

**NUOVA S.S. 341 "GALLARATESE" - TRATTO DA SAMARATE A CONFINE
CON LA PROVINCIA DI NOVARA - TRATTO NORD**

**STRALCIO FUNZIONALE DAL KM 6+500 (SVINCOLO S.S. 336 NORD)
AL KM 8+844 (SVINCOLO AUTOSTRADA A8)
"BRETELLA DI GALLARATE"**

PROGETTO ESECUTIVO

 Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)	 Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211	ING. RENATO DEL PRETE Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	 Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	 Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102
	 Società designata: GA&M Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	 Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	 Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970	DOTT. GEOL. DANILO GALLO Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Dott. Ing. Giancarlo LUONGO	RESPONSABILE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  Ing. Renato DEL PRETE	IL PROGETTISTA FIRMATARIO DELLA PRESTAZIONE  Ing. Valerio BAJETTI	GEOLOGO  Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE  Ing. Gaetano RANIERI
---	---	---	--	--

HL 001	H-PROGETTO STRUTTURALE-OPERE PRINCIPALI HL-SOTTOVIA ST04 - SVINCOLO SS336 - CONTROSTRADA SUD Relazione di calcolo scatolare
--------	---

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. M 533 E 1801		NOME FILE HL001-S01ST01STRRE01_A.dwg	REVISIONE A	SCALA: —
CODICE ELAB. S01ST01STRRE01				
D				
C				
B				
A	EMISSIONE	LUGLIO 2020	ING. DANIELE TUPPUTI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO
				ING. RENATO DEL PRETE
				APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA _____	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3	DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (§ 10.2) _____	5
4	MATERIALI _____	6
4.1	Calcestruzzo _____	6
4.2	Acciaio per cemento armato _____	7
4.3	Durabilità, prescrizioni sui materiali, scelta degli stati limite di fessurazione e dei copriferri _____	7
5	PARAMETRI GEOTECNICI _____	10
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA _____	11
6.1	Pericolosità sismica di base _____	11
6.2	Definizione coefficienti sismici di calcolo _____	11
6.1	Criteri e definizione dell'azione sismica _____	12
6.2	Regime di spinta delle terre _____	13
6.2.1	Spinte attive in condizioni statiche _____	13
6.2.2	Spinte a riposo _____	14
6.2.3	Spinte attive in condizioni sismiche _____	14
7	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA - SCATOLARE _____	16
8	ANALISI DEI CARICHI – SCATOLARE _____	19
8.1	Peso proprio e carichi permanenti portati _____	20
8.1	Spinta delle terre _____	20
8.1	Spinta della falda interna allo scatolare _____	22
8.2	Carichi veicolari sulla soletta superiore _____	22
8.3	Spinta sui piedritti indotte dai sovraccarichi accidentali _____	26
8.1	Frenatura _____	30
8.1	Azioni sismiche _____	31
8.1.1	Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) _____	31
8.1	Azioni termiche _____	32
8.2	Ritiro e viscosità _____	32
9	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE - SCATOLARE _____	35
9.1	Combinazioni di carico adottate _____	35
9.1.1	Combinazioni per o stato limite ultimo _____	38
9.1.2	Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione rara _____	39
9.1.3	Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione frequente _____	39
9.1.4	Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione quasi permanente _____	40

9.1.5	Combinazioni per lo stato limite ultimo di Salvaguardia della vita _____	40
9.1.6	Schemi di carico _____	40
9.2	Diagrammi delle caratteristiche delle sollecitazioni _____	55
9.2.1	Inviluppo SLU/SLV momento flettente soletta superiore e soletta di fondazione _____	55
9.2.2	Inviluppo SLU/SLV momento flettente piedritti _____	56
9.2.3	Inviluppo del taglio SLU/SLV soletta superiore e soletta di fondazione _____	56
9.2.4	Inviluppo del taglio SLU/SLV piedritti _____	57
9.3	Verifiche di resistenza ed a fessurazione _____	58
9.3.1	Soletta superiore: attacco piedritto (asta 9) _____	58
9.3.2	Soletta superiore: mezzeria (asta 12) _____	64
9.3.3	Soletta di fondazione: attacco piedritto (asta 11) _____	69
9.3.4	Soletta di fondazione: mezzeria (asta 15) _____	74
9.3.5	Piedritto: attacco soletta di fondazione (asta 2) _____	79
9.3.6	Piedritto: attacco soletta superiore (asta 6) _____	84
9.3.7	Piedritto: mezzeria (asta 4) _____	88
9.3.8	Armatura di ripartizione dello scatolare _____	93
9.4	Calcolo e verifica setti soletta superiore _____	97
9.4.1	Modello spaziale _____	97
9.4.2	Calcolo cordoli _____	100
10	VERIFICHE GEOTECNICHE - SCATOLARE _____	104
10.1	Verifica della capacità portante del terreno di fondazione _____	104
11	CALCOLO MURI D'ALA E RISVOLTO _____	107
11.1	calcolo muri _____	109
11.1.1	Muro d'ala – sezione 6-6 _____	110
11.1.2	Muro di risvolto – sezione 1-1 _____	130
11.2	Calcolo dei cedimenti _____	149
12	ALLEGATO A – SCATOLARE – CALCOLO AGLI ELEMENTI FINITI _____	149
12.1.1	Informazioni sul codice di calcolo _____	151
13	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	153
14	ALLEGATO B–TABELLE PER IL CALCOLO DELLE SOLELCITAZIONI TRASVERSALI NELLA SOLETTA SUPERIORE _____	216

1 PREMESSA

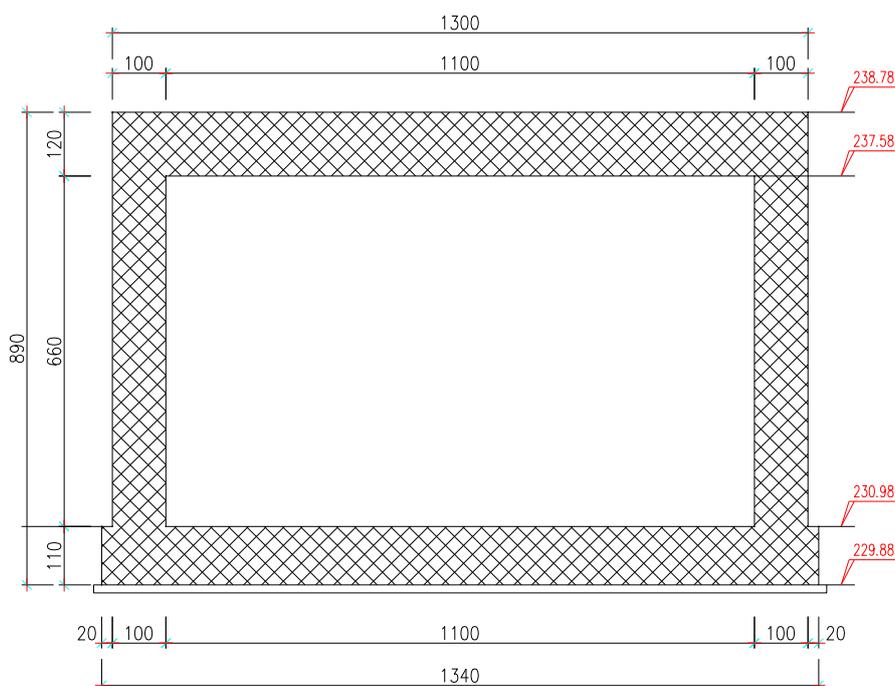
La presente relazione di calcolo riporta la descrizione, il dimensionamento, le verifiche strutturali e geotecniche dell'opera "denominata ST04", in cemento armato ordinario, del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

L'opera la cui sezione in retto misura 11,00x6,60m si sviluppa complessivamente per 21.55m. L'altezza media di ricoprimento assunta ai fini del calcolo della struttura è pari a 1,60m.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo stradale, con applicazione della Normativa sui ponti stradali D. M. Min. II. TT. del 17 gennaio 2018 – Norme tecniche per le costruzioni.

L'opera ricade in zona sismica, pertanto, saranno applicate le azioni di rito previste dalla norma, così come riportato nei capitoli successivi.

La relazione definisce le norme adottate e i materiali impiegati, identifica i carichi agenti e infine riporta le verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate.



I.1 Sezione longitudinale muro di sostegno OS71

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore di seguito elencate:

- D.P.R. 380/01 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- 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 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018);
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: "Criteri generali di progettazione strutturale";
- UNI EN 1991-2-4 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici";
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici";
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: "Carico da traffico sui ponti";
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: "Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: "Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi";
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: "Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali";
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici";
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti";
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici";
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – "Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni";
- UNI EN 11104 marzo 2004 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità", Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".

3 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (§ 10.2)

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

L'analisi e la verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo della struttura viene condotto con il programma PRO_SAP (prodotto dalla 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l. P.tta Schiatti 8/b 44100 Ferrara)

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo: PRO_SAP

Versione: 20.0.2

Produttore: (prodotto dalla 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l. P.tta Schiatti 8/b 44100 Ferrara)

Utente: Eng Service sas

Licenza: dsi2955

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice 2SI Software e Servizi per l'Ingegneria srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova (verificabili dal sito ufficiale dell'azienda) in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

4 MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

Per la realizzazione dello **scatolare e muri d'ala** si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe C28/35 ($R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$) per le fondazioni che presenta le seguenti caratteristiche:

$R_{ck} = 35 \text{ MPa}$	valore caratteristico della resistenza cubica a compressione
$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$	valore caratteristico della resistenza cilindrica a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 37.05 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza cilindrica a compressione
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.835 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza a trazione semplice
$f_{ctk}(5\%) = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.984 \text{ MPa}$	valore caratteristico (frattile 5%) della resistenza a trazione semplice
$f_{ctk}(95\%) = 1.3 \cdot f_{ctm} = 3.685 \text{ MPa}$	valore caratteristico (frattile 95%) della resistenza a trazione semplice
$f_{ctfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = 3.40 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza a trazione per flessione
$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 32588 \text{ MPa}$	valore medio del modulo di elasticità longitudinale
$\nu = 0.15$	coefficiente di Poisson
$\alpha = 1.0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	coefficiente di dilatazione termica
$\alpha_{cc} = 0.85$	fattore di riduzione per carichi di lunga durata
$\gamma_c = 1.5$	coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 16.45 \text{ MPa}$	valore di calcolo della resistenza a compressione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.32 \text{ MPa}$	valore di calcolo della resistenza a trazione
$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 17.43 \text{ MPa}$	resistenza a compressione per le combinazioni di carico Rare;
$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.07 \text{ MPa}$	resistenza a compressione per le combinazioni di carico Quasi Permanenti
$\alpha_{th}^{dis} = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$	coefficiente di espansione termica

Per la realizzazione delle **elevazioni dello scatolare e muri d'ala** si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe C32/40 ($R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$	valore caratteristico della resistenza cubica a compressione
$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.20 \text{ MPa}$	valore caratteristico della resistenza cilindrica a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza cilindrica a compressione
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza a trazione semplice
$f_{ctk}(5\%) = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ MPa}$	valore caratteristico (frattile 5%) della resistenza a trazione semplice
$f_{ctk}(95\%) = 1.3 \cdot f_{ctm} = 4.03 \text{ MPa}$	valore caratteristico (frattile 95%) della resistenza a trazione semplice
$f_{ctfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = 3.72 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza a trazione per flessione
$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 33643 \text{ MPa}$	valore medio del modulo di elasticità longitudinale
$\nu = 0.15$	coefficiente di Poisson
$\alpha = 1.0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	coefficiente di dilatazione termica
$\alpha_{cc} = 0.85$	fattore di riduzione per carichi di lunga durata

$\gamma_c = 1.5$	coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 18.81 \text{ MPa}$	valore di calcolo della resistenza a compressione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45 \text{ MPa}$	valore di calcolo della resistenza a trazione
$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.92 \text{ MPa}$	resistenza a compressione per le combinazioni di carico Rare;
$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$	resistenza a compressione per le combinazioni di carico Quasi Permanenti
$\alpha_{th}^{cls} = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$	coefficiente di espansione termica

4.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio saldabile del tipo B450C controllato in stabilimento caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$$f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t \text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$$

L'acciaio B450C deve rispettare le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Proprietà	Requisito	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq 450 \text{ MPa}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq 540 \text{ MPa}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1.15 ≤ 1.35	10.0
$(f_t/f_{y \text{ nom}})_k$	≤ 1.25	10.0
Allungamento totale al carico massimo (A_{gt})	$\geq 7.5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12$	4ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16$	5ϕ	
$16 < \phi \leq 25$	8ϕ	
$25 < \phi \leq 40$	10ϕ	

T.1 Caratteristiche dell'acciaio

La resistenza di calcolo dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è pari a:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa}$$

essendo:

$$\gamma_s = 1.15$$

il coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio. L'acciaio B450C è idoneo per la realizzazione di strutture in zone sismiche.

Il modulo di elasticità è pari a:

$$- E_a = 210 \text{ 000 N/mm}^2$$

Il coefficiente di espansione termica è pari a:

$$- \alpha_{th}^a = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$$

4.3 DURABILITÀ, PRESCRIZIONI SUI MATERIALI, SCELTA DEGLI STATI LIMITE DI FESSURAZIONE E DEI COPRIFERRI

Il calcestruzzo deve essere in grado di resistere in maniera soddisfacente alle condizioni ambientali e di lavoro cui è sottoposto durante la vita dell'opera. Nella presente sezione si valutano pertanto le caratteristiche dei calcestruzzi (resistenza caratteristica, copriferri, ecc..) da impiegare

per la realizzazione delle diverse parti dell'opera in oggetto tali da conseguire il requisito di durabilità richiesto.

In relazione alle classi di esposizione ambientale definite nella UNI EN 206-1 e nella UNI 11104, sono state attribuite ai diversi elementi strutturali le seguenti classi di esposizione alle quali sono state associate le condizioni ambientali (vedi Tabella 4.1.III delle NTC 2018):

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

fondazione scatolare	XC2	c.a. ordinarie
strutture in elevazione	XC3 + XD1	c.a. aggressive

Nella seguente tabella si riportano i valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in funzione delle classi di esposizione (vedi Prospetto 4 delle NTC 2018) per i diversi elementi strutturali.

Classe di esposizione	Fondazione	Strutture di elevazione	
	XC2	XC3	XD1
Massimo rapporto a/c	0.60	0.55	0.55
Minima classe di resistenza	C25/30	C28/35	C28/35
Minimo contenuto in cemento	300	320	320

T.1 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

L'armatura deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto della tolleranza di posa delle armature.

La distanza tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h , ovvero:

$$c_{nom} = c_{min} + h.$$

La tolleranza di posizionamento delle armature h è assunta pari a 5 mm se vengono seguite in sistema di controllo della qualità oppure pari a 10 mm.

Considerata la classe di esposizione ambientale dell'opera, la tipologia dell'opera e la classe del calcestruzzo impiegato, i valori del copri ferro minimo (vedi Tabella C4.1.IV della Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7) sono riportati nella seguente tabella:

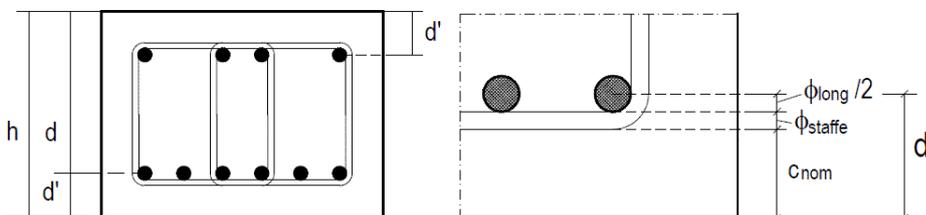
Elemento	Classe	Condizioni ambientali	Tipo elemento	Confronto classe	Copriferro minimo (mm)
Fondazione	C28/35	ordinarie	piastra	$C_{min} \leq C < C_0$	25
Muri	C32/40	aggressive	piastra	$C_{min} \leq C < C_0$	35
Traverso	C32/40	aggressive	piastra	$C_{min} \leq C < C_0$	35

T.2 Copriferrini minimi

I valori riportati in tabella si riferiscono ad opere, come quella in esame, con vita nominale di 50 anni, Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC 2018, (nel caso in cui $V_n=100$, i valori della Tabella C4.1.IV sono incrementati di 10 mm).

Pertanto, si assume come copriferrino per i muri di sostegno un valore pari a $C_{nom}=C_{min}+ h= 45$ mm.

Classe di esposizione ambientale	Copriferro $C_{min,dur}$ [mm]							
	15	25	30	35	40	45	50	55
XC1	C25/30, 0.60, 300							
XC2	C25/30, 0.60, 300							
XC3	C28/35, 0.55, 320							
XC4	C32/40, 0.50, 340							
XD1	C28/35, 0.55, 320							
XD2	C35/45, 0.45, 360							
XD3	C35/45, 0.45, 360							
XS1	C28/35, 0.55, 320							
XS2	C35/45, 0.45, 360							
XS3	C35/45, 0.45, 360							
XF1	C28/35, 0.50, 320							
XF2 - XF3	C25/30, 0.50, 340							
XF4	C28/35, 0.45, 360							
XA1	C28/35, 0.55, 320							
XA2	C32/40, 0.50, 340							
XA3	C35/45, 0.45, 360							



5 PARAMETRI GEOTECNICI

I **parametri geotecnici di calcolo** utilizzati nelle verifiche geotecniche sono i seguenti valori indicati tra parentesi, corrispondenti ai valori medi del range di variabilità indicati per ogni unità geotecnica d'interesse:

Unità geotecnica	Descrizione	γ_n (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ (°)	E (MPa)
Ug1a	Ghiaia in matrice sabbiosa e sabbia con ghiaia	18-20 (19)	0-5 (3)	27-34 (30)	10-40 (25)
Ug1	Ghiaia in matrice sabbiosa	19-21 (20)	0	35-40 (37)	70-130 <25m 150-200 >25m (100)
Ug2	Sabbia e sabbia limosa con ghiaia	18-20 (19)	0-10 (5)	30-35 (32)	80-130 <25m 150-200 >25m (100)

T.3 Parametri geotecnici

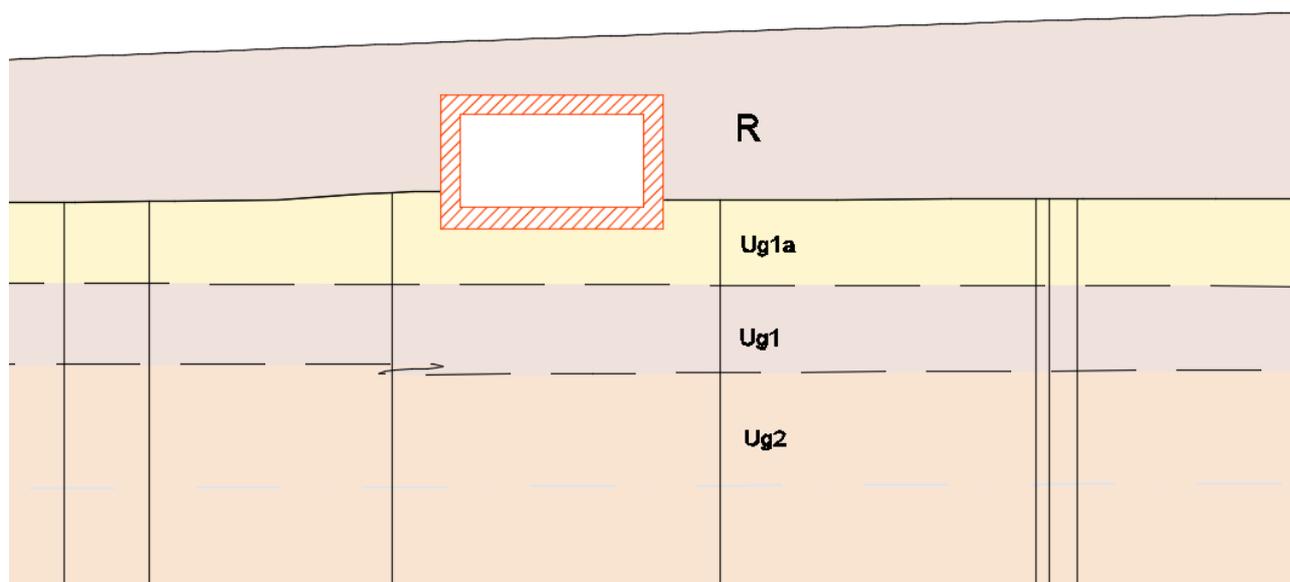
Le unità geotecniche Ug3 ed Ug4 sono presenti oltre i 45m, dunque non sono interessate direttamente dalle opere in progetto.

Il coefficiente di sottofondo del terreno di fondazione è pari a: $K_{w,v} = 30000 \text{ kN/m}^3 = 3\text{kg/cm}^3$.

Per il corpo del rilevato sono assunti i seguenti parametri geotecnici:

corpo rilevato: $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$ $c' = 0 \text{ kPa}$ $\Phi' = 37^\circ$

Il livello della falda risulta essere sempre profondo lungo l'intero intervento, tra i 20÷35 m di profondità rispetto al piano campagna. Pertanto, le verifiche sono state condotte trascurando la presenza della falda, in quanto non interessata direttamente o indirettamente dalla costruzione dell'opera.



I.2 Profilo geotecnico con ubicazione del sottopasso

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

6.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Il progetto in esame ricade nel Comune di Gallarate. La pericolosità sismica, in accordo alle NTC 2018, è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite al § 3.2.1 NTC 2018, nel periodo di riferimento V_R come definito al § 2.4 NTC 2018.

Considerando un livello elevato di prestazione dell'opera in esame (Tab. 2.4.I delle NTC 2018) al quale corrisponde una vita nominale $V_N = 50$ anni e una classe d'uso IV con $C_u = 2$ (Tab. 2.4.II delle NTC 2018), si ha un periodo di riferimento $V_R = 100$ anni, corrispondente a uno stato limite di salvaguardia della vita (SLV) relativo a una probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R pari al 10%

Sulla base di quanto riportato nella relazione geotecnica, i terreni presenti nell'area in esame appartengono alla categoria di sottosuolo C.

Per quanto riguarda il coefficiente topografico, per configurazioni topografiche semplici, si può adottare la classificazione come da Tabella 3.2.V delle NTC 2018; nel caso in esame si considera la categoria T1.

Il coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_S \cdot S_T$$

con

S_S : coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T : coefficiente di amplificazione topografica

Definito in accordo alle espressioni e ai valori forniti nelle Tab. 3.2.IV e 3.2.V delle NTC 2018:

Nel caso specifico, riassumendo, si ha:

Parametro	Simbolo	U.M.		SLU
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.045
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.634
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T_c^*			0.302
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	S_s		C	1.500
Categoria topografica - Coefficiente topografico	S_t		T1	1.000

T.4 Parametri per la valutazione dell'azione sismica

6.2 DEFINIZIONE COEFFICIENTI SISMICI DI CALCOLO

Il coefficiente sismico orizzontale è determinato mediante la seguente relazione:

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

Come nel caso statico, anche in condizioni sismiche è necessario distinguere tra:

- muri indeformabili;
- muri deformabili;
- muri molto deformabili;

Nella prima classe di muri (**muri indeformabili**) possono essere inclusi i manufatti aventi pareti adeguatamente contrastate, quali, ad esempio, gli scatolari. In questo caso è opportuno adottare spinte sismiche secondo la teoria di Wood (1973).

Nella categoria dei **muri deformabili** si possono includere le pareti sufficientemente deformabili grazie alla loro snellezza ma tuttavia sostanzialmente vincolate, in qualche modo, ad altre strutture, come ad esempio le pareti di manufatti a U. In questo caso potranno essere considerate spinte comprese tra valori a riposo e attive, in ragione della deformabilità. Queste ultime (sismiche attive) saranno valutate assumendo

$$(SLV) k_h = \beta_m \cdot a_{max}/g, \text{ con } \beta_m=1$$

Nella categoria dei **muri molto deformabili** per i quali possono essere ipotizzati significativi spostamenti relativi tra muro e terreno, si possono includere, ad esempio, i muri di sostegno fondati su fondazioni dirette. In questo caso si assumeranno certamente spinte attive, da valutarsi, introducendo nel caso sismico un coefficiente β_m in accordo con la Tabella 7.11.II di NTC2018.

$$(SLV) k_h = \beta_m \cdot a_{max}/g \text{ (}\beta_m \text{ da Tab 7.11.I)}$$

in questo caso $\beta_m = 0.38$,

Seguono ora i criteri generali di valutazione delle spinte, applicabili a geometrie ordinarie.

Il muro di sostegno può essere considerato come libero di ruotare intorno al piede. Il coefficiente β_m viene pertanto determinato secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" – § 7.11.6.2.1. I coefficienti sismici in direzione orizzontale e verticale risultano dunque pari a:

$$k_h = 0.026$$

$$k_v = 0.013$$

Lo stato limite di ribaltamento è trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

6.1 CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non strutturali, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;

nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di Danno (SLD) s'intende che l'opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, in conformità al § 4.1.2.2.5 (NT).

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; per la funzione che l'opera deve espletare

nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto § 7.9.2., assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Le azioni sismiche sono valutate in relazione al periodo di riferimento della struttura, che si ricava moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

I.1 Tabella 6.1 Valori del coefficiente d'uso C_U

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il **periodo di ritorno** dell'azione sismica T_R espresso in anni vale:

$$T_R(SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})}$$

6.2 REGIME DI SPINTA DELLE TERRE

6.2.1 Spinte attive in condizioni statiche

Ad una generica profondità z , nel caso di terreno puramente granulare, lo sforzo orizzontale totale $\sigma_A(z)$ sulla parete è dato da:

$$\sigma_A(z) = K_A \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z) \quad (6-1)$$

In cui

$\sigma_v(z)$ = sforzo verticale totale alla generica profondità, ossia il peso della colonna di terreno e di acqua soprastante la quota z .

$u(z)$ = pressione dell'acqua alla generica profondità

Il coefficiente di spinta attiva K_A può, in genere, essere assunto pari a

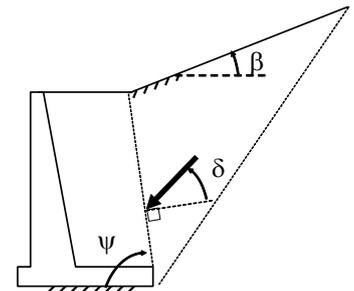
$$K_A = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \quad (6-2)$$

È possibile, tuttavia, mettere in conto l'angolo d'attrito δ tra terra e muro, assumendo quindi che la spinta sia inclinata, rispetto alla normale alla superficie di contatto tra muro e terreno, di un angolo δ .

In questo caso il coefficiente di spinta attiva può essere valutato con le note formule derivate dalla teoria di Coulomb e sviluppate da Muller-Breslau.

CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA - Teoria di Coulomb

$$K_A = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi)}{\text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\psi - \delta)\text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad (6-3)$$



Operando nell'ambito del metodo agli stati limite, nelle formule precedenti, va introdotto l'angolo d'attrito di calcolo, cioè $\tan(\phi_d) = \tan(\phi_k) / \gamma_\phi$ se si opera nell'ambito di una combinazione GEO (ad esempio A2+M2+R2).

6.2.2 Spinte a riposo

Ad una generica profondità z , nel caso di terreno puramente granulare, lo sforzo orizzontale totale $\sigma_0(z)$ sulla parete è dato da:

$$\sigma_0(z) = K_0 \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z) \quad (6-4)$$

In cui, nel caso di piano campagna orizzontale, il coefficiente di spinta a riposo K_0 se non diversamente definito, può essere assunto pari a

$$K_0 = (1 - \sin(\phi)) \cdot \sqrt{\text{OCR}} \quad (6-5)$$

Con $\text{OCR} = \text{GSC} =$ grado di sovraconsolidazione.

6.2.3 Spinte attive in condizioni sismiche

Nell'ambito dell'approccio pseudo-statico, il complesso muro + terreno mobilitato è pensato soggetto ad un'accelerazione sismica uniforme avente le seguenti componenti

Orizzontale = $k_h \cdot g$ Verticale = $k_v \cdot g$

La spinta totale attiva su un paramento di altezza pari ad H è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K_{A,E} H^2 + E_{ws} + E_{wd} \quad (6-6)$$

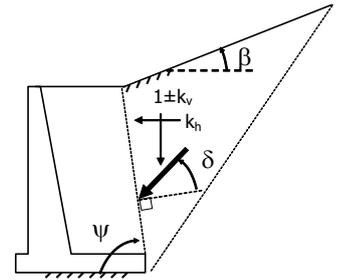
Il primo termine è la spinta attiva dovuta allo scheletro solido, il secondo termine E_{ws} è la risultante delle pressioni idrostatiche ed il terzo E_{wd} è la risultante delle sovrappressioni interstiziali.

I coefficienti di spinta attiva sono dati dalle seguenti espressioni (Mononobe & Okabe, nel seguito M-O):

CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA – Teoria di M-O

$$\beta \leq \phi - \theta: K_{A,E} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K_{A,E} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \text{sen}^2 \psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$$



(6-7)

Operando nell'ambito del metodo agli stati limite, nelle formule precedenti, va introdotto l'angolo d'attrito di calcolo, cioè $\tan(\phi_d) = \tan(\phi_k) / \gamma_\phi$ se si opera nell'ambito di una combinazione GEO (ad esempio A2+M2+R2).

A seconda della definizione del peso specifico γ^* del cuneo e dell'angolo θ definito come l'angolo, rispetto alla verticale, fra le azioni esterne orizzontali e quelle verticali agenti sul cuneo di spinta di volume V , l'espressione generale può essere utilizzata per tre diverse condizioni nelle quali può trovarsi il rilevato.

6.2.3.1 Sovrappinte sismiche su muri in grado di spostarsi

a) si calcola la spinta attiva in condizioni statiche ($S_{A,S}$)

b) si calcola la quota parte efficace di spinta sismica E_d dovuta alla terra:

$$S_{A,E} = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K_{A,E} H^2$$

Nel caso di terreno eterogeneo, la spinta attiva è calcolata considerando la variabilità di $K_{A,sismico}$. Nel caso di terreno omogeneo ma parzialmente in falda, si suggerisce di adottare l'approccio sopra indicato, piuttosto che introdurre diversi valori dei coefficienti di spinta.

c) si calcola l'incremento di spinta dovuto alla terra in caso di sisma (componente efficace):

$$\Delta S_A = S_{A,E} - S_{A,S}$$

d) Nel caso di muri che possano ruotare alla base, si può considerare che tale incremento abbia una risultante nello stesso punto della risultante delle spinte statiche

e) Negli altri casi si può assumere che tale azione si distribuisca uniformemente sulla parete, il che equivale ad applicare un carico uniformemente distribuito pari a:

$$q = \Delta S_A / H$$

1. **Componente idrostatica:** è applicata come nel caso statico

2. **Componente idrodinamica (E_{wd}):** se esiste, è applicata considerando la seguente distribuzione di pressioni:

$$q_{wd}(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{H \cdot z} \quad \text{con } z \text{ quota del generico punto rispetto la base della parete.}$$

6.2.3.2 Sovraspinte sismiche su muri non in grado di spostarsi

In questo caso l'utilizzo delle equazioni di M-O non è raccomandato. Le spinte delle terre, sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere quindi calcolato attraverso la nota formulazione di Wood (1973) come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2 = a_{max} / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

Con h_{tot} = altezza del muro.

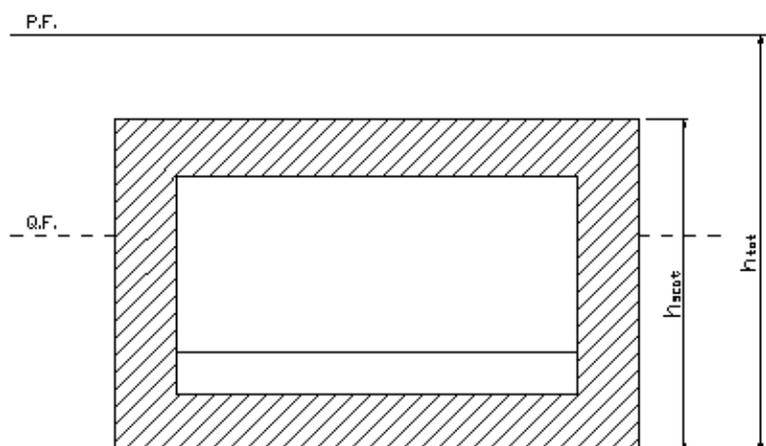
Questa spinta è applicata come una distribuzione uniforme lungo l'altezza h_{tot} .

Nel caso di scatolare, si assumerà $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$ = peso di volume del materiale compattato del rilevato.

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto $h_{scat}/2$, con " h_{tot} " altezza dalla fondazione dello scatolare al piano stradale e h_{scat} l'altezza dello scatolare.

Essendo " ΔP_d " la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul piedritto dello scatolare.

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.



I.1 Altezze di riferimento per il calcolo dell'azione sismica

7 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA - SCATOLARE

La struttura scatolare, risulta essere abbastanza regolare se non limitatamente alla soletta superiore, che presenta dei cordoli di irrigidimento necessari alla installazione delle barriere di sicurezza oltre a contenere il rilevato stradale a differenti quote d'imposta, relativamente alle corsie presenti.

Pertanto si è proceduto al calcolo classico di una struttura piana di larghezza unitaria.

Al fine di verificare la correttezza di detta assunzione, si è comunque modellato la struttura come solido con elementi shell che ricreano esattamente la stessa nella sua geometria.

Di detta analisi se ne darà contezza in apposito capitolo inerente la verifica dei cordoli porta-barriere, dove oltre alla verifica classica degli stessi secondo gli schemi delle scienze delle costruzioni ci sarà anche lo spazio per il commento dei risultati ottenuti dal sopra citato modello.

Il calcolo della struttura viene condotto con il programma PRO_SAP (prodotto dalla 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l. P.tta Schiatti 8/b 44100 Ferrara)

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema piano della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo BEAM (trave)
- Elemento tipo BOUNDARY (molla)
- Elemento tipo STIFFNESS (matrice di rigidezza)

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti. Si è assunto lo schema statico di telaio chiuso. La mesh è composta da 16 beam elements e da 16 nodi (figure 2a e 2b); l'output di calcolo viene raccolto nell'allegato.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

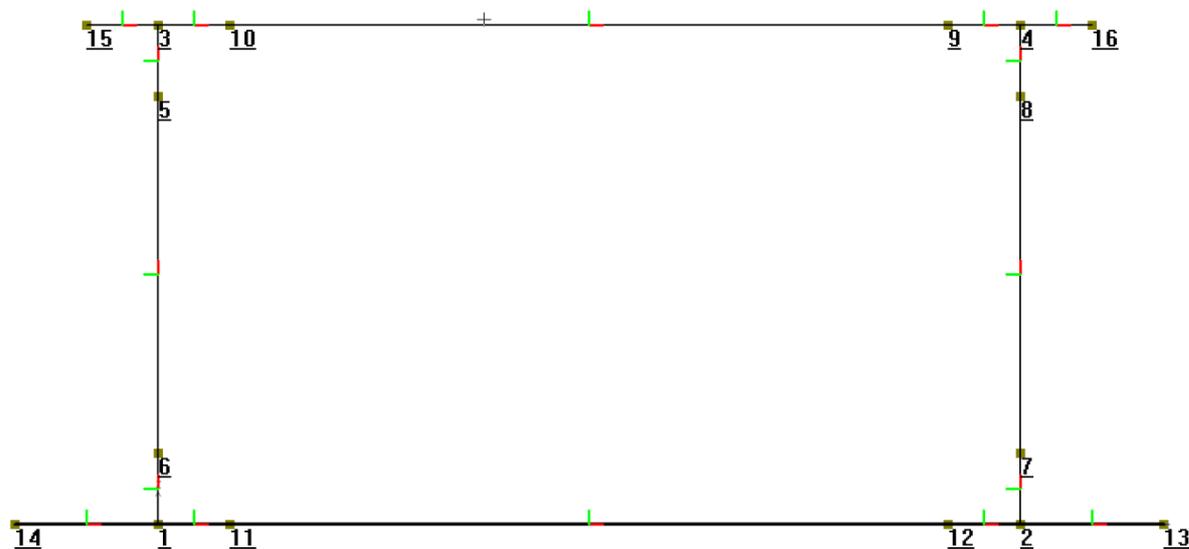
Agli effetti delle caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare $b \times h = 120 \times S_s$ cm per la soletta superiore
- una sezione rettangolare $b \times h = 110 \times S_f$ cm per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare $b \times h = 100 \times S_p$ cm per i piedritti

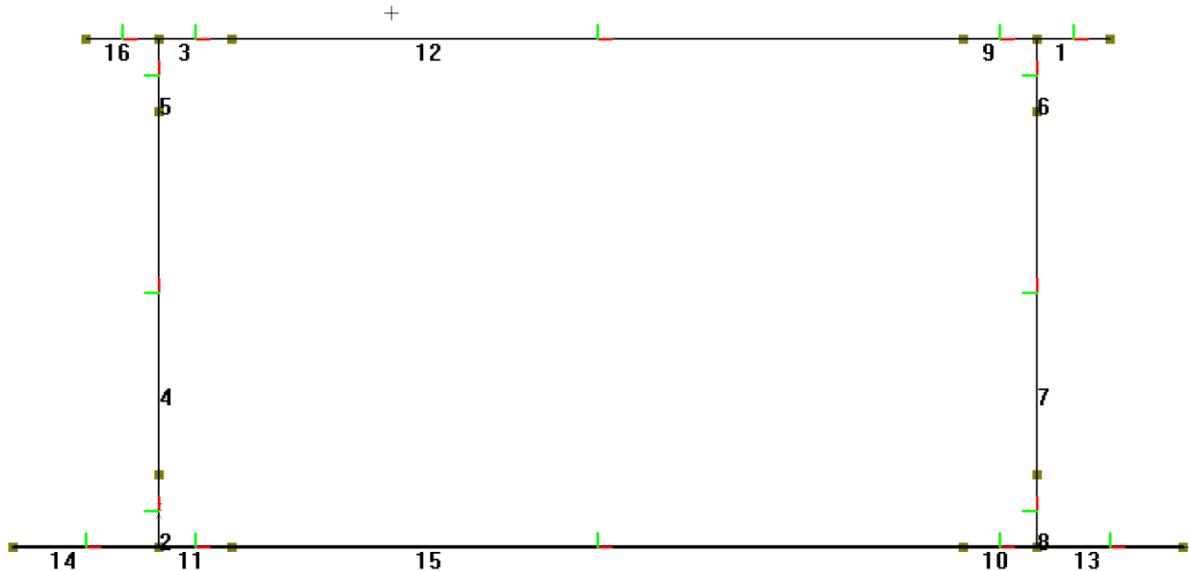
Per le aste del reticolo si è assunto:

$E_c = 32588 / 33643$ N/mm² ; modulo elastico del calcestruzzo rispettivamente per classe di resistenza C28/35 e C24/40.

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle figure seguenti:



1.2 Numerazione dei nodi



1.3 Numerazione delle aste

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti. Si è assunto lo schema statico di telaio chiuso. La mesh è composta da 16 beam elements e da 16 nodi (figure precedenti); l'output di calcolo viene raccolto nell'allegato.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata nel seguente modo:

- $W_s = K_s / (b t \times b l) =$ caratteristica elastica della generica molla

dove:

- $K_s =$ costante di sottofondo $[F/L^3]$

- $b t =$ interasse trasversale di competenza della generica molla

- $b l =$ interasse longitudinale di competenza della generica molla ($= 1.00 \text{ m}$)

Nei calcoli riportati nel presente documento verrà assunto il valore seguente:

$$K_s = 30000 \text{ kN/m}^3$$

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

8 ANALISI DEI CARICHI – SCATOLARE

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione n°24 Condizioni Elementari di carico (CDC1÷ CDC 24), di seguito determinate.

Si considerano nel calcolo delle sollecitazioni agenti nel tombino i seguenti carichi. I dettagli relativi a ciascuna condizione di carico sono riportati nei paragrafi di analisi dei carichi.

CDC	Tipo	Sigla Id
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
2	Gk	CDC=Gk (permanenti portati)
3	Gk	CDC=Gk (spinta a riposo piedritto sx)
4	Gk	CDC=Gk (spinta a riposo piedritto dx)
5	Gk	CDC=Gk (spinta attiva piedritto sx)
6	Gk	CDC=Gk (spinta attiva piedritto dx)
7	Qk	CDC=Qk (spinta idraulica interna)
8	Qk	CDC=Qk (Q1k centrato)
9	Qk	CDC=Qk (Q1k filo piedritto dx)
10	Qk	CDC=Qk (Q1k filo piedritto sx)
11	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kN/m ²)
12	Qk	CDC=Qk (Accidentale su piedritto sx)
13	Qk	CDC=Qk (Accidentale su piedritto dx)
14	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto sx)
15	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto dx)
16	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto sx)
17	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto dx)
18	Qk	CDC=Qk (frenatura)
19	Qk	CDC=Qk (Sisma orizzontale)
20	Qk	CDC=Qk (Sisma verticale)
21	Qk	CDC=Qk (Spinta idrodinamica)
22	Qk	CDC=Qk (Variazione termica uniforme)
23	Qk	CDC=Qk (Variazione termica lineare su soletta e piedritti)
24	Qk	CDC=Qk (Ritiro differenziale soletta)

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 25 kN/m³
- rilevato 20,00 kN/m³
- pavimentazione (spessore 0,21m) 22,00 kN/m³

8.1 PESO PROPRIO E CARICHI PERMANENTI PORTATI

Per quanto riguarda la soletta superiore, attesa la variabilità del ricoprimento si è operato individuando il ricoprimento medio dell'opera di circa 1.60m

Soletta superiore

Peso proprio	1.20 *	25	=	27.50 kN/m ²
Peso eventuale pendenza estradosso	0.10 *	24	=	2.40 kN/m ²
Peso sovrastruttura stradale	1.29 *	20	=	25.80 kN/m ²
Peso sovrastruttura stradale	0.21 *	22	=	4.62 kN/m ²
Totale				60.32 kN/m²

Soletta inferiore

peso proprio	1,10	* 25,00	=	27,50	kN/m ²
peso sovrastruttura stradale	1,30	* 22,00	=	28,60	kN/m ²
totale				56,10	kN/m²

Piedritti

peso proprio	1,00	* 25,00	=	25,00	kN/m ²
--------------	------	---------	---	--------------	-------------------

Tali carichi vengono considerati nelle condizioni di carico elementari CDC 1-2, in particolare nella CDC1 sono presenti i pesi propri della struttura, nella condizione di carico CDC2 i carichi permanenti portati.

8.1 SPINTA DELLE TERRE

Il reinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale di buone caratteristiche meccaniche, in accordo a quanto riportato al paragrafo 5 del presente documento.

La spinta del terreno assume un andamento lineare con la profondità secondo la legge:

$$p_h = \lambda \gamma_t Z$$

dove si considera come coefficiente di spinta λ il coefficiente di spinta attiva o a riposo a seconda dell'elemento strutturale di cui si vogliono massimizzare le sollecitazioni

1) In presenza di falda esterna allo scatolare

Le pressioni del terreno relative alla spinta a riposo, in corrispondenza dei nodi caratteristici dei piedritti, risultano essere le seguenti:

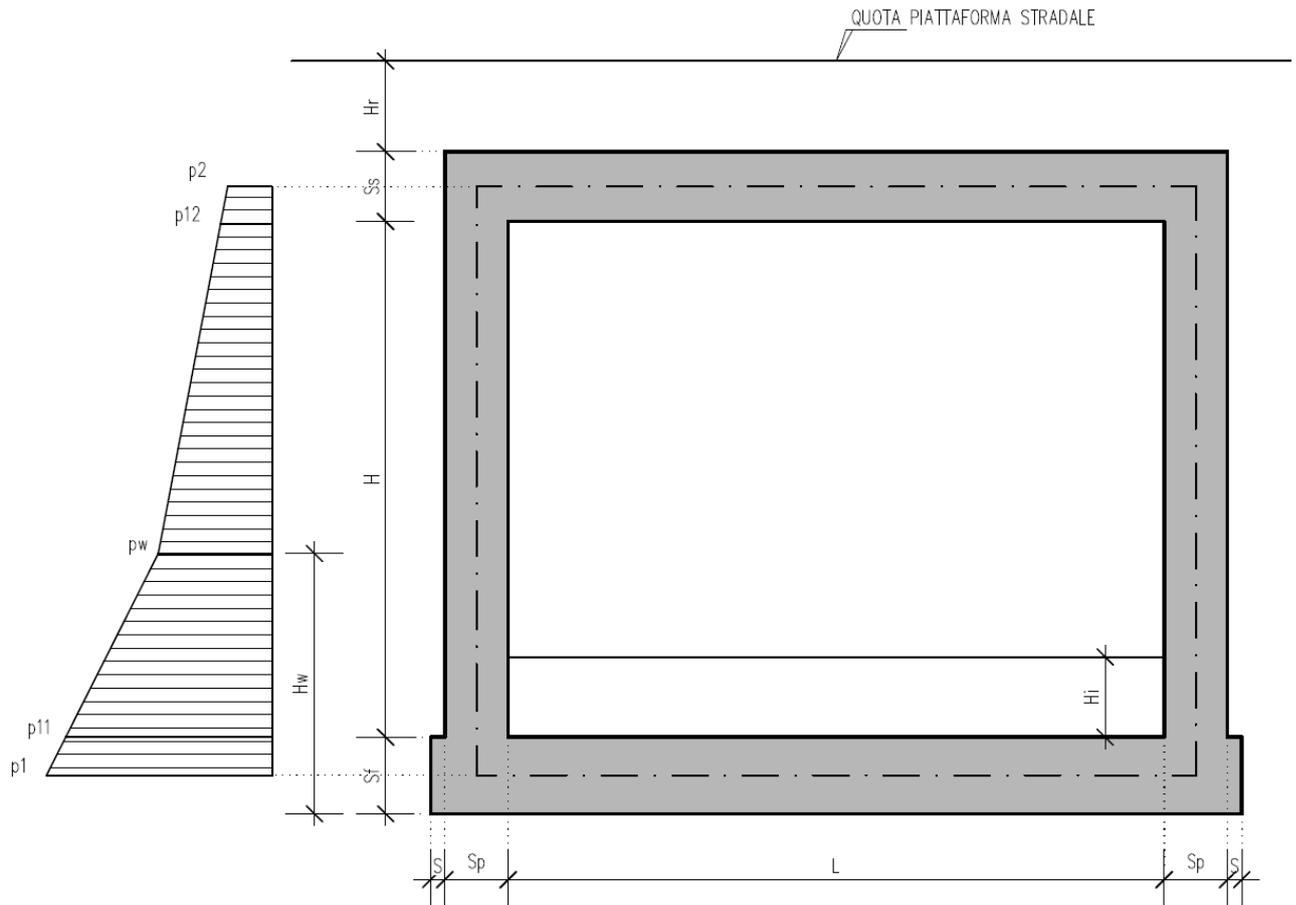
$$\begin{aligned}
 p_2 &= (22,00 * 0,21 + 20,00 * 1,29) * 0,398 &= 17,44 & \text{kN/m}^2 \\
 p_{12} &= p_2 + (19,00 * 0,6) * 0,398 &= 21,98 & \text{kN/m}^2 \\
 p_w &= p_{12} + (19,00 * 7,15) * 0,398 &= 76,05 & \text{kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Tali spinte vengono considerate nella Condizione Elementare (CDC 3) sul piedritto sx e nella Condizione Elementare (CDC 4) sul piedritto dx.

Le pressioni del terreno relative alla spinta attiva, in corrispondenza dei nodi caratteristici dei piedritti, risultano essere le seguenti:

$$\begin{aligned}
 p_2 &= (22,00 * 0,21 + 20,00 * 1,29) * 0,249 &= 8,08 & \text{ kN/m}^2 \\
 p_{12} &= p_2 + (19,00 * 0,6) * 0,249 &= 10,19 & \text{ kN/m}^2 \\
 p_w &= p_{12} + (19,00 * 7,15) * 0,249 &= 35,24 & \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Tali spinte vengono considerate nella Condizione Elementare (CDC 5) sul piedritto sx e nella Condizione Elementare (CDC 6) sul piedritto dx.



Nelle combinazioni di carico verranno considerate:

- 1) Spinta a riposo su entrambi i piedritti;
- 2) Spinta attiva su ambo i piedritti;
- 3) Spinta a riposo su piedritto sx e spinta attiva su piedritto dx;

La condizione di spinta 3) serve a mettere in conto possibili situazioni (anche temporanee) di disomogeneità nei costipamenti o altre condizioni che possano generare situazioni di spinte asimmetriche sull'opera. La condizione di spinta attiva, sebbene poco realistica considerando le caratteristiche dell'opera, viene comunque considerata a favore di sicurezza per massimizzare i valori delle sollecitazioni flessionali in corrispondenza delle mezzerie delle solette.

Naturalmente queste spinte saranno opportunamente combinate, utilizzando i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

8.1 SPINTA DELLA FALDA INTERNA ALLO SCATOLARE

Assente

(Condizione Elementare CDC 7)

8.2 CARICHI VEICOLARI SULLA SOLETTA SUPERIORE

I casi di carico CDC8, CDC9, CDC10 e CDC11 sono relativi agli effetti indotti sulla soletta superiore dai carichi veicolari agenti in corrispondenza della sovrastruttura stradale. I carichi di riferimento sono descritti nel paragrafo 5.1.3.3 del D.M. 17/01/2018.

In particolare lo schema di carico 1 è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem e da carichi uniformemente distribuiti ; i carichi concentrati sono pari a:

$Q_{1k} = 300$ kN ad asse ($300 + 300 = 600$ kN) su corsia n.1 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

$Q_{2k} = 200$ kN ad asse ($200 + 200 = 400$ kN) su corsia n.2 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

$Q_{3k} = 100$ kN ad asse ($100 + 100 = 200$ kN) su corsia n.3 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

Si ipotizza che tali carichi siano applicati su un'impronta rettangolare pari a 2.4 x 1.60 m (1.6 m sviluppo parallelo alla corsia di traffico, 2.4 m sviluppo perpendicolare), ovvero pari all'ingombro complessivo esterno del tandem. Per quanto riguarda i carichi uniformemente distribuiti (associati ai carichi tandem) si considera prudenzialmente il carico $q_{1k} = 9$ kN/m² applicato a tutte le colonne di carico (la norma prevede l'applicazione dalla seconda alla n-esima corsia di un carico ridotto da 2.5 kN/m²).

I carichi tandem vengono posizionati ortogonalmente all'asse del sottovia e vengono ripartiti sia in direzione longitudinale che trasversale dal piano stradale al piano medio della soletta superiore. Si assume che la diffusione avvenga con un angolo di 30° attraverso il rilevato stradale (in accordo al punto C5.1.3.3.5.1 della circolare ministeriale del 21/01/2019) e con un angolo di 45° nella soletta superiore del tombino. L'effetto dei carichi tandem sulla soletta superiore viene pertanto messo in conto attraverso la determinazione di un carico equivalente distribuito q_{eq} a cui si somma il carico uniforme $q_{1k} = 9$ kN/m².

Ai fini del calcolo della ripartizione dei carichi accidentali si assume cautelativamente un'altezza di ricoprimento $H_r = m$.

Diffusione del carico tandem in direzione longitudinale (parallela all'asse stradale)

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale è pari a:

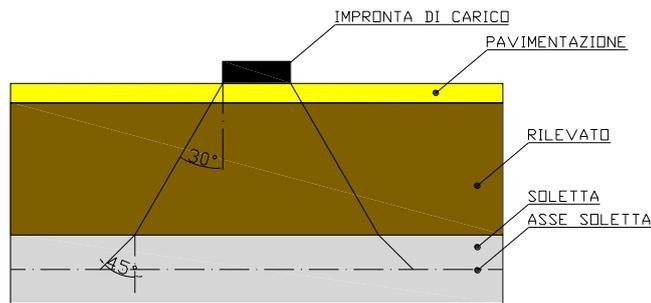
$$L_{dl} = 1.6 \text{ m} + 2x [\tan 30^\circ \times H_r + \tan 45^\circ \times S_g/2]$$

Nel caso in esame risulta:

$$L_{dl} = 1.60 + 2 \quad * \quad (\quad 1.60 \quad * \quad \text{tg}30^\circ + 0,60 \quad) = \mathbf{4,65} \quad \text{m}$$

Diffusione del carico tandem in direzione trasversale (ortogonale all'asse stradale)

In direzione trasversale alla strada detta L_{dt} la larghezza di diffusione del carico trasversale dal piano stradale alla quota del piano medio della soletta superiore, assumendo che detta diffusione avvenga con angolo di diffusione di 30° attraverso il rilevato stradale e di 45° sino al piano medio della soletta superiore



risulta:

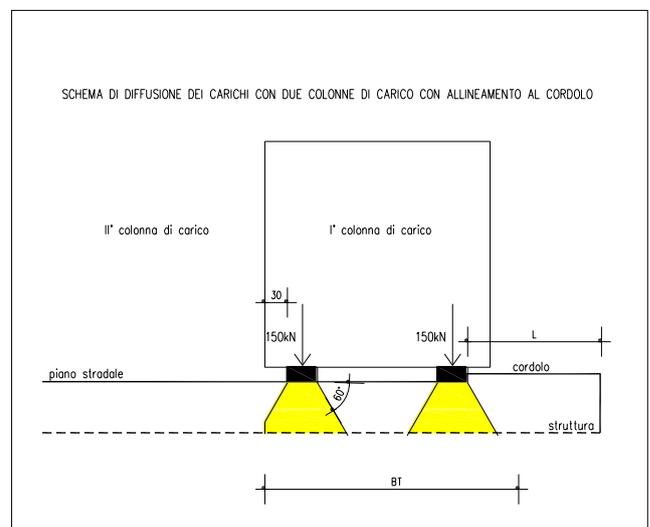
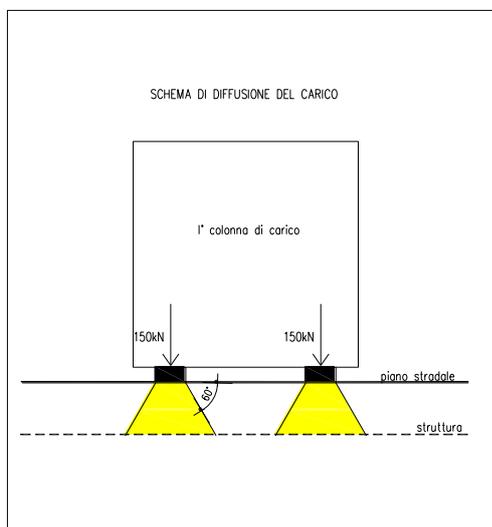
$$L_{dt} = 2.40 + 2 \cdot (1.60 \cdot \text{tg}30^\circ + 0,60) = 6,80 \text{ m}$$

Il valore di L_{dt} viene poi limitato in base alle seguenti circostanze:

presenza della seconda colonna di carico: il carico della 1° colonna, in corrispondenza dell'adiacenza alla 2° colonna, può essere diffuso al massimo fino a 0.30m all'esterno dell'impronta del carico;

posizionando il carico in adiacenza al cordolo, ne consegue che la massima diffusione lato cordolo è pari a:

$$L_{d, \text{cordolo}} = \text{tan}30 \times H_r + \text{tan}45 \times S_s/2$$



pertanto la larghezza di diffusione trasversale non può risultare superiore al valore di:

$$L_{dt, \text{max}} = 2.40 + 0.30 + (1.60 \cdot \text{tg}30^\circ + 0,60) = 4,22 \text{ m}$$

Calcolo del carico distribuito equivalente al tandem

Avendo definito L_{dl} e L_{dt} si può valutare l'intensità del carico q_{eq} equivalente all'effetto indotto dai carichi tandem sulla soletta superiore:

Considerando il carico tandem dovuto alla prima colonna di carico

$$q_{eq} = 2 \times Q1k / (L_{dl} \times L_{dt, \text{max}}) = 30,57 \text{ kN/m}$$

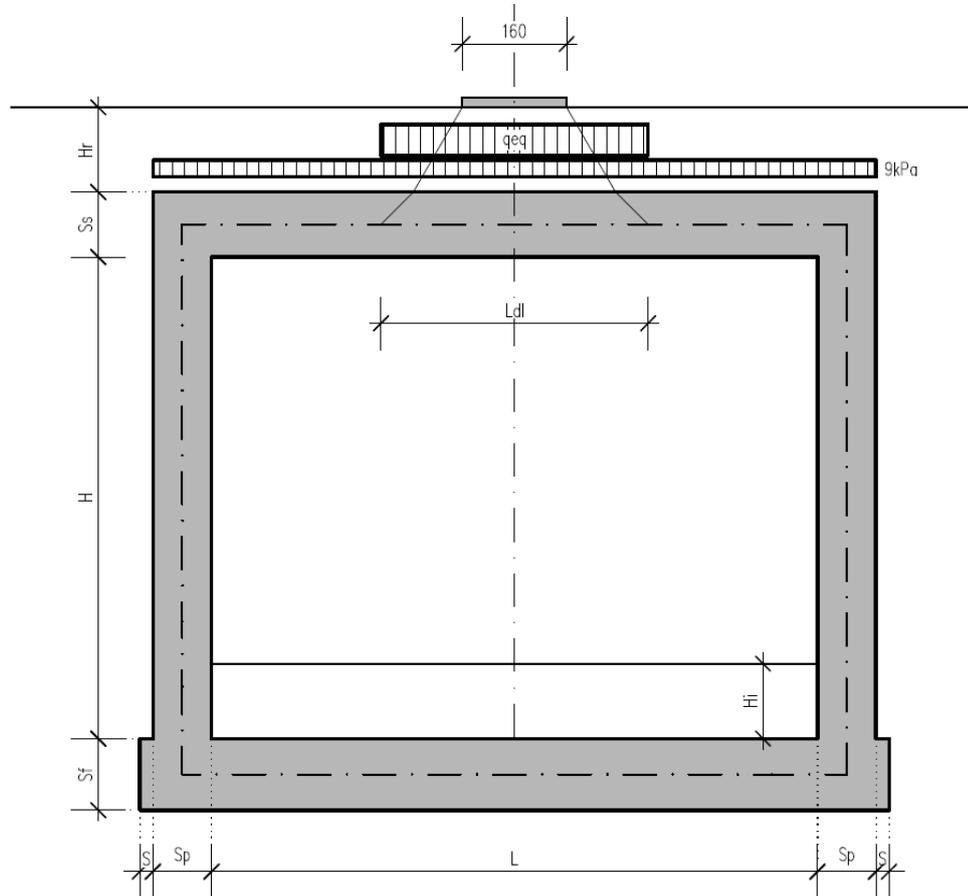
cui si sovrappone il carico $q = 9 \text{ kN/m}$ uniforme su tutta la soletta (corrispondente al carico $q1k$).

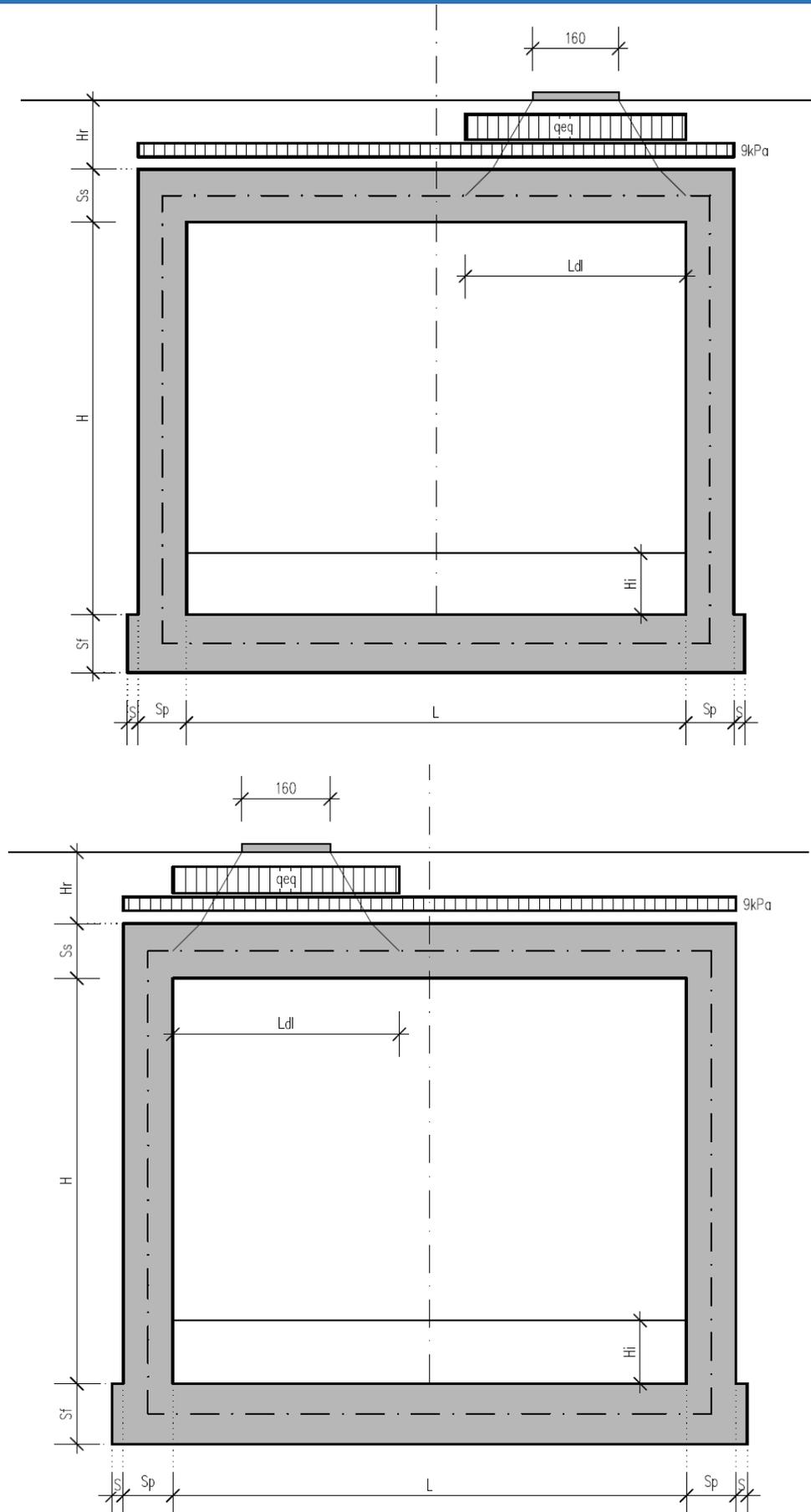
La posizione del carico q_{eq} equivalente al tandem viene variata su tutta la soletta nei casi di carico CDC8-10 per massimizzare:

CDC 8: il momento in mezzeria soletta;

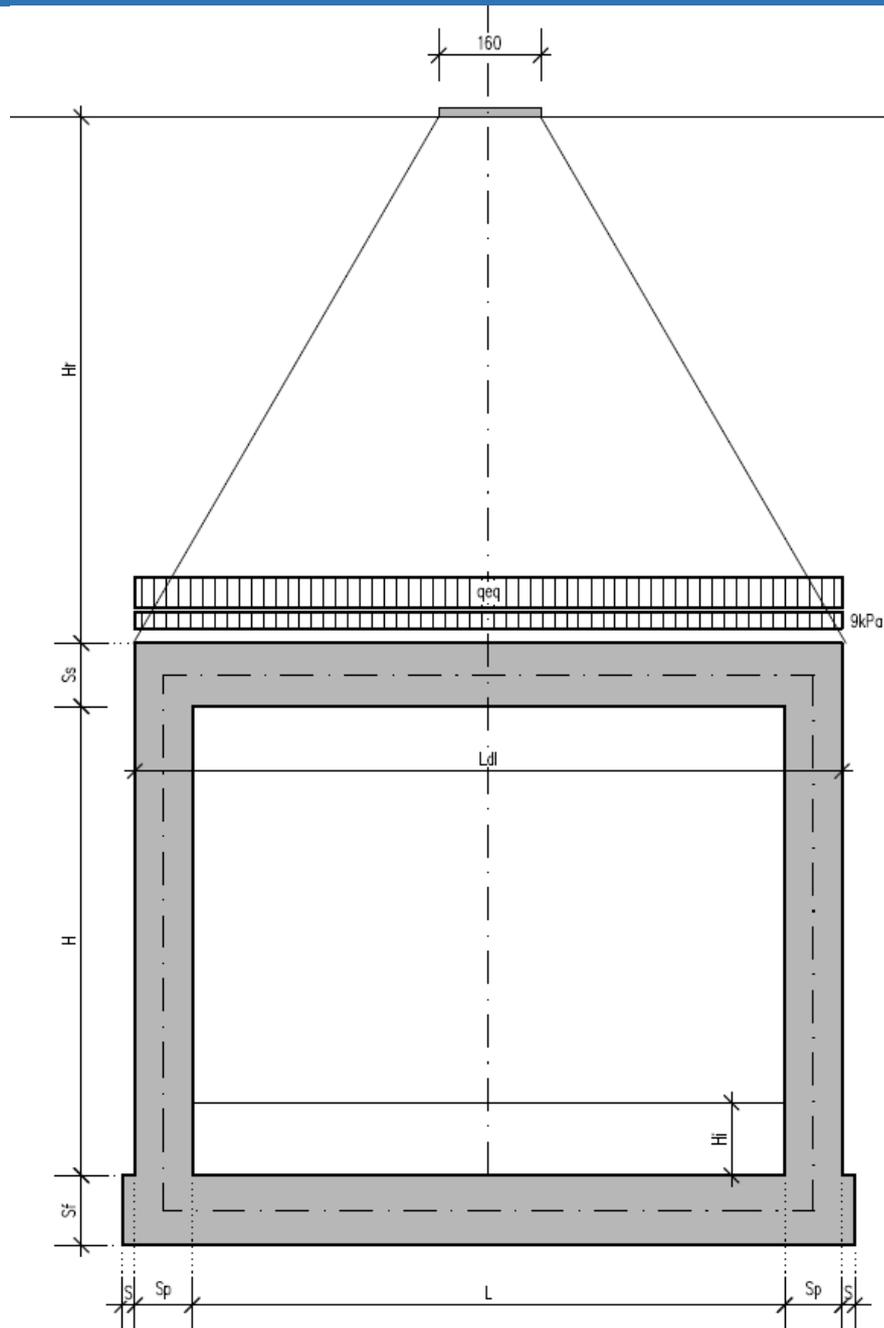
CDC 9: il taglio nella soletta a filo piedritto destro;

CDC 10: il taglio nella soletta a filo piedritto sinistro.





Si noti che se $L_{dl} > L + 2 \times S_p$ (larghezza netta interna + spessore dei piedritti) allora il carico equivalente è applicato a tutte le aste della soletta superiore nei tre casi di carico CDC 8-10 che vengono a coincidere tra di loro.



CDC11: sovraccarico uniforme da 9kN/m²

Si ipotizza che la soletta superiore sia gravata da un carico accidentale uniformemente distribuito di intensità pari a 9 kN/m² (scenario da traffico da utilizzarsi in alternativa ai casi di carico 8, 9 e 10).

CDC12: sovraccarico uniforme da 20kN/m²

Si ipotizza che la soletta superiore sia gravata da un carico accidentale uniformemente distribuito di intensità pari a 20 kN/m² (scenario da traffico da utilizzarsi in alternativa ai casi di carico 8, 9 e 10).

8.3 SPINTA SUI PIEDRITTI INDOTTE DAI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

In accordo con il punto C5.1.3.3.5.1 della circolare ministeriale 21/01/2019 per il calcolo delle spinte generate dal sovraccarico sul rilevato si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3.0 m e lunga 2.20 m. Anche in questo caso si tiene in conto la diffusione del carico attraverso il rilevato sia in direzione longitudinale che trasversale. Al tandem si somma il carico uniformemente distribuito agente sulla i-esima corsia di carico $q_{ik} = 9 \text{ kN/m}^2$.

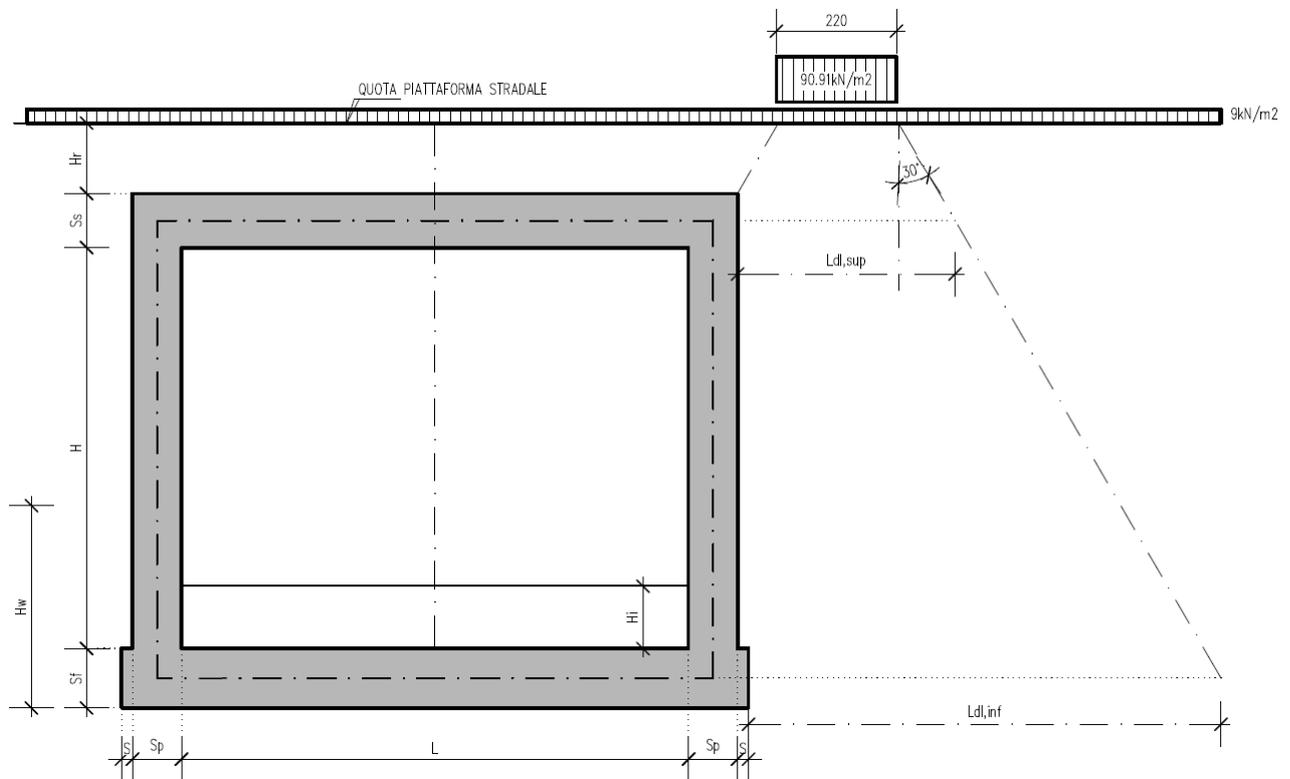
Diffusione del carico tandem in direzione longitudinale (parallela all'asse stradale)

Il carico tandem trasformato in carico uniformemente distribuito assume il valore:
 $600/(3.00 \times 2.20) = 90.91 \text{ kN/m}^2$

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale è pari a:

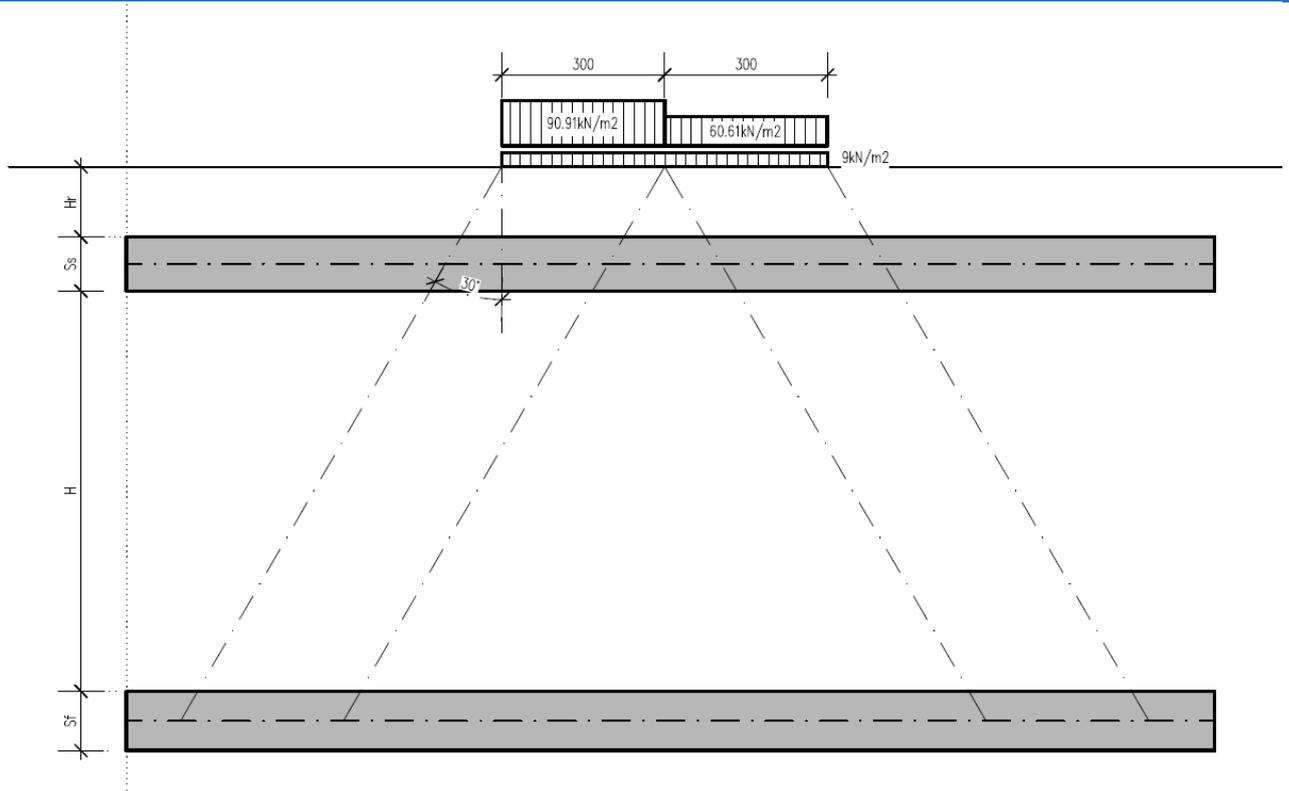
$L_{dl,sup} = 2.2 \text{ m} + [\tan 30^\circ \times (2 \times H_r + S_s/2)] = 4,39 \text{ m}$ (piano medio sol. sup.)

