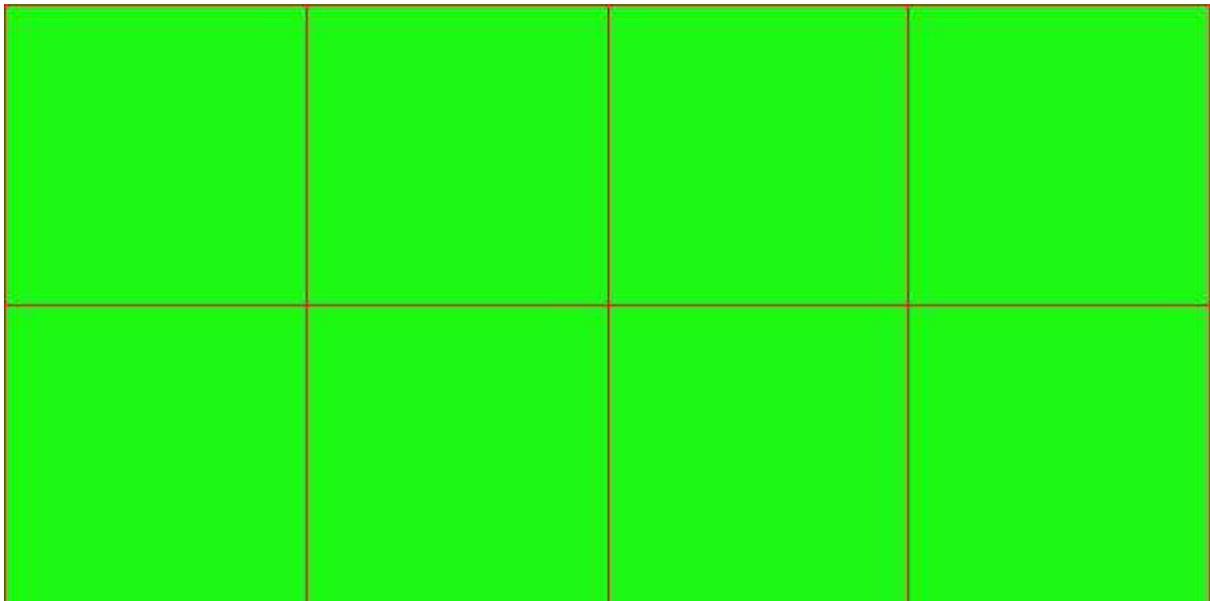
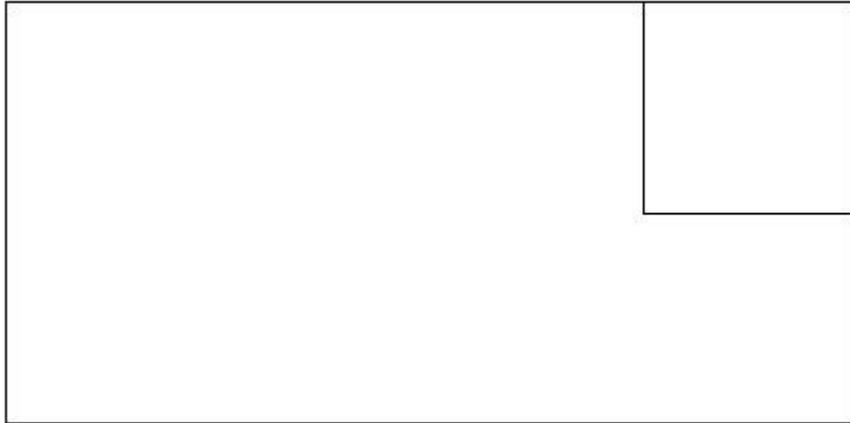
Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (2.10 0.90 [m])

M_{xx}	-3.34	[KNm/m]	M_{11}	3.39	[KNm/m]
M_y	-0.78	[KNm/m]	M_{22}	0.73	[KNm/m]
M_{xy}	0.36	[KNm/m]	α	7.80	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.01	Estradosso	-1.371	-0.320	-0.238	81.24		
	Intradosso	1.371	0.320	0.000	-8.76		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 296 166

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

RELAZIONE DI CALCOLO

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

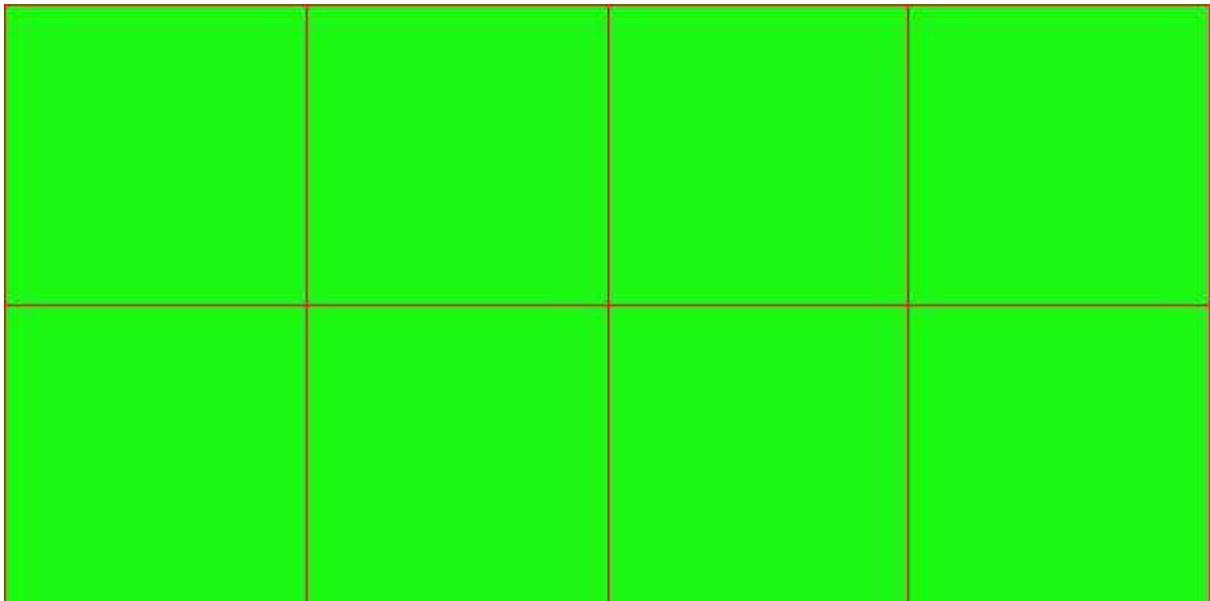
Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (2.10 0.90 [m])

M_{xx}	-3.34	[KNm/m]	M_{11}	3.39	[KNm/m]
M_y	-0.78	[KNm/m]	M_{22}	0.73	[KNm/m]
M_{xy}	0.36	[KNm/m]	α	7.80	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.01	Estradosso	-1.371	-0.320	-0.238	81.24		
	Intradosso	1.371	0.320	0.000	-8.76		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 296 166

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

RELAZIONE DI CALCOLO

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]	w_{Max} mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

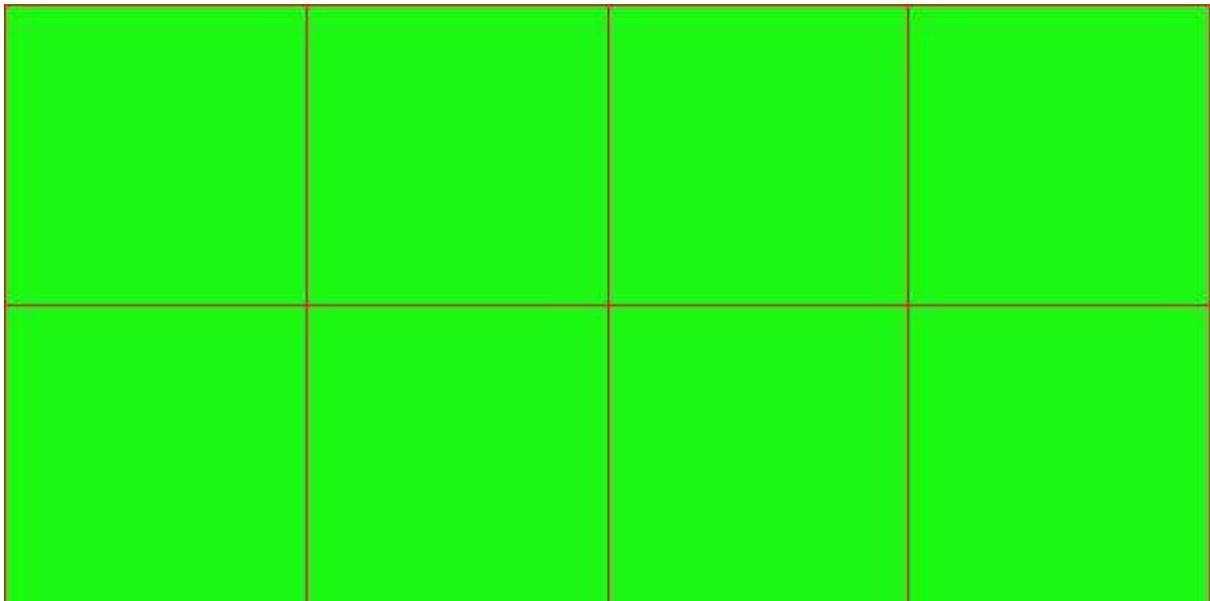
Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (2.10 0.90 [m])

M_{xx}	-3.34	[KNm/m]	M_{11}	3.39	[KNm/m]
M_y	-0.78	[KNm/m]	M_{22}	0.73	[KNm/m]
M_{xy}	0.36	[KNm/m]	α	7.80	[°]

