REGIONE CAMPANIA
Struttura di missione Ecoballe UOD 01

Accordo Quadro triennale per l'affidamento di servizi di ingegneria e architettura - Lotto 2: Prov. (CE)

CIG: 73541547DC CUP: B93G17007480006

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROGETTISTI:

TECHNITAL	OWAC Engineering Company	I.A. Consulting s.r.l.
Capogruppo mandataria	Mandante	Mandante

Progettazione definitiva per la realizzazione dell'impianto per il trattamento della frazione organica in Casal di Principe (CE)

CAPOPROGETTO:	RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:	RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:
Dott. Ing. Rocco Martello	Dott. Ing. Simone Venturini	Dott.ssa Ing. Liliana Monaco

TITOLO DELL'ELABORATO

RELAZIONE DI CALCOLO

ELABORATO. N°

ED-R002-02

SCALA:
-

NOME FILE:
II091P-CP-PD-ED-R-002-02.docx

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	0	22/09/2019	EMISSIONE	G. MARCOLINI	R. MARTELLO	S. VENTURINI
	1	20/12/2019	SECONDA EMISSIONE	G. MARCOLINI	R. MARTELLO	S. VENTURINI
	2	22/04/2020	TERZA EMISSIONE	G. MARCOLINI	R. MARTELLO	S. VENTURINI

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1 PREMESSA 6
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 7
3 GEOTECNICA / SISMICA 8
4 METODO DI CALCOLO 8
5 MATERIALI 9
6 I CAPANNONI 10
6.1 Premessa e descrizione dei modelli 10
6.1.1 "Maturazione secondaria" 14
6.1.2 "Conferimento" e "Raffinazione finale" 14
6.1.3 "Stoccaggio" 15
6.1.4 "Corridoio biotunnel" 16
6.2 Analisi dei carichi 17
6.2.1 Pesi propri (travi, tegoli e pilastri) 17
6.2.2 Carichi in copertura 17
6.2.3 Imperfezioni 20
6.2.4 Sovraccarichi variabili di categoria 20
6.2.5 Neve 20
6.2.6 Rivestimento esterno 21
6.2.7 Pressione del vento 22
6.2.8 Carichi da carroponte 46
6.2.9 Azione sismica 51
6.3 "Load Case" 56
6.3.1 "Maturazione secondaria" 56
6.3.2 "Raffinazione finale" 59
6.3.3 "Conferimento raffinazione finale" 63
6.3.4 "Stoccaggio" 66
6.3.5 "Corridoio biotunnel" 68
6.4 Masse sismiche 69
6.5 Combinazioni di carico 69
6.6 Sollecitazioni risultanti 73
6.6.1 "Maturazione secondaria" 73
6.6.1 "Raffinazione finale" 85
6.6.1 "Conferimento raffinazione finale" 96

6.6.2 "Stoccaggio" 107
6.6.3 "Corridoio biotunnel" 119
6.7 Valutazione degli effetti del secondo ordine sismico 130
6.8 Coefficienti di partecipazione e periodi 132
6.1 Validazione modelli FEM 135
6.2 I pilastri 143
6.2.1 Sezione 70x70/24ϕ28 ("Raffinazione finale"): verifica flessionale a SLU 143
6.2.2 Sezione 70x70/24ϕ28 ("Raffinazione finale"): verifica a taglio a SLU 146
6.2.3 Sezione 70x70/24ϕ28 ("Raffinazione finale"): verifica a SLE 147
6.2.4 Sezione 70x70/24ϕ24 ("Maturazione secondaria"): verifica flessionale a SLU 157
6.2.5 Sezione 70x70/24ϕ24 ("Maturazione secondaria"): verifica a taglio a SLU 161
6.2.6 Sezione 70x70/24ϕ24 ("Maturazione secondaria"): verifica a SLE 162
6.2.7 Sezione 70x70/24ϕ20 ("Conferimento"/"Stoccaggio"/"Corridoio"): verifica flessionale a SLU 174
6.2.8 Sezione 70x70/24ϕ20 ("Conferimento"/"Stoccaggio"/"Corridoio"): verifica a taglio a SLU 178
6.2.9 Sezione 70x70/24ϕ20 ("Conferimento"/"Stoccaggio"/"Corridoio"): verifica a SLE 179
6.3 Verifiche a SLD 199
6.3.1 "Maturazione secondaria" 200
6.3.2 "Raffinazione finale" 201
6.3.3 "Conferimento raffinazione finale" 202
6.3.4 "Stoccaggio" 203
6.3.5 "Corridoio biotunnel" 204
6.4 Tegoli prefabbricati TT h=71cm 205
6.4.1 Geometria e sollecitazioni 208
6.4.2 Verifiche 220
6.5 Tegoli prefabbricati TT h=91cm 234
6.5.1 Geometria e sollecitazioni 237

6.5.2 Verifiche 252
6.6 Trave L h=130cm 267
6.6.1 Geometria e sollecitazioni 271
6.6.2 Verifiche 280
6.7 Trave T rovescio h=130cm 294
6.7.1 Geometria e sollecitazioni 298
6.7.2 Verifiche 307
6.8 Plinti di fondazione 321
6.8.1 Premessa 321
6.8.2 Verifiche geotecniche plinti "Conferimento" 324
6.8.3 Verifiche geotecniche plinti "Raffinazione finale" 355
6.8.4 Verifiche geotecniche plinti "Maturazione secondaria" 364
6.8.5 Verifiche geotecniche plinti "Stoccaggio" 393
6.8.6 Verifiche geotecniche plinti "Corridoio" 402
6.8.7 Verifiche strutturali plinti 422
7 BIOTUNNEL 425
7.1 Premessa 425
7.2 Descrizione modello 426
7.3 Analisi dei carichi statici 429
7.4 Analisi del carico sismico 432
7.5 Combinazioni di carico 436
7.6 Verifiche SLU/SLE soletta 443
7.7 Verifiche SLU/SLE pareti 445
7.8 Verifiche SLU/SLE platea 448
7.9 Verifiche spostamenti SLD 450
7.10 Validazione modello FEM 452
8 BIOFILTRO 453
8.1 Premessa 453
8.2 Descrizione modello 454
8.3 Analisi dei carichi statici 456
8.4 Analisi del carico sismico 458
8.5 Combinazioni di carico 460
8.6 Verifiche SLU/SLE soletta 464
8.7 Verifiche SLU/SLE pareti 467

8.8 Verifiche SLU/SLE platea 469
8.9 Verifiche SLU/SLE ringrossi pareti 471
8.10 Verifiche spostamenti SLD 473
8.11 Validazione modello FEM 473
9 UFFICI 476
9.1 Premessa 476
9.2 Descrizione modello 478
9.3 Analisi dei carichi statici 481
9.4 Analisi del carico sismico 491
9.5 Combinazioni di carico 496
9.6 Sollecitazioni 505
9.7 Verifiche SLU/SLE travi di fondazione 70x50 506
9.8 Verifiche SLU/SLE travi 30x50 509
9.9 Verifiche SLU/SLE pilastri 30x60 512
9.10 Verifiche SLU/SLE pilastri 30x30 518
9.11 Verifiche SLU/SLE solaio 520
9.12 Verifiche spostamenti SLD 523
9.13 Verifica capacità portante fondazione 526
9.14 Validazione modello FEM 528
10 MURI DI SOSTEGNO 529
10.1 Premessa 529
10.2 Descrizione modello 530
10.3 Opzioni di calcolo 533
10.4 Combinazioni 533
10.5 Risultati per inviluppo 538
10.6 Verifiche strutturali 545
10.7 Validazione software di calcolo 555
11 FONDAZIONI SERBATOI 556
11.1 Premessa 556
11.2 Analisi dei carichi 558
11.3 Verifiche geotecniche 561
11.4 Verifiche strutturali 565

1 PREMESSA

Il complesso in oggetto si presenta come una serie di corpi di fabbrica più o meno interconnessi a livello di processo, ma strutturalmente indipendenti. In relazione alle funzioni da espletare e delle relative volumetrie necessarie, si riconoscono varie tipologie costruttive:

- Struttura prefabbricata con pilastri e travi in cemento armato
  - 01 confinamento e raffinazione;
  - 03 corridoio maturazione primaria;
  - 04 maturazione secondaria;
  - 06 stoccaggio;

- Struttura prefabbricata a pannelli
  - 02 biotunnel;
  - 03 celle della maturazione primaria;

- Struttura in muri gettati in opera
  - 07 biofiltro;

- Struttura a telaio in cemento armato gettato in opera
  - 05 palazzina uffici.

Lo schema per le STRUTTURE A TELAIO IN CEMENTO ARMATO PREFABBRICATO si presenta ripetitivo, con pilastri incastrati alla base, di sezione 70x70cm, sui quali si appoggiano travi di sezione a L o T rovescia. Queste fungono a loro volta da sostegno per i tegoli precompressi di copertura con sezione a TT, disposti accostati ad interasse di circa 2.45m, in modo da creare una superficie piana. A completare superiormente la copertura, è infine previsto un getto in opera di calcestruzzo, dello spessore di 5cm, che funge da elemento di collegamento e collaborazione.

La STRUTTURA PREFABBRICATA A PANNELLI è costituita da pannelli accostati di spessore 30cm a creare la struttura portante verticale, sormontati da un solaio di lastre prefabbricate autoportanti completate da un getto superiore in opera, per uno spessore complessivo di 40cm.

Per il biofiltro sono previste strutture in opera fondamentalmente composte da una PLATEA DI FONDAZIONE E PARETI CONTINUE IN CEMENTO ARMATO GETTATI IN OPERA di spessore 30cm.

Il piano di calpestio è realizzato con lastre modulari prefabbricate in calcestruzzo armato dotate di opportune forature che consentono la percolazione e lo smaltimento dei liquidi.