$L_{dl,inf} = 2.2 \text{ m} + [\tan 30^\circ \times (2 \times H_r + S_s/2 + H + S_i/2)] = 8,87 \text{ m}$ (piano medio sol. inf.)

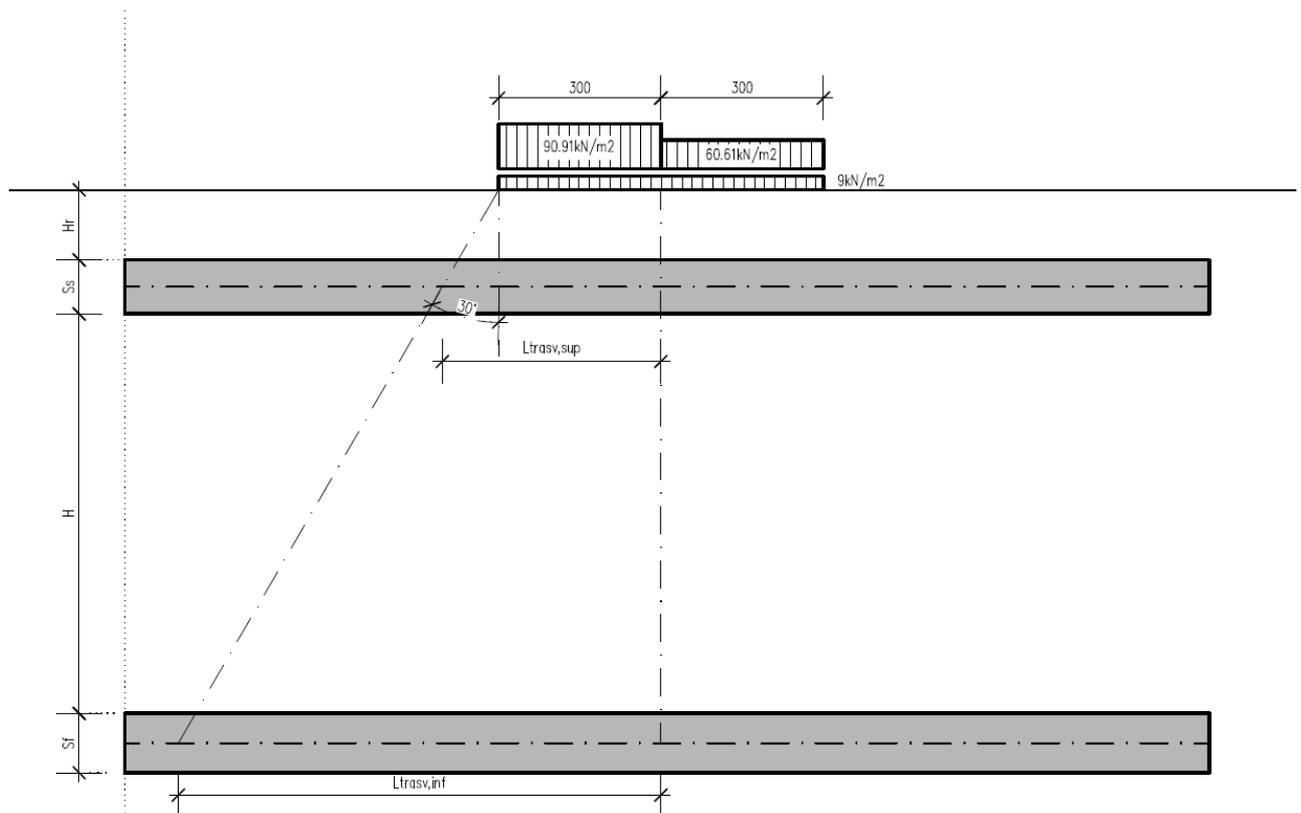


Diffusione del carico tandem in direzione trasversale (ortogonale all'asse stradale)

In direzione trasversale, considerando due colonne di carico e la ripartizione trasversale del carico distribuito, si ottiene quanto riportato nella figura seguente:



Per il calcolo delle azioni agenti sulle pareti dello scatolare, si considera il carico distribuito dovuto alla colonna di carico 1, limitando la diffusione del carico sul lato della seconda colonna di carico come schema seguente:



La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale è pari a:

$$L_{dt,sup} = 3 \text{ m} + [\tan 30^\circ \times (H_r + S_s/2)] = 4,27 \text{ m} \quad (\text{piano medio sol. sup.})$$

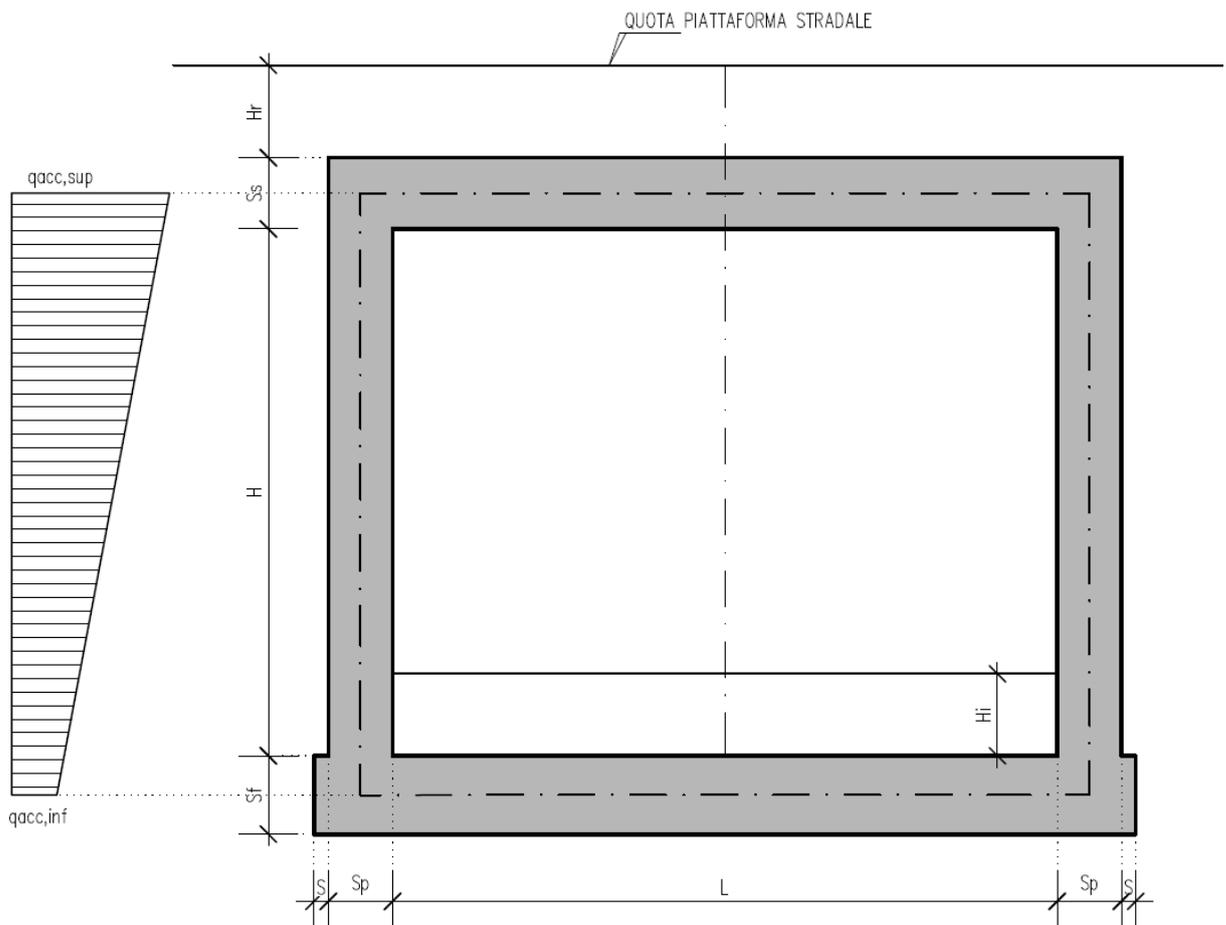
$$L_{dt,inf} = 3 \text{ m} + 2 \times [\tan 30^\circ \times (H_r + S_{s+} + H + S_f/2)] = 8,74 \text{ m} \quad (\text{piano medio sol. inf.})$$

Definizione dei carichi di progetto

Il diagramma di spinta applicato ai piedritti varia linearmente fra i valori $q_{acc,sup2}$ e $q_{acc,sup1}$ come esemplificato nella immagine seguente.

$$q_{acc,sup} = 2 \times Q_{1,k} \times (L_{dt,sup} \times L_{dl,sup}) \times k_0 = 15,24 \text{ kN/m}$$

$$q_{acc,inf} = 2 \times Q_{1,k} \times (L_{dt,inf} \times L_{dl,inf}) \times k_0 = 4,31 \text{ kN/m}$$



(spinta a riposo, CDC 13 e 14, piedritto sinistro/destro)

spinta sul piedritto generata dal carico accidentale $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$ sul rilevato

Nelle condizioni di carico in oggetto si considera l'assenza del carico tandem:

$$p = k_0 \times q_{1k} = 0,398 \times 9 = 3,58 \text{ kN/m} \quad (\text{spinta a riposo, CDC 15 e 16, piedritto sinistro/destro})$$

CDC 17-18: spinta sul piedritto generata dal sovraccarico da 20 kN/m^2 sul rilevato

Nello scenario di carico da traffico alternativo allo Schema di Carico 1 si considera, ai fini del calcolo della spinta sui piedritti, un carico q_{acc} sul terrapieno pari a 20 kN/m^2 .

Tale carico genera spinte pari a:

$$p = k_0 \times q_{acc} = 0,398 \times 20 = 7,96 \text{ kN/m} \quad (\text{spinta a riposo, CDC 17 e 18, piedritto sinistro/destro})$$

8.1 FRENATURA

La forza di frenatura q_3 è funzione del carico totale agente sulla corsia convenzionale n.1 e risulta pari a (si veda il paragrafo 5.1.3.5 del D.M. 17/01/2018):

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

dove:

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

$$q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$w_1 = 3.00 \text{ m (larghezza della corsia)}$$

$$L = 2 \times S_p + B_i \text{ (larghezza della soletta compresi i piedritti)}$$

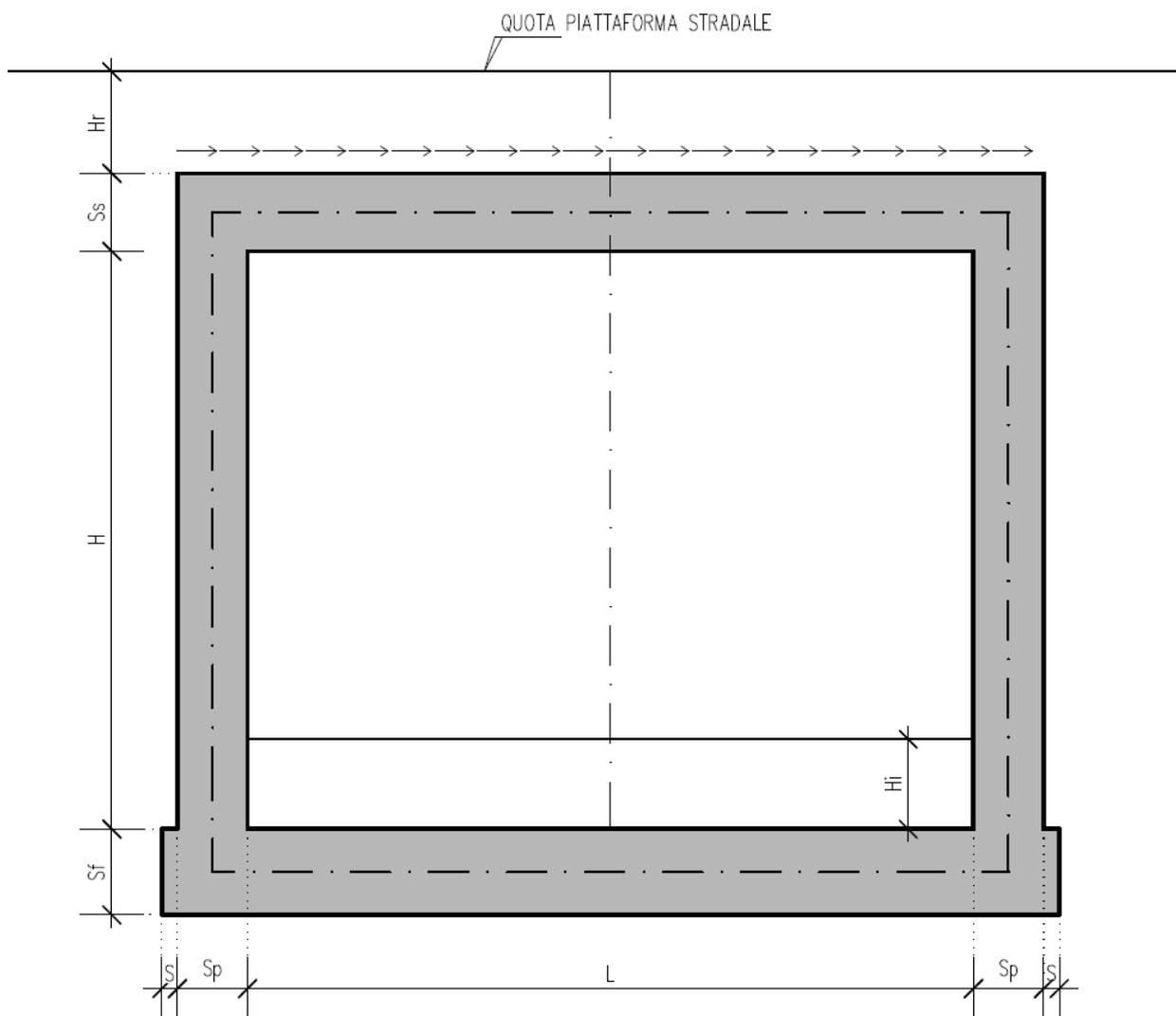
Nel caso in esame risulta:

$$q_3 = 395,10 \text{ kN}$$

L'azione di cui sopra, viene distribuita sulla soletta superiore dello scatolare; il valore della frenatura equivalente da applicare alla soletta, si ottiene distribuendo il valore del carico frenante, alla lunghezza della soletta e alla larghezza di diffusione del carico (L_{dt}), con la seguente relazione:

$$q_{3,dis} = 395,10 / (4,22 * 13,00) = 7,80 \text{ kN/m}^2$$

(applicata nel CDC 19)



8.1 AZIONI SISMICHE

(CDC elementari 23-24)

8.1.1 Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P \cdot k_h$$

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

$$(SLV) \quad k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0,068 \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = 0,034$$

P = peso proprio;

k = coefficienti sismici;

Nel caso di sisma orizzontale si considera la spinta derivante dall'oscillazione del cuneo di terreno spingente con l'applicazione del diagramma triangolare di pressioni, tipico dei muri di sostegno, avente la risultante a 1/3 dell'altezza. Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8, in cui l'incremento di spinta sismica ΔP per la condizione a riposo viene valutato:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

La risultante di tale incremento di spinta viene applicata ad h/2 del piedritto.

1 - Ai fini delle azioni verticali sulla soletta superiore, non considerando i carichi accidentali si ha:

Peso proprio soletta	30,00	kN/m ²
Carichi permanenti	32,82	kN/m ²
Inerzia soletta+perm.	2,12	kN/m ²

2 - Ai fini delle azioni orizzontali, sui piedritti si considera il contributo della sovraspinta sismica dovuto al sisma oscillatorio e le spinte inerziali agenti sui piedritti, mentre sulla soletta superiore si considera l'inerzia della stessa nonché i permanenti portati.

Spinta inerziale sulla soletta superiore:

$$P \cdot k_h = 4,24 \text{ kN/m}$$

Spinta inerziale sui piedritti:

$$P \cdot k_h = 1,69 \text{ kN/m}$$

$$P \cdot k_v = 0,84 \text{ kN/m}$$

Sovraspinta sismica:

$$k_h \times \gamma \times$$

$$h_{tot} = 12,76 \text{ kN/m}$$

dove si indica con h_{tot} l'altezza totale del sottopasso compresi gli spessori delle solette superiore e inferiore più l'altezza di ricoprimento totale del tombino. Si fa osservare che tale metodologia porta ad azioni eccessivamente prudenziali, soprattutto per sottopassi con altezza di ricoprimento elevata.

8.1 AZIONI TERMICHE

Sono stati considerati gli effetti dovuti alle variazioni termiche. In particolare, è stata considerata una variazione termica uniforme di $\pm 10^{\circ}\text{C}$ sulla soletta superiore (CDC 26) ed un salto termico di 5°C sulla soletta superiore e sui piedritti, analizzando nelle combinazioni di carico i due casi di intradosso più caldo dell'estradosso e viceversa agendo sul segno della sollecitazione, con andamento lineare nello spessore della soletta superiore e sui piedritti (CDC 27).

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} = 0.00001 \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

8.2 RITIRO E VISCOSITÀ

Si considera soggetta a fenomeni di ritiro la sola soletta superiore.

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

dove:

ε_{cs} è la deformazione totale per ritiro

ε_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento

ε_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{c0}$$

può essere valutato mediante i valori delle seguenti Tab. 11.2.Va-b (NTC) in funzione della resistenza caratteristica a compressione, dell'umidità relativa e del parametro h_0 :

Tabella 11.2.Va – Valori di ε_{c0}

f_{ck}	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	Umidità relativa (in ‰)					
	20,00	40,00	60,00	80,00	90,00	100,00
20,00	-0,62	-0,58	-0,49	-0,30	-0,17	0,00
25,00	-0,59	-0,55	-0,46	-0,29	-0,16	0,00
28,00	-0,56	-0,53	-0,45	-0,28	-0,15	0,00
32,00	-0,54	-0,51	-0,42	-0,26	-0,15	0,00
40,00	-0,48	-0,46	-0,38	-0,24	-0,13	0,00
60,00	-0,38	-0,36	-0,30	-0,19	0,10	0,00
80,00	-0,30	-0,28	-0,24	-0,15	-0,07	0,00

Tabella 11.2.Vb – Valori di k_h

h_0 (mm)	k_h
100	1
200	0,85
300	0,75
400	0,725

500

0,7

I valori intermedi dei parametri indicati in tabella si ottengono per l'interpolazione lineare.
 Lo sviluppo nel tempo della deformazione ϵ_{cd} può essere valutato come:

$$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t-t_s) \cdot \epsilon_{cd,\infty}$$

In cui la funzione di sviluppo temporale assume la forma:

$$\beta_{ds}(t-t_s) = (t-t_s) / [(t-t_s) + 0.04h_0^{3/2}]$$

dove:

t è l'età in giorni del calcestruzzo nel momento considerato

$t_s = 1$ giorno, è l'età del calcestruzzo a partire dal quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento;

$h_0 = 2A/u$ è la dimensione fittizia in cui:

A è l'area della sezione in calcestruzzo;

u è il perimetro della sezione in calcestruzzo esposta all'aria.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno $\epsilon_{ca,\infty}$ può essere valutato mediante l'espressione:

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} \quad (\text{con } f_{ck} \text{ in N/mm}^2)$$

Assumendo come umidità relativa

$U_r = 75\%$ si ha:

Elemento	f_{ck}	h_0	$\epsilon_{cd,\infty}$	$\beta_{ds,t=90}$	$\epsilon_{ca,\infty}$	$\epsilon_{cs,\infty}$	$\epsilon_{cs,t=90}$
(-)	(MPa)	(mm)	(‰)	(-)	(‰)	(‰)	(‰)
Soletta sup.	32	1200	-0,208	0,0508	-0,055	-0,263	-0,066

7.5 Valori medi a tempo infinito e a 90 giorni della deformazione per ritiro da essiccamento e ritiro autogeno

Si fa l'ipotesi che la soletta superiore venga realizzata tre mesi dopo i piedritti e la soletta inferiore ($t=90$ giorni), in tal caso, il ritiro che la soletta inferiore ed i piedritti devono ancora scontare dal momento della realizzazione della soletta superiore è pari a:

$$\epsilon_{cs,t=(\infty-90)} = \epsilon_{cs,t=\infty} - \epsilon_{cs,t=90} = [-0,263] - [-0,066] = -0,198\text{‰}$$

Il ritiro totale della soletta superiore è pari a:

$$\epsilon_{cs,t=\infty,\text{sup}} = -0,263\text{‰}$$

Il ritiro differenziale al tempo $t=90$ vale pertanto:

$$\epsilon_{cs,t=\infty,\text{sup}} - \epsilon_{cs,t=(\infty-90)} = -0,263 - [-0,198] = -0,066\text{‰}$$

Tale deformazione viene applicata alla soletta superiore per tener conto del ritiro differenziale che si genera tra i due elementi gettati in tempi diversi.

Si ha il seguente valore del ritiro:

$$\epsilon_{cs} = -0,0000656$$

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\Phi(t = \infty) = 1,19$. Il modulo elastico ridotto del calcestruzzo risulta quindi pari a:

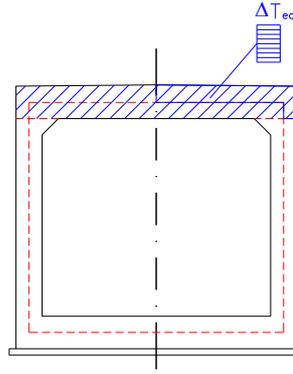
$$E_{c,\infty} = 1,05 \cdot E_{cm} / j(\infty, t_0) = 29,81 \text{ Gpa}$$

Il valore della variazione termica equivalente applicata all'elemento è pari a:

$$\Delta T_{eq} = \epsilon / \alpha = (-0,066 \cdot 10^{-3}) / (1 \cdot 10^{-5}) = -6,56^\circ\text{C}$$

Trattandosi di un fenomeno lento si utilizza un modulo di elasticità E_c ridotto, e quindi:

$$\Delta T_{rid} = \Delta T_{eq} / 1,13 = -5,80^\circ\text{C}$$



F 1. Ritiro – Schema di calcolo

9 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE - SCATOLARE

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si dovranno considerare, generalmente, i valori dei coefficienti riportati in Tab. 5.1. IV (NTC).

	Q_{ik}	q_{ik}	frenatura	
	600kN	9kN/m ²		
Gruppo 1	1	1	0.00	rara
Gruppo 2a	0.75	0.40	1	frequente
Gruppo 2b	0.75	0.40	0.00	frequente

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali di sicurezza delle azioni riportati in Tab. 5.1.V e i coefficienti di combinazione Ψ in Tab. 5.1.VI (NTC).

Per le verifiche agli stati limite d'esercizio si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.1.VI (NTC).

	Q_{ik}	q_{ik}	frenatura	temperatura
	600kN	9kN/m ²		
Frequente	0.75	0.40	0.75	0.60
Quasi permanente	0.00	0.00	0.00	0.50
Rara	1.00-0.75	1.00-0.40	1.00-0.75	0.60

9.1 COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE

I carichi caratteristici sopra elencati (CDC), al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

CDC	Tipo	Sigla Id
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
2	Gk	CDC=Gk (permanente)
3	Gk	CDC=Gk (Spinta a riposo piedritto sx)
4	Gk	CDC=Gk (Spinta a riposo piedritto dx)
5	Gk	CDC=Gk (Spinta attiva piedritto sx)
6	Gk	CDC=G1k (Spinta attiva piedritto dx)
8	Qk	CDC=Qk (Q1k centrato)
9	Qk	CDC=Qk (Q1k a filo piedritto dx)
10	Qk	CDC=Qk (Q1k a filo piedritto sx)
11	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su soletta)
12	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kN/mq)
13	Qk	CDC=Qk (Accidentale su piedritto sx)
14	Qk	CDC=Qk (Accidentale su piedritto dx)
15	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto sx)
16	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto dx)
17	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto sx)
18	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto dx)
19	Qk	CDC=Qk (frenatura)
20	Qk	CDC=Qk (acc sol inf campata dx)
21	Qk	CDC=Qk (acc sol inf campata sx)
22	Qk	CDC=Qk (acc sol inf campata dx-sx)
23	Qk	CDC=Qk (sisma orizzontale)
24	Qk	CDC=Qk (sisma verticale)
26	Qk	CDC=Qk (Termica uniforme)
27	Qk	CDC=Qk (At farfalla)
28	Qk	CDC=Qk (Ritiro soletta)

I carichi caratteristici sopra elencati (CDC), al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

Al programma di calcolo devono essere definite le condizioni e le combinazioni elementari di calcolo; per quanto riguarda le condizioni sono quelle sopra esposte, mentre per le combinazioni (CMB) sono quelle riportate nella tabella seguente.

Cmb	Tipo	Sigla Id
1	SLU	CMB1
2	SLU	CMB2
3	SLU	CMB3
4	SLU	CMB4
5	SLU	CMB5
6	SLU	CMB6
7	SLU	CMB7
8	SLU	CMB8
9	SLU	CMB9
10	SLU	CMB10
11	SLU	CMB11
12	SLU	CMB12
13	SLU	CMB13
14	SLU	CMB14
15	SLU	CMB15
16	SLU	CMB16
17	SLU	CMB17
18	SLU	CMB18
19	SLU	CMB19
20	SLU	CMB20
21	SLU	CMB21
22	SLU	CMB22
23	SLU	CMB23
24	SLU	CMB24
25	SLU	CMB25
26	SLU	CMB26
27	SLU	CMB27
28	SLU	CMB28
29	SLU	CMB29
30	SLU	CMB30
31	SLU	CMB31
32	SLU	CMB32
33	SLU	CMB33
34	SLE(f)	CMB34
35	SLE(f)	CMB35
36	SLE(f)	CMB36
37	SLE(f)	CMB37
38	SLE(f)	CMB38
39	SLE(f)	CMB39
40	SLE(f)	CMB40
41	SLE(f)	CMB41
42	SLE(f)	CMB42
43	SLE(f)	CMB43
44	SLE(f)	CMB44
45	SLE(f)	CMB45
46	SLE(r)	CMB46
47	SLE(r)	CMB47
48	SLE(r)	CMB48
49	SLE(r)	CMB49
50	SLE(r)	CMB50
51	SLE(r)	CMB51
52	SLE(r)	CMB52
53	SLE(r)	CMB53
54	SLE(r)	CMB54
55	SLE(r)	CMB55

Cmb	Tipo	Sigla Id
56	SLE(r)	CMB56
57	SLE(r)	CMB57
58	SLE(r)	CMB58
59	SLE(r)	CMB59
60	SLE(r)	CMB60
61	SLE(r)	CMB61
62	SLE(r)	CMB62
63	SLE(r)	CMB63
64	SLE(r)	CMB64
65	SLE(r)	CMB65
66	SLE(r)	CMB66
67	SLE(r)	CMB67
68	SLE(r)	CMB68
69	SLE(r)	CMB69
70	SLE(p)	CMB70
71	SLE(p)	CMB71
72	SLE(p)	CMB72
73	SLE(p)	CMB73
74	SLE(p)	CMB74
75	SLU	CMB75
76	SLU	CMB76
77	SLU	CMB77
78	SLU	CMB78
79	SLU	CMB79

Al fine di determinare le combinazioni come da norma (§3.2), si definisce la classificazione delle azioni e le combinazioni allo SLU e SLE.

Classificazione delle azioni agenti sulla struttura.

a	PERMANENTI + PORTATI
b	SPINTE
c	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA
d	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO
e	FRENATURA
f	FORZA CENTRIFUGA
g	VENTO
h	ACCIDENTALI SU SOLETTA INFERIORE
i	ACCIDENTALI DIVERSI
j	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
k	AZIONI SISMICHE VERTICALI
l	VARIAZIONI TERMICHE/ RITIRO: (num. variabile; viene considerata solo la peggiore col suo segno più gravoso)

Le precedenti combinazioni elementari di calcolo (CMB) sono combinate tra loro in modo da generare le massime sollecitazioni per lo SLU e SLE (combinazione 1 (A1+M1+R1)), come da seguente prospetto.

stradali		PERMANENTI +PORTATI +BALLAST CON COEFF. : 1.5:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENOTURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	ACCIDENTALI SU SOLETTA INFERIORE:	ACCIDENTALI DIVERSI:	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI	AZIONI SISMICHE VERTICALI	VARIAZIONI TERMICHE/RITIRO	RITIRO
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	l
gruppo 1	SLU.1	1 - 1.35	1 - 1.35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	1.200	0 - 1.20
	SLU.2	1 - 1.35	1 - 1.35	1.350	1.350	0.000	0.000	1.500	1.125	1.125	0.000	0.000	0.720	0 - 1.20
	SLU.3	1 - 1.35	1 - 1.35	1.013	1.013	0.000	0.000	0.900	1.013	1.500	0.000	0.000	0.720	0 - 1.20
gruppo 2a	SLU.4	1 - 1.35	1 - 1.35	1.013	1.013	1.350	0.000	0.900	1.125	1.125	0.000	0.000	0.720	0 - 1.20
gruppo 2b	SLU.5	1 - 1.35	1 - 1.35	1.013	1.013	0.000	1.350	0.900	1.125	1.125	0.000	0.000	0.720	0 - 1.20
sisma	SISMA	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0 - 1.00
SLE	FR1	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00
	FR2	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00
	QP	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0 - 1.00
	RAR	1.000	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.600	0.750	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00

I valori numerici riportati nelle colonne della tabella precedente indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la Combinazione Elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni, così come precedentemente esposto e riassunto nella seguente tabella:

stradali		PERMANENTI +PORTATI +BALLAST CON COEFF. : 1.5:	SPINTE	ACCIDENTALI VERTICALI SU OPERA:	ACCIDENTALI VERT. SU TERRAPIENO:	FRENOTURA:	FORZA CENTRIFUGA:	VENTO:	ACCIDENTALI SU SOLETTA INFERIORE:	ACCIDENTALI DIVERSI:	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI	AZIONI SISMICHE VERTICALI	VARIAZIONI TERMICHE	RITIRO
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	l
gruppo 1	SLU.1	1 - 1.35	1 - 1.35	0.000	0.000	0.000	0.000	1.5*0.6	0.000	0.000	0.000	0.000	1.200	0 - 1.20
	SLU.2	1 - 1.35	1 - 1.35	1*1.35	1*1.35	0.000	0.000	1.500	1.5*0.75	1.5*0.75	0.000	0.000	1.2*0.6	0 - 1.20
	SLU.3	1 - 1.35	1 - 1.35	0.75*1.35	0.75*1.35	0.000	0.000	1.5*0.6	1.35*0.75	1.500	0.000	0.000	1.2*0.6	0 - 1.20
gruppo 2a	SLU.4	1 - 1.35	1 - 1.35	0.75*1.35	0.75*1.35	1.350	0.000	1.5*0.6	1.5*0.75	1.5*0.75	0.000	0.000	1.2*0.6	0 - 1.20
gruppo 2b	SLU.5	1 - 1.35	1 - 1.35	0.75*1.35	0.75*1.35	0.000	1.350	1.5*0.6	1.5*0.75	1.5*0.75	0.000	0.000	1.2*0.6	0 - 1.20
sisma	SISMA	1.000	1.000	0.2*0	0.2*0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0 - 1.00
SLE	FR1	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00
	FR2	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00
	QP	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0 - 1.00
	RAR	1.000	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.600	0.750	0.000	0.000	0.000	0.600	0 - 1.00

9.1.1 Combinazioni per o stato limite ultimo

$\gamma_{G1} G1 + \gamma_{\epsilon 2} R + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{\epsilon 3} \psi_{0 \epsilon 3} T$ (carico da traffico veicolare Q_{k1} principale)

$\gamma_{G1} G1 + \gamma_{\epsilon 2} R + \gamma_{\epsilon 3} T + \gamma_{Q1} \psi_{01} Q_{k1}$ (azioni termiche T principali)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
	Peso proprio	Permanenti portati	Spinta a riposo pedritto dx	Spinta a riposo pedritto dx	Spinta attiva pedritto sx	Spinta attiva pedritto dx	Spinta acqua interna	Qk1 centro	Qk1 filo pedritto dx	Qk1 filo pedritto sx	Accelerazione 90pa su soletta	Accelerazione 200pa	Accelerazione su pedritto sx	Accelerazione su pedritto dx	Accelerazione 90pa pedritto sx	Accelerazione 90pa pedritto dx	Accelerazione 200pa pedritto sx	Accelerazione 200pa pedritto dx	Frenatura	Accelerazione inf. Col dx	Accelerazione inf. Col sx	Accelerazione inf. Col dx-sx	Spinta orizzontale	Spinta verticale	Spinta idrodinamica	Termica Uniforme	Termica inflessa +	Ritiro		
1	1,35	1,35	0	0	1	1	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0,72	1,2	
2	1,35	1,35	0	0	1	1	1,35	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0,72	1,2	
3	1,35	1,35	0	0	1	1	1,35	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1,2	1,2	
4	1,35	1,35	0	0	1	1	1,35	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1,2	1,2	
5	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	1,01	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,72	-0,72	0	
6	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	1,01	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	-0,72	-0,72	0	
7	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	1,01	0	1,01	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	-0,72	-0,72	0	
8	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	1,01	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,2	-1,2	0	
9	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,2	-1,2	0	
10	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,01	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,2	-1,2	0	
11	1,35	1,35	0	0	1	1	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,72	0,72	0	
12	1,35	1,35	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,72	0,72	0	
13	1,35	1,35	0	0	1	1	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,2	1,2	0	
14	1,35	1,35	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,2	1,2	0	
15	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	1,01	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,72	-0,72	1,2	
16	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	1,01	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,72	-0,72	1,2	
17	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	1,01	0	1,01	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,72	-0,72	1,2	
18	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	1,01	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	1,2	-1,2	1,2	
19	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	-1,2	1,2	
20	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	1,01	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	-1,2	1,2	
21	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	1,01	0	0	0	1,01	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,72	-0,72	1,2	
22	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	1,01	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	-1,2	1,2	
23	1	1	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0,72	1,2	
24	1	1	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1,2	1,2	
25	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	1,01	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	1,35	0	1,13	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	1,01	0	1,35	0	1,13	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72	-0,72	1,2
28	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72	-0,72	1,2
29	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0,72	1,2	
30	1	1	1,35	1,35	0	0	0	1,01	0	0	0	0	0	0	1,01	1,01	0	0	1,35	0	1,13	0	0	0	0	0	-0,72	-0,72	0	
31	1	1	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	1,01	0	0	0	0	1,01	1,35	0	1,13	0	0	0	0	0	-0,72	-0,72	0	
32	1	1	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	1,01	0	1,01	0	0	0	1,01	1,35	0	1,13	0	0	0	0	0	-0,72	-0,72	0	
33	1,35	1,35	1,35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,01	1,01	0	0	0	0	1,35	0	1,13	0	0	0	0	0	0,72	0,72	1,2	

9.1.2 Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione rara

$G_1 + R + Q_{k1} + \psi_{0e3} T$ (carico da traffico veicolare Qk1 principale)

$G_1 + R + T + \psi_{01} Q_{k1}$ (azioni termiche T principali)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
	Peso proprio	Permanenti portati	Spinta a riposo pedritto dx	Spinta a riposo pedritto dx	Spinta attiva pedritto sx	Spinta attiva pedritto dx	Spinta acqua interna	Qk1 centro	Qk1 filo pedritto dx	Qk1 filo pedritto sx	Accelerazione 90pa su soletta	Accelerazione 200pa	Accelerazione su pedritto sx	Accelerazione su pedritto dx	Accelerazione 90pa pedritto sx	Accelerazione 90pa pedritto dx	Accelerazione 200pa pedritto sx	Accelerazione 200pa pedritto dx	Frenatura	Accelerazione inf. Col dx	Accelerazione inf. Col sx	Accelerazione inf. Col dx-sx	Spinta orizzontale	Spinta verticale	Spinta idrodinamica	Termica Uniforme	Termica inflessa +	Ritiro	
46	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	1	
47	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	1	
48	1	1	0	0	1	1	1	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
49	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
50	1	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-0,6	-0,6	0	
51	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0,75	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,6	-0,6	0	
52	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0,75	0	0,75	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,6	-0,6	0	
53	1	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	
54	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	
55	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0,75	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	
56	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,6	0,6	1	
57	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,6	0,6	1	
58	1	1	0	0	1	1	1	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	
59	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	
60	1	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,6	-0,6	1	
61	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0,75	0	0,75	0	0	0	0	0,75	0	1	0	0	0	0	0	0,6	-0,6	1	
62	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0,75	0	0,75	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,6	-0,6	1	
63	1	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1
64	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1
65	1	1	1	0	0	1	0	0	0,75	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1
66	1	1	1	0	0	1	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	-0,6	1
67	1	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0																			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
34	1	1	0	0	1	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	1	
35	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	1	
36	1	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,6	-0,6	0	
37	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,6	-0,6	0
38	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0,75	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,6	-0,6	0	
39	1	1	0	0	1	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,6	0,6	0	
40	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,6	0,6	0	
41	1	1	1	0	0	1	0	0,75	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	-0,6	1	
42	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	-0,6	1	
43	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0,75	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	-0,6	1	
44	1	1	1	0	0	1	0	0	0,75	0	0,75	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	-0,6	1	
45	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0,75	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	1	

9.1.4 Combinazioni per gli stati limite di esercizio: combinazione quasi permanente

$$G_1 + R + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{2\epsilon 3} T$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
70	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	1	
71	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	-0,5	0
72	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0,5	0
73	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	-0,5	1
74	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	1

9.1.5 Combinazioni per lo stato limite ultimo di Salvaguardia della vita

Si considera il sisma agente nella direzione trasversale dello scatolare (gli effetti del sisma agente nella direzione longitudinale del manufatto sono poco rilevanti), associato al sisma in direzione verticale (considerando in alternativa entrambi i versi d'azione). La non contemporaneità della massima azione verticale e orizzontale viene tenuta in conto, come prescritto dalle NTC 2008 (Par. 7.3.5), considerando i 4 seguenti scenari:

$$E_1 = 1.00 E_H + 0.30 E_v + (\text{sisma orizzontale al 100\%, sisma verticale verso l'alto al 30\%})$$

$$E_2 = 1.00 E_H + 0.30 E_v - (\text{sisma orizzontale al 100\%, sisma verticale verso il basso al 30\%})$$

$$E_3 = 0.30 E_H + 1.00 E_v + (\text{sisma orizzontale al 30\%, sisma verticale verso l'alto al 100\%})$$

$$E_4 = 0.30 E_H + 1.00 E_v - (\text{sisma orizzontale al 30\%, sisma verticale verso il basso al 100\%})$$

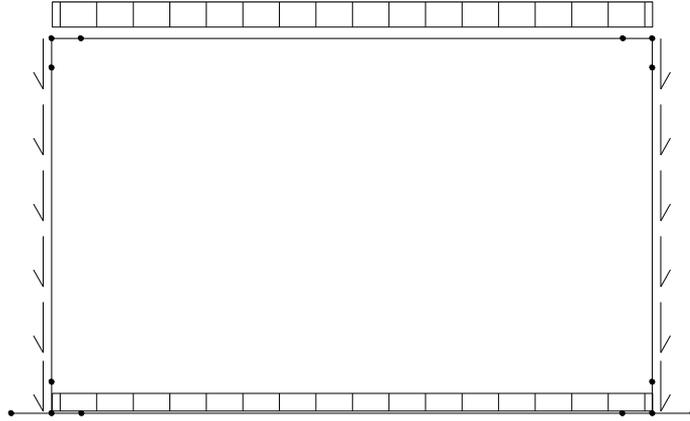
$$G_1 + E + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{2\epsilon 3} T$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
75	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0,5	0,5	1
76	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	1	-0,5	-0,5	0
77	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	-0,5	0,5	0	0
78	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	1	0,5	-0,5	1
79	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,3	1	0,5	0,5	1

Nelle pagine seguenti sono riportati gli schemi di carico delle Condizioni Elementari (CDC).

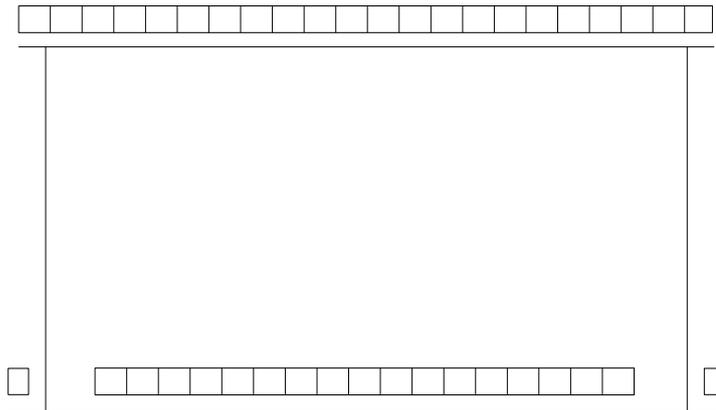
9.1.6 Schemi di carico

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC1



1	G _{gk}	CDC=G _{gk} (peso proprio della struttura)
---	-----------------	--

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC2



2	G _k	CDC=G _k (Carichi permanenti)
---	----------------	---

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC3



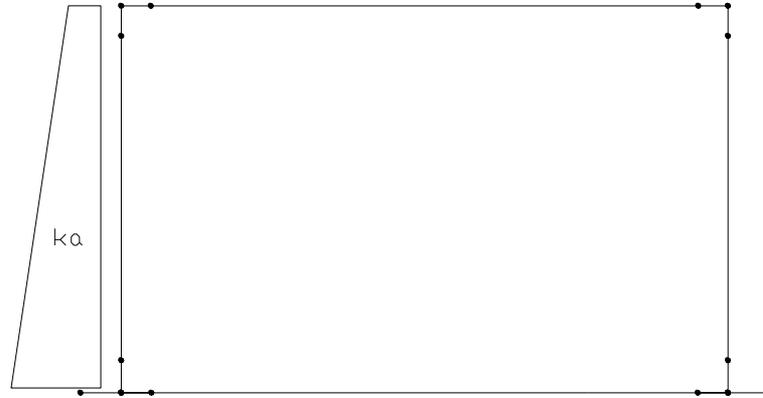
3	Gk	CDC=Gk (terra sx k_0)
---	----	--------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC4



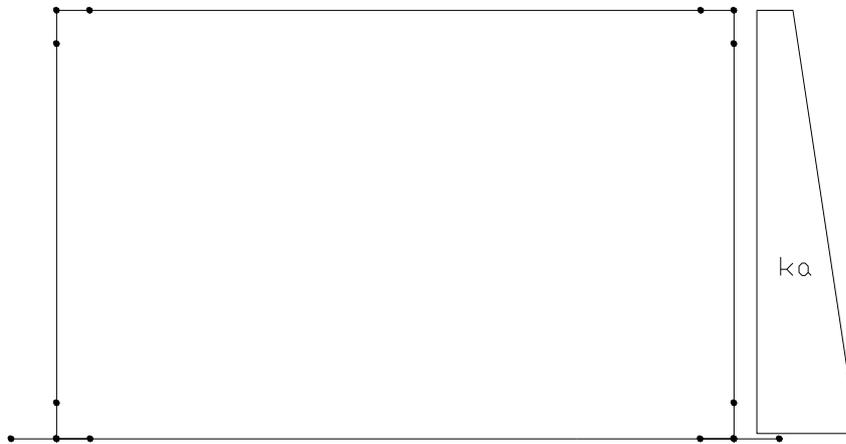
4	Gk	CDC=G1k (terra dx k_0)
---	----	---------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC5



5	Gk	CDC=Gk (terra sx ka)
---	----	----------------------

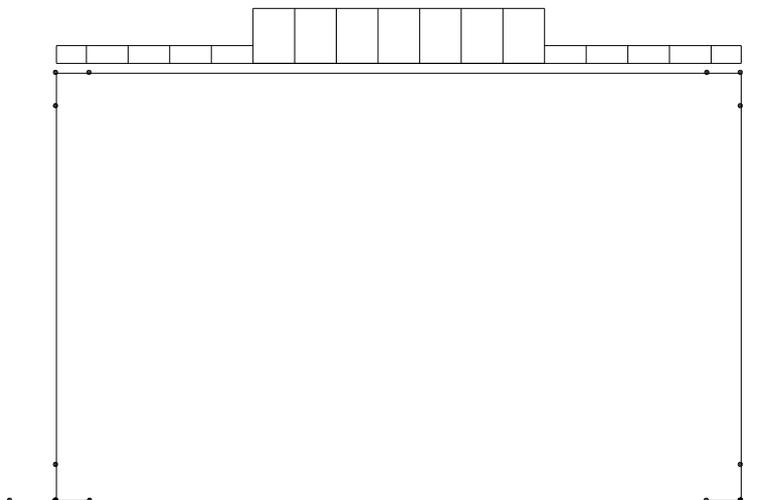
SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC6



6	Gk	CDC=Gk (terra dx ka)
---	----	----------------------

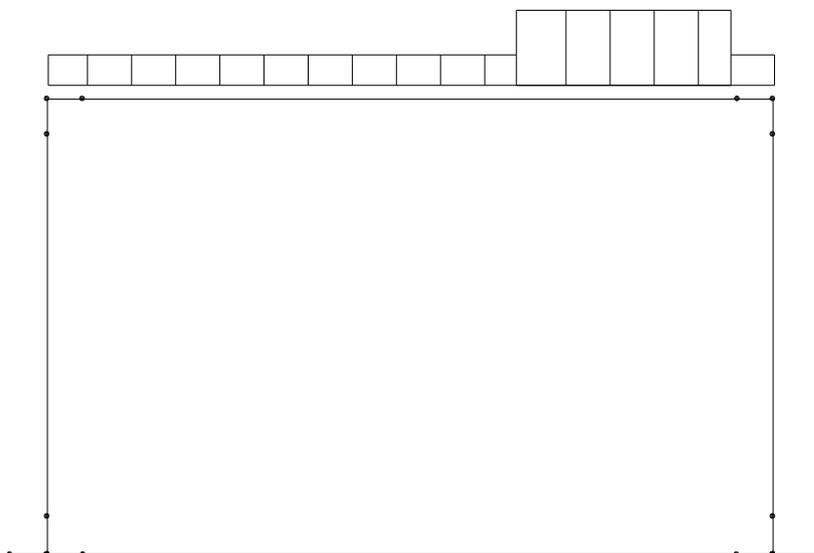
7	Gk	CDC=Gk (spinta idraulica interna) - non presente
---	----	--

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC8



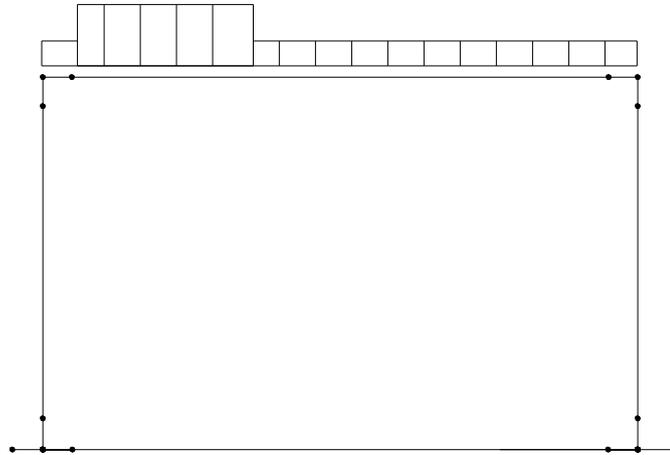
8	Qk	CDC=Qk (Q1k centrato)
---	----	-----------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC9



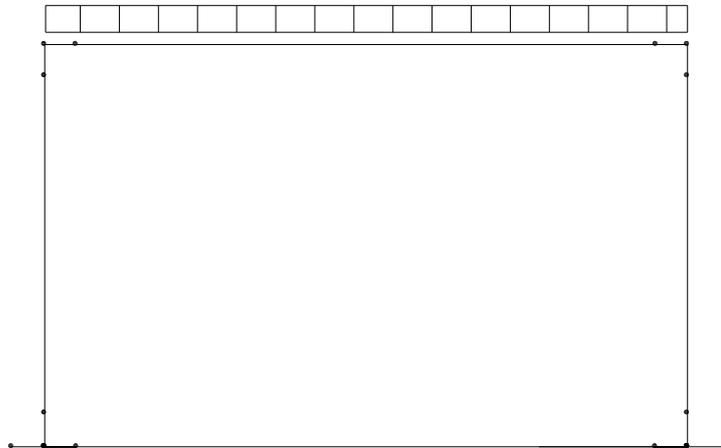
9	Qk	CDC=Qk (Q1k piedritto dx)
---	----	---------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC10



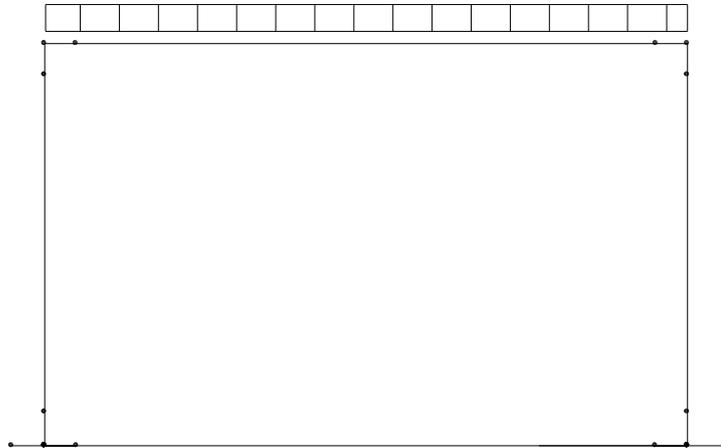
10	Qk	CDC=Qk (Q1k piedritto sx)
----	----	---------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC11



11	Qk	CDC=Qk (accidentale 9kPa)
----	----	---------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC12



12	Qk	CDC=Qk (accidentale 20kPa)
----	----	----------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC13



13	Qk	CDC=Qk (Q1k sx)
----	----	-----------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO *CDC14*



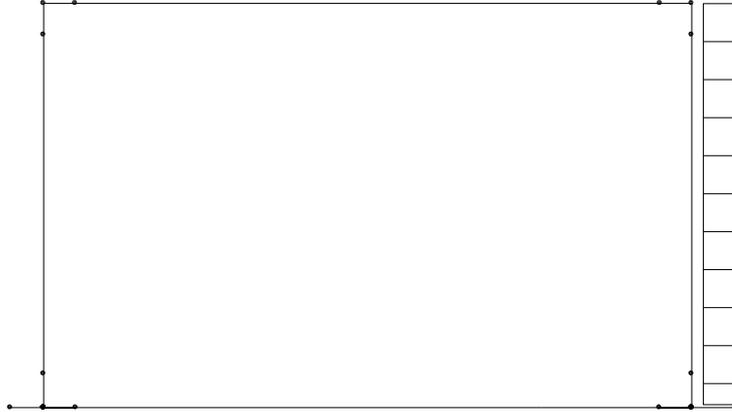
14	Qk	CDC=Qk (Q1k dx)
----	----	-----------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO *CDC15*



15	Qk	CDC=Qk (9kPa sx)
----	----	------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO *CDC16*



16	Qk	CDC=Qk (9kPa dx)
----	----	------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO *CDC17*



17	Qk	CDC=Qk (20kPa sx)
----	----	-------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO *CDC18*



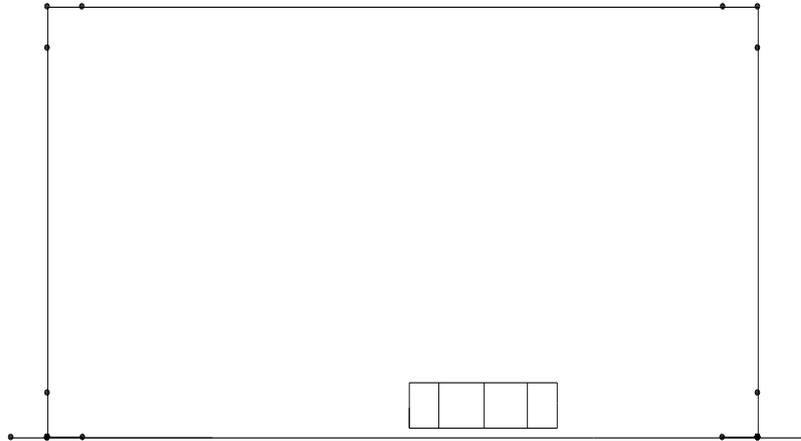
18	Qk	CDC=Qk (20kPa dx)
----	----	-------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO *CDC19*



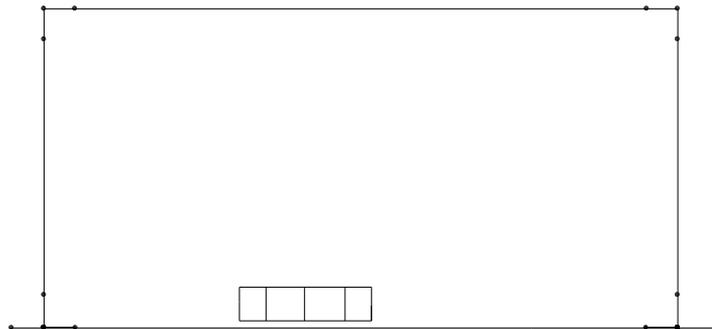
19	Qk	CDC=Qk (Frenatura)
----	----	--------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC20



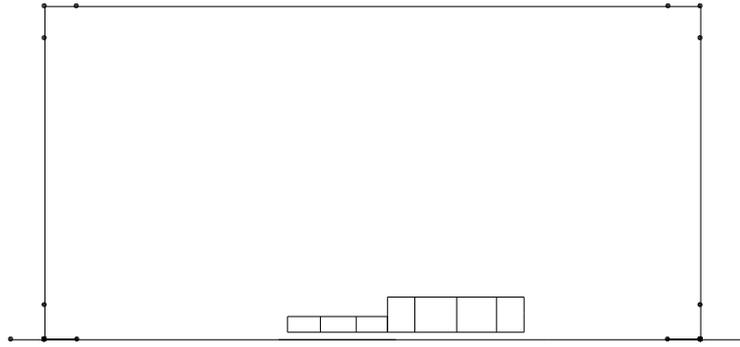
20	Qk	CDC=Qk (Accidentale inferiore dx)
----	----	-----------------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC21



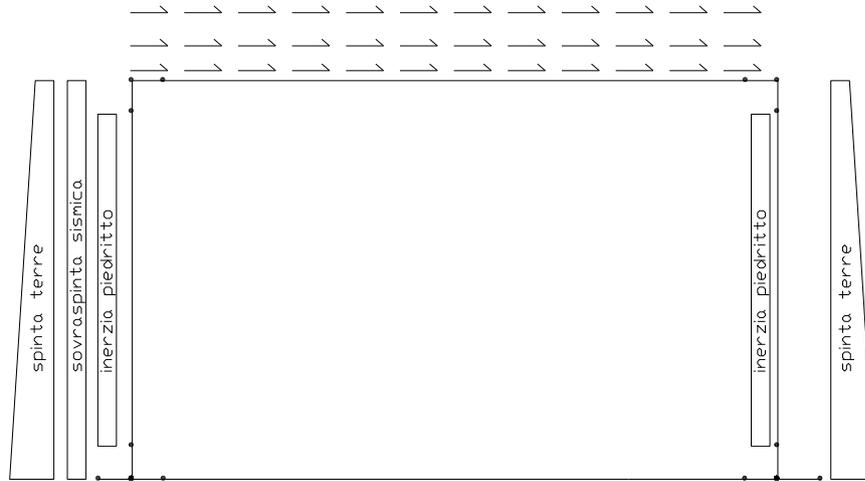
21	Qk	CDC=Qk (Accidentale inferiore sx)
----	----	-----------------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC22



22	Qk	CDC=Qk (Accidentale inferiore dx-sx)
----	----	--------------------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC23



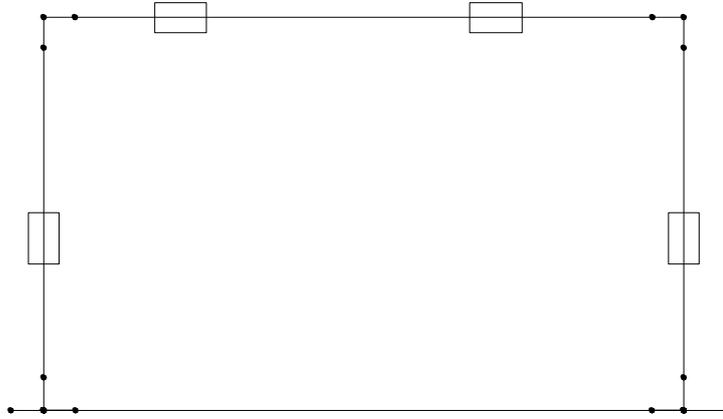
23	Qk	CDC=Qk (Sisma orizzontale)
----	----	----------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC24



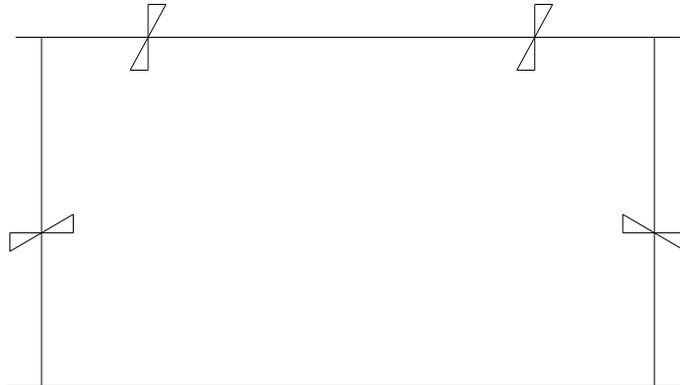
24	Qk	CDC=Qk (Sisma verticale)
----	----	--------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC26



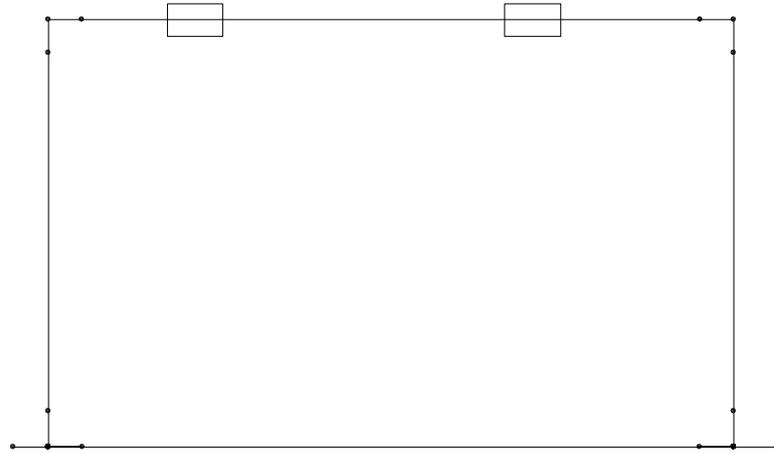
26	Qk	CDC=Qk (Termica uniforme)
----	----	---------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC27



27	Qk	CDC=Qk (Termica farfalla soletta)
----	----	-----------------------------------

SCHEMA DELLA CONDIZIONE DI CARICO CDC28

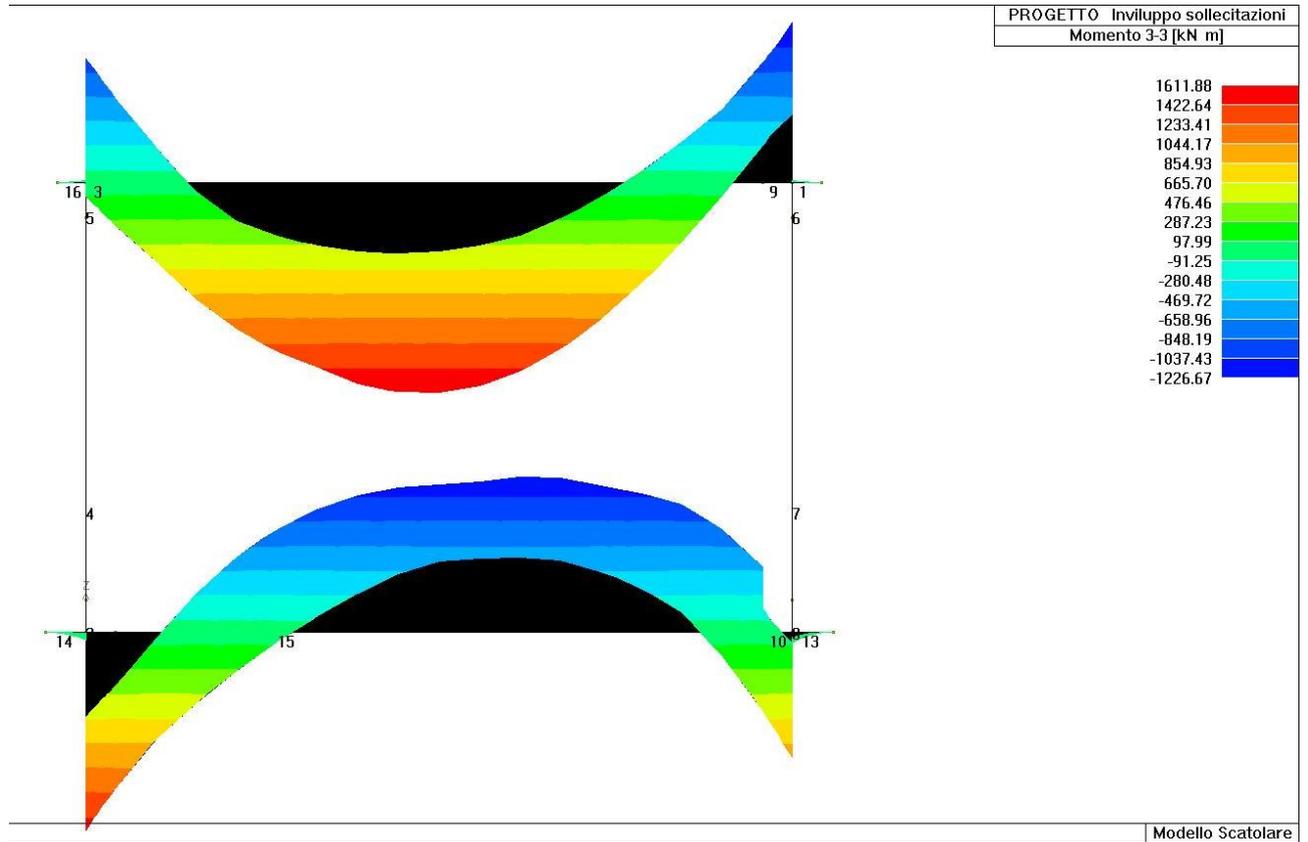


28	Qk	CDC=Qk (Ritiro)
----	----	-----------------

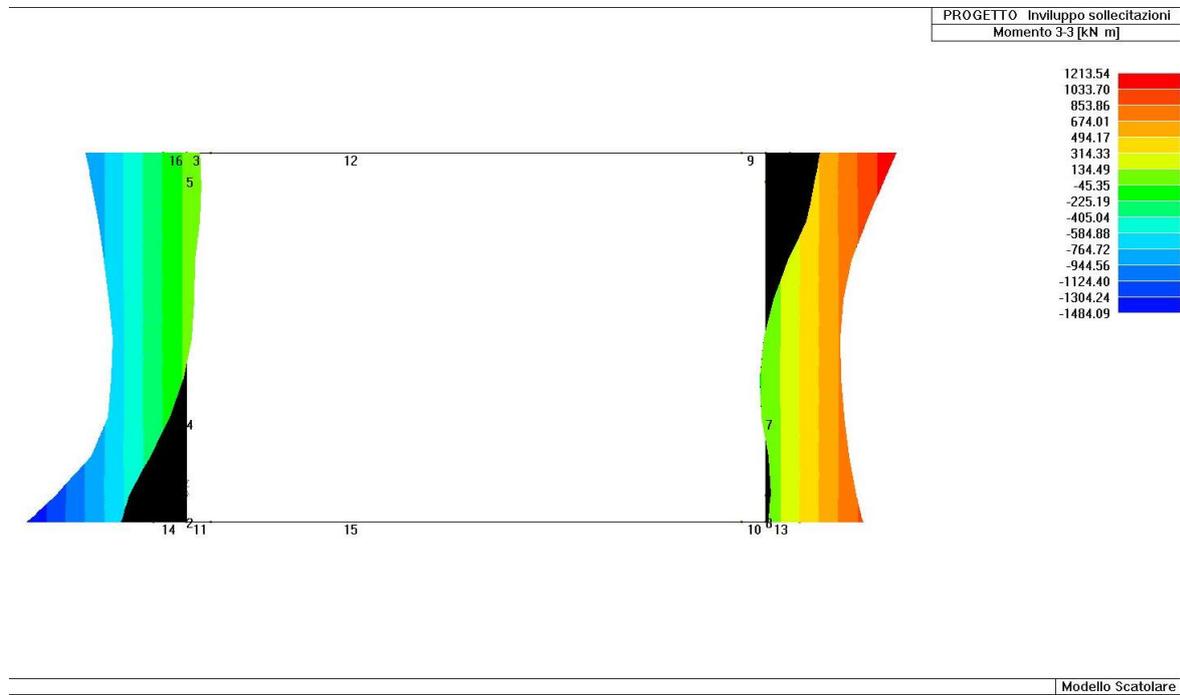
9.2 DIAGRAMMI DELLE CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito gli involuipi per i vari elementi strutturali delle sollecitazioni agenti sullo scatolare.