Verifiche

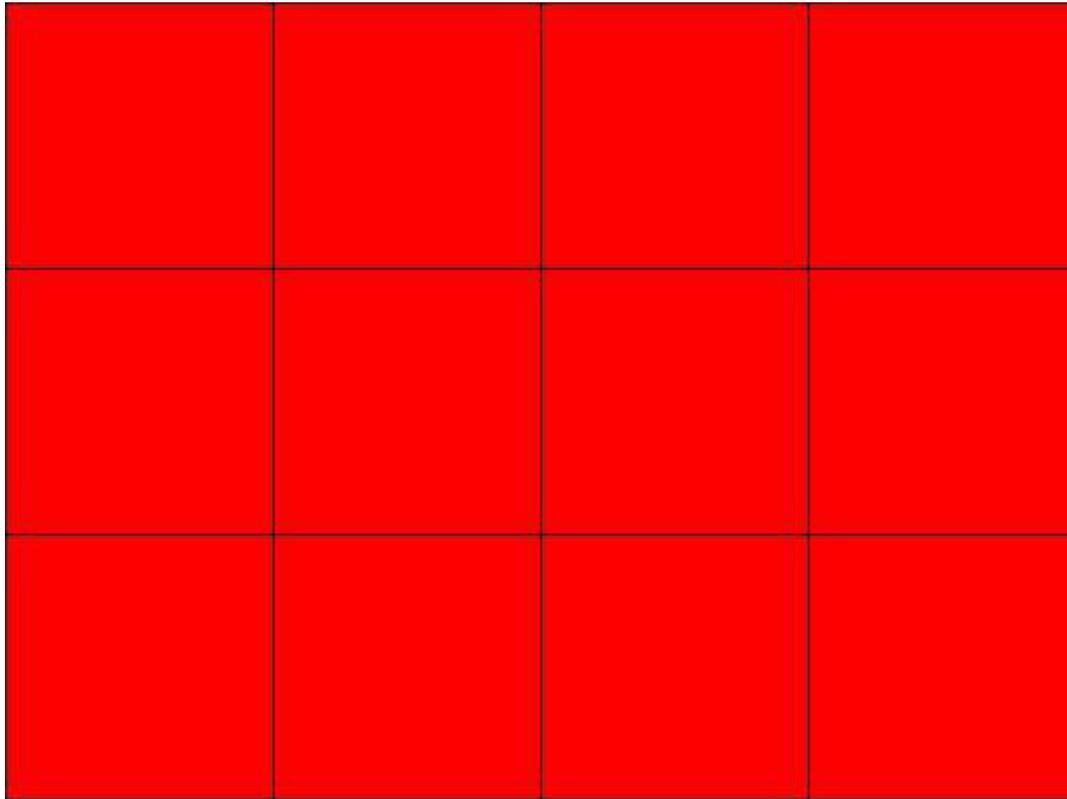
Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	-1.371	-0.320	-0.238	81.24	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	1.371	0.320	0.000	-8.76	NON Fessurato	0.000



13.4.8 Muro d'ala valle 2

Mappa armature di Estradosso

RELAZIONE DI CALCOLO



Colore

Armature



top ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso

RELAZIONE DI CALCOLO

Colore

Armature

bottom ϕ 20/20' X + ϕ 20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva σ/ϵ Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$ (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$ (EC2 Ponti 6.110)

Curva σ/ϵ Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 160 287

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd}	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

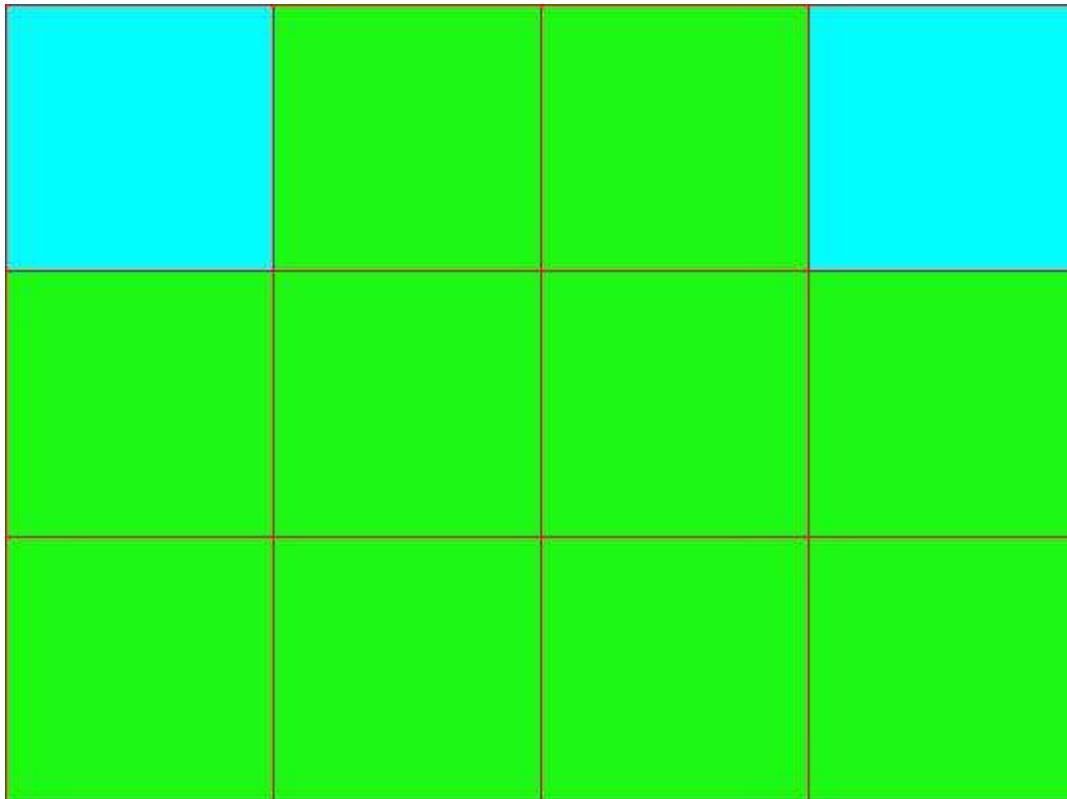
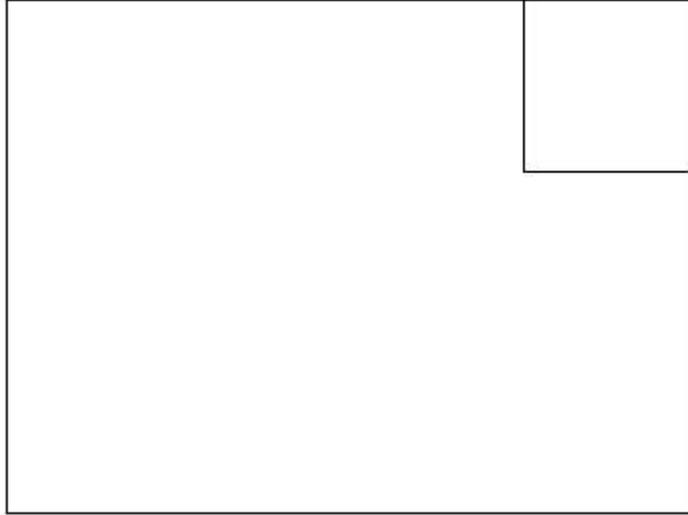
Azioni di verifica combinazione 8 (2.10 1.50 [m])

M_{xx}	-43.24	[KNm/m]	M_{11}	44.18	[KNm/m]
M_y	-4.98	[KNm/m]	M_{22}	4.05	[KNm/m]
M_{xy}	-6.07	[KNm/m]	α	-8.80	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	θ [°]
0.33	Estradosso	0.271	0.079	-0.004	-3.500	-76.60
	Intradosso	11.998	0.963	16.942	-0.127	16.40

RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 160 287

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (2.10 1.50 [m])

M_{xx} -6.55 [KNm/m] M_{11} 6.69 [KNm/m]