La palazzina uffici si presenta come un TELAIO IN CEMENTO ARMATO GETTATO IN OPERA di due piani fuori terra. La struttura portante è quindi costituita da pilastri di larghezza massima 30cm e travi in cemento armato a sostegno di un solaio piano a lastra prefabbricata con getto di completamento in opera di spessore 25cm.

Le opere di fondazione sono, per lo più, di tipo superficiale, con plinti isolati dotati di apposito bicchiere di montaggio per gli edifici prefabbricati. La dimensione in pianta dei plinti si differenzia in funzione dei carichi da sopportare, ma si possono individuare due tipologie: uno di dimensioni 3.0x3.0x0.75 per la zona raffinazione (dove le luci risultano maggiori) e un secondo di dimensioni 2.7x2.7x0.75 per le restanti strutture.

Per biotunnel e manutenzione primaria, che presentano una struttura prefabbricata a pannelli, le fondazioni sono invece costituite da una platea gettata in opera di spessore 40cm.

Infine la palazzina uffici, strutturalmente costituita da un semplice telaio, è fondata su di un graticcio di travi di dimensione 70x50cm.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per il dimensionamento delle strutture oggetto della presente relazione di calcolo è di seguito specificata:

- Legge 05/11/1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

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

- Circ. 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.

Per quanto non contenuto nelle precedenti norme ci si riferirà a normativa tecnica internazionale di comprovata validità, in particolare agli eurocodici.

3 GEOTECNICA / SISMICA

Relativamente alle assunzioni geologico / geotecniche utilizzate per il dimensionamento delle opere strutturali si rimanda integralmente a quanto riportato sul documento specifico.

Le caratteristiche salienti dei terreni che interessano le opere fondali dell'intero complesso sono comunque di seguito riportate:

γ = 18.50 kN/mc (peso specifico tennero).

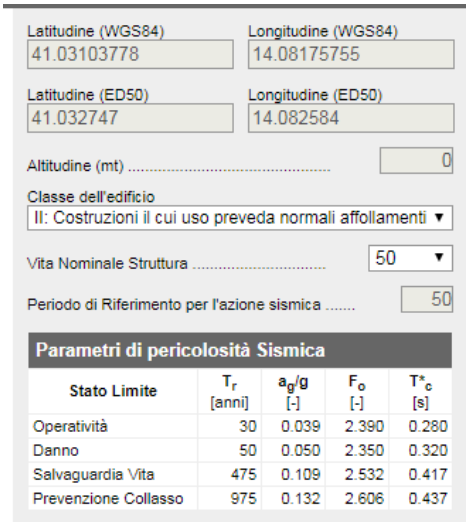
ϕ' = 34° (angolo d'attrito terreno).

c' = 5 kPa (coesione efficace).

Secondo quanto riportato sulla Relazione geologica, risulta che "Le misure piezometriche indicano un livello di falda variabile stagionalmente tra 1 e 2 m dal piano campagna"

Si assume quindi quota falda pari a -1.00m dal piano campagna.

Parametri sismici



Latitudine (WGS84)	41.03103778
Longitudine (WGS84)	14.08175755
Latitudine (ED50)	41.032747
Longitudine (ED50)	14.082584
Altitudine (mt)	0
Classe dell'edificio	II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti
Vita Nominale Struttura	50
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	50

Parametri di pericolosità Sismica

Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_o [-]	T^*_c [s]
Operatività	30	0.039	2.390	0.280
Danno	50	0.050	2.350	0.320
Salvaguardia Vita	475	0.109	2.532	0.417
Prevenzione Collasso	975	0.132	2.606	0.437

Sottosuolo tipo C / T1.

4 METODO DI CALCOLO

Le sollecitazioni sono ottenute mediante l'analisi elastica lineare delle strutture, secondo i metodi della Scienza delle Costruzioni; la verifica della sicurezza è condotta con il metodo degli stati limite.
Nei capitoli seguenti, per ciascuna struttura saranno specificate le ipotesi di calcolo di volta in volta assunte.

5 MATERIALI

I materiali impiegati per la realizzazione delle opere di cui alla presente relazione di calcolo sono di seguito riportati:

TABELLA MATERIALI

MAGRONE DI PULIZIA E LIVELLAMENTO
(lo spessore indicato negli elaborati è da intendersi medio)
- Classe di resistenza: C12/15
- Contenuto minimo di cemento: 150 Kg/mc

IMPIANTO DI LAVORAZIONE - FONDAZIONI
- Classe di resistenza: C32/40
- Classe di esposizione: XC2/XA2
- Rapporto A/C: 0.50
- Contenuto minimo di cemento: 340 Kg/mc
- Copriferro: c=40 mm
- Massima dimensione dell'aggregato: 32 mm
- Classe di consistenza SLUMP: S4

IMPIANTO DI LAVORAZIONE- PILASTRI PREFABBRICATI
- Classe di resistenza: C60/75
- Classe di esposizione: XC1/XC3/XA2
- Rapporto A/C: 0.50
- Contenuto minimo di cemento: 340 Kg/mc
- Copriferro: c=40 mm
- Massima dimensione dell'aggregato: 20 mm
- Classe di consistenza SLUMP: S4

IMPIANTO DI LAVORAZIONE - TRAVI PREFABBRICATE IN C.A.P.
- Classe di resistenza: C60/75
- Classe di esposizione: XC1/XC3
- Rapporto A/C: 0.50
- Contenuto minimo di cemento: 340 Kg/mc
- Copriferro: c=30 mm
- Massima dimensione dell'aggregato: 20 mm
- Classe di consistenza SLUMP: S4

IMPIANTO DI LAVORAZIONE - TEGOLI PREFABBRICATI IN C.A.P.
- Classe di resistenza: C60/75
- Classe di esposizione: XC1/XC3
- Rapporto A/C: 0.50
- Contenuto minimo di cemento: 340 Kg/mc
- Copriferro: c=30 mm
- Massima dimensione dell'aggregato: 20 mm
- Classe di consistenza SLUMP: S4

IMPIANTO DI LAVORAZIONE - PANNELLI PREFABBRICATI
- Classe di resistenza: C32/40
- Classe di esposizione: XC4/XA2
- Rapporto A/C: 0.50
- Contenuto minimo di cemento: 340Kg/mc
- Copriferro: c=30mm
- Massima dimensione dell'aggregato: 20 mm
- Classe di consistenza SLUMP: S4

PALAZZINA UFFICI - FONDAZIONI
- Classe di resistenza: C25/30
- Classe di esposizione: XC2
- Rapporto A/C: 0.60
- Contenuto minimo di cemento: 300 Kg/mc
- Copriferro: c=40 mm
- Massima dimensione dell'aggregato: 32 mm
- Classe di consistenza SLUMP: S4

PALAZZINA UFFICI - PILASTRI, TRAVI, CORDOLI, GETTI IN OPERA
- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di esposizione: XC1/XC3
- Rapporto A/C: 0.55
- Contenuto minimo di cemento: 320 Kg/mc
- Copriferro: c=40 mm
- Massima dimensione dell'aggregato: 32 mm
- Classe di consistenza SLUMP: S4

PALAZZINA UFFICI - LASTRE PREDALLES E COPPELLE PREFABBRICATE
- Classe di resistenza: C32/40
- Classe di esposizione: XC1/XC3
- Rapporto A/C: 0.55
- Contenuto minimo di cemento: 320 Kg/mc
- Copriferro: c=30 mm
- Massima dimensione dell'aggregato: 20 mm
- Classe di consistenza SLUMP: S4

ACCIAIO ARMONICO PER TREFOLI:
- Armatura di classe 2: trefoli stabilizzati a basso rilassamento
- Tensione caratteristica di rottura fptk $\geq$ 1860 N/mmq
- Tensione caratt. all'1% di deformazione totale fp(1)k $\geq$ 1670 N/mmq
- Allungamento sotto carico massimo Agt $\geq$ 3,5 %

ACCIAIO PER C.A. IN BARRE O ROTOLI
- Acciaio per calcestruzzo armato: TIPO B450C
- Limite di snervamento: fy>450 N/mmq
- Limite di rottura: ft>540 N/mmq

ACCIAIO PER C.A. RETI ELETTROSALDATE
- Acciaio per calcestruzzo armato: TIPO B450A
- Limite di snervamento: fy>450 N/mmq
- Limite di rottura: ft>540 N/mmq

ACCIAIO PER CARPENTERIE METALLICHE E TIRAFONDI
- Acciaio TIPO S355J0
- Limite di snervamento: fy>355 N/mmq
- Limite di rottura: ft>510 N/mmq
- Modulo elastico: E=210000 N/mmq
- Classe di esecuzione EN 1090-2: EXC2

BULLONI
- Viti: Classe 8.8
- Dadi: Classe 8.8
- Rosette: Acciaio C50

SALDATURE
- Procedimenti omologati e qualificati secondo D.M. 17/01/2018

6 I CAPANNONI

6.1 Premessa e descrizione dei modelli

Nel presente capitolo si riporta l'analisi e il dimensionamento degli elementi costituenti i capannoni prefabbricati in progetto: vengono quindi riportate le calcolazioni portate a termine per i moduli di "Conferimento", "Raffinazione Finale", "Maturazione secondaria", "Stoccaggio" e "Corridoio Biotunnel".