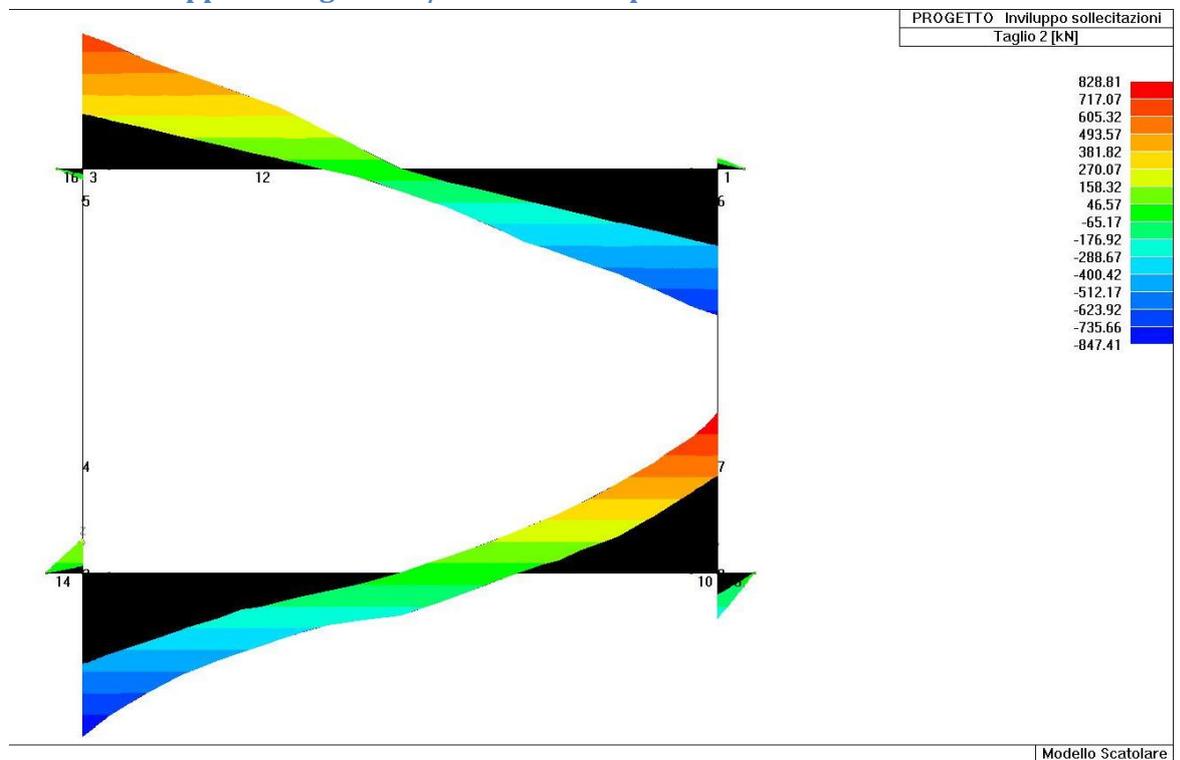
9.2.1 Inviluppo SLU/SLV momento flettente soletta superiore e soletta di fondazione



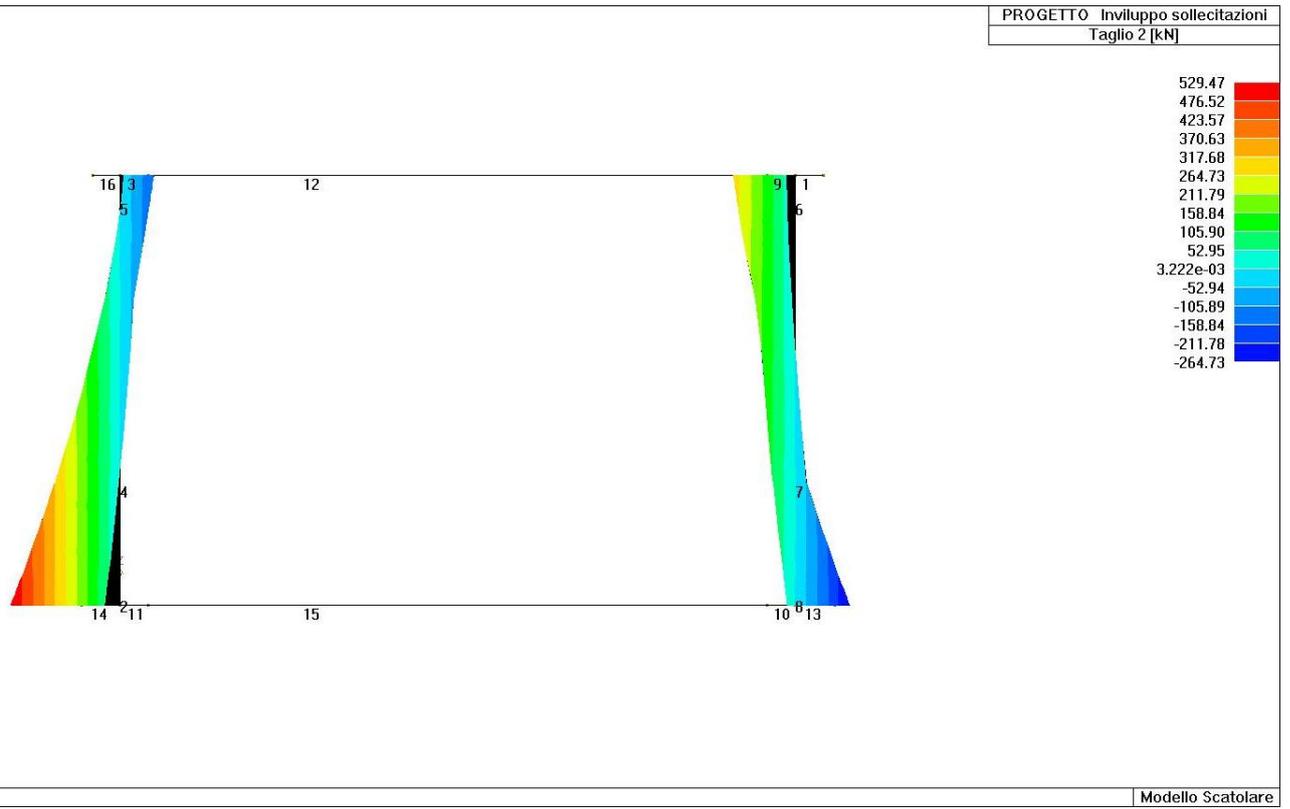
9.2.2 Involuppo SLU/SLV momento flettente piedritti



9.2.3 Involuppo del taglio SLU/SLV soletta superiore e soletta di fondazione



9.2.4 Involuppo del taglio SLU/SLV piedritti



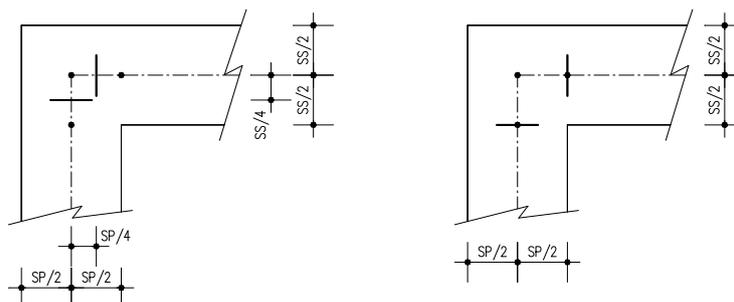
9.3 VERIFICHE DI RESISTENZA ED A FESSURAZIONE

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni per le aste più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;
- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.17.01.2018 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

Le verifiche a fessurazione sono state condotte considerando:

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente e per le sollecitazioni di esercizio si determina la massima trazione nel calcestruzzo σ_{ct} , confrontandola con la resistenza caratteristica a trazione per flessione f_{ctk} : se risulta $\sigma_{ct} < f_{ctk}$ la verifica è soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'EC2, come richiesto dal D. M. Min. II. TT. del 17 gennaio 2018, e valutata con le sollecitazioni relative alle Combinazioni FR o QP della normativa vigente sui ponti stradali". La massima apertura ammissibile risulta rispettivamente per le strutture in ambiente ordinario ed armature poco sensibili:

1) combinazione di carico Frequente:

$$w_k \leq w_3 = 0.40 \text{ mm}$$

2) combinazione di carico quasi permanente:

$$w_k \leq w_2 = 0.30 \text{ mm}$$

Nel caso di strutture in ambiente molto aggressivo ed armature poco sensibili:

1) combinazione di carico Frequente:

$$w_k \leq w_1 = 0.20 \text{ mm}$$

2) combinazione di carico quasi permanente:

$$w_k \leq w_1 = 0.20 \text{ mm}$$

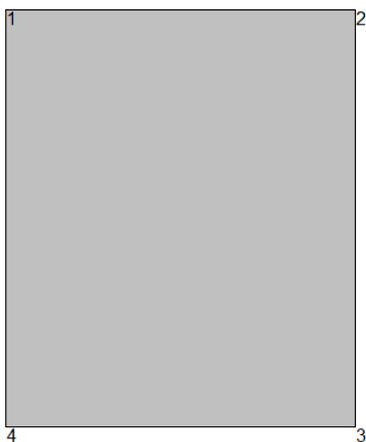
Verifica delle tensioni di esercizio: si eseguono per la condizione di carico Quasi Permanente e Rara, verificando rispettivamente che le tensioni di lavoro siano inferiori ai seguenti limiti:

per la condizione QP si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$;

per la condizione rara si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$, mentre quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$

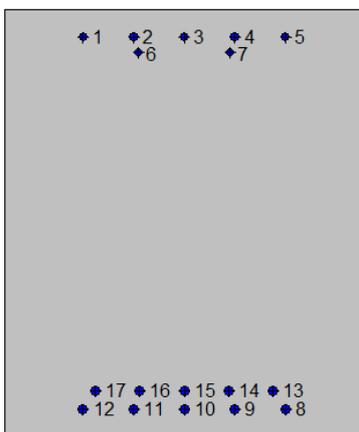
9.3.1 Soletta superiore: attacco piedritto (asta 9)

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	120,0
2	100,0	120,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	(s/n)
n.	cm	cm	cmq	
1	21,8	112,3	4,52	no
2	35,9	112,3	4,52	no
3	50,0	112,3	4,52	no
4	64,1	112,3	4,52	no
5	78,2	112,3	4,52	no
6	37,3	108,1	3,14	no
7	62,7	108,1	3,14	no
8	78,1	7,8	5,31	no
9	64,1	7,8	5,31	no
10	50,0	7,8	5,31	no
11	35,9	7,8	5,31	no
12	21,9	7,8	5,31	no
13	74,7	13,0	5,31	no
14	62,3	13,0	5,31	no
15	50,0	13,0	5,31	no
16	37,7	13,0	5,31	no
17	25,3	13,0	5,31	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³
Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	53,5	-633,6	0,0	P	106,9	-1265,8	0,0	0,500	OK
				M	23984,2	-633,0	0,0	0,000	
				N	53,5	-1238,2	0,0	0,510	
2	44,4	-579,7	0,0	P	96,5	-1260,5	0,0	0,460	OK
				M	24100,9	-579,1	0,0	0,000	
				N	44,4	-1233,5	0,0	0,470	
3	53,7	-657,2	0,0	P	103,3	-1264,0	0,0	0,520	OK
				M	23932,9	-656,5	0,0	0,000	
				N	53,7	-1238,3	0,0	0,530	
4	46,9	-616,9	0,0	P	95,8	-1260,1	0,0	0,490	OK
				M	24020,4	-616,3	0,0	0,000	
				N	46,9	-1234,8	0,0	0,500	
5	178,3	-941,7	0,0	P	254,1	-1341,8	0,0	0,700	OK
				M	23305,0	-940,7	0,0	0,010	
				N	178,3	-1302,7	0,0	0,720	
6	180,0	-933,0	0,0	P	259,4	-1344,5	0,0	0,690	OK
				M	23324,0	-932,2	0,0	0,010	
				N	180,0	-1303,6	0,0	0,720	
7	185,8	-911,4	0,0	P	275,8	-1353,0	0,0	0,670	OK
				M	23372,2	-910,5	0,0	0,010	
				N	185,8	-1306,6	0,0	0,700	
8	114,4	-604,2	0,0	P	254,1	-1341,8	0,0	0,450	OK
				M	24047,9	-603,6	0,0	0,000	
				N	114,4	-1269,7	0,0	0,480	
9	116,1	-595,6	0,0	P	262,4	-1346,1	0,0	0,440	OK
				M	24066,7	-594,9	0,0	0,000	
				N	116,1	-1270,6	0,0	0,470	
10	122,0	-573,9	0,0	P	289,1	-1359,8	0,0	0,420	OK
				M	24113,4	-573,3	0,0	0,000	
				N	122,0	-1273,6	0,0	0,450	
11	77,9	-728,0	0,0	P	137,1	-1281,4	0,0	0,570	OK
				M	23777,9	-727,3	0,0	0,000	
				N	77,9	-1250,8	0,0	0,580	
12	68,8	-674,1	0,0	P	130,4	-1278,0	0,0	0,530	OK
				M	23896,0	-673,4	0,0	0,000	

				N	68,8	-1246,1	0,0	0,540	
13	89,1	-794,0	0,0	P	144,1	-1285,1	0,0	0,620	OK
				M	23632,4	-793,2	0,0	0,000	
				N	89,1	-1256,6	0,0	0,630	
14	82,2	-753,7	0,0	P	140,0	-1282,9	0,0	0,590	OK
				M	23721,4	-752,9	0,0	0,000	
				N	82,2	-1253,1	0,0	0,600	
15	153,9	-847,3	0,0	P	242,6	-1335,9	0,0	0,630	OK
				M	23514,4	-846,5	0,0	0,010	
				N	153,9	-1290,1	0,0	0,660	
16	155,6	-838,7	0,0	P	248,4	-1338,9	0,0	0,630	OK
				M	23533,5	-837,9	0,0	0,010	
				N	155,6	-1291,0	0,0	0,650	
17	161,5	-817,0	0,0	P	266,5	-1348,2	0,0	0,610	OK
				M	23581,5	-816,2	0,0	0,010	
				N	161,5	-1294,1	0,0	0,630	
18	79,0	-467,4	0,0	P	224,2	-1326,4	0,0	0,350	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	79,0	-1251,4	0,0	0,370	
19	80,7	-458,8	0,0	P	234,3	-1331,6	0,0	0,340	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	80,7	-1252,3	0,0	0,370	
20	86,6	-437,1	0,0	P	267,2	-1348,6	0,0	0,320	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	86,6	-1255,3	0,0	0,350	
21	148,3	-810,2	0,0	P	244,7	-1337,0	0,0	0,610	OK
				M	23596,6	-809,4	0,0	0,010	
				N	148,3	-1287,2	0,0	0,630	
22	73,4	-430,3	0,0	P	226,5	-1327,6	0,0	0,320	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	73,4	-1248,5	0,0	0,340	
23	192,3	-955,5	0,0	P	271,9	-1351,0	0,0	0,710	OK
				M	23274,1	-954,6	0,0	0,010	
				N	192,3	-1310,0	0,0	0,730	
24	135,1	-752,9	0,0	P	239,4	-1334,2	0,0	0,560	OK
				M	23723,1	-752,1	0,0	0,010	
				N	135,1	-1280,4	0,0	0,590	
25	185,6	-1025,0	0,0	P	241,8	-1335,5	0,0	0,770	OK
				M	23119,0	-1024,0	0,0	0,010	
				N	185,6	-1306,5	0,0	0,780	
26	192,9	-1051,0	0,0	P	245,5	-1337,4	0,0	0,790	OK
				M	23060,8	-1050,0	0,0	0,010	
				N	192,9	-1310,3	0,0	0,800	
27	89,0	-571,5	0,0	P	204,9	-1316,5	0,0	0,430	OK
				M	24118,5	-570,9	0,0	0,000	
				N	89,0	-1256,6	0,0	0,450	
28	95,9	-598,9	0,0	P	211,3	-1319,7	0,0	0,450	OK
				M	24059,6	-598,2	0,0	0,000	
				N	95,9	-1260,1	0,0	0,470	
29	186,8	-1043,0	0,0	P	238,9	-1334,0	0,0	0,780	OK
				M	23078,5	-1042,1	0,0	0,010	
				N	186,8	-1307,1	0,0	0,800	
30	265,9	-726,8	0,0	P	545,6	-1491,3	0,0	0,490	OK
				M	23780,6	-726,1	0,0	0,010	
				N	265,9	-1347,9	0,0	0,540	
31	276,2	-698,1	0,0	P	601,3	-1519,7	0,0	0,460	OK
				M	23843,5	-697,4	0,0	0,010	
				N	276,2	-1353,2	0,0	0,520	
32	289,3	-654,7	0,0	P	691,9	-1565,9	0,0	0,420	OK
				M	23938,3	-654,0	0,0	0,010	
				N	289,3	-1359,9	0,0	0,480	
33	194,7	-1059,0	0,0	P	245,9	-1337,6	0,0	0,790	OK
				M	23043,0	-1057,9	0,0	0,010	
				N	194,7	-1311,2	0,0	0,810	
75	63,2	-430,6	0,0	P	192,3	-1310,0	0,0	0,330	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	63,2	-1243,2	0,0	0,350	
76	103,9	-486,0	0,0	P	290,9	-1360,8	0,0	0,360	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	103,9	-1264,3	0,0	0,380	
77	81,3	-500,4	0,0	P	214,6	-1321,4	0,0	0,380	OK
				M	24269,2	-500,0	0,0	0,000	
				N	81,3	-1252,6	0,0	0,400	
78	85,9	-416,2	0,0	P	279,5	-1354,9	0,0	0,310	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	85,9	-1255,0	0,0	0,330	
79	104,6	-595,9	0,0	P	233,7	-1331,3	0,0	0,450	OK
				M	24066,1	-595,2	0,0	0,000	
				N	104,6	-1264,7	0,0	0,470	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
26	192,9	-1051,0	0,0	P	245,5	-1337,4	0,0	0,790	OK
5	178,3	-941,7	0,0	M	23305,0	-940,7	0,0	0,010	OK
33	194,7	-1059,0	0,0	N	194,7	-1311,2	0,0	0,810	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

 CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

 Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
46 OK	-489,7	0,0	56,3	-2965,6	0,15	156889,6	0,44
47 OK	-449,8	0,0	49,5	-2722,8	0,14	144460,6	0,40
48 OK	-513,7	0,0	56,8	-3109,7	0,16	164952,5	0,46
49 OK	-483,7	0,0	51,7	-2927,2	0,15	155605,4	0,43
50 OK	-671,4	0,0	140,1	-4095,4	0,21	204816,9	0,57
51 OK	-665,0	0,0	141,3	-4057,4	0,20	202452,1	0,56
52 OK	-648,9	0,0	145,7	-3962,5	0,20	196279,5	0,55
53 OK	-415,2	0,0	92,4	-2535,1	0,13	125718,9	0,35
54 OK	-408,8	0,0	93,7	-2497,1	0,13	123342,3	0,34
55 OK	-392,7	0,0	98,1	-2402,0	0,12	117178,1	0,33
56 OK	-542,7	0,0	70,0	-3290,3	0,17	172621,5	0,48
57 OK	-502,8	0,0	63,2	-3047,6	0,15	160192,1	0,44
58 OK	-602,0	0,0	79,6	-3650,8	0,18	191161,0	0,53
59 OK	-572,1	0,0	74,5	-3469,0	0,17	181847,3	0,51
60 OK	-592,8	0,0	119,7	-3614,2	0,18	181490,0	0,50
61 OK	-586,4	0,0	121,0	-3576,3	0,18	179108,7	0,50
62 OK	-570,3	0,0	125,4	-3481,4	0,17	172935,4	0,48
63 OK	-301,2	0,0	63,0	-1837,3	0,09	91863,7	0,26
64 OK	-294,8	0,0	64,3	-1799,4	0,09	89486,6	0,25
65 OK	-278,7	0,0	68,6	-1704,3	0,09	83321,4	0,23
66 OK	-565,3	0,0	115,6	-3447,2	0,17	172834,2	0,48
67 OK	-273,7	0,0	58,8	-1670,2	0,08	83217,5	0,23
68 OK	-761,9	0,0	146,6	-4642,0	0,23	234441,2	0,65
69 OK	-618,1	0,0	104,5	-3759,4	0,19	192547,1	0,53

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

 Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
34 OK	-457,5	0,0	54,0	0,00	0,00
35 OK	-470,3	0,0	60,4	0,00	0,00
36 OK	-471,4	0,0	95,2	0,00	0,00
37 OK	-465,0	0,0	96,5	0,00	0,00
38 OK	-448,9	0,0	100,9	0,00	0,00
39 OK	-536,1	0,0	74,3	0,00	0,00
40 OK	-506,2	0,0	69,2	0,00	0,00
41 OK	-392,8	0,0	74,9	0,00	0,00
42 OK	-386,4	0,0	76,2	0,00	0,00
43 OK	-370,3	0,0	80,5	0,00	0,00
44 OK	-428,6	0,0	87,6	0,00	0,00
45 OK	-561,9	0,0	101,8	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

 CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

 Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

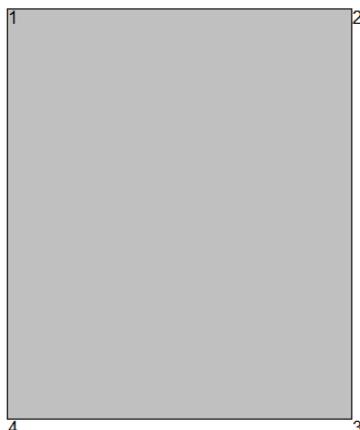
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	

70	OK	-346,8	0,0	46,4	-2103,4	0,14	0,00	0,00
71	OK	-369,6	0,0	83,8	-2257,3	0,15	0,00	0,00
72	OK	-416,6	0,0	64,4	-2531,0	0,17	0,00	0,00
73	OK	-299,8	0,0	65,8	-1830,1	0,12	0,00	0,00
74	OK	-484,5	0,0	84,2	-2947,8	0,20	0,00	0,00

9.3.1.1 Verifiche a taglio

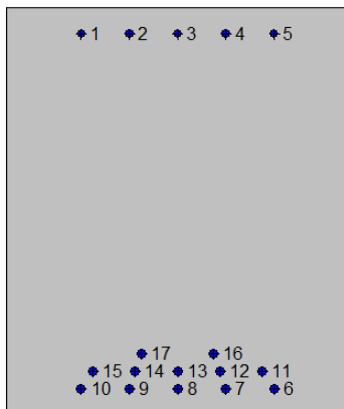
V_{sdu}	710,5	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
$\gamma_{c=}$	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
h	120	cm
bw	100	cm
d	109,60	cm
Asl	53,066	cm ²
c	10,40	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	21,80	gradi
$ctg\theta$	2,50	
$\theta_{imposto}$	21,80	gradi
A_{sw}	3,77	cm ²
passo staffe	40	cm
f_{cd}	18,133	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,356	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,0000	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	467,939	kN
$V_{Rd,min}$	369,974	kN
$\rho_{sw,min}$	0,001006	
$s_{l,max}$	60,00	cm
$A_{sw,min}$	6,034	cm ² / $s_{l,max}$
verifica con armatura resistente a taglio (staffe)		
V_{Rcd}	3083,758	kN
V_{Rsd}	909,054	kN
V_{Rd}	909,054	kN

9.3.2 Soletta superiore: mezzeria (asta 12)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	120,0
2	100,0	120,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	(s/n)
n.	cm	cm	cmq	
1	21,8	112,3	4,52	no
2	35,9	112,3	4,52	no
3	50,0	112,3	4,52	no
4	64,1	112,3	4,52	no
5	78,2	112,3	4,52	no
6	78,1	7,8	5,31	no
7	64,1	7,8	5,31	no
8	50,0	7,8	5,31	no
9	35,9	7,8	5,31	no
10	21,9	7,8	5,31	no
11	74,7	13,0	5,31	no
12	62,3	13,0	5,31	no
13	50,0	13,0	5,31	no
14	37,7	13,0	5,31	no
15	25,3	13,0	5,31	no

16	60,6	18,2	5,31	no
17	39,4	18,2	5,31	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³
Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	53,5	1409,0	0,0	P	98,9	2605,8	0,0	0,540	OK
				M	21169,8	1407,6	0,0	0,000	
				N	53,5	2583,0	0,0	0,540	
2	44,4	1269,0	0,0	P	91,0	2601,9	0,0	0,490	OK
				M	21487,0	1267,5	0,0	0,000	
				N	44,4	2578,4	0,0	0,490	
3	53,7	1224,0	0,0	P	114,7	2613,8	0,0	0,470	OK
				M	21588,7	1222,6	0,0	0,000	
				N	53,7	2583,1	0,0	0,470	
4	46,9	1119,0	0,0	P	109,4	2611,1	0,0	0,430	OK
				M	21826,3	1117,5	0,0	0,000	
				N	46,9	2579,6	0,0	0,430	
5	117,7	1408,0	0,0	P	223,0	2668,0	0,0	0,530	OK
				M	21172,1	1406,6	0,0	0,010	
				N	117,7	2615,3	0,0	0,540	
6	119,4	1297,0	0,0	P	246,7	2679,8	0,0	0,480	OK
				M	21423,6	1295,5	0,0	0,010	
				N	119,4	2616,1	0,0	0,500	
7	125,3	1159,0	0,0	P	292,2	2702,4	0,0	0,430	OK
				M	21735,5	1157,7	0,0	0,010	
				N	125,3	2619,1	0,0	0,440	
8	114,4	1475,0	0,0	P	206,3	2659,6	0,0	0,550	OK
				M	21020,5	1473,5	0,0	0,000	
				N	114,4	2613,6	0,0	0,560	
9	116,1	1364,0	0,0	P	227,3	2670,1	0,0	0,510	OK
				M	21271,9	1362,6	0,0	0,000	
				N	116,1	2614,5	0,0	0,520	
10	122,0	1227,0	0,0	P	267,5	2690,2	0,0	0,460	OK
				M	21582,0	1225,6	0,0	0,010	
				N	122,0	2617,4	0,0	0,470	

11	77,9	1315,0	0,0	P	156,0	2634,5	0,0	0,500	OK
				M	21382,9	1313,5	0,0	0,000	
				N	77,9	2595,2	0,0	0,510	
12	68,8	1174,0	0,0	P	154,3	2633,6	0,0	0,450	OK
				M	21701,7	1172,7	0,0	0,000	
				N	68,8	2590,7	0,0	0,450	
13	89,1	1088,0	0,0	P	218,2	2665,6	0,0	0,410	OK
				M	21895,9	1086,7	0,0	0,000	
				N	89,1	2600,9	0,0	0,420	
14	82,2	982,2	0,0	P	223,4	2668,2	0,0	0,370	OK
				M	22135,5	980,7	0,0	0,000	
				N	82,2	2597,4	0,0	0,380	
15	93,3	1502,0	0,0	P	163,9	2638,5	0,0	0,570	OK
				M	20959,0	1500,7	0,0	0,000	
				N	93,3	2603,0	0,0	0,580	
16	95,0	1391,0	0,0	P	180,8	2646,9	0,0	0,520	OK
				M	21210,6	1389,6	0,0	0,000	
				N	95,0	2603,9	0,0	0,530	
17	100,9	1254,0	0,0	P	214,3	2663,7	0,0	0,470	OK
				M	21520,9	1252,5	0,0	0,000	
				N	100,9	2606,8	0,0	0,480	
18	79,0	1612,0	0,0	P	128,5	2620,7	0,0	0,610	OK
				M	20709,6	1610,6	0,0	0,000	
				N	79,0	2595,8	0,0	0,620	
19	80,7	1501,0	0,0	P	141,3	2627,1	0,0	0,570	OK
				M	20961,3	1499,6	0,0	0,000	
				N	80,7	2596,7	0,0	0,580	
20	86,6	1363,0	0,0	P	167,8	2640,4	0,0	0,520	OK
				M	21274,1	1361,6	0,0	0,000	
				N	86,6	2599,6	0,0	0,520	
21	87,7	1393,0	0,0	P	166,2	2639,6	0,0	0,530	OK
				M	21206,1	1391,6	0,0	0,000	
				N	87,7	2600,2	0,0	0,540	
22	73,4	1503,0	0,0	P	128,0	2620,4	0,0	0,570	OK
				M	20956,7	1501,7	0,0	0,000	
				N	73,4	2593,0	0,0	0,580	
23	131,8	601,4	0,0	P	628,5	2867,6	0,0	0,210	OK
				M	22993,8	599,9	0,0	0,010	
				N	131,8	2622,3	0,0	0,230	
24	135,1	533,9	0,0	P	739,2	2921,2	0,0	0,180	OK
				M	23145,0	532,6	0,0	0,010	
				N	135,1	2624,0	0,0	0,200	
25	125,1	1188,0	0,0	P	284,2	2698,5	0,0	0,440	OK
				M	21670,0	1186,6	0,0	0,010	
				N	125,1	2619,0	0,0	0,450	
26	132,4	1185,0	0,0	P	302,5	2707,6	0,0	0,440	OK
				M	21676,8	1183,6	0,0	0,010	
				N	132,4	2622,6	0,0	0,450	
27	89,0	1475,0	0,0	P	159,0	2636,0	0,0	0,560	OK
				M	21020,5	1473,5	0,0	0,000	
				N	89,0	2600,8	0,0	0,570	
28	95,9	1473,0	0,0	P	172,0	2642,5	0,0	0,560	OK
				M	21025,1	1471,5	0,0	0,000	
				N	95,9	2604,3	0,0	0,570	
29	126,3	877,8	0,0	P	396,3	2754,0	0,0	0,320	OK
				M	22371,0	876,4	0,0	0,010	
				N	126,3	2619,6	0,0	0,330	
30	205,4	1059,0	0,0	P	548,7	2828,8	0,0	0,370	OK
				M	21962,1	1057,5	0,0	0,010	
				N	205,4	2659,2	0,0	0,400	
31	215,6	942,0	0,0	P	659,8	2882,8	0,0	0,330	OK
				M	22226,1	940,5	0,0	0,010	
				N	215,6	2664,3	0,0	0,350	
32	228,8	801,6	0,0	P	848,8	2973,7	0,0	0,270	OK
				M	22542,5	800,3	0,0	0,010	
				N	228,8	2670,9	0,0	0,300	
33	134,2	867,4	0,0	P	428,5	2769,9	0,0	0,310	OK
				M	22394,5	865,9	0,0	0,010	
				N	134,2	2623,6	0,0	0,330	
75	55,9	713,5	0,0	P	208,5	2660,7	0,0	0,270	OK
				M	22741,0	712,2	0,0	0,000	
				N	55,9	2584,2	0,0	0,280	
76	79,5	798,1	0,0	P	268,0	2690,4	0,0	0,300	OK
				M	22550,4	796,8	0,0	0,000	
				N	79,5	2596,1	0,0	0,310	
77	73,9	643,6	0,0	P	311,6	2712,1	0,0	0,240	OK
				M	22898,3	642,3	0,0	0,000	
				N	73,9	2593,3	0,0	0,250	
78	61,5	867,9	0,0	P	187,7	2650,4	0,0	0,330	OK

				M	22393,4	866,4	0,0	0,000	
				N	61,5	2587,0	0,0	0,330	
79	80,2	667,2	0,0	P	326,9	2719,7	0,0	0,240	OK
				M	22845,2	665,9	0,0	0,000	
				N	80,2	2596,4	0,0	0,260	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
18	79,0	1612,0	0,0	P	128,5	2620,7	0,0	0,610	OK
5	117,7	1408,0	0,0	M	21172,1	1406,6	0,0	0,010	OK
18	79,0	1612,0	0,0	N	79,0	2595,8	0,0	0,620	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
46 OK	1024,0	0,0	56,3	-5277,3	0,26	169680,7	0,47
47 OK	919,3	0,0	49,5	-4737,0	0,24	152404,1	0,42
48 OK	880,9	0,0	56,8	-4546,3	0,23	145356,1	0,40
49 OK	802,7	0,0	51,7	-4142,7	0,21	132453,8	0,37
50 OK	1046,0	0,0	95,2	-5419,5	0,27	170562,6	0,47
51 OK	963,3	0,0	96,5	-4997,6	0,25	156434,4	0,43
52 OK	861,3	0,0	100,9	-4479,3	0,22	138804,0	0,39
53 OK	1102,0	0,0	92,4	-5703,7	0,29	180270,1	0,50
54 OK	1019,0	0,0	93,7	-5280,3	0,27	166090,4	0,46
55 OK	917,5	0,0	98,1	-4764,6	0,24	148546,6	0,41
56 OK	970,6	0,0	70,0	-5014,9	0,25	159612,0	0,44
57 OK	866,3	0,0	63,2	-4476,6	0,22	142403,3	0,40
58 OK	792,6	0,0	79,6	-4112,1	0,21	128699,1	0,36
59 OK	714,3	0,0	74,5	-3708,0	0,19	115780,4	0,32
60 OK	1124,0	0,0	74,9	-5802,8	0,29	185288,5	0,51
61 OK	1042,0	0,0	76,2	-5384,6	0,27	171277,2	0,48
62 OK	940,0	0,0	80,5	-4866,5	0,24	153645,9	0,43
63 OK	1216,0	0,0	63,0	-6263,8	0,31	201778,8	0,56
64 OK	1133,0	0,0	64,3	-5840,6	0,29	187596,7	0,52
65 OK	1032,0	0,0	68,6	-5327,7	0,27	170133,2	0,47
66 OK	1044,0	0,0	70,7	-5390,7	0,27	172014,8	0,48
67 OK	1135,0	0,0	58,8	-5846,6	0,29	188335,2	0,52
68 OK	636,7	0,0	101,8	-3330,9	0,17	100632,9	0,28
69 OK	580,5	0,0	104,5	-3045,1	0,15	90905,8	0,25

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
34 OK	937,2	0,0	54,0	0.19	0,65
35 OK	851,1	0,0	60,4	0.17	0,58
36 OK	1046,0	0,0	95,2	0.21	0,71
37 OK	963,3	0,0	96,5	0.19	0,65
38 OK	861,3	0,0	100,9	0.17	0,57
39 OK	858,5	0,0	74,3	0.17	0,58
40 OK	780,3	0,0	69,2	0.16	0,53
41 OK	1124,0	0,0	74,9	0.23	0,77
42 OK	1042,0	0,0	76,2	0.21	0,71
43 OK	940,0	0,0	80,5	0.19	0,64
44 OK	1034,0	0,0	87,6	0.21	0,70
45 OK	636,7	0,0	101,8	0.12	0,42

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

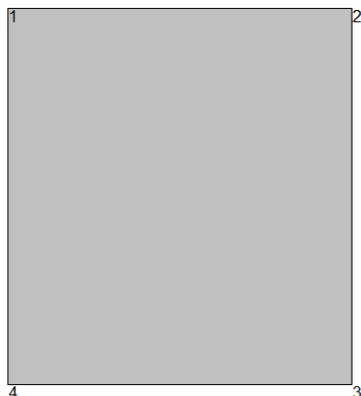
Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

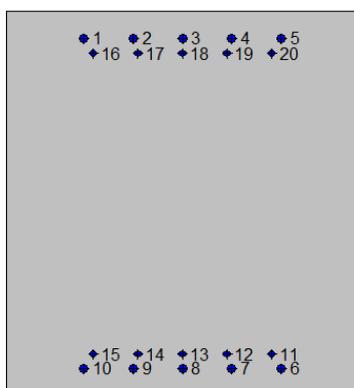
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70 OK	691,7	0,0	46,4	-3571,2	0,24	0.14	0,71
71 OK	775,8	0,0	83,8	-4029,4	0,27	0.16	0,78
72 OK	621,9	0,0	64,4	-3228,0	0,22	0.13	0,63
73 OK	845,6	0,0	65,8	-4372,7	0,29	0.17	0,86
74 OK	660,8	0,0	84,2	-3441,5	0,23	0.13	0,66

9.3.3 Soletta di fondazione: attacco piedritto (asta 11)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	110,0
2	100,0	110,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	(s/n)
n.	cm	cm	cmq	
1	21,8	102,3	4,52	no
2	35,9	102,3	4,52	no
3	50,0	102,3	4,52	no
4	64,1	102,3	4,52	no
5	78,2	102,3	4,52	no
6	78,2	7,7	4,52	no
7	64,1	7,7	4,52	no
8	50,0	7,7	4,52	no
9	35,9	7,7	4,52	no
10	21,8	7,7	4,52	no
11	75,4	11,9	3,14	no
12	62,7	11,9	3,14	no
13	50,0	11,9	3,14	no
14	37,3	11,9	3,14	no
15	24,6	11,9	3,14	no
16	24,6	98,1	3,14	no
17	37,3	98,1	3,14	no

18	50,0	98,1	3,14	no
19	62,7	98,1	3,14	no
20	75,4	98,1	3,14	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:
Calcestruzzo classe: C28/35
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³
Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	112,8	749,5	0,0	P	230,4	1530,9	0,0	0,490	OK
				M	18157,3	748,6	0,0	0,010	
				N	112,8	1476,5	0,0	0,510	
2	121,8	761,2	0,0	P	246,1	1538,1	0,0	0,490	OK
				M	18128,6	760,4	0,0	0,010	
				N	121,8	1480,7	0,0	0,510	
3	112,6	766,3	0,0	P	224,5	1528,2	0,0	0,500	OK
				M	18116,1	765,5	0,0	0,010	
				N	112,6	1476,4	0,0	0,520	
4	119,4	775,0	0,0	P	236,3	1533,6	0,0	0,500	OK
				M	18094,8	774,2	0,0	0,010	
				N	119,4	1479,6	0,0	0,520	
5	428,9	1196,0	0,0	P	611,4	1704,9	0,0	0,700	OK
				M	17061,9	1195,1	0,0	0,020	
				N	428,9	1621,9	0,0	0,740	
6	458,7	1247,0	0,0	P	630,3	1713,5	0,0	0,730	OK
				M	16935,1	1246,5	0,0	0,030	
				N	458,7	1635,5	0,0	0,760	
7	466,0	1233,0	0,0	P	651,2	1722,9	0,0	0,720	OK
				M	16969,6	1232,6	0,0	0,030	
				N	466,0	1638,9	0,0	0,750	
8	373,6	916,2	0,0	P	714,1	1751,3	0,0	0,520	OK
				M	17749,5	915,3	0,0	0,020	
				N	373,6	1596,7	0,0	0,570	
9	403,4	967,8	0,0	P	733,6	1760,1	0,0	0,550	OK
				M	17622,7	966,9	0,0	0,020	
				N	403,4	1610,3	0,0	0,600	
10	410,6	953,8	0,0	P	763,5	1773,5	0,0	0,540	OK
				M	17657,0	953,0	0,0	0,020	

				N	410,6	1613,6	0,0	0,590	
11	88,5	659,1	0,0	P	203,9	1518,7	0,0	0,430	OK
				M	18377,7	658,3	0,0	0,000	
				N	88,5	1465,2	0,0	0,450	
12	97,6	670,8	0,0	P	222,1	1527,0	0,0	0,440	OK
				M	18349,2	670,0	0,0	0,000	
				N	97,6	1469,4	0,0	0,460	
13	77,4	635,2	0,0	P	183,9	1509,4	0,0	0,420	OK
				M	18435,9	634,4	0,0	0,000	
				N	77,4	1460,1	0,0	0,430	
14	84,2	643,9	0,0	P	198,2	1516,0	0,0	0,420	OK
				M	18414,7	643,1	0,0	0,000	
				N	84,2	1463,2	0,0	0,440	
15	453,2	1286,0	0,0	P	598,8	1699,2	0,0	0,760	OK
				M	16839,9	1285,2	0,0	0,030	
				N	453,2	1633,0	0,0	0,790	
16	483,0	1338,0	0,0	P	616,3	1707,1	0,0	0,780	OK
				M	16711,8	1337,1	0,0	0,030	
				N	483,0	1646,6	0,0	0,810	
17	490,2	1324,0	0,0	P	635,2	1715,7	0,0	0,770	OK
				M	16746,2	1323,2	0,0	0,030	
				N	490,2	1649,9	0,0	0,800	
18	408,8	1047,0	0,0	P	677,3	1734,7	0,0	0,600	OK
				M	17428,3	1046,1	0,0	0,020	
				N	408,8	1612,8	0,0	0,650	
19	438,6	1099,0	0,0	P	695,6	1743,0	0,0	0,630	OK
				M	17300,4	1098,1	0,0	0,020	
				N	438,6	1626,4	0,0	0,680	
20	445,8	1085,0	0,0	P	720,8	1754,3	0,0	0,620	OK
				M	17334,9	1084,1	0,0	0,030	
				N	445,8	1629,7	0,0	0,670	
21	458,8	1301,0	0,0	P	599,3	1699,5	0,0	0,760	OK
				M	16803,2	1300,1	0,0	0,030	
				N	458,8	1635,6	0,0	0,790	
22	414,3	1062,0	0,0	P	676,6	1734,4	0,0	0,610	OK
				M	17391,5	1061,1	0,0	0,020	
				N	414,3	1615,3	0,0	0,660	
23	459,5	1217,0	0,0	P	650,4	1722,6	0,0	0,710	OK
				M	17009,9	1216,2	0,0	0,030	
				N	459,5	1635,9	0,0	0,740	
24	397,5	1018,0	0,0	P	677,4	1734,7	0,0	0,590	OK
				M	17499,6	1017,1	0,0	0,020	
				N	397,5	1607,6	0,0	0,630	
25	421,6	1207,0	0,0	P	592,5	1696,4	0,0	0,710	OK
				M	17035,0	1206,0	0,0	0,020	
				N	421,6	1618,6	0,0	0,750	
26	445,8	1259,0	0,0	P	602,2	1700,8	0,0	0,740	OK
				M	16906,9	1258,0	0,0	0,030	
				N	445,8	1629,7	0,0	0,770	
27	398,9	1091,0	0,0	P	625,7	1711,4	0,0	0,640	OK
				M	17320,1	1090,1	0,0	0,020	
				N	398,9	1608,2	0,0	0,680	
28	423,5	1125,0	0,0	P	648,1	1721,5	0,0	0,650	OK
				M	17236,4	1124,2	0,0	0,020	
				N	423,5	1619,5	0,0	0,690	
29	465,0	1349,0	0,0	P	583,3	1692,2	0,0	0,800	OK
				M	16684,7	1348,1	0,0	0,030	
				N	465,0	1638,4	0,0	0,820	
30	365,6	726,5	0,0	P	929,9	1847,9	0,0	0,390	OK
				M	18213,6	725,6	0,0	0,020	
				N	365,6	1593,0	0,0	0,460	
31	389,3	746,2	0,0	P	974,4	1867,7	0,0	0,400	OK
				M	18165,4	745,3	0,0	0,020	
				N	389,3	1603,8	0,0	0,460	
32	390,3	706,0	0,0	P	1051,4	1901,8	0,0	0,370	OK
				M	18263,3	705,2	0,0	0,020	
				N	390,3	1604,3	0,0	0,440	
33	457,1	1300,0	0,0	P	597,2	1698,5	0,0	0,760	OK
				M	16805,6	1299,1	0,0	0,030	
				N	457,1	1634,8	0,0	0,790	
75	152,7	596,0	0,0	P	413,8	1615,0	0,0	0,370	OK
				M	18531,2	595,2	0,0	0,010	
				N	152,7	1495,0	0,0	0,400	
76	227,8	671,9	0,0	P	572,0	1687,1	0,0	0,400	OK
				M	18346,5	671,1	0,0	0,010	
				N	227,8	1529,7	0,0	0,440	
77	134,7	529,1	0,0	P	410,8	1613,7	0,0	0,330	OK
				M	18693,5	528,4	0,0	0,010	
				N	134,7	1486,6	0,0	0,360	

78	245,7	738,8	0,0	P	559,1	1681,2	0,0	0,440	OK
				M	18183,5	737,9	0,0	0,010	
				N	245,7	1537,9	0,0	0,480	
79	227,1	773,0	0,0	P	483,9	1647,0	0,0	0,470	OK
				M	18099,7	772,2	0,0	0,010	
				N	227,1	1529,3	0,0	0,500	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
29	465,0	1349,0	0,0	P	583,3	1692,2	0,0	0,800	OK
6	458,7	1247,0	0,0	M	16935,1	1246,5	0,0	0,030	OK
29	465,0	1349,0	0,0	N	465,0	1638,4	0,0	0,820	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 17400,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
46	OK	578,3	0,0	110,0	-3868,7	0,22	154386,8	0,43
47	OK	586,9	0,0	116,7	-3929,3	0,23	156063,2	0,43
48	OK	594,5	0,0	109,5	-3974,8	0,23	159150,2	0,44
49	OK	601,1	0,0	114,6	-4021,3	0,23	160441,5	0,45
50	OK	848,1	0,0	312,8	-5758,6	0,33	208061,6	0,58
51	OK	886,4	0,0	334,9	-6022,6	0,35	216502,4	0,60
52	OK	876,0	0,0	340,3	-5956,5	0,34	212846,1	0,59
53	OK	637,3	0,0	272,1	-4345,0	0,25	151922,9	0,42
54	OK	675,6	0,0	294,2	-4608,8	0,26	160369,8	0,45
55	OK	665,2	0,0	299,6	-4542,3	0,26	156722,7	0,44
56	OK	527,5	0,0	96,4	-3526,3	0,20	141309,5	0,39
57	OK	536,1	0,0	103,1	-3587,1	0,21	142982,9	0,40
58	OK	509,9	0,0	86,8	-3404,6	0,20	137373,7	0,38
59	OK	516,4	0,0	91,8	-3450,5	0,20	138643,4	0,39
60	OK	923,5	0,0	333,0	-6266,8	0,36	227471,7	0,63
61	OK	961,8	0,0	355,1	-6530,8	0,38	235911,5	0,66
62	OK	951,4	0,0	360,5	-6464,8	0,37	232253,9	0,65
63	OK	746,5	0,0	301,4	-5081,4	0,29	180018,4	0,50
64	OK	784,9	0,0	323,6	-5346,0	0,31	188480,1	0,52
65	OK	774,5	0,0	328,9	-5279,6	0,30	184841,0	0,51
66	OK	934,6	0,0	337,1	-6342,1	0,36	230194,1	0,64
67	OK	757,6	0,0	305,5	-5156,8	0,30	182740,7	0,51
68	OK	975,2	0,0	339,4	-6611,4	0,38	241676,2	0,67
69	OK	831,8	0,0	293,2	-5641,1	0,32	205693,1	0,57

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0,40$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm		
34	OK	560,9	0,0	112,3	0,20	0,51
35	OK	625,2	0,0	148,5	0,22	0,56
36	OK	670,9	0,0	269,3	0,22	0,55
37	OK	709,3	0,0	291,5	0,23	0,58
38	OK	698,9	0,0	296,8	0,23	0,57
39	OK	485,5	0,0	92,1	0,00	0,00
40	OK	492,0	0,0	97,1	0,00	0,00
41	OK	746,3	0,0	289,5	0,25	0,62
42	OK	784,7	0,0	311,7	0,26	0,65
43	OK	774,3	0,0	317,1	0,25	0,64
44	OK	837,2	0,0	329,1	0,29	0,72
45	OK	798,1	0,0	295,9	0,27	0,68

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 13050,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

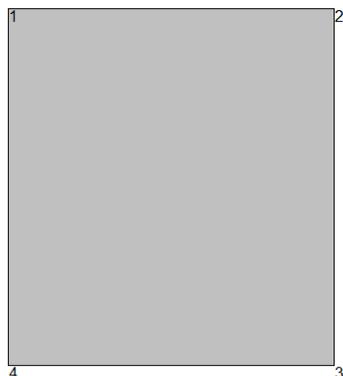
 Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70 OK	500,2	0,0	119,9	-3361,2	0,26	0.00	0,00
71 OK	601,1	0,0	261,5	-4100,4	0,31	0.20	0,65
72 OK	433,3	0,0	101,9	-2910,5	0,22	0.00	0,00
73 OK	668,0	0,0	279,4	-4551,6	0,35	0.22	0,73
74 OK	709,9	0,0	261,2	-4819,9	0,37	0.24	0,79

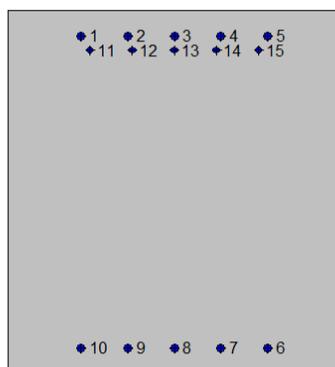
9.3.3.1 Verifiche a taglio

V_{sdu}	792,62	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
γ_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
h	110	cm
bw	100	cm
d	100,41	cm
Asl	38,308	cm ²
c	9,59	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	21,80	gradi
ctg θ	2,50	
θ imposto	21,80	gradi
Asw	2,62	cm ²
passo staffe	20	cm
f_{cd}	15,867	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,0000	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	383,811	kN
$V_{Rd,min}$	323,465	kN
$\rho_{sw,min}$	0,000941	
$s_{l,max}$	60,00	cm
$A_{sw,min}$	5,644	cm ² / $s_{l,max}$
verifica con armatura resistente a taglio (staffe)		
V_{Rcd}	2472,153	kN
V_{Rsd}	1156,762	kN
V_{Rd}	1156,762	kN

9.3.4 Soletta di fondazione: mezzeria (asta 15)


Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	110,0
2	100,0	110,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0


Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	(s/n)
n.	cm	cm	cmq	
1	21,8	102,3	4,52	no
2	35,9	102,3	4,52	no
3	50,0	102,3	4,52	no
4	64,1	102,3	4,52	no
5	78,2	102,3	4,52	no
6	78,2	7,7	4,52	no
7	64,1	7,7	4,52	no
8	50,0	7,7	4,52	no
9	35,9	7,7	4,52	no
10	21,8	7,7	4,52	no
11	24,6	98,1	3,14	no
12	37,3	98,1	3,14	no
13	50,0	98,1	3,14	no
14	62,7	98,1	3,14	no
15	75,4	98,1	3,14	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:
Calcestruzzo classe: C28/35
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	111,8	-1075,0	0,0	P	155,9	-1499,1	0,0	0,720	OK
				M	16092,6	-1074,0	0,0	0,010	
				N	111,8	-1478,6	0,0	0,730	
2	120,7	-1069,0	0,0	P	170,0	-1505,7	0,0	0,710	OK
				M	16107,4	-1068,1	0,0	0,010	
				N	120,7	-1482,7	0,0	0,720	
3	111,5	-994,7	0,0	P	168,7	-1505,1	0,0	0,660	OK
				M	16290,5	-993,8	0,0	0,010	
				N	111,5	-1478,4	0,0	0,670	
4	118,3	-990,3	0,0	P	180,5	-1510,6	0,0	0,660	OK
				M	16301,2	-989,4	0,0	0,010	
				N	118,3	-1481,6	0,0	0,670	
5	219,5	-1071,0	0,0	P	323,1	-1576,6	0,0	0,680	OK
				M	16102,4	-1070,0	0,0	0,010	
				N	219,5	-1528,7	0,0	0,700	
6	234,6	-1064,0	0,0	P	350,4	-1589,2	0,0	0,670	OK
				M	16119,7	-1063,1	0,0	0,010	
				N	234,6	-1535,7	0,0	0,690	
7	235,8	-971,9	0,0	P	390,0	-1607,4	0,0	0,600	OK
				M	16346,6	-971,0	0,0	0,010	
				N	235,8	-1536,3	0,0	0,630	
8	222,8	-1095,0	0,0	P	320,6	-1575,4	0,0	0,690	OK
				M	16043,3	-1094,0	0,0	0,010	
				N	222,8	-1530,2	0,0	0,720	
9	237,9	-1087,0	0,0	P	347,5	-1587,9	0,0	0,680	OK
				M	16063,0	-1086,0	0,0	0,010	
				N	237,9	-1537,2	0,0	0,710	
10	239,1	-995,3	0,0	P	385,7	-1605,4	0,0	0,620	OK
				M	16289,0	-994,4	0,0	0,010	
				N	239,1	-1537,8	0,0	0,650	
11	87,7	-1127,0	0,0	P	115,2	-1480,1	0,0	0,760	OK
				M	15964,4	-1126,0	0,0	0,000	
				N	87,7	-1467,3	0,0	0,770	
12	96,7	-1121,0	0,0	P	128,2	-1486,2	0,0	0,750	OK
				M	15979,2	-1120,0	0,0	0,010	
				N	96,7	-1471,5	0,0	0,760	
13	76,7	-1070,0	0,0	P	105,8	-1475,7	0,0	0,720	OK

				M	16104,9	-1069,1	0,0	0,000	
				N	76,7	-1462,1	0,0	0,730	
14	83,4	-1066,0	0,0	P	115,8	-1480,4	0,0	0,720	OK
				M	16114,7	-1065,1	0,0	0,000	
				N	83,4	-1465,3	0,0	0,730	
15	243,6	-1019,0	0,0	P	383,5	-1604,4	0,0	0,630	OK
				M	16230,4	-1018,2	0,0	0,010	
				N	243,6	-1539,9	0,0	0,660	
16	258,7	-1011,0	0,0	P	414,1	-1618,5	0,0	0,620	OK
				M	16250,5	-1010,0	0,0	0,020	
				N	258,7	-1546,9	0,0	0,650	
17	259,8	-919,7	0,0	P	463,6	-1641,1	0,0	0,560	OK
				M	16475,1	-918,8	0,0	0,020	
				N	259,8	-1547,4	0,0	0,590	
18	257,7	-1019,0	0,0	P	408,7	-1615,9	0,0	0,630	OK
				M	16230,4	-1018,2	0,0	0,020	
				N	257,7	-1546,4	0,0	0,660	
19	272,8	-1011,0	0,0	P	439,9	-1630,2	0,0	0,620	OK
				M	16250,5	-1010,0	0,0	0,020	
				N	272,8	-1553,4	0,0	0,650	
20	274,0	-919,5	0,0	P	493,0	-1654,5	0,0	0,560	OK
				M	16475,6	-918,6	0,0	0,020	
				N	274,0	-1553,9	0,0	0,590	
21	249,1	-1015,0	0,0	P	395,1	-1609,7	0,0	0,630	OK
				M	16240,7	-1014,0	0,0	0,010	
				N	249,1	-1542,4	0,0	0,660	
22	263,2	-1015,0	0,0	P	420,4	-1621,3	0,0	0,630	OK
				M	16240,7	-1014,0	0,0	0,020	
				N	263,2	-1549,0	0,0	0,650	
23	229,4	-568,6	0,0	P	706,4	-1751,0	0,0	0,320	OK
				M	17337,3	-567,7	0,0	0,010	
				N	229,4	-1533,3	0,0	0,370	
24	226,1	-545,2	0,0	P	730,7	-1761,9	0,0	0,310	OK
				M	17392,8	-545,0	0,0	0,010	
				N	226,1	-1531,8	0,0	0,360	
25	212,3	-940,7	0,0	P	359,6	-1593,4	0,0	0,590	OK
				M	16421,9	-940,4	0,0	0,010	
				N	212,3	-1525,4	0,0	0,620	
26	221,8	-937,2	0,0	P	379,2	-1602,4	0,0	0,580	OK
				M	16430,0	-937,1	0,0	0,010	
				N	221,8	-1529,8	0,0	0,610	
27	247,9	-1070,0	0,0	P	370,3	-1598,3	0,0	0,670	OK
				M	16104,9	-1069,1	0,0	0,010	
				N	247,9	-1541,9	0,0	0,690	
28	257,9	-1067,0	0,0	P	388,3	-1606,6	0,0	0,660	OK
				M	16112,3	-1066,1	0,0	0,020	
				N	257,9	-1546,5	0,0	0,690	
29	234,9	-810,6	0,0	P	477,4	-1647,4	0,0	0,490	OK
				M	16743,5	-809,8	0,0	0,010	
				N	234,9	-1535,8	0,0	0,530	
30	304,2	-648,1	0,0	P	852,5	-1816,2	0,0	0,360	OK
				M	17142,8	-647,1	0,0	0,020	
				N	304,2	-1567,9	0,0	0,410	
31	327,6	-637,4	0,0	P	957,2	-1862,5	0,0	0,340	OK
				M	17168,9	-636,4	0,0	0,020	
				N	327,6	-1578,7	0,0	0,400	
32	328,6	-544,8	0,0	P	1182,7	-1960,9	0,0	0,280	OK
				M	17393,7	-544,6	0,0	0,020	
				N	328,6	-1579,2	0,0	0,340	
33	227,0	-719,3	0,0	P	527,0	-1670,0	0,0	0,430	OK
				M	16967,8	-718,4	0,0	0,010	
				N	227,0	-1532,2	0,0	0,470	
75	126,6	-641,0	0,0	P	310,2	-1570,7	0,0	0,410	OK
				M	17160,1	-640,0	0,0	0,010	
				N	126,6	-1485,5	0,0	0,430	
76	143,5	-680,9	0,0	P	333,3	-1581,3	0,0	0,430	OK
				M	17062,0	-680,0	0,0	0,010	
				N	143,5	-1493,4	0,0	0,460	
77	108,8	-679,7	0,0	P	246,7	-1541,3	0,0	0,440	OK
				M	17064,9	-678,9	0,0	0,010	
				N	108,8	-1477,2	0,0	0,460	
78	161,3	-642,3	0,0	P	405,4	-1614,5	0,0	0,400	OK
				M	17157,0	-641,3	0,0	0,010	
				N	161,3	-1501,7	0,0	0,430	
79	142,8	-604,0	0,0	P	378,8	-1602,2	0,0	0,380	OK
				M	17250,5	-603,2	0,0	0,010	
				N	142,8	-1493,0	0,0	0,400	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
11	87,7	-1127,0	0,0	P	115,2	-1480,1	0,0	0,760	OK
16	258,7	-1011,0	0,0	M	16250,5	-1010,0	0,0	0,020	OK
11	87,7	-1127,0	0,0	N	87,7	-1467,3	0,0	0,770	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

 CLS: $\sigma_{cL} = 17400,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

 Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
46	OK	-783,0	0,0	109,0	-5471,3	0,31	214131,8	0,59
47	OK	-778,6	0,0	115,7	-5445,8	0,31	212038,3	0,59
48	OK	-721,6	0,0	108,5	-5048,1	0,29	196360,7	0,55
49	OK	-718,4	0,0	113,5	-5029,6	0,29	194823,5	0,54
50	OK	-792,7	0,0	176,0	-5584,7	0,32	208826,5	0,58
51	OK	-787,1	0,0	187,3	-5553,5	0,32	205839,7	0,57
52	OK	-719,1	0,0	188,1	-5084,6	0,29	186015,3	0,52
53	OK	-812,2	0,0	178,8	-5721,1	0,33	214148,0	0,59
54	OK	-806,6	0,0	190,0	-5689,8	0,33	211172,9	0,59
55	OK	-738,5	0,0	190,9	-5220,3	0,30	191306,7	0,53
56	OK	-812,3	0,0	95,5	-5663,1	0,33	224289,3	0,62
57	OK	-808,0	0,0	102,1	-5638,4	0,32	222234,0	0,62
58	OK	-770,6	0,0	86,0	-5368,9	0,31	213334,8	0,59
59	OK	-767,3	0,0	91,0	-5349,9	0,31	211767,1	0,59
60	OK	-749,2	0,0	196,1	-5297,5	0,30	193786,3	0,54
61	OK	-743,6	0,0	207,3	-5265,8	0,30	190819,2	0,53
62	OK	-675,5	0,0	208,2	-4795,7	0,28	170966,7	0,47
63	OK	-749,1	0,0	207,8	-5304,1	0,30	192354,4	0,53
64	OK	-743,5	0,0	219,1	-5272,4	0,30	189378,4	0,53
65	OK	-675,4	0,0	219,9	-4801,9	0,28	169543,4	0,47
66	OK	-746,2	0,0	200,2	-5279,4	0,30	192424,2	0,53
67	OK	-746,1	0,0	211,9	-5285,9	0,30	190993,5	0,53
68	OK	-591,4	0,0	187,2	-4201,5	0,24	149094,5	0,41
69	OK	-571,9	0,0	184,5	-4065,0	0,23	143764,8	0,40

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

 Fessure: $W_kL = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_kL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm		
34	OK	-741,1	0,0	111,3	0.29	0,71
35	OK	-733,5	0,0	127,6	0.28	0,69
36	OK	-792,7	0,0	176,0	0.30	0,75
37	OK	-787,1	0,0	187,3	0.29	0,74
38	OK	-719,1	0,0	188,1	0.25	0,64
39	OK	-784,6	0,0	91,2	0.32	0,80
40	OK	-781,4	0,0	96,2	0.32	0,79
41	OK	-749,2	0,0	196,1	0.27	0,67
42	OK	-743,6	0,0	207,3	0.26	0,65
43	OK	-675,5	0,0	208,2	0.23	0,58
44	OK	-741,2	0,0	211,4	0.26	0,65
45	OK	-591,4	0,0	187,2	0.20	0,51

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

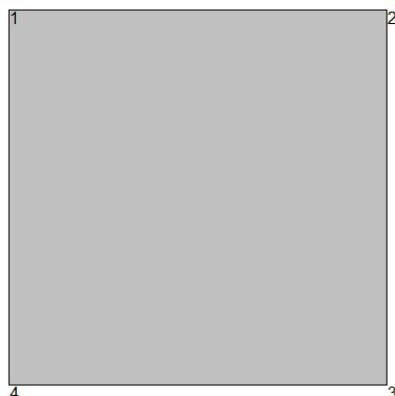
 CLS: $\sigma_{cL} = 13050,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

 Fessure: $W_kL = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_kL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
70	OK	-620,2	0,0	118,8	-4356,7	0,33	0.23	0,76

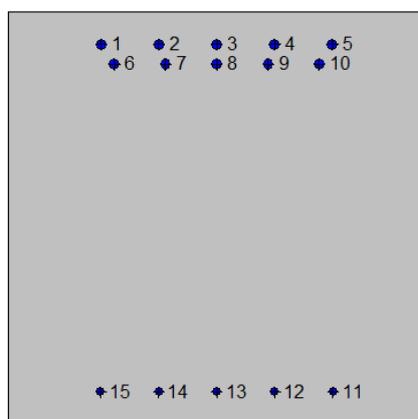
71	OK	-664,1	0,0	177,1	-4697,8	0,36	0.23	0,78
72	OK	-658,9	0,0	101,0	-4610,8	0,35	0.24	0,82
73	OK	-625,4	0,0	194,9	-4441,3	0,34	0.22	0,72
74	OK	-601,2	0,0	176,8	-4263,1	0,33	0.21	0,70

9.3.5 Piedritto: attacco soletta di fondazione (asta 2)



Geometria della sezione:

Vert. n.	X cm	Y cm
1	0,0	100,0
2	100,0	100,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0



Armature:

Pos. n.	X cm	Y cm	Area Pretens. cmq	(s/n)
1	22,2	92,2	4,52	no
2	36,1	92,2	4,52	no
3	50,0	92,2	4,52	no
4	63,9	92,2	4,52	no
5	77,8	92,2	4,52	no
6	25,4	87,4	4,52	no
7	37,7	87,4	4,52	no
8	50,0	87,4	4,52	no
9	62,3	87,4	4,52	no
10	74,6	87,4	4,52	no
11	77,9	8,1	3,14	no
12	64,0	8,1	3,14	no
13	50,0	8,1	3,14	no
14	36,0	8,1	3,14	no
15	22,1	8,1	3,14	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³
Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	976,9	-854,1	48,8	P	2837,6	-2480,9	141,9	0,340	OK
				M	16514,9	-853,5	48,8	0,060	
				N	976,9	-1876,2	107,3	0,450	
2	977,3	-863,7	48,9	P	2794,5	-2469,7	139,7	0,350	OK
				M	16488,7	-863,1	48,8	0,060	
				N	977,3	-1876,4	106,2	0,460	
3	932,8	-866,0	46,6	P	2605,6	-2419,0	130,3	0,360	OK
				M	16482,8	-865,4	46,6	0,060	
				N	932,8	-1859,8	100,2	0,470	
4	933,1	-873,2	46,7	P	2576,4	-2411,0	128,8	0,360	OK
				M	16463,4	-872,5	46,6	0,060	
				N	933,1	-1860,0	99,4	0,470	
5	851,4	-1214,0	42,6	P	1437,1	-2049,2	71,9	0,590	OK
				M	15532,1	-1213,2	42,5	0,050	
				N	851,4	-1830,6	64,2	0,660	
6	847,3	-1258,0	42,4	P	1361,8	-2021,8	68,1	0,620	OK
				M	15411,6	-1257,2	42,3	0,050	
				N	847,3	-1829,1	61,6	0,690	
7	770,8	-1232,0	38,5	P	1236,2	-1975,8	61,8	0,620	OK
				M	15483,3	-1231,2	38,5	0,050	
				N	770,8	-1799,8	56,3	0,680	
8	898,4	-944,5	44,9	P	2186,4	-2298,6	109,3	0,410	OK
				M	16268,8	-943,8	44,9	0,050	
				N	898,4	-1847,4	87,9	0,510	
9	894,2	-989,1	44,7	P	2036,9	-2253,0	101,8	0,440	OK
				M	16147,1	-988,4	44,7	0,050	
				N	894,2	-1846,1	83,4	0,540	
10	817,7	-963,3	40,9	P	1867,0	-2199,4	93,4	0,440	OK
				M	16218,3	-962,5	40,9	0,050	
				N	817,7	-1817,0	77,1	0,530	
11	976,9	-767,3	48,8	P	3304,7	-2595,6	165,2	0,300	OK
				M	16751,7	-766,8	48,8	0,060	

				N	976,9	-1875,3	119,4	0,410	
12	977,3	-777,0	48,9	P	3248,2	-2582,4	162,4	0,300	OK
				M	16725,3	-776,4	48,8	0,060	
				N	977,3	-1875,6	118,0	0,410	
13	932,8	-740,3	46,6	P	3256,4	-2584,4	162,8	0,290	OK
				M	16825,6	-739,8	46,6	0,050	
				N	932,8	-1858,7	117,1	0,400	
14	933,1	-747,5	46,7	P	3213,4	-2574,3	160,7	0,290	OK
				M	16806,1	-747,0	46,6	0,050	
				N	933,1	-1858,9	116,0	0,400	
15	851,4	-1300,0	42,6	P	1312,3	-2003,8	65,6	0,650	OK
				M	15290,9	-1298,9	42,5	0,060	
				N	851,4	-1830,7	59,9	0,710	
16	847,3	-1345,0	42,4	P	1247,3	-1979,9	62,4	0,680	OK
				M	15158,3	-1344,2	42,3	0,060	
				N	847,3	-1829,2	57,6	0,730	
17	770,8	-1319,0	38,5	P	1132,1	-1937,3	56,6	0,680	OK
				M	15237,0	-1318,0	38,5	0,050	
				N	770,8	-1799,9	52,6	0,730	
18	898,4	-1070,0	44,9	P	1838,7	-2189,9	91,9	0,490	OK
				M	15925,9	-1069,2	44,9	0,060	
				N	898,4	-1848,0	77,6	0,580	
19	894,2	-1115,0	44,7	P	1725,3	-2151,3	86,3	0,520	OK
				M	15803,1	-1114,1	44,7	0,060	
				N	894,2	-1846,5	74,0	0,600	
20	817,7	-1089,0	40,9	P	1576,1	-2099,0	78,8	0,520	OK
				M	15874,7	-1088,1	40,9	0,050	
				N	817,7	-1817,4	68,2	0,600	
21	891,2	-1317,0	44,6	P	1370,2	-2024,9	68,5	0,650	OK
				M	15239,9	-1316,0	44,5	0,060	
				N	891,2	-1845,9	62,5	0,710	
22	938,2	-1087,0	46,9	P	1910,5	-2213,5	95,5	0,490	OK
				M	15879,3	-1086,1	46,9	0,060	
				N	938,2	-1863,0	80,4	0,580	
23	503,8	-1187,0	25,2	P	762,8	-1797,3	38,1	0,660	OK
				M	15608,7	-1186,1	25,2	0,030	
				N	503,8	-1695,8	36,0	0,700	
24	550,8	-1003,0	27,5	P	1046,2	-1905,2	52,3	0,530	OK
				M	16111,8	-1002,2	27,5	0,030	
				N	550,8	-1714,1	47,1	0,580	
25	810,4	-1217,0	40,5	P	1341,4	-2014,4	67,1	0,600	OK
				M	15524,1	-1216,2	40,5	0,050	
				N	810,4	-1814,9	60,4	0,670	
26	846,2	-1267,0	42,3	P	1346,7	-2016,3	67,3	0,630	OK
				M	15386,2	-1266,3	42,3	0,050	
				N	846,2	-1828,7	61,1	0,690	
27	995,6	-1127,0	49,8	P	1972,7	-2233,1	98,6	0,500	OK
				M	15769,1	-1126,2	49,7	0,060	
				N	995,6	-1884,7	83,2	0,600	
28	938,4	-1152,0	46,9	P	1763,0	-2164,3	88,1	0,530	OK
				M	15701,1	-1151,2	46,9	0,060	
				N	938,4	-1863,3	75,9	0,620	
29	711,7	-1344,0	35,6	P	999,6	-1887,6	50,0	0,710	OK
				M	15164,6	-1343,1	35,6	0,050	
				N	711,7	-1777,2	47,0	0,760	
30	678,3	-727,2	33,9	P	2127,4	-2280,8	106,4	0,320	OK
				M	16863,7	-726,6	33,9	0,040	
				N	678,3	-1762,7	82,2	0,410	
31	678,7	-741,2	33,9	P	2073,4	-2264,3	103,7	0,330	OK
				M	16825,5	-740,6	33,9	0,040	
				N	678,7	-1762,9	80,7	0,420	
32	606,5	-690,4	30,3	P	1957,5	-2228,3	97,9	0,310	OK
				M	16964,6	-689,8	30,3	0,040	
				N	606,5	-1734,9	76,2	0,400	
33	710,6	-1289,0	35,5	P	1051,3	-1907,1	52,6	0,680	OK
				M	15326,7	-1287,7	35,5	0,050	
				N	710,6	-1776,7	49,0	0,720	
75	601,0	-641,1	30,1	P	2142,4	-2285,4	107,1	0,280	OK
				M	17099,0	-640,6	30,0	0,030	
				N	601,0	-1732,5	81,2	0,370	
76	558,9	-694,1	27,9	P	1735,0	-2154,7	86,7	0,320	OK
				M	16954,9	-693,5	27,9	0,030	
				N	558,9	-1716,5	69,1	0,400	
77	601,0	-577,0	30,1	P	2484,7	-2385,5	124,2	0,240	OK
				M	17273,5	-576,5	30,0	0,030	
				N	601,0	-1732,0	90,2	0,330	
78	558,9	-758,2	27,9	P	1537,0	-2085,1	76,8	0,360	OK
				M	16780,3	-757,5	27,9	0,030	
				N	558,9	-1716,7	63,3	0,440	

79	547,3	-797,2	27,4	P	1396,8	-2034,6	69,8	0,390	OK
				M	16673,9	-796,5	27,3	0,030	
				N	547,3	-1712,3	58,8	0,470	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
29	711,7	-1344,0	35,6	P	999,6	-1887,6	50,0	0,710	OK
1	976,9	-854,1	48,8	M	16514,9	-853,5	48,8	0,060	OK
29	711,7	-1344,0	35,6	N	711,7	-1777,2	47,0	0,760	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
46	OK	-649,5	0,0	723,6	-5640,9	0,28	113746,2	0,32
47	OK	-656,6	0,0	724,0	-5700,3	0,29	115656,5	0,32
48	OK	-662,4	0,0	691,2	-5738,1	0,29	120185,3	0,33
49	OK	-667,8	0,0	691,5	-5783,1	0,29	121645,9	0,34
50	OK	-862,3	0,0	635,1	-7363,5	0,37	181014,4	0,50
51	OK	-895,4	0,0	632,0	-7632,9	0,38	190590,3	0,53
52	OK	-876,3	0,0	575,2	-7448,2	0,37	190693,8	0,53
53	OK	-659,0	0,0	669,9	-5702,7	0,29	121171,4	0,34
54	OK	-692,2	0,0	666,8	-5976,9	0,30	130630,7	0,36
55	OK	-673,0	0,0	610,0	-5796,5	0,29	130532,6	0,36
56	OK	-600,8	0,0	723,6	-5233,5	0,26	100454,2	0,28
57	OK	-607,9	0,0	724,0	-5293,1	0,27	102350,6	0,28
58	OK	-581,2	0,0	691,2	-5060,4	0,25	97942,5	0,27
59	OK	-586,6	0,0	691,5	-5105,7	0,26	99386,9	0,28
60	OK	-934,6	0,0	635,1	-7954,8	0,40	201294,3	0,56
61	OK	-967,7	0,0	632,0	-8223,4	0,41	210892,3	0,59
62	OK	-948,5	0,0	575,2	-8036,8	0,40	211002,3	0,59
63	OK	-763,8	0,0	669,9	-6569,7	0,33	150222,4	0,42
64	OK	-796,9	0,0	666,8	-6841,0	0,34	159733,2	0,44
65	OK	-777,7	0,0	610,0	-6658,3	0,33	159720,6	0,44
66	OK	-947,1	0,0	664,6	-8071,7	0,41	201968,0	0,56
67	OK	-776,3	0,0	699,4	-6684,6	0,34	150959,9	0,42
68	OK	-973,5	0,0	531,3	-8215,5	0,41	222340,8	0,62
69	OK	-841,4	0,0	566,1	-7158,7	0,36	181766,7	0,50

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm		
34	OK	-626,9	0,0	691,2	0.13	0,45
35	OK	-682,7	0,0	685,4	0.16	0,52
36	OK	-694,6	0,0	669,9	0.16	0,54
37	OK	-727,7	0,0	666,8	0.17	0,58
38	OK	-708,5	0,0	610,0	0.18	0,58
39	OK	-554,6	0,0	691,2	0.00	0,00
40	OK	-560,0	0,0	691,5	0.00	0,00
41	OK	-766,9	0,0	669,9	0.19	0,63
42	OK	-800,0	0,0	666,8	0.20	0,67
43	OK	-780,8	0,0	610,0	0.20	0,67
44	OK	-850,8	0,0	690,1	0.22	0,74
45	OK	-805,8	0,0	566,1	0.22	0,73

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

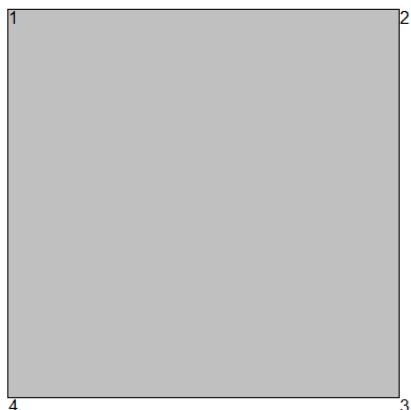
Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70 OK	-550,2	0,0	594,0	-4772,6	0,32	0.00	0,00
71 OK	-613,0	0,0	575,4	-5287,4	0,35	0.15	0,73
72 OK	-486,1	0,0	594,0	-4236,7	0,28	0.00	0,00
73 OK	-677,1	0,0	575,4	-5816,3	0,39	0.17	0,84
74 OK	-725,4	0,0	575,4	-6213,4	0,42	0.19	0,93