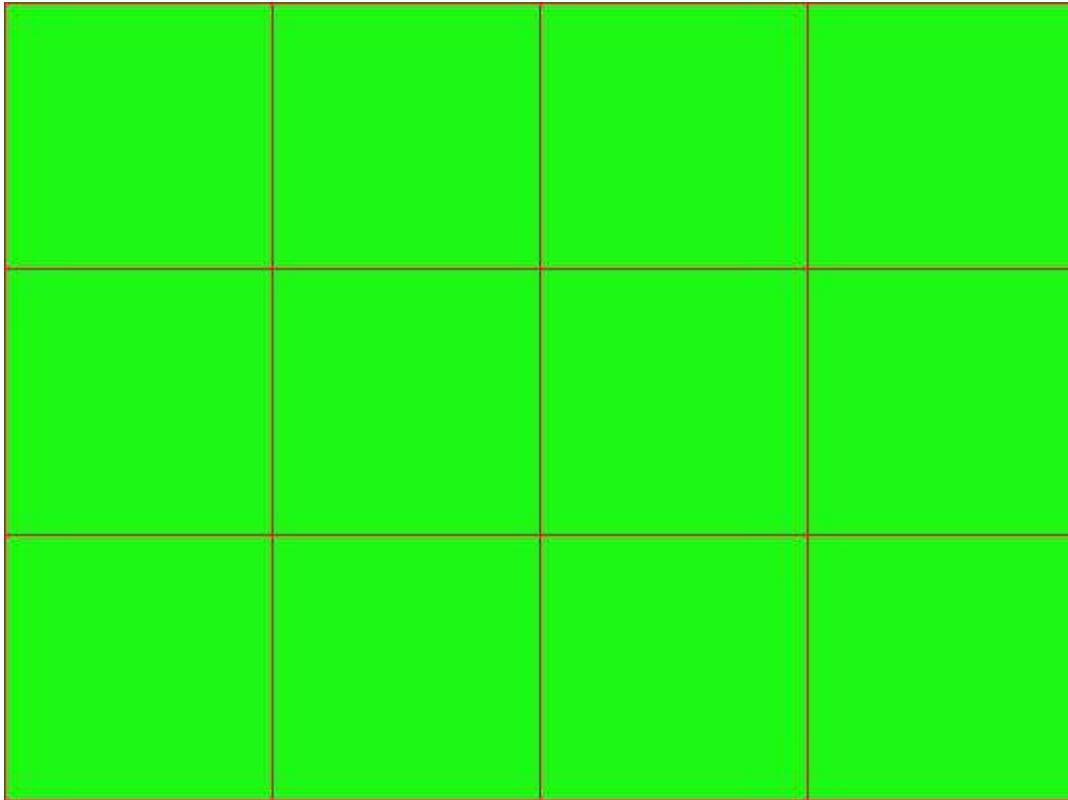
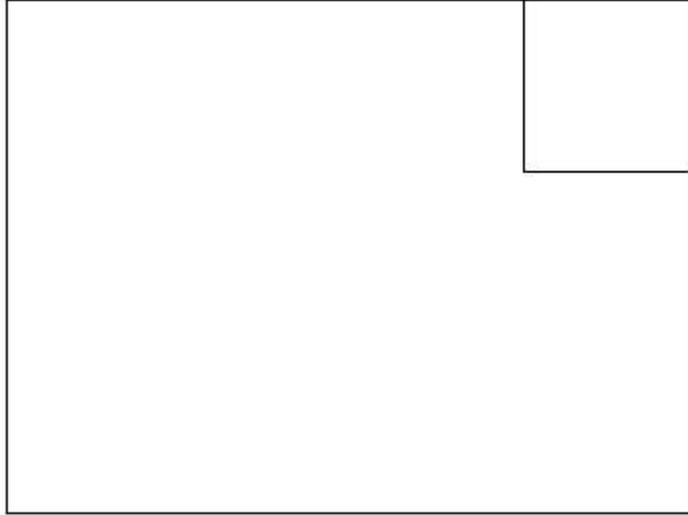
M_y -0.72 [KNm/m] M_{22} 0.58 [KNm/m]

M_{xy} -0.91 [KNm/m] α -8.62 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.02	Estradosso	-2.686	-0.294	-0.427	-80.33		
	Intradosso	2.686	0.294	0.000	9.67		

RELAZIONE DI CALCOLO



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 160 287

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (2.10 1.50 [m])

M_{xx} -6.55 [KNm/m] M_{11} 6.69 [KNm/m]

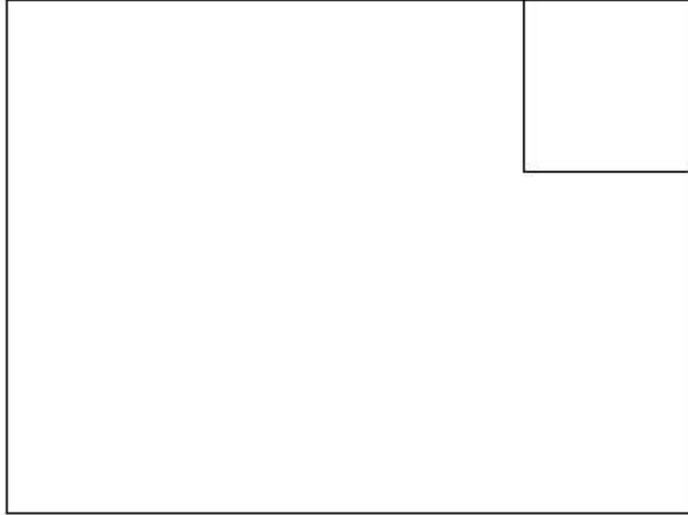
M_y -0.72 [KNm/m] M_{22} 0.58 [KNm/m]

M_{xy} -0.91 [KNm/m] α -8.62 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.01	Estradosso	-2.686	-0.294	-0.427	-80.33		
	Intradosso	2.686	0.294	0.000	9.67		

RELAZIONE DI CALCOLO





RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 160 287

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	σ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

f_{cd} [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [MPa]	σ [MPa]	w_{Max} mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	Af_x [mm ²]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	Af_y [mm ²]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (2.10 1.50 [m])

M_{xx} -6.55 [KNm/m] M_{11} 6.69 [KNm/m]

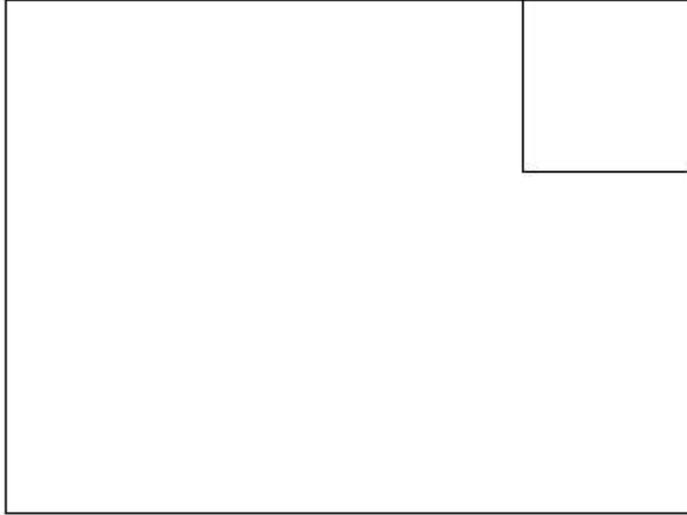
M_y -0.72 [KNm/m] M_{22} 0.58 [KNm/m]

M_{xy} -0.91 [KNm/m] α -8.62 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [MPa]	σ_y [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	θ [°]		
0.03	Estradosso	-2.686	-0.294	-0.427	-80.33	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	2.686	0.294	0.000	9.67	NON Fessurato	0.000

RELAZIONE DI CALCOLO





30 % 70 % 100 % 110 %

14 ANALISI E VERIFICHE POZZETTI DI VALLE

14.1 PREMESSA

Nel presente capitolo si riportano le analisi e le verifiche strutturali effettuate nel pozzetto posto "lato valle" dell'attraversamento idraulico posto al km 1+918 lotto 1°. Il manufatto in progetto è costituito da dei setti in cemento armato gettato in opera di spessore 40cm. Le analisi e le verifiche sono state effettuate considerando il manufatto come un muro ad "U" trascurando il contributo del setto di collegamento posto lato valle. **Altezza massima terreno a tergo pari a 3,50 metri.** Tale modello è applicabile ad entrambe le camerette di valle dato che presentano sostanzialmente stessa geometria e carichi. L'approccio risulta inoltre cautelativo dato che non si considerano gli effetti di redistribuzione agli elementi limitrofi meno sollecitati. Normativa di riferimento, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione e di calcolo, carichi e materiali sono i medesimi utilizzati per la verifica del tombino al netto delle modifiche geometriche e si omettono per brevità.

Di seguito si riporta la sezione trasversale studiata.

Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	3,90 [m]
Larghezza esterna	2,80 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore piedritto sinistro	0,40[m]
Spessore piedritto destro	0,40[m]
Spessore fondazione	0,40 [m]

14.2 CARATTERISTICHE TERRENI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	3,50	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m ³]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione	Mc	Argilla Marnosa
Spessore dello strato	10,00	[m]	
Peso di volume	17,00	[kN/m ³]	
Angolo di attrito	17,00	[°]	
Coesione	0,013	[MPa]	

14.3 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Numero di condizioni di carico ... : 4

Numero di combinazioni di carico . : 6

Condizione

1	G1k_Strutturale
2	G2.2k_Spinta a riposo
3	E_Spinta sismica+X SLV
4	E_Spinta sismica+X SLO
5	Sisma OSLU
6	Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero

1	SLU
---	-----

Comb.\Cond	1	2
1	1.3	1.3

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero

2	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	5
2	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

3	RARA
---	------

Comb.\Cond	1	2
3	1	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

4 FREQUENTE

Comb.\Cond 1 2

4 1 1

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

5 QUASI PERMANENTE

Comb.\Cond 1 2

5 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Combinazione di carico numero

6

Comb.\Cond 1 2 4 6

6 1 1 1 1

Si fa presente che data l'assenza di carichi variabili considerati su tali strutture, le combinazioni allo stato limite di esercizio presentano i medesimi carichi e impegnano i pozzetti in egual modo. Si procede quindi alla verifica di una sola combinazione SLE.

14.4 INVILUPPO SOLLECITAZIONI

Sollecitazioni massime piedritti

Sforzo normale	Min asta 28 27	-0.42 [kN]	Comb. 2	Max asta 30 29	45.50 [kN]	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 30 29	-67.60 [kN]	Comb. 1	Max asta 22 21	144.30 [kN]	Comb. 2
Taglio piano 1-3	Min asta 30 29	-0.00 [kN]	Comb. 1	Max asta 30 29	0.00 [kN]	Comb. 2
Momento torcente	Min asta 36 35	0.00 [kNm]	Comb. 1	Max asta 36 35	0.00 [kNm]	Comb. 1

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento Flet. piano 1-2	Min asta 22 21	-229.96 [kNm]	Comb. 2	Max asta 30 29	79.30 [kNm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 30 29	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max asta 30 29	0.00 [kNm]	Comb. 1

Sollecitazioni massime soletta di fondazione

Taglio	Min trave 21 29	-90.98 [kN]	Comb. 2	Max trave 21 29	36.75 [kN]	Comb. 1
Pressioni sul terreno	Min trave 29 37	0.088 [MPa]	Comb. 2	Max trave 38 21	-0.101 [MPa]	Comb. 2
Momento flettente	Min trave 21 29	-209.00 [kNm]	Comb. 2	Max trave 38 21	20.82 [kNm]	Comb. 2
Momento torcente	Min trave 21 29	-0.00 [kNm]	Comb. 1	Max trave 29 37	0.00 [kNm]	Comb. 1

Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	1	-0.048
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	1	-0.017

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	2	-0.088
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 38 21	2	0.101

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	3	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	3	-0.013

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	4	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	4	-0.013

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	5	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	5	-0.013

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	6	-0.042
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 38 21	6	0.013

14.5 SOLLECITAZIONI RARE

Come prima espresso, si riportano i risultati della sola combinazione suddetta, dato che mancando azioni variabili, non si distingue dalle altre SLE.