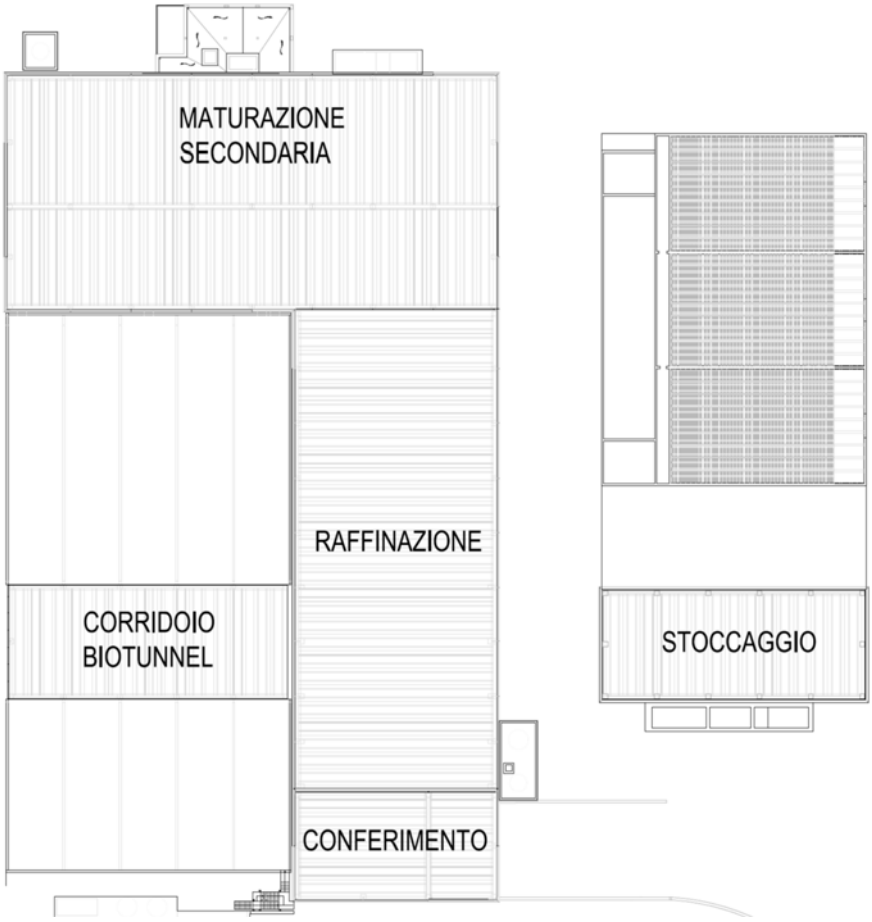


FIGURA 6-1 – NOMENCLATURA CAPANNONI

E' stato realizzato, per ciascuna unità, un modello tridimensionale a Elementi Finiti mediante il software di calcolo SAP2000: tale modello, che schematizza l'intera struttura portante dei capannoni, è stato adoperato per le analisi di tipo globale, quali le verifiche agli SLD e la valutazione della bontà complessiva della struttura. Per quanto riguarda le analisi inerenti agli elementi singoli, ha invece fornito le sollecitazioni unicamente per la verifica di pilastri e fondazioni, generando, per travi e tegoli, solo azioni utili alla validazione dello schema di calcolo adottato, in semplice appoggio.

Si riportano alcune considerazioni valide per tutti i modelli, seguite dalle analisi svolte per ciascuna struttura.

I capannoni prevedono in generale un'elevazione costituita da pilastri prefabbricati 70x70cm, incastrati in fondazione in un plinto a bicchiere e sormontati da travi a T rovescio e laterali ad L. Le strutture sono poi coperte da tegoli a doppio T di altezza variabile tra 71 e 91cm, completati da una cappa in calcestruzzo armato di spessore minimo pari a 5cm.

Ogni modello prevede la rappresentazione della reale geometria dell'opera, schematizzata attraverso elementi monodimensionali di tipo FRAME, di adeguate caratteristiche geometriche e meccaniche.

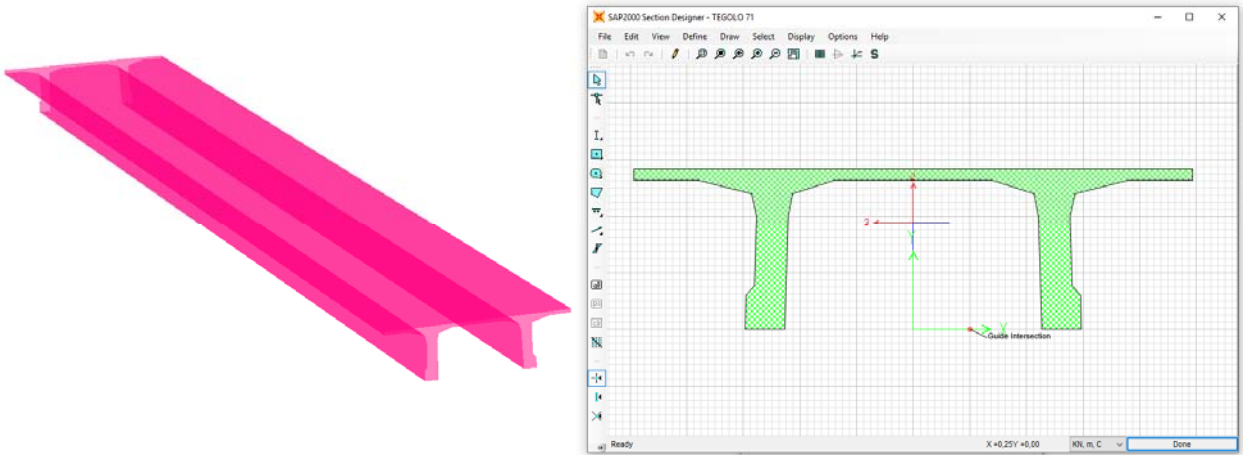


FIGURA 6-2 - RAPPRESENTAZIONE PIANA E TRIDIMENSIONALE DEL TEGOLO A DOPPIO T ALTO 71CM

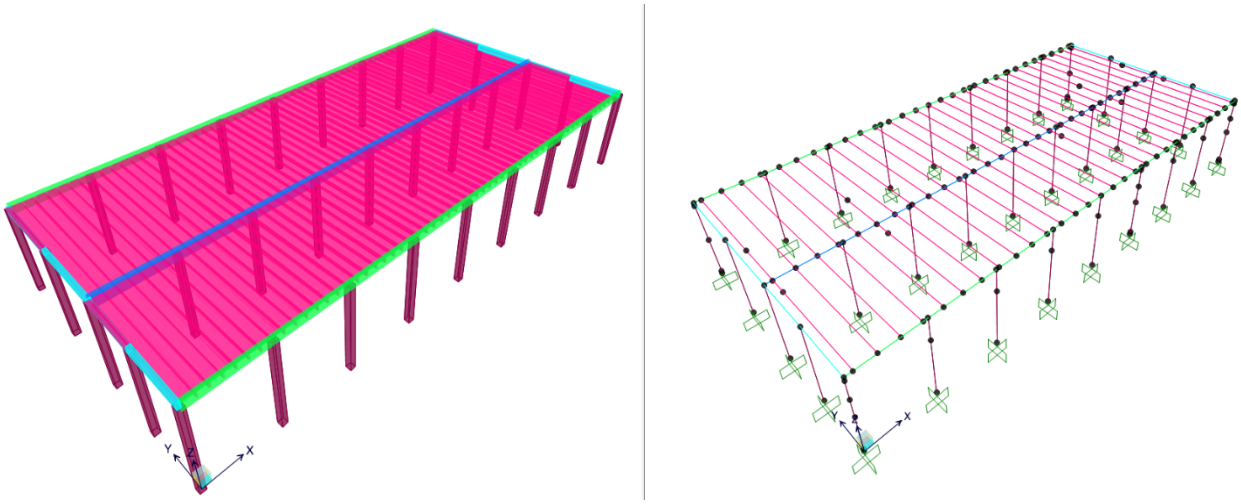


FIGURA 6-3 - MODELLO TRIDIMENSIONALE ESTRUSO E UNIFILARE DELLA "MATURAZIONE SECONDARIA"

Al solo scopo di una corretta ripartizione dei carichi sulle aste interessate, sono stati inseriti inoltre degli elementi SHELL con caratteristiche nulle, adeguatamente caricati da pressioni distribuite.

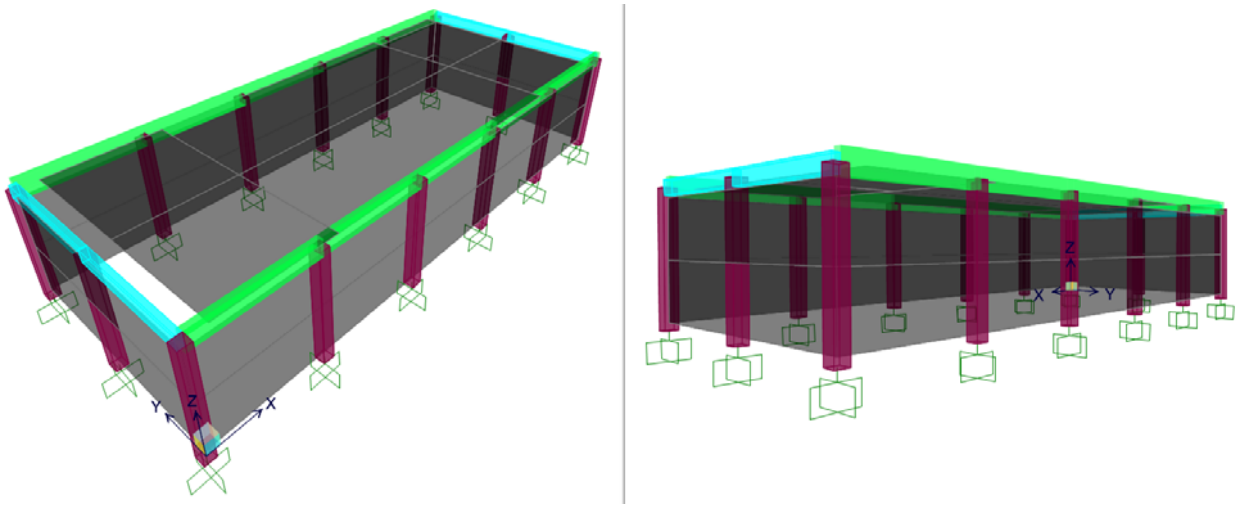


FIGURA 6-4 - RAPPRESENTAZIONE DEGLI ELEMENTI SHELL CON CARATTERISTICHE "NONE" NELLO "STOCCAGGIO"

I vincoli imposti corrispondono a quelli in grado di ricostruire una "struttura con pilastri incastrati alla base e orizzontamenti ad essa incernierati": i pilastri presentano quindi un doppio vincolo di incastro alla base, ma sono liberi in testa, le travi e i tegoli poggiano invece su di essi doppiamente incernierate agli estremi.