9.3.5.1 Verifiche a taglio

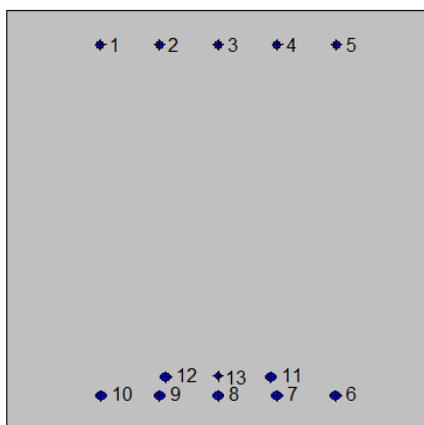
V_{sdu}	471,93	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	761,49	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
γ_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
h	100	cm
bw	100	cm
d	89,30	cm
Asl	45,216	cm ²
c	10,70	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	21,80	gradi
ctg θ	2,50	
θ imposto	21,80	gradi
Asw	2,62	cm ²
passo staffe	20	cm
f_{cd}	18,133	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,356	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,7649	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	501,955	kN
$V_{Rd,min}$	418,626	kN
$\rho_{sw,min}$	0,001006	
$s_{l,max}$	60,00	cm
$A_{sw,min}$	6,034	cm ² / $s_{l,max}$
verifica con armatura resistente a taglio (staffe)		
V_{Rcd}	2618,580	kN
V_{Rsd}	1028,722	kN
V_{Rd}	1028,722	kN

9.3.6 Piedritto: attacco soletta superiore (asta 6)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	100,0
2	100,0	100,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	(s/n)
n.	cm	cm	cmq	
1	22,1	91,9	3,14	no
2	36,0	91,9	3,14	no
3	50,0	91,9	3,14	no
4	64,0	91,9	3,14	no
5	77,9	91,9	3,14	no
6	77,8	8,3	4,52	no
7	63,9	8,3	4,52	no
8	50,0	8,3	4,52	no
9	36,1	8,3	4,52	no
10	22,2	8,3	4,52	no
11	62,4	12,7	4,52	no
12	37,6	12,7	4,52	no
13	50,0	13,0	2,01	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³
Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	736,2	772,2	36,8	P	1731,9	1816,6	86,6	0,420	OK
				M	16748,7	771,4	36,8	0,040	
				N	736,2	1432,4	68,3	0,540	
2	736,9	717,0	36,8	P	1947,3	1894,7	97,3	0,380	OK
				M	16899,3	716,4	36,8	0,040	
				N	736,9	1432,5	73,6	0,500	
3	692,2	785,6	34,6	P	1537,2	1744,6	76,9	0,450	OK
				M	16712,1	784,9	34,6	0,040	
				N	692,2	1414,9	62,3	0,550	
4	692,7	744,4	34,6	P	1668,9	1793,4	83,4	0,410	OK
				M	16824,9	743,7	34,6	0,040	
				N	692,8	1414,9	65,8	0,530	
5	773,5	1051,0	38,7	P	1185,6	1611,0	59,3	0,650	OK
				M	15984,5	1050,2	38,7	0,050	
				N	773,5	1448,1	53,3	0,730	
6	778,5	1040,0	38,9	P	1214,2	1622,0	60,7	0,640	OK
				M	16014,6	1039,2	38,9	0,050	
				N	778,5	1450,1	54,3	0,720	
7	710,6	1002,0	35,5	P	1126,1	1587,9	56,3	0,630	OK
				M	16119,3	1001,3	35,5	0,040	
				N	710,6	1422,7	50,4	0,700	
8	726,6	723,0	36,3	P	1879,7	1870,3	94,0	0,390	OK
				M	16882,9	722,4	36,3	0,040	
				N	726,6	1428,4	71,8	0,510	
9	731,6	711,9	36,6	P	1947,0	1894,6	97,4	0,380	OK
				M	16913,3	711,3	36,5	0,040	
				N	731,6	1430,4	73,5	0,500	
10	663,6	674,7	33,2	P	1817,4	1847,8	90,9	0,360	OK
				M	17015,6	674,0	33,1	0,040	
				N	663,6	1403,0	69,0	0,480	
11	736,2	859,2	36,8	P	1474,8	1721,2	73,7	0,500	OK
				M	16510,7	858,3	36,8	0,040	
				N	736,2	1432,7	61,4	0,600	
12	736,9	804,1	36,8	P	1630,6	1779,3	81,5	0,450	OK

				M	16661,5	803,3	36,8	0,040	
				N	736,9	1432,8	65,6	0,560	
13	692,2	911,8	34,6	P	1238,5	1631,4	61,9	0,560	OK
				M	16366,9	911,0	34,6	0,040	
				N	692,2	1415,2	53,7	0,640	
14	692,7	870,5	34,6	P	1324,3	1664,2	66,2	0,520	OK
				M	16479,8	869,8	34,6	0,040	
				N	692,7	1415,3	56,3	0,610	
15	773,5	963,6	38,7	P	1341,0	1670,6	67,1	0,580	OK
				M	16224,0	962,9	38,7	0,050	
				N	773,5	1447,9	58,1	0,660	
16	778,5	952,6	38,9	P	1376,2	1684,0	68,8	0,570	OK
				M	16254,1	951,9	38,9	0,050	
				N	778,5	1449,9	59,3	0,660	
17	710,6	915,3	35,5	P	1278,4	1646,7	63,9	0,560	OK
				M	16357,2	914,5	35,5	0,040	
				N	710,6	1422,6	55,2	0,640	
18	726,6	596,8	36,3	P	2549,3	2093,9	127,5	0,280	OK
				M	17227,5	596,3	36,3	0,040	
				N	726,6	1427,7	86,9	0,420	
19	731,6	585,8	36,6	P	2654,7	2125,7	132,7	0,280	OK
				M	17257,2	585,4	36,6	0,040	
				N	731,6	1429,6	89,3	0,410	
20	663,6	548,5	33,2	P	2524,0	2086,2	126,2	0,260	OK
				M	17359,7	548,0	33,2	0,040	
				N	663,6	1402,2	84,8	0,390	
21	733,7	918,2	36,7	P	1332,2	1667,3	66,6	0,550	OK
				M	16349,1	917,4	36,7	0,040	
				N	733,7	1431,9	57,2	0,640	
22	686,8	551,4	34,3	P	2643,5	2122,3	132,2	0,260	OK
				M	17351,4	551,0	34,3	0,040	
				N	686,8	1411,5	87,9	0,390	
23	506,0	1003,0	25,3	P	719,8	1426,9	36,0	0,700	OK
				M	16118,4	1002,1	25,3	0,030	
				N	506,0	1339,5	33,8	0,750	
24	459,0	808,0	23,0	P	837,4	1474,1	41,9	0,550	OK
				M	16652,9	807,2	22,9	0,030	
				N	459,0	1320,0	37,5	0,610	
25	814,5	1142,0	40,7	P	1135,0	1591,4	56,8	0,720	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	814,5	1464,6	52,2	0,780	
26	779,6	1154,0	39,0	P	1053,6	1559,7	52,7	0,740	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	779,6	1450,7	49,0	0,790	
27	717,4	694,8	35,9	P	1961,6	1899,8	98,1	0,370	OK
				M	16960,2	694,1	35,8	0,040	
				N	717,5	1424,6	73,5	0,490	
28	775,8	730,5	38,8	P	2051,4	1931,6	102,6	0,380	OK
				M	16862,0	729,9	38,8	0,050	
				N	775,8	1448,0	76,9	0,500	
29	651,5	1121,0	32,6	P	862,6	1484,2	43,1	0,750	OK
				M	15793,2	1120,3	32,6	0,040	
				N	651,5	1399,0	40,7	0,800	
30	593,2	772,1	29,7	P	1259,6	1639,5	63,0	0,470	OK
				M	16750,1	771,3	29,6	0,030	
				N	593,2	1374,8	52,8	0,560	
31	593,7	737,5	29,7	P	1346,6	1672,7	67,3	0,440	OK
				M	16844,7	736,8	29,6	0,030	
				N	593,7	1374,9	55,3	0,540	
32	521,5	675,6	26,1	P	1268,0	1642,7	63,4	0,410	OK
				M	17014,2	674,9	26,0	0,030	
				N	521,5	1345,4	51,9	0,500	
33	652,6	1135,0	32,6	P	850,6	1479,4	42,5	0,770	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	652,6	1399,5	40,2	0,810	
75	441,9	502,1	22,1	P	1534,5	1743,6	76,7	0,290	OK
				M	17488,1	501,6	22,1	0,020	
				N	441,9	1312,3	57,7	0,380	
76	460,9	549,8	23,0	P	1428,2	1703,6	71,4	0,320	OK
				M	17358,0	549,2	23,0	0,030	
				N	460,9	1320,3	55,3	0,420	
77	441,9	566,5	22,1	P	1287,1	1650,0	64,3	0,340	OK
				M	17312,6	565,9	22,1	0,020	
				N	441,9	1312,5	51,2	0,430	
78	460,9	485,4	23,0	P	1721,2	1812,7	86,0	0,270	OK
				M	17533,4	485,0	23,0	0,030	
				N	460,9	1320,0	62,7	0,370	
79	452,6	657,8	22,6	P	1080,3	1570,1	54,0	0,420	OK
				M	17063,7	657,0	22,6	0,030	

N 452,6 1317,1 45,3 0,500

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
33	652,6	1135,0	32,6	P	850,6	1479,4	42,5	0,770	OK
5	773,5	1051,0	38,7	M	15984,5	1050,2	38,7	0,050	OK
33	652,6	1135,0	32,6	N	652,6	1399,5	40,2	0,810	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
46	OK	587,4	0,0	545,3	-5488,1	0,28	143342,4	0,40
47	OK	546,6	0,0	545,8	-5113,1	0,26	128592,5	0,36
48	OK	603,8	0,0	513,0	-5631,4	0,28	153365,1	0,43
49	OK	573,2	0,0	513,3	-5351,8	0,27	142251,1	0,40
50	OK	748,9	0,0	569,1	-6967,1	0,35	198858,7	0,55
51	OK	740,7	0,0	572,8	-6893,7	0,35	195396,0	0,54
52	OK	713,0	0,0	522,3	-6627,3	0,33	191860,5	0,53
53	OK	500,0	0,0	534,3	-4681,4	0,24	113314,9	0,31
54	OK	491,8	0,0	538,0	-4605,8	0,23	109937,1	0,31
55	OK	464,1	0,0	487,6	-4344,4	0,22	106200,2	0,30
56	OK	636,3	0,0	545,3	-5935,6	0,30	161022,4	0,45
57	OK	595,5	0,0	545,8	-5562,4	0,28	146202,8	0,41
58	OK	685,3	0,0	513,0	-6373,1	0,32	182978,2	0,51
59	OK	654,7	0,0	513,3	-6095,2	0,31	171804,5	0,48
60	OK	676,3	0,0	569,1	-6306,3	0,32	172482,0	0,48
61	OK	668,1	0,0	572,8	-6232,3	0,31	169038,1	0,47
62	OK	640,4	0,0	522,3	-5967,5	0,30	165450,7	0,46
63	OK	394,8	0,0	534,3	-3699,4	0,19	76174,5	0,21
64	OK	386,6	0,0	538,0	-3621,9	0,18	72912,8	0,20
65	OK	359,0	0,0	487,6	-3363,9	0,17	69067,6	0,19
66	OK	642,6	0,0	539,5	-5991,8	0,30	164045,9	0,46
67	OK	361,2	0,0	504,7	-3383,8	0,17	67891,5	0,19
68	OK	816,6	0,0	478,5	-7547,1	0,38	235491,7	0,65
69	OK	678,5	0,0	443,7	-6288,6	0,32	189559,8	0,53

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0,30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm		
34	OK	548,4	0,0	513,0	0.20	0,67
35	OK	558,6	0,0	519,4	0.21	0,69
36	OK	555,4	0,0	534,3	0.20	0,67
37	OK	547,2	0,0	538,0	0.20	0,65
38	OK	519,5	0,0	487,6	0.19	0,63
39	OK	621,0	0,0	513,0	0.24	0,81
40	OK	590,4	0,0	513,3	0.23	0,75
41	OK	482,8	0,0	534,3	0.16	0,53
42	OK	474,6	0,0	538,0	0.15	0,51
43	OK	446,9	0,0	487,6	0.15	0,50
44	OK	509,7	0,0	514,0	0.18	0,60
45	OK	623,1	0,0	443,7	0.26	0,87

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $WkL = 0,20$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

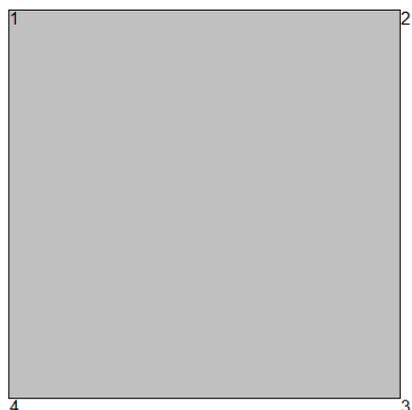
Cmb Mx My N σ_c σ_c/σ_{cL} Wk Wk/WkL

n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
70 OK	417,6	0,0	415,8	-3906,2	0,26	0.15	0,74
71 OK	433,9	0,0	434,4	-4059,0	0,27	0.15	0,76
72 OK	482,0	0,0	415,8	-4496,9	0,30	0.18	0,92
73 OK	369,5	0,0	434,4	-3462,4	0,23	0.12	0,58
74 OK	548,7	0,0	434,4	-5109,5	0,34	0.22	1,00

9.3.6.1 Verifiche a taglio

V_{sdu}	272,26	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	528,95	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
$\gamma_{c=}$	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
h	100	cm
bw	100	cm
d	90,42	cm
Asl	30,458	cm ²
c	9,58	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	21,80	gradi
$ctg\theta$	2,50	
$\theta_{imposto}$	21,80	gradi
Asw	0,00	cm ²
passo staffe	40	cm
f_{cd}	18,133	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,356	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,5306	N/mm ²
verifica senza armatura resistente a taglio		
V_{Rd}	424,365	kN

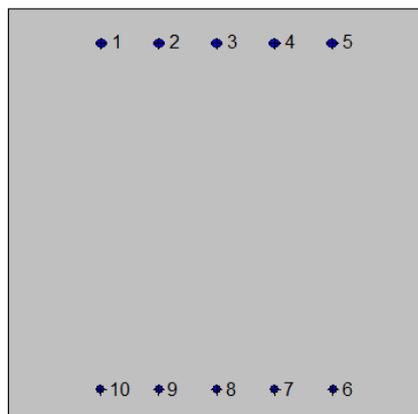
9.3.7 Piedritto: mezzeria (asta 4)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm

1	0,0	100,0
2	100,0	100,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0


Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22,2	91,7	4,52	no
2	36,1	91,7	4,52	no
3	50,0	91,7	4,52	no
4	63,9	91,7	4,52	no
5	77,8	91,7	4,52	no
6	77,9	8,1	3,14	no
7	64,0	8,1	3,14	no
8	50,0	8,1	3,14	no
9	36,0	8,1	3,14	no
10	22,1	8,1	3,14	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	857,0	-675,5	42,9	P	2040,7	-1608,5	102,0	0,420	OK
				M	17015,2	-674,8	42,8	0,050	
				N	857,0	-1143,3	72,5	0,590	
2	857,5	-652,8	42,9	P	2180,3	-1659,9	109,0	0,390	OK
				M	17077,3	-652,1	42,8	0,050	
				N	857,5	-1143,4	75,1	0,570	
3	813,0	-688,1	40,7	P	1789,0	-1514,2	89,5	0,450	OK
				M	16981,1	-687,4	40,6	0,050	
				N	813,0	-1125,2	66,5	0,610	
4	813,3	-671,2	40,7	P	1873,4	-1546,0	93,7	0,430	OK
				M	17027,3	-670,5	40,6	0,050	
				N	813,3	-1125,3	68,2	0,600	
5	731,6	-242,5	36,6	P	7889,0	-2614,9	394,4	0,090	OK
				M	18191,8	-242,4	36,6	0,040	
				N	731,6	-1085,4	163,7	0,220	
6	727,5	-204,4	36,4	P	8952,6	-2515,4	447,6	0,080	OK
				M	18294,4	-204,3	36,4	0,040	
				N	727,5	-1081,1	192,4	0,190	
7	651,0	-135,9	32,6	P	10801,9	-2255,0	540,1	0,060	OK
				M	18479,1	-135,8	32,5	0,030	
				N	651,0	-1042,6	249,7	0,130	
8	778,6	-204,5	38,9	P	9385,9	-2465,2	469,3	0,080	OK
				M	18293,3	-204,4	38,9	0,040	
				N	778,6	-1100,6	209,5	0,190	
9	774,4	-166,5	38,7	P	10627,6	-2285,0	531,4	0,070	OK
				M	18395,2	-166,4	38,7	0,040	
				N	774,4	-1093,5	254,3	0,150	
10	697,9	-97,9	34,9	P	12856,6	-1803,9	642,9	0,050	OK
				M	18579,3	-97,8	34,9	0,040	
				N	697,9	-1042,1	371,4	0,090	
11	857,0	-675,3	42,9	P	2041,9	-1608,9	102,1	0,420	OK
				M	17015,7	-674,6	42,8	0,050	
				N	857,0	-1143,3	72,5	0,590	
12	857,5	-652,7	42,9	P	2181,0	-1660,1	109,1	0,390	OK
				M	17077,6	-652,0	42,8	0,050	
				N	857,5	-1143,4	75,1	0,570	
13	813,0	-687,9	40,7	P	1790,0	-1514,5	89,5	0,450	OK
				M	16981,7	-687,2	40,6	0,050	
				N	813,0	-1125,2	66,5	0,610	
14	813,3	-671,0	40,7	P	1874,4	-1546,4	93,7	0,430	OK
				M	17027,9	-670,3	40,6	0,050	
				N	813,3	-1125,3	68,2	0,600	
15	731,6	-242,6	36,6	P	7886,4	-2615,1	394,3	0,090	OK
				M	18191,5	-242,5	36,6	0,040	
				N	731,6	-1085,4	163,7	0,220	
16	727,5	-204,6	36,4	P	8946,3	-2516,0	447,3	0,080	OK
				M	18293,8	-204,5	36,4	0,040	
				N	727,5	-1081,1	192,4	0,190	
17	651,0	-136,0	32,6	P	10797,6	-2255,7	539,9	0,060	OK
				M	18478,9	-135,9	32,5	0,030	
				N	651,0	-1042,7	249,5	0,130	
18	778,6	-204,7	38,9	P	9379,6	-2466,0	469,0	0,080	OK
				M	18292,8	-204,6	38,9	0,040	
				N	778,6	-1100,6	209,3	0,190	
19	774,4	-166,6	38,7	P	10624,0	-2285,6	531,2	0,070	OK
				M	18394,9	-166,5	38,7	0,040	
				N	774,4	-1093,5	254,1	0,150	
20	697,9	-98,1	34,9	P	12848,0	-1806,2	642,5	0,050	OK
				M	18578,8	-98,0	34,9	0,040	
				N	697,9	-1042,2	370,7	0,090	
21	771,4	-239,6	38,6	P	8305,1	-2579,6	415,3	0,090	OK
				M	18199,0	-239,5	38,6	0,040	
				N	771,4	-1100,8	177,2	0,220	
22	818,4	-201,6	40,9	P	9793,0	-2412,4	489,6	0,080	OK
				M	18300,4	-201,5	40,9	0,040	
				N	818,4	-1115,2	226,4	0,180	
23	415,1	-113,2	20,8	P	9145,0	-2493,9	457,1	0,040	OK

				M	18543,4	-113,1	20,7	0,020	
				N	415,1	-950,8	174,3	0,120	
24	462,0	-184,2	23,1	P	6580,3	-2623,6	329,0	0,070	OK
				M	18352,3	-184,1	23,1	0,020	
				N	462,0	-974,6	122,2	0,190	
25	690,6	-272,0	34,5	P	6675,8	-2629,3	333,8	0,100	OK
				M	18112,8	-271,9	34,5	0,040	
				N	690,6	-1070,4	135,9	0,250	
26	726,4	-259,4	36,3	P	7389,2	-2638,7	369,5	0,100	OK
				M	18146,3	-259,3	36,3	0,040	
				N	726,4	-1084,2	151,8	0,240	
27	875,8	-296,9	43,8	P	7740,3	-2624,0	387,0	0,110	OK
				M	18043,1	-296,8	43,8	0,050	
				N	875,8	-1144,9	168,9	0,260	
28	818,6	-257,2	40,9	P	8231,1	-2586,2	411,6	0,100	OK
				M	18150,9	-257,1	40,9	0,040	
				N	818,6	-1120,4	178,3	0,230	
29	591,9	-251,2	29,6	P	6062,0	-2572,7	303,1	0,100	OK
				M	18170,2	-251,1	29,6	0,030	
				N	591,9	-1029,8	121,3	0,240	
30	589,6	-67,3	29,5	P	13704,3	-1564,7	685,2	0,040	OK
				M	18662,5	-67,2	29,4	0,030	
				N	589,6	-982,6	430,3	0,070	
31	590,0	-29,5	29,5	P	15801,2	-790,1	790,1	0,040	OK
				M	18761,9	-29,4	29,4	0,030	
				N	590,0	-751,8	751,8	0,040	
32	517,8	38,8	25,9	P	15453,5	1157,7	772,7	0,030	OK
				M	18938,5	38,9	26,0	0,030	
				N	517,8	718,1	479,3	0,050	
33	590,8	-224,3	29,5	P	6953,6	-2640,0	347,7	0,080	OK
				M	18242,7	-224,2	29,5	0,030	
				N	590,8	-1028,4	135,4	0,220	
75	509,5	-336,6	25,5	P	2866,2	-1893,5	143,3	0,180	OK
				M	17940,8	-336,2	25,4	0,030	
				N	509,5	-997,1	75,5	0,340	
76	469,3	-159,5	23,5	P	7723,4	-2624,9	386,1	0,060	OK
				M	18418,6	-159,4	23,4	0,020	
				N	469,3	-976,3	143,6	0,160	
77	509,5	-336,5	25,5	P	2867,8	-1894,0	143,4	0,180	OK
				M	17941,1	-336,1	25,4	0,030	
				N	509,5	-997,1	75,5	0,340	
78	469,3	-159,6	23,5	P	7719,2	-2625,2	385,9	0,060	OK
				M	18418,3	-159,5	23,4	0,020	
				N	469,3	-976,4	143,5	0,160	
79	459,4	-265,1	23,0	P	3688,6	-2128,5	184,4	0,120	OK
				M	18134,2	-265,0	23,0	0,020	
				N	459,4	-975,4	84,5	0,270	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
3	813,0	-688,1	40,7	P	1789,0	-1514,2	89,5	0,450	OK
1	857,0	-675,5	42,9	M	17015,2	-674,8	42,8	0,050	OK
3	813,0	-688,1	40,7	N	813,0	-1125,2	66,5	0,610	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 19920,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
46 OK	-480,8	0,0	634,8	-4947,3	0,25	127487,6	0,35
47 OK	-464,0	0,0	635,2	-4764,6	0,24	119175,3	0,33
48 OK	-495,4	0,0	602,4	-5117,3	0,26	140370,6	0,39
49 OK	-482,8	0,0	602,7	-4981,6	0,25	134050,9	0,37
50 OK	-171,3	0,0	546,3	-1607,3	0,08	-21169,3	0,06
51 OK	-143,1	0,0	543,3	-1360,0	0,07	-18252,9	0,05
52 OK	-92,2	0,0	486,4	-969,9	0,05	-13317,8	0,04
53 OK	-138,2	0,0	581,1	-1341,3	0,07	-18158,6	0,05
54 OK	-109,9	0,0	578,0	-1154,6	0,06	-15850,3	0,04
55 OK	-59,0	0,0	521,2	-822,9	0,04	-11548,1	0,03
56 OK	-480,7	0,0	634,8	-4946,2	0,25	127438,3	0,35
57 OK	-463,9	0,0	635,2	-4763,5	0,24	119126,4	0,33

58	OK	-495,3	0,0	602,4	-5116,3	0,26	140320,8	0,39
59	OK	-482,7	0,0	602,7	-4980,5	0,25	134001,3	0,37
60	OK	-171,4	0,0	546,3	-1608,2	0,08	-21180,2	0,06
61	OK	-143,2	0,0	543,3	-1360,8	0,07	-18262,5	0,05
62	OK	-92,3	0,0	486,4	-970,5	0,05	-13325,0	0,04
63	OK	-138,3	0,0	581,1	-1342,0	0,07	-18167,3	0,05
64	OK	-110,1	0,0	578,0	-1155,7	0,06	-15864,8	0,04
65	OK	-59,2	0,0	521,2	-823,7	0,04	-11558,3	0,03
66	OK	-169,2	0,0	575,9	-1589,9	0,08	-21102,3	0,06
67	OK	-136,0	0,0	610,7	-1345,0	0,07	-18294,5	0,05
68	OK	-192,6	0,0	442,6	-1866,9	0,09	24074,0	0,07
69	OK	-250,3	0,0	477,4	-2491,1	0,13	43439,5	0,12

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0,30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

n. e stato	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
	kN m	kN m	kN	kN	mm	
34	OK	-450,0	0,0	602,4	0,00	0,00
35	OK	-409,0	0,0	596,6	0,00	0,00
36	OK	-183,6	0,0	581,1	0,00	0,00
37	OK	-155,3	0,0	578,0	0,00	0,00
38	OK	-104,4	0,0	521,2	0,00	0,00
39	OK	-449,9	0,0	602,4	0,00	0,00
40	OK	-437,3	0,0	602,7	0,00	0,00
41	OK	-183,7	0,0	581,1	0,00	0,00
42	OK	-155,5	0,0	578,0	0,00	0,00
43	OK	-104,6	0,0	521,2	0,00	0,00
44	OK	-145,9	0,0	601,4	0,00	0,00
45	OK	-204,9	0,0	477,4	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $WkL = 0,20$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

n. e stato	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
	kN m	kN m	kN	kN	kN/mq		mm	
70	OK	-346,3	0,0	505,2	-3541,0	0,24	0,00	0,00
71	OK	-115,4	0,0	486,6	-1120,8	0,08	0,00	0,00
72	OK	-346,2	0,0	505,2	-3539,9	0,24	0,00	0,00
73	OK	-115,5	0,0	486,6	-1121,6	0,08	0,00	0,00
74	OK	-229,0	0,0	486,6	-2245,5	0,15	0,00	0,00

9.3.8 Armatura di ripartizione dello scatolare

L'armatura di ripartizione nelle solette e nelle pareti dello scatolare (direzione y) viene posta in misura non inferiore al 20% dell'armatura principale (direzione x) (EC2 § 9.3).

L'armatura di ripartizione viene disposta non uniformemente, ma leggermente maggiorata nei punti in cui è maggiore anche l'armatura principale, punti in cui, peraltro, risultano maggiori le sollecitazioni trasversali alla luce di calcolo dello scatolare. Ad esempio, l'armatura di ripartizione viene posta in quantità maggiore all'intradosso della sezione di mezzeria della soletta superiore che è il punto dove si hanno i maggiori momenti secondari dovuti ai carichi mobili stradali ed alla sovrastruttura stradale (gli unici carichi non uniformemente distribuiti sulla larghezza dello scatolare e quindi gli unici carichi che danno azioni flessionali trasversali). Essendo tali carichi ubicati al centro dello scatolare, essi generano azioni flessionali che tendono le fibre poste all'intradosso, dove viene appunto incrementata l'armatura di ripartizione.

Semplici valutazioni consentono di provare che l'armatura di ripartizione pari al 20% della principale è sicuramente sufficiente per assorbire le azioni flessionali trasversali secondarie, ovvero nella direzione ortogonale a quella di massima inflessione della soletta.

Come già osservato la massima azione flessionale secondaria si ha nella soletta superiore, perché solo qui sono applicate azioni non uniformemente distribuite su un intero elemento strutturale; tali azioni localizzate sono i carichi mobili stradali ed il peso della sovrastruttura.

Schematizzando, la soletta superiore come una lastra infinitamente lunga in direzione y, appoggiata sui bordi distanti $l_x = (1,00/2 + 11,00 + 1,00/2)m = 12,00m$, si valuta con l'ausilio di risultati tabellati (formule di BITTNER, vedi Allegato C) il massimo momento flettente in direzione y sotto l'effetto di una fascia caricata di larghezza $t_y = 8,4$ m (larghezza caricata) per i carichi permanenti e variabili, e di lunghezza $t_{x-var} = 4,65$ m (lunghezza di diffusione longitudinale dei carichi da traffico) per i carichi variabili, mentre per i carichi permanenti $t_{x-perm} = 12,00m$.

Contributo dei carichi permanenti:

$$p_{perm} = 22,00 \cdot 0,21 + 20,00 \cdot 1,29 = 32,82 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{perm-SLU} = 22,00 \cdot 0,21 \cdot 1,35 + 20,00 \cdot 1,29 \cdot 1,35 = 44,31 \text{ kN/m}^2$$

$$P = p \cdot t_y \cdot t_x = 32,82 \cdot 8,4 \cdot 12,00 = 326,97 \text{ kN}$$

$$P_{SLU} = p_{SLU} \cdot t_y \cdot t_x = 4491,41 \text{ kN}$$

$$l_y = \infty \quad t_y/l_x = 0,70 \Rightarrow 1 \quad t_x/l_x = 1,00 \quad \alpha_{ym} = 0,0333$$

Il massimo momento trasversale risulta:

$$M_{ym,SLE} = \alpha_{ym} \cdot P = 110,79 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ym,SLU} = \alpha_{ym} \cdot P_{SLU} = 149,56 \text{ kNm/m}$$

Contributo dei carichi variabili:

$$p_{var} = (600 + 400 + 200) / (8,4 \cdot 4,65) + 9 = 39,57 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{var-SLU} = 39,57 \cdot 1,35 = 53,41 \text{ kN/m}^2$$

$$P = p \cdot t_y \cdot t_x = 39,57 \cdot 8,4 \cdot 4,65 = 2206,57 \text{ kN}$$

$$P_{SLU} = p_{SLU} \cdot t_y \cdot t_x = 53,41 \cdot 8,4 \cdot 4,65 = 2978,88 \text{ kN}$$

$$l_y = \infty \quad t_y/l_x = 0,70 \Rightarrow 1 \quad t_x/l_x = 0,39 \quad \alpha_{ym} = 0,0508$$

Il massimo momento trasversale risulta:

$$M_{ym,SLE} = \alpha_{ym} * P = 112,07 \text{ kNm/m}$$

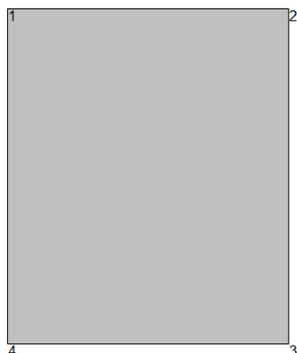
$$M_{ym,SLU} = \alpha_{ym} * P_{SLU} = 151,30 \text{ kNm/m}$$

Sollecitazioni totali:

$$M_{ym,SLE} = 222,86 \text{ kNm/m}$$

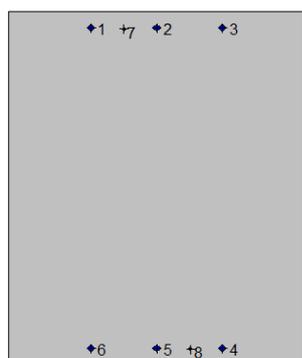
$$M_{ym,SLU} = 300,86 \text{ kNm/m}$$

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	120,0
2	100,0	120,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	27,8	114,5	3,14	no
2	50,0	114,5	3,14	no
3	72,3	114,5	3,14	no
4	72,3	5,5	3,14	no
5	50,0	5,5	3,14	no
6	27,8	5,5	3,14	no
7	39,0	114,0	0,79	no
8	61,4	5,3	0,79	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³
Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	300,9	0,0	P	0,0	446,8	0,0	0,670	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	446,8	0,0	0,670	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	300,9	0,0	P	0,0	446,8	0,0	0,670	OK
1	0,0	300,9	0,0	M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	OK
1	0,0	300,9	0,0	N	0,0	446,8	0,0	0,670	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

 Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
2 OK	222,9	0,0	0,0	0.00	0,00

Si noti, inoltre, che l'ipotesi di lastra di lunghezza indefinita porta sicuramente a sovrastimare i momenti trasversali e che nel punto di massimo momento trasversale l'armatura di ripartizione è molto maggiore, essendo presenti anche le barre distanziatrici (non messe in conto nella verifica precedente).

Pertanto si può affermare che l'armatura di ripartizione assunta pari al 20% della principale è largamente sufficiente in relazione alle modeste sollecitazioni trasversali secondarie che possono nascere nella struttura dello scatolare.

In Allegato B si riporta un prospetto illustrativo con i risultati tabellati per la determinazione delle sollecitazioni trasversali nelle piastre rettangolari appoggiate sui quattro lati caricate uniformemente su una zona rettangolare centrale (formule di BITTNER).

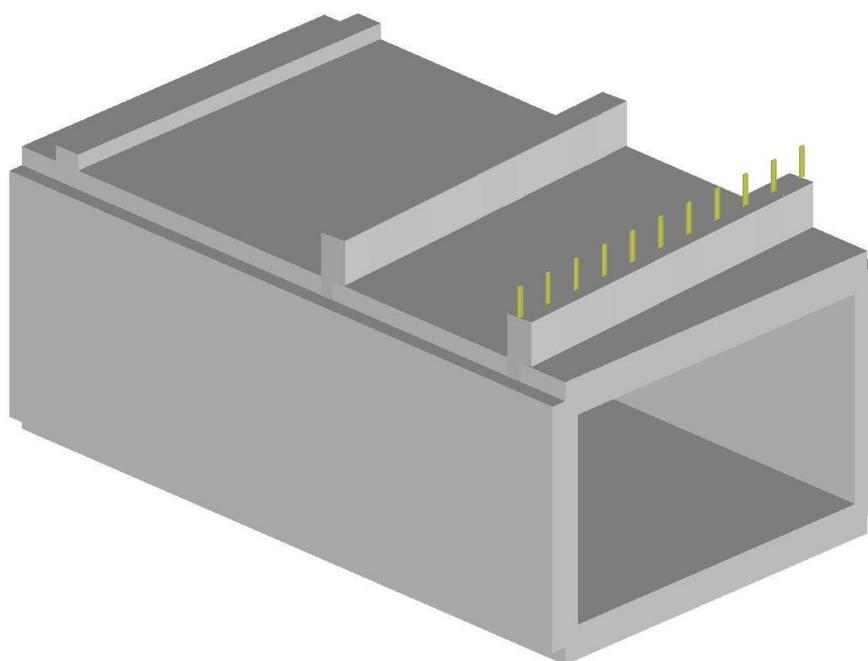
9.4 CALCOLO E VERIFICA SETTI SOLETTA SUPERIORE

Sulla soletta superiore, sono presenti dei setti porta barriere stradai, che di fatto fungono anche strutturalmente da irrigidimento della soletta, contribuendo alla portanza verticale della stessa.

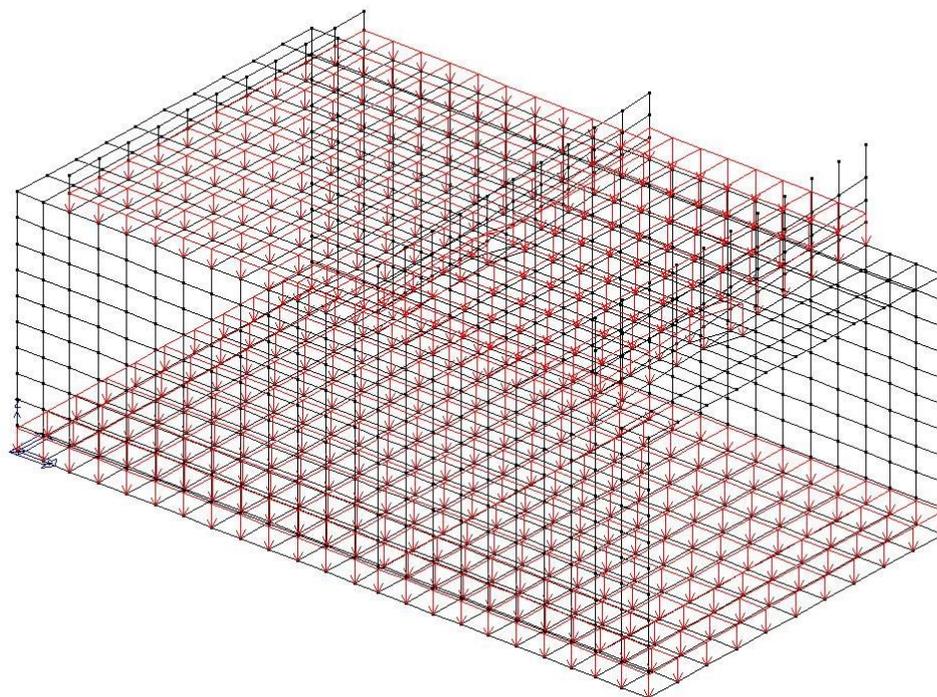
In riscontro a quanto affermato al §7, si analizza anche il modello spaziale, dal quale oltre a giustificare le scelte del modello piano, serve anche per confrontare le sollecitazioni ottenute sui cordoli rispetto a quanto calcolato direttamente con schemi semplici a mensola.

9.4.1 Modello spaziale

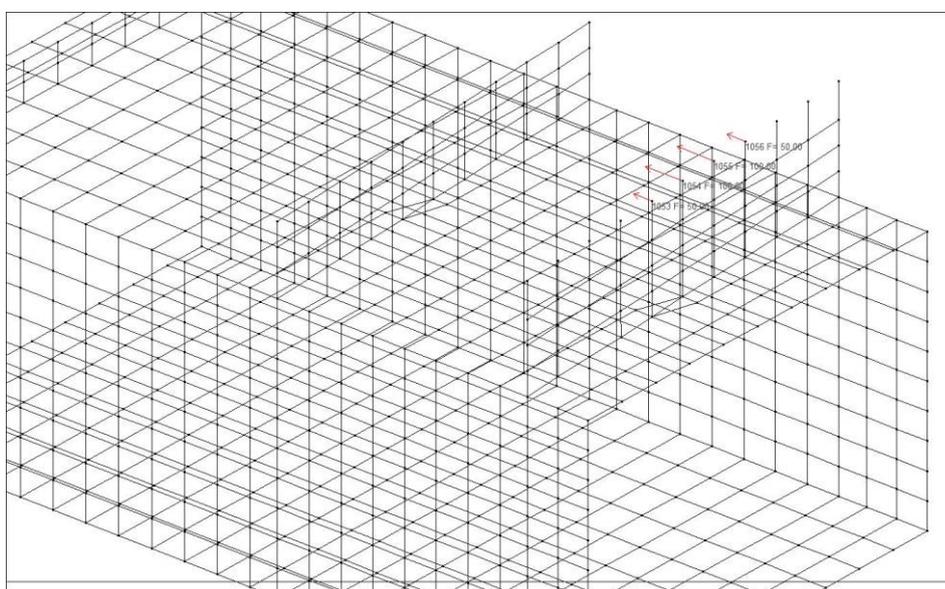
Si riporta una immagine del modello elaborato:



I.4 Modello 3D



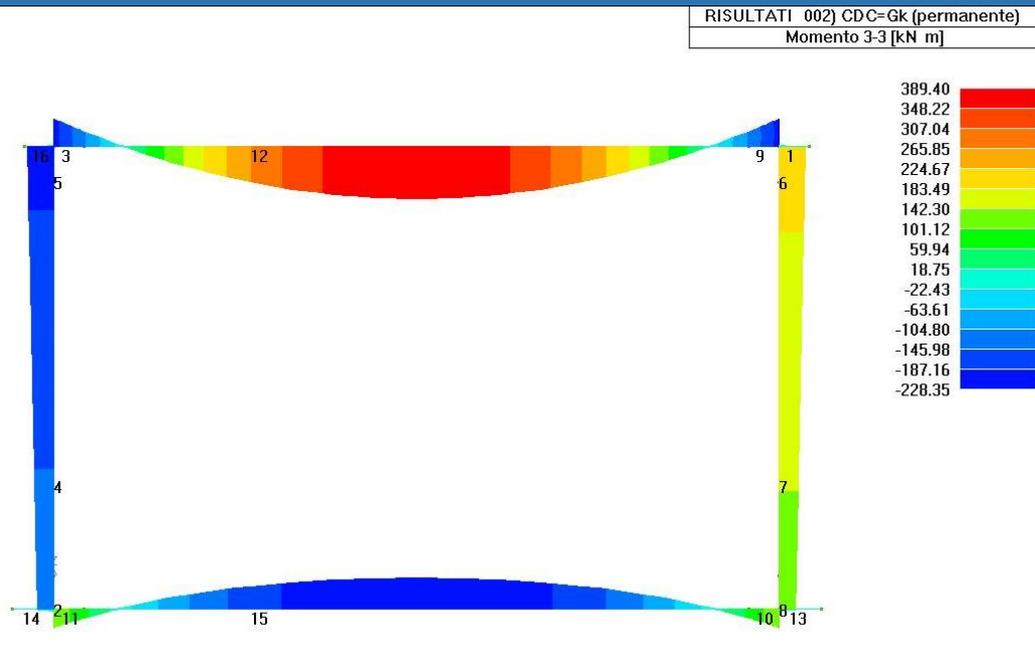
1.5 Carichi permanenti portati



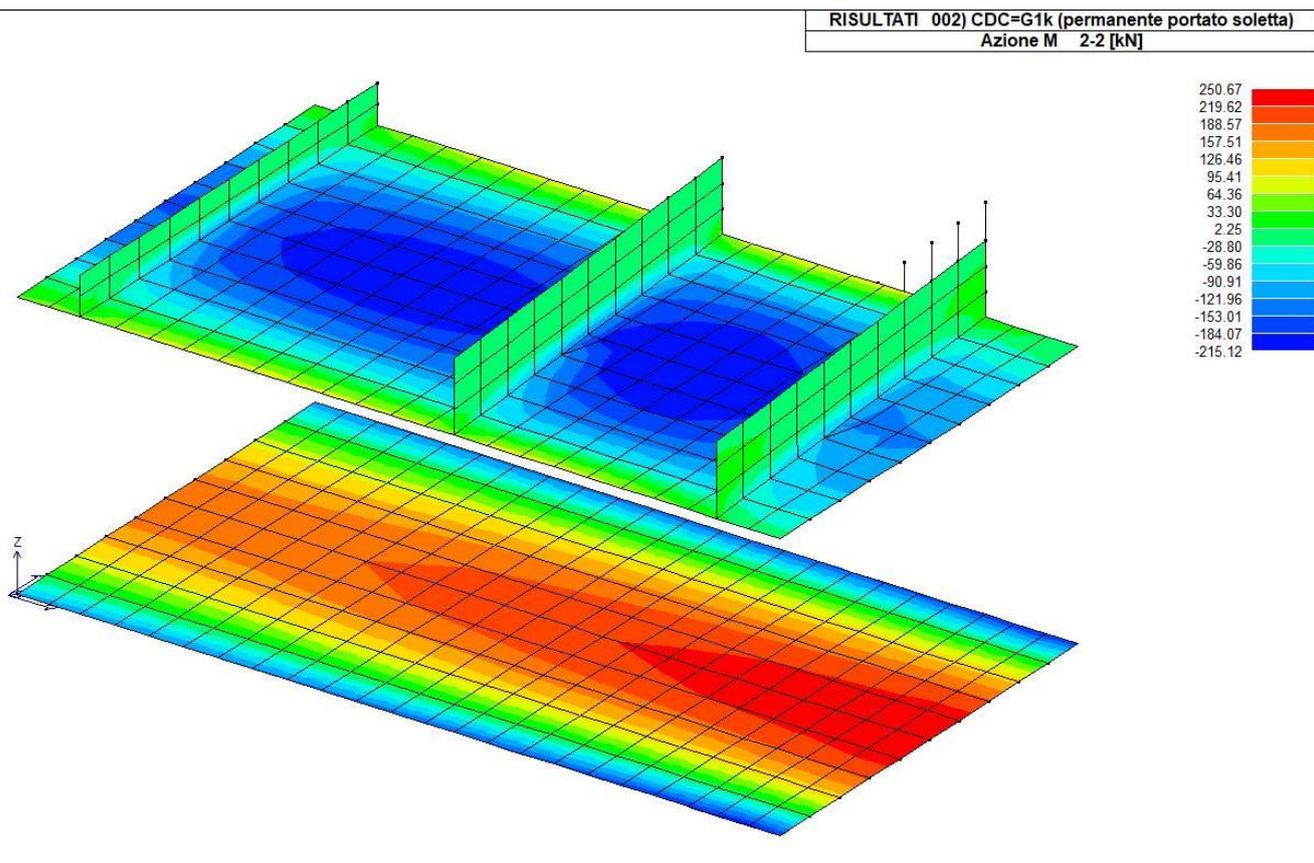
1.6 Urto veicolo in svio

Sulla base delle due condizioni di carico riportate, si può procedere con l'analisi dei risultati.

Il momento flettente nello scatolare piano sotto il carico dei permanenti ipotizzati per il calcolo portano alle seguenti sollecitazioni:

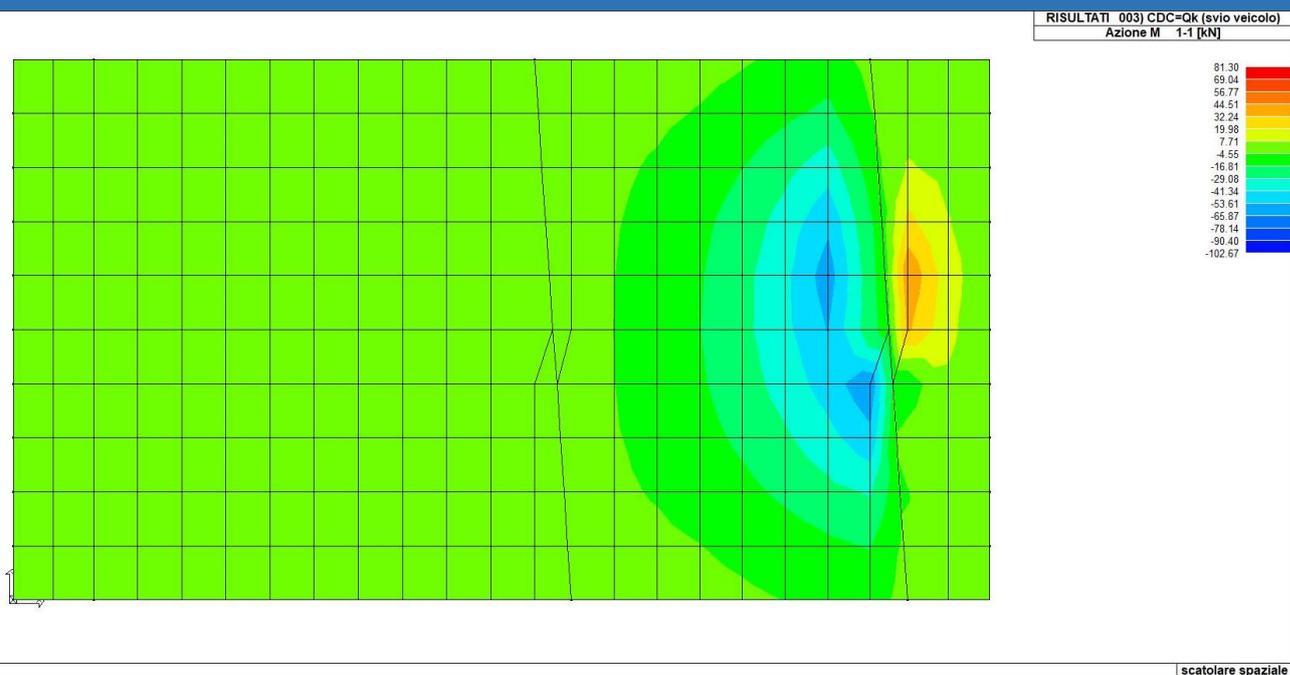


1.7 Modello piano-momento flettente dovuto ai carichi permanenti



1.8 Modello spaziale-momento flettente dovuto ai carichi permanenti

Da una semplice comparazione si evince che le sollecitazioni ottenute con il modello piano sono prudentiali ed a favore di sicurezza rispetto al modello spaziale, pertanto si può validare l'utilizzo del modello piano.



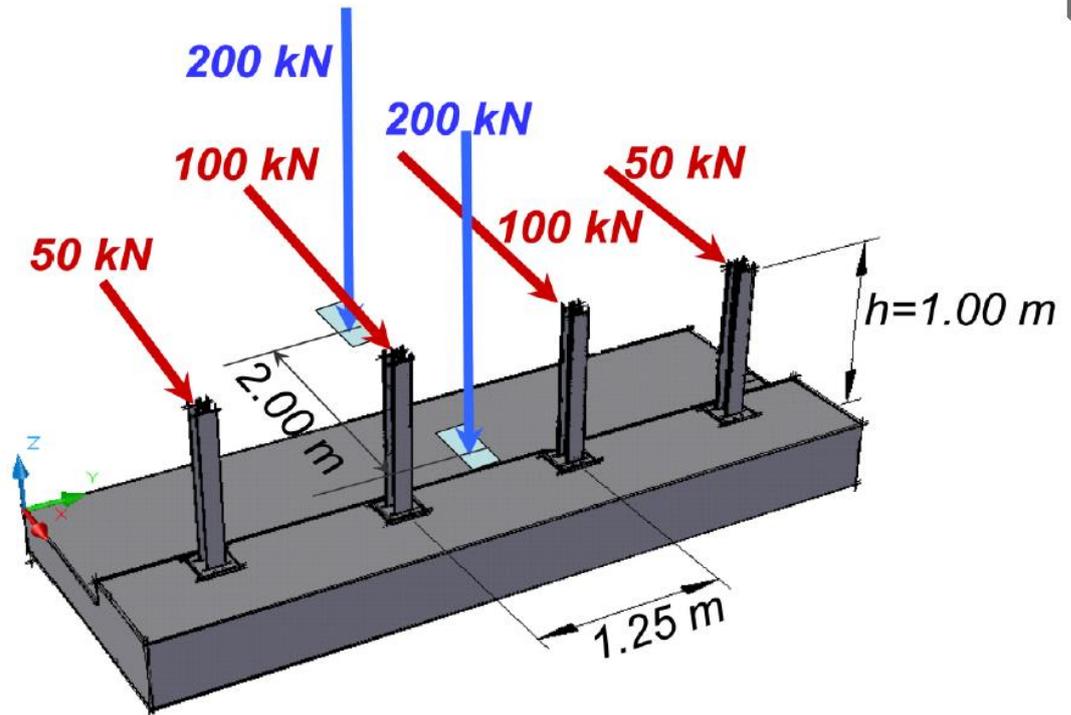
I.9 Modello spaziale-sollecitazioni indotte dallo svio del veicolo

9.4.2 Calcolo cordoli

Per il calcolo delle sollecitazioni che interessano i cordoli, si segue il seguente schema di calcolo: L'installazione di barriere metalliche vincolate alla struttura per mezzo di connessioni pseudo-duttili, ossia in particolare mediante l'utilizzo di 3 o 4 tirafondi in acciaio per ciascuna piastra alla base dei montanti della barriera, ancorati chimicamente al calcestruzzo e meccanicamente alla piastra con bulloni serrati (alla coppia di serraggio stabilita dal manuale di installazione della barriera).

Gli schemi comunemente utilizzati nella progettazione dei cordoli utilizzano la seguente definizione del **sistema di forze equivalenti** alle azioni causate da collisioni sugli elementi di sicurezza in condizioni di progettazione ordinarie:

- **forze trasversali:** si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, il cui interesse è stabilito in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50kN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100kN. Tutte le forze agiscono trasversalmente ad un'altezza di 1.00 m dal piano viabile e sono dirette verso l'esterno dell'impalcato.
- **carichi verticali:** oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC, costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezzzeria della zona di impalcato interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa. Lo schema di carico equivalente sopra descritto può rappresentarsi come mostrato nella figura seguente:



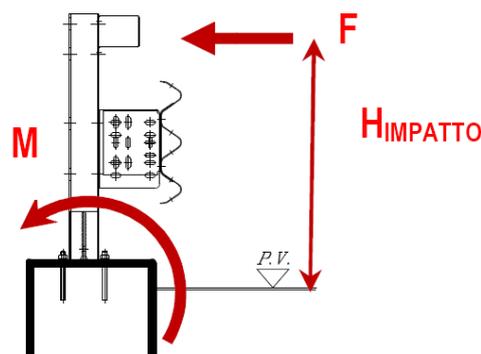
I.10 Schema dei carichi applicati ai montanti

A seguito della definizione della geometria e delle armature occorre verificare l'elemento nei confronti della combinazione eccezionale, che come visto prevede l'introduzione dell'azione da urto. Ai sensi di quanto definito al punto 2.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018, la combinazione eccezionale dei carichi assume la forma:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{i=2}^n \psi_{2i} Q_{ki}$$

Dato che l'azione da urto - in particolare se valutata con riferimento al §3.6.3.3.2 - risulta caratterizzante nel progetto dei cordoli, allora è possibile procedere direttamente con il calcolo nei confronti della combinazione eccezionale. In ogni caso, le verifiche nei confronti della combinazione fondamentale non possono essere omesse.

Come premesso, le sollecitazioni gravanti sul cordolo sono legate principalmente agli effetti dell'urto del veicolo in svio, quindi con la combinazione di carico legata alla seguente schematizzazione statica equivalente.



Il cordolo dovrà essere progettato/verificato per:

- Sollecitazioni di taglio scorrimento per effetto dell'azione da urto (connessione del cordolo alla soletta);
- Ribaltamento del cordolo per effetto del momento indotto dall'urto (connessione del cordolo alla soletta);
- Sollecitazioni derivanti dalla combinazione fondamentale (verifiche tradizionali a flessione e taglio, da effettuarsi in funzione dello schema statico di riferimento derivante anche dal sistema di connessione con la soletta).

Assumendo a favore di sicurezza la massima altezza dei setti presenti pari a 2.35m, si può calcolare la sollecitazione flettente e tagliante alla base del cordolo, che a sua volta trasmette alla soletta di copertura.

$$M=100*(2.35+1)=335\text{kNm}$$

$$T=100 \text{ kN}$$

Ipotizzando la diffusione limitata al passo dei montanti si ha il seguente momento linearizzato:

$$Ml=335/1.25=268\text{kNm/m}$$

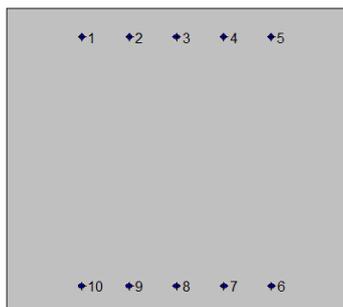
$$Tl=100/1.25=80\text{kN/m}$$

Verifica del cordolo:



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	90,0
2	100,0	90,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0


Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22,2	81,7	2,01	no
2	36,1	81,7	2,01	no
3	50,0	81,7	2,01	no
4	63,9	81,7	2,01	no
5	77,8	81,7	2,01	no
6	77,9	8,1	2,01	no
7	64,0	8,1	2,01	no
8	50,0	8,1	2,01	no
9	36,0	8,1	2,01	no
10	22,1	8,1	2,01	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 793100 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2060000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)
 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	268,0	0,0	P	0,0	315,8	0,0	0,850	OK

M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
N	0,0	315,8	0,0	0,850

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	268,0	0,0	P	0,0	315,8	0,0	0,850	OK
1	0,0	268,0	0,0	M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	OK
1	0,0	268,0	0,0	N	0,0	315,8	0,0	0,850	OK

V_{sdu}	80	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
γ_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
h	90	cm
bw	100	cm
d	82,90	cm
Asl	10,048	cm ²
c	7,10	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
θ	21,80	gradi
$ctg\theta$	2,50	
$\theta_{imposto}$	21,80	gradi
Asw		cm ²
passo staffe		cm
f_{cd}	18,133	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,356	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
σ_{cp}	0,0000	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	233,072	kN

10 VERIFICHE GEOTECNICHE - SCATOLARE

10.1 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Considerando il tipo di struttura, ai fini della verifica della portanza del terreno stesso, non si ritengono significativi gli squilibri dovuti a spinte orizzontali non simmetriche o ad azioni orizzontali applicate alla sommità dello scatolare quali frenatura o sisma.

Al proposito si fa notare che dette spinte (o azioni) sono state applicate sul telaio piano schematizzante la canna scatolare senza considerare in alcun modo l'effetto di contenimento laterale esercitato dal terreno di rinfianco al fine di massimizzare gli effetti flessionali agenti sui piedritti (e sulle solette) del tombino.

Pertanto nel seguito le pressioni agenti sul terreno di fondazione vengono calcolate in presenza dei soli carichi verticali:

- peso proprio sezione scatolare
- peso terreno di ricoprimento e pavimentazione stradale
- carichi accidentali da traffico
- peso ricoprimento interno allo scatolare senza tenere in conto la presenza di azioni orizzontali.
- Carichi accidentali da traffico sulla soletta inferiore

Ai fini della combinazione dei carichi verranno utilizzati i seguenti coefficienti di norma:

A1-STR: $1.35 (G_1 + G_2 + G_3) + 1.35 Q$

A2-GEO: $G_1 + G_2 + G_3 + 1.15 Q$

Fra i carichi accidentali elencati:

- Carico mobile veicolare sulla soletta superiore, posizione per massimo momento in mezzera soletta superiore
- Carico mobile veicolare sulla soletta superiore, posizione per massimo taglio all'attacco del piedritto dx
- Sovraccarico uniforme da 20kPa sulle soletta superiore

verrà considerato di volta in volta il carico più sfavorevole ai fini della determinazione:

- del massimo carico verticale agente ad intradosso fondazione ;
- della massima pressione di contatto terreno/fondazione.

L'analisi dei carichi per la definizione delle pressioni in fondazione viene riassunta nella tabella seguente:

CARICO TRASMESSO DALLO SCATOLARE AL TERRENO			A1
larghezza netta interna	m	b	11,00
altezza netta interna	m	h	6,60
spessore soletta superiore	m	ss	1,20
spessore pareti	m	sp	1,00
spessore soletta inferiore	m	si	1,10
sbalzo soletta inferiore	m	sb	0,20
spessore di calcolo sovrastruttura strad.	m	svf	1,60
sovraccarico da mezzi stradali	kN/m	qtr	19,93
spessore sovrastruttura inferiore	m	ssv	1,30
sovraccarico stradale inferiore	kN	qst	327,71
sovraccarico da folla inferiore	kN	qf	0,00
peso struttura	kN	$P_s = ((b+2*sp)*ss + (b+2*sp + 2*sb)*si + 2*sp*h) * 25$	1088,50
peso sovrastruttura stradale	kN	$P_{svf} = (b+2*sp+2*sb)*svf*22$	471,68
peso terreno su sbalzi laterali	kN	$P_{tsb} = 2*sb*(h+ss)*19$	62,40
peso sovrastruttura inferiore	kN	$P_{ssv} = b*ssv*20$	286,00
peso in fase di costruzione	kN	$P_c = P_s$	1088,50

pressione media sul terreno in fase di costruzione	kPa	$P_c/(b+2*sp+2*sb)$	81,23
peso permanente in esercizio	kN	$P_e=P_s+P_{svf}+P_{tsb}+P_{ssv}$	1908,58
pressione media sul terreno da carichi permanenti in esercizio	kPa	$P_e/(b+2*sp+2*sb)$	142,43
risultante sovraccarico da mezzi	kN	$Q_f=q_{tr}*(2*sp+b)$	259,07
risultante sovraccarichi inferiori	kN	$Q_s=(q_{st}+q_f)$	327,71
risultante permanenti ed accidentali	kN	$P=P_e+Q_f+Q_s$	2495,37
pressione totale media sul terreno in esercizio	kPa	$P/(b+2*sp+2*sb)$	186,22

Nelle tabelle seguenti, si fornisce per entrambi gli scenari di norma elencati e per ognuna delle due "condizioni di verifica" sopra descritte:

- nella prima colonna il carico considerato ;
- nella seconda colonna la reazione verticale (agente su un metro di fondazione) indotta dal carico in esame (N, [kN]);
- nella terza colonna il momento (agente su un metro di fondazione) indotto dal carico in esame (M, [kN.m]);
- nella quarta colonna l'eccentricità della reazione verticale ($e=M/N$, [m]);
- nella quinta colonna il coefficiente di combinazione del carico in esame.

Si riportano quindi nell'ultima riga:

- il carico N_{tot} agente ad intradosso fondazione (ogni metro di canna) nella combinazione in esame ;
- il momento M_{tot} agente ad intradosso fondazione (ogni metro di canna) nella combinazione in esame ;
- l'eccentricità della reazione verticale $e = M_{tot} / N_{tot}$;
- la pressione di contatto terreno/fondazione valutate con la teoria di *Mayerhof* :

$$\sigma_{terr} = N_{tot} / (B_i + 2 \times S_p + 2 \times S_b - 2 \times e) \text{ [kPa]}$$

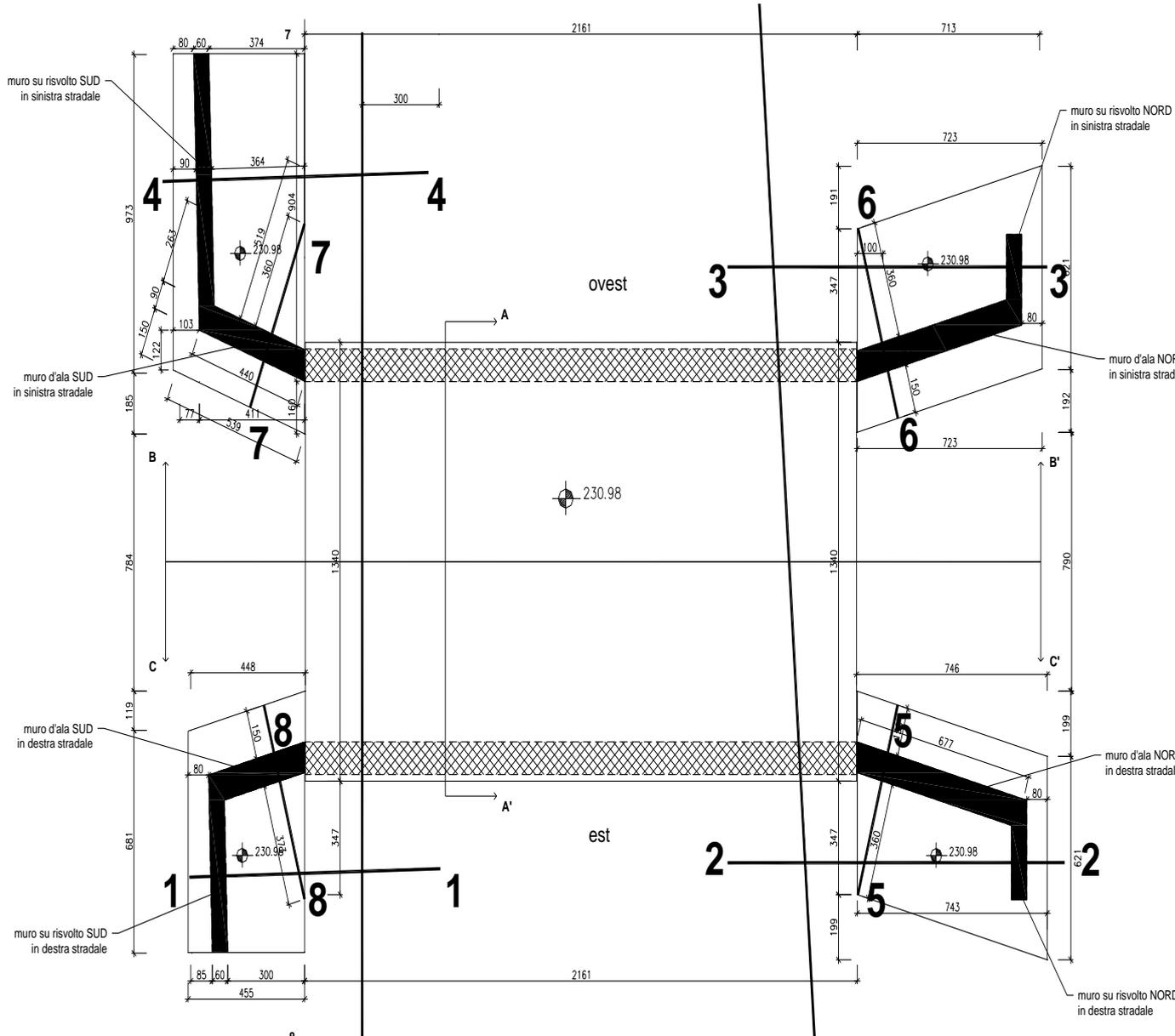
Combinazione A1-M1-R3-STR /GEO

Carico	N (kN)	M (kN)	e (m)	coeff.
peso proprio	1088,50	0	0	1,35
pesi portati	820,08	0	0	1,35
veicolari max soletta	586,79	0	0	1,35
veicolari max taglio dx	586,79	1863,78	3,18	1,35
veicolari 20kPa	587,71	0,00	0	1,35
	Ntot (kN)	Mtot (kNm)	e (m)	sigma (kPa)
Risultante	3368,75	0	0	251,399
Risultante	3368,75	1863,78	0,553	274,027
Risultante	3370,00	0,00	0	251,492

11 CALCOLO MURI D'ALA E RISVOLTO

Il presente capitolo ha per oggetto il calcolo e le verifiche strutturali dei muri di sostegno previsti nell'ambito dei lavori di realizzazione di un sottopasso stradale nel territorio di Gallarate opera ST04.

Si riporta di seguito una planimetria generale dell'intervento.



I.11 - Planimetria dell'intervento

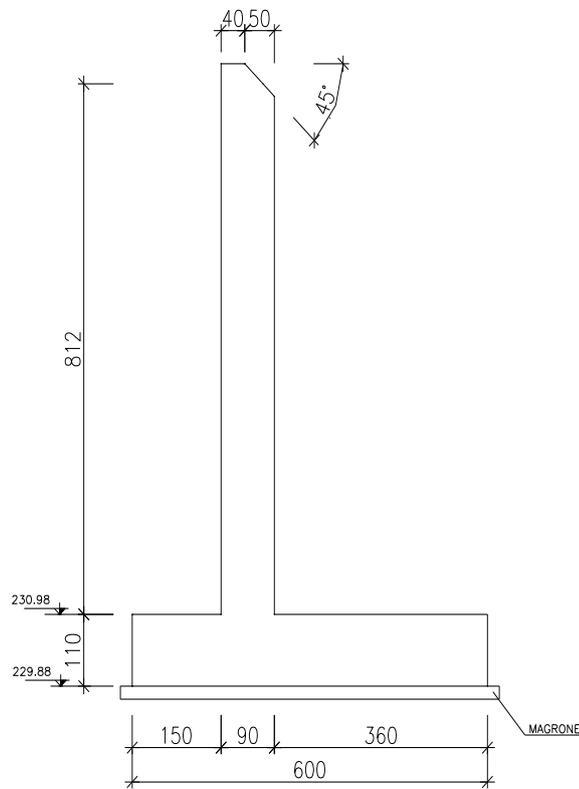
La presente ha per oggetto i muri di sostegno (muri d'ala e muri andatori) rappresentati in pianta.

In particolare da un confronto delle sezioni numerate sono state individuate due sezioni significative ai fini del calcolo:

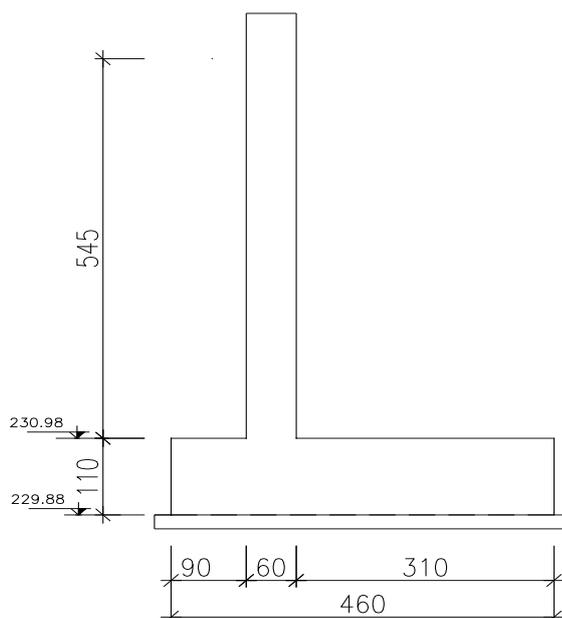
- La sezione 1-1 → dimensionante per la globalità dei muri andatori
- La sezione 6-6 → dimensionante per la globalità dei muri d'ala

Queste sezioni infatti, a parità di spessore trasversale di paramento e fondazione, presentano in generale un'altezza di calcolo maggiore del paramento e al contrario una lunghezza minore della mensola di fondazione a monte.

Seguono le sezioni dei due muri nelle rispettive configurazioni di calcolo tracciate in piante.



I.12 Muro d'ala



I.13 Muro andatore

11.1 CALCOLO MURI

Per i muri di sostegno devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

scorrimento sul piano di posa;

collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;

ribaltamento;

stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;

SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto al § 6.8, secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

Si riportano di seguito due tabelle riassuntive dei coefficienti di riferimento per le verifiche in campo statico e sismico, così come definite dalle NTC2018 nei relativi capitoli.

COND.STATICHE						
STABILITA' GLOBALE			A2	M2		R2
	permanenti	F	1	$\tan\phi$	1,25	1,1
		S	1	c	1,25	
	variabili	F	0	cu	1,4	
(traffico)		1.30 (1.15)	1			
ALTRE VERIFICHE			A1	M1		R3
	permanenti	F	1	$\tan\phi$	1	Carico limite 1,4
		S		1.35	c	1
	variabili	F	0	cu	1	Ribaltament 1,15
		(traffico)		1.5 (1.35)	1	Resistenza d 1,4

COND.SISMICHE						
STABILITA' GLOBALE			A2	M2		R2
	permanenti	F	1	$\tan\phi$	1	1,2
		S	1	c	1	
	variabili	F	0	cu	1	
		S	1	γ	1	
ALTRE VERIFICHE			A1	M1		R3
	permanenti	F	1	$\tan\phi$	1	Carico limite 1,2
		S	1	c	1	Scorrimento 1
	variabili	F	0	cu	1	Ribaltament 1
		S	1	γ	1	Resistenza d 1,2

Si riportano altresì le verifiche allo Stato Limite di fessurazione assumendo come valori limite di apertura delle fessure quelli relativi ad un ambiente aggressivo per strutture ad armature poco sensibili.