Piedritti

Sforzo normale	Min asta 28 27	0.00 [kN]	Comb. 3	Max asta 30 29	35.00 [kN]	Comb. 3
Taglio piano 1-2	Min asta 30 29	-52.00 [kN]	Comb. 3	Max asta 22 21	52.00 [kN]	Comb. 3
Taglio piano 1-3	Min asta 30 29	-0.00 [kN]	Comb. 3	Max asta 30 29	0.00 [kN]	Comb. 3
Momento torcente	Min asta 36 35	0.00 [kNm]	Comb. 3	Max asta 36 35	0.00 [kNm]	Comb. 3
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 22 21	-61.00 [kNm]	Comb. 3	Max asta 30 29	61.00 [kNm]	Comb. 3
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 36 35	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max asta 30 29	0.00 [kNm]	Comb. 3

Soletta di fondazione

Taglio	Min trave 21 29	-28.27 [kN]	Comb. 3	Max trave 21 29	28.27 [kN]	Comb. 3
Pressioni sul terreno	Min trave 21 29	0.037 [MPa]	Comb. 3	Max trave 29 37	0.013 [MPa]	Comb. 3
Momento flettente	Min trave 21 29	-62.81 [kNm]	Comb. 3	Max trave 29 37	0.00 [kNm]	Comb. 3
Momento torcente	Min trave 21 29	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max trave 29 37	0.00 [kNm]	Comb. 3

14.6 VERIFICHE SLU/SLV

14.6.1 Piedritti – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 40,00cm

Afi= 6Ø20 = 18,85cmq Afs=6Ø20 = 18,85cmq

RELAZIONE DI CALCOLO

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

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

Titolo : **Piedritti**

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	18,85	5
			2	18,85	35

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

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

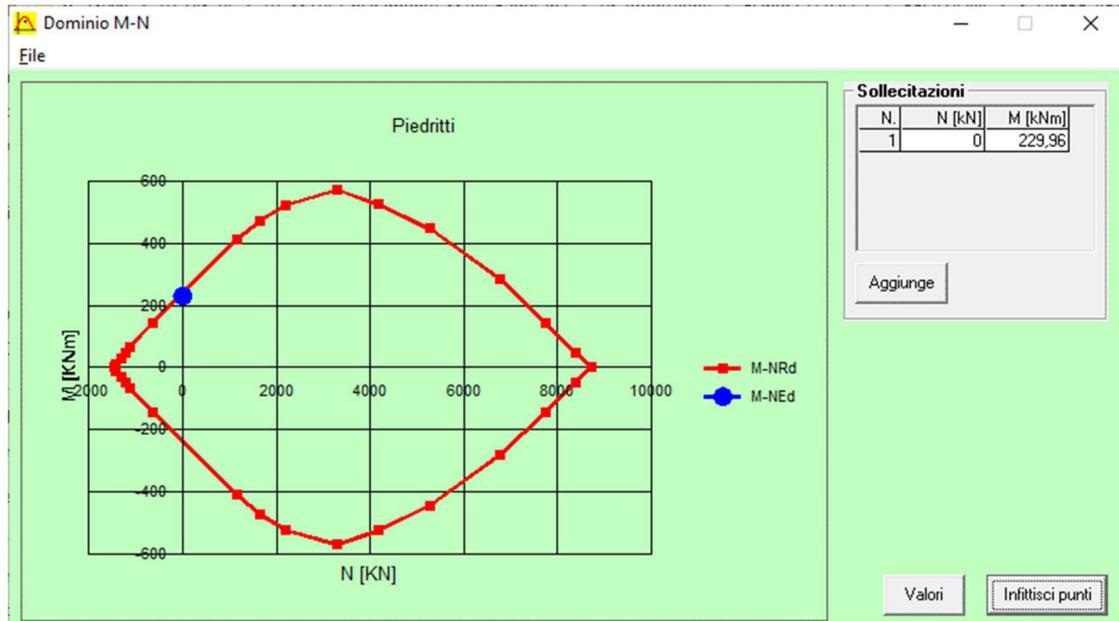
Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Calcola MRd **Dominio M-N**
 L₀ cm **Col. modello**
 Precompresso



14.6.2 Piedritti – taglio

Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	V_{Ed}	144300 N	
resistenza calcestruzzo	R_{ck}	40 N/mm ²	
	f_{ck}	33,2 N/mm ²	
coeff. parziale di sicurezza del cls	γ_c	1,5	
altezza	h	300 mm	
copriferro	c	50 mm	
altezza utile	d	250 mm	
larghezza minima sezione	b_w	1000 mm	
armatura longitudinale	A_{sl}	1570 mm ²	
sezione calcestruzzo	A_c	300000 mm ²	
valore di calcolo dello sforzo normale	N_{Ed}	0 N	

$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1,8944272	
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	v_{min}	0,5258404	

$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	ρ₁	0,00628	rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	σ_{cp}	0 N/mm ²	tensione media di compressione della sezione

Resistenza a taglio	V_{Rd}	156422,21 N	
---------------------	-----------------------	-------------	--

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

VERIFICATA
VERIFICATA

14.6.3 Soletta – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 40,00cm

Afi= 6Ø20 = 18,85cmq Afs=6Ø20 = 18,85cmq

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

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

Titolo : Soletta

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18,85	5
2	18,85	35

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

Diagramma della sezione rettangolare con barre di armatura.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 209 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipologia flessione:
 Retta Deviate

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

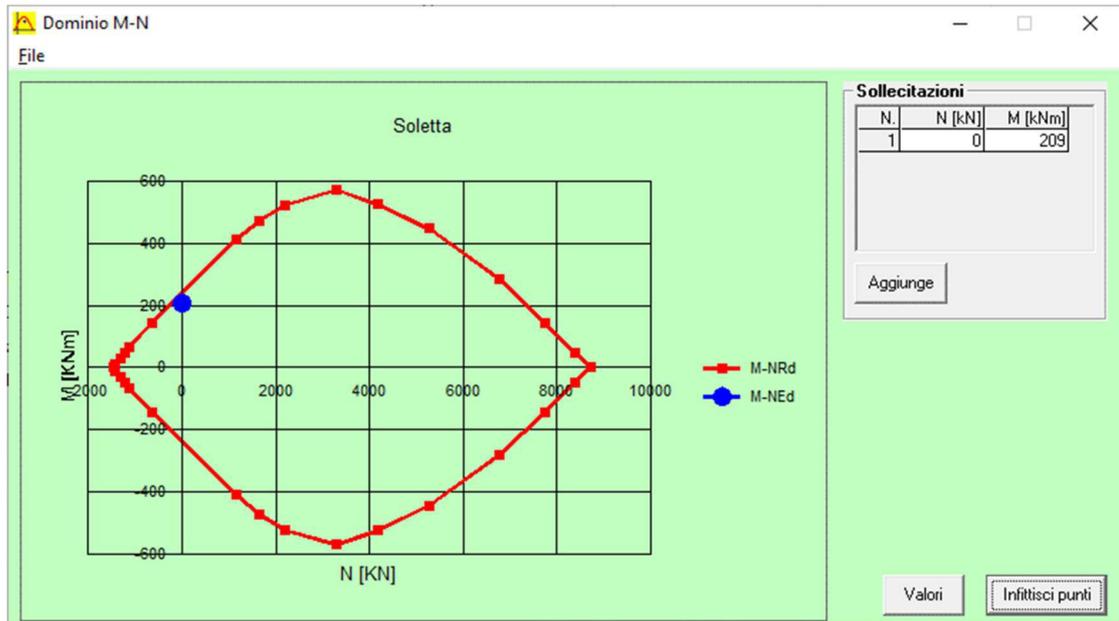
Precompresso

Materiali:

Proprietà	B450C	C32/40
ε _{su} (%)	67,5	2
f _{yd} (N/mm²)	391,3	3,5
E _s (N/mm²)	200 000	18,13
E _s /E _c	15	0,8
ε _{syd} (%)	1,957	12,25
σ _{s,adm} (N/mm²)	255	0,7333
τ _{c1}		2,114

M_{xRd} 242,7 kN m

σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 %
ε_s 20,96 %
d 35 cm
x 5,007 x/d 0,1431
δ 0,7



14.6.4 Soletta – taglio

Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	V_{Ed}	90980	N
resistenza calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
	f_{ck}	33,2	N/mm ²
coeff. parziale di sicurezza del cls	γ_c	1,5	
altezza	h	300	mm
copriferro	c	50	mm
altezza utile	d	250	mm
larghezza minima sezione	b_w	1000	mm
armatura longitudinale	A_{sl}	1884	mm ²
sezione calcestruzzo	A_c	300000	mm ²
valore di calcolo dello sforzo normale	N_{Ed}	0	N

$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1,8944272
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	v_{min}	0,5258404

$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	ρ_1	0,007536	
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	σ_{cp}	0	N/mm ²

rapporto geometrico di
armatura longitudinale
tensione media di
compressione della sezione

Resistenza a taglio	V_{Rd}	166223,4	N
---------------------	----------	----------	---

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

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

VERIFICATA
VERIFICATA

14.7 VERIFICHE SLE

14.7.1 Piedritti

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	61,0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	350	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1885	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1885	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	104,13	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	216844975	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2,93	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	103,75	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	61,0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	400	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	350	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1885	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1885	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	104,13	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	216844975	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2,93	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	103,75	[MPa]