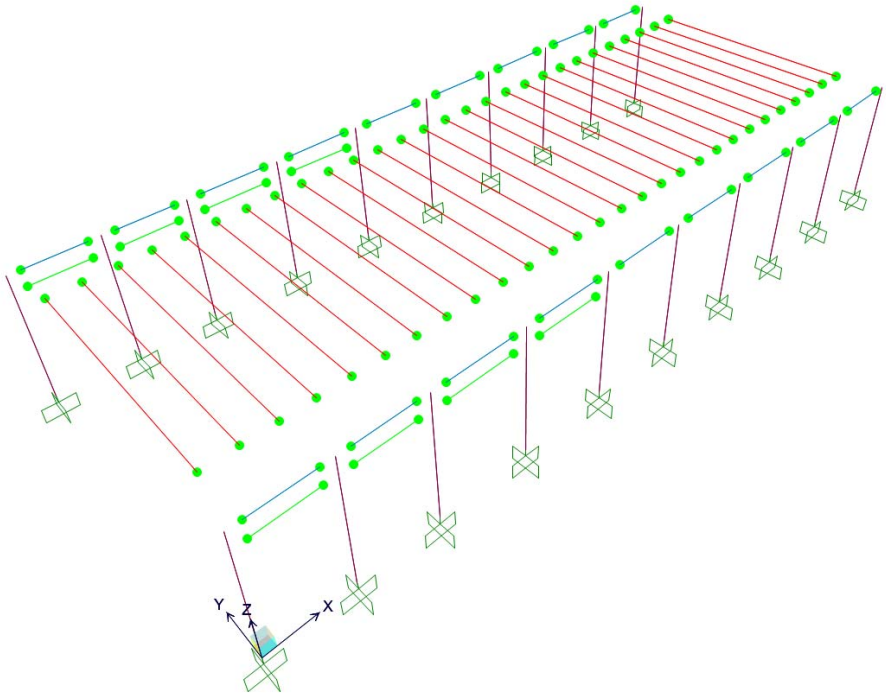


FIGURA 6-5 - INDICAZIONE DEI RILASCI INTERNI IMPOSTI ALLA STRUTTURA DELLA "RAFFINAZIONE FINALE"

Ai nodi di copertura, è stato infine imposto un vincolo di tipo "Diaframma", in modo da ricreare il piano infinitamente rigido, ipotizzabile grazie alla presenza della cappa collaborante in c.a.

E' stata condotta sugli edifici, oltre all'analisi strutturale in condizioni statiche, anche l'analisi sismica della struttura, portata a termine mediante l'analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

Dove necessario, è stata eseguita un'analisi statica del secondo ordine, che ha previsto la considerazione dell'equilibrio della struttura in configurazione deformata. Come indicato in Normativa, al paragrafo 4.1.1.4, gli effetti del secondo ordine possono infatti essere trascurati solo nel caso di specifiche valutazioni, e se rimangono inferiori al 10% dei corrispondenti effetti del primo ordine. In via semplificata, nel caso di analisi non lineari, è stata considerata una rigidezza del calcestruzzo ridotta secondo la formula di Normativa 4.1.44.

$$EI = 0{,}3\ E_{cd}\ I_c / (1+0{,}5\phi)$$

Per quanto riguarda l'analisi sismica si è invece tenuto conto delle non linearità geometriche in modo semplificato, attraverso la valutazione del fattore θ, come concesso dal paragrafo 7.3.1 delle NTC18.

Il modulo elastico del cls, in combinazione sismica è stato ridotto del 50% come concesso dalla norma (vedasi estratto di seguito riportato).

7.2.6. CRITERI DI MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E DELL'AZIONE SISMICA

MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

Il modello della struttura deve essere tridimensionale e rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza, con particolare attenzione alle situazioni nelle quali componenti orizzontali dell'azione sismica possono produrre forze d'inerzia verticali (travi di grande luce, sbalzi significativi, ecc.).

Qualora si adotti un modello di comportamento non dissipativo , oppure un modello dissipativo che utilizza il coefficiente di comportamento q, si impiegheranno per i materiali leggi costitutive elastiche .

Qualora si adotti un modello di comportamento dissipativo tenendo esplicitamente conto della capacità dissipativa, il legame costitutivo utilizzato per modellare la non linearità di materiale dovrà essere giustificato, anche in relazione alla corretta rappresentazione dell'energia dissipata nei cicli di isteresi.

Delle non linearità geometriche, se significative, si terrà conto per ambedue i comportamenti.

Nel rappresentare la rigidezza degli elementi strutturali si deve tener conto della fessurazione. In caso non siano effettuate analisi specifiche, la rigidezza flessionale e a taglio di elementi in muratura, calcestruzzo armato, acciaio-calcestruzzo, può essere ridotta sino al 50% della rigidezza dei corrispondenti elementi non fessurati, tenendo debitamente conto dello stato limite considerato e dell'influenza della sollecitazione assiale permanente.

A meno di specifiche valutazioni e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidezza, gli orizzontamenti piani possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano medio a condizione che siano realizzati in calcestruzzo armato, oppure in latero-cemento con soletta in calcestruzzo armato di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in calcestruzzo armato di almeno 50 mm di spessore collegata agli elementi strutturali in acciaio o in legno da connettori a taglio opportunamente dimensionati.

Nella definizione del modello, gli elementi non strutturali non appositamente progettati come collaboranti (quali tamponature e tramezzi) possono essere rappresentati unicamente in termini di massa; il loro contributo al comportamento del sistema strutturale in termini di rigidezza e resistenza sarà considerato solo qualora abbia effetti negativi ai fini della sicurezza.

FIGURA 6-6 – ESTRATTO DI NORMA RIGIDEZZA FESSURATA

Si riporta una breve descrizione degli edifici, accompagnata da alcune immagini rappresentative dei modelli.

6.1.1 "Maturazione secondaria"

La maturazione secondaria presenta dimensioni in pianta di 71.6x34.1m e altezza interna 11.0m. La struttura è suddivisa in due campate con luci dei tegoli, alti 71cm, rispettivamente di 18.7m e 14.7m. I pilastri, disposti su tre allineamenti hanno interasse longitudinale di 8.86m, mentre le travi si dividono in due tipologie: sono infatti a L rovescia di altezza 110cm lateralmente, e a T rovescia di altezza 120cm per l'allineamento di spina.

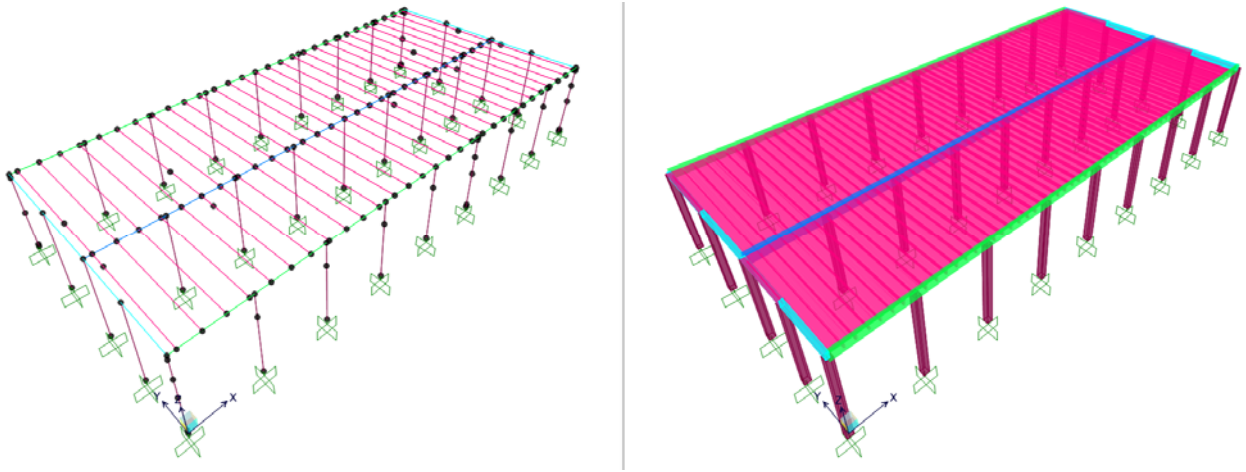


FIGURA 6-7 - VISTA DEL MODELLO 3D UNIFILARE ED ESTRUSO

6.1.2 "Conferimento" e "Raffinazione finale"

La struttura portante ha dimensioni globali in pianta di 86.3x29.4m ed è realizzata mediante una struttura in cemento armato prefabbricato con pilastri di sezione 70x70cm, travi di coronamento di altezza 110cm e 130cm che fungono da supporto per la copertura in tegoli di sezione TT con cappa collaborante di calcestruzzo gettato in opera.

Strutturalmente l'edificio è realizzato con due corpi distinti, uno per la zona conferimento e l'altro per la raffinazione.

Il conferimento ha dimensioni in pianta di 29.4x16.0m, altezza interna 9.5m e pavimentazione sopraelevata di 3.0m rispetto alla raffinazione, la maglia strutturale è a due campate con pilastri su tre allineamenti, luci per le travi di 7.4m e tegoli di altezza 71cm e luci di 19.1m e 9.6m.

La zona raffinazione presenta delle dimensioni in pianta 70.3x29.4m con luce singola, altezza interna 11.0m, i pilastri sono disposti lungo i lati lunghi ad interasse 8.0m, le travi hanno altezza pari a 130cm e i tegoli, di luce 28.7m, hanno altezza 91cm. E' stata ipotizzata la presenza di una via di corsa HEA600, atta ad ospitare un carroponte con apparecchio di sollevamento a polipo.