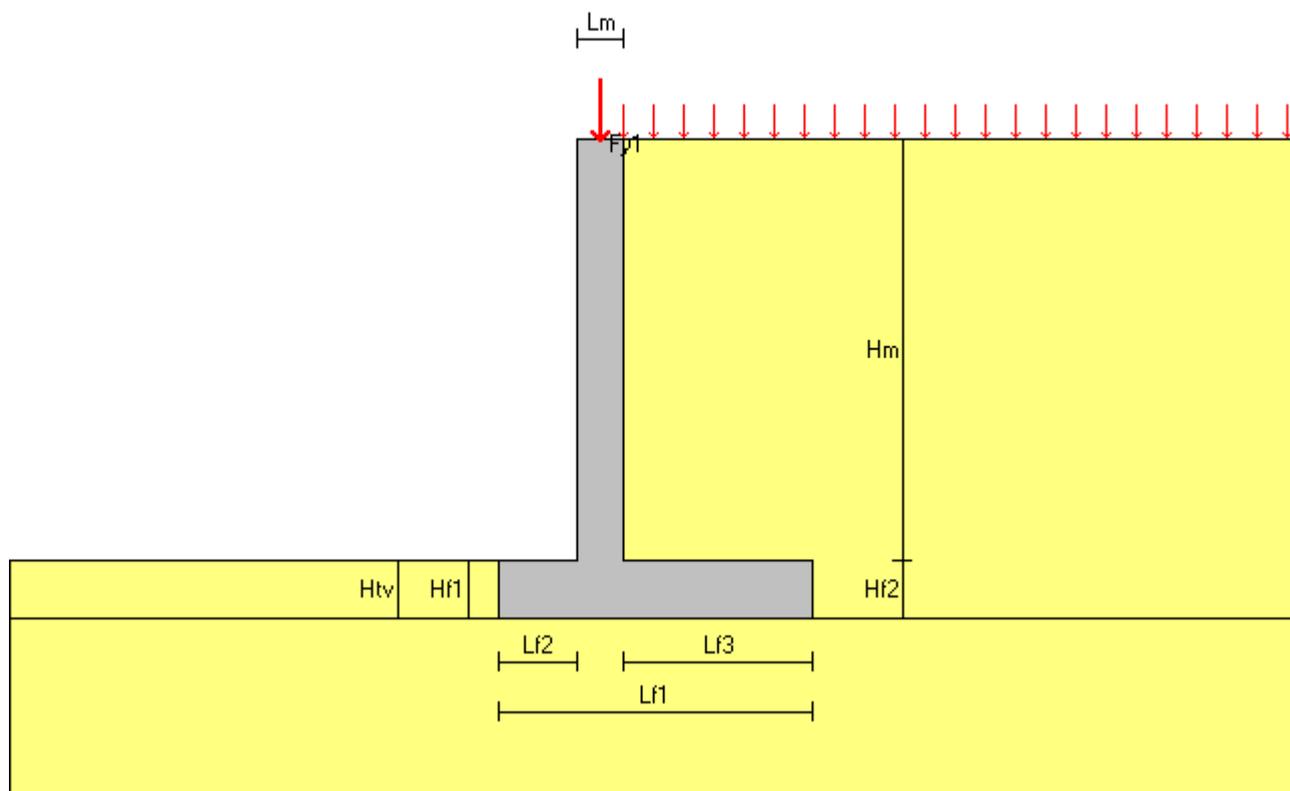
In particolare :

per la comb. Frequente $\rightarrow w_L = w_2 = 0,3$

per la comb. Quasi Permanente $\rightarrow w_L = w_1 = 0,2$

Si riportano di seguito tutti i dati necessari al calcolo dei muri e la loro verifica.

11.1.1 Muro d'ala - sezione 6-6



Descrizione dell'opera

Tipo di opera:	muro in calcestruzzo armato
Tipo di sovrastruttura:	paramenti piani
Tipo di fondazione:	piana orizzontale

Caratteristiche geometriche

Mensola in elevazione

Altezza paramento	$H_m =$	8.120 m
Spessore in sommità	$L_{m1} =$	0.900 m
Spessore alla base	$L_{mb} =$	0.900 m
Inclinazione paramento esterno	$\beta_e =$	0.00 °
Inclinazione paramento interno	$\beta_i =$	0.00 °

Soletta di fondazione

Estensione	$E_f =$	6.900 m
Lunghezza totale	$L_{f1} =$	6.000 m
Lunghezza mensola a valle	$L_{f2} =$	1.500 m
Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} =$	1.100 m
Lunghezza mensola a monte	$L_{f3} =$	3.600 m
Altezza bordo libero mensola a monte	$H_{f2} =$	1.100 m
Altezza rinterro mensola a valle	$H_{tv} =$	1.100 m
Inclinazione piano di fondazione	$\psi_f =$	0.00 °

Angolo di inclinazione terrapieno	$\alpha =$	0.00 °
-----------------------------------	------------	--------

Materiali utilizzati

Peso specifico del muro $\gamma_m = 25.00 \text{ kN/m}^3$

Caratteristiche geotecniche dei terreni

Terreno a valle del muro

Peso specifico $\gamma_{tv} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Angolo di attrito $\varphi_v = 37.00^\circ$
 Angolo di attrito terra-muro $\delta_v = 0.00^\circ$
 Coesione $c'_v = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Terreno di fondazione del muro

Peso specifico $\gamma_{tf} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Angolo di attrito $\varphi_f = 32.00^\circ$
 Coesione $c'_f = 5.00 \text{ kN/m}^2$

Terreno a monte del muro

Peso specifico $\gamma_{tm} = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Angolo di attrito $\varphi_m = 37.00^\circ$
 Angolo di attrito terra-muro $\delta_m = 0.00^\circ$
 Coesione $c'_m = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Carichi applicati

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro $G1_{uv} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Uniforme a monte del muro $G1_{um} = 11.50 \text{ kN/m}^2$
 Nastriorme a monte del muro $G1_{nm} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Distanza nastriorme dal paramento interno $d_{G1n} = 0.000 \text{ m}$
 Larghezza del nastro $l_{G1n} = 0.000 \text{ m}$

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente non strutturale

Uniforme a valle del muro $G2_{uv} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Uniforme a monte del muro $G2_{um} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Nastriorme a monte del muro $G2_{nm} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Distanza nastriorme dal paramento interno $d_{G2n} = 0.000 \text{ m}$
 Larghezza del nastro $l_{G2n} = 0.000 \text{ m}$

Carichi distribuiti sul terreno di tipo variabile

Uniforme a valle del muro $Q_{uv} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Uniforme a monte del muro $Q_{um} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Nastriorme a monte del muro $Q_{nm} = 20.00 \text{ kN/m}^2$
 Distanza nastriorme dal paramento interno $d_{Qn} = 4.180 \text{ m}$
 Larghezza del nastro $l_{Qn} = 0.417 \text{ m}$

Carichi applicati alla mensola in elevazione

n.	tipo	H [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M_z [kN•m]
1	G1	8.120	0.00	6.75	0.00000

Legenda

- tipo G1 carico permanente strutturale; G2 carico permanente non strutturale; Q carico variabile
- H quota del punto di applicazione del carico rispetto alla base della mensola di elevazione
- F_x forza orizzontale positiva se verso monte
- F_y forza verticale positiva se verso il basso
- M_z coppia positiva se oraria

Normativa

Le verifiche geotecniche e di resistenza vengono eseguite secondo i dettami del D.M. 17 gennaio 2018: la verifica di stabilità globale viene effettuata secondo l'approccio DA1-C2 (A2+M2+R2) mentre le rimanenti verifiche (scorrimento, carico limite, ribaltamento e di resistenza) vengono effettuate secondo l'approccio DA2 (A1+M1+R3). Le verifiche per azioni sismiche vengono effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici: l'analisi in condizioni sismiche viene eseguita utilizzando il metodo pseudo-statico.

Parametri per la determinazione dei carichi derivanti da sisma

Località:	MILANO (MI)
Vita nominale	$V_N = 50$ anni
Tipo di costruzione	tipo = 2
Classe d'uso	$Cl_U = IV$
Coefficiente d'uso	$C_U = 2.0$
Periodo di riferimento	$V_R = 100$ anni
Probabilità di superamento	$P_{Vr} = 10\%$
Periodo di ritorno	$T_R = 949$ anni
Accelerazione orizzontale massima	$a_g = 0.0453$ g
Lo spettro di risposta utilizzato è quello definito dalla normativa	
Accelerazione orizzontale massima	$a_g = 0.0453$ g
Categoria di sottosuolo	suolo = C
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S = 1.50000$
Categoria topografica	$C_T = T1$
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T = 1.00000$
Coefficienti di riduzione dell'accelerazione orizzontale massima	
verifica a scorrimento, carico limite e di resistenza	$\beta_{m1} = 0.38000$
verifica a ribaltamento	$\beta_{m2} = 0.57000$
verifica di stabilità globale	$\beta_s = 0.20000$
Coefficienti sismici per la verifica a scorrimento, carico limite e di resistenza	
orizzontale	$k_{h1} = 0.02582$
verticale	$k_{v1} = 0.01291$
Coefficienti sismici per la verifica a ribaltamento	
orizzontale	$k_{h2} = 0.03873$
verticale	$k_{v2} = 0.01937$
Coefficienti sismici per le verifiche di stabilità globale	
orizzontale	$k_h = 0.01359$
verticale	$k_v = 0.00679$

Caratteristiche struttura: il muro è libero di traslare o di ruotare intorno al piede.

Coefficienti parziali per le azioni

Tipo CMB	γ_{G1max}	γ_{G1min}	γ_{G2max}	γ_{G2min}	γ_Q/ψ_{2i}
DA2 (A1)	1.35	1.00	1.50	0.00	1.35
DA1-C2 (A2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.15
SIS	1.00	-	1.00	-	0.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tipo CMB	γ_ϕ	γ_c	γ_γ
DA2 (M1)	1.00	1.00	1.00
DA1-C2 (M2)	1.25	1.25	1.00
SIS	1.00	1.00	1.00

Coefficienti per la determinazione delle masse sismiche

Carichi permanenti strutturali G1	$\gamma_{G1} = 1.00$
Carichi permanenti non strutturali G2	$\gamma_{G2} = 1.00$
Carichi variabili Q	$\psi_{Ei} = 0.20$

Coefficienti parziali per le verifiche

Verifica	DA2 (R3)	DA1-C2 (R2)	SIS
Capacità portante fondazione	1.40	-	(R3) 1.20
Scorrimento	1.10	-	(R3) 1.00
Ribaltamento	1.15	-	(R3) 1.00
Stabilità globale	-	1.10	(R2) 1.20

Combinazioni per le verifiche locali e di resistenza

CMB	Tipo	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E^1
1	DA2	1.35	1.50	1.35	0.00
2	DA2	1.35	1.50	0.00	0.00
3	DA2	1.00	1.50	1.35	0.00
4	DA2	1.00	1.50	0.00	0.00
5	SIS ²	1.00	1.00	0.20	+1.00
6	SIS ²	1.00	1.00	0.20	-1.00
7	SIS ²	1.00	1.00	0.20	+1.00
8	SIS ²	1.00	1.00	0.20	-1.00

¹ Il segno di γ_E indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo \Downarrow e negativo \Uparrow .

² Per le combinazioni 5 e 6 viene utilizzato il coefficiente β_{m1} mentre per le 7 e 8 il coefficiente β_{m2} .

Verifiche di stabilità dell'opera

Coefficienti di spinta del terreno di monte

Terreno in condizioni statiche (Coulomb)

Spinta attiva $K_{AS} = 0.2486$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta attiva (coefficiente β_{m1}) $K_{AD} = 0.2619$

Spinta attiva (coefficiente β_{m2}) $K_{AD} = 0.2689$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta attiva (coefficiente β_{m1}) $K_{AD} = 0.2616$

Spinta attiva (coefficiente β_{m2}) $K_{AD} = 0.2681$

Valori della spinta attiva del terreno di monte per metro di estensione del muro

Altezza di calcolo $H_t = 9.220$ m

Le spinte sono espresse in chilonewton e le coordinate in metri.

CMB	$S_{S,X}$	$S_{S,Y}$	Y_S	X_S	$S_{D,X}$	$S_{D,Y}$	Y_D	X_D	$S_{T,X}$	$S_{T,Y}$	Y_T	X_T
1	312.44	0.00	3.287	0.000	-	-	-	-	312.44	0.00	3.287	0.000
2	306.60	0.00	3.252	0.000	-	-	-	-	306.60	0.00	3.252	0.000
3	232.95	0.00	3.298	0.000	-	-	-	-	232.95	0.00	3.298	0.000
4	227.11	0.00	3.252	0.000	-	-	-	-	227.11	0.00	3.252	0.000
5	227.97	0.00	3.259	0.000	14.95	0.00	3.073	2.400	242.92	0.00	3.247	0.000
6	227.97	0.00	3.259	0.000	9.09	0.00	3.073	2.400	237.06	0.00	3.252	0.000
7	227.97	0.00	3.259	0.000	22.61	0.00	3.073	2.400	250.59	0.00	3.242	0.000
8	227.97	0.00	3.259	0.000	13.84	0.00	3.073	2.400	241.82	0.00	3.248	0.000

Legenda

$S_{S,X}$, $S_{D,X}$, $S_{T,X}$ componente orizzontale della spinta statica, dinamica, totale del terreno

$S_{S,Y}$, $S_{D,Y}$, $S_{T,Y}$ componente verticale della spinta statica, dinamica, totale del terreno

Y_S , Y_D , Y_T ordinata del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale

X_S, X_D, X_T ascissa del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale
 (le coordinate del punto di applicazione sono riferite al piede di valle della fondazione)

Forze d'inerzia per metro di estensione del muro

Combinazioni 5 e 6 (β_1)

Componente orizzontale forza d'inerzia $F_{I1,X} = 24.56$ kN

Componente verticale forza d'inerzia $F_{I1,Y} = \pm 12.28$ kN

Combinazioni 7 e 8 (β_2)

Componente orizzontale forza d'inerzia $F_{I2,X} = 36.84$ kN

Componente verticale forza d'inerzia $F_{I2,Y} = \pm 18.42$ kN

Ordinata del punto di applicazione della forza $Y_1 = 4.566$ m

Ascissa del punto di applicazione della forza $X_1 = 3.544$ m

Verifica a ribaltamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica si considerano positive le forze verticali dirette verso il basso, le forze orizzontali dirette verso monte e i momenti aventi senso orario: se il momento ribaltante risulta positivo (quindi stabilizzante) viene posto pari a zero. Vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 4, la 7 e la 8.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 8)

Il centro di rotazione coincide con il piede di valle della soletta di fondazione.

Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN•m]
Peso del muro (P_M)	347.70	2.448	851.26519
Peso del terreno a monte (P_{TM})	555.41	4.200	2332.71368
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	41.40	4.200	173.87999
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,Y}$)	-18.42	3.544	-65.28235
Carichi concentrati stabilizzanti (C_{CS})			13.16250
Momento stabilizzante (M_{STAB})			3305.73914
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	-241.82	3.248	-785.44882
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	0.00	0.000	0.00000
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,X}$)	-36.84	4.566	-168.22370
Carichi concentrati ribaltanti (C_{CR})			0.00000
Momento ribaltante (M_{RIB})			-953.67256

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento

$$C_{RIB} = (M_{STAB} / R) / |M_{RIB}| = 3.46633$$

Verifica a schiacciamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 6.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 1)

Descrizione carico (componente ortogonale al piano di fondazione)	Forza [kN]
Peso del muro (P_M)	469.40
Peso del terreno a monte (P_{TM})	749.80
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	55.89
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	0.00
Carichi concentrati (C_C)	9.11
Carico totale ortogonale al piano di fondazione (N_{TOT})	1284.20

Momento rispetto al piede di valle ($M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$) 3524.03046 kN•m

Distanza carico dal piede di valle ($d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$) 2.744 m

Eccentricità del carico ($e_N = |L_{f1} / 2 - d_N|$) 0.256 m

(Il punto di applicazione del carico è **interno** al terzo medio)

Compressione all'estremo di valle (σ_v)	268.79 kN/m ²
Compressione all'estremo di monte (σ_m)	159.27 kN/m ²
Ampiezza della zona compressa (B_{comp})	6.000 m
Compressione limite (σ_L)	1228.53 kN/m ²

Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento $C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 3.26467$

Verifica a scorrimento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 6. Il coefficiente di attrito per il terreno di fondazione è $f_t = \tan(\phi_f) / \gamma_\phi = 0.62487$.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 6)

Descrizione carico	Forza ortogonale [kN]	Forza tangenziale [kN]
Peso del muro (P_M)	347.70	0.00
Peso del terreno a monte (P_{TM})	555.41	0.00
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	41.40	0.00
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,x}$)	0.00	24.56
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,y}$)	-12.28	0.00
Carichi concentrati (C_C)	6.75	0.00
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,x}$)	0.00	237.06
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,y}$)	0.00	0.00
Carico totale ($\Sigma_\perp, \Sigma_\parallel$)	938.98	261.63

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento $C_{SCO} = (\Sigma_\perp \cdot f_t / R) / \Sigma_\parallel = 2.24265$

Verifica di stabilità globale (superata con successo)

Parametri di ricerca della superficie di rottura circolare

Metodo di ricerca	Janbu
Numero di punti di generazione delle superfici	$N_{pg} = 20$
Numero delle superfici generate per punto	$N_{sp} = 100$
Lunghezza dei segmenti generati	$L_s = 2.000$ m
Distanza della zona di generazione delle superfici	$D_{zg} = 9.000$ m
Lunghezza della zona di generazione delle superfici	$L_{zg} = 28.000$ m
Distanza della zona di arrivo della superfici	$D_{za} = 10.000$ m
Lunghezza della zona di arrivo della superfici	$L_{za} = 57.000$ m

Combinazioni

CMB	Tipo	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E^*	γ_ϕ	γ_c	γ_γ	R2
1	DA1-C2	1.00	1.30	1.15	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
2	DA1-C2	1.00	1.30	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
3	DA1-C2	1.00	0.00	1.15	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
4	DA1-C2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
5	SIS	1.00	1.00	0.20	+1.00	1.00	1.00	1.00	1.20
6	SIS	1.00	1.00	0.20	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.20

* Il segno di γ_E indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo \Downarrow e negativo \Uparrow .

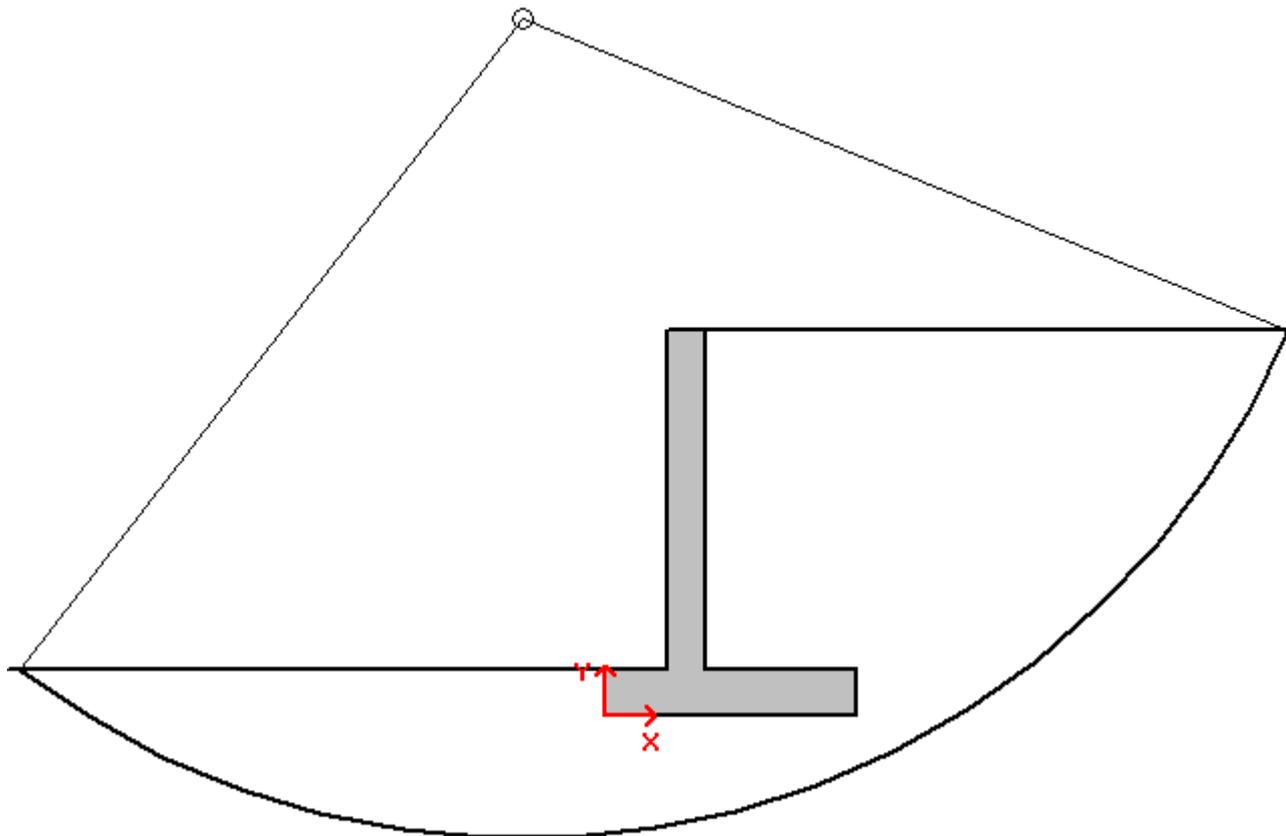
Caratteristiche geometriche superficie di rottura (Combinazione 1)

Il sistema di riferimento coincide con il piede di valle della fondazione: l'asse delle ascisse è orizzontale diretto

verso monte e l'asse delle ordinate è verticale diretto verso l'alto.

Ascissa centro	$X_{cs} = -1.957 \text{ m}$
Ordinata centro	$Y_{cs} = 16.694 \text{ m}$
Raggio	$R_s = 19.654 \text{ m}$

Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale $C_{SG} = 1.50091$



Verifica delle armature

La verifica viene effettuata considerando lo stato limite ultimo, pertanto, si eseguono i seguenti controlli:

- Verifica N/M: si visualizza il valore del rapporto S_d/S_u ottenuto con incremento proporzionale delle sollecitazioni (S_d = sollecitazione di progetto derivante da N e M, S_u = sollecitazione ultima);
- Verifica (25): si visualizza il valore del rapporto N_d/N_u , dove N_u viene ottenuto con riduzione del 25% di f_{cd} (N_d = sollecitazione normale di progetto, N_u = sollecitazione normale ultima).

Entrambi i valori dei rapporti devono essere minori o uguali a 1 affinché la verifica sia superata.

Si riporta inoltre il valore del rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile della sezione (rapporto x/d) alla rottura della sezione (per sola flessione).

Le sollecitazioni riportate si riferiscono ad un tratto di muro di estensione 1 m.

Mensola in elevazione

Le quote delle sezioni sono riferite allo spiccatto di fondazione.

COMB SLU
Sezione 1 (verificata)
Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]
5.413	100.0	90.0

Condizioni più gravose (Combinazione 5)

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
68.44	33.33	36.44208

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
67.65	26.14	27.11935

COMB SLE QUASI PERMANENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
67.65	25.04	26.08067

Sezione 2 (verificata)
Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]
2.707	100.0	90.0

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
173.54	118.64	235.47873

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
128.55	87.08	172.51133

COMB SLE QUASI PERMANENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
128.55	84.68	166.75928

Sezione 3 (verificata)
Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]
0.000	100.0	90.0

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
255.76	247.09	719.87625

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
189.45	182.00	528.85403

COMB SLE QUASI PERMANENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
189.45	178.92	515.69080

Sezione d'incastro mensola di fondazione a valle (verificata)

Caratteristiche

L_{mensola} [m]	B [cm]	H [cm]
1.950	100.0	110.0

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Compressione terreno estremo di valle	$\sigma_v =$	268.79 kN/m ²		
Compressione terreno all'incastro	$\sigma_i =$	233.20 kN/m ²		
Lunghezza zona compressa	$L_c =$	1.950 m		
Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN•m]	
Forza di compressione terreno	-489.44	0.998	-488.48629	
Peso della mensola	55.69	1.200	66.82503	
Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]			
433.76	421.66126			

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
320.09	310.96743

COMB SLE QUASI PERMANENTE

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
316.44	306.84462

Sezione d'incastro mensola di fondazione a monte (verificata)

Caratteristiche

L_{mensola} [m]	B [cm]	H [cm]
4.050	100.0	110.0

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Compressione terreno estremo di monte	$\sigma_m =$	159.27 kN/m ²
Compressione terreno all'incastro	$\sigma_i =$	233.20 kN/m ²
Lunghezza zona compressa	$L_c =$	4.050 m

Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN•m]
Forza di compressione terreno	-794.75	1.898	-1508.32977
Peso della mensola	133.65	2.250	300.71263
Peso del terreno	749.80	2.250	1687.05179
Peso dei sovraccarichi	55.89	2.250	125.75248
Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]		
-144.59	-605.18711		

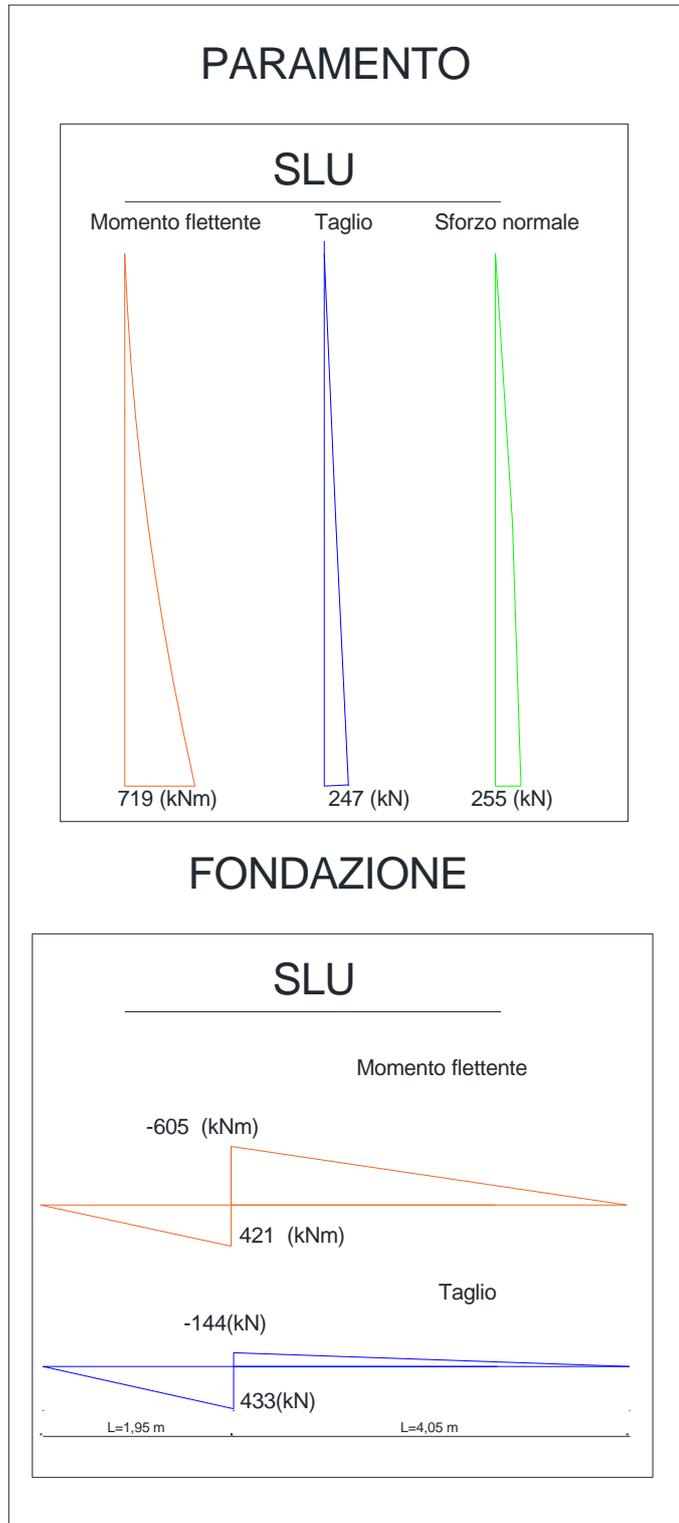
COMB SLE FREQUENTE

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
-105.89	-444.12441

COMB SLE QUASI PERMANENTE

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
-102.24	-431.63769

Diagrammi delle sollecitazioni



11.1.1.1 Verifiche

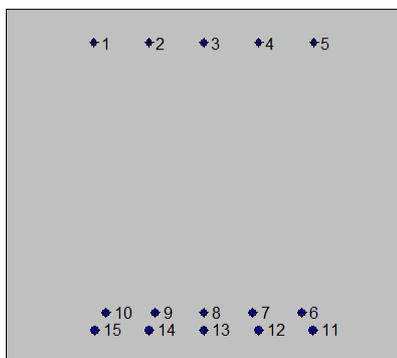
Mensola in elevazione

Flessione



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	90,0
3	100,0	90,0
4	100,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	22,3	81,6	2,01	no
2	36,1	81,6	2,01	no
3	50,0	81,6	2,01	no
4	63,9	81,6	2,01	no
5	77,7	81,6	2,01	no
6	74,7	13,0	3,14	no
7	62,3	13,0	3,14	no
8	50,0	13,0	3,14	no
9	37,7	13,0	3,14	no
10	25,3	13,0	3,14	no
11	77,6	8,6	3,14	no

12	63,8	8,6	3,14	no
13	50,0	8,6	3,14	no
14	36,2	8,6	3,14	no
15	22,4	8,6	3,14	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³
Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	255,0	719,0	0,0	P	381,0	1074,4	0,0	0,670	OK
				M	15514,2	718,3	0,0	0,020	
				N	255,0	1027,9	0,0	0,700	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	255,0	719,0	0,0	P	381,0	1074,4	0,0	0,670	OK
1	255,0	719,0	0,0	M	15514,2	718,3	0,0	0,020	OK
1	255,0	719,0	0,0	N	255,0	1027,9	0,0	0,700	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

 Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
2 OK	528,0	0,0	189,0	0.22	0,74

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

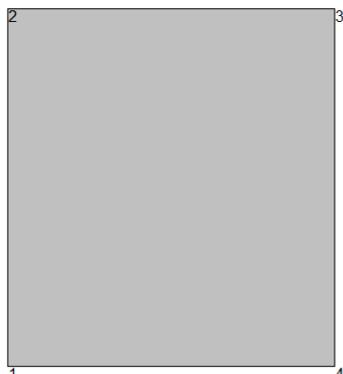
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
3 OK	515,0	0,0	189,5	-6086,3	0,41	0.20	1

Taglio

V _{sdu}	247	kN
M _{sdu}	-	kNm
N _{sdu}	255	kN
R _{ck}	40	N/mm ²
f _{ck}	32	N/mm ²
g _{c=}	1,5	
f _{yk}	450	N/mm ²
h	90	cm
bw	100	cm
d	91,40	cm
Asl	31,4	cm ²
c	8,60	cm
a	90	gradi
a	1,57	rad
q	#DIV/0!	gradi
ctgq	#DIV/0!	
q imposto	-	gradi
Asw	0,00	cm ²
passo staffe	0	cm
f _{cd}	18,133	N/mm ²
f _{ctd0,05}	1,356	N/mm ²
f _{yd}	391,304	N/mm ²
s _{cp}	0,2558	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V _{Rd}	393,029	kN
V _{Rd,min}	356,867	kN
r _{sw,min}	0,001006	
s _{l,max}	60,00	cm
A _{sw,min}	6,034	cm ² /s _{l,max}

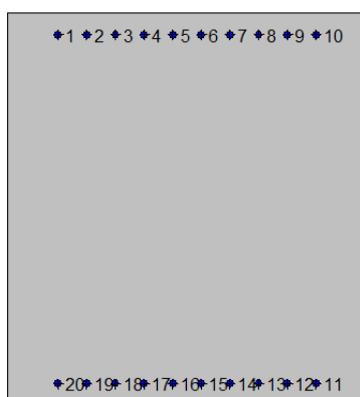
Sezione d'incastro mensola di fondazione

Flessione



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	110,0
3	100,0	110,0
4	100,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	14,0	104,0	3,14	no
2	22,0	104,0	3,14	no
3	30,0	104,0	3,14	no
4	38,0	104,0	3,14	no
5	46,0	104,0	3,14	no
6	54,0	104,0	3,14	no
7	62,0	104,0	3,14	no
8	70,0	104,0	3,14	no
9	78,0	104,0	3,14	no
10	86,0	104,0	3,14	no
11	86,0	6,0	3,14	no
12	78,0	6,0	3,14	no
13	70,0	6,0	3,14	no
14	62,0	6,0	3,14	no

15	54,0	6,0	3,14	no
16	46,0	6,0	3,14	no
17	38,0	6,0	3,14	no
18	30,0	6,0	3,14	no
19	22,0	6,0	3,14	no
20	14,0	6,0	3,14	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C28/35
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 28 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 145424 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325750 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	-605,0	0,0	P	0,0	-1233,5	0,0	0,490	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	-1233,5	0,0	0,490	
2	0,0	421,0	0,0	P	0,0	1233,5	0,0	0,340	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	1233,5	0,0	0,340	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	-605,0	0,0	P	0,0	-1233,5	0,0	0,490	OK
1	0,0	-605,0	0,0	M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	OK
1	0,0	-605,0	0,0	N	0,0	-1233,5	0,0	0,490	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

 Fessure: $WkL = 0,30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	-444,0	0,0	0,0	0,00	0,00
4 OK	310,0	0,0	0,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

 CLS: $\sigma_{cL} = 13050,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

 Fessure: $WkL = 0,20$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

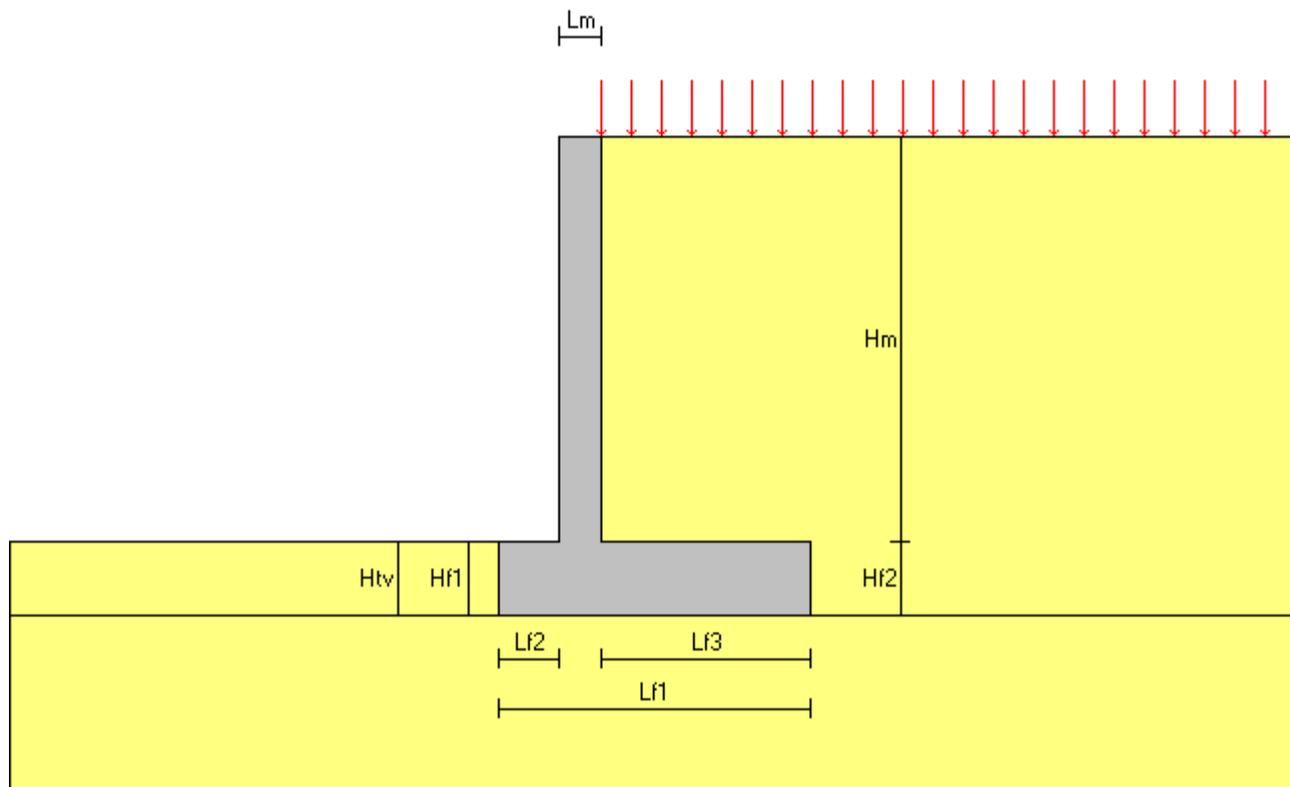
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
5 OK	-431,0	0,0	0,0	-2864,9	0,22	0,00	0,00
6 OK	306,0	0,0	0,0	-2034,0	0,16	0,00	0,00

Taglio

V_{sdu}	430	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
g_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
h	110	cm
bw	100	cm
d	94,00	cm
Asl	31,4	cm ²
c	6,00	cm
a	90	gradi
a	1,57	rad
q	4,12	gradi
$ctgq$	13,88	
$q_{imposto}$	-	gradi
Asw	1,57	cm ²
passo staffe	150	cm
f_{cd}	15,867	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
s_{cp}	0,0000	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	347,289	kN
$V_{Rd,min}$	307,517	kN
$r_{sw,min}$	0,000941	
$s_{l,max}$	60,00	cm
$A_{sw,min}$	5,644	cm ² / $s_{l,max}$
<i>verifica con armatura resistente a taglio (staffe)</i>		
V_{Rcd}	480,990	kN
V_{Rsd}	480,990	kN
V_{Rd}	480,990	kN

Inserire presso la sezione d'attacco della mensola di valle 2 spilli Ø10/150x100

11.1.2 Muro di risvolto - sezione 1-1


Descrizione dell'opera

Tipo di opera:	muro in calcestruzzo armato
Tipo di sovrastruttura:	paramenti piani
Tipo di fondazione:	piana orizzontale

Caratteristiche geometriche
Mensola in elevazione

Altezza paramento	$H_m =$	6.000 m
Spessore in sommità	$L_{m1} =$	0.600 m
Spessore alla base	$L_{mb} =$	0.600 m
Inclinazione paramento esterno	$\beta_e =$	0.00 °
Inclinazione paramento interno	$\beta_i =$	0.00 °

Soletta di fondazione

Estensione	$E_f =$	6.900 m
Lunghezza totale	$L_{f1} =$	4.600 m
Lunghezza mensola a valle	$L_{f2} =$	0.900 m
Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} =$	1.100 m
Lunghezza mensola a monte	$L_{f3} =$	3.100 m
Altezza bordo libero mensola a monte	$H_{f2} =$	1.100 m
Altezza rinterro mensola a valle	$H_{tv} =$	1.100 m
Inclinazione piano di fondazione	$\psi_f =$	0.00 °

<u>Angolo di inclinazione terrapieno</u>	$\alpha =$	0.00 °
--	------------	--------

Materiali utilizzati

Peso specifico del muro	$\gamma_m =$	25.00 kN/m ³
<u>Caratteristiche calcestruzzo</u>		
Classe di resistenza		C32/40
Resistenza caratteristica	$R_{ck} =$	40.0 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	18.8 N/mm ²
<u>Caratteristiche armature</u>		
Tipo acciaio		B 450 C
Resistenza di calcolo	$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²

Caratteristiche geotecniche dei terreni
Terreno a valle del muro

Peso specifico	$\gamma_{tv} =$	19.00 kN/m ³
Angolo di attrito	$\varphi_v =$	37.00 °
Angolo di attrito terra-muro	$\delta_v =$	0.00 °
Coesione	$c'_v =$	0.00 kN/m ²

Terreno di fondazione del muro

Peso specifico	$\gamma_{tf} =$	19.00 kN/m ³
Angolo di attrito	$\varphi_f =$	32.00 °
Coesione	$c'_f =$	5.00 kN/m ²

Terreno a monte del muro

Peso specifico	$\gamma_{tm} =$	19.00 kN/m ³
Angolo di attrito	$\varphi_m =$	37.00 °
Angolo di attrito terra-muro	$\delta_m =$	0.00 °
Coesione	$c'_m =$	0.00 kN/m ²

Carichi applicati
Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro	$G1_{uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$G1_{um} =$	19.00 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$G1_{nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G1n} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{G1n} =$	0.000 m

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente non strutturale

Uniforme a valle del muro	$G2_{uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$G2_{um} =$	0.00 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$G2_{nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G2n} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{G2n} =$	0.000 m

Carichi distribuiti sul terreno di tipo variabile

Uniforme a valle del muro	$Q_{uv} =$	0.00 kN/m ²
Uniforme a monte del muro	$Q_{um} =$	0.00 kN/m ²
Nastriforme a monte del muro	$Q_{nm} =$	0.00 kN/m ²
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{Qn} =$	0.000 m
Larghezza del nastro	$l_{Qn} =$	0.000 m

Carichi applicati alla mensola in elevazione

n.	tipo	H [m]	F_x [kN]	F_y [kN]	M_z [kN•m]
1	G1	10.500	0.00	12.00	0.00000

Legenda

- tipo G1 carico permanente strutturale; G2 carico permanente non strutturale; Q carico variabile
 H quota del punto di applicazione del carico rispetto alla base della mensola di elevazione
 F_x forza orizzontale positiva se verso monte
 F_y forza verticale positiva se verso il basso
 M_z coppia positiva se oraria

Normativa

Le verifiche geotecniche e di resistenza vengono eseguite secondo i dettami del D.M. 17 gennaio 2018: la verifica di stabilità globale viene effettuata secondo l'approccio DA1-C2 (A2+M2+R2) mentre le rimanenti verifiche (scorrimento, carico limite, ribaltamento e di resistenza) vengono effettuate secondo l'approccio DA2 (A1+M1+R3). Le verifiche per azioni sismiche vengono effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici: l'analisi in condizioni sismiche viene eseguita utilizzando il metodo pseudo-statico.

Parametri per la determinazione dei carichi derivanti da sisma

Località:	MILANO (MI)
Vita nominale	$V_N = 50$ anni
Tipo di costruzione	tipo = 2
Classe d'uso	$Cl_U = IV$
Coefficiente d'uso	$C_U = 2.0$
Periodo di riferimento	$V_R = 100$ anni
Probabilità di superamento	$P_{Vr} = 10\%$
Periodo di ritorno	$T_R = 949$ anni
Accelerazione orizzontale massima	$a_g = 0.0453$ g
Lo spettro di risposta utilizzato è quello definito dalla normativa	
Accelerazione orizzontale massima	$a_g = 0.0453$ g
Categoria di sottosuolo	suolo = C
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S = 1.50000$
Categoria topografica	$C_T = T1$
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T = 1.00000$
Coefficienti di riduzione dell'accelerazione orizzontale massima	
verifica a scorrimento, carico limite e di resistenza	$\beta_{m1} = 0.38000$
verifica a ribaltamento	$\beta_{m2} = 0.57000$
verifica di stabilità globale	$\beta_s = 0.20000$
Coefficienti sismici per la verifica a scorrimento, carico limite e di resistenza	
orizzontale	$k_{h1} = 0.02582$
verticale	$k_{v1} = 0.01291$
Coefficienti sismici per la verifica a ribaltamento	
orizzontale	$k_{h2} = 0.03873$
verticale	$k_{v2} = 0.01937$
Coefficienti sismici per le verifiche di stabilità globale	
orizzontale	$k_h = 0.01359$
verticale	$k_v = 0.00680$

Caratteristiche struttura: il muro è libero di traslare o di ruotare intorno al piede.

Coefficienti parziali per le azioni

Tipo CMB	γ_{G1max}	γ_{G1min}	γ_{G2max}	γ_{G2min}	γ_Q/ψ_{2i}
DA2 (A1)	1.35	1.00	1.50	0.80	1.35
DA1-C2 (A2)	1.00	1.00	1.30	0.80	1.15

SIS	1.00	-	1.00	-	0.20
-----	------	---	------	---	------

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tipo CMB	γ_φ	γ_c	γ_γ
DA2 (M1)	1.00	1.00	1.00
DA1-C2 (M2)	1.25	1.25	1.00
SIS	1.00	1.00	1.00

Coefficienti per la determinazione delle masse sismiche

Carichi permanenti strutturali G1	$\gamma_{G1} = 1.00$
Carichi permanenti non strutturali G2	$\gamma_{G2} = 1.00$
Carichi variabili Q	$\psi_{Ei} = 0.20$

Coefficienti parziali per le verifiche

Verifica	DA2 (R3)	DA1-C2 (R2)	SIS
Capacità portante fondazione	1.40	-	(R3) 1.20
Scorrimento	1.10	-	(R3) 1.00
Ribaltamento	1.15	-	(R3) 1.00
Stabilità globale	-	1.10	(R2) 1.20

Combinazioni per le verifiche locali e di resistenza

CMB	Tipo	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E^1
1	DA2	1.35	1.50	1.35	0.00
2	DA2	1.00	1.50	1.35	0.00
3	SIS ²	1.00	1.00	0.20	+1.00
4	SIS ²	1.00	1.00	0.20	-1.00
5	SIS ²	1.00	1.00	0.20	+1.00
6	SIS ²	1.00	1.00	0.20	-1.00

¹ Il segno di γ_E indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo \downarrow e negativo \uparrow .

² Per le combinazioni 3 e 4 viene utilizzato il coefficiente β_{m1} mentre per le 5 e 6 il coefficiente β_{m2} .

Verifiche di stabilità dell'opera
Coefficienti di spinta del terreno di monte

Terreno in condizioni statiche (Coulomb)			
Spinta attiva	$K_{AS} =$	0.2486	
Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)			
Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto			
Spinta attiva (coefficiente β_{m1})	$K_{AD} =$	0.2619	
Spinta attiva (coefficiente β_{m2})	$K_{AD} =$	0.2689	
Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso			
Spinta attiva (coefficiente β_{m1})	$K_{AD} =$	0.2616	
Spinta attiva (coefficiente β_{m2})	$K_{AD} =$	0.2681	

Valori della spinta attiva del terreno di monte per metro di estensione del muro

Altezza di calcolo	$H_t =$	7.100 m
--------------------	---------	---------

Le spinte sono espresse in chilonewton e le coordinate in metri.

CMB	$S_{S,X}$	$S_{S,Y}$	Y_S	X_S	$S_{D,X}$	$S_{D,Y}$	Y_D	X_D	$S_{T,X}$	$S_{T,Y}$	Y_T	X_T
1	205.98	0.00	2.627	0.000	-	-	-	-	205.98	0.00	2.627	0.000
2	152.58	0.00	2.627	0.000	-	-	-	-	152.58	0.00	2.627	0.000
3	152.58	0.00	2.627	0.000	10.04	0.00	2.367	1.500	162.62	0.00	2.611	0.000
4	152.58	0.00	2.627	0.000	6.11	0.00	2.367	1.500	158.69	0.00	2.617	0.000
5	152.58	0.00	2.627	0.000	15.19	0.00	2.367	1.500	167.77	0.00	2.603	0.000

6 152.58 0.00 2.627 0.000 9.30 0.00 2.367 1.500 161.88 0.00 2.612 0.000

Legenda

$S_{S,X}$, $S_{D,X}$, $S_{T,X}$ componente orizzontale della spinta statica, dinamica, totale del terreno
 $S_{S,Y}$, $S_{D,Y}$, $S_{T,Y}$ componente verticale della spinta statica, dinamica, totale del terreno
 Y_S , Y_D , Y_T ordinata del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale
 X_S , X_D , X_T ascissa del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale
 (le coordinate del punto di applicazione sono riferite al piede di valle della fondazione)

Forze d'inerzia per metro di estensione del muro
Combinazioni 3 e 4 (β_1)

Componente orizzontale forza d'inerzia $F_{I1,X} = 16.55$ kN
 Componente verticale forza d'inerzia $F_{I1,Y} = \pm 8.27$ kN

Combinazioni 5 e 6 (β_2)

Componente orizzontale forza d'inerzia $F_{I2,X} = 24.82$ kN
 Componente verticale forza d'inerzia $F_{I2,Y} = \pm 12.41$ kN
 Ordinata del punto di applicazione della forza $Y_1 = 3.815$ m
 Ascissa del punto di applicazione della forza $X_1 = 2.607$ m

Verifica a ribaltamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica si considerano positive le forze verticali dirette verso il basso, le forze orizzontali dirette verso monte e i momenti aventi senso orario: se il momento ribaltante risulta positivo (quindi stabilizzante) viene posto pari a zero. Vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 2, la 5 e la 6.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 6)

Il centro di rotazione coincide con il piede di valle della soletta di fondazione.

Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN•m]
Peso del muro (P_M)	216.50	1.843	398.95002
Peso del terreno a monte (P_{TM})	353.40	3.050	1077.86987
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	58.90	3.050	179.64499
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,Y}$)	-12.41	2.607	-32.35755
Carichi concentrati stabilizzanti (C_{CS})			14.40000
Momento stabilizzante (M_{STAB})			1638.50739
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	-161.88	2.612	-422.79325
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	0.00	0.000	0.00000
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,X}$)	-24.82	3.815	-94.69484
Carichi concentrati ribaltanti (C_{CR})			0.00000
Momento ribaltante (M_{RIB})			-517.48810

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento

$$C_{RIB} = (M_{STAB} / R) / |M_{RIB}| = 3.16627$$

Verifica a schiacciamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 4.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 1)

Descrizione carico (componente ortogonale al piano di fondazione)	Forza [kN]
Peso del muro (P_M)	292.28
Peso del terreno a monte (P_{TM})	477.09
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	79.51
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	0.00
Carichi concentrati (C_C)	16.20
Carico totale ortogonale al piano di fondazione (N_{TOT})	865.08

Momento rispetto al piede di valle ($M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$) 1714.60602 kN•m

Distanza carico dal piede di valle ($d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$) 1.982 m

Eccentricità del carico ($e_N = |L_{f1} / 2 - d_N|$) 0.318 m

(Il punto di applicazione del carico è **interno** al terzo medio)

Compressione all'estremo di valle (σ_v) 266.06 kN/m²

Compressione all'estremo di monte (σ_m) 110.06 kN/m²

Ampiezza della zona compressa (B_{comp}) 4.600 m

Compressione limite (σ_L) 1071.05 kN/m²

Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento $C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 2.87542$

Verifica a scorrimento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 4. Il coefficiente di attrito per il terreno di fondazione è $f_t = \tan(\varphi_f) / \gamma_\varphi = 0.62487$.

Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 4)

Descrizione carico	Forza ortogonale [kN]	Forza tangenziale [kN]
Peso del muro (P_M)	216.50	0.00
Peso del terreno a monte (P_{TM})	353.40	0.00
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	58.90	0.00
Componente orizzontale forza d'inerzia ($F_{I,x}$)	0.00	16.55
Componente verticale forza d'inerzia ($F_{I,y}$)	-8.27	0.00
Carichi concentrati (C_C)	12.00	0.00
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,x}$)	0.00	158.69
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,y}$)	0.00	0.00
Carico totale ($\Sigma_\perp, \Sigma_\parallel$)	632.53	175.23

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento $C_{SCO} = (\Sigma_\perp \cdot f_t / R) / \Sigma_\parallel = 2.25555$

Verifica di stabilità globale (superata con successo)

Parametri di ricerca della superficie di rottura circolare

Metodo di ricerca	Janbu
Numero di punti di generazione delle superfici	$N_{pg} = 20$
Numero delle superfici generate per punto	$N_{sp} = 100$
Lunghezza dei segmenti generati	$L_s = 2.000$ m
Distanza della zona di generazione delle superfici	$D_{zg} = 7.000$ m
Lunghezza della zona di generazione delle superfici	$L_{zg} = 21.000$ m
Distanza della zona di arrivo della superfici	$D_{za} = 8.000$ m
Lunghezza della zona di arrivo della superfici	$L_{za} = 43.000$ m

Combinazioni

CMB	Tipo	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E^*	γ_φ	γ_c	γ_γ	R2
1	DA1-C2	1.00	1.30	1.15	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
2	DA1-C2	1.00	1.30	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
3	DA1-C2	1.00	0.80	1.15	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
4	DA1-C2	1.00	0.80	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
5	SIS	1.00	1.00	0.20	+1.00	1.00	1.00	1.00	1.20
6	SIS	1.00	1.00	0.20	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.20

* Il segno di γ_E indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo ↓ e negativo ↑.

Caratteristiche geometriche superficie di rottura (Combinazione 1)

Il sistema di riferimento coincide con il piede di valle della fondazione: l'asse delle ascisse è orizzontale diretto

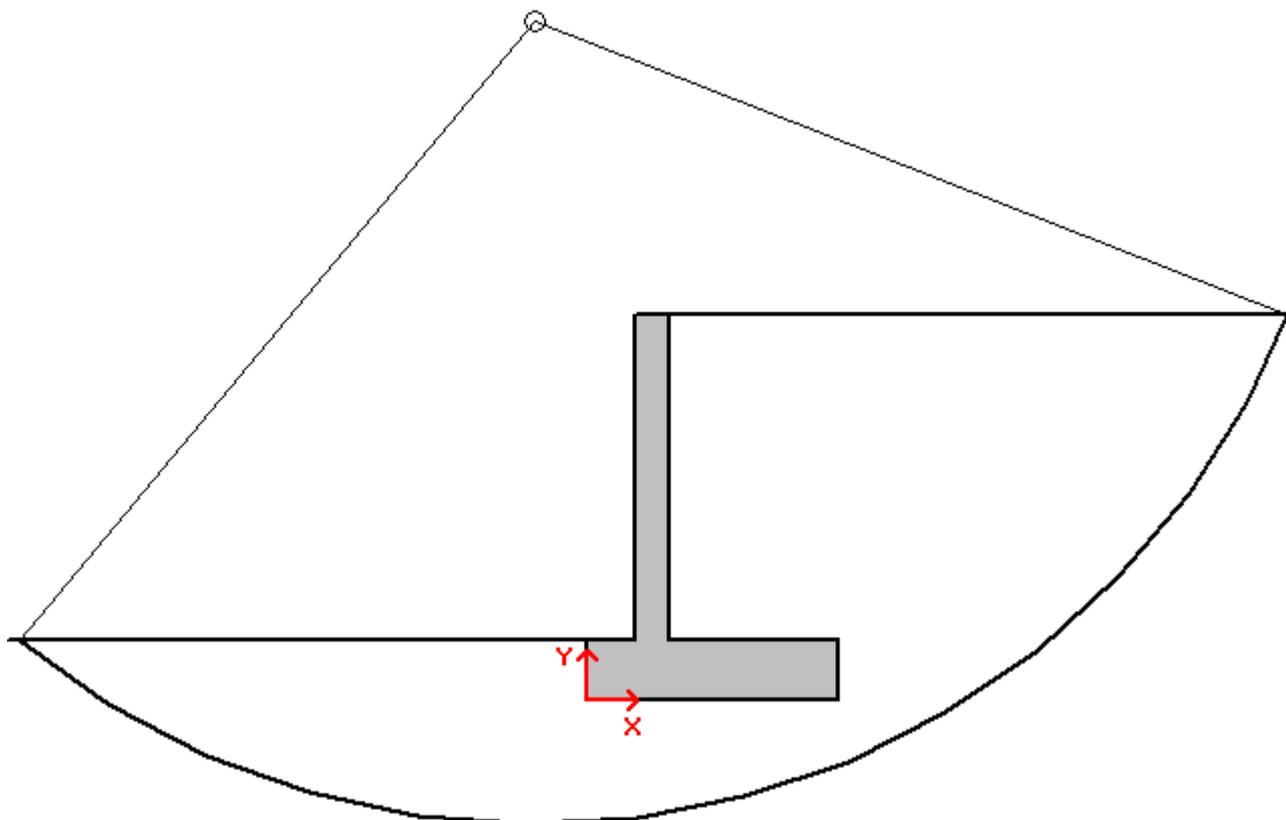
verso monte e l'asse delle ordinate è verticale diretto verso l'alto.

Ascissa centro $X_{cs} = -0.957 \text{ m}$

Ordinata centro $Y_{cs} = 12.472 \text{ m}$

Raggio $R_s = 14.731 \text{ m}$

Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale $C_{SG} = 1.54091$



Verifica delle armature

La verifica viene effettuata considerando lo stato limite ultimo, pertanto, si eseguono i seguenti controlli:

- Verifica N/M: si visualizza il valore del rapporto S_d/S_u ottenuto con incremento proporzionale delle sollecitazioni (S_d = sollecitazione di progetto derivante da N e M, S_u = sollecitazione ultima);
- Verifica (25): si visualizza il valore del rapporto N_d/N_u , dove N_u viene ottenuto con riduzione del 25% di f_{cd} (N_d = sollecitazione normale di progetto, N_u = sollecitazione normale ultima).

Entrambi i valori dei rapporti devono essere minori o uguali a 1 affinché la verifica sia superata.

Si riporta inoltre il valore del rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile della sezione (rapporto x/d) alla rottura della sezione (per sola flessione).

Le sollecitazioni riportate si riferiscono ad un tratto di muro di estensione 1 m.

Mensola in elevazione

Le quote delle sezioni sono riferite allo spiccatto di fondazione.

Sezione 1 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]
4.000	100.0	60.0

COMB SLU

Condizioni più gravose (Combinazione 3)

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
42.39	23.95	20.38895

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
40.50	18.89	15.74363

COMB SLE QP

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
40.50	18.89	15.74363

Sezione 2 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]
2.000	100.0	60.0

COMB SLU

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
97.20	76.51	119.02184

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
70.50	56.68	88.16432

COMB SLE QP

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
70.50	56.68	88.16432

Sezione 3 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]
0.000	100.0	60.0

COMB SLU

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
137.70	153.03	344.31316

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
100.50	113.35	255.04679

COMB SLE QP

Sforzo normale (N) [kN]	Sforzo di taglio (T) [kN]	Momento flettente (M) [kN•m]
100.50	113.35	255.04679

Sezione d'incastro mensola di fondazione a valle (verificata)

Caratteristiche

L_{mensola} [m]	B [cm]	H [cm]
1.200	100.0	110.0

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Compressione terreno estremo di valle	$\sigma_v =$	266.06 kN/m ²		
Compressione terreno all'incastro	$\sigma_i =$	225.36 kN/m ²		
Lunghezza zona compressa	$L_c =$	1.200 m		
Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN•m]	
Forza di compressione terreno	-294.86	0.617	-181.79651	
Peso della mensola	33.41	0.750	25.05938	

COMB SLU

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
261.44	156.73714

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
192.85	115.58850

COMB SLE QP

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
192.85	115.58850

Sezione d'incastro mensola di fondazione a monte (verificata)
Caratteristiche

L_{mensola} [m]	B [cm]	H [cm]
3.400	100.0	110.0

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Compressione terreno estremo di monte	$\sigma_m =$	110.06 kN/m ²		
Compressione terreno all'incastro	$\sigma_i =$	225.36 kN/m ²		
Lunghezza zona compressa	$L_c =$	3.400 m		
Descrizione carico	Forza [kN]	Braccio [m]	Momento [kN•m]	
Forza di compressione terreno	-570.22	1.505	-858.30650	
Peso della mensola	115.09	1.850	212.91186	
Peso del terreno	477.09	1.850	882.61638	
Peso dei sovraccarichi	79.51	1.850	147.10274	

COMB SLU

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
-101.47	-384.32449

COMB SLE FREQUENTE

Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
-75.85	-285.19772

COMB SLE QP

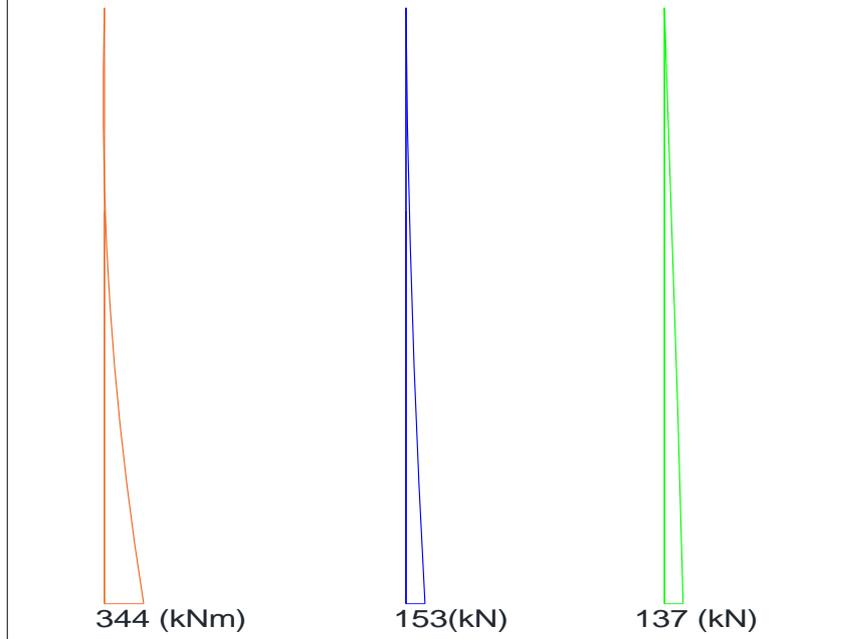
Sforzo di taglio [kN]	Momento flettente [kN•m]
-75.85	-285.19772

Diagrammi delle sollecitazioni

PARAMENTO

SLU

Momento flettente Taglio Sforzo normale



FONDAZIONE

SLU

Momento flettente

-384
(kNm)

156
(kNm)

Taglio

-101(kN)

261
(kN)

L=1,2 m

L=3,4 m

11.1.2.1 Verifiche

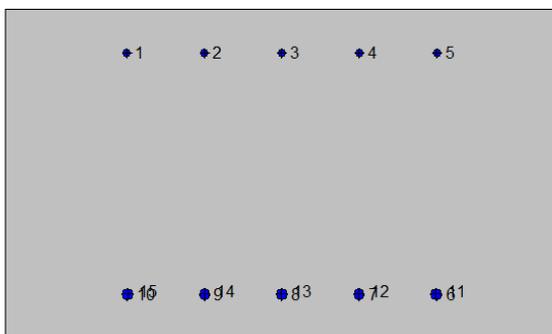
Mensola in elevazione

Flessione



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	60,0
3	100,0	60,0
4	100,0	0,0



Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	(s/n)
n.	cm	cm	cmq	
1	21,9	52,1	1,54	no
2	36,0	52,1	1,54	no
3	50,0	52,1	1,54	no
4	64,0	52,1	1,54	no
5	78,1	52,1	1,54	no
6	78,0	8,0	2,01	no
7	64,0	8,0	2,01	no
8	50,0	8,0	2,01	no
9	36,0	8,0	2,01	no
10	22,0	8,0	2,01	no
11	77,9	8,2	3,14	no
12	63,9	8,2	3,14	no

13	50,0	8,2	3,14	no
14	36,1	8,2	3,14	no
15	22,1	8,2	3,14	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40

 Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²

 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²

 fctm (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²

 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

 fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu}, M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu}, M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	M _x	M _y	Tipo	N _u	M _{xu}	M _{yu}	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	137,0	344,0	0,0	P	217,9	547,2	0,0	0,630	OK
				M	10288,8	343,7	0,0	0,010	
				N	137,0	528,5	0,0	0,650	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	M _x	M _y	Tipo	N _u	M _{xu}	M _{yu}	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	137,0	344,0	0,0	P	217,9	547,2	0,0	0,630	OK
1	137,0	344,0	0,0	M	10288,8	343,7	0,0	0,010	OK
1	137,0	344,0	0,0	N	137,0	528,5	0,0	0,650	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

 Fessure: W_{kL} = 0,30 mm (verifica Ok per W_k/W_{kL} < 1)

Cmb	M _x	M _y	N	W _k	W _k /W _{kL}
-----	----------------	----------------	---	----------------	---------------------------------

n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
2 OK	255,0	0,0	100,0	0.22	0,73

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

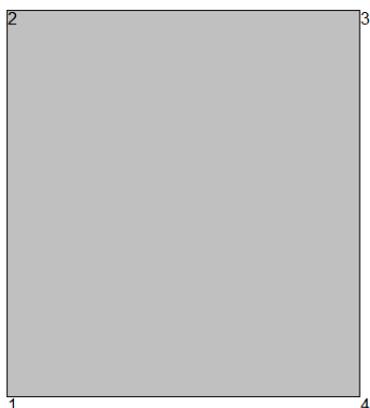
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
3	255,0	0,0	100,0	-6496,6	0,43	0.2	1

Taglio

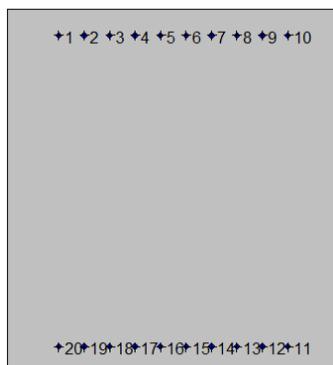
V_{sdu}	153	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	137	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	32	N/mm ²
g_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
h	60	cm
bw	100	cm
d	91,88	cm
Asl	102,992	cm ²
c	8,12	cm
α	90	gradi
α	1,57	rad
q	#DIV/0!	gradi
$ctgq$	#DIV/0!	
$q_{imposto}$	-	gradi
Asw	0,00	cm ²
passo staffe	0	cm
f_{cd}	18,133	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,356	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
s_{cp}	0,1384	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistenti a taglio</i>		
V_{Rd}	552,339	kN
$V_{Rd,min}$	342,154	kN
$r_{sw,min}$	0,001006	
$s_{l,max}$	60,00	cm
$A_{sw,min}$	6,034	cm ² / $s_{l,max}$

Sezione d'incastro mensola di fondazione a valle e a monte

Flessione


Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	110,0
3	100,0	110,0
4	100,0	0,0


Armature:

Pos.	X	Y	Area Pretens.	(s/n)
n.	cm	cm	cmq	
1	15,5	102,2	2,01	no
2	23,1	102,2	2,01	no
3	30,8	102,2	2,01	no
4	38,5	102,2	2,01	no
5	46,2	102,2	2,01	no
6	53,8	102,2	2,01	no
7	61,5	102,2	2,01	no
8	69,2	102,2	2,01	no
9	76,9	102,2	2,01	no
10	84,5	102,2	2,01	no
11	84,5	7,8	2,01	no
12	76,9	7,8	2,01	no
13	69,2	7,8	2,01	no
14	61,5	7,8	2,01	no

15	53,8	7,8	2,01	no
16	46,2	7,8	2,01	no
17	38,5	7,8	2,01	no
18	30,8	7,8	2,01	no
19	23,1	7,8	2,01	no
20	15,5	7,8	2,01	no

Normativa di riferimento:

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:
Calcestruzzo classe: C32/40
 R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C
 f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

 Peso specifico = 7850 daN/m³
Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

 Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla verifica: P)

 Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla verifica: M)

 Verifica con N_u costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	-384,0	0,0	P	0,0	-793,8	0,0	0,480	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	-793,8	0,0	0,480	
2	0,0	156,0	0,0	P	0,0	793,8	0,0	0,200	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	0,0	793,8	0,0	0,200	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	0,0	-384,0	0,0	P	0,0	-793,8	0,0	0,480	OK
1	0,0	-384,0	0,0	M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	OK
1	0,0	-384,0	0,0	N	0,0	-793,8	0,0	0,480	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

 Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
3 OK	115,0	0,0	0,0	0,00	0,00
4 OK	-285,0	0,0	0,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

 CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

 Fessure: $W_{kL} = 0,20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
5 OK	115,0	0,0	0,0	-999,9	0,07	0,00	0,00
6 OK	-285,0	0,0	0,0	-2478,1	0,17	0,00	0,00

Taglio

V_{sdu}	261	kN
M_{sdu}	-	kNm
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	35	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
g_c	1,5	
f_{yk}	450	N/mm ²
h	110	cm
bw	100	cm
d	92,20	cm
Asl	20,096	cm ²
c	7,80	cm
a	90	gradi
a	1,57	rad
q	4,12	gradi
ctgq	13,88	
q imposto	-	gradi
Asw	1,57	cm ²
passo staffe	150	cm
f_{cd}	15,867	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1,240	N/mm ²
f_{yd}	391,304	N/mm ²
s_{cp}	0,0000	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistentata a</i>		

<i>taglio</i>		
V_{Rd}	296,358	kN
$V_{Rd,min}$	303,016	kN
$r_{sw,min}$	0,000941	
$s_{l,max}$	60,00	cm
$A_{sw,min}$	5,644	cm ² /s _{l,max}

11.2 CALCOLO DEI CEDIMENTI

Al fine di calcolare i cedimenti in fondazione ai muri di sostegno oggetto della presente relazione di calcolo si è fatto riferimento ad un concio metrico di fondazione relativo al caso del muro con altezza del paramento maggiore, ovvero il muro d'ala nella sezione 6-6.

Si considera la combinazione rara delle azioni al fine di determinare le sollecitazioni da applicare in fondazione.

Si riporta una descrizione sintetica dei carichi agenti:

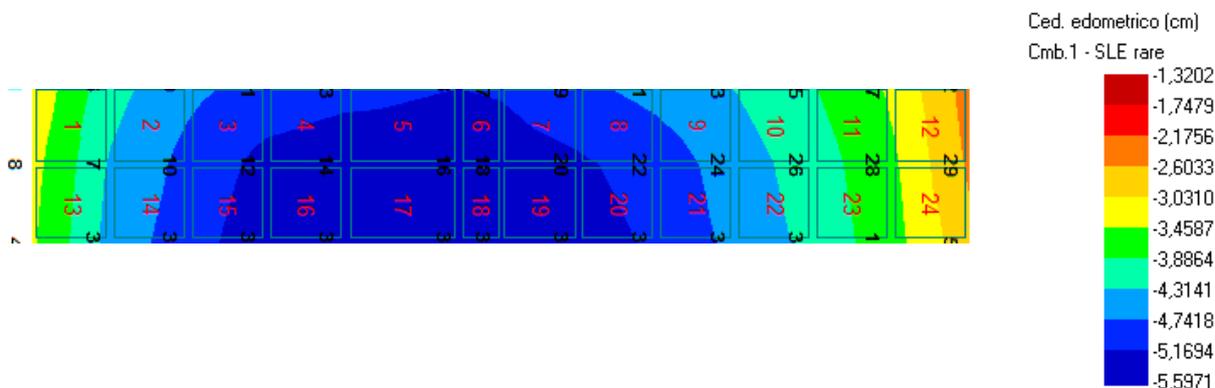
Descrizione carico (componente ortogonale al piano di fondazione)	Forza [kN]
Peso del muro (P_M)	347.70
Peso del terreno a monte (P_{TM})	555.41
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte (P_{SM})	41.40
Componente orizzontale spinta totale terreno ($S_{T,X}$)	0.00
Componente verticale spinta totale terreno ($S_{T,Y}$)	0.00
Carichi concentrati (C_C)	6.75
Carico totale ortogonale al piano di fondazione (N_{TOT})	951.26

Momento rispetto al piede di valle ($M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$) 2610.39307 kN•m

Distanza carico dal piede di valle ($d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$) 2.744 m

(Il punto di applicazione del carico è **interno** al terzo medio)

Da tale stato sollecitativo consegue la seguente mappa dei cedimenti :



Si osserva che i cedimenti scontati dalla struttura risultano compatibili con la funzione della stessa.

12 ALLEGATO A – SCATOLARE – CALCOLO AGLI ELEMENTI FINITI



Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 17 Gennaio 2018 cap. 10 "Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo".