RELAZIONE DI CALCOLO

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	350	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1885	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1885	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S _{rif,max}	300	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	61	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	104,13	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	103,75	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0,4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	98,6237629	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	98623,7629	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0,01911	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	0,000158	[-]
		0,000311	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0,5	[-]
	k ₃	3,4	[-]
	k ₄	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	347,89	[mm]
		347,89	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,1083	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,2	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	61	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	104,13	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	103,75	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0,4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	98,6237629	[mm]

RELAZIONE DI CALCOLO

Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	98623,7629 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01911 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000158 [-] 0,000311 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5 [-]
	k_3	3,4 [-]
	k_4	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	347,89 [mm] 347,89 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,1083 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,3 [mm]

14.7.2 Soletta

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	62,8 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	400 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	50 [mm]
Altezza utile della sezione	d	350 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1885 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1885 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	104,13 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	216844975 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3,02 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	106,83 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente		

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	62,8	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	400	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	350	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1885	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1885	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	104,13	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	216844975	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3,02	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	106,83	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	350	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1885	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1885	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	300	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	$M_{Ed,q.p.}$	62,81	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	104,13	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	106,83	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	98,6237629	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	98623,7629	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01911	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000173	[-]
		0,000320	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00	[mm]

RELAZIONE DI CALCOLO

Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5 [-]
	k_3	3,4 [-]
	k_4	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	347,89 [mm]
		347,89 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,1115 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,2 [mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente		
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	$M_{Ed,freq.}$	62,81 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	104,13 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	106,83 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	98,6237629 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	98623,7629 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01911 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000173 [-]
		0,000320 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5 [-]
	k_3	3,4 [-]
	k_4	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	347,89 [mm]
		347,89 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0,1115 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,3 [mm]

15 VERIFICHE GEOTECNICHE

15.1 APPROCCIO DI VERIFICA GEOTECNICA

I terreni di fondazione vengono verificati tramite le sollecitazioni ottenute dalle combinazioni dell'APPROCCIO 2 (A1+M1+R3) in cui i coefficienti del terreno sono unitari, ma vengono ridotte le resistenze globali tramite R3.

Tali azioni sono quindi quelle uscenti dal software con il quale è stata modellata la struttura in elevazione, dato che anche questa è stata approcciata con la medesima combinazione di coefficienti.

Per quanto riguarda l'azione derivante dall'analisi sismica, data la progettazione non dissipativa con $q=1$, non si prevede alcun incremento. Il YRd di maggiorazione è quindi pari ad 1.

15.2 VERIFICHE GEOTECNICHE TOMBINO

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda al capitolo 15

15.2.1 Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica

Pressioni massime su terreno di fondazione

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	2	-0.120
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	2	-0.102

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	3	-0.100
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 52 37	3	-0.012

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	5	-0.086
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	5	-0.074

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	6	-0.079
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	7	-0.057

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	8	-0.058
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 44	8	-0.055

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 44 51	9	-0.067
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 52 37	9	-0.048

15.2.2 Verifica di portanza

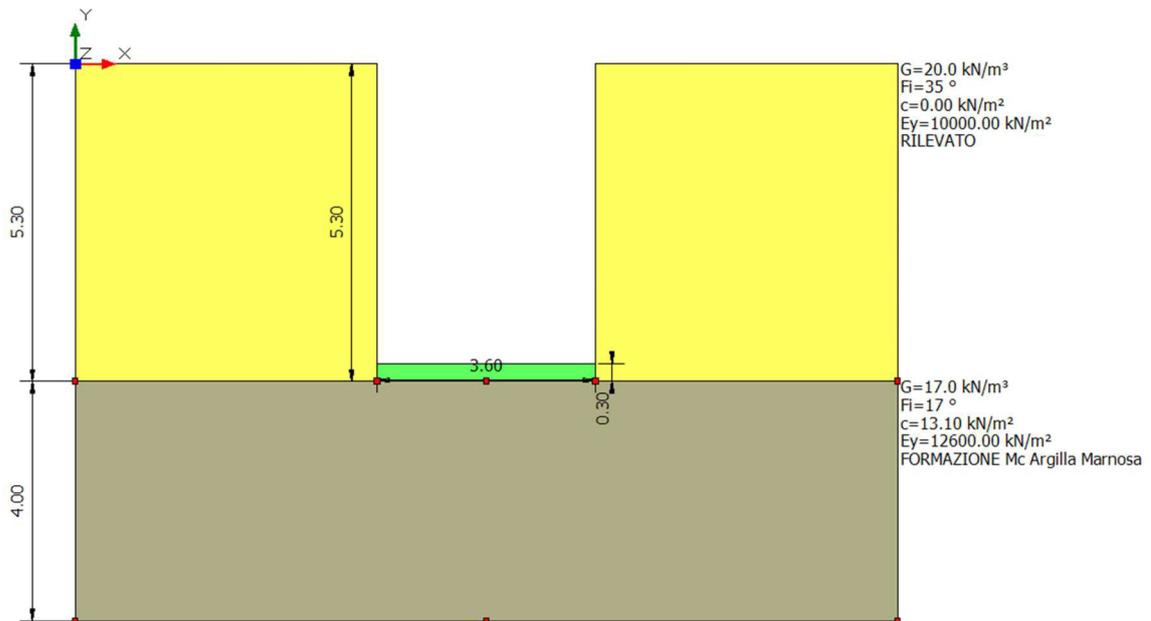


Figura 15-1 "Stratigrafia"

DATI GENERALI

=====
Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione	3.6	m
Lunghezza fondazione	1.0	m
Profondità piano di posa	5.3	m

RELAZIONE DI CALCOLO

Profondità falda 20.0

=====

SISMA

=====

Accelerazione massima (amax/g) 0.203
Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale 0.0487

=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

Tipo opera: 1 - Opere provvisorie
Classe d'uso: Classe IV
Vita nominale: 4.0 [anni]
Vita di riferimento: 8.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.333	2.511	0.229
S.L.D.	30.0	0.373	2.505	0.238
S.L.V.	76.0	1.657	2.312	0.358
S.L.C.	156.0	2.422	2.335	0.416

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.3996	0.2	0.0082	0.0041
S.L.D.	0.4476	0.2	0.0091	0.0046
S.L.V.	1.9884	0.24	0.0487	0.0243
S.L.C.	2.8321	0.28	0.0809	0.0404

RELAZIONE DI CALCOLO

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
5.3	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	1000 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	17.0	18.0	17.0	13.1	77.0	1260 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE Mc Argilla Marnosa

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	120.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	86.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	67.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coeff. Rid. Capacità portante verticale	Coeff. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 1916.89 kN/m²

Resistenza di progetto [Rd] 833.43 kN/m²

Tensione [Ed] 120.0 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 15.97

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 76675.63 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 17.0 kN/m³

Peso unità di volume saturo 18.0 kN/m³

Angolo di attrito 17.0 °

Coesione 13.1 kN/m²

Fattore [Nq] 4.77

Fattore [Nc] 12.34

Fattore [Ng] 1.73

Fattore forma [Sc] 2.39

Fattore profondità [Dc] 1.39

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.1

Fattore profondità [Dq] 1.3

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

Carico limite 1916.89 kN/m²

Resistenza di progetto 833.43 kN/m²

Condizione di verifica $[Ed \leq Rd]$ **Verificata**

=====

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 17.0 kN/m³

Peso unità di volume saturo 18.0 kN/m³

Angolo di attrito 17.0 °

Coesione 13.1 kN/m²

=====

Fattore [Nq] 4.77

Fattore [Nc] 12.34

Fattore [Ng] 1.73

Fattore forma [Sc] 2.39

Fattore profondità [Dc] 1.39

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.1

Fattore profondità [Dq] 1.3

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 0.92

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 0.89

=====

Carico limite 1859.32 kN/m²

Resistenza di progetto 808.4 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

=====

CEDIMENTI ELASTICI

=====

Pressione normale di progetto	86.0	kN/m ²
Spessore strato	4.0	m
Profondità substrato roccioso	30.0	m
Modulo Elastico	12600.0	kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0.25	

=====

Coefficiente di influenza I1	0.19
Coefficiente di influenza I2	0.02
Coefficiente di influenza Is	0.2

=====

Cedimento al centro della fondazione	-1.39	mm
--------------------------------------	-------	----

=====

Coefficiente di influenza I1	0.13	
Coefficiente di influenza I2	0.03	
Coefficiente di influenza Is	0.15	
Cedimento al bordo	-0.53	mm

=====

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

15.2.3 Verifica di galleggiamento

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

15.3 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTI DI VALLE

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli precedenti. La verifica di seguito esposta è riconducibile ad entrambi i pozzetti di valle. Si verifica infatti una sezione ad U che nel punto più sfavorevole (maggiore altezza), risulta sostanzialmente identica per i due pozzetti. Tale approccio risulta conservativo.