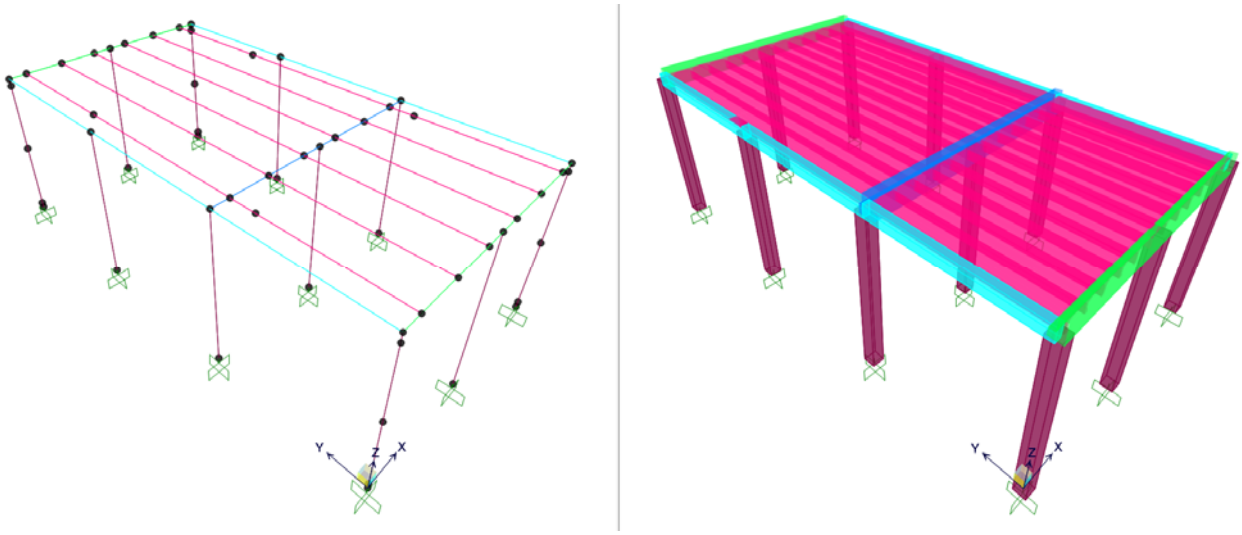


FIGURA 6-8 - VISTA DEL MODELLO 3D DEL "CONFERIMENTO" UNIFILARE ED ESTRUSO

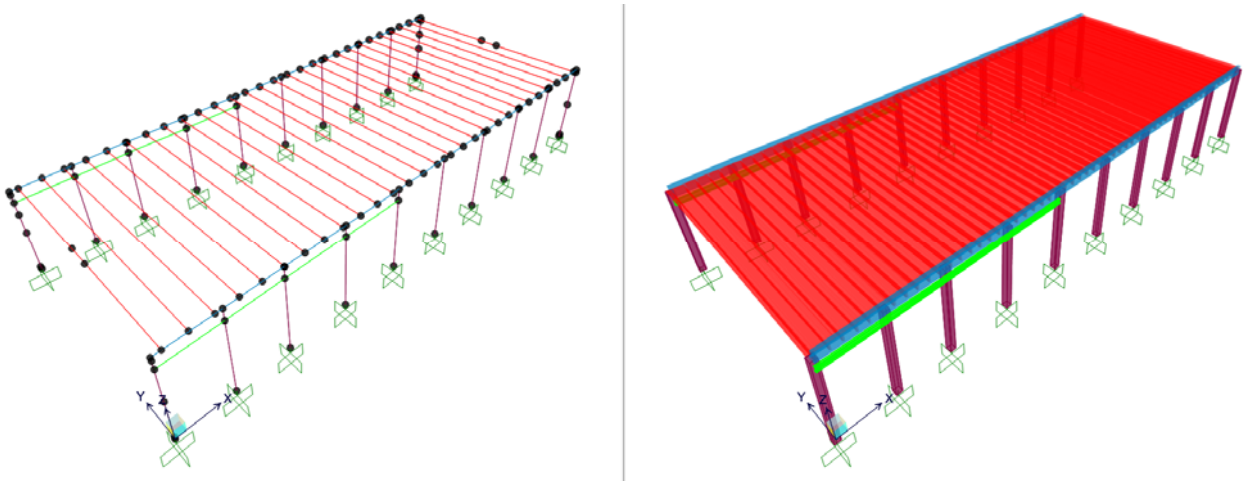


FIGURA 6-9 - VISTA DEL MODELLO 3D DELLA "RAFFINAZIONE FINALE" UNIFILARE ED ESTRUSO

6.1.3 "Stoccaggio"

L'area stoccaggio ha dimensioni in pianta di 38.00x15.90m e altezza interna 7.0m. La struttura è longitudinalmente contornata da pilastri interassati a 7.53m, e chiusa sui lati corti da due colonne centrali. Le travi principali, con sezione a L, presentano altezza di 110cm e fungono da appoggio a tegoli a doppio T di dimensione 2.5x0.71m. L'intera struttura è chiusa esternamente da pannelli perimetrali.

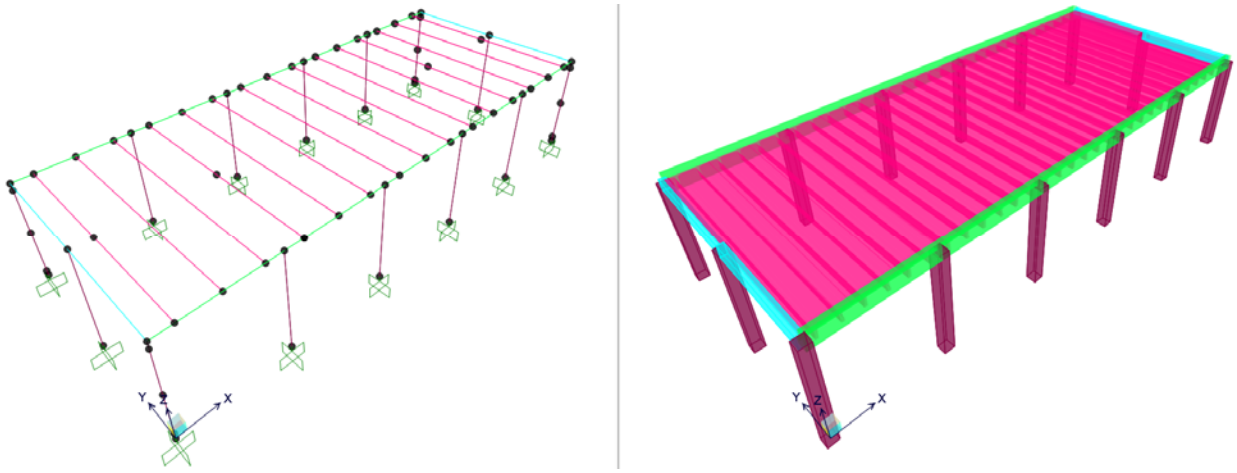


FIGURA 6-10 - VISTA DEL MODELLO 3D UNIFILARE ED ESTRUSO

6.1.4 "Corridoio biotunnel"

Tra la maturazione primaria e il biotunnel è posizionato il "corridoio biotunnel". La struttura, essenzialmente aperta su tre lati, presenta un'unica campata di dimensioni in pianta di 41.6x16.6m e altezza interna 7.0m. I pilastri sono disposti lungo i lati lunghi ad interasse 8.3m, le travi a L hanno altezza pari a 110cm e i tegoli, di luce 16.0m, hanno altezza 71cm.

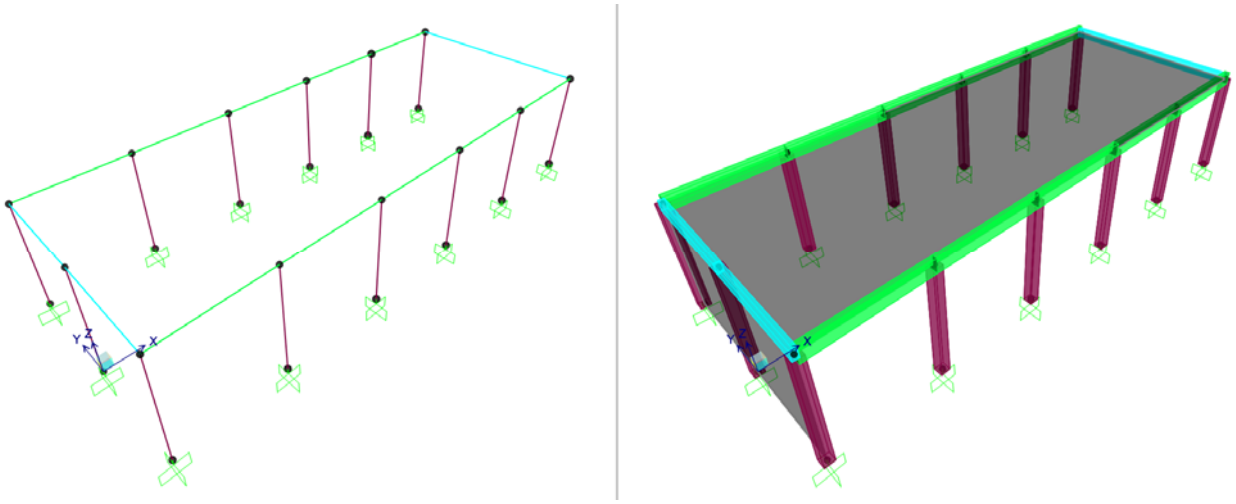


FIGURA 6-11 - VISTA DEL MODELLO 3D UNIFILARE ED ESTRUSO

6.2 Analisi dei carichi

Il presente paragrafo riporta l'analisi dei carichi, valida per tutte le strutture: al fine di snellire la trattazione, si indicano le immagini dei carichi gravitazionali, uguali per tutti i modelli, unicamente riportati sulla "Maturazione Secondaria".