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Via Garibaldi, 90

44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091

www.2si.it

info@2si.it

D.M. 17/01/18 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati

<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

Fattore di struttura/comportamento

Q=1

Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito. Nel capitolo "normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

Progetto-verifica degli elementi

Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Progetto acciaio	D.M. 17-01-2018
Progetto legno	D.M. 17-01-2018
Progetto muratura	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l' azione sismica	D.M. 17-01-2018

Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli "modellazione delle azioni" e "schematizzazione dei casi di carico" sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame *sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica*.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad \text{dove} \quad \begin{array}{l} \mathbf{K} = \text{matrice di rigidezza} \\ \mathbf{u} = \text{vettore spostamenti nodali} \\ \mathbf{F} = \text{vettore forze nodali} \end{array}$$

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo TRUSS	(biella-D2)
Elemento tipo BEAM	(trave-D2)
Elemento tipo MEMBRANE	(membrana-D3)
Elemento tipo PLATE	(piastra-guscio-D3)
Elemento tipo BOUNDARY	(molla)
Elemento tipo STIFFNESS	(matrice di rigidezza)
Elemento tipo BRICK	(elemento solido)
Elemento tipo SOLAIO	(macro elemento composto da più membrane)

Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 e relativi sottoparagrafi delle NTC-18, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

Tipo di analisi strutturale

Carichi statici	SI
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	NO
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

12.1.1 Informazioni sul codice di calcolo

Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2020-03-188)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	***** COMPLETARE *****

Codice Utente:	***** COMPLETARE *****
Codice Licenza:	Licenza dsi2955

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:
<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:

nodi	16
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	16
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	0
elementi solidi	0

Dimensione del modello strutturale [cm]:

X min =	-70.00
Xmax =	1270.00
Ymin =	0.00
Ymax =	0.00
Zmin =	0.00
Zmax =	770.00

Strutture verticali:

Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO

Strutture non verticali:

Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO

Orizzontamenti:

Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	NO

Tipo di vincoli:

Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	SI
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo "**Schematizzazione dei casi di carico**" per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte "2.6. Azioni di progetto sulla costruzione".

Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo "**Definizione delle combinazioni**" in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

Combinazioni dei casi di carico

APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 1
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	NO
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO

SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

Principali risultati

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

Nella presente relazione di calcolo sono riportati i seguenti risultati che il progettista ritiene di interesse per la descrizione e la comprensione del/i modello/i e del comportamento della struttura:

per l'analisi modale:

- periodi dei modi di vibrare della struttura
- masse eccitate dai singoli modi
- massa eccitata totale

deformate e sollecitazioni:

- spostamenti e rotazioni dei singoli nodi della struttura
- reazioni vincolari (nel caso siano presenti nodi vincolati rigidamente)
- pressioni sul terreno (nel caso siano presenti elementi di fondazione)
- sollecitazioni sugli elementi d2 nelle combinazioni di calcolo più significative
- tensioni sugli elementi d3 nelle combinazioni di calcolo più significative
- sollecitazioni sui macroelementi da elementi d3 nelle combinazioni di calcolo più significative

altri risultati significativi:

La presente relazione, oltre ad illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura):

- configurazioni deformate
- diagrammi e involucri delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi:

- diagrammi di armatura
- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni anormali. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Verifiche agli stati limite di esercizio

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLE vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

RELAZIONE SUI MATERIALI

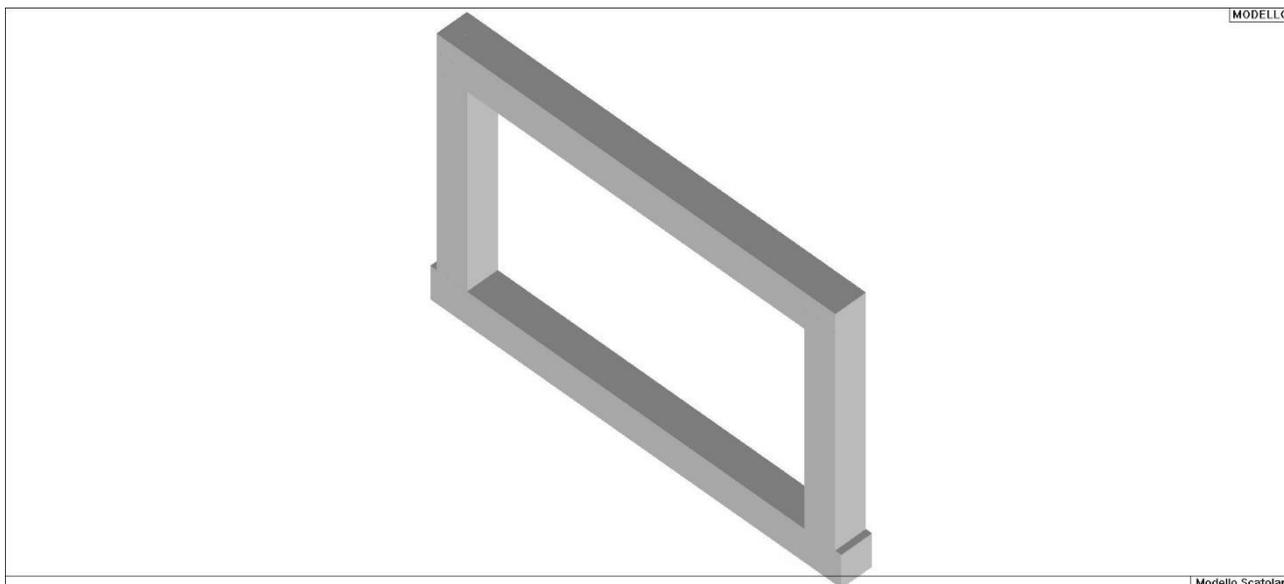
Il capitolo Materiali riportata informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

13 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
3. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
4. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
6. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
7. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
8. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
9. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".

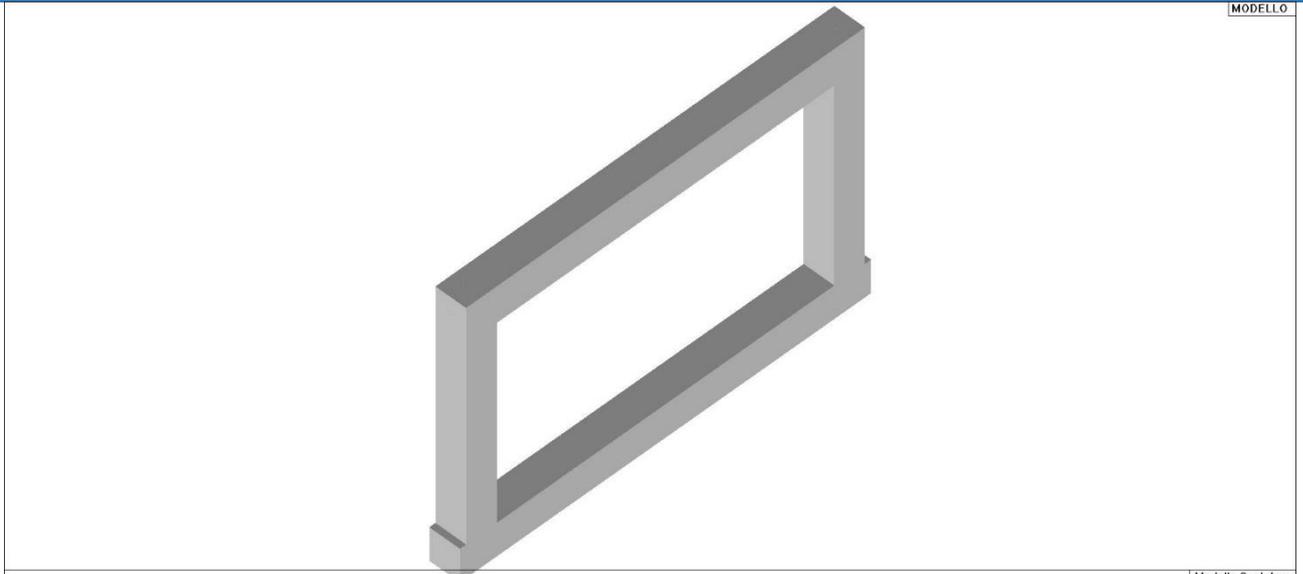
11. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
12. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
13. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
14. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
15. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
16. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
17. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
18. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
19. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
20. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
21. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
22. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
23. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
24. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
25. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
26. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
27. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
28. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
29. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
30. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
31. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
32. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
33. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
34. UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA il capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 17.01.18 è dovuto o a progettazione simulata di edificio esistente.

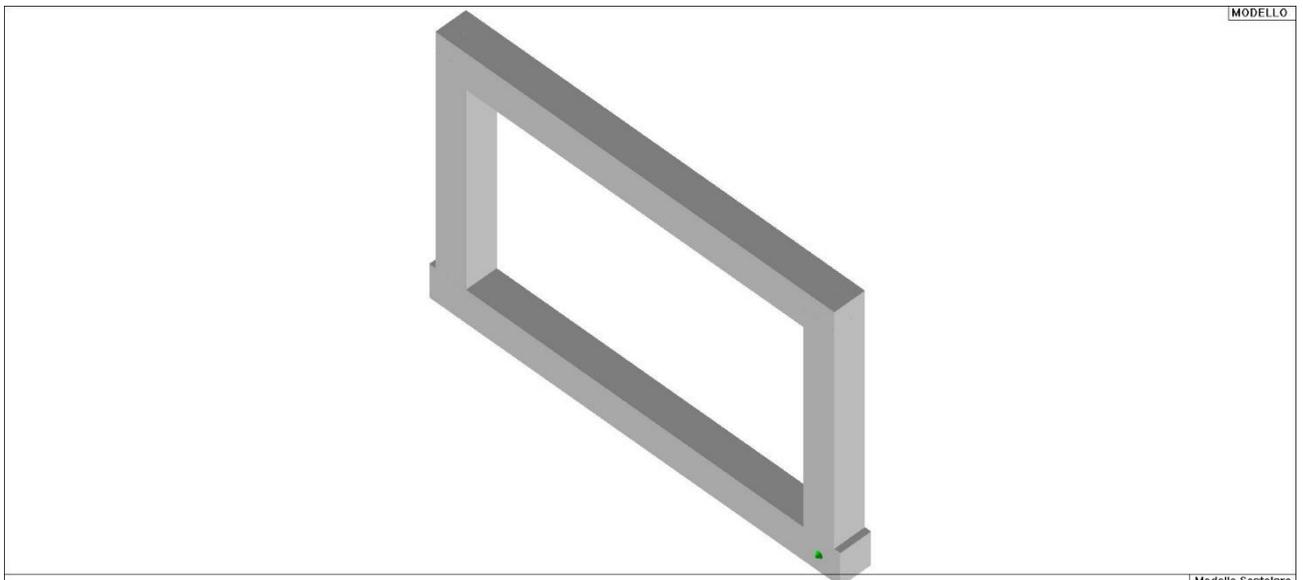


01_INT_VISTA_SOLID_A_001

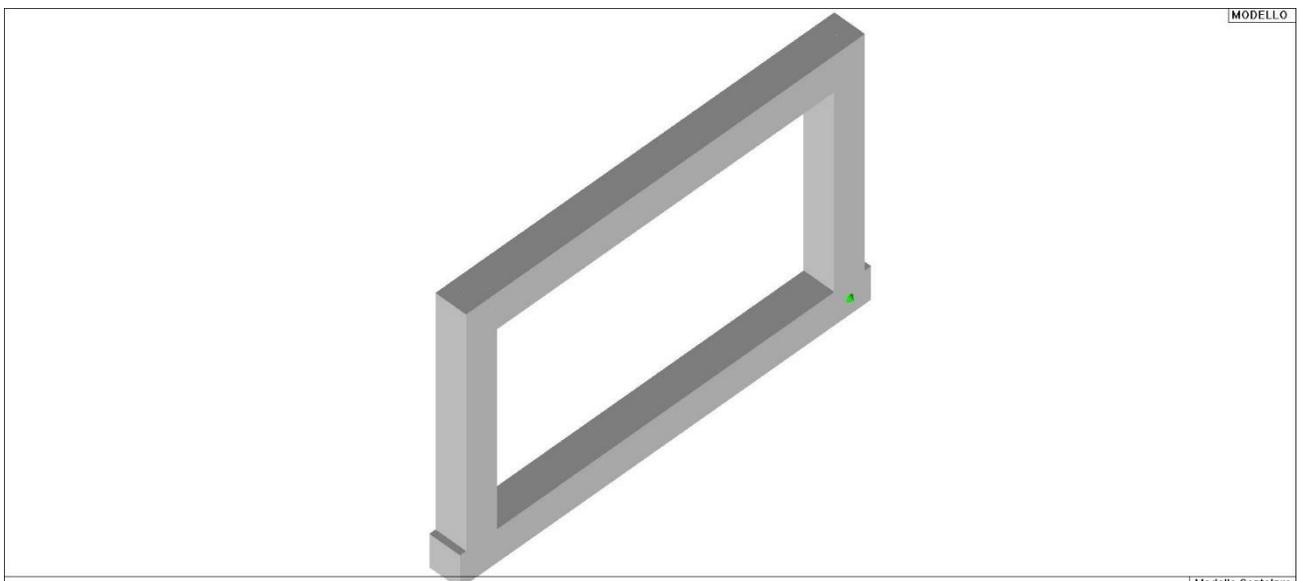
Modello Scatolare



01_INT_VISTA_SOLIDA_002



01_INT_VISTA_SOLIDA_003



01_INT_VISTA_SOLIDA_004

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Young	modulo di elasticità normale E
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale ν
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica
Fattore di confidenza FC m	Fattore di confidenza specifico per materiale; (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Fattore di confidenza FC a	Fattore di confidenza specifico per l'armatura (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Elasto-plastico	Materiale elastico perfettamente plastico per aste non lineari
Massima compressione	Massima tensione di compressione per aste non lineari
Massima trazione	Massima tensione di trazione per aste non lineari
Fattore attrito	Coefficiente di attrito per aste non lineari
Rapporto HRDb	Rapporto di hardening a flessione
Rapporto HRDv	Rapporto di hardening a taglio

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	cemento armato	Resistenza Rc	resistenza a compressione cubica
		Resistenza fctm	resistenza media a trazione semplice
		Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	Tensione ft	Valore della tensione di rottura
		Tensione fy	Valore della tensione di snervamento
		Resistenza fd	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
		Resistenza fd (>40)	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
		Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
		Tensione ammissibile (>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
3	muratura	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
		Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
		Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
		Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
		Resistenza fv0	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
		Resistenza fh	Valore della resistenza a compressione orizzontale
		Resistenza fb	Valore della resistenza a compressione dei blocchi

	Resistenza fbh	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
	Resistenza fv0h	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
	Resistenza ft	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
	Resistenza fvlim	Valore della massima resistenza a taglio
	Resistenza fbt	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
	Coefficiente mu	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
	Coefficiente fi	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
	Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	
	E0,05	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
	Resistenza fc0	Valore della resistenza a compressione parallela
	Resistenza ft0	Valore della resistenza a trazione parallela
	Resistenza fm	Valore della resistenza a flessione
	Resistenza fv	Valore della resistenza a taglio
	Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
	Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico
	Lamellare	lamellare o massiccio

Nel tabulato si riportano sia i valori caratteristici che medi utilizzando gli uni e/o gli altri in relazione alle richieste di normativa ed alla tipologia di verifica. (Cap.7 NTC18 per materiali nuovi, Cap.8 NTC18 e relativa circolare 21/01/2019 per materiali esistenti, Linee Guida Reluis per incamiciatura CAM, CNR-DT 200 per interventi con FRP)

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO - METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

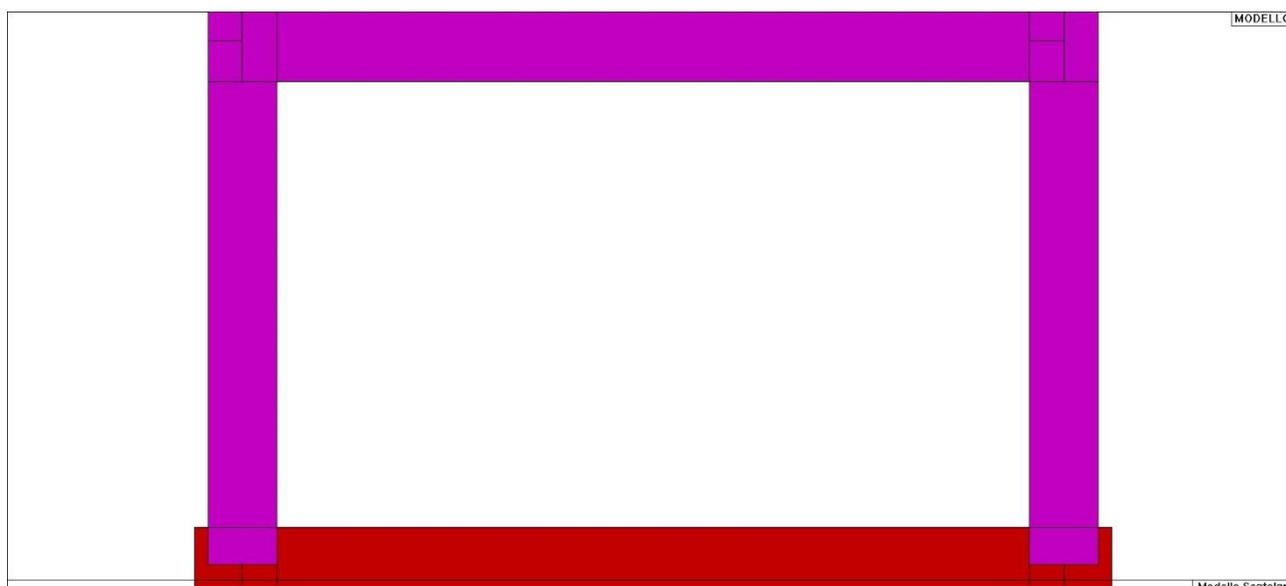
Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5

117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2		kg/cm2	kg/cm3		
1	c.a. classe 20			2.549e+05	0.12	1.138e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	200.0							
	Resistenza fctm		19.9						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
2	c.a. classe 25			2.850e+05	0.12	1.272e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	250.0							
	Resistenza fctm		23.1						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
3	c.a. classe 30			3.122e+05	0.12	1.394e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	300.0							
	Resistenza fctm		26.1						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
4	c.a. classe 35			3.372e+05	0.12	1.505e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	350.0							
	Resistenza fctm		28.9						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
5	c.a. classe 40			3.605e+05	0.12	1.609e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	400.0							
	Resistenza fctm		31.6						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
6	c.a. classe 45			3.824e+05	0.12	1.707e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	450.0							
	Resistenza fctm		34.2						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
7	c.a. classe 50			4.030e+05	0.12	1.799e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	500.0							
	Resistenza fctm		36.4						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
8	acciaio Fe360			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.00e-05	
	Tensione ft	3600.0							
	Resistenza fd	2350.0							
	Resistenza fd (>40)	2100.0							
	Tensione ammissibile	1600.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1400.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
9	acciaio Fe430			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.00e-05	
	Tensione ft	4300.0							
	Resistenza fd	2750.0							
	Resistenza fd (>40)	2500.0							
	Tensione ammissibile	1900.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1700.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
10	acciaio Fe510			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.00e-05	
	Tensione ft	5100.0							
	Resistenza fd	3550.0							
	Resistenza fd (>40)	3150.0							
	Tensione ammissibile	2400.0							
	Tensione ammissibile (>40)	2100.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
11	legno E = 1.160e+05 Cat II			1.160e+05	0.0	40.6	8.00e-04	1.00e-05	
	Modulo E0,05			9.396e+04					

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
	Lamellare : NO								
	Resistenza fc0	102.0							
	Resistenza ft0	92.0							
	Resistenza fm	117.0							
	Resistenza fv	15.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
12	legno E = 1.300e+05 Cat I			1.300e+05	0.0	4.560e+04	8.00e-04	1.00e-05	
	Modulo E0,05			1.053e+05					
	Lamellare : NO								
	Resistenza fc0	128.0							
	Resistenza ft0	153.0							
	Resistenza fm	138.0							
	Resistenza fv	20.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
13	muratura E = 2.000e+04			2.000e+04	0.0	3500.0	2.00e-03	1.00e-05	
	Resistenza f	82.0							
	Resistenza fh	41.0							
	Resistenza fv0	3.0							
	Resistenza fv0h	3.0							
	Resistenza tau0	1.5							
	Resistenza fvlm	10.7							
	Resistenza fb	164.0							
	Resistenza fbh	32.8							
	Resistenza fbt	16.4							
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Coefficiente mu (tilda)								0.40
	Coefficiente fi								0.50
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
14	c.a. classe =Rck 37			3.467e+05	0.12	1.548e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	370.0							
	Resistenza fctm		30.0						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
15	mat infinitamente rigido			3.372e+11	0.12	1.505e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	350.0							
	Resistenza fctm		28.9						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05



11_MOD_MATERIALI_D2

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Progetta a filo	NO					
Af inf: da q*L*L /	0.0					
Armatura						
Minima tesa	0.33					
Minima compressa	0.33					
Massima tesa	0.81					
Da sezione	NO					

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Usa armatura teorica	NO					
Stati limite ultimi						
Tensione fy [kg/cm ²]	4300.00					
Tensione fy staffe [kg/cm ²]	4300.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Verifiche con N costante	SI					
Fattore di ridistribuzione	0.0					
Modello per il confinamento						
Relazione tensio-deformativa	Mander					
Incrudimento acciaio	5.000e-03					
Fattore lambda	1.00					
epsilon max,s	4.000e-02					
epsilon cu2	4.500e-03					
epsilon c2	0.0					
epsilon cy	0.0					
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [kg/cm ²]	97.50					
Tensione amm. acciaio [kg/cm ²]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
Staffe						
Diametro staffe	0.0					
Passo minimo [cm]	5.00					
Passo massimo [cm]	30.00					
Passo raffittito [cm]	15.00					
Lunghezza zona raffittita [cm]	50.00					
Ctg(Teta) Max	2.50					
Percentuale sagomati	0.0					
Luca di taglio per GR [cm]	1.00					
Adotta scorrimento medio	SI					
Torsione non essenziale inclusa	NO					

Pilastri c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Progetto armatura	Disponi come da sezione					
Progetta a filo	NO					
Effetti del 2 ordine	NO					
Beta per 2-2	1.00					
Beta per 3-3	1.00					
Armatura						
Massima tesa	4.00					
Minima tesa	1.00					
Stati limite ultimi						
Tensione fy [kg/cm ²]	4300.00					
Tensione fy staffe [kg/cm ²]	4300.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Verifiche con N costante	SI					
Modello per il confinamento						
Relazione tensio-deformativa	Mander					
Incrudimento acciaio	5.000e-03					
Fattore lambda	1.00					
epsilon max,s	4.000e-02					
epsilon cu2	4.500e-03					
epsilon c2	0.0					
epsilon cy	0.0					
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [kg/cm ²]	97.50					
Tensione amm. acciaio [kg/cm ²]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Staffe						
Diametro staffe	0.0					
Passo minimo [cm]	5.00					
Passo massimo [cm]	25.00					
Passo raffittito [cm]	15.00					
Lunghezza zona raffittita [cm]	45.00					
Ctg(Teta) Max	2.50					
Luca di taglio per GR [cm]	1.00					
Massimizza gerarchia	NO					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

1. sezione di tipo generico
2. profilati semplici
3. profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidità
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidità degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

rettangolare	a T	a T rovescia	a T di colmo	a L	a L specchiata
a L specchiata rovescia	a L rovescia	a L di colmo	a doppio T	a quattro specchiata	a quattro
a U	a C	a croce	circolare	rettangolare cava	circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilatari.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

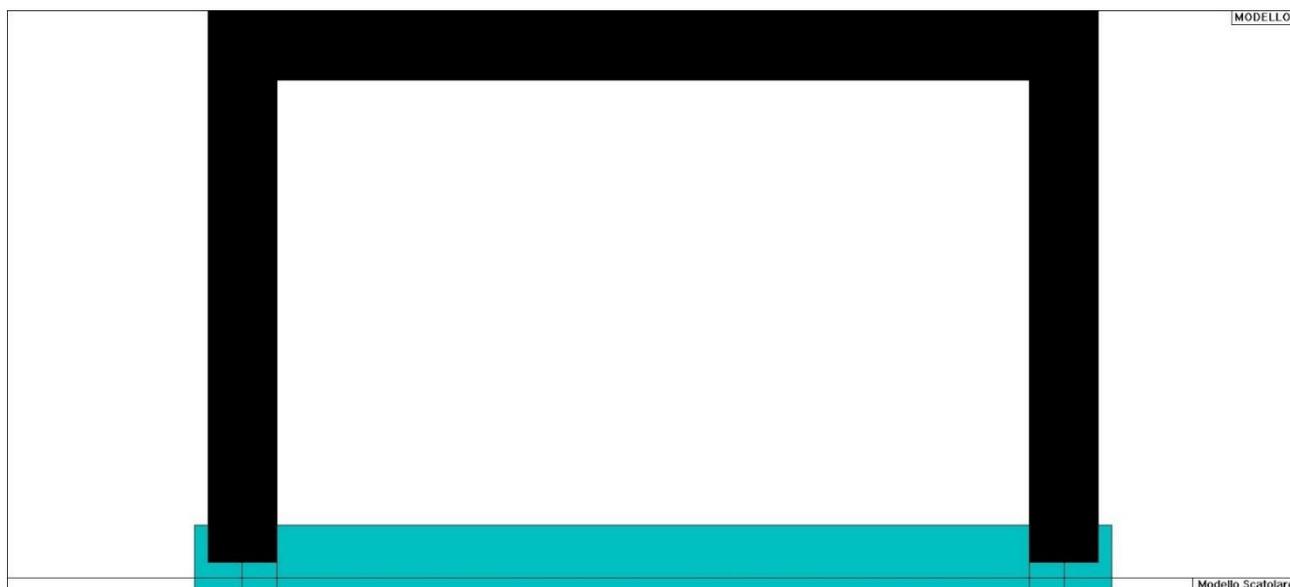
i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008

50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: h=120	b=100 1.200e+04	1.000e+04	1.000e+04	1.993e+07	1.000e+07	1.440e+07	2.000e+05	2.400e+05	3.000e+05	3.600e+05
2	Rettangolare: h=100	b=100 1.000e+04	8333.33	8333.33	1.406e+07	8.333e+06	8.333e+06	1.667e+05	1.667e+05	2.500e+05	2.500e+05
3	Rettangolare: h=110	b=100 1.100e+04	9166.67	9166.67	1.695e+07	9.167e+06	1.109e+07	1.833e+05	2.017e+05	2.750e+05	3.025e+05



13_MOD_SEZIONI

MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...)

	che è collegato al nodo.
	(ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18

TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	0.0	0.0	2	1200.0	0.0	0.0	3	0.0	0.0	770.0
4	1200.0	0.0	770.0	5	0.0	0.0	710.0	6	0.0	0.0	55.0
7	1200.0	0.0	55.0	8	1200.0	0.0	710.0	9	1150.0	0.0	770.0
10	50.0	0.0	770.0	11	50.0	0.0	0.0	12	1150.0	0.0	0.0
13	1270.0	0.0	0.0	14	-70.0	0.0	0.0	15	-50.0	0.0	770.0
16	1250.0	0.0	770.0								



14_MOD_NUMERAZIONE_NODI_GR_001



14_MOD_NUMERAZIONE_NODI_GR_002

15 3 10

9 4 16

14_MOD_NUMERAZIONE_NODI_GR_003

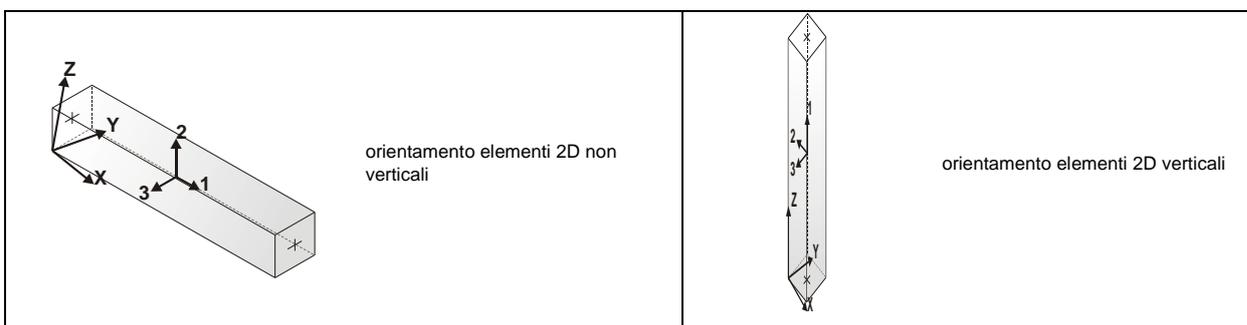
Modello Scatolare

MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE
TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
Svincolo I (J)	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Con riferimento al **Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST"** - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
43	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
44	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
52	FATTORE DI STRUTTURA
53	SOVRARESISTENZE
54	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO - METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU TELAIO 3D
85	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
87	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
88	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
98	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
99	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
102	SNELLEZZE EC5
130	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Trave	4	16	5	1					
2	Pilas.	1	6	5	2					
3	Trave	3	10	5	1					
4	Pilas.	6	5	5	2					
5	Pilas.	5	3	5	2					
6	Pilas.	8	4	5	2					
7	Pilas.	7	8	5	2					
8	Pilas.	2	7	5	2					
9	Trave	9	4	5	1					
10	Trave f.	12	2	4	3				3.00	3.00
11	Trave f.	1	11	4	3				3.00	3.00

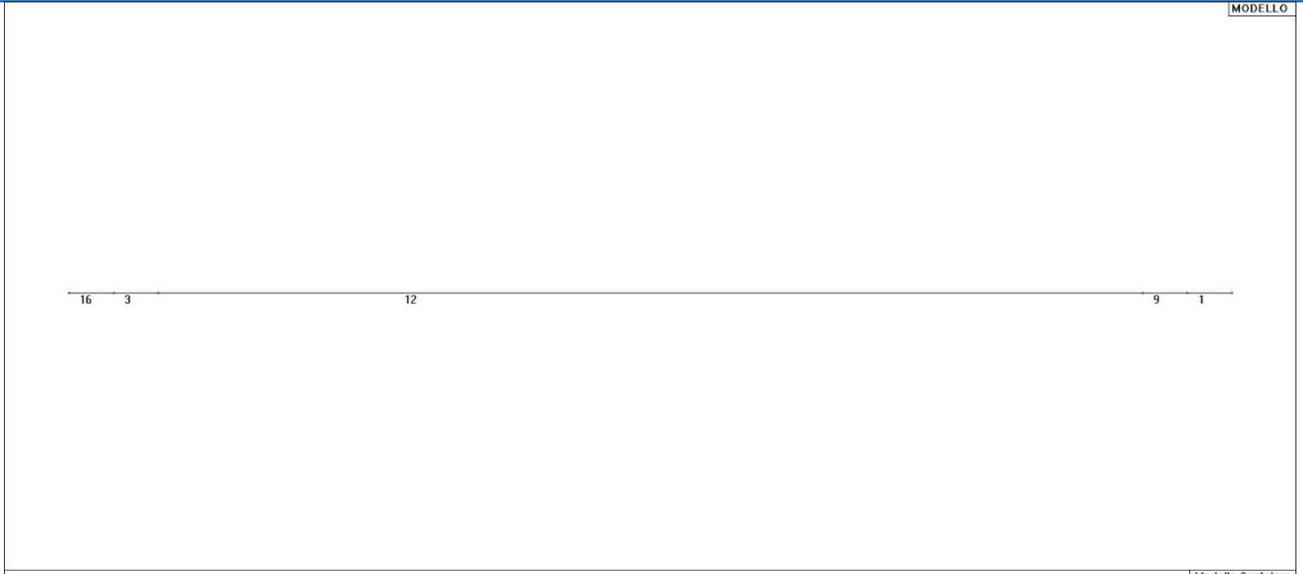
12	Trave	10	9	5	1		
13	Trave f.	2	13	4	3	3.00	3.00
14	Trave f.	14	1	4	3	3.00	3.00
15	Trave f.	11	12	4	3	3.00	3.00
16	Trave	15	3	5	1		



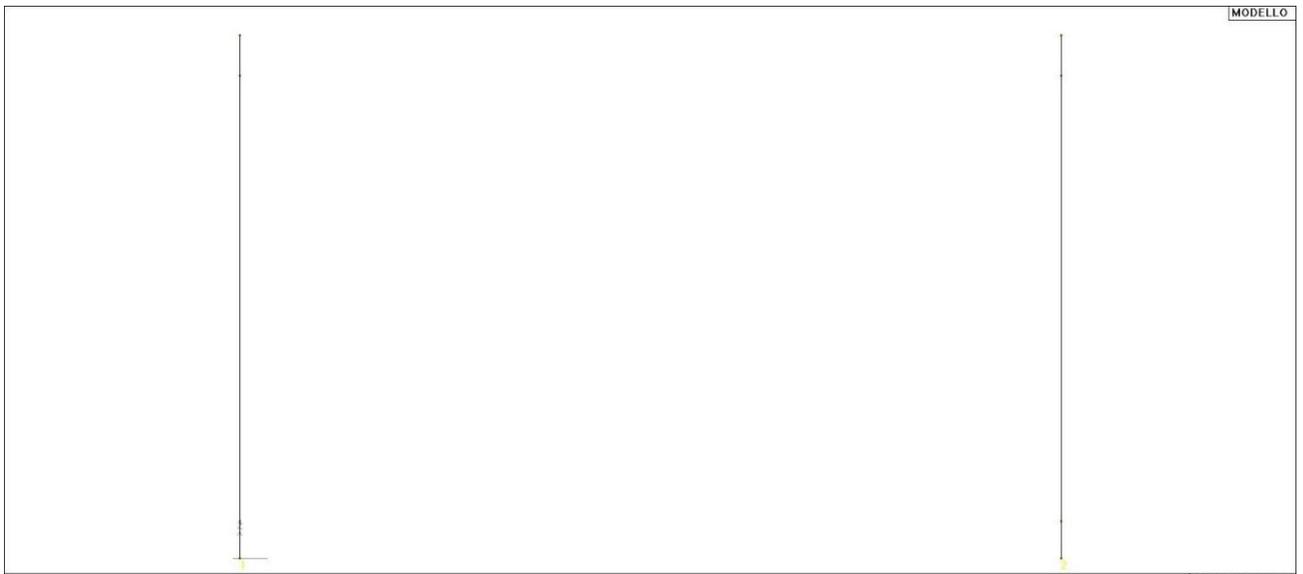
15_MOD_NUMERAZIONE_D2_GR_001



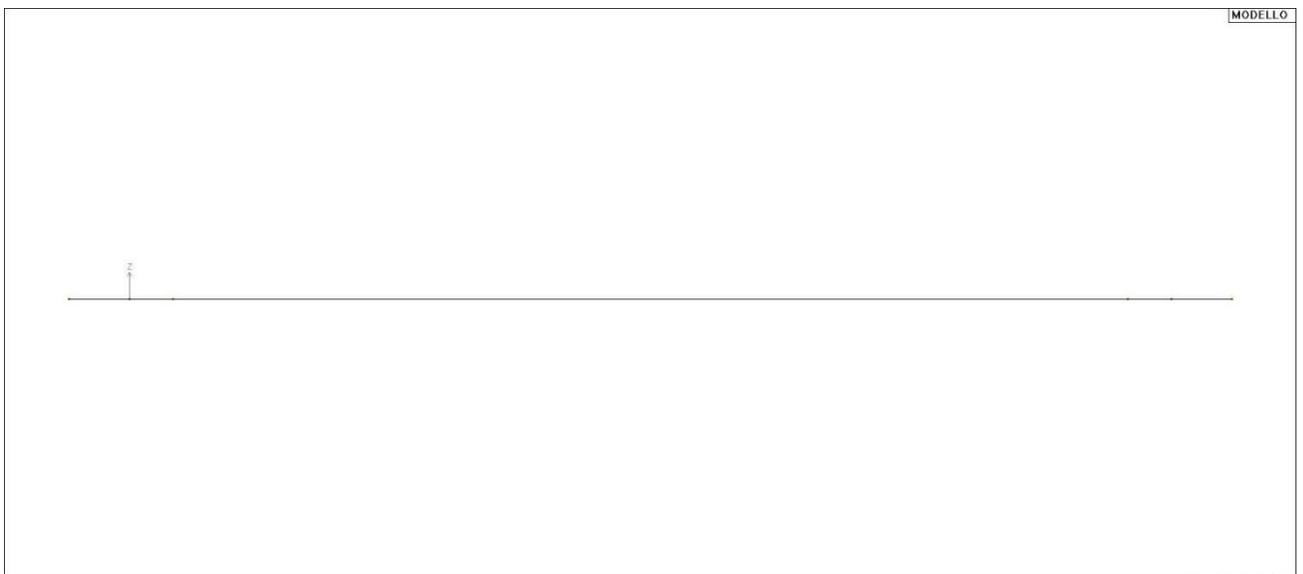
15_MOD_NUMERAZIONE_D2_GR_002



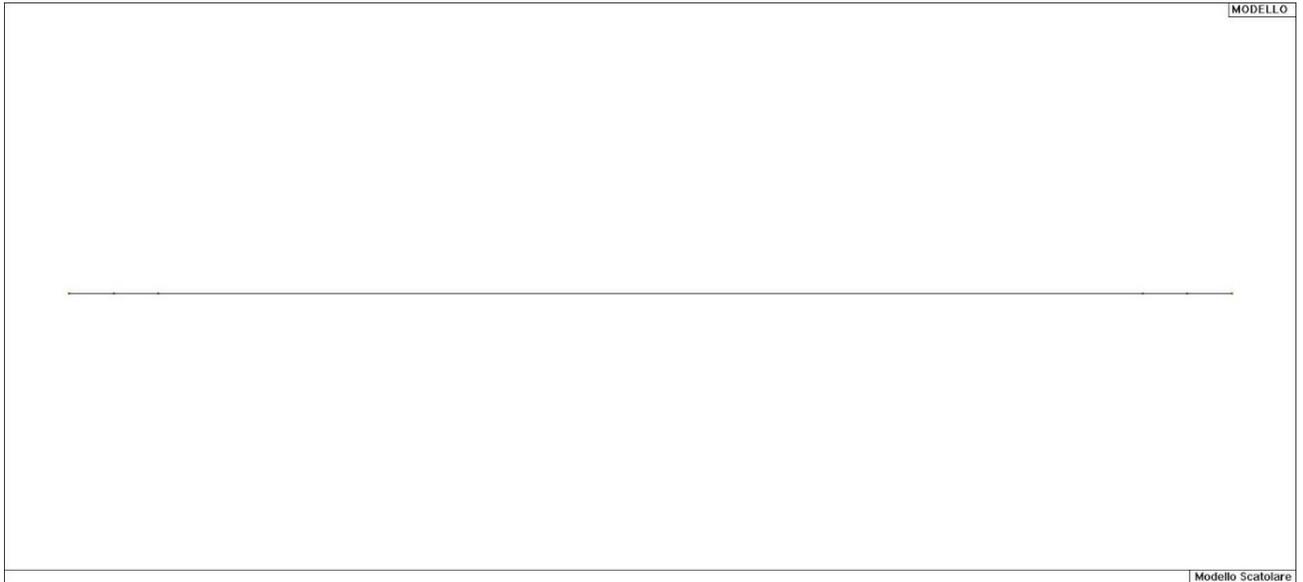
15_MOD_NUMERAZIONE_D2_GR_003



15_MOD_NUMERAZIONE_D2_PILASTRATE_GR_002



15_MOD_NUMERAZIONE_D2_TRAVATE_GR_001

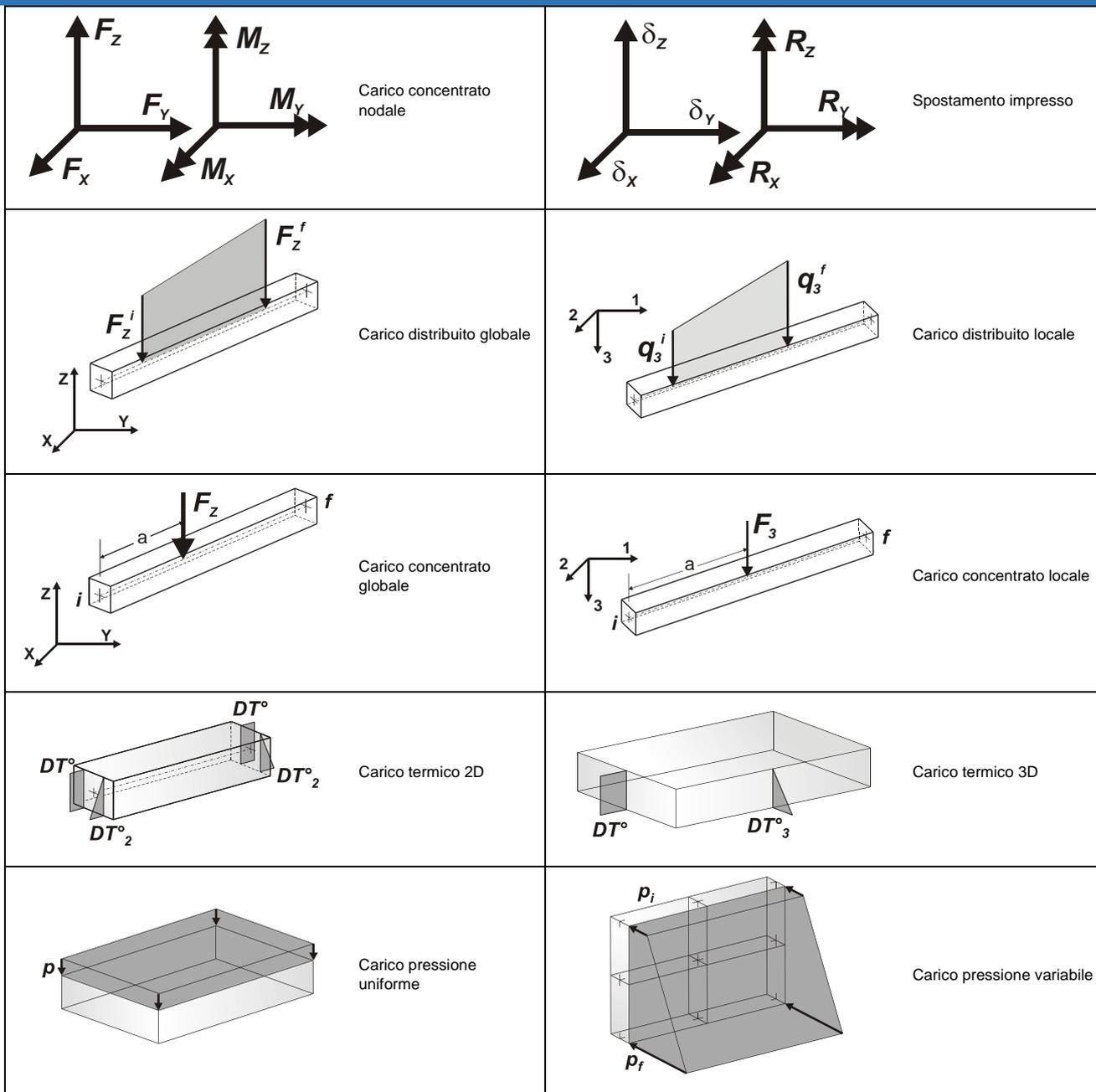


15_MOD_NUMERAZIONE_D2_TRAVATE_GR_003

MODELLAZIONE DELLE AZIONI
LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza F_x, F_y, F_z , momento M_x, M_y, M_z)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x, T_y, T_z , rotazione R_x, R_y, R_z)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$, ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati ($F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$, ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)



Tipo carico concentrato nodale

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		kN	kN	kN	kN m	kN m	kN m
52	sovraspinta terre testa piedritto	18.12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tipo carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		m	kN/ m	kN/ m	kN/ m	kN	kN	kN
4	permanente soletta sup	0.0	0.0	0.0	-32.82	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-32.82	0.0	0.0	0.0
5	permanente soletta inf	0.0	0.0	0.0	-28.60	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-28.60	0.0	0.0	0.0
10	spinta terre k0 sx	0.0	21.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	17.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	DG:xi=610.00 xf=660.00	6.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		6.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	DG:Fxi=71.89 Fxf=21.98	0.0	71.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	21.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	DG:Fxi=76.05 Fxf=71.89	0.0	76.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	71.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
14	DG:Fxi=-21.98 Fxf=-17.44	0.0	-21.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-17.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	DG:xi=610.00 xf=660.00	6.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		6.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	DG:Fxi=-71.89 Fxf=-21.98	0.0	-71.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-21.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	DG:Fxi=-76.05 Fxf=-71.89	0.0	-76.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-71.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	DG:Fxi=10.19 Fxf=8.08	0.0	10.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	8.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	DG:xi=610.00 xf=660.00	6.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		6.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	DG:Fxi=33.31 Fxf=10.19	0.0	33.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	10.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	DG:Fxi=35.24 Fxf=33.31	0.0	35.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	33.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	DG:Fxi=-10.19 Fxf=-8.08	0.0	-10.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-8.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	DG:xi=610.00 xf=660.00	6.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		6.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	DG:Fxi=-33.31 Fxf=-10.19	0.0	-33.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-10.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	DG:Fxi=-35.24 Fxf=-33.31	0.0	-35.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-33.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	qik ripartito	0.0	0.0	0.0	-9.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-9.00	0.0	0.0	0.0
31	Qik centrato	3.17	0.0	0.0	-30.57	0.0	0.0	0.0
		7.82	0.0	0.0	-30.57	0.0	0.0	0.0
32	Qik filo dx piedritto	6.35	0.0	0.0	-30.57	0.0	0.0	0.0
		11.00	0.0	0.0	-30.57	0.0	0.0	0.0
33	Qik filo piedritto sx	0.0	0.0	0.0	-30.57	0.0	0.0	0.0
		4.65	0.0	0.0	-30.57	0.0	0.0	0.0
34	Carico ripartito 20KN/mq	0.0	0.0	0.0	-20.00	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-20.00	0.0	0.0	0.0
36	carico accidentale piedritto sx	0.0	14.39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	15.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	acc piedritto sx	0.0	5.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	14.39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	acc pieritto sx	0.0	4.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	5.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	acc piedritto dx	0.0	-14.39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-15.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	acc piedritto dx	0.0	-5.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-14.39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	acc piedritto dx	0.0	-4.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-5.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	acc qki piedritto sx	0.0	3.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	3.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	acc qki piedritto dx	0.0	-3.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-3.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	acc piedritto 20 sx	0.0	7.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	7.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	acc piedritto 20 dx	0.0	-7.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-7.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	Frenatura	0.0	7.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	7.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	acc inferiore dx	5.50	0.0	0.0	-57.00	0.0	0.0	0.0
		8.50	0.0	0.0	-57.00	0.0	0.0	0.0
48	accidentale inferiore sx	2.50	0.0	0.0	-57.00	0.0	0.0	0.0
		5.50	0.0	0.0	-57.00	0.0	0.0	0.0
49	acc inferiore sx	2.50	0.0	0.0	-34.50	0.0	0.0	0.0
		5.50	0.0	0.0	-34.50	0.0	0.0	0.0
50	inerzia piedritti	0.0	1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	1.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	sovraspinta sismica	0.0	12.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	12.76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	inerzia soletta superiore	0.0	4.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	4.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	inerzia verticale sol sup	0.0	0.0	0.0	-2.12	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-2.12	0.0	0.0	0.0
57	inerzia vert piedritti	0.0	0.0	0.0	-0.84	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-0.84	0.0	0.0	0.0

Tipo variazione termica applicata a trave

Id	Tipo	DT uniforme	DT iniziale	DT finale	DT 2-2 ini	DT 2-2 fin	DT 3-3 ini	DT 3-3 fin
		C	C	C	C	C	C	C
1	AT uniforme	-10.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	AT farfalla+	0.0	0.0	0.0	5.00	5.00	0.0	0.0
3	AT farfalla -	0.0	0.0	0.0	-5.00	-5.00	0.0	0.0
59	Ritiro	-5.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO
LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	Sigla	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	Pk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

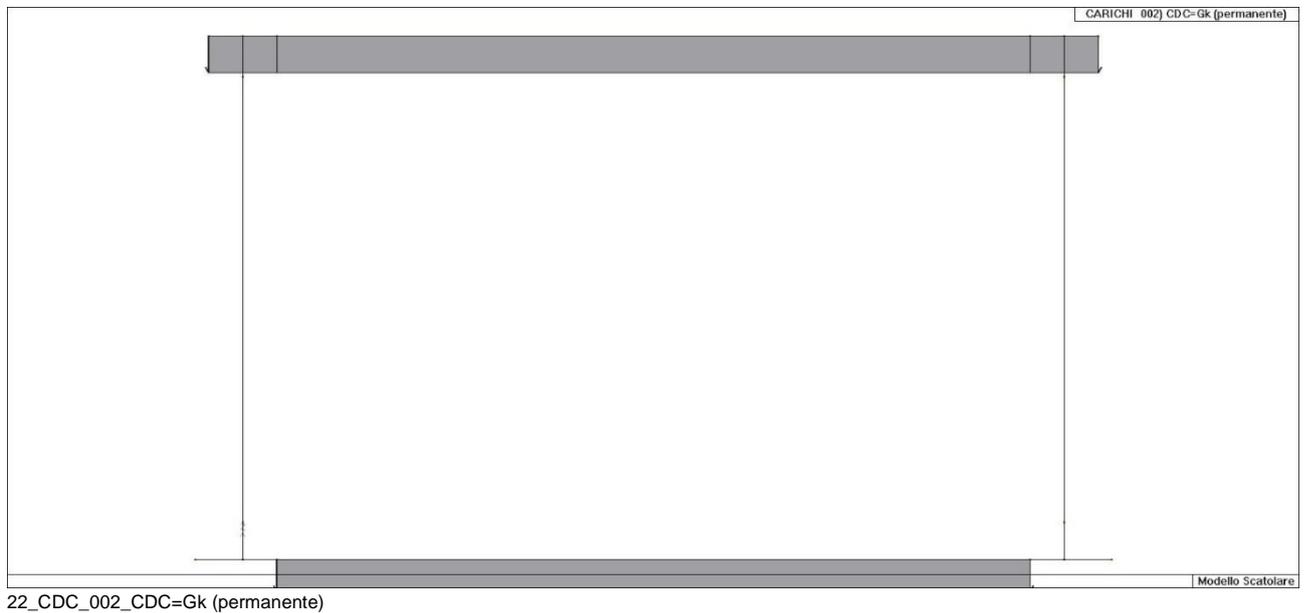
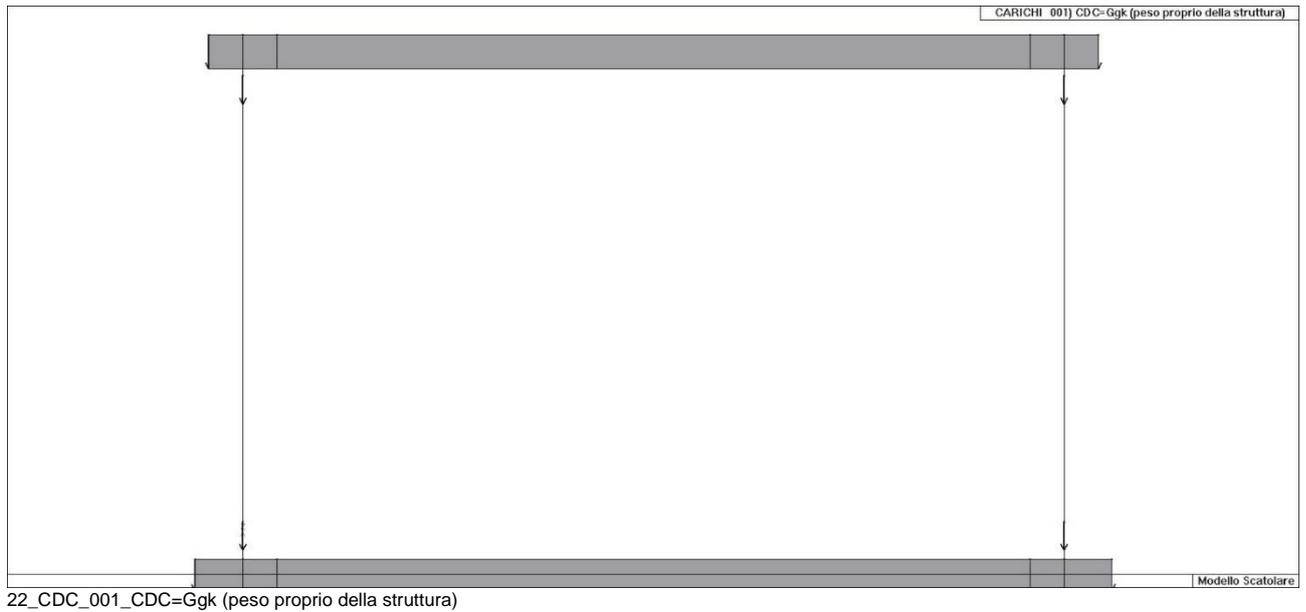
In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore $S_{k,soil}$ nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=Gk (permanente)	Azioni applicate: D2 : 1 Azione : permanente soletta sup D2 : 3 Azione : permanente soletta sup D2 : 9 Azione : permanente soletta sup D2 : 12 Azione : permanente soletta sup D2 : 15 Azione : permanente soletta inf D2 : 16 Azione : permanente soletta sup
3	Gk	CDC=Gk (Spinta a riposo piedritto sx)	Azioni applicate: D2 : 2 Azione : DG:Fxi=76.05 Fxf=71.89 D2 : 4 Azione : DG:xi=610.00 xf=660.00 D2 : 4 Azione : DG:Fxi=71.89 Fxf=21.98 D2 : 5 Azione : spinta terre k0 sx
4	Gk	CDC=Gk (Spinta riposo piedritto dx)	Azioni applicate: D2 : 6 Azione : DG:Fxi=-21.98 Fxf=-17.44 D2 : 7 Azione : DG:xi=610.00 xf=660.00 D2 : 7 Azione : DG:Fxi=-71.89 Fxf=-21.98 D2 : 8 Azione : DG:Fxi=-76.05 Fxf=-71.89
5	Gk	CDC=Gk (Spinta attiva piedritto sx)	Azioni applicate: D2 : 2 Azione : DG:Fxi=35.24 Fxf=33.31 D2 : 4 Azione : DG:xi=610.00 xf=660.00 D2 : 4 Azione : DG:Fxi=33.31 Fxf=10.19 D2 : 5 Azione : DG:Fxi=10.19 Fxf=8.08
6	Gk	CDC=G1k (Spinta attiva piedritto dx)	Azioni applicate:

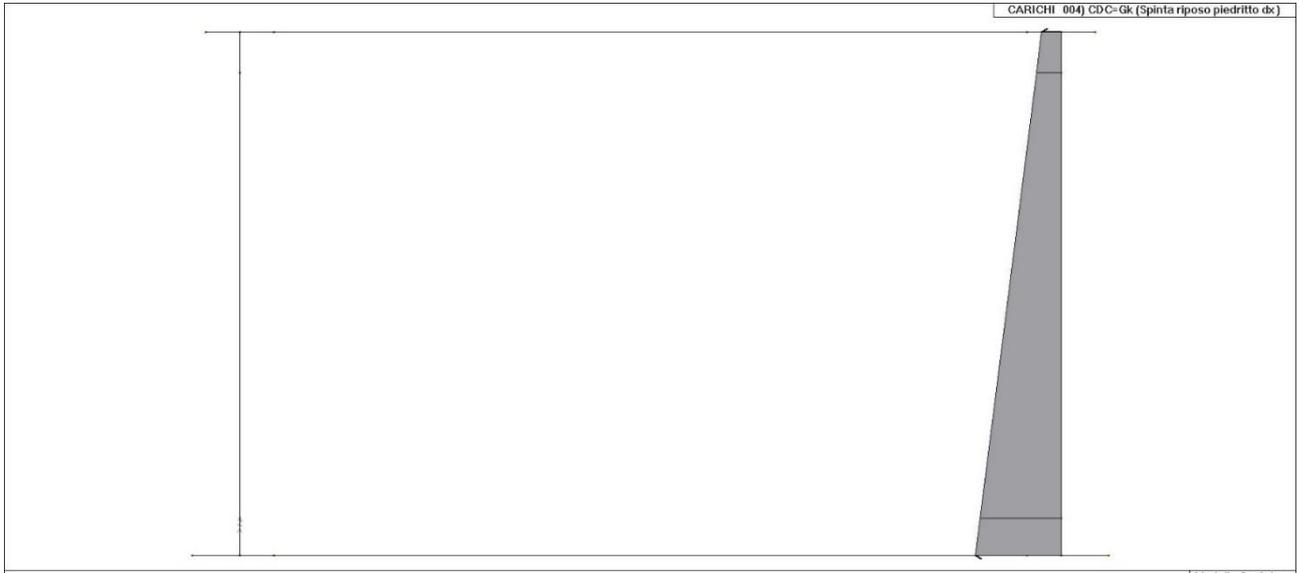
CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D2 : 6 Azione : DG:Fxi=-10.19 Fxf=-8.08
			D2 : 7 Azione : DG:xi=610.00 xf=660.00
			D2 : 7 Azione : DG:Fxi=-33.31 Fxf=-10.19
			D2 : 8 Azione : DG:Fxi=-35.24 Fxf=-33.31
7	Qk	CDC=Qk (Spinta acqua interna)	Azioni applicate:
8	Qk	CDC=Qk (Q1k centrato)	Azioni applicate:
			D2 : 1 Azione : qik ripartito
			D2 : 3 Azione : qik ripartito
			D2 : 9 Azione : qik ripartito
			D2 : 12 Azione : qik ripartito
			D2 : 12 Azione : Qik centrato
			D2 : 16 Azione : qik ripartito
9	Qk	CDC=Qk (Q1k a filo piedritto dx)	Azioni applicate:
			D2 : 1 Azione : qik ripartito
			D2 : 3 Azione : qik ripartito
			D2 : 9 Azione : qik ripartito
			D2 : 12 Azione : qik ripartito
			D2 : 12 Azione : Qik filo dx piedritto
			D2 : 16 Azione : qik ripartito
10	Qk	CDC=Qk (Q1k a filo piedritto sx)	Azioni applicate:
			D2 : 1 Azione : qik ripartito
			D2 : 3 Azione : qik ripartito
			D2 : 9 Azione : qik ripartito
			D2 : 12 Azione : qik ripartito
			D2 : 12 Azione : Qik filo piedritto sx
			D2 : 16 Azione : qik ripartito
11	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su soletta)	Azioni applicate:
			D2 : 1 Azione : qik ripartito
			D2 : 3 Azione : qik ripartito
			D2 : 9 Azione : qik ripartito
			D2 : 12 Azione : qik ripartito
			D2 : 16 Azione : qik ripartito
12	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kN/mq)	Azioni applicate:
			D2 : 1 Azione : Carico ripartito 20KN/mq
			D2 : 3 Azione : Carico ripartito 20KN/mq
			D2 : 9 Azione : Carico ripartito 20KN/mq
			D2 : 12 Azione : Carico ripartito 20KN/mq
			D2 : 16 Azione : Carico ripartito 20KN/mq
13	Qk	CDC=Qk (Accidentale su piedritto sx)	Azioni applicate:
			D2 : 2 Azione : acc pieritto sx
			D2 : 4 Azione : acc piedritto sx
			D2 : 5 Azione : carico accidentale piedritto sx
14	Qk	CDC=Qk (Accidentale su piedritto dx)	Azioni applicate:
			D2 : 6 Azione : acc piedritto dx
			D2 : 7 Azione : acc piedritto dx
			D2 : 8 Azione : acc piedritto dx
15	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto sx)	Azioni applicate:
			D2 : 2 Azione : acc qki piedritto sx
			D2 :da 4 a 5 Azione : acc qki piedritto sx
16	Qk	CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto dx)	Azioni applicate:
			D2 :da 6 a 8 Azione : acc qki piedritto dx
17	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto sx)	Azioni applicate:
			D2 : 2 Azione : acc piedritto 20 sx
			D2 :da 4 a 5 Azione : acc piedritto 20 sx
18	Qk	CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto dx)	Azioni applicate:
			D2 :da 6 a 8 Azione : acc piedritto 20 dx
19	Qk	CDC=Qk (frenatura)	Azioni applicate:
			D2 : 1 Azione : Frenatura
			D2 : 3 Azione : Frenatura
			D2 : 9 Azione : Frenatura
			D2 : 12 Azione : Frenatura
			D2 : 16 Azione : Frenatura
20	Qk	CDC=Qk (acc sol inf campata dx)	Azioni applicate:
			D2 : 15 Azione : acc inferiore dx
21	Qk	CDC=Qk (acc sol inf campata sx)	Azioni applicate:
			D2 : 15 Azione : accidentale inferiore sx
22	Qk	CDC=Qk (acc sol inf campata dx-sx)	Azioni applicate:
			D2 : 15 Azione : acc inferiore dx
			D2 : 15 Azione : acc inferiore sx
23	Qk	CDC=Qk (sisma orizzontale)	Azioni applicate:
			Nodo: 3 Azione : sovraspinta terre testa piedritto
			D2 : 1 Azione : inerzia soletta superiore
			D2 : 2 Azione : sovraspinta sismica
			D2 : 3 Azione : inerzia soletta superiore
			D2 : 4 Azione : inerzia piedritti
			D2 :da 4 a 5 Azione : sovraspinta sismica
			D2 : 7 Azione : inerzia piedritti
			D2 : 9 Azione : inerzia soletta superiore
			D2 : 12 Azione : inerzia soletta superiore
			D2 : 16 Azione : inerzia soletta superiore
24	Qk	CDC=Qk (sisma verticale)	Azioni applicate:
			D2 : 1 Azione : inerzia verticale sol sup
			D2 : 3 Azione : inerzia verticale sol sup
			D2 : 4 Azione : inerzia vert piedritti
			D2 : 7 Azione : inerzia vert piedritti
			D2 : 9 Azione : inerzia verticale sol sup

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D2 : 12 Azione : inerzia verticale sol sup
			D2 : 16 Azione : inerzia verticale sol sup
25	Qk	CDC=Qk (Spinta idrodinamica)	Azioni applicate:
26	Qk	CDC=Qk (Termica uniforme)	Azioni applicate:
			D2 : 12 Azione : AT uniforme
27	Qk	CDC=Qk (At farfalla)	Azioni applicate:
			D2 : 4 Azione : AT farfalla -
			D2 : 7 Azione : AT farfalla+
			D2 : 12 Azione : AT farfalla -
28	Qk	CDC=Qk (Ritiro soletta)	Azioni applicate:
			D2 : 12 Azione : Ritiro





22_CDC_003_CDC=Gk (Spinta a riposo piedritto sx)



22_CDC_004_CDC=Gk (Spinta riposo piedritto dx)



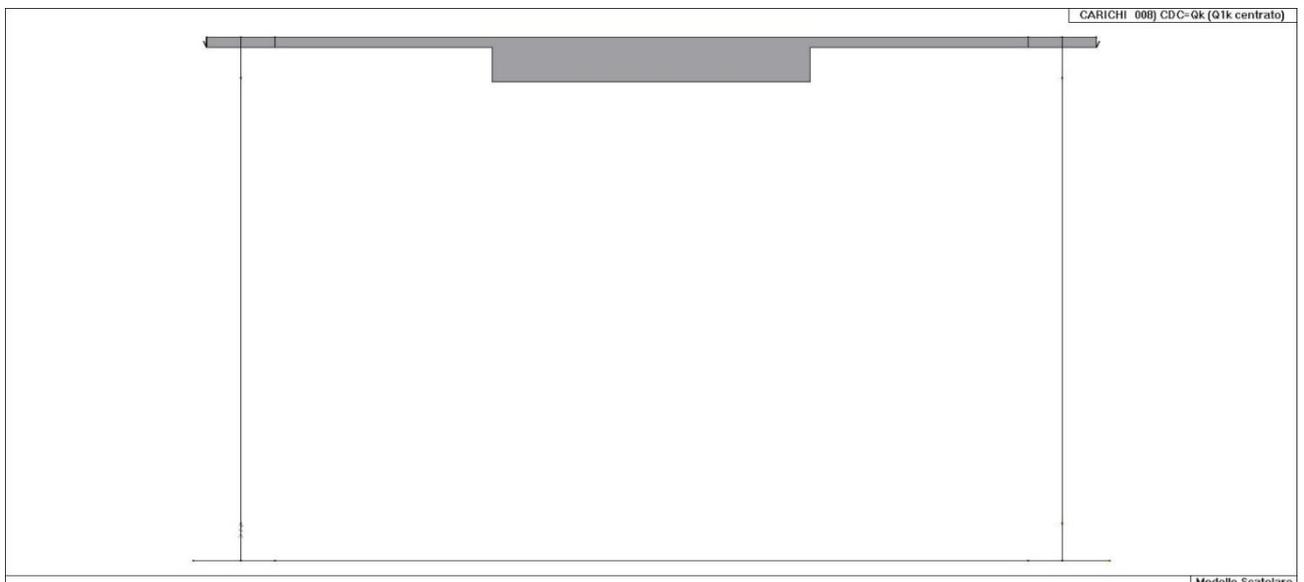
22_CDC_005_CDC=Gk (Spinta attiva piedritto sx)



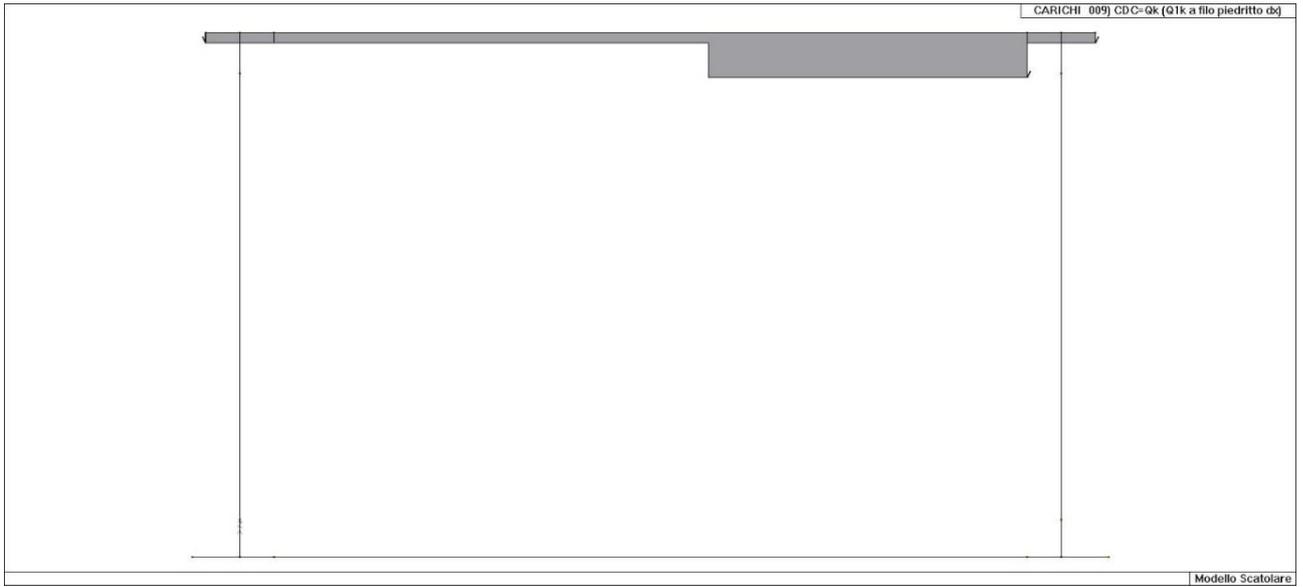
22_CDC_006_CDC=G1k (Spinta attiva piedritto dx)



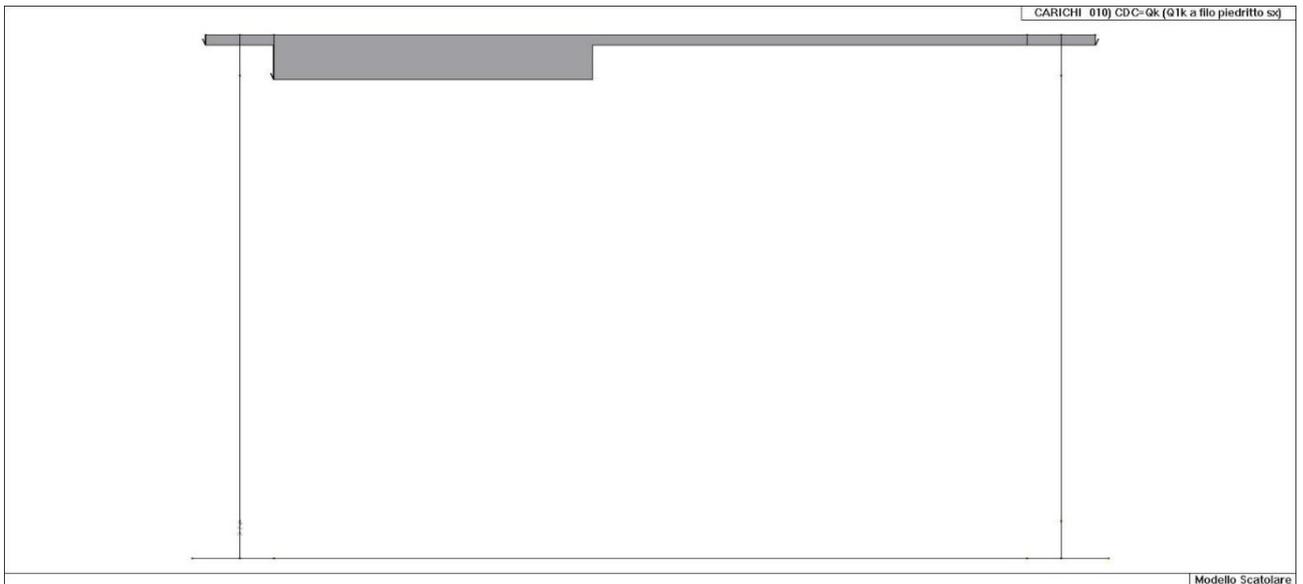
22_CDC_007_CDC=Qk (Spinta acqua interna)



22_CDC_008_CDC=Qk (Q1k centrato)



22_CDC_009_CDC=Qk (Q1k a filo piedritto dx)



22_CDC_010_CDC=Qk (Q1k a filo piedritto sx)



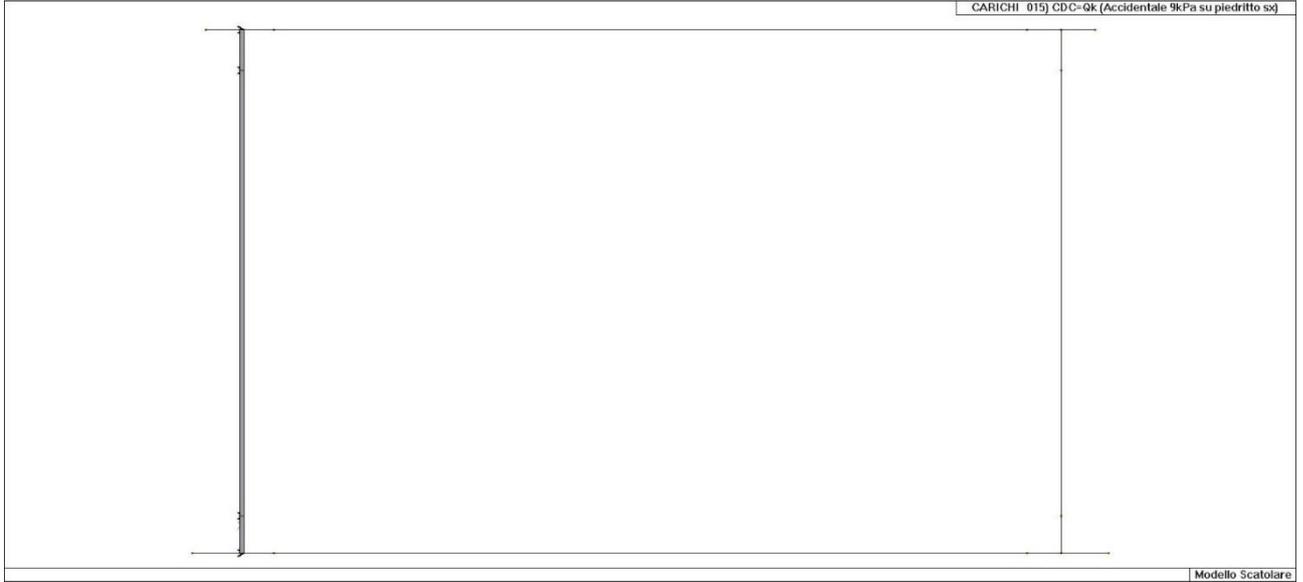
22_CDC_011_CDC=Qk (Accidentale 9kPa su soletta)