15.3.1 Involuppo delle sollecitazioni per la verifica

Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

RELAZIONE DI CALCOLO

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	1	-0.048
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	1	-0.017

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	2	-0.088
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 38 21	2	0.101

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	3	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	3	-0.013

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	4	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	4	-0.013

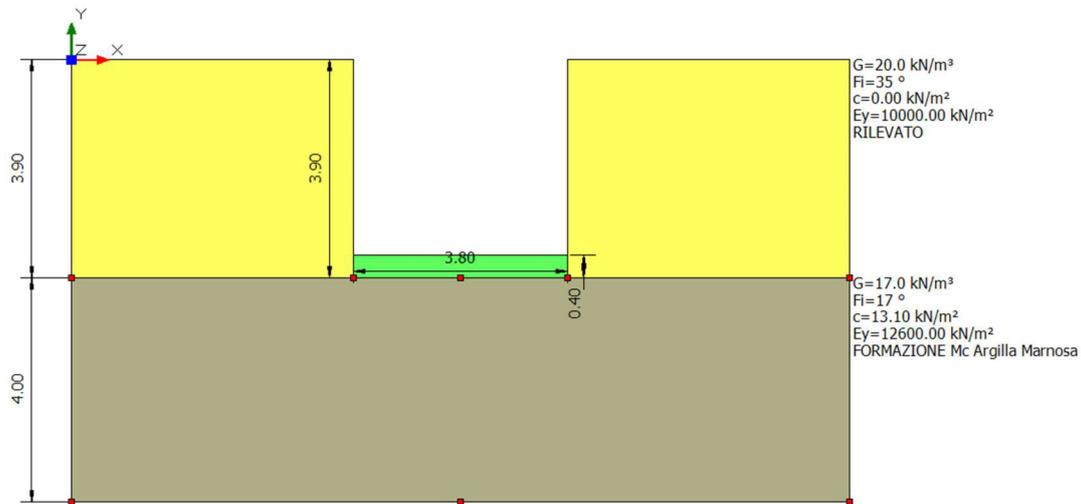
Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	5	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	5	-0.013

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 21 29	6	-0.042
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 38 21	6	0.013

15.3.2 Verifica di portanza



DATI GENERALI

=====
Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione 3.8 m

Lunghezza fondazione 1.0 m

Profondità piano di posa 3.9 m

Profondità falda 20.0
=====

SISMA

=====
Accelerazione massima (amax/g) 0.203

Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)

Coefficiente sismico orizzontale 0.0487
=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 1 - Opere provvisorie

Classe d'uso: Classe IV

Vita nominale: 4.0 [anni]

Vita di riferimento: 8.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

RELAZIONE DI CALCOLO

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.333	2.511	0.229
S.L.D.	30.0	0.373	2.505	0.238
S.L.V.	76.0	1.657	2.312	0.358
S.L.C.	156.0	2.422	2.335	0.416

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.3996	0.2	0.0082	0.0041
S.L.D.	0.4476	0.2	0.0091	0.0046
S.L.V.	1.9884	0.24	0.0487	0.0243
S.L.C.	2.8321	0.28	0.0809	0.0404

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore [m]	Peso unità di volume [kN/ m ³]	Peso unità di volume saturato [kN/ m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/ m ²]	Modulo Edometrico [kN/ m ²]	Poisson []	Coeff. consolidazione primaria [cmq /s]	Coeff. consolidazione secondaria []	Descrizione
3.9	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	1000 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	17.0	18.0	17.0	13.1	77.0	1260 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE Mc Argilla Marnosa

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	48.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	88.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto

RELAZIONE DI CALCOLO

3	S.L.E.	37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 1471.62 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 639.83 kN/m²

Tensione [Ed] 88.0 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 16.72

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 58864.8 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 17.0 kN/m³

Peso unità di volume saturo 18.0 kN/m³

Angolo di attrito 17.0 °

Coesione 13.1 kN/m²

=====

Fattore [Nq] 4.77

Fattore [Nc] 12.34

Fattore [Ng] 1.73

RELAZIONE DI CALCOLO

Fattore forma [Sc]	2.47
Fattore profondità [Dc]	1.32
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	2.16
Fattore profondità [Dq]	1.24
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====
Carico limite 1528.05 kN/m²
Resistenza di progetto 664.37 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====
Peso unità di volume 17.0 kN/m³
Peso unità di volume saturo 18.0 kN/m³
Angolo di attrito 17.0 °
Coesione 13.1 kN/m²

=====
Fattore [Nq] 4.77
Fattore [Nc] 12.34
Fattore [Ng] 1.73

RELAZIONE DI CALCOLO

Fattore forma [Sc]	2.47
Fattore profondità [Dc]	1.32
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	2.16
Fattore profondità [Dq]	1.24
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.92
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.89

=====

Carico limite	1471.62	kN/m ²
Resistenza di progetto	639.83	kN/m ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

=====

CEDIMENTI ELASTICI

=====

Pressione normale di progetto	42.0	kN/m ²
Spessore strato	4.0	m
Profondità substrato roccioso	30.0	m
Modulo Elastico	12600.0	kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0.25	

=====

Coefficiente di influenza I1	0.18
Coefficiente di influenza I2	0.02
Coefficiente di influenza Is	0.19

=====

Cedimento al centro della fondazione	-2.31	mm
--------------------------------------	-------	----

=====

Coefficiente di influenza I1 0.13
Coefficiente di influenza I2 0.03
Coefficiente di influenza Is 0.15
Cedimento al bordo -0.88 mm

=====

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

15.3.3 Verifica di galleggiamento

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

15.4 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli precedenti. La verifica di portanza viene eseguita considerando le sollecitazioni massime prodotte in fondazione, ma con la geometria della scalinata più alta. Ciò risulta a favore di sicurezza dato che in questo caso viene meno parte del rinterro stabilizzante a tergo del pozzetto.

15.4.1 Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica

Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 252 253 256 255	1	0.062
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	1	0.071

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 217 255 245 218	9	0.024
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 217 255 245 218	4	0.069

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 252 253 256 255	10	0.048
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	10	0.054

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

RELAZIONE DI CALCOLO

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 252 253 256 255	11	0.048
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	11	0.054

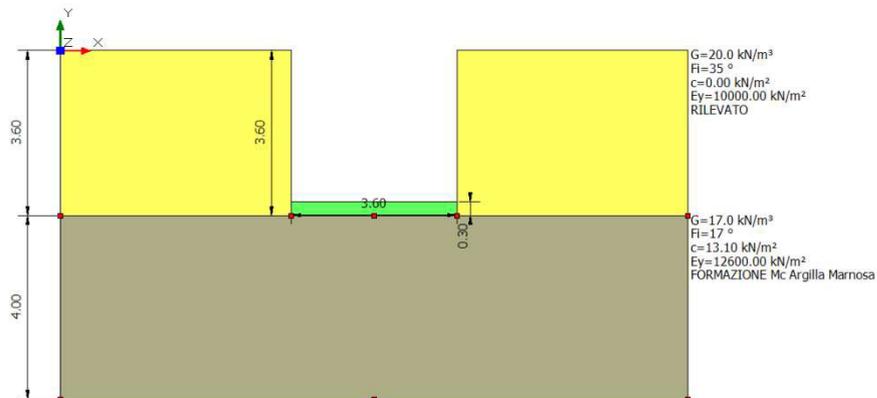
Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 252 253 256 255	12	0.048
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	12	0.054

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 217 255 245 218	20	0.043
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 227 168 169 233	18	0.056

15.4.2 Verifica di portanza



DATI GENERALI

=====
 Normativa NTC 2008
 Larghezza fondazione 3.6 m
 Lunghezza fondazione 1.0 m
 Profondità piano di posa 3.6 m
 Profondità falda 20.0
 =====

SISMA

RELAZIONE DI CALCOLO

=====

Accelerazione massima (a_{max}/g) 0.203
Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale 0.0487

=====

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

Tipo opera: 1 - Opere provvisorie
Classe d'uso: Classe IV
Vita nominale: 4.0 [anni]
Vita di riferimento: 8.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.333	2.511	0.229
S.L.D.	30.0	0.373	2.505	0.238
S.L.V.	76.0	1.657	2.312	0.358
S.L.C.	156.0	2.422	2.335	0.416

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.3996	0.2	0.0082	0.0041
S.L.D.	0.4476	0.2	0.0091	0.0046
S.L.V.	1.9884	0.24	0.0487	0.0243
S.L.C.	2.8321	0.28	0.0809	0.0404

STRATIGRAFIA TERRENO

RELAZIONE DI CALCOLO

Spessore [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coef. di coesione [kN/m ²]	Coef. di coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Poisson	Coef. di consolidazione primaria [cmq/s]	Coef. di consolidazione secondaria	Descrizione
3.6	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	17.0	18.0	17.0	13.1	77.0	1260.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE Mc Argilla Marnosa

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	71.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	69.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	54.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	56.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coef. di coesione efficace	Coef. di coesione non drenata	Peso unità di volume in fondazione	Peso unità di volume copertura	Coef. di Rid. Capacità portante verticale	Coef. di Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 1426.12 kN/m²

Resistenza di progetto [Rd] 620.05 kN/m²

Tensione [Ed] 69.0 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 20.67

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 57044.65 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 17.0 kN/m³

Peso unità di volume saturo 18.0 kN/m³

Angolo di attrito 17.0 °

Coesione 13.1 kN/m²

Fattore [Nq] 4.77

Fattore [Nc] 12.34

Fattore [Ng] 1.73

Fattore forma [Sc] 2.39

Fattore profondità [Dc] 1.4

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.1

Fattore profondità [Dq] 1.31

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

Carico limite 1484.12 kN/m²

Resistenza di progetto 645.27 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 17.0 kN/m³

Peso unità di volume saturo 18.0 kN/m³

Angolo di attrito 17.0 °

Coesione 13.1 kN/m²

Fattore [Nq] 4.77

Fattore [Nc] 12.34

Fattore [Ng] 1.73

Fattore forma [Sc] 2.39

Fattore profondità [Dc] 1.4

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.1

Fattore profondità [Dq] 1.31

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 0.92

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 0.89

Carico limite 1426.12 kN/m²

Resistenza di progetto 620.05 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	56.0	kN/m ²
Spessore strato	4.0	m
Profondità substrato roccioso	30.0	m
Modulo Elastico	12600.0	kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0.25	
Coefficiente di influenza I1	0.19	
Coefficiente di influenza I2	0.02	
Coefficiente di influenza Is	0.2	
Cedimento al centro della fondazione	-1.12	mm
Coefficiente di influenza I1	0.13	
Coefficiente di influenza I2	0.03	
Coefficiente di influenza Is	0.15	
Cedimento al bordo	-0.43	mm

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con le funzionalità dell'opera.