In generale, le azioni sono state applicate ai diversi elementi costituenti il modello, mediante le modalità indicate di seguito:

- Calcolo della pressione esercitata sull'area di influenza di ciascun frame e carico diretto della risultante distribuita sull'elemento;
- Dove possibile, creazione di elementi shell con caratteristiche nulle e pressioni uniformi, utili unicamente alla corretta ripartizione delle sollecitazioni sugli elementi interessati.

Per quanto riguarda l'azione sismica, questa è stata invece considerata nel modello mediante l'inserimento degli spettri sismici agli SLV e agli SLD, tracciati sia per la direzione verticale, che per quella orizzontale.

Si riportano, al fine di una piena comprensione, le immagini dei singoli carichi "Load pattern" applicati al modello, seguiti dagli spettri di risposta sismica e dai "Load Case" definiti.

Si tenga presente che, date le modalità di visualizzazione dei carichi in SAP2000, è stato necessario dividere le immagini delle azioni applicate su area, da quelle imposte agli elementi frame, anche se finalizzati alla produzione del medesimo carico.

Per quanto riguarda le pressioni applicate agli shell, si è scelto di rappresentare, di volte in volta secondo quanto risultasse più consono, le risultanti sui frame o il valore direttamente distribuito sugli elementi mediante mappe di colore.

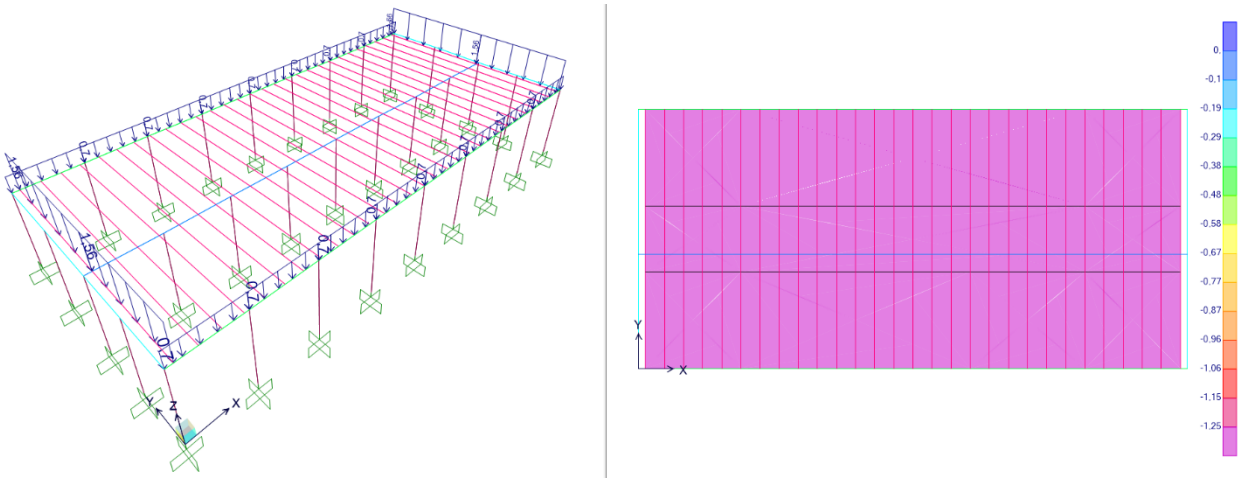
6.2.1 Pesi propri (travi, tegoli e pilastri)

Valutato automaticamente dal software di calcolo considerando per il calcestruzzo g = 25 kN/m3 e per l'acciaio da carpenteria g = 78.5 kN/m3.

6.2.2 Carichi in copertura

Carichi permanenti strutturali - G1

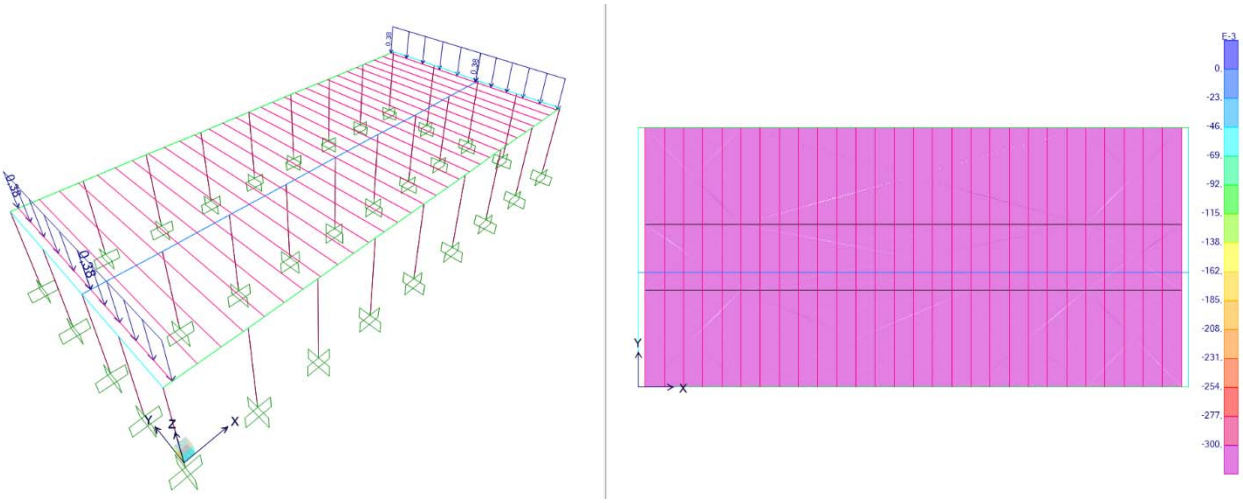
soletta collaborante (sp = 5cm)	1,250 kN/mq



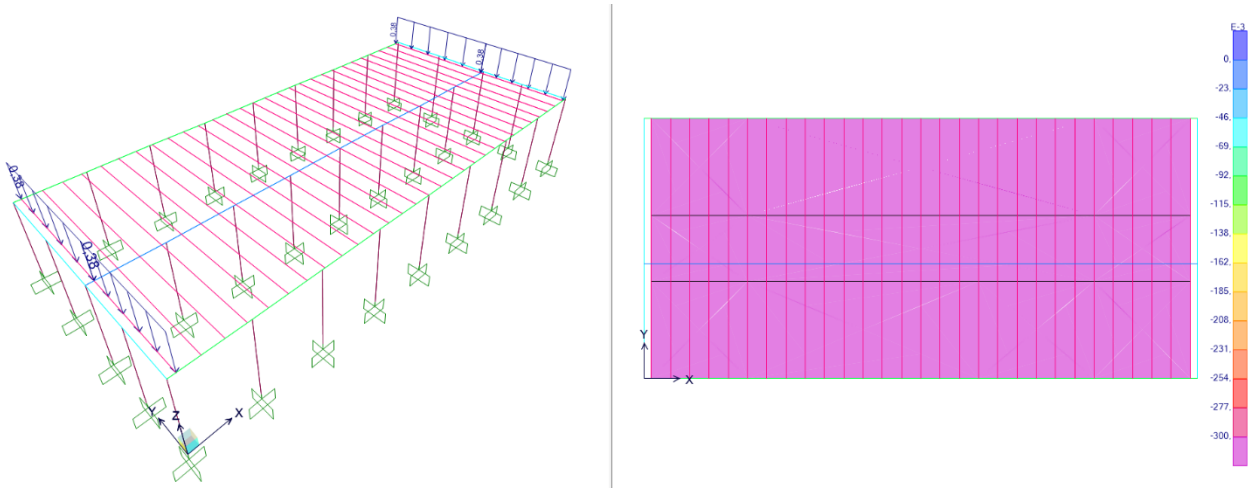
SOLETTA = Peso soletta collaborante

Carichi permanenti non strutturali - G2

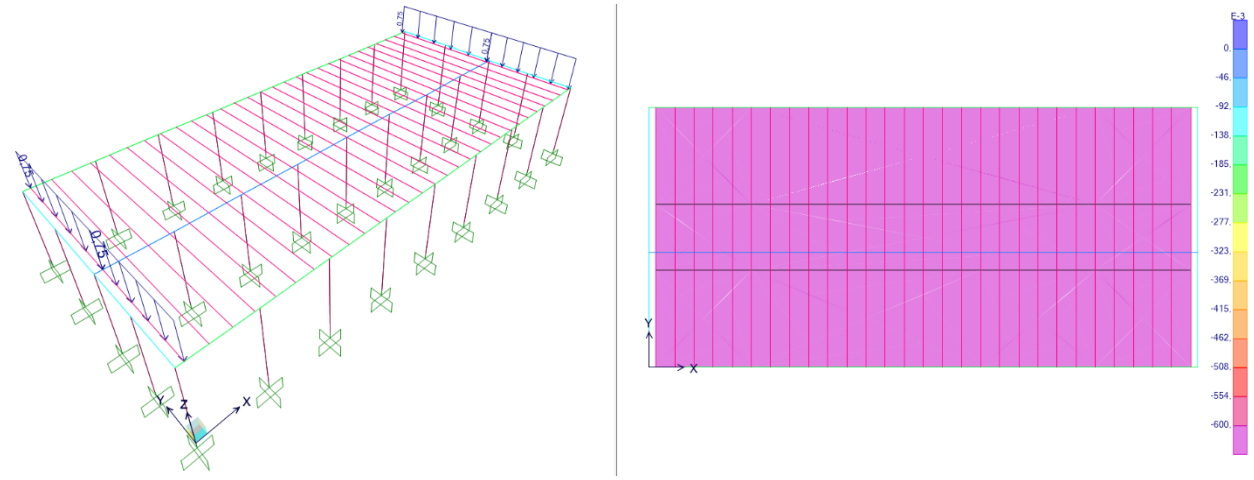
pannelli fotovoltaici	0,3 kN/mq
Isolante + impermeabilizzazione	0,3 kN/mq
massetto alleggerito per pendenza	0,6 kN/mq
Impiantistica appesa	0,3 kN/mq