22_CDC_013_CDC=Qk (Accidentale su pedritto sx)



22_CDC_014_CDC=Qk (Accidentale su pedritto dx)



22_CDC_015_CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto sx)



22_CDC_016_CDC=Qk (Accidentale 9kPa su piedritto dx)



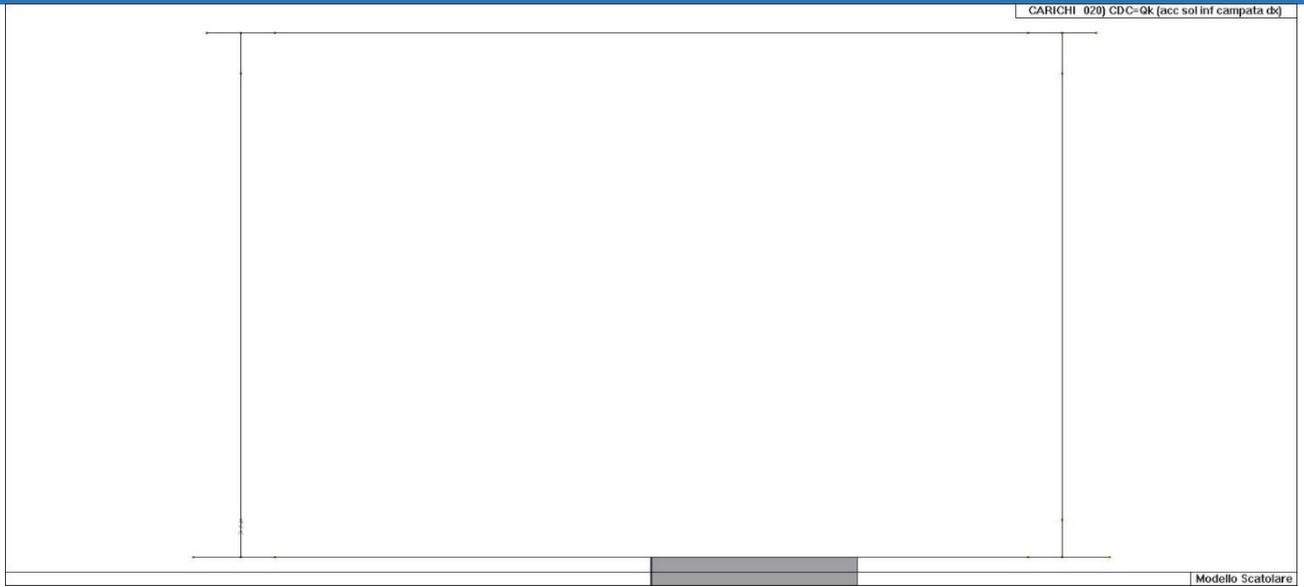
22_CDC_017_CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto sx)



22_CDC_018_CDC=Qk (Accidentale 20kPa su piedritto dx)



22_CDC_019_CDC=Qk (frenatura)



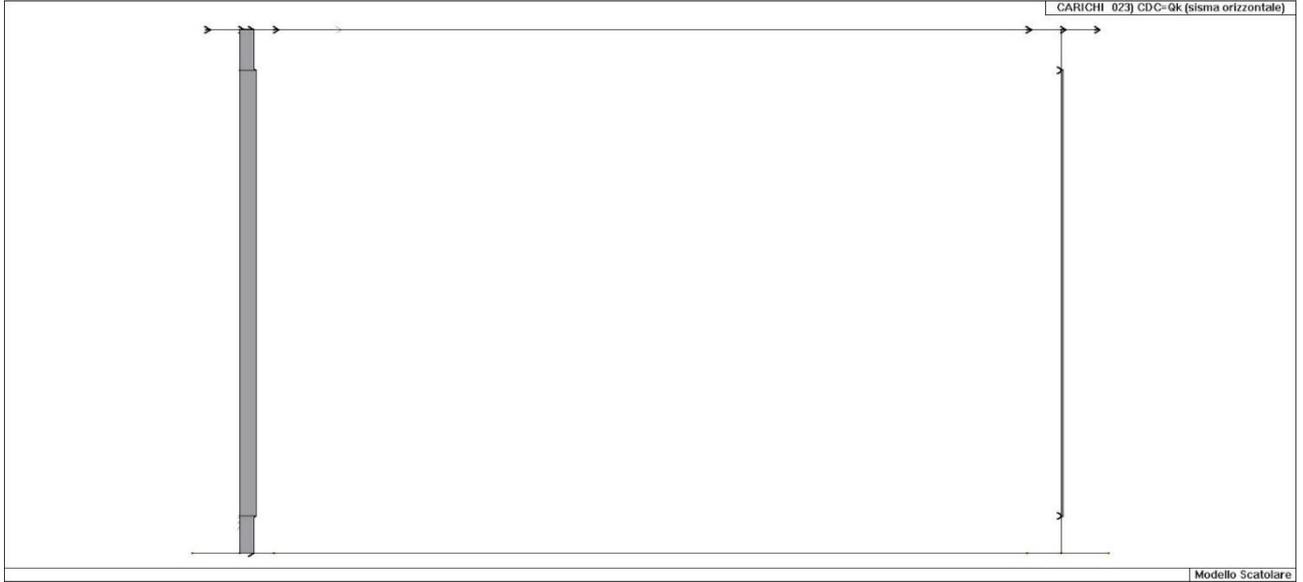
22_CDC_020_CDC=Qk (acc sol inf campata dx)



22_CDC_021_CDC=Qk (acc sol inf campata sx)



22_CDC_022_CDC=Qk (acc sol inf campata dx-sx)



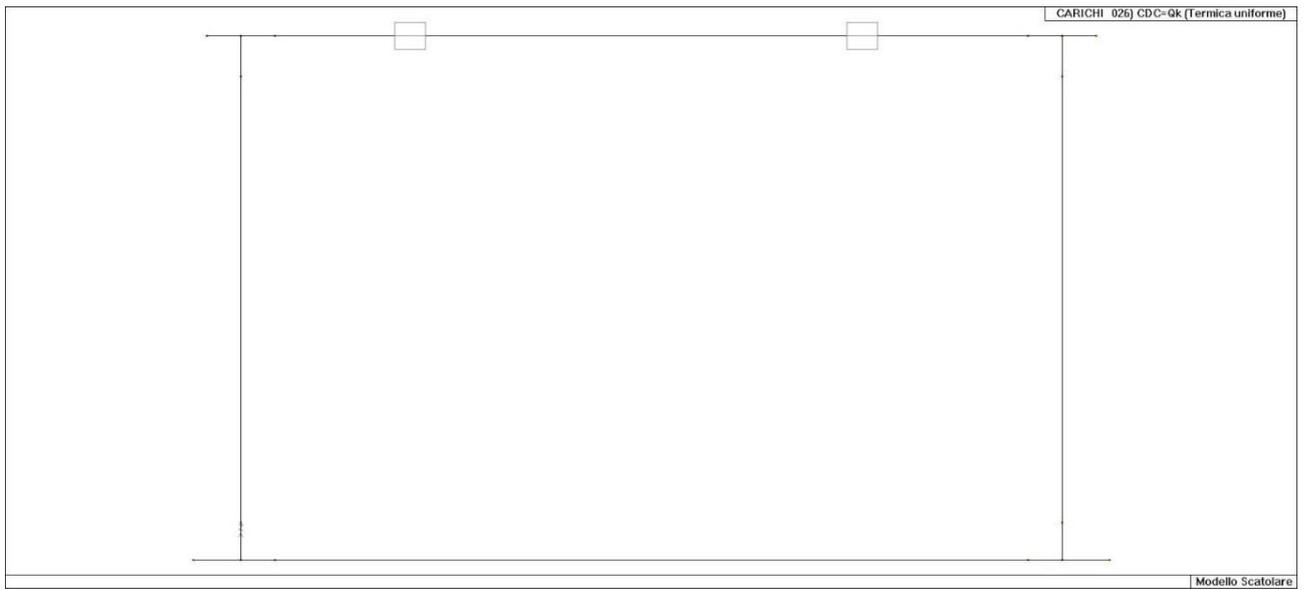
22_CDC_023_CDC=Qk (sisma orizzontale)



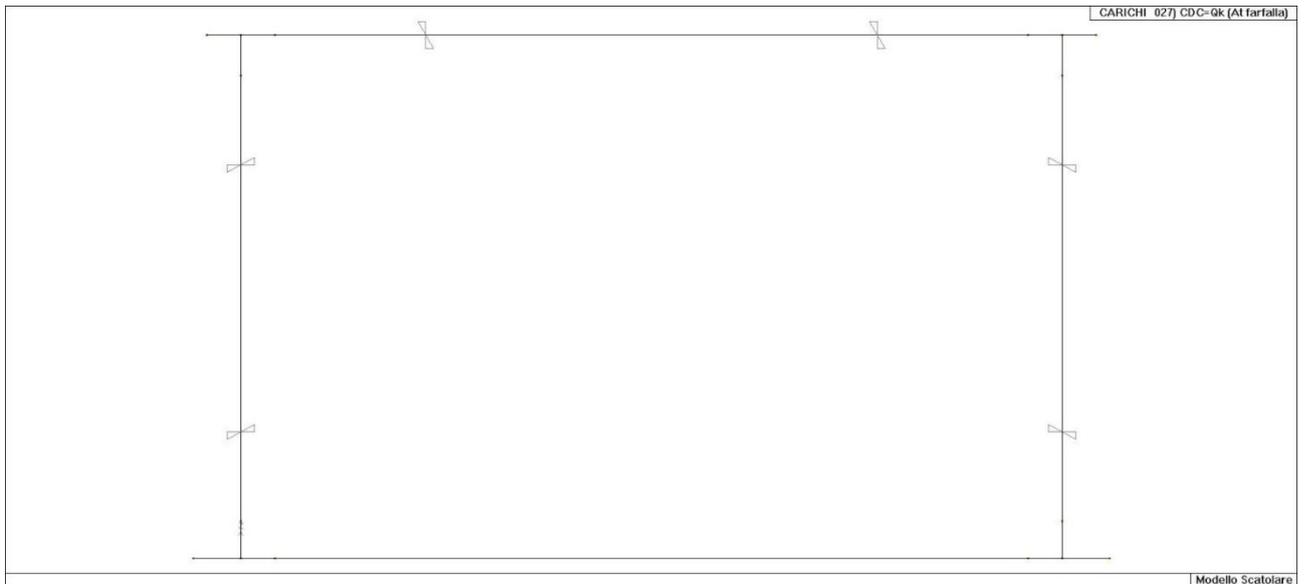
22_CDC_024_CDC=Qk (sisma verticale)



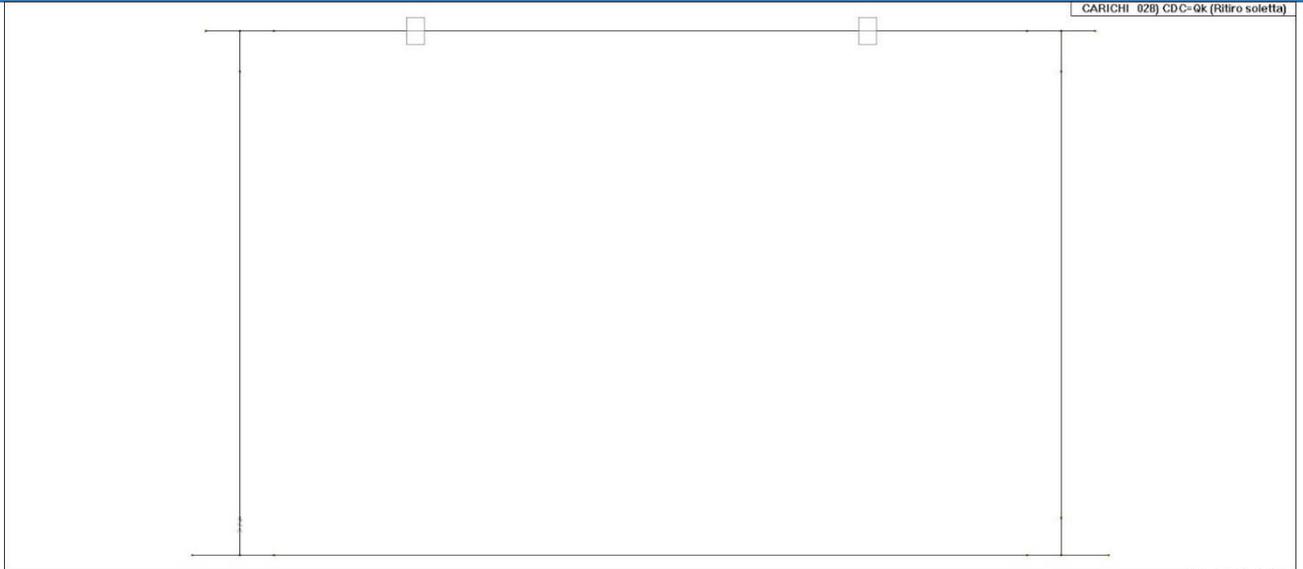
22_CDC_025_CDC=Qk (Spinta idrodinamica)



22_CDC_026_CDC=Qk (Termica uniforme)



22_CDC_027_CDC=Qk (At farfalla)



22_CDC_028_CDC=Qk (Ritiro soletta)

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI
LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: Numero, Tipo, Sigla identificativa. Una seconda tabella riporta il peso nella combinazione assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

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

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

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini, ...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),

- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_f			
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0

<i>Carichi permanenti non strutturali</i> <i>(Non compiutamente definiti)</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	CMB1	
2	SLU	CMB2	
3	SLU	CMB3	
4	SLU	CMB4	
5	SLU	CMB5	
6	SLU	CMB6	
7	SLU	CMB7	
8	SLU	CMB8	
9	SLU	CMB9	
10	SLU	CMB10	
11	SLU	CMB11	
12	SLU	CMB12	
13	SLU	CMB13	
14	SLU	CMB14	
15	SLU	CMB15	
16	SLU	CMB16	
17	SLU	CMB17	
18	SLU	CMB18	
19	SLU	CMB19	
20	SLU	CMB20	
21	SLU	CMB21	
22	SLU	CMB22	
23	SLU	CMB23	
24	SLU	CMB24	
25	SLU	CMB25	
26	SLU	CMB26	
27	SLU	CMB27	
28	SLU	CMB28	
29	SLU	CMB29	
30	SLU	CMB30	
31	SLU	CMB31	
32	SLU	CMB32	
33	SLU	CMB33	
34	SLE(f)	CMB34	
35	SLE(f)	CMB35	
36	SLE(f)	CMB36	
37	SLE(f)	CMB37	
38	SLE(f)	CMB38	
39	SLE(f)	CMB39	
40	SLE(f)	CMB40	
41	SLE(f)	CMB41	
42	SLE(f)	CMB42	
43	SLE(f)	CMB43	
44	SLE(f)	CMB44	
45	SLE(f)	CMB45	
46	SLE(r)	CMB46	
47	SLE(r)	CMB47	
48	SLE(r)	CMB48	
49	SLE(r)	CMB49	
50	SLE(r)	CMB50	
51	SLE(r)	CMB51	
52	SLE(r)	CMB52	
53	SLE(r)	CMB53	
54	SLE(r)	CMB54	
55	SLE(r)	CMB55	
56	SLE(r)	CMB56	
57	SLE(r)	CMB57	
58	SLE(r)	CMB58	
59	SLE(r)	CMB59	
60	SLE(r)	CMB60	
61	SLE(r)	CMB61	
62	SLE(r)	CMB62	
63	SLE(r)	CMB63	
64	SLE(r)	CMB64	
65	SLE(r)	CMB65	
66	SLE(r)	CMB66	
67	SLE(r)	CMB67	
68	SLE(r)	CMB68	
69	SLE(r)	CMB69	
70	SLE(p)	CMB70	
71	SLE(p)	CMB71	
72	SLE(p)	CMB72	
73	SLE(p)	CMB73	
74	SLE(p)	CMB74	
75	SLU	CMB75	
76	SLU	CMB76	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
77	SLU	CMB77	
78	SLU	CMB78	
79	SLU	CMB79	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	1.00	1.35	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	0.72	1.20
2	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	1.00	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	0.72	1.20
3	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	1.00	1.35	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20	1.20	1.20
4	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	1.00	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20	1.20	1.20
5	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.72	-0.72	0.0
6	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.01	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.72	-0.72	0.0
7	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	1.01	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.72	-0.72	0.0
8	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.20	-1.20	0.0
9	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.20	-1.20	0.0
10	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	1.01	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.20	-1.20	0.0
11	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.72	0.72	0.0
12	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.72	0.72	0.0
13	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.20	1.20	0.0
14	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.20	1.20	0.0
15	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	-0.72	1.20
16	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.01	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	-0.72	1.20
17	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	1.01	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	-0.72	1.20
18	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20	-1.20	1.20
19	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20	-1.20	1.20
20	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	1.01	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20	-1.20	1.20
21	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	-0.72	1.20
22	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20	-1.20	1.20
23	1.00	1.00	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	0.72	1.20
24	1.00	1.00	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20	1.20	1.20
25	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	1.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.01	0.0	1.35	0.0	1.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	-0.72	1.20
28	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	-0.72	1.20
29	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	0.72	1.20
30	1.00	1.00	1.35	1.35	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.01	1.01	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	1.13	0.0	0.0	0.0	-0.72	-0.72	0.0
31	1.00	1.00	1.35	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	0.0
	0.0	0.0	1.01	1.01	1.35	0.0	0.0	1.13	0.0	0.0	0.0	-0.72	-0.72	0.0
32	1.00	1.00	1.35	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0	1.01	1.01
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	0.0	1.13	0.0	0.0	0.0	-0.72	-0.72	0.0
33	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	0.0	1.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	0.72	1.20
34	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.60	1.00
35	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.60	1.00
36	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	-0.60	0.0
37	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	-0.60	0.0
38	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	-0.60	0.0
39	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	0.60	0.0
40	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	0.60	0.0
41	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	-0.60	1.00
42	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	-0.60	1.00
43	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	-0.60	1.00
44	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0	0.75	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	-0.60	1.00
45	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.60	1.00
46	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.60	1.00
47	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.60	1.00
48	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00
49	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00
50	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	-0.60	0.0
51	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.75	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	-0.60	0.0
52	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	-0.60	0.0
53	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-1.00	0.0
54	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-1.00	0.0
55	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-1.00	0.0
56	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	0.60	1.00
57	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60	0.60	1.00
58	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	1.00	1.00
59	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	1.00	1.00
60	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	-0.60	1.00
61	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.75	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	-0.60	1.00
62	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	-0.60	1.00
63	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-1.00	1.00
64	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-1.00	1.00
65	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-1.00	1.00
66	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	-0.60	1.00
67	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-1.00	1.00
68	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.60	1.00
69	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.75	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00
70	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.50	1.00
71	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.50	-0.50	0.0
72	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.50	0.50	0.0
73	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	-0.50	1.00
74	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.50	1.00
75	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.50	0.50	1.00
76	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	1.00	-0.50	-0.50	0.0
77	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	-0.50	0.50	0.0
78	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	1.00	0.50	-0.50	1.00
79	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	1.00	0.50	0.50	1.00

RISULTATI NODALI
LEGENDA RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

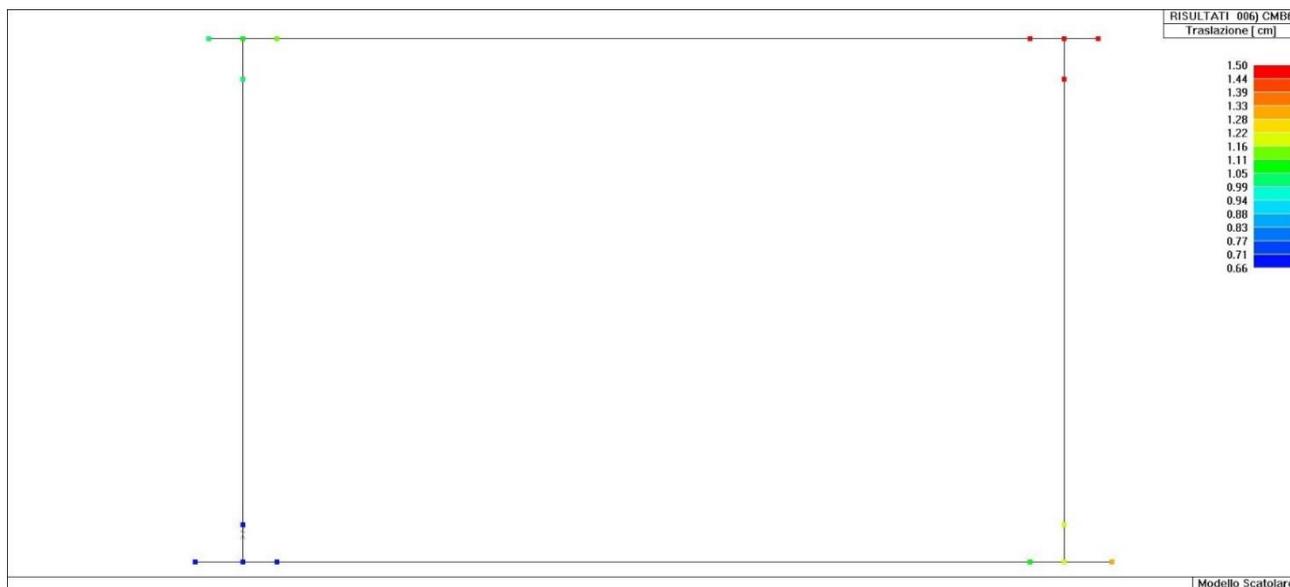
Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

Nodo	Cmb	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		cm	cm	cm			
1	1	1.81e-03	0.0	-0.92	0.0	-7.31e-04	0.0
1	11	1.42e-03	0.0	-0.94	0.0	-8.42e-04	0.0
1	17	0.14	0.0	-0.56	0.0	2.66e-04	0.0
1	34	1.80e-03	0.0	-0.65	0.0	-4.78e-04	0.0
1	39	1.48e-03	0.0	-0.67	0.0	-5.70e-04	0.0
1	44	0.07	0.0	-0.58	0.0	-1.92e-04	0.0
1	46	1.76e-03	0.0	-0.68	0.0	-5.14e-04	0.0
1	56	1.55e-03	0.0	-0.69	0.0	-5.76e-04	0.0
1	62	0.09	0.0	-0.43	0.0	1.59e-04	0.0
1	70	1.92e-03	0.0	-0.58	0.0	-3.82e-04	0.0
1	72	1.63e-03	0.0	-0.60	0.0	-4.64e-04	0.0
1	73	0.05	0.0	-0.52	0.0	-1.67e-04	0.0
2	1	-1.81e-03	0.0	-0.92	0.0	7.31e-04	0.0
2	25	0.12	0.0	-1.19	0.0	1.51e-03	0.0
2	33	0.13	0.0	-1.06	0.0	1.25e-03	0.0
2	34	-1.80e-03	0.0	-0.65	0.0	4.78e-04	0.0
2	37	0.06	0.0	-0.76	0.0	8.67e-04	0.0
2	44	0.06	0.0	-0.73	0.0	7.65e-04	0.0
2	46	-1.76e-03	0.0	-0.68	0.0	5.13e-04	0.0
2	51	0.08	0.0	-0.85	0.0	1.13e-03	0.0
2	68	0.09	0.0	-0.76	0.0	9.07e-04	0.0
2	70	-1.92e-03	0.0	-0.58	0.0	3.82e-04	0.0
2	71	0.05	0.0	-0.66	0.0	7.00e-04	0.0
2	74	0.05	0.0	-0.64	0.0	5.68e-04	0.0
3	1	0.08	0.0	-0.94	0.0	9.01e-04	0.0
3	11	-0.04	0.0	-0.96	0.0	7.92e-04	0.0
3	23	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.09e-03	0.0
3	34	0.07	0.0	-0.67	0.0	6.16e-04	0.0
3	39	-0.03	0.0	-0.68	0.0	5.25e-04	0.0
3	45	0.41	0.0	-0.49	0.0	6.67e-04	0.0
3	46	0.07	0.0	-0.69	0.0	6.59e-04	0.0
3	56	-2.08e-04	0.0	-0.70	0.0	5.98e-04	0.0
3	68	0.69	0.0	-0.40	0.0	8.98e-04	0.0
3	70	0.06	0.0	-0.59	0.0	4.78e-04	0.0
3	72	-0.03	0.0	-0.61	0.0	3.98e-04	0.0
3	74	0.30	0.0	-0.52	0.0	6.01e-04	0.0
4	1	-0.08	0.0	-0.94	0.0	-9.01e-04	0.0
4	7	0.96	0.0	-1.14	0.0	1.44e-04	0.0
4	25	0.86	0.0	-1.21	0.0	-3.51e-05	0.0
4	34	-0.07	0.0	-0.67	0.0	-6.16e-04	0.0
4	37	0.35	0.0	-0.77	0.0	-2.30e-04	0.0
4	38	0.38	0.0	-0.74	0.0	-1.46e-04	0.0
4	46	-0.07	0.0	-0.69	0.0	-6.59e-04	0.0
4	51	0.63	0.0	-0.86	0.0	0.0	0.0
4	52	0.66	0.0	-0.83	0.0	8.42e-05	0.0
4	70	-0.06	0.0	-0.59	0.0	-4.78e-04	0.0
4	71	0.27	0.0	-0.68	0.0	-1.88e-04	0.0
5	1	0.03	0.0	-0.94	0.0	7.47e-04	0.0
5	11	-0.08	0.0	-0.96	0.0	6.20e-04	0.0
5	23	0.94	0.0	-0.30	0.0	1.10e-03	0.0
5	34	0.03	0.0	-0.67	0.0	5.06e-04	0.0
5	39	-0.06	0.0	-0.68	0.0	4.01e-04	0.0
5	45	0.37	0.0	-0.48	0.0	6.09e-04	0.0
5	46	0.03	0.0	-0.69	0.0	5.42e-04	0.0
5	56	-0.03	0.0	-0.70	0.0	4.71e-04	0.0
5	68	0.64	0.0	-0.40	0.0	8.78e-04	0.0
5	70	0.03	0.0	-0.59	0.0	3.95e-04	0.0
5	72	-0.05	0.0	-0.61	0.0	3.01e-04	0.0
5	74	0.27	0.0	-0.52	0.0	5.36e-04	0.0
6	1	-0.03	0.0	-0.93	0.0	-5.75e-04	0.0
6	11	-0.04	0.0	-0.94	0.0	-7.01e-04	0.0
6	23	0.18	0.0	-0.29	0.0	8.03e-04	0.0
6	34	-0.02	0.0	-0.66	0.0	-3.63e-04	0.0
6	39	-0.03	0.0	-0.67	0.0	-4.68e-04	0.0

6	45	0.07	0.0	-0.48	0.0	1.48e-04	0.0
6	46	-0.02	0.0	-0.68	0.0	-3.95e-04	0.0
6	56	-0.03	0.0	-0.69	0.0	-4.66e-04	0.0
6	68	0.11	0.0	-0.39	0.0	4.43e-04	0.0
6	70	-0.02	0.0	-0.58	0.0	-2.81e-04	0.0
6	72	-0.02	0.0	-0.60	0.0	-3.74e-04	0.0
6	74	0.05	0.0	-0.51	0.0	1.70e-05	0.0
7	1	0.03	0.0	-0.92	0.0	5.75e-04	0.0
7	7	0.22	0.0	-1.12	0.0	1.55e-03	0.0
7	25	0.20	0.0	-1.19	0.0	1.46e-03	0.0
7	34	0.02	0.0	-0.66	0.0	3.63e-04	0.0
7	37	0.10	0.0	-0.76	0.0	8.08e-04	0.0
7	44	0.10	0.0	-0.73	0.0	7.01e-04	0.0
7	46	0.02	0.0	-0.68	0.0	3.94e-04	0.0
7	51	0.14	0.0	-0.85	0.0	1.10e-03	0.0
7	52	0.15	0.0	-0.82	0.0	1.09e-03	0.0
7	70	0.02	0.0	-0.58	0.0	2.81e-04	0.0
7	71	0.08	0.0	-0.67	0.0	6.45e-04	0.0
8	1	-0.03	0.0	-0.94	0.0	-7.47e-04	0.0
8	7	0.94	0.0	-1.14	0.0	3.45e-04	0.0
8	25	0.85	0.0	-1.21	0.0	1.93e-04	0.0
8	34	-0.03	0.0	-0.67	0.0	-5.06e-04	0.0
8	37	0.36	0.0	-0.77	0.0	-1.20e-04	0.0
8	38	0.38	0.0	-0.74	0.0	-4.23e-05	0.0
8	46	-0.03	0.0	-0.69	0.0	-5.42e-04	0.0
8	51	0.62	0.0	-0.86	0.0	1.49e-04	0.0
8	52	0.65	0.0	-0.83	0.0	2.27e-04	0.0
8	70	-0.03	0.0	-0.59	0.0	-3.95e-04	0.0
8	71	0.28	0.0	-0.68	0.0	-1.02e-04	0.0
9	1	-0.08	0.0	-0.99	0.0	-9.62e-04	0.0
9	7	0.96	0.0	-1.14	0.0	5.66e-05	0.0
9	25	0.86	0.0	-1.22	0.0	-1.34e-04	0.0
9	34	-0.07	0.0	-0.70	0.0	-6.60e-04	0.0
9	37	0.35	0.0	-0.79	0.0	-2.75e-04	0.0
9	38	0.38	0.0	-0.75	0.0	-1.89e-04	0.0
9	46	-0.07	0.0	-0.73	0.0	-7.07e-04	0.0
9	51	0.63	0.0	-0.86	0.0	-6.36e-05	0.0
9	52	0.66	0.0	-0.83	0.0	2.16e-05	0.0
9	70	-0.06	0.0	-0.62	0.0	-5.12e-04	0.0
9	71	0.27	0.0	-0.69	0.0	-2.24e-04	0.0
10	1	0.08	0.0	-0.99	0.0	9.62e-04	0.0
10	11	-0.04	0.0	-1.00	0.0	8.62e-04	0.0
10	23	1.00	0.0	-0.36	0.0	1.08e-03	0.0
10	34	0.07	0.0	-0.70	0.0	6.60e-04	0.0
10	39	-0.03	0.0	-0.71	0.0	5.77e-04	0.0
10	45	0.41	0.0	-0.52	0.0	6.91e-04	0.0
10	46	0.07	0.0	-0.73	0.0	7.06e-04	0.0
10	56	-2.89e-04	0.0	-0.74	0.0	6.50e-04	0.0
10	68	0.69	0.0	-0.44	0.0	9.02e-04	0.0
10	70	0.06	0.0	-0.62	0.0	5.12e-04	0.0
10	72	-0.03	0.0	-0.63	0.0	4.38e-04	0.0
10	74	0.30	0.0	-0.55	0.0	6.27e-04	0.0
11	1	1.66e-03	0.0	-0.88	0.0	-8.32e-04	0.0
11	11	1.30e-03	0.0	-0.90	0.0	-9.30e-04	0.0
11	17	0.14	0.0	-0.57	0.0	8.89e-05	0.0
11	34	1.65e-03	0.0	-0.63	0.0	-5.53e-04	0.0
11	39	1.35e-03	0.0	-0.64	0.0	-6.35e-04	0.0
11	44	0.07	0.0	-0.57	0.0	-3.04e-04	0.0
11	46	1.62e-03	0.0	-0.65	0.0	-5.91e-04	0.0
11	56	1.42e-03	0.0	-0.66	0.0	-6.46e-04	0.0
11	62	0.09	0.0	-0.43	0.0	3.17e-05	0.0
11	70	1.76e-03	0.0	-0.56	0.0	-4.49e-04	0.0
11	72	1.50e-03	0.0	-0.57	0.0	-5.22e-04	0.0
11	73	0.05	0.0	-0.51	0.0	-2.57e-04	0.0
12	1	-1.66e-03	0.0	-0.88	0.0	8.32e-04	0.0
12	25	0.12	0.0	-1.12	0.0	1.52e-03	0.0
12	33	0.13	0.0	-0.99	0.0	1.26e-03	0.0
12	34	-1.65e-03	0.0	-0.63	0.0	5.53e-04	0.0
12	37	0.06	0.0	-0.71	0.0	9.01e-04	0.0
12	44	0.06	0.0	-0.69	0.0	8.03e-04	0.0
12	46	-1.62e-03	0.0	-0.65	0.0	5.91e-04	0.0
12	51	0.08	0.0	-0.79	0.0	1.14e-03	0.0
12	68	0.09	0.0	-0.71	0.0	9.24e-04	0.0
12	70	-1.76e-03	0.0	-0.56	0.0	4.49e-04	0.0
12	71	0.05	0.0	-0.63	0.0	7.34e-04	0.0
12	74	0.05	0.0	-0.61	0.0	6.16e-04	0.0
13	1	-1.81e-03	0.0	-0.97	0.0	7.27e-04	0.0
13	25	0.12	0.0	-1.30	0.0	1.50e-03	0.0
13	33	0.13	0.0	-1.14	0.0	1.25e-03	0.0
13	34	-1.80e-03	0.0	-0.69	0.0	4.75e-04	0.0
13	37	0.06	0.0	-0.82	0.0	8.64e-04	0.0
13	44	0.06	0.0	-0.78	0.0	7.62e-04	0.0
13	46	-1.76e-03	0.0	-0.72	0.0	5.11e-04	0.0
13	51	0.08	0.0	-0.93	0.0	1.13e-03	0.0
13	68	0.09	0.0	-0.82	0.0	9.04e-04	0.0
13	70	-1.92e-03	0.0	-0.61	0.0	3.80e-04	0.0
13	71	0.05	0.0	-0.71	0.0	6.98e-04	0.0
13	74	0.05	0.0	-0.68	0.0	5.65e-04	0.0
14	1	1.81e-03	0.0	-0.97	0.0	-7.28e-04	0.0
14	11	1.42e-03	0.0	-1.00	0.0	-8.38e-04	0.0

14	17	0.14	0.0	-0.54	0.0	2.68e-04	0.0
14	34	1.80e-03	0.0	-0.69	0.0	-4.75e-04	0.0
14	39	1.48e-03	0.0	-0.71	0.0	-5.67e-04	0.0
14	44	0.07	0.0	-0.60	0.0	-1.90e-04	0.0
14	46	1.76e-03	0.0	-0.72	0.0	-5.11e-04	0.0
14	56	1.55e-03	0.0	-0.73	0.0	-5.73e-04	0.0
14	62	0.09	0.0	-0.42	0.0	1.61e-04	0.0
14	70	1.92e-03	0.0	-0.61	0.0	-3.80e-04	0.0
14	72	1.63e-03	0.0	-0.63	0.0	-4.61e-04	0.0
14	73	0.05	0.0	-0.53	0.0	-1.65e-04	0.0
15	1	0.08	0.0	-0.90	0.0	9.01e-04	0.0
15	12	-0.04	0.0	-0.92	0.0	7.46e-04	0.0
15	23	1.00	0.0	-0.25	0.0	1.09e-03	0.0
15	34	0.07	0.0	-0.64	0.0	6.15e-04	0.0
15	40	-0.03	0.0	-0.66	0.0	4.99e-04	0.0
15	45	0.41	0.0	-0.45	0.0	6.67e-04	0.0
15	46	0.07	0.0	-0.66	0.0	6.59e-04	0.0
15	57	-2.23e-04	0.0	-0.67	0.0	5.64e-04	0.0
15	68	0.69	0.0	-0.35	0.0	8.97e-04	0.0
15	70	0.06	0.0	-0.57	0.0	4.78e-04	0.0
15	72	-0.03	0.0	-0.59	0.0	3.97e-04	0.0
15	74	0.30	0.0	-0.49	0.0	6.00e-04	0.0
16	1	-0.08	0.0	-0.90	0.0	-9.01e-04	0.0
16	7	0.96	0.0	-1.15	0.0	1.45e-04	0.0
16	25	0.86	0.0	-1.21	0.0	-3.47e-05	0.0
16	34	-0.07	0.0	-0.64	0.0	-6.16e-04	0.0
16	37	0.35	0.0	-0.76	0.0	-2.29e-04	0.0
16	38	0.38	0.0	-0.73	0.0	-1.46e-04	0.0
16	46	-0.07	0.0	-0.66	0.0	-6.59e-04	0.0
16	51	0.63	0.0	-0.86	0.0	0.0	0.0
16	52	0.66	0.0	-0.83	0.0	8.45e-05	0.0
16	70	-0.06	0.0	-0.57	0.0	-4.78e-04	0.0
16	71	0.27	0.0	-0.67	0.0	-1.88e-04	0.0

Nodo	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
	-0.08	0.0	-1.30	0.0	-9.62e-04	0.0
	1.00	0.0	-0.25	0.0	1.55e-03	0.0



41_RIS_SPOSTAMENTI_006_CMB6



41_RIS_SPOSTAMENTI_037_CMB37



41_RIS_SPOSTAMENTI_051_CMB51



41_RIS_SPOSTAMENTI_071_CMB71

RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE
LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne le opere di fondazione, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

La prima tabella è riferita alle fondazioni tipo palo e plinto su pali.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le sei componenti di sollecitazione (espresse nel riferimento globale della struttura) per ogni palo componente l'opera.

In particolare viene riportato:

Nodo	numero del nodo a cui è applicato il plinto
Tipo	codice corrispondente al nome assegnato al tipo di plinto di fondazione: 3) palo singolo (<i>PALO</i>) 4) plinto su palo 5) plinto su due pali (<i>PL.2P</i>) 6) plinto su tre pali (<i>PL.3P</i>) 7) plinto su quattro pali (<i>PL.4P</i>) 8) plinto rettangolare su cinque pali (<i>PL.5P.R</i>) 9) plinto pentagonale su cinque pali (<i>PL.5P</i>) 10) plinto su sei pali (<i>PL.6P</i>)
Palo	numero del palo
Comb.	combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione.
Quota	quota assoluta della sezione del palo per cui si riportano le sei componenti di sollecitazione.

L'azione F_z (corrispondente allo sforzo normale nel palo) è costante poiché il peso del palo stesso non è considerato nella modellazione.

La seconda tabella è riferita alle fondazioni tipo plinto su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni nei quattro vertici dell'impronta sul terreno.

In particolare viene riportato:

Nodo	numero del nodo a cui è applicato il plinto
Tipo	Codice identificativo del nome assegnato al plinto
area	area dell'impronta del plinto
Wink O Wink V	coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati
Comb	Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati
Pt (P1 P2 P3 P4)	valori di pressione nei vertici

La terza tabella è riferita alle fondazioni tipo platea su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni in ogni vertice (nodo) degli elementi costituenti la platea.

La quarta tabella è riferita alle fondazioni tipo trave su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni alle estremità dell'elemento e la massima (in valore assoluto) pressione lungo lo sviluppo dell'elemento.

Vengono inoltre riportati, con funzione statistica, i valori massimo e minimo delle pressioni che compaiono nella tabella.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
105	PLINTO SUPERFICIALE
106	PLINTO SUPERFICIALE
107	PLINTO SUPERFICIALE
108	PLINTO SUPERFICIALE
109	PLINTO SUPERFICIALE
110	PLINTO SUPERFICIALE
111	PLINTO SUPERFICIALE
112	PLINTO SUPERFICIALE
113	PLINTO SUPERFICIALE
114	PLINTO SUPERFICIALE
115	PLINTO SUPERFICIALE
116	PLINTO SUPERFICIALE
117	PLINTO SUPERFICIALE
118	PLINTO SUPERFICIALE
119	PLINTO SUPERFICIALE
120	PLINTO SUPERFICIALE
121	PLINTO SUPERFICIALE
122	PLINTO SUPERFICIALE
123	PLINTO SUPERFICIALE
124	FONDAZIONE NASTRIFORME
125	CALCOLO DEI K DI WINKLER

Elem.	Cmb	Pt ini	Pt fin	Pt max	Cmb	Pt ini	Pt fin	Pt max	Cmb	Pt ini	Pt fin	Pt max
		kN/ m2	kN/ m2	kN/ m2		kN/ m2	kN/ m2	kN/ m2		kN/ m2	kN/ m2	kN/ m2
10	25	-335.24	-358.00	-358.00	37	-214.32	-227.62	-227.62	51	-236.87	-253.98	-253.98
	71	-188.67	-199.47	-199.47								
11	11	-282.39	-269.04	-282.39	39	-200.88	-191.80	-200.88	56	-206.88	-197.66	-206.88
	72	-178.56	-171.13	-178.56								
13	25	-358.00	-389.54	-389.54	37	-227.62	-245.78	-245.78	51	-253.98	-277.69	-277.69
	71	-199.47	-214.13	-214.13								
14	11	-300.01	-282.39	-300.01	39	-212.81	-200.88	-212.81	56	-218.92	-206.88	-218.92
	72	-188.26	-178.56	-188.26								
15	6	-193.47	-324.98	-324.98	37	-169.68	-214.32	-214.32	51	-147.12	-236.87	-236.87
	71	-154.34	-188.67	-188.67								
Elem.		Pt ini	Pt fin	Pt max		Pt ini	Pt fin	Pt max		Pt ini	Pt fin	Pt max
		-389.54										
		-147.12										



46_RIS_PRESSIONI_023_CMB23



46_RIS_PRESSIONI_025_CMB25



46_RIS_PRESSIONI_037_CMB37



46_RIS_PRESSIONI_038_CMB38



46_RIS_PRESSIONI_051_CMB51



46_RIS_PRESSIONI_052_CMB52



46_RIS_PRESSIONI_071_CMB71

RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE
LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

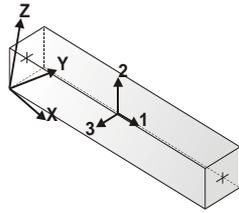
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

Pilas.	numero dell'elemento pilastro
Cmb	combinazione in cui si verificano i valori riportati
M3 mx/mn	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
M2 mx/mn	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
D2/D3	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Q2/Q3	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Pos.	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
N, V2, ecc..	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.



orientamento elementi 2D non verticali



orientamento elementi 2D verticali

Pilas.	Cmb	M3 mx/mn KN m	M2 mx/mn KN m	D 2 / D 3 m	Q 2 / Q 3 KN	Pos. cm	N KN	V 2 KN	V 3 KN	T KN m	M 2 KN m	M 3 KN m
2	1	-826.81 -883.89	0.0 0.0	3.54e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-986.13 -976.85	113.30 103.74	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-883.89 -854.05
2	16	-1213.87 -1484.09	0.0 0.0	-1.74e-04 0.0	-59.34 0.0	0.0 27.5	-856.57 -847.29	521.23 491.17	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-1484.09 -1344.90
2	23	-1061.51 -1319.81	0.0 0.0	-4.04e-04 0.0	-57.53 0.0	0.0 27.5	-838.00 -503.81	461.88 469.51	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-1213.87 -1186.70
2	27	-1022.10 -1239.95	0.0 0.0	1.58e-04 0.0	-56.91 0.0	0.0 27.5	-510.68 -995.64	498.61 395.96	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-1319.81 -1127.11
2	34	-599.76 -656.58	0.0 0.0	2.27e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-1004.92 -986.36	424.80 367.89	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-1022.10 -1022.10
2	39	-533.10 -578.74	0.0 0.0	2.82e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-698.06 -691.18	92.50 103.26	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-599.76 -626.88
2	40	-537.07 -585.49	0.0 0.0	2.77e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-684.31 -698.33	93.97 97.55	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-599.76 -585.49
2	44	-763.89 -943.86	0.0 0.0	4.77e-05 0.0	-44.10 0.0	0.0 27.5	-697.02 -690.14	349.44 327.14	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-943.86 -850.84
2	45	-728.11 -889.35	0.0 0.0	-5.40e-05 0.0	-42.62 0.0	0.0 27.5	-683.27 -572.98	305.34 314.64	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-763.89 -889.35
2	46	-622.99 -678.55	0.0 0.0	2.45e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-559.23 -730.47	272.01 110.52	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-728.11 -678.55
2	57	-583.34 -635.07	0.0 0.0	2.76e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-716.72 -730.83	91.67 103.56	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-622.99 -635.07
2	58	-561.18 -603.90	0.0 0.0	2.64e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-717.08 -698.06	84.71 87.20	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-603.90 -581.24
2	68	-881.91 -1071.03	0.0 0.0	-2.10e-04 0.0	-42.62 0.0	0.0 27.5	-684.31 -538.19	68.35 365.34	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-603.90 -1071.03
2	70	-521.00 -582.00	0.0 0.0	1.77e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-531.32 -524.44	343.78 322.71	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-582.00 -521.00
2	72	-461.82 -512.90	0.0 0.0	2.26e-04 0.0	-18.85 0.0	0.0 27.5	-600.83 -593.96	120.42 92.82	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-512.90 -486.06
2	73	-604.70 -755.18	0.0 0.0	4.53e-05 0.0	-40.68 0.0	0.0 27.5	-587.08 -582.24	83.53 294.15	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-604.70 -755.18
2	74	-658.03 -798.42	0.0 0.0	1.83e-05 0.0	-40.68 0.0	0.0 27.5	-575.37 -568.49	273.52 253.46	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-755.18 -798.42
2	77	-543.00 -613.83	0.0 0.0	1.67e-04 0.0	-20.96 0.0	0.0 27.5	-582.24 -607.85	275.77 139.36	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-613.83 -543.00
4	1	-675.46 -826.81	0.0 0.0	7.46e-04 0.0	-142.46 0.0	0.0 327.5	-600.97 -594.10	128.75 118.40	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-613.83 -543.00
4	17	128.23 -1185.40	0.0 0.0	-7.61e-03 0.0	-479.46 0.0	0.0 327.5	-967.57 -857.04	94.45 4.29	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-826.81 -675.46
4	23	65.82 -1061.51	0.0 0.0	-7.59e-03 0.0	-479.46 0.0	0.0 327.5	-746.51 -746.51	-48.01 -48.01	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-757.39 -757.39
4	27	-226.30 -1022.10	0.0 0.0	-3.19e-03 0.0	-438.71 0.0	0.0 327.5	-761.49 -650.96	471.93 184.73	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	-1185.40 -136.03
4	29	-58.63 -1217.57	0.0 0.0	-7.59e-03 0.0	-479.46 0.0	0.0 327.5	-540.43 -496.93	-7.52 441.08	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	128.23 -1061.51
4	34	-449.99	0.0	-5.31e-04	-142.46	0.0	-415.06	153.88	0.0	0.0	0.0	-113.19
						655.0	-333.18	-38.38	0.0	0.0	0.0	50.03
						655.0	-986.36	367.89	0.0	0.0	0.0	-1022.10
						655.0	-875.82	93.37	0.0	0.0	0.0	-296.91
						655.0	-765.29	-70.83	0.0	0.0	0.0	-290.12
						655.0	-702.41	446.59	0.0	0.0	0.0	-1217.57
						655.0	-591.88	159.39	0.0	0.0	0.0	-251.18
						655.0	-481.35	-32.86	0.0	0.0	0.0	-69.91
						0.0	-684.31	93.97	0.0	0.0	0.0	-599.76

		-599.76	0.0	0.0	0.0	327.5	-602.43	3.81	0.0	0.0	0.0	-449.99
						655.0	-520.56	-48.49	0.0	0.0	0.0	-533.49
4	40	-435.52	0.0	8.15e-04	-142.46	0.0	-684.58	78.70	0.0	0.0	0.0	-537.07
		-570.79	0.0	0.0	0.0	327.5	-602.71	-11.46	0.0	0.0	0.0	-437.29
						655.0	-520.83	-63.76	0.0	0.0	0.0	-570.79
4	43	-40.75	0.0	-3.05e-03	-355.27	0.0	-603.10	293.23	0.0	0.0	0.0	-697.26
		-697.26	0.0	0.0	0.0	327.5	-521.23	80.44	0.0	0.0	0.0	-104.55
						655.0	-439.35	-62.04	0.0	0.0	0.0	-93.61
4	44	-80.31	0.0	-2.93e-03	-372.86	0.0	-683.27	305.34	0.0	0.0	0.0	-763.89
		-763.89	0.0	0.0	0.0	327.5	-601.39	83.76	0.0	0.0	0.0	-145.94
						655.0	-519.52	-67.52	0.0	0.0	0.0	-138.54
4	45	-173.99	0.0	-3.03e-03	-355.27	0.0	-559.23	272.01	0.0	0.0	0.0	-728.11
		-728.11	0.0	0.0	0.0	327.5	-477.35	59.23	0.0	0.0	0.0	-204.90
						655.0	-395.48	-83.26	0.0	0.0	0.0	-263.44
4	46	-480.76	0.0	-5.26e-04	-142.46	0.0	-716.72	91.67	0.0	0.0	0.0	-622.99
		-622.99	0.0	0.0	0.0	327.5	-634.84	1.51	0.0	0.0	0.0	-480.76
						655.0	-552.97	-50.80	0.0	0.0	0.0	-571.80
4	57	-463.89	0.0	7.18e-04	-142.46	0.0	-717.08	84.71	0.0	0.0	0.0	-583.34
		-583.34	0.0	0.0	0.0	327.5	-635.21	-5.45	0.0	0.0	0.0	-463.89
						655.0	-553.33	-57.75	0.0	0.0	0.0	-577.73
4	62	86.37	0.0	-5.32e-03	-355.27	0.0	-568.32	343.93	0.0	0.0	0.0	-851.05
		-851.05	0.0	0.0	0.0	327.5	-486.44	131.14	0.0	0.0	0.0	-92.30
						655.0	-404.57	-11.34	0.0	0.0	0.0	84.68
4	68	-70.07	0.0	-5.30e-03	-355.27	0.0	-524.44	322.71	0.0	0.0	0.0	-881.91
		-881.91	0.0	0.0	0.0	327.5	-442.57	109.93	0.0	0.0	0.0	-192.65
						655.0	-360.69	-32.56	0.0	0.0	0.0	-85.15
4	70	-343.95	0.0	-4.99e-04	-142.46	0.0	-587.08	101.57	0.0	0.0	0.0	-521.00
		-521.00	0.0	0.0	0.0	327.5	-505.20	11.41	0.0	0.0	0.0	-346.33
						655.0	-423.33	-40.89	0.0	0.0	0.0	-404.94
4	72	-346.23	0.0	6.50e-04	-142.46	0.0	-587.08	83.53	0.0	0.0	0.0	-461.82
		-463.92	0.0	0.0	0.0	327.5	-505.21	-6.63	0.0	0.0	0.0	-346.23
						655.0	-423.33	-58.93	0.0	0.0	0.0	-463.92
4	73	-76.44	0.0	-2.23e-03	-307.42	0.0	-568.49	253.46	0.0	0.0	0.0	-604.70
		-604.70	0.0	0.0	0.0	327.5	-486.62	58.89	0.0	0.0	0.0	-115.52
						655.0	-404.74	-53.96	0.0	0.0	0.0	-129.76
4	74	-210.90	0.0	-2.21e-03	-307.42	0.0	-568.49	235.09	0.0	0.0	0.0	-658.03
		-658.03	0.0	0.0	0.0	327.5	-486.62	40.51	0.0	0.0	0.0	-229.04
						655.0	-404.74	-72.33	0.0	0.0	0.0	-303.44
5	1	-757.39	0.0	-4.92e-04	-5.48	0.0	-746.51	-48.01	0.0	0.0	0.0	-757.39
		-787.91	0.0	0.0	0.0	30.0	-736.38	-50.91	0.0	0.0	0.0	-772.24
						60.0	-726.26	-53.49	0.0	0.0	0.0	-787.91
5	13	-886.33	0.0	-3.70e-04	-5.48	0.0	-702.43	-83.57	0.0	0.0	0.0	-886.33
		-938.18	0.0	0.0	0.0	30.0	-692.31	-86.47	0.0	0.0	0.0	-911.84
						60.0	-682.18	-89.05	0.0	0.0	0.0	-938.18
5	17	128.23	0.0	-7.87e-04	-24.94	0.0	-540.43	-7.52	0.0	0.0	0.0	128.23
		116.07	0.0	0.0	0.0	30.0	-530.31	-20.39	0.0	0.0	0.0	124.02
						60.0	-520.18	-32.47	0.0	0.0	0.0	116.07
5	23	50.03	0.0	-6.55e-04	-24.94	0.0	-333.18	-38.38	0.0	0.0	0.0	50.03
		19.36	0.0	0.0	0.0	30.0	-325.68	-51.24	0.0	0.0	0.0	36.56
						60.0	-318.18	-63.32	0.0	0.0	0.0	19.36
5	27	-290.12	0.0	-5.71e-04	-18.14	0.0	-765.29	-70.83	0.0	0.0	0.0	-290.12
		-338.24	0.0	0.0	0.0	30.0	-755.17	-80.35	0.0	0.0	0.0	-312.82
						60.0	-745.04	-88.96	0.0	0.0	0.0	-338.24
5	34	-533.49	0.0	-3.34e-04	-5.48	0.0	-520.56	-48.49	0.0	0.0	0.0	-533.49
		-564.30	0.0	0.0	0.0	30.0	-513.06	-51.39	0.0	0.0	0.0	-548.48
						60.0	-505.56	-53.97	0.0	0.0	0.0	-564.30
5	39	-599.94	0.0	-2.74e-04	-5.48	0.0	-520.56	-68.82	0.0	0.0	0.0	-599.94
		-642.94	0.0	0.0	0.0	30.0	-513.06	-71.72	0.0	0.0	0.0	-621.03
						60.0	-505.56	-74.30	0.0	0.0	0.0	-642.94
5	40	-570.79	0.0	-2.61e-04	-5.48	0.0	-520.83	-63.76	0.0	0.0	0.0	-570.79
		-610.75	0.0	0.0	0.0	30.0	-513.33	-66.66	0.0	0.0	0.0	-590.36
						60.0	-505.83	-69.24	0.0	0.0	0.0	-610.75
5	43	-93.61	0.0	-4.07e-04	-18.49	0.0	-439.35	-62.04	0.0	0.0	0.0	-93.61
		-136.50	0.0	0.0	0.0	30.0	-431.85	-71.58	0.0	0.0	0.0	-113.67
						60.0	-424.35	-80.53	0.0	0.0	0.0	-136.50
5	45	-263.44	0.0	-3.78e-04	-18.49	0.0	-395.48	-83.26	0.0	0.0	0.0	-263.44
		-319.06	0.0	0.0	0.0	30.0	-387.98	-92.80	0.0	0.0	0.0	-289.86
						60.0	-380.48	-101.75	0.0	0.0	0.0	-319.06
5	46	-571.80	0.0	-3.58e-04	-5.48	0.0	-552.97	-50.80	0.0	0.0	0.0	-571.80
		-603.98	0.0	0.0	0.0	30.0	-545.47	-53.69	0.0	0.0	0.0	-587.48
						60.0	-537.97	-56.28	0.0	0.0	0.0	-603.98
5	57	-577.73	0.0	-3.00e-04	-5.48	0.0	-553.33	-57.75	0.0	0.0	0.0	-577.73
		-614.09	0.0	0.0	0.0	30.0	-545.83	-60.65	0.0	0.0	0.0	-595.50
						60.0	-538.33	-63.24	0.0	0.0	0.0	-614.09
5	58	-662.70	0.0	-2.79e-04	-5.48	0.0	-520.56	-74.11	0.0	0.0	0.0	-662.70
		-708.87	0.0	0.0	0.0	30.0	-513.06	-77.01	0.0	0.0	0.0	-685.38
						60.0	-505.56	-79.59	0.0	0.0	0.0	-708.87
5	62	84.68	0.0	-5.59e-04	-18.49	0.0	-404.57	-11.34	0.0	0.0	0.0	84.68
		72.21	0.0	0.0	0.0	30.0	-397.07	-20.88	0.0	0.0	0.0	79.84
						60.0	-389.57	-29.83	0.0	0.0	0.0	72.21
5	68	-85.15	0.0	-5.31e-04	-18.49	0.0	-360.69	-32.56	0.0	0.0	0.0	-85.15
		-110.35	0.0	0.0	0.0	30.0	-353.19	-42.10	0.0	0.0	0.0	-96.36
						60.0	-345.69	-51.05	0.0	0.0	0.0	-110.35
5	70	-404.94	0.0	-2.60e-04	-5.48	0.0	-423.33	-40.89	0.0	0.0	0.0	-404.94
		-431.18	0.0	0.0	0.0	30.0	-415.83	-43.79	0.0	0.0	0.0	-417.65
						60.0	-408.33	-46.37	0.0	0.0	0.0	-431.18
5	72	-463.92	0.0	-2.07e-04	-5.48	0.0	-423.33	-58.93	0.0	0.0	0.0	-463.92
		-500.99	0.0	0.0	0.0	30.0	-415.83	-61.83	0.0	0.0	0.0	-482.05
						60.0	-408.33	-64.41	0.0	0.0	0.0	-500.99
5	73	-129.76	0.0	-3.39e-04	-11.83	0.0	-404.74	-53.96	0.0	0.0	0.0	-129.76

		-165.82	0.0	0.0	0.0	30.0	-397.24	-60.21	0.0	0.0	0.0	-146.90
						60.0	-389.74	-65.79	0.0	0.0	0.0	-165.82
6	1	787.85	0.0	4.92e-04	5.48	0.0	-746.34	48.01	0.0	0.0	0.0	757.33
		757.33	0.0	0.0	0.0	30.0	-736.21	50.91	0.0	0.0	0.0	772.18
						60.0	-726.09	53.49	0.0	0.0	0.0	787.85
6	25	1199.38	0.0	-5.75e-05	5.48	0.0	-824.64	188.03	0.0	0.0	0.0	1084.86
		1084.86	0.0	0.0	0.0	30.0	-814.51	190.92	0.0	0.0	0.0	1141.71
						60.0	-804.39	193.51	0.0	0.0	0.0	1199.38
6	26	1213.54	0.0	-5.33e-05	5.48	0.0	-789.71	195.34	0.0	0.0	0.0	1094.63
		1094.63	0.0	0.0	0.0	30.0	-779.59	198.24	0.0	0.0	0.0	1153.67
						60.0	-769.46	200.82	0.0	0.0	0.0	1213.54
6	34	564.26	0.0	3.34e-04	5.48	0.0	-520.46	48.49	0.0	0.0	0.0	533.46
		533.46	0.0	0.0	0.0	30.0	-512.96	51.39	0.0	0.0	0.0	548.45
						60.0	-505.46	53.97	0.0	0.0	0.0	564.26
6	42	497.10	0.0	1.60e-04	5.48	0.0	-545.49	70.69	0.0	0.0	0.0	452.98
		452.98	0.0	0.0	0.0	30.0	-537.99	73.59	0.0	0.0	0.0	474.63
						60.0	-530.49	76.17	0.0	0.0	0.0	497.10
6	43	470.72	0.0	1.11e-04	5.48	0.0	-495.06	75.05	0.0	0.0	0.0	423.98
		423.98	0.0	0.0	0.0	30.0	-487.56	77.95	0.0	0.0	0.0	446.94
						60.0	-480.06	80.53	0.0	0.0	0.0	470.72
6	45	653.28	0.0	8.26e-05	5.48	0.0	-451.18	96.27	0.0	0.0	0.0	593.81
		593.81	0.0	0.0	0.0	30.0	-443.68	99.17	0.0	0.0	0.0	623.14
						60.0	-436.18	101.75	0.0	0.0	0.0	653.28
6	46	603.94	0.0	3.58e-04	5.48	0.0	-552.84	50.80	0.0	0.0	0.0	571.75
		571.75	0.0	0.0	0.0	30.0	-545.34	53.69	0.0	0.0	0.0	587.43
						60.0	-537.84	56.28	0.0	0.0	0.0	603.94
6	61	705.81	0.0	7.87e-06	5.48	0.0	-580.28	121.39	0.0	0.0	0.0	631.27
		631.27	0.0	0.0	0.0	30.0	-572.78	124.29	0.0	0.0	0.0	668.13
						60.0	-565.28	126.87	0.0	0.0	0.0	705.81
6	65	379.16	0.0	1.26e-04	5.48	0.0	-495.06	63.14	0.0	0.0	0.0	339.57
		339.57	0.0	0.0	0.0	30.0	-487.56	66.03	0.0	0.0	0.0	358.96
						60.0	-480.06	68.62	0.0	0.0	0.0	379.16
6	68	861.99	0.0	-6.97e-05	5.48	0.0	-485.97	146.97	0.0	0.0	0.0	772.10
		772.10	0.0	0.0	0.0	30.0	-478.47	149.87	0.0	0.0	0.0	816.64
						60.0	-470.97	152.45	0.0	0.0	0.0	861.99
6	69	709.49	0.0	9.52e-05	5.48	0.0	-451.18	99.05	0.0	0.0	0.0	648.35
		648.35	0.0	0.0	0.0	30.0	-443.68	101.95	0.0	0.0	0.0	678.51
						60.0	-436.18	104.53	0.0	0.0	0.0	709.49
6	70	431.18	0.0	2.60e-04	5.48	0.0	-423.33	40.89	0.0	0.0	0.0	404.94
		404.94	0.0	0.0	0.0	30.0	-415.83	43.79	0.0	0.0	0.0	417.65
						60.0	-408.33	46.37	0.0	0.0	0.0	431.18
6	72	500.99	0.0	2.07e-04	5.48	0.0	-423.33	58.93	0.0	0.0	0.0	463.92
		463.92	0.0	0.0	0.0	30.0	-415.83	61.83	0.0	0.0	0.0	482.05
						60.0	-408.33	64.41	0.0	0.0	0.0	500.99
6	73	388.88	0.0	1.36e-04	5.48	0.0	-441.92	60.30	0.0	0.0	0.0	350.98
		350.98	0.0	0.0	0.0	30.0	-434.42	63.20	0.0	0.0	0.0	369.52
						60.0	-426.92	65.79	0.0	0.0	0.0	388.88
6	74	573.59	0.0	1.34e-04	5.48	0.0	-441.92	78.68	0.0	0.0	0.0	524.67
		524.67	0.0	0.0	0.0	30.0	-434.42	81.58	0.0	0.0	0.0	548.72
						60.0	-426.92	84.16	0.0	0.0	0.0	573.59
6	77	590.75	0.0	1.54e-04	5.48	0.0	-449.38	76.72	0.0	0.0	0.0	543.01
		543.01	0.0	0.0	0.0	30.0	-441.88	79.62	0.0	0.0	0.0	566.47
						60.0	-434.38	82.21	0.0	0.0	0.0	590.75
6	78	511.71	0.0	5.98e-05	5.48	0.0	-468.35	83.55	0.0	0.0	0.0	459.87
		459.87	0.0	0.0	0.0	30.0	-460.85	86.45	0.0	0.0	0.0	485.38
						60.0	-453.35	89.03	0.0	0.0	0.0	511.71
7	1	826.75	0.0	-7.45e-04	142.46	0.0	-967.40	-94.45	0.0	0.0	0.0	826.75
		675.40	0.0	0.0	0.0	327.5	-856.87	-4.29	0.0	0.0	0.0	675.40
						655.0	-746.34	48.01	0.0	0.0	0.0	757.33
7	25	1084.86	0.0	-6.52e-03	142.46	0.0	-1045.70	45.56	0.0	0.0	0.0	237.19
		237.19	0.0	0.0	0.0	327.5	-935.17	135.72	0.0	0.0	0.0	544.38
						655.0	-824.64	188.03	0.0	0.0	0.0	1084.86
7	26	1094.63	0.0	-6.43e-03	142.46	0.0	-1010.78	52.88	0.0	0.0	0.0	199.03
		199.03	0.0	0.0	0.0	327.5	-900.25	143.04	0.0	0.0	0.0	530.19
						655.0	-789.71	195.34	0.0	0.0	0.0	1094.63
7	32	592.00	0.0	-3.52e-03	479.46	0.0	-692.70	-207.19	0.0	0.0	0.0	171.59
		-50.93	0.0	0.0	0.0	327.5	-610.83	80.01	0.0	0.0	0.0	-10.76
						655.0	-528.95	272.26	0.0	0.0	0.0	592.00
7	34	599.73	0.0	5.32e-04	142.46	0.0	-684.21	-93.97	0.0	0.0	0.0	599.73
		449.95	0.0	0.0	0.0	327.5	-602.34	-3.81	0.0	0.0	0.0	449.95
						655.0	-520.46	48.49	0.0	0.0	0.0	533.46
7	38	490.43	0.0	-2.78e-03	142.46	0.0	-658.81	-47.09	0.0	0.0	0.0	249.63
		214.60	0.0	0.0	0.0	327.5	-576.93	43.07	0.0	0.0	0.0	253.39
						655.0	-495.06	95.38	0.0	0.0	0.0	490.43
7	39	599.91	0.0	-8.43e-04	142.46	0.0	-684.21	-73.65	0.0	0.0	0.0	533.06
		443.94	0.0	0.0	0.0	327.5	-602.34	16.52	0.0	0.0	0.0	449.85
						655.0	-520.46	68.82	0.0	0.0	0.0	599.91
7	42	452.98	0.0	-1.82e-03	142.46	0.0	-709.24	-71.78	0.0	0.0	0.0	373.88
		289.35	0.0	0.0	0.0	327.5	-627.37	18.39	0.0	0.0	0.0	296.79
						655.0	-545.49	70.69	0.0	0.0	0.0	452.98
7	45	593.81	0.0	-1.96e-03	142.46	0.0	-614.93	-46.19	0.0	0.0	0.0	347.15
		313.59	0.0	0.0	0.0	327.5	-533.06	43.97	0.0	0.0	0.0	353.84
						655.0	-451.18	96.27	0.0	0.0	0.0	593.81
7	46	622.95	0.0	5.27e-04	142.46	0.0	-716.59	-91.67	0.0	0.0	0.0	622.95
		480.71	0.0	0.0	0.0	327.5	-634.72	-1.51	0.0	0.0	0.0	480.71
						655.0	-552.84	50.80	0.0	0.0	0.0	571.75
7	52	668.73	0.0	-5.05e-03	142.46	0.0	-693.59	3.61	0.0	0.0	0.0	95.84
		95.84	0.0	0.0	0.0	327.5	-611.72	93.77	0.0	0.0	0.0	265.64
						655.0	-529.84	146.08	0.0	0.0	0.0	668.73
7	61	631.27	0.0	-3.95e-03	142.46	0.0	-744.03	-21.08	0.0	0.0	0.0	220.09

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOPASSO SVINCOLO SS336 NORD - PROGETTO ESECUTIVO

		213.68	0.0	0.0	0.0	327.5	-662.15	69.09	0.0	0.0	0.0	309.04
						655.0	-580.28	121.39	0.0	0.0	0.0	631.27
7	68	772.10	0.0	-4.21e-03	142.46	0.0	-649.72	4.51	0.0	0.0	0.0	193.36
		193.36	0.0	0.0	0.0	327.5	-567.84	94.67	0.0	0.0	0.0	366.09
						655.0	-485.97	146.97	0.0	0.0	0.0	772.10
7	69	648.35	0.0	-1.79e-03	142.46	0.0	-614.93	-43.41	0.0	0.0	0.0	383.47
		354.46	0.0	0.0	0.0	327.5	-533.06	46.75	0.0	0.0	0.0	399.27
						655.0	-451.18	99.05	0.0	0.0	0.0	648.35
7	70	521.00	0.0	4.99e-04	142.46	0.0	-587.08	-101.57	0.0	0.0	0.0	521.00
		343.95	0.0	0.0	0.0	327.5	-505.21	-11.41	0.0	0.0	0.0	346.33
						655.0	-423.33	40.89	0.0	0.0	0.0	404.94
7	71	409.97	0.0	-1.99e-03	142.46	0.0	-605.67	-64.12	0.0	0.0	0.0	280.72
		214.99	0.0	0.0	0.0	327.5	-523.79	26.04	0.0	0.0	0.0	228.70
						655.0	-441.92	78.34	0.0	0.0	0.0	409.97
7	72	463.92	0.0	-6.50e-04	142.46	0.0	-587.08	-83.53	0.0	0.0	0.0	461.82
		346.23	0.0	0.0	0.0	327.5	-505.20	6.63	0.0	0.0	0.0	346.23
						655.0	-423.33	58.93	0.0	0.0	0.0	463.92
7	74	524.67	0.0	-1.32e-03	142.46	0.0	-605.67	-63.78	0.0	0.0	0.0	393.23
		328.33	0.0	0.0	0.0	327.5	-523.79	26.38	0.0	0.0	0.0	342.31
						655.0	-441.92	78.68	0.0	0.0	0.0	524.67
7	77	543.01	0.0	-1.31e-03	139.14	0.0	-618.63	-62.42	0.0	0.0	0.0	413.49
		350.42	0.0	0.0	0.0	327.5	-534.00	26.08	0.0	0.0	0.0	364.33
						655.0	-449.38	76.72	0.0	0.0	0.0	543.01
8	1	883.83	0.0	-3.54e-04	18.85	0.0	-985.96	-113.30	0.0	0.0	0.0	883.83
		826.75	0.0	0.0	0.0	27.5	-976.68	-103.74	0.0	0.0	0.0	853.99
						55.0	-967.40	-94.45	0.0	0.0	0.0	826.75
8	4	904.85	0.0	-2.94e-04	18.85	0.0	-942.42	-119.90	0.0	0.0	0.0	904.85
		844.14	0.0	0.0	0.0	27.5	-933.14	-110.34	0.0	0.0	0.0	873.20
						55.0	-923.86	-101.05	0.0	0.0	0.0	844.14
8	23	52.31	0.0	-6.23e-04	18.85	0.0	-690.98	33.42	0.0	0.0	0.0	28.70
		28.70	0.0	0.0	0.0	27.5	-684.10	42.97	0.0	0.0	0.0	39.21
						55.0	-677.23	52.27	0.0	0.0	0.0	52.31
8	25	237.19	0.0	-8.19e-04	18.85	0.0	-1064.26	26.71	0.0	0.0	0.0	217.27
		217.27	0.0	0.0	0.0	27.5	-1054.98	36.27	0.0	0.0	0.0	225.94
						55.0	-1045.70	45.56	0.0	0.0	0.0	237.19
8	34	656.55	0.0	-2.27e-04	18.85	0.0	-697.96	-112.82	0.0	0.0	0.0	656.55
		599.73	0.0	0.0	0.0	27.5	-691.09	-103.26	0.0	0.0	0.0	626.84
						55.0	-684.21	-93.97	0.0	0.0	0.0	599.73
8	38	280.66	0.0	-4.46e-04	18.85	0.0	-672.56	-65.94	0.0	0.0	0.0	280.66
		249.63	0.0	0.0	0.0	27.5	-665.68	-56.38	0.0	0.0	0.0	263.85
						55.0	-658.81	-47.09	0.0	0.0	0.0	249.63
8	42	418.49	0.0	-4.03e-04	18.85	0.0	-722.99	-90.63	0.0	0.0	0.0	418.49
		373.88	0.0	0.0	0.0	27.5	-716.12	-81.07	0.0	0.0	0.0	394.89
						55.0	-709.24	-71.78	0.0	0.0	0.0	373.88
8	45	377.69	0.0	-3.32e-04	18.85	0.0	-628.68	-65.04	0.0	0.0	0.0	377.69
		347.15	0.0	0.0	0.0	27.5	-621.81	-55.49	0.0	0.0	0.0	361.13
						55.0	-614.93	-46.19	0.0	0.0	0.0	347.15
8	46	678.50	0.0	-2.45e-04	18.85	0.0	-730.34	-110.52	0.0	0.0	0.0	678.50
		622.95	0.0	0.0	0.0	27.5	-723.47	-100.96	0.0	0.0	0.0	649.43
						55.0	-716.59	-91.67	0.0	0.0	0.0	622.95
8	49	698.12	0.0	-1.98e-04	18.85	0.0	-698.33	-115.09	0.0	0.0	0.0	698.12
		640.05	0.0	0.0	0.0	27.5	-691.46	-105.54	0.0	0.0	0.0	667.79
						55.0	-684.58	-96.24	0.0	0.0	0.0	640.05
8	52	98.98	0.0	-6.03e-04	18.85	0.0	-707.34	-15.24	0.0	0.0	0.0	98.98
		95.66	0.0	0.0	0.0	27.5	-700.47	-5.68	0.0	0.0	0.0	96.11
						55.0	-693.59	3.61	0.0	0.0	0.0	95.84
8	61	236.82	0.0	-5.59e-04	18.85	0.0	-757.78	-39.93	0.0	0.0	0.0	236.82
		220.09	0.0	0.0	0.0	27.5	-750.90	-30.37	0.0	0.0	0.0	227.16
						55.0	-744.03	-21.08	0.0	0.0	0.0	220.09
8	69	412.48	0.0	-3.08e-04	18.85	0.0	-628.68	-62.26	0.0	0.0	0.0	412.48
		383.47	0.0	0.0	0.0	27.5	-621.81	-52.70	0.0	0.0	0.0	396.68
						55.0	-614.93	-43.41	0.0	0.0	0.0	383.47
8	70	582.00	0.0	-1.77e-04	18.85	0.0	-600.83	-120.42	0.0	0.0	0.0	582.00
		521.00	0.0	0.0	0.0	27.5	-593.96	-110.86	0.0	0.0	0.0	550.20
						55.0	-587.08	-101.57	0.0	0.0	0.0	521.00
8	71	321.12	0.0	-3.67e-04	18.85	0.0	-619.42	-82.97	0.0	0.0	0.0	321.12
		280.72	0.0	0.0	0.0	27.5	-612.54	-73.41	0.0	0.0	0.0	299.62
						55.0	-605.67	-64.12	0.0	0.0	0.0	280.72
8	72	512.90	0.0	-2.26e-04	18.85	0.0	-600.83	-102.38	0.0	0.0	0.0	512.90
		461.82	0.0	0.0	0.0	27.5	-593.95	-92.82	0.0	0.0	0.0	486.06
						55.0	-587.08	-83.53	0.0	0.0	0.0	461.82
8	73	390.22	0.0	-3.18e-04	18.85	0.0	-619.42	-101.01	0.0	0.0	0.0	390.22
		339.89	0.0	0.0	0.0	27.5	-612.54	-91.45	0.0	0.0	0.0	363.76
						55.0	-605.67	-82.16	0.0	0.0	0.0	339.89
8	77	452.96	0.0	-2.97e-04	18.85	0.0	-632.38	-81.27	0.0	0.0	0.0	452.96
		413.49	0.0	0.0	0.0	27.5	-625.50	-71.71	0.0	0.0	0.0	431.93
						55.0	-618.63	-62.42	0.0	0.0	0.0	413.49