15.4.3 Verifica di galleggiamento

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

16 SINTESI DEI RISULTATI

Per maggiore chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo e nell'interpretazione dei risultati delle verifiche si esplicitano i seguenti aspetti riguardanti le armature degli elementi strutturali.

16.1 SOLETTE FONDAZIONE

16.1.1 Tombino sezione 1

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con $\emptyset 20/20$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 10/20$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.1.2 Tombino sezione 2

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con $\emptyset 20/20$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 10/20$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.1.3 Pozzetto monte

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con $\emptyset 20/20$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 20/20$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.1.4 Pozzetti valle

La platea di fondazione in c.a. (sp= 40cm): armata con $\emptyset 20/15$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 10/15$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.2 PARETI

16.2.1 Tombino sezione 1

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con $\emptyset 20/20$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 10/20$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.2.2 Tombino sezione 2

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con $\emptyset 20/20$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 10/20$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.2.3 Pozzetto monte

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con $\emptyset 20/20$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 20/20$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.2.4 Pozzetti valle

Le pareti in c.a (sp = 40 cm): armata con $\emptyset 20/15$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 10/15$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.3 SOLETTA COPERTURA

16.3.1 Tombino sezione 1

La soletta di copertura in c.a. (sp = 30 cm): armata con $\emptyset 20/15$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 10/15$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.3.2 Tombino sezione 2

La soletta di copertura in c.a. (sp = 30 cm): armata con $\emptyset 20/15$ superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con $\emptyset 10/20$ superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

16.4 CONTROLLO DETTAGLI COSTRUTTIVI

Min 0,2%

Max 4%

SP 30cm

Massimo ($\emptyset 20/15$)

%max,d	1,605703 -	percentuale massima di progetto
	verificato	

Minimo ($\emptyset 10/20$)

%min,d	0,314159 -	percentuale minima di progetto
	verificato	

SP 40cm

Massimo ($\emptyset 20/15$)

%max,d	1,204277 -	percentuale massima di progetto
	verificato	

Minimo($\emptyset 10/15$)

%min,d	0,301069 -	percentuale minima di progetto
	verificato	

La verifica dello spessore minimo viene omessa in quanto trattasi di strutture scatolari non adibite ad uso abitativo e quindi non soggette a limite minimo così come indicato dal TU 2008 al 7.4.6.1.4.

16.1 CORDOLO BARRIERA DI SICUREZZA

Con riferimento al paragrafo 5.2.6 relativo all'urto dei veicoli in svio sugli elementi di sicurezza bordoponte si osserva il seguente stato di sollecitazione relativo al cordolo in analisi:

- $V_{ed} = 100 \text{ kN}$;
- $M_{t-ed} = 100 \text{ kNm}$;

Il modello del traliccio di Morh è di riferimento per la determinazione della resistenza a torsione e a taglio dell'elemento in analisi, cui si ipotizza per semplicità essere sottoposto a momento costante.

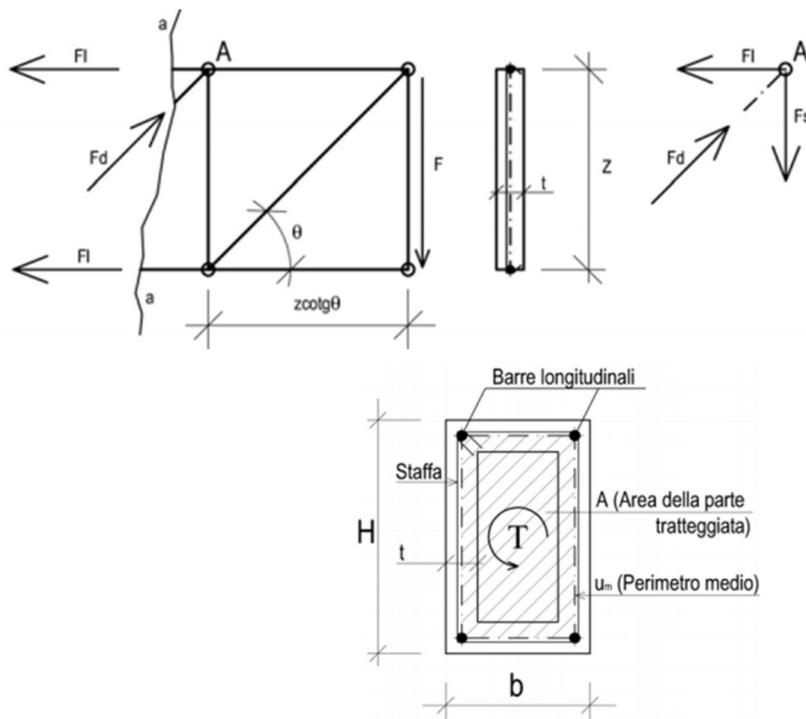
I valori della torsione di calcolo interna TR_d sono dunque tre:

- a) quella dovuta all'armatura longitudinale tesa che ha raggiunto lo snervamento;
- b) quella dovuta all'armatura trasversale tesa che ha raggiunto lo snervamento;
- c) quella dovuta alle bielle oblique di calcestruzzo compresso, considerato alla soglia dello stato limite ultimo.

Utilizzando la simbologia della Normativa Italiana, la torsione di calcolo esterna TE_d deve essere confrontata separatamente con ognuno dei valori di calcolo interni TR_{sd} , TR_{ld} e TR_{cd} , rispettivamente corrispondenti all'armatura trasversale, all'armatura longitudinale ed alle bielle di calcestruzzo:

- $TE_d \leq TR_{sd}$ (armatura trasversale);
- $TE_d \leq TR_{ld}$ (armatura longitudinale);
- $TE_d \leq TR_{cd}$ (calcestruzzo delle bielle);

La trattazione teorica di tale modellazione è rimandata alla relativa trattazione, mentre si esplicitano in seguito i valori di resistenza precedentemente illustrati.



RELAZIONE DI CALCOLO

$$T_{Rld} = 2A \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot f_{yd} / \cot g \theta \quad T_{Rsd} = 2 \cdot A \frac{A_s}{s} f_{yd} \cdot \cot g \theta$$

$$T_{Rcd} = A \cdot t \cdot f_{cd} \cdot \cot g \theta / (1 + \cot g^2 \theta)$$

A favore di sicurezza si è considerato reagente a torsione solamente la parte periferica della sezione di calcestruzzo di spessore $t = A/u$, con tali valori riferiti all'area e al perimetro della carpenteria.

Si riporta in seguito il calcolo della resistenza a torsione sotto l'ipotesi di staffe verticali ($\alpha = 90^\circ$) e angolo di inclinazione delle bielle di calcestruzzo $\theta = 45^\circ$.

Mt ed	100	kNm	momento torcente agente
CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO			
Rck	40	N/mm ²	resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo
fck	33,2	N/mm ²	resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo
γc	1,5		coef parziale di sicurezza del calcestruzzo
fcd	18,8	N/mm ²	resistenza di progetto cilindrica del calcestruzzo
θ	45	°	angolo di inclinazione delle bielle compresse
	0,7854	rad	
CARATTERISTICHE ACCIAIO DA ARMATURA			
fyk	450	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio da armatura
γs	1,15		coef parziale di sicurezza acciaio da armatura
fyd	391,30	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto dell'acciaio da armatura
CARATTERISTICHE CARPENTERIA			
b	750	mm	larghezza della sezione
h	450	mm	altezza della sezione
CARATTERISTICHE ARMATURA LONGITUDINALE			
Correnti superiori			
0	Φ	12	
	0	mm ²	
5	Φ	16	
	1004,8	mm ²	
0	Φ	16	
	0	mm ²	
Al sup	1004,8	mm ²	
Correnti inferiori			
0	Φ	12	
	0	mm ²	
4	Φ	16	

RELAZIONE DI CALCOLO

	803,84	mm ²
0	Φ	16
	0	mm ²
Al inf	803,84	mm ²

Correnti centrali		
0	Φ	10
	0	mm ²
0	Φ	14
	0	mm ²
0	Φ	16
	0	mm ²
Al centr	0	mm ²

Σ Al 1808,64 mm² armatura longitudinale totale

CARATTERISTICHE STAFFE

2	Φ	10	diametro delle staffe
As	157	mm ²	area staffa
s	150	mm	passo staffe

PARAMETRI DI CALCOLO

A	188525,4	mm ²	area della sezione racchiusa dal perimetro medio
um	1837,5	mm	perimetro medio
Ac	337500	mm ²	area della sezione di carpenteria
u	2400	mm	perimetro esterno della sezione
t	140,625	mm	spessore della crosta reagente

RISULTATI DI CALCOLO

Trsd	1,54E+08	Nmm	momento torcente resistente delle staffe
	154,4269	kNm	
Trld	1,45E+08	Nmm	momento torcente resistente delle armature longitudinali
	145,2243	kNm	
Trcd	2,49E+08	Nmm	momento torcente resistente del calcestruzzo
	249,3837	kNm	
Trd	145,2243	kNm	momento torcente resistente
Tasso di lavoro	0,69		

Per quanto detto i tagli di calcolo interni VRd sono dunque due:

- quello dovuto alla resistenza dell'armatura trasversale tesa che ha raggiunto lo snervamento, VRsd;
- quello dovuto alla resistenza delle bielle compresse oblique di calcestruzzo, considerata alla soglia dello stato limite ultimo, VRcd.

Il taglio di calcolo esterno VEd deve essere confrontato separatamente con ognuno dei due tagli di calcolo interni VRsd e VRcd, rispettivamente corrispondenti all'armatura trasversale ed al calcestruzzo delle bielle: $V_{Ed} \leq V_{Rsd}$ (armatura trasversale) $V_{Ed} \leq V_{Rcd}$ (calcestruzzo delle bielle).