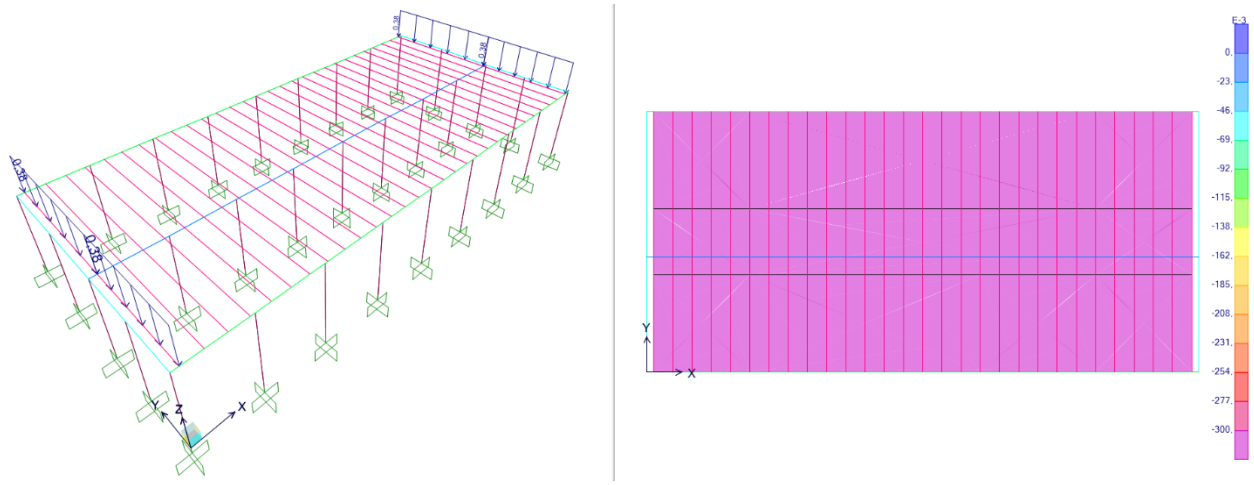
PANNELLI FV = Peso pannelli fotovoltaici



ISOLANTE = Peso isolamento e impermeabilizzazione



MASSETTO = Peso del massetto alleggerito



IMPIANTI = Peso impiantistica appesa

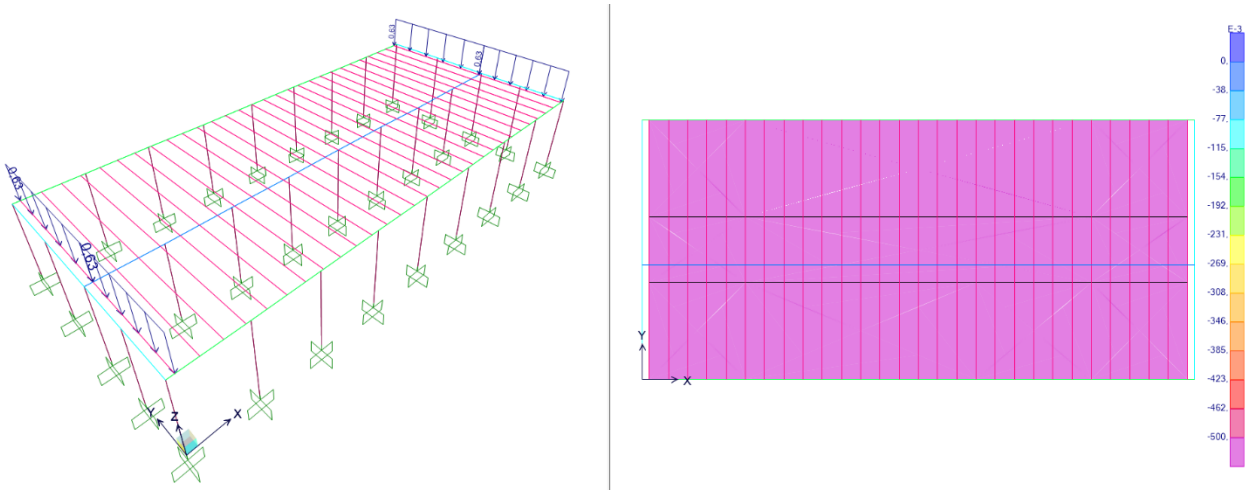
6.2.3 Imperfezioni

Si è tenuto conto, delle imperfezioni geometriche e di montaggio mediante l'inserimento di una eccentricità pari a 1/200 della luce, applicata al carico assiale gravante sui pilastri: si tratta di una azione tenuta in conto in automatico dal programma.

Si tratta dei carichi IMPERFEZ X e IMPERFEZ Y.

6.2.4 Sovraccarichi variabili di categoria

cat.H1 - Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione 0,5 kN/mq



CAT H = Carico di categoria H

6.2.5 Neve

Zona III

a_s = 20 m.l.m.m. quota altimetrica rispetto al livello del mare

q_{sk} = 0,60 kN/m²

C_E = 1,00 coefficiente di esposizione topografia normale

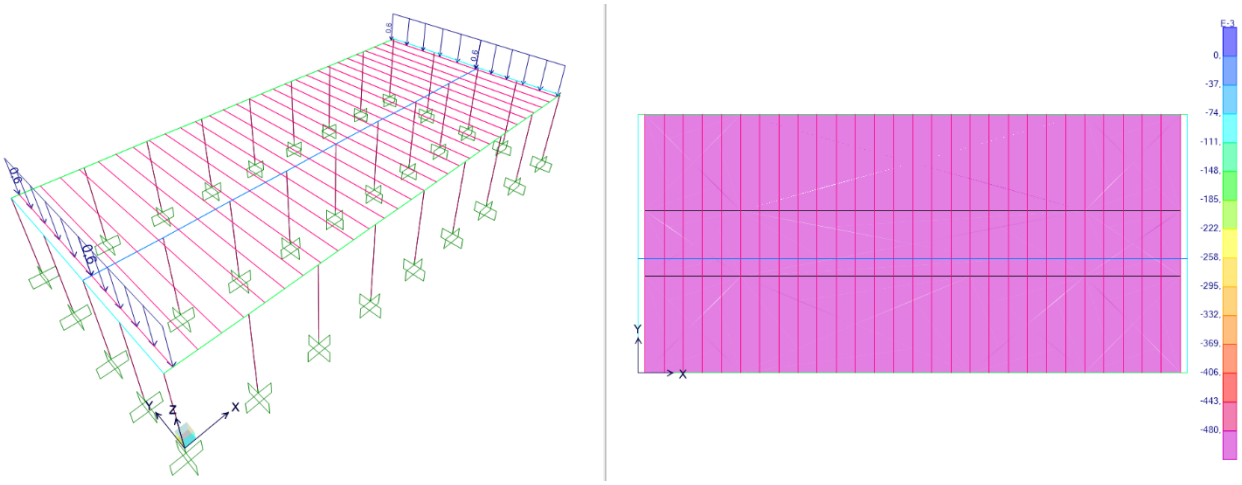
C_t = 1,00 coefficiente termico

COPERTURA A FALDA SINGOLA

α_i = 0,0° inclinazione della falda

μ_i = 0,80 coefficiente di forma

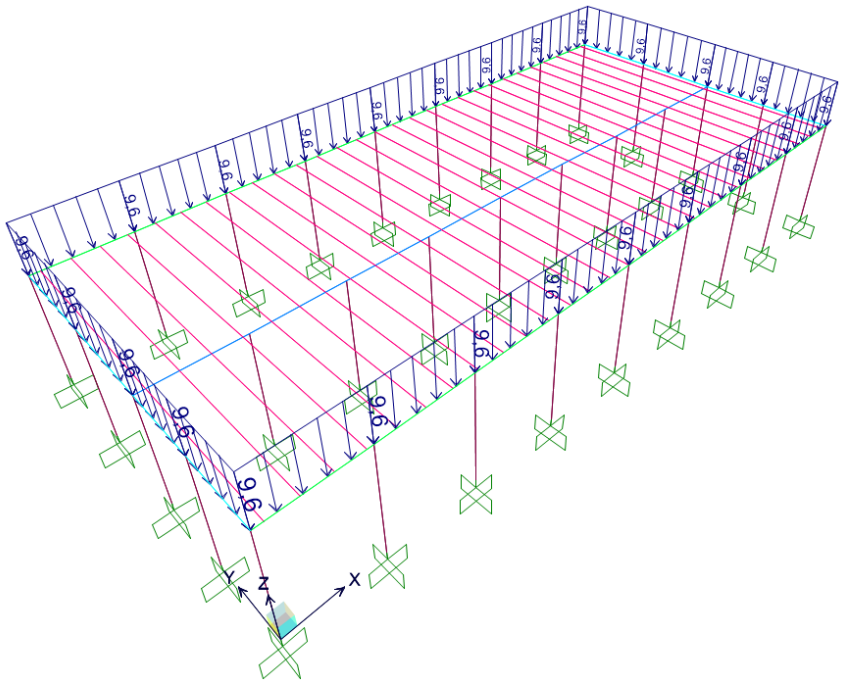
$q_s = \mu_1\ q_{sk}\ C_E\ C_t$ = 0,48 kN/m²