Pilas.		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	N		V 2	V 3	T			
		-1484.09	0.0	-7.61e-03	-479.46	-1064.26		-207.19	0.0	0.0			
		1213.54	0.0	8.15e-04	479.46	-318.18		521.23	0.0	0.0			
Trave		Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
			kN m	kN m	m	kN	cm	kN	kN	kN	kN m	kN m	kN m
1	1		0.0	0.0	4.50e-04	-48.48	0.0	0.0	48.48	0.0	0.0	0.0	-12.12
			-12.12	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	24.24	0.0	0.0	0.0	-3.03
							50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	10		0.0	0.0	6.63e-05	-46.95	0.0	0.0	46.95	0.0	0.0	0.0	-11.74
			-11.74	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	23.47	0.0	0.0	0.0	-2.93
							50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOPASSO SVINCOLO SS336 NORD - PROGETTO ESECUTIVO

1	28	0.0 -13.98	0.0 0.0	2.17e-04 0.0	-55.90 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	55.90 27.95 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-13.98 -3.49 0.0
1	30	0.0 -8.99	0.0 0.0	3.35e-05 0.0	-35.95 0.0	0.0 25.0 50.0	5.27 2.63 0.0	35.95 17.98 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-8.99 -2.25 0.0
1	32	0.0 -8.99	0.0 0.0	-3.27e-05 0.0	-35.95 0.0	0.0 25.0 50.0	5.27 2.63 0.0	35.95 17.98 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-8.99 -2.25 0.0
1	34	0.0 -8.70	0.0 0.0	3.07e-04 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	34.78 17.39 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-8.70 -2.17 0.0
1	35	0.0 -9.73	0.0 0.0	2.66e-04 0.0	-38.91 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	38.91 19.45 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-9.73 -2.43 0.0
1	37	0.0 -9.73	0.0 0.0	1.14e-04 0.0	-38.91 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	38.91 19.45 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-9.73 -2.43 0.0
1	38	0.0 -8.70	0.0 0.0	7.24e-05 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	34.78 17.39 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-8.70 -2.17 0.0
1	46	0.0 -8.98	0.0 0.0	3.29e-04 0.0	-35.91 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	35.91 17.95 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-8.98 -2.24 0.0
1	55	0.0 -8.70	0.0 0.0	5.90e-05 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	34.78 17.39 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-8.70 -2.17 0.0
1	57	0.0 -10.35	0.0 0.0	2.81e-04 0.0	-41.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	41.41 20.70 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-10.35 -2.59 0.0
1	58	0.0 -8.70	0.0 0.0	2.70e-04 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	34.78 17.39 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-8.70 -2.17 0.0
1	66	0.0 -8.70	0.0 0.0	8.41e-05 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	3.90 1.95 0.0	34.78 17.39 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-8.70 -2.17 0.0
1	70	0.0 -7.85	0.0 0.0	2.39e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	31.41 15.70 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-7.85 -1.96 0.0
1	71	0.0 -7.85	0.0 0.0	9.36e-05 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	31.41 15.70 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-7.85 -1.96 0.0
1	72	0.0 -7.85	0.0 0.0	1.98e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	31.41 15.70 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-7.85 -1.96 0.0
3	1	-473.26 -800.03	0.0 0.0	-4.87e-04 0.0	-48.48 0.0	0.0 25.0 50.0	-53.49 -53.49 -53.49	677.78 653.54 629.30	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-800.03 -633.61 -473.26
3	13	-644.04 -949.92	0.0 0.0	-3.97e-04 0.0	-46.95 0.0	0.0 25.0 50.0	-89.05 -89.05 -89.05	635.23 611.76 588.28	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-949.92 -794.04 -644.04
3	17	329.22 104.34	0.0 0.0	-6.60e-04 0.0	-46.95 0.0	0.0 25.0 50.0	-37.73 -40.37 -43.00	473.23 449.76 426.28	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	104.34 219.71 329.22
3	21	262.53 -22.56	0.0 0.0	-6.51e-04 0.0	-46.95 0.0	0.0 25.0 50.0	-24.54 -27.17 -29.80	593.66 570.19 546.72	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-22.56 122.92 262.53
3	32	-30.04 -213.51	0.0 0.0	-3.10e-04 0.0	-35.95 0.0	0.0 25.0 50.0	-165.58 -168.21 -170.85	384.92 366.94 348.97	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-213.51 -119.53 -30.04
3	34	-346.30 -572.99	0.0 0.0	-3.34e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-53.97 -53.97 -53.97	470.77 453.38 435.99	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-572.99 -457.47 -346.30
3	39	-424.95 -651.64	0.0 0.0	-2.90e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-74.30 -74.30 -74.30	470.77 453.38 435.99	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-651.64 -536.12 -424.95
3	43	40.89 -145.19	0.0 0.0	-3.62e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-80.53 -80.53 -80.53	389.57 372.18 354.78	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-145.19 -49.98 40.89
3	45	-160.23 -326.91	0.0 0.0	-3.51e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-101.75 -101.75 -101.75	349.07 333.36 317.66	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-326.91 -241.61 -160.23
3	46	-370.91 -612.96	0.0 0.0	-3.57e-04 0.0	-35.91 0.0	0.0 25.0 50.0	-56.28 -56.28 -56.28	502.06 484.10 466.15	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-612.96 -489.69 -370.91
3	58	-490.88 -717.57	0.0 0.0	-3.00e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-79.59 -79.59 -79.59	470.77 453.38 435.99	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-717.57 -602.05 -490.88
3	62	232.21 63.52	0.0 0.0	-4.71e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-33.73 -35.68 -37.63	354.78 337.39 320.00	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	63.52 150.04 232.21
3	66	182.69 -30.72	0.0 0.0	-4.64e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-23.93 -25.88 -27.83	444.21 426.82 409.43	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-30.72 78.16 182.69
3	69	-216.44 -383.12	0.0 0.0	-3.65e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-104.53 -104.53 -104.53	349.07 333.36 317.66	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-383.12 -297.82 -216.44
3	70	-258.43 -439.03	0.0 0.0	-2.60e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-46.37 -46.37 -46.37	376.92 361.21 345.51	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-439.03 -346.77 -258.43

3	72	-328.24 -508.84	0.0 0.0	-2.21e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-64.41 -64.41 -64.41	376.92 361.22 345.51	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-508.84 -416.58 -328.24
3	73	-2.36 -173.67	0.0 0.0	-3.06e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-65.79 -65.79 -65.79	358.33 342.63 326.92	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-173.67 -86.05 -2.36
3	74	-187.07 -358.38	0.0 0.0	-3.18e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-84.16 -84.16 -84.16	358.33 342.63 326.92	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-358.38 -270.76 -187.07
9	1	-473.28 -799.97	0.0 0.0	4.88e-04 0.0	-48.48 0.0	0.0 25.0 50.0	-53.49 -53.49 -53.49	-629.13 -653.37 -677.61	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-473.28 -633.59 -799.97
9	2	-422.50 -743.95	0.0 0.0	4.63e-04 0.0	-55.90 0.0	0.0 25.0 50.0	-44.39 -44.39 -44.39	-614.94 -642.89 -670.84	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-422.50 -579.73 -743.95
9	22	-281.70 -584.82	0.0 0.0	2.86e-04 0.0	-46.95 0.0	0.0 25.0 50.0	-73.42 -73.42 -73.42	-582.76 -606.24 -629.71	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-281.70 -430.33 -584.82
9	26	-881.31 -1226.67	0.0 0.0	7.07e-05 0.0	-52.50 0.0	0.0 25.0 50.0	-190.29 -192.93 -195.56	-664.46 -690.71 -716.96	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-881.31 -1050.71 -1226.67
9	32	-541.98 -771.99	0.0 0.0	3.29e-06 0.0	-35.95 0.0	0.0 25.0 50.0	-286.68 -289.31 -291.94	-442.04 -460.02 -478.00	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-541.98 -654.74 -771.99
9	34	-346.31 -572.96	0.0 0.0	3.34e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-53.97 -53.97 -53.97	-435.89 -453.29 -470.68	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-346.31 -457.46 -572.96
9	43	-265.48 -479.42	0.0 0.0	1.42e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-80.53 -80.53 -80.53	-410.49 -427.88 -445.27	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-265.48 -370.27 -479.42
9	45	-466.60 -661.13	0.0 0.0	1.31e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-101.75 -101.75 -101.75	-373.36 -389.07 -404.77	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-466.60 -561.90 -661.13
9	46	-370.93 -612.92	0.0 0.0	3.57e-04 0.0	-35.91 0.0	0.0 25.0 50.0	-56.28 -56.28 -56.28	-466.02 -483.98 -501.93	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-370.93 -489.68 -612.92
9	47	-333.31 -571.42	0.0 0.0	3.39e-04 0.0	-41.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-49.53 -49.53 -49.53	-455.51 -476.22 -496.92	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-333.31 -449.78 -571.42
9	67	-164.59 -387.12	0.0 0.0	2.28e-04 0.0	-34.79 0.0	0.0 25.0 50.0	-58.82 -58.82 -58.82	-427.67 -445.06 -462.46	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-164.59 -273.68 -387.12
9	68	-657.92 -869.85	0.0 0.0	2.14e-05 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-144.65 -146.60 -148.55	-408.15 -423.85 -439.56	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-657.92 -761.92 -869.85
9	70	-258.43 -439.03	0.0 0.0	2.60e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-46.37 -46.37 -46.37	-345.51 -361.22 -376.92	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-258.43 -346.77 -439.03
9	73	-206.83 -396.73	0.0 0.0	1.54e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-65.79 -65.79 -65.79	-364.10 -379.80 -395.51	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-206.83 -299.81 -396.73
9	74	-391.54 -581.44	0.0 0.0	1.67e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	-84.16 -84.16 -84.16	-364.10 -379.80 -395.51	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-391.54 -484.53 -581.44
12	1	1409.39 -473.28	0.0 0.0	-3.67e-03 0.0	-1258.43 0.0	0.0 550.0 1100.0	-53.49 -53.49 -53.49	629.30 -0.12 -629.13	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	1409.39 -473.28 -473.28
12	18	1611.88 -308.86	0.0 0.0	-4.30e-03 0.0	-1176.44 0.0	0.0 550.0 1100.0	-79.02 -79.02 -79.02	553.89 -34.48 -622.55	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	1611.88 -308.86 -308.86
12	21	1456.19 -649.85	0.0 0.0	-4.74e-03 0.0	-1176.44 0.0	0.0 550.0 1100.0	-29.80 -87.72 -145.63	546.72 -113.29 -629.72	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	1456.19 1393.43 -649.85
12	32	816.63 -541.98	0.0 0.0	-2.66e-03 0.0	-791.01 0.0	0.0 550.0 1100.0	-170.85 -228.76 -286.68	348.97 -46.54 -442.04	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	816.63 801.63 -541.98
12	33	914.30 -916.98	0.0 0.0	-4.83e-03 0.0	-932.88 0.0	0.0 550.0 1100.0	-76.28 -134.20 -192.11	375.22 -91.21 -557.65	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	914.30 867.41 -916.98
12	34	937.15 -346.31	0.0 0.0	-2.51e-03 0.0	-871.88 0.0	0.0 550.0 1100.0	-53.97 -53.97 -53.97	435.99 -0.07 -435.89	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	937.15 937.15 -346.31
12	41	1124.43 -276.31	0.0 0.0	-3.02e-03 0.0	-871.88 0.0	0.0 550.0 1100.0	-74.89 -74.89 -74.89	414.67 -21.39 -457.21	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	1124.43 1124.43 -276.31
12	45	641.04 -466.60	0.0 0.0	-2.75e-03 0.0	-691.02 0.0	0.0 550.0 1100.0	-101.75 -101.75 -101.75	317.66 -27.85 -373.36	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	641.04 636.74 -466.60
12	46	1023.65 -370.93	0.0 0.0	-2.70e-03 0.0	-932.17 0.0	0.0 550.0 1100.0	-56.28 -56.28 -56.28	466.15 -0.09 -466.02	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	1023.65 1023.65 -370.93
12	63	1215.98 -184.75	0.0 0.0	-3.03e-03 0.0	-871.88 0.0	0.0 550.0 1100.0	-62.98 -62.98 -62.98	414.67 -21.39 -457.21	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	1215.98 1215.98 -184.75
12	66	1086.51 -447.46	0.0 0.0	-3.35e-03 0.0	-871.88 0.0	0.0 550.0 1100.0	-27.83 -70.73 -113.63	409.43 -79.82 -462.46	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	1086.51 1043.80 -447.46
12	68	667.29 -657.92	0.0 0.0	-3.66e-03 0.0	-691.02 0.0	0.0 550.0 1100.0	-58.85 -101.75 -144.65	282.87 -62.64 -408.15	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	667.29 636.74 -657.92

12	70	691.73 -258.43	0.0 0.0	-1.92e-03 0.0	-691.02 0.0	0.0 550.0 1100.0	-46.37 -46.37 -46.37	345.51 0.0 -345.51	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-258.43 691.73 -258.43
12	73	845.56 -206.83	0.0 0.0	-2.37e-03 0.0	-691.02 0.0	0.0 550.0 1100.0	-65.79 -65.79 -65.79	326.92 -18.59 -364.10	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-2.36 845.56 -206.83
12	74	660.85 -391.54	0.0 0.0	-2.46e-03 0.0	-691.02 0.0	0.0 550.0 1100.0	-84.16 -84.16 -84.16	326.92 -18.59 -364.10	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-187.07 660.85 -391.54
16	1	0.0 -12.12	0.0 0.0	-4.50e-04 0.0	-48.48 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -24.24 -48.48	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -3.03 -12.12
16	5	0.0 -11.74	0.0 0.0	-6.23e-04 0.0	-46.95 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 -2.63 -5.27	0.0 -23.47 -46.95	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.93 -11.74
16	24	0.0 -7.85	0.0 0.0	-4.06e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -15.70 -31.41	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -1.96 -7.85
16	26	0.0 -13.13	0.0 0.0	-6.18e-04 0.0	-52.50 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 -2.63 -5.27	0.0 -26.25 -52.50	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -3.28 -13.13
16	28	0.0 -13.98	0.0 0.0	-5.43e-04 0.0	-55.90 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -27.95 -55.90	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -3.49 -13.98
16	34	0.0 -8.70	0.0 0.0	-3.07e-04 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -17.39 -34.78	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.17 -8.70
16	35	0.0 -9.73	0.0 0.0	-3.14e-04 0.0	-38.91 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -19.46 -38.91	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.43 -9.73
16	36	0.0 -8.70	0.0 0.0	-3.22e-04 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -17.39 -34.78	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.17 -8.70
16	37	0.0 -9.73	0.0 0.0	-3.21e-04 0.0	-38.91 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -19.45 -38.91	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.43 -9.73
16	42	0.0 -9.73	0.0 0.0	-3.66e-04 0.0	-38.91 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -19.45 -38.91	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.43 -9.73
16	46	0.0 -8.98	0.0 0.0	-3.29e-04 0.0	-35.91 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -17.96 -35.91	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.24 -8.98
16	47	0.0 -10.35	0.0 0.0	-3.12e-04 0.0	-41.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -20.71 -41.41	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.59 -10.35
16	48	0.0 -8.70	0.0 0.0	-3.21e-04 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -17.39 -34.78	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.17 -8.70
16	50	0.0 -8.70	0.0 0.0	-4.37e-04 0.0	-34.78 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 -1.95 -3.90	0.0 -17.39 -34.78	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.17 -8.70
16	61	0.0 -9.73	0.0 0.0	-4.81e-04 0.0	-38.91 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 -1.95 -3.90	0.0 -19.45 -38.91	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -2.43 -9.73
16	70	0.0 -7.85	0.0 0.0	-2.39e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -15.71 -31.41	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -1.96 -7.85
16	71	0.0 -7.85	0.0 0.0	-2.52e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -15.70 -31.41	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -1.96 -7.85
16	74	0.0 -7.85	0.0 0.0	-3.00e-04 0.0	-31.41 0.0	0.0 25.0 50.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -15.70 -31.41	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 -1.96 -7.85

Trave	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	N	V 2	V 3	T
	-1226.67	0.0	-4.83e-03	-1258.43	-291.94	-716.96	0.0	0.0
	1611.88	0.0	4.88e-04	0.0	5.27	677.78	0.0	0.0

Trave f.	Cmb	M3 mx/mn kN m	M2 mx/mn kN m	D 2 / D 3 m	Pt kN/ m2	Pos. cm	N kN	V 2 kN	V 3 kN	T kN m	M 2 kN m	M 3 kN m
10	1	945.26 568.34	0.0 0.0	-3.93e-04 0.0	-277.02	0.0 25.0 50.0	-112.79 -112.79 -112.79	695.79 753.59 812.86	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	568.34 749.48 945.26
10	4	962.77 601.19	0.0 0.0	-3.40e-04 0.0	-264.17	0.0 25.0 50.0	-119.36 -119.36 -119.36	668.06 722.94 779.10	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	601.19 775.04 962.77
10	7	154.85 -178.51	0.0 0.0	-7.82e-04 0.0	-336.40	0.0 25.0 50.0	-10.00 -10.00 -10.00	595.81 666.23 739.58	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-178.51 -20.81 154.85
10	32	356.67 108.07	0.0 0.0	-3.79e-04 0.0	-243.15	0.0 25.0 50.0	-273.01 -273.01 -273.01	445.17 496.97 550.18	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	108.07 225.80 356.67
10	33	216.21 -98.35	0.0 0.0	-6.31e-04 0.0	-316.88	0.0 25.0 50.0	-1.14 -1.14 -1.14	562.33 628.72 697.48	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-98.35 50.48 216.21
10	34	699.69 432.31	0.0 0.0	-2.59e-04 0.0	-196.42	0.0 25.0 50.0	-112.31 -112.31 -112.31	493.79 534.59 576.35	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	432.31 560.84 699.69
10	38	330.33 87.11	0.0 0.0	4.28e-04 0.0	-218.21	0.0 25.0	-82.92 -82.92	440.88 486.16	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	87.11 202.96

10	45	422.46	0.0	3.33e-04	-200.94	50.0	-82.92	533.04	0.0	0.0	0.0	330.33
		192.38	0.0	0.0		0.0	-82.03	418.45	0.0	0.0	0.0	192.38
						25.0	-82.03	459.96	0.0	0.0	0.0	302.16
						50.0	-82.03	502.70	0.0	0.0	0.0	422.46
10	46	723.58	0.0	-2.78e-04	-203.85	0.0	-110.02	517.13	0.0	0.0	0.0	443.65
		443.65	0.0	0.0		25.0	-110.02	559.68	0.0	0.0	0.0	578.23
						50.0	-110.02	603.28	0.0	0.0	0.0	723.58
10	49	740.54	0.0	-2.36e-04	-194.16	0.0	-114.57	497.05	0.0	0.0	0.0	471.76
		471.76	0.0	0.0		25.0	-114.57	537.41	0.0	0.0	0.0	601.05
						50.0	-114.57	578.65	0.0	0.0	0.0	740.54
10	52	155.98	0.0	-5.55e-04	-244.56	0.0	-39.47	443.05	0.0	0.0	0.0	-91.29
		-91.29	0.0	0.0		25.0	-39.47	494.20	0.0	0.0	0.0	25.82
						50.0	-39.47	547.43	0.0	0.0	0.0	155.98
10	67	480.46	0.0	3.53e-04	-209.65	0.0	-122.29	468.95	0.0	0.0	0.0	224.09
		224.09	0.0	0.0		25.0	-122.29	512.52	0.0	0.0	0.0	346.75
						50.0	-122.29	557.41	0.0	0.0	0.0	480.46
10	68	248.12	0.0	-4.59e-04	-227.29	0.0	-38.58	420.62	0.0	0.0	0.0	13.98
		13.98	0.0	0.0		25.0	-38.58	467.99	0.0	0.0	0.0	125.02
						50.0	-38.58	517.09	0.0	0.0	0.0	248.12
10	70	619.46	0.0	-2.09e-04	-174.63	0.0	-119.88	423.13	0.0	0.0	0.0	390.01
		390.01	0.0	0.0		25.0	-119.88	458.76	0.0	0.0	0.0	500.23
						50.0	-119.88	495.17	0.0	0.0	0.0	619.46
10	71	365.72	0.0	3.60e-04	-199.47	0.0	-95.97	410.75	0.0	0.0	0.0	139.75
		139.75	0.0	0.0		25.0	-95.97	451.72	0.0	0.0	0.0	247.53
						50.0	-95.97	494.05	0.0	0.0	0.0	365.72
10	74	476.05	0.0	2.97e-04	-193.08	0.0	-95.63	418.90	0.0	0.0	0.0	246.63
		246.63	0.0	0.0		25.0	-95.63	458.64	0.0	0.0	0.0	356.30
						50.0	-95.63	499.49	0.0	0.0	0.0	476.05
11	1	945.34	0.0	-3.93e-04	-277.08	0.0	-112.79	-813.00	0.0	0.0	0.0	945.34
		568.36	0.0	0.0		25.0	-112.79	-753.72	0.0	0.0	0.0	749.53
						50.0	-112.79	-695.91	0.0	0.0	0.0	568.36
11	13	820.84	0.0	-4.20e-04	-272.29	0.0	-77.39	-771.81	0.0	0.0	0.0	820.84
		463.82	0.0	0.0		25.0	-77.39	-713.78	0.0	0.0	0.0	635.18
						50.0	-77.39	-657.33	0.0	0.0	0.0	463.82
11	16	1520.98	0.0	-2.92e-05	-189.76	0.0	-483.02	-751.66	0.0	0.0	0.0	1520.98
		1164.18	0.0	0.0		25.0	-483.02	-713.62	0.0	0.0	0.0	1337.81
						50.0	-483.02	-675.47	0.0	0.0	0.0	1164.18
11	17	1492.23	0.0	-8.69e-05	-171.35	0.0	-490.24	-690.06	0.0	0.0	0.0	1492.23
		1163.79	0.0	0.0		25.0	-490.24	-656.94	0.0	0.0	0.0	1323.85
						50.0	-490.24	-623.49	0.0	0.0	0.0	1163.79
11	34	699.73	0.0	-2.59e-04	-196.45	0.0	-112.31	-576.43	0.0	0.0	0.0	699.73
		432.32	0.0	0.0		25.0	-112.31	-534.65	0.0	0.0	0.0	560.86
						50.0	-112.31	-493.85	0.0	0.0	0.0	432.32
11	39	623.28	0.0	-3.03e-04	-200.88	0.0	-92.08	-572.66	0.0	0.0	0.0	623.28
		358.25	0.0	0.0		25.0	-92.08	-529.86	0.0	0.0	0.0	485.48
						50.0	-92.08	-488.20	0.0	0.0	0.0	358.25
11	44	980.79	0.0	-1.26e-04	-174.89	0.0	-329.15	-592.58	0.0	0.0	0.0	980.79
		702.78	0.0	0.0		25.0	-329.15	-555.93	0.0	0.0	0.0	837.23
						50.0	-329.15	-519.75	0.0	0.0	0.0	702.78
11	46	723.64	0.0	-2.78e-04	-203.89	0.0	-110.02	-603.38	0.0	0.0	0.0	723.64
		443.67	0.0	0.0		25.0	-110.02	-559.78	0.0	0.0	0.0	578.27
						50.0	-110.02	-517.22	0.0	0.0	0.0	443.67
11	58	647.99	0.0	-2.89e-04	-199.45	0.0	-86.81	-573.88	0.0	0.0	0.0	647.99
		382.20	0.0	0.0		25.0	-86.81	-531.41	0.0	0.0	0.0	509.85
						50.0	-86.81	-490.03	0.0	0.0	0.0	382.20
11	61	1097.67	0.0	-8.32e-06	-144.19	0.0	-355.14	-558.09	0.0	0.0	0.0	1097.67
		833.20	0.0	0.0		25.0	-355.14	-528.94	0.0	0.0	0.0	961.79
						50.0	-355.14	-499.78	0.0	0.0	0.0	833.20
11	62	1076.33	0.0	-4.63e-05	-130.36	0.0	-360.51	-512.35	0.0	0.0	0.0	1076.33
		832.92	0.0	0.0		25.0	-360.51	-486.85	0.0	0.0	0.0	951.42
						50.0	-360.51	-461.19	0.0	0.0	0.0	832.92
11	70	619.46	0.0	-2.09e-04	-174.63	0.0	-119.88	-495.17	0.0	0.0	0.0	619.46
		390.01	0.0	0.0		25.0	-119.88	-458.76	0.0	0.0	0.0	500.23
						50.0	-119.88	-423.13	0.0	0.0	0.0	390.01
11	72	551.59	0.0	-2.48e-04	-178.56	0.0	-101.92	-491.82	0.0	0.0	0.0	551.59
		324.26	0.0	0.0		25.0	-101.92	-454.50	0.0	0.0	0.0	433.32
						50.0	-101.92	-418.11	0.0	0.0	0.0	324.26
11	73	787.07	0.0	-1.07e-04	-154.79	0.0	-279.45	-492.04	0.0	0.0	0.0	787.07
		556.84	0.0	0.0		25.0	-279.45	-460.39	0.0	0.0	0.0	668.02
						50.0	-279.45	-429.14	0.0	0.0	0.0	556.84
11	74	829.53	0.0	-8.31e-05	-152.33	0.0	-261.16	-494.13	0.0	0.0	0.0	829.53
		597.98	0.0	0.0		25.0	-261.16	-463.05	0.0	0.0	0.0	709.89
						50.0	-261.16	-432.28	0.0	0.0	0.0	597.98
11	77	650.62	0.0	-2.02e-04	-172.06	0.0	-134.71	-504.10	0.0	0.0	0.0	650.62
		416.40	0.0	0.0		25.0	-134.71	-468.31	0.0	0.0	0.0	529.08
						50.0	-134.71	-433.29	0.0	0.0	0.0	416.40
13	1	61.29	0.0	-5.10e-04	-292.31	0.0	0.19	-173.31	0.0	0.0	0.0	61.29
		-7.74e-03	0.0	0.0		35.0	0.19	-88.01	0.0	0.0	0.0	15.48
						70.0	0.19	-0.03	0.0	0.0	0.0	-7.74e-03
13	2	61.12	0.0	-5.01e-04	-291.53	0.0	0.21	-172.86	0.0	0.0	0.0	61.12
		-7.05e-03	0.0	0.0		35.0	0.21	-87.76	0.0	0.0	0.0	15.43
						70.0	0.21	-0.03	0.0	0.0	0.0	-7.05e-03
13	15	79.19	0.0	-1.02e-03	-370.44	0.0	-12.33	-222.69	0.0	0.0	0.0	79.19
		-8.73e-03	0.0	0.0		35.0	-12.33	-114.03	0.0	0.0	0.0	20.11
						70.0	-12.33	-0.04	0.0	0.0	0.0	-8.73e-03
13	25	83.78	0.0	-1.05e-03	-389.54	0.0	-12.38	-235.68	0.0	0.0	0.0	83.78
		-5.51e-03	0.0	0.0		35.0	-12.38	-120.62	0.0	0.0	0.0	21.27
						70.0	-12.38	-0.03	0.0	0.0	0.0	-5.51e-03
13	33	72.84	0.0	-8.75e-04	-343.14	0.0	-13.63	-205.05	0.0	0.0	0.0	72.84
		-7.31e-03	0.0	0.0		35.0	-13.63	-104.84	0.0	0.0	0.0	18.48

13	34	43.03	0.0	-3.33e-04	-206.42	70.0	-13.63	-0.03	0.0	0.0	0.0	-7.31e-03
		-5.61e-03	0.0	0.0		0.0	0.19	-121.77	0.0	0.0	0.0	43.03
						35.0	0.19	-61.77	0.0	0.0	0.0	10.86
						70.0	0.19	-0.02	0.0	0.0	0.0	-5.61e-03
13	37	52.01	0.0	-6.05e-04	-245.78	0.0	-5.98	-146.47	0.0	0.0	0.0	52.01
		-5.06e-03	0.0	0.0		35.0	-5.98	-74.83	0.0	0.0	0.0	13.19
						70.0	-5.98	-0.02	0.0	0.0	0.0	-5.06e-03
13	44	49.30	0.0	-5.34e-04	-234.02	0.0	-6.76	-138.98	0.0	0.0	0.0	49.30
		-4.47e-03	0.0	0.0		35.0	-6.76	-70.90	0.0	0.0	0.0	12.49
						70.0	-6.76	-0.02	0.0	0.0	0.0	-4.47e-03
13	46	44.97	0.0	-3.58e-04	-214.58	0.0	0.19	-127.23	0.0	0.0	0.0	44.97
		-5.82e-03	0.0	0.0		35.0	0.19	-64.56	0.0	0.0	0.0	11.35
						70.0	0.19	-0.02	0.0	0.0	0.0	-5.82e-03
13	47	44.84	0.0	-3.51e-04	-214.00	0.0	0.20	-126.89	0.0	0.0	0.0	44.84
		-5.30e-03	0.0	0.0		35.0	0.20	-64.38	0.0	0.0	0.0	11.32
						70.0	0.20	-0.02	0.0	0.0	0.0	-5.30e-03
13	51	59.37	0.0	-7.90e-04	-277.69	0.0	-8.65	-166.86	0.0	0.0	0.0	59.37
		-6.04e-03	0.0	0.0		35.0	-8.65	-85.52	0.0	0.0	0.0	15.08
						70.0	-8.65	-0.03	0.0	0.0	0.0	-6.04e-03
13	60	57.20	0.0	-7.09e-04	-267.99	0.0	-7.97	-160.93	0.0	0.0	0.0	57.20
		-6.48e-03	0.0	0.0		35.0	-7.97	-82.34	0.0	0.0	0.0	14.52
						70.0	-7.97	-0.03	0.0	0.0	0.0	-6.48e-03
13	68	52.06	0.0	-6.33e-04	-246.29	0.0	-8.93	-146.53	0.0	0.0	0.0	52.06
		-5.38e-03	0.0	0.0		35.0	-8.93	-74.94	0.0	0.0	0.0	13.21
						70.0	-8.93	-0.02	0.0	0.0	0.0	-5.38e-03
13	70	37.36	0.0	-2.66e-04	-182.62	0.0	0.20	-105.81	0.0	0.0	0.0	37.36
		-4.96e-03	0.0	0.0		35.0	0.20	-53.61	0.0	0.0	0.0	9.42
						70.0	0.20	-0.02	0.0	0.0	0.0	-4.96e-03
13	71	44.54	0.0	-4.89e-04	-214.13	0.0	-4.79	-125.53	0.0	0.0	0.0	44.54
		-4.83e-03	0.0	0.0		35.0	-4.79	-64.06	0.0	0.0	0.0	11.28
						70.0	-4.79	-0.02	0.0	0.0	0.0	-4.83e-03
13	74	42.52	0.0	-3.96e-04	-204.96	0.0	-4.79	-120.09	0.0	0.0	0.0	42.52
		-4.99e-03	0.0	0.0		35.0	-4.79	-61.09	0.0	0.0	0.0	10.75
						70.0	-4.79	-0.02	0.0	0.0	0.0	-4.99e-03
14	1	61.30	0.0	-5.10e-04	-292.38	0.0	0.19	0.02	0.0	0.0	0.0	-5.70e-03
		-5.70e-03	0.0	0.0		35.0	0.19	88.03	0.0	0.0	0.0	15.48
						70.0	0.19	173.35	0.0	0.0	0.0	61.30
14	11	62.98	0.0	-5.87e-04	-300.01	0.0	0.15	0.02	0.0	0.0	0.0	-5.52e-03
		-5.52e-03	0.0	0.0		35.0	0.15	90.49	0.0	0.0	0.0	15.92
						70.0	0.15	177.88	0.0	0.0	0.0	62.98
14	13	60.34	0.0	-5.54e-04	-288.90	0.0	0.13	0.02	0.0	0.0	0.0	-5.70e-03
		-5.70e-03	0.0	0.0		35.0	0.13	86.69	0.0	0.0	0.0	15.25
						70.0	0.13	170.46	0.0	0.0	0.0	60.34
14	17	31.34	0.0	-1.87e-04	-168.75	0.0	14.46	0.02	0.0	0.0	0.0	-6.20e-03
		-6.20e-03	0.0	0.0		35.0	14.46	44.62	0.0	0.0	0.0	7.78
						70.0	14.46	90.19	0.0	0.0	0.0	31.34
14	28	49.20	0.0	-1.74e-04	-239.61	0.0	10.47	0.03	0.0	0.0	0.0	-8.12e-03
		-8.12e-03	0.0	0.0		35.0	10.47	70.45	0.0	0.0	0.0	12.35
						70.0	10.47	139.95	0.0	0.0	0.0	49.20
14	34	43.04	0.0	-3.33e-04	-206.45	0.0	0.19	0.02	0.0	0.0	0.0	-4.47e-03
		-4.47e-03	0.0	0.0		35.0	0.19	61.78	0.0	0.0	0.0	10.86
						70.0	0.19	121.79	0.0	0.0	0.0	43.04
14	39	44.44	0.0	-3.98e-04	-212.81	0.0	0.16	0.02	0.0	0.0	0.0	-4.33e-03
		-4.33e-03	0.0	0.0		35.0	0.16	63.83	0.0	0.0	0.0	11.23
						70.0	0.16	125.56	0.0	0.0	0.0	44.44
14	42	35.63	0.0	-1.32e-04	-174.22	0.0	6.65	0.02	0.0	0.0	0.0	-6.01e-03
		-6.01e-03	0.0	0.0		35.0	6.65	51.03	0.0	0.0	0.0	8.95
						70.0	6.65	101.34	0.0	0.0	0.0	35.63
14	44	36.77	0.0	-1.33e-04	-178.89	0.0	7.48	0.02	0.0	0.0	0.0	-3.57e-03
		-3.57e-03	0.0	0.0		35.0	7.48	52.65	0.0	0.0	0.0	9.23
						70.0	7.48	104.59	0.0	0.0	0.0	36.77
14	46	44.98	0.0	-3.58e-04	-214.63	0.0	0.19	0.02	0.0	0.0	0.0	-4.30e-03
		-4.30e-03	0.0	0.0		35.0	0.19	64.58	0.0	0.0	0.0	11.35
						70.0	0.19	127.26	0.0	0.0	0.0	44.98
14	56	45.92	0.0	-4.01e-04	-218.92	0.0	0.16	0.02	0.0	0.0	0.0	-4.09e-03
		-4.09e-03	0.0	0.0		35.0	0.16	65.96	0.0	0.0	0.0	11.60
						70.0	0.16	129.80	0.0	0.0	0.0	45.92
14	58	43.98	0.0	-3.77e-04	-210.75	0.0	0.15	0.02	0.0	0.0	0.0	-4.21e-03
		-4.21e-03	0.0	0.0		35.0	0.15	63.17	0.0	0.0	0.0	11.11
						70.0	0.15	124.34	0.0	0.0	0.0	43.98
14	62	24.32	0.0	-1.12e-04	-128.97	0.0	9.60	0.02	0.0	0.0	0.0	-4.66e-03
		-4.66e-03	0.0	0.0		35.0	9.60	34.65	0.0	0.0	0.0	6.04
						70.0	9.60	69.87	0.0	0.0	0.0	24.32
14	64	35.63	0.0	-1.32e-04	-174.20	0.0	6.67	0.02	0.0	0.0	0.0	-6.06e-03
		-6.06e-03	0.0	0.0		35.0	6.67	51.02	0.0	0.0	0.0	8.95
						70.0	6.67	101.33	0.0	0.0	0.0	35.63
14	70	37.36	0.0	-2.66e-04	-182.62	0.0	0.20	0.02	0.0	0.0	0.0	-4.96e-03
		-4.96e-03	0.0	0.0		35.0	0.20	53.61	0.0	0.0	0.0	9.42
						70.0	0.20	105.81	0.0	0.0	0.0	37.36
14	72	38.60	0.0	-3.23e-04	-188.26	0.0	0.17	0.02	0.0	0.0	0.0	-4.85e-03
		-4.85e-03	0.0	0.0		35.0	0.17	55.44	0.0	0.0	0.0	9.75
						70.0	0.17	109.16	0.0	0.0	0.0	38.60
14	73	31.76	0.0	-1.16e-04	-158.26	0.0	5.42	0.02	0.0	0.0	0.0	-5.50e-03
		-5.50e-03	0.0	0.0		35.0	5.42	45.48	0.0	0.0	0.0	7.98
						70.0	5.42	90.34	0.0	0.0	0.0	31.76
14	74	30.99	0.0	-8.02e-05	-154.74	0.0	5.39	0.02	0.0	0.0	0.0	-5.55e-03
		-5.55e-03	0.0	0.0		35.0	5.39	44.34	0.0	0.0	0.0	7.77
						70.0	5.39	88.25	0.0	0.0	0.0	30.99
15	1	568.21	0.0	3.36e-03	-265.29	0.0	-111.75	-695.71	0.0	0.0	0.0	568.21
		-1075.01	0.0	0.0		550.0	-111.75	0.02	0.0	0.0	0.0	-1075.01

15	6	1075.16 -1187.80	0.0 0.0	4.38e-03 0.0	-324.98	1100.0 0.0 550.0	-111.75 -234.63 -234.63	695.61 -668.53 -149.70	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	568.19 1075.16 -1063.61
15	13	463.68 -1070.42	0.0 0.0	3.41e-03 0.0	-259.69	1100.0 0.0 550.0	-234.63 -76.68 -76.68	648.21 -657.14 0.02	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-122.47 463.68 -1070.42
15	29	1198.45 -955.98	0.0 0.0	4.59e-03 0.0	-294.29	1100.0 0.0 550.0	-234.63 -234.86 -234.86	657.07 -584.97 -156.76	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	463.67 1198.45 -810.63
15	32	589.50 -572.44	0.0 0.0	2.23e-03 0.0	-231.79	1100.0 0.0 550.0	-234.86 -328.61 -328.61	564.04 -447.50 -39.48	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-54.99 589.50 -544.79
15	34	432.22 -741.07	0.0 0.0	2.29e-03 0.0	-188.67	1100.0 0.0 550.0	-328.61 -111.28 -111.28	445.07 -493.71 0.01	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	107.73 432.22 -741.07
15	36	542.63 -811.06	0.0 0.0	2.60e-03 0.0	-211.83	1100.0 0.0 550.0	-111.28 -176.05 -176.05	493.66 -494.38 -47.64	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	432.20 542.63 -792.75
15	39	358.15 -784.63	0.0 0.0	2.49e-03 0.0	-191.80	1100.0 0.0 550.0	-176.05 -91.23 -91.23	479.57 -488.06 0.01	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	146.04 358.15 -784.63
15	44	702.68 -765.49	0.0 0.0	2.34e-03 0.0	-206.21	1100.0 0.0 550.0	-91.23 -211.37 -211.37	488.00 -519.63 -57.44	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	358.14 702.68 -741.21
15	46	443.56 -782.98	0.0 0.0	2.43e-03 0.0	-195.56	1100.0 0.0 550.0	-211.37 -109.01 -109.01	467.70 -517.07 0.02	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	161.27 443.56 -782.98
15	51	759.04 -866.27	0.0 0.0	2.99e-03 0.0	-236.87	1100.0 0.0 550.0	-109.01 -187.26 -187.26	517.00 -494.01 -101.49	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	443.54 759.04 -866.27
15	58	382.09 -770.55	0.0 0.0	2.42e-03 0.0	-190.79	1100.0 0.0 550.0	-187.26 -86.01 -86.01	481.96 -489.88 0.01	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	-49.67 382.09 -770.55
15	65	654.61 -702.24	0.0 0.0	2.22e-03 0.0	-202.24	1100.0 0.0 550.0	-86.01 -219.92 -219.92	489.83 -463.26 -59.63	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	382.08 654.61 -675.41
15	68	864.03 -681.16	0.0 0.0	3.15e-03 0.0	-213.52	1100.0 0.0 550.0	-219.92 -187.24 -187.24	446.40 -433.00 -106.73	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	161.28 864.03 -591.38
15	70	389.92 -620.21	0.0 0.0	1.89e-03 0.0	-168.36	1100.0 0.0 550.0	-187.24 -118.77 -118.77	420.49 -423.00 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	13.88 389.92 -620.21
15	71	491.01 -680.51	0.0 0.0	2.16e-03 0.0	-188.67	1100.0 0.0 550.0	-118.77 -177.08 -177.08	423.00 -424.01 -42.13	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	389.92 491.01 -664.08
15	72	324.18 -658.88	0.0 0.0	2.07e-03 0.0	-171.13	1100.0 0.0 550.0	-177.08 -100.98 -100.98	410.60 -417.98 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	139.66 324.18 -658.88
15	73	556.75 -641.23	0.0 0.0	1.99e-03 0.0	-185.90	1100.0 0.0 550.0	-100.98 -194.88 -194.88	417.98 -429.03 -42.13	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	324.18 556.75 -625.41
15	74	597.89 -616.66	0.0 0.0	1.88e-03 0.0	-184.17	1100.0 0.0 550.0	-194.88 -176.75 -176.75	415.61 -432.17 -42.13	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	205.41 597.89 -601.22
						1100.0	-176.75	418.75	0.0	0.0	0.0	246.54

Trave f.	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Pt	N	V 2	V 3	T
	-1187.80	0.0	-1.05e-03	-389.54	-490.24	-813.00	0.0	0.0
	1520.98	0.0	4.59e-03	-128.97	14.46	812.86	0.0	0.0



43_RIS_M2_001_CMB1



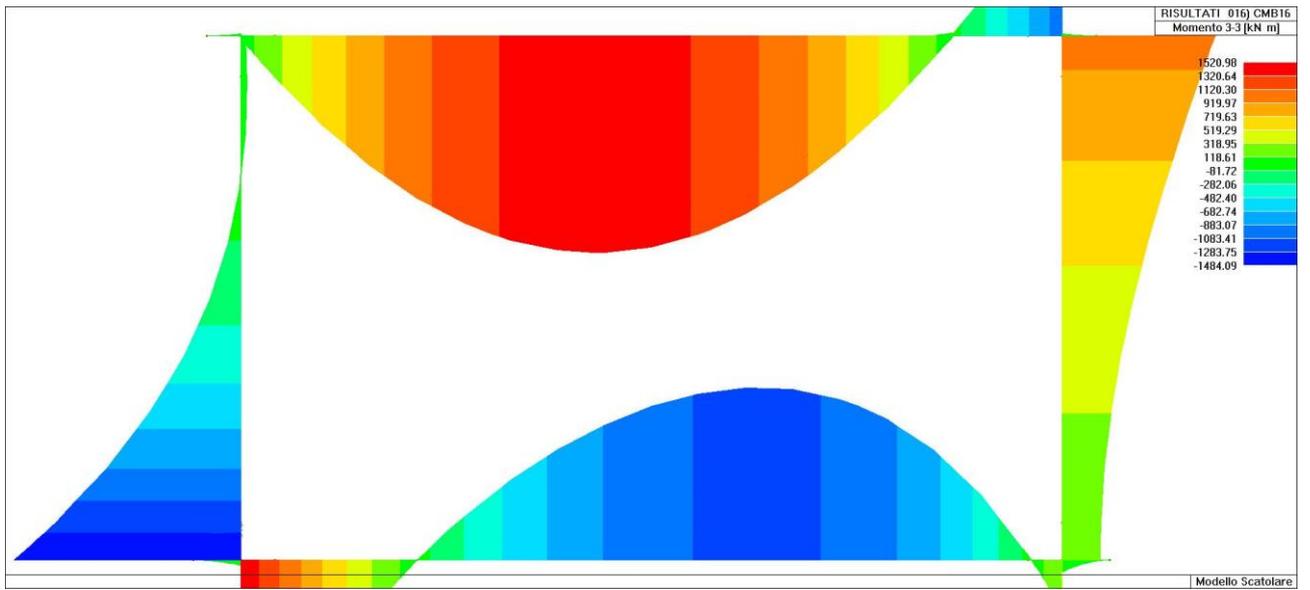
43_RIS_M2_034_CMB34



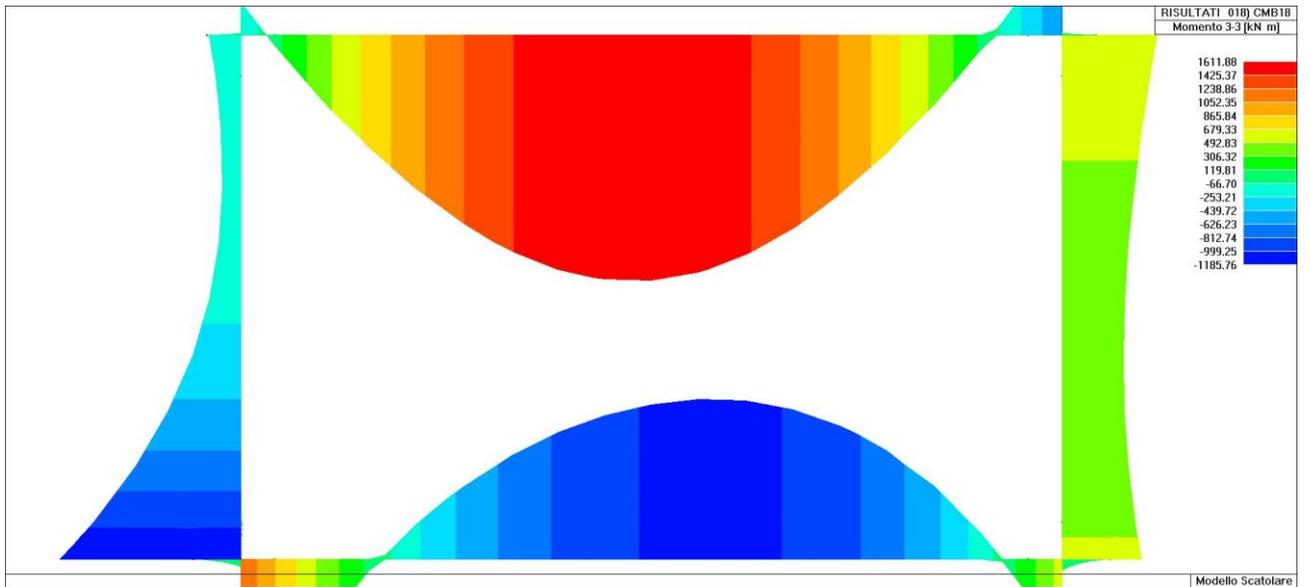
43_RIS_M2_046_CMB46



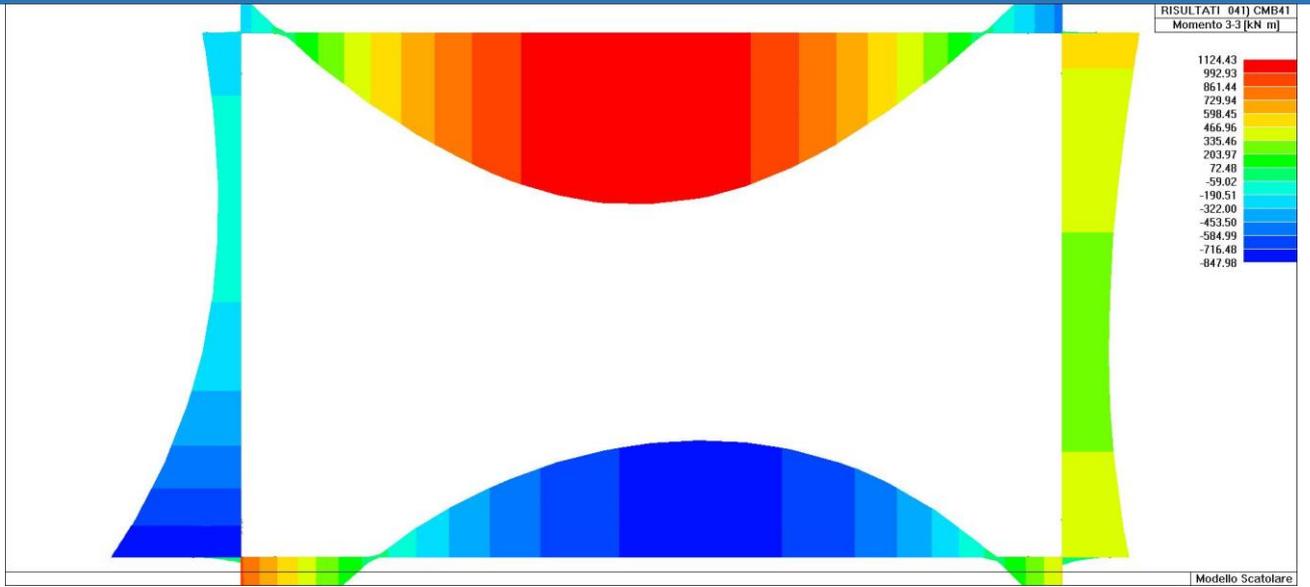
43_RIS_M2_070_CMB70



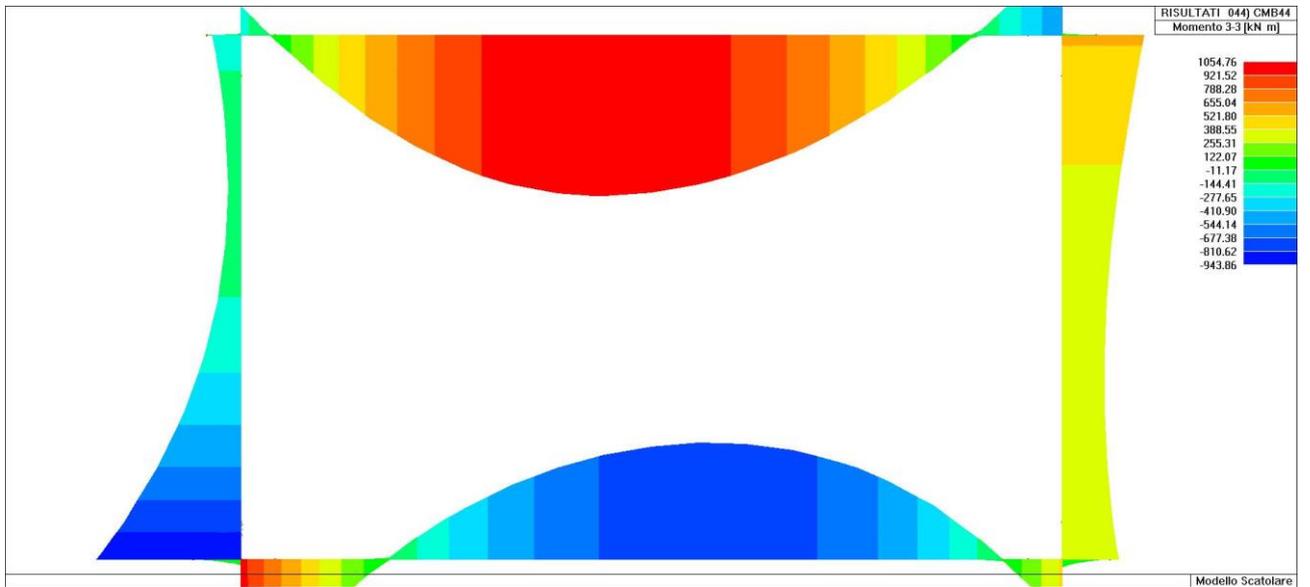
43_RIS_M3_016_CMB16



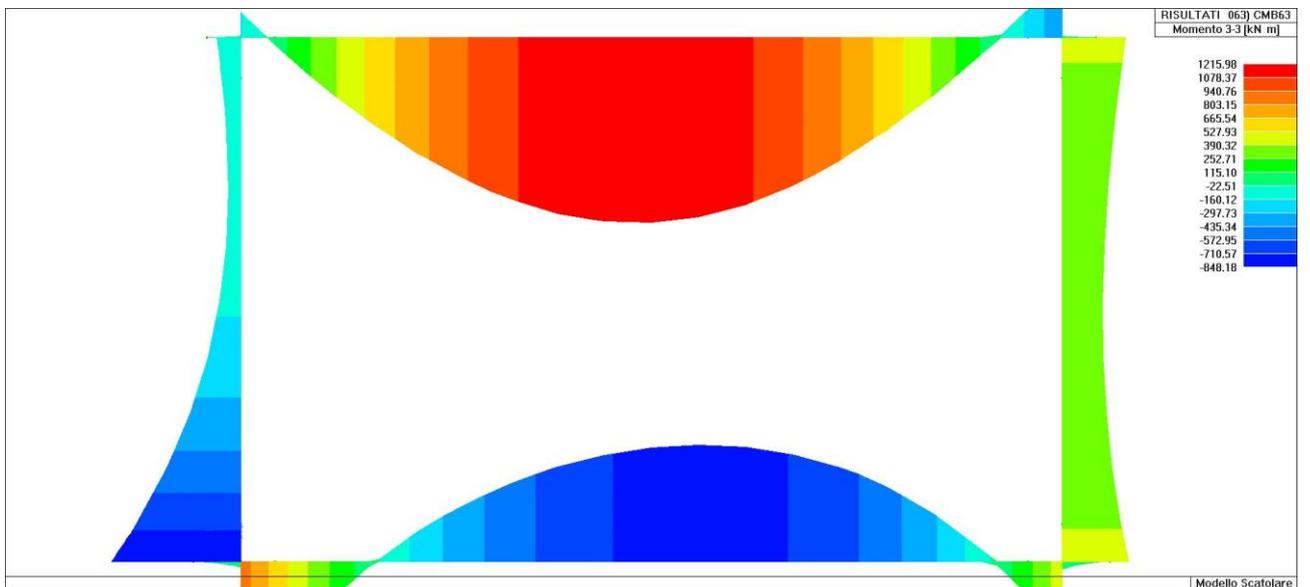
43_RIS_M3_018_CMB18



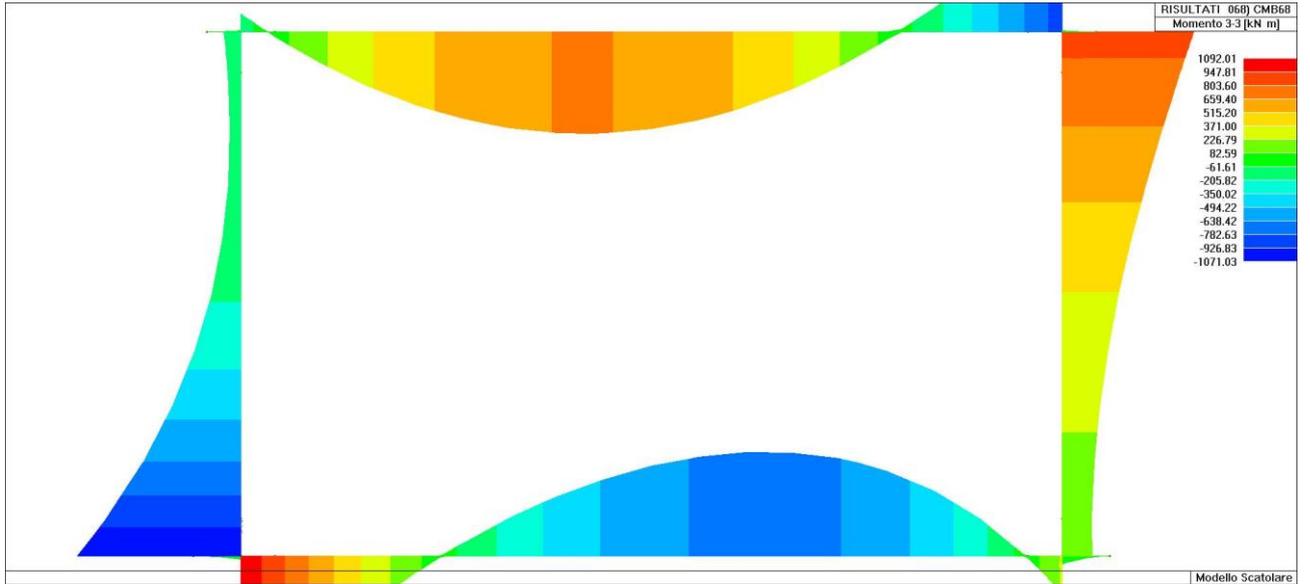
43_RIS_M3_041_CMB41



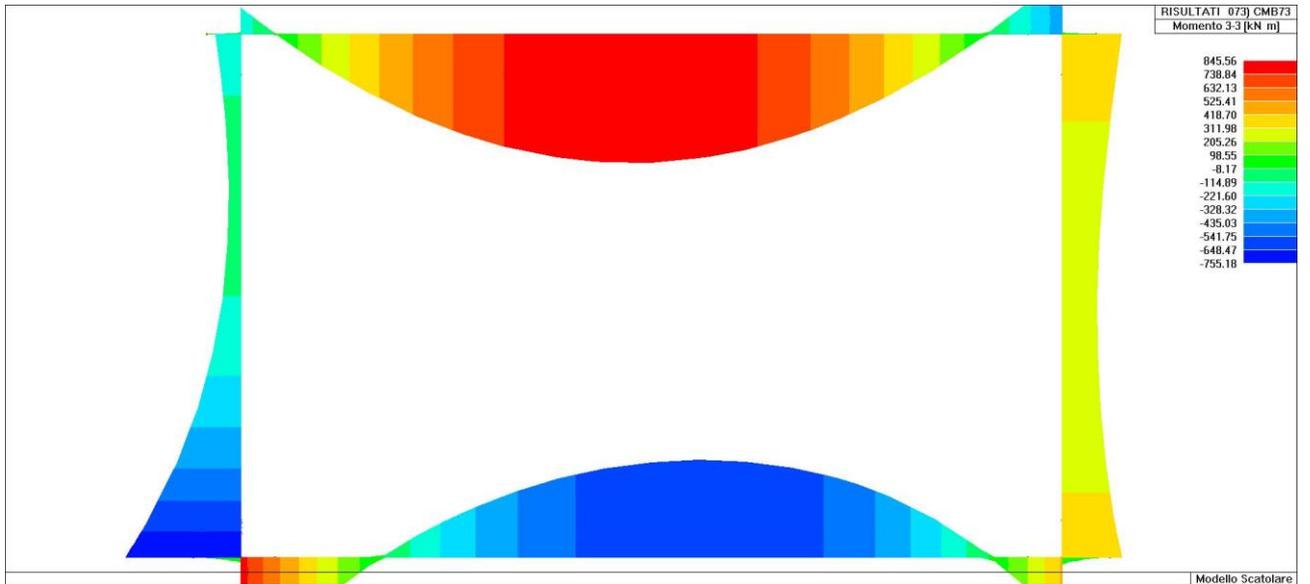
43_RIS_M3_044_CMB44



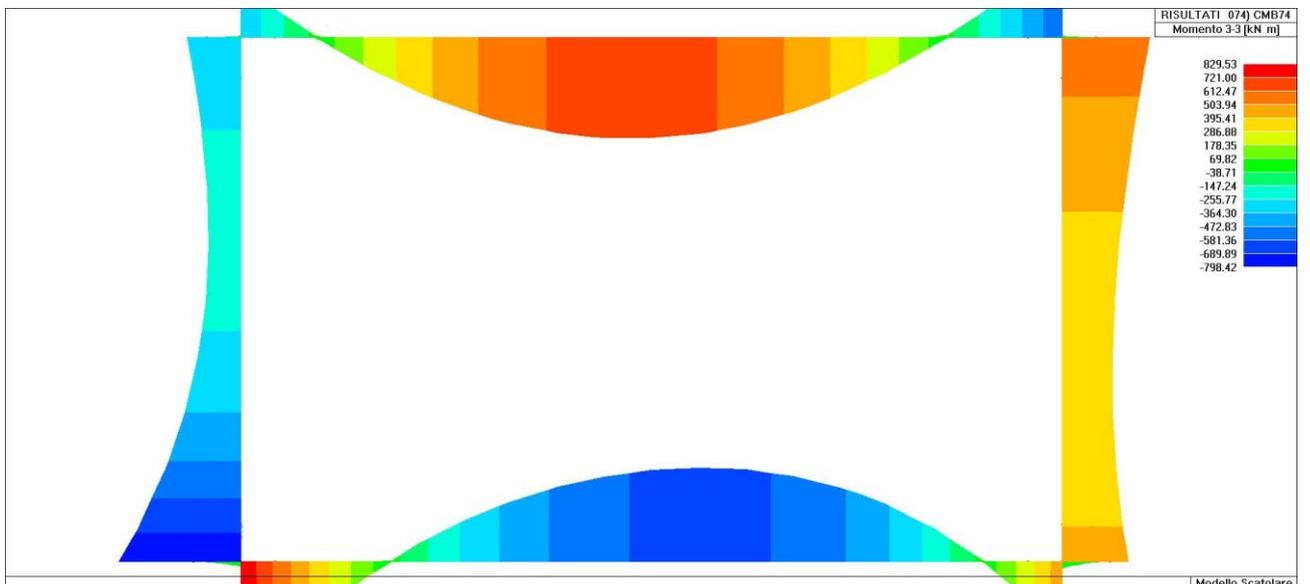
43_RIS_M3_063_CMB63



43_RIS_M3_068_CMB68

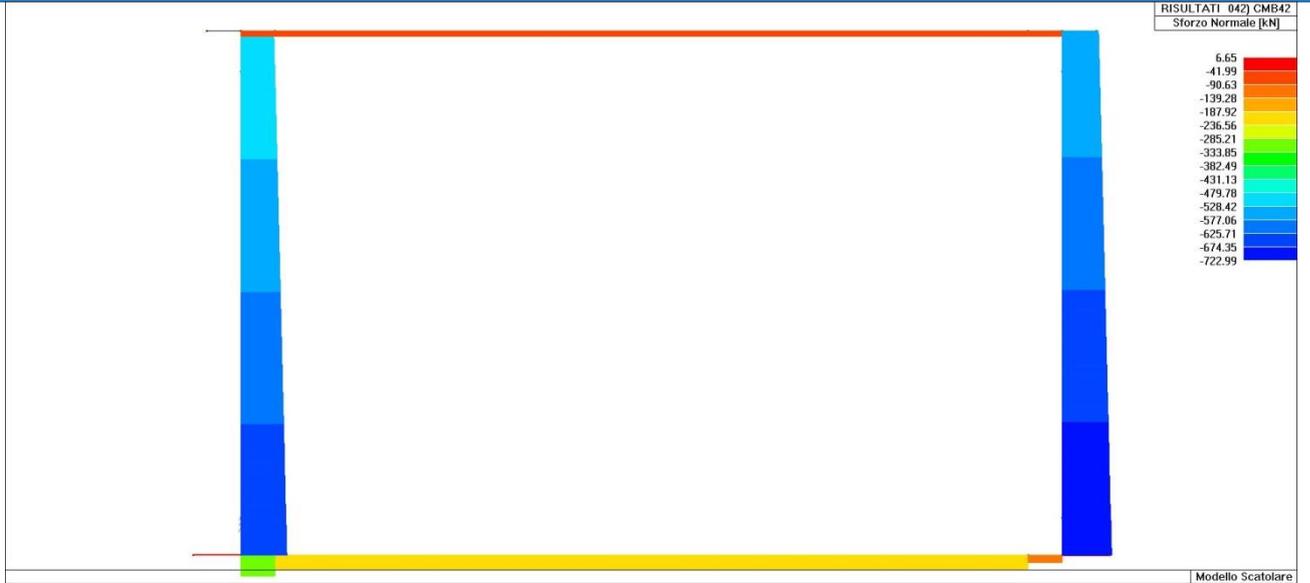


43_RIS_M3_073_CMB73

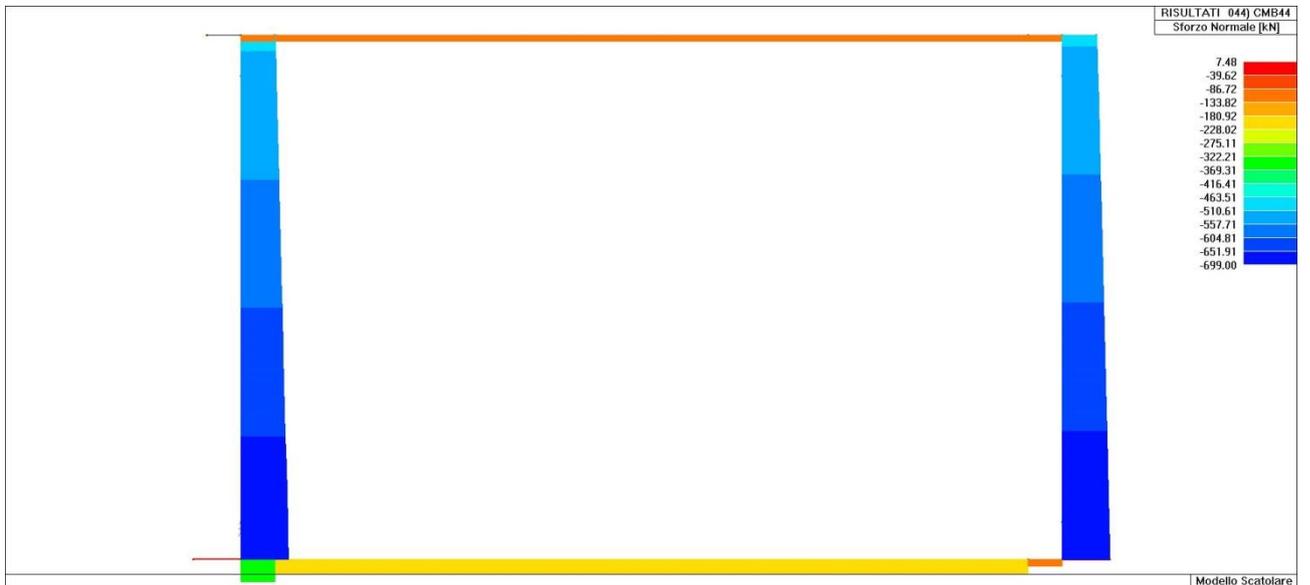


43_RIS_M3_074_CMB74





43_RIS_N_042_CMB42



43_RIS_N_044_CMB44



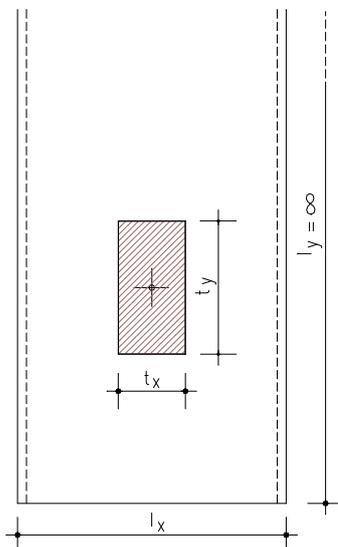
43_RIS_N_061_CMB61



43_RIS_N_062_CMB62



43_RIS_N_073_CMB73

14 ALLEGATO B-TABELLE PER IL CALCOLO DELLE SOLELCITAZIONI TRASVERSALI NELLA SOLETTA SUPERIORE


Piastra rettangolare appoggiata sui quattro lati caricata uniformemente su una zona rettangolare centrale

Valori di α_{ym}

t_x/l_x t_y/l_x	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05
1.00	0.0210	0.0230	0.0250	0.0268	0.0285	0.0299	0.0312	0.0322	0.0330	0.0334	0.0335
0.90	0.0245	0.0269	0.0292	0.0313	0.0333	0.0351	0.0366	0.0378	0.0388	0.0393	0.0395
0.80	0.0286	0.0314	0.0341	0.0366	0.0390	0.0411	0.0430	0.0445	0.0456	0.0463	0.0465
0.70	0.0333	0.0366	0.0398	0.0428	0.0457	0.0483	0.0506	0.0525	0.0539	0.0548	0.0550
0.60	0.0388	0.0427	0.0464	0.0501	0.0535	0.0567	0.0596	0.0620	0.0639	0.0651	0.0654
0.50	0.0452	0.0496	0.0541	0.0585	0.0627	0.0667	0.0704	0.0736	0.0761	0.0778	0.0782
0.40	0.0525	0.0578	0.0630	0.0683	0.0735	0.0786	0.0834	0.0878	0.0914	0.0938	0.0945
0.30	0.0608	0.0670	0.0732	0.0796	0.0861	0.0927	0.0993	0.1055	0.1111	0.1150	0.1161
0.20	0.0703	0.0774	0.0849	0.0926	0.1008	0.1095	0.1186	0.1280	0.1372	0.1449	0.1471
0.10	0.0809	0.0892	0.0981	0.1075	0.1179	0.1293	0.1422	0.1569	0.1739	0.1921	0.1993
0.05	0.0867	0.0957	0.1053	0.1157	0.1273	0.1405	0.1558	0.1745	0.1979	0.2290	0.2472

$$l_y = \infty$$

$$P = p * t_x * t_y$$

$$M_{ym} = \alpha_{ym} * P$$