Si riportano rispettivamente i due valori di resistenza rimandando in letteratura la trattazione teorica di tali resistenze nel caso di staffe disposte verticalmente.

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 d b_w \alpha_c f_{cd} \cotg \theta \sin^2 \theta = 0,9 d b_w \alpha_c f_{cd} \sin \theta \cos \theta$$

Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.2 NTC2008

valore di calcolo dello sforzo normale	N_{Ed}	0 KN
Valore di calcolo dello sforzo di taglio	V_{Ed}	100 KN
resistenza calcestruzzo	R_{ck}	40 N/mm²
	f_{ck}	33 N/mm²
coeff. parziale di sicurezza del cls	γ_c	1,50
	f_{cd}	18,81 N/mm²
resistenza calcestruzzo ridotta	f'_{cd}=v/f_{cd}	9,41 N/mm²
resistenza acciaio	f_{yd}	391,30 N/mm²
sezione calcestruzzo	A_c	375000 mm²
larghezza minima sezione	b_w	750 mm
altezza utile	d	444 mm
	n°braccia	2
area armatura trasversale	φ	10 mm
	A_{sw}	157,08 mm²
interasse fra armature trasversali	s	150 mm
	σ_{cp}	0,00
inclin. arm. trasv. rispetto asse trave	α	90 °
inclin. puntoni cls	θ	13,95 °
coefficiente maggiorativo	α_c	1,00

1		membrature non compresse	
1	$1+\sigma_{cp}/f_{cd}$	$0<\sigma_{cp}<0.25f_{cd}$	4,7033333
1,25	1,25	$0.25<\sigma_{cp}<0.50f_{cd}$	9,4066667
2,5	$2.5(1-\sigma_{cp}/f_{cd})$	$0.50<\sigma_{cp}<f_{cd}$	
$\text{sen}^2 \vartheta =$	0,05808263		
$\text{sen} \vartheta =$	0,241003382		
$\vartheta =$	0,243399574	rad	
$\text{ctg} \vartheta =$	4,027015176		
$\text{ctg} \vartheta$ effettivo=	2,5		

Resistenza di calcolo a taglio trazione

$$V_{Rsd}=0.9*d*(A_{sw}/s)*f_{yd}*(\text{ctg}\alpha+\text{ctg}\theta)*\text{sin}\alpha \quad 409,49 \text{ KN}$$

Resistenza di calcolo a taglio compressione

$$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha*c*f'_{cd}*(\text{ctg}\alpha+\text{ctg}\theta)/(1+\text{ctg}^2\theta) \quad 972,44 \text{ KN}$$

Resistenza di taglio

$$V_{Rd}=\min(V_{Rsd},V_{Rcd}) \quad 409,49 \text{ KN}$$

$$V_{Rd}>V_{Ed} \quad \text{VERIFICATA}$$

$$\text{Tasso di lavoro} \quad 0,244$$

Essendo l'elemento sottoposto al regime di **taglio-torsione** si verifica:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} + \frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = 0.69 + 0.224 = 0.914 \leq 1$$

la verifica risulta essere dunque soddisfatta.

17 ACCETTABILITA' DEI CALCOLI

Per il controllo di accettabilità dei calcoli, si confronta il taglio in soletta dello scatolare ottenuto da semplici calcoli con il taglio ottenuto dall'output del software. Ciò permetterà di controllare il buon funzionamento di:

- Modellazione geometrica
- Modellazione dei vincoli
- Modellazione dei carichi
- Modellazione delle combinazioni di carico

Di seguito i dati necessari al calcolo manuale:

- (S) Spessore soletta=30cm
(l) Larghezza di calcolo soletta=100cm
(L) Lunghezza frame soletta=240cm
(G1k) Peso strutturale=25x0,3=7,5kN/m
(G2k) Peso ricoprimento=54kN/m
(Q1k) Tandem=30,74kN/m
(Q2k) Distribuito=9kN/m

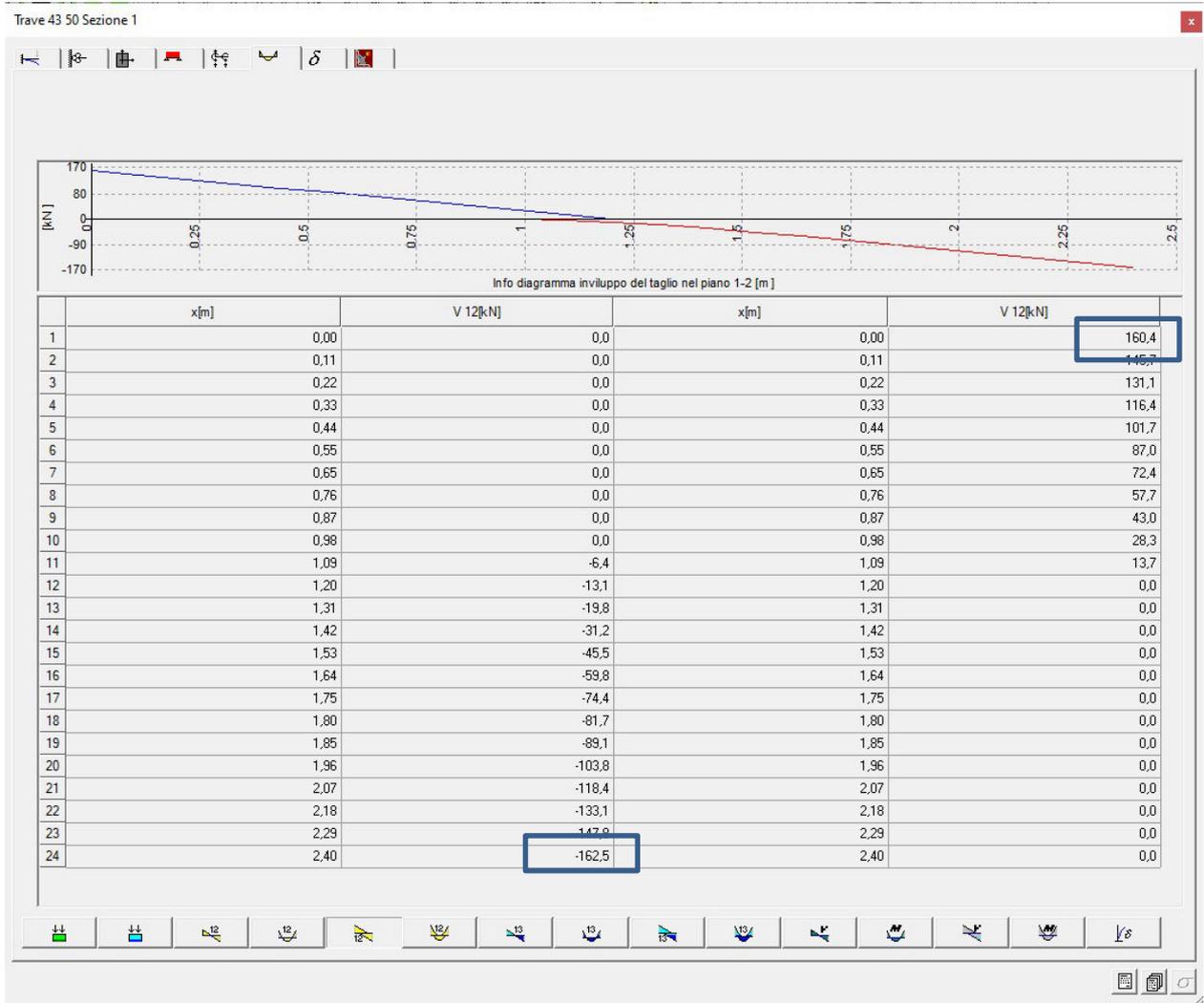
Si esegue la combinazione delle azioni per ottenere il carico distribuito totale:

$$P=1,35 \times 7,5 + 1,35 \times 54 + 1,25 \times 30,74 + 1,5 \times 9 = 131,11 \text{ kN/m}$$

$$V_{\max} = (P \times L) / 2 = 157,33 \text{ kN}$$

Si riporta un estratto del software:

RELAZIONE DI CALCOLO



I risultati sono del tutto in linea con i calcoli eseguiti a mano.

18 LICENZA SOFTWARE



LICENZA DI PRODOTTO

Numero di serie: **8904 CPRGTT**

N.01 WinStrand 2021

Data di acquisto: 16 06 2021

Utente: **Cooprogetti società cooperativa**

Indirizzo: Via della Piaggiola, 152

Città: 06024 Gubbio (PG)

Codice Fiscale: 00424850543

Partita I.V.A.: 00424850543

E-mail: assistenza@cooprogetti.it

Analisi Strutturale:	SI	Verifica Sezioni Miste:	SI
Verifica e Disegno CA:	SI	Verifica e Disegno Lastre:	SI
Verifiche Acciaio:	SI	Compositore Profili:	SI
Estensione G.D.L.:	SI	Gestore Sezioni C.A.:	SI
Pali:	SI	Verifiche e Disegno Nodi Acciaio:	NO
Preflex:	SI	Supporto Chiave Monoutente:	SI
Supporto Condivisione Software:	SI	Geo Fondazioni:	NO
Analisi non lineare:	SI	Murature:	SI
Verifica Resistenza al Fuoco:	SI	Edifici Esistenti:	SI
Verifica Aste Legno:	SI	Solai C.A.:	NO
Verifiche Acciaio Americane:	NO	Solaio Misto Legno Calcestruzzo:	NO
Verifiche Acciaio Australiane:	NO		

Scadenza InForma: **30 06 2022**



ENEXSYS S.R.L. - Via Tizzano 46/2 - 40033 Casalecchio di Reno Tel 051/57.65.05 Fax 051/57.60.06