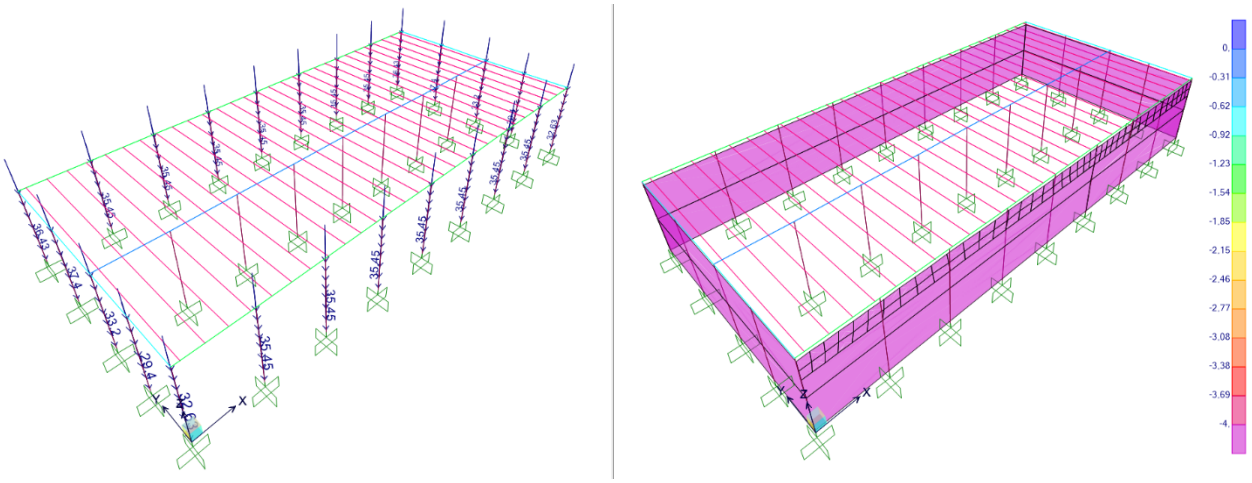
NEVE = Peso distribuito della neve

6.2.6 Rivestimento esterno

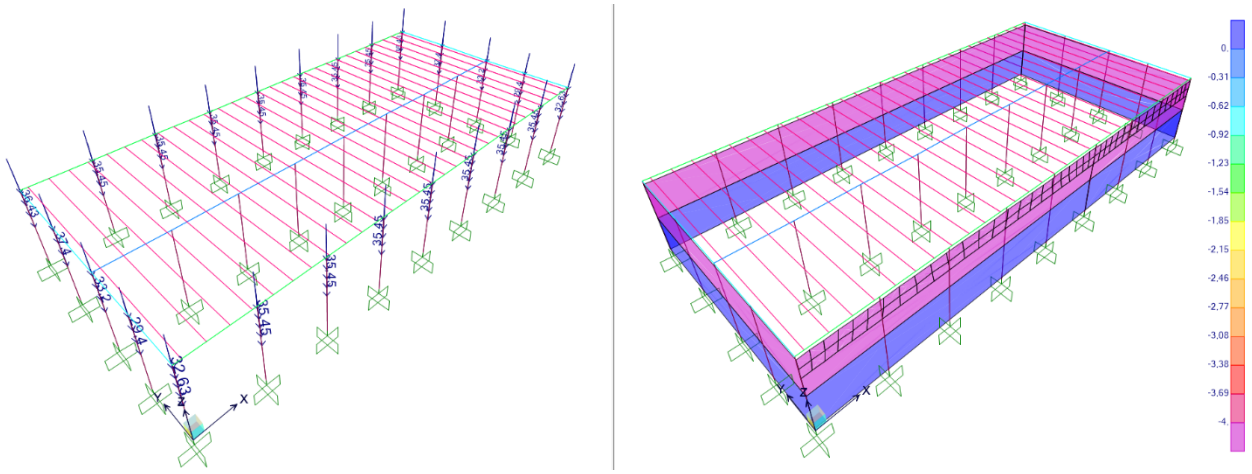
Pannelli prefabbricati 4,00 kN/mq



PANNELLI SB = Peso della veletta alta 2,4m



PANNELLI STA = Peso totale dei pannelli gravante sulle pareti



PANNELLI SIS = Massa vibrante dei pannelli, distribuita sulla metà superiore dei pilastri

6.2.7 Pressione del vento

PRESSIONE DEL VENTO: MATURAZIONE SECONDARIA

$$p = q_r\, c_e\, c_p\, c_d$$

Zona	3			posizione	10km da costa
a_s =	20	m.l.m.m.	quota altimetrica rispetto al livello del mare		
z =	13,00	m	altezza costruzione		
Classe	D		Categoria	II	

$v_{b,0}$ =	27	m/s	c_a =	1,00	$v_b = v_{b,0}\, c_a$ = 27,0 m/s

T_R =	50	anni		c_r =	1,00		$v_r = v_b\, c_r$ =	27,0 m/s
r =	1,25	kg/m³		a_0 =	500	m	k_a =	0,37 1/s
q_r =	$1/2 r v_r^2$ =	455,63	N/m²					

$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z_i/z_0) [7+c_t \ln(z_i/z_0)]$ = 2,52 coefficiente di esposizione

con:

$z_i = z$	per $z \geq z_{min}$	z_0 =	0,05	m	k_r =	0,19	
$z_i = z_{min}$	per $z < z_{min}$	z_{min} =	4,00	m	c_t =	1,00	

c_d = 1,00 coefficiente dinamico

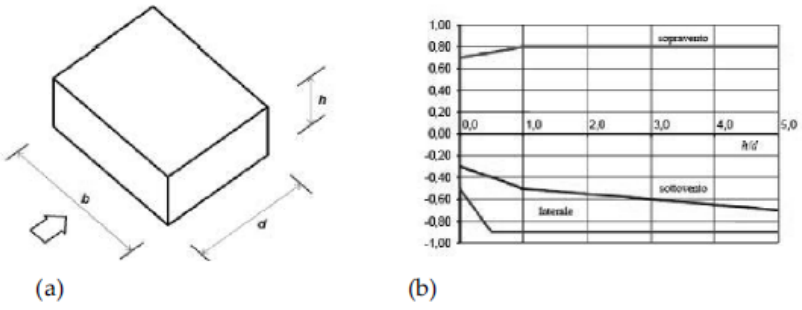
$p_{base} = q_b\, c_e\, c_d$ = 1,149 kN/mq Pressione base

Edifici a pianta rettangolare

h =	13,00	m	altezza massima
b =	72,00	m	dimensione maggiore in pianta
d =	34,50	m	dimensione minore in pianta

Pareti verticali

Schema di riferimento c_{pe}



(a) (b)

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Vento in direzione perpendicolare a b h/d = 0,38

z_e = 13,00 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,52

$p_{base}(z_e)$ = 1,15 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p (z_e-h) kN/m²**	**p (0-z_e) kN/m²**
Parete sopravvento	0,74	**0,847**	**0,847**
Parete laterale	-0,80	**-0,921**	**-0,921**
Parete sottovento	-0,38	**-0,431**	**-0,431**

Vento in direzione perpendicolare a d h/d = 0,18

z_e = 13,00 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,52

$p_{base}(z_e)$ = 1,15 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p (0-z_e) kN/m²**	**p (z_e-h) kN/m²**
Parete sopravvento	0,72	**0,825**	**0,825**
Parete laterale	-0,64	**-0,740**	**-0,740**
Parete sottovento	-0,34	**-0,386**	**-0,386**

Coperture piane

Schema di riferimento c_{pe}

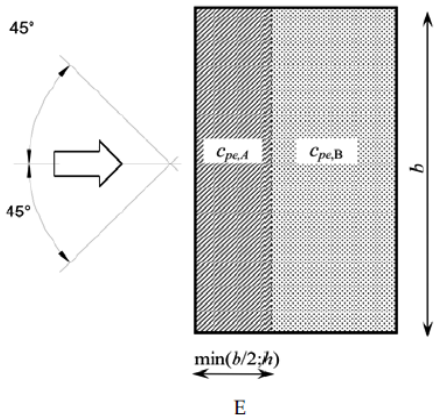


Figura C3.3.5 - *Schema di riferimento per coperture piane*

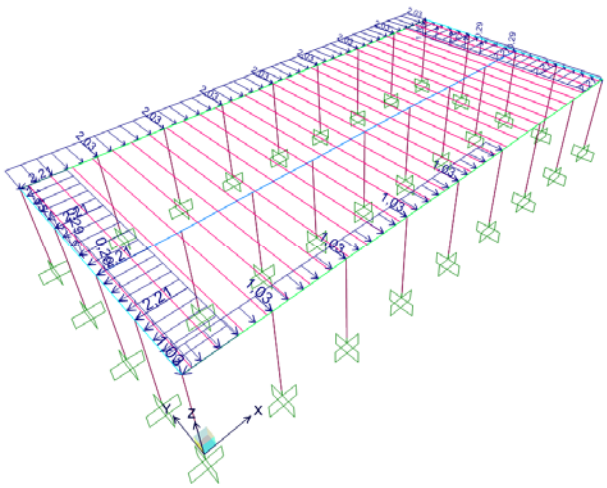
h = 13,00 m altezza massima

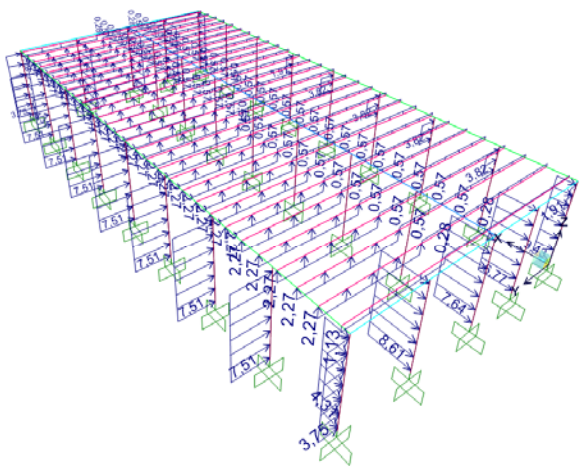
E = 13,00 m

Fascia	c_{pe}	**p kN/m²**	l m
Fascia sopravento	-0,80	**-0,919**	13,00
Restanti zone	+/- 0,20	**+/- 0,230**	16,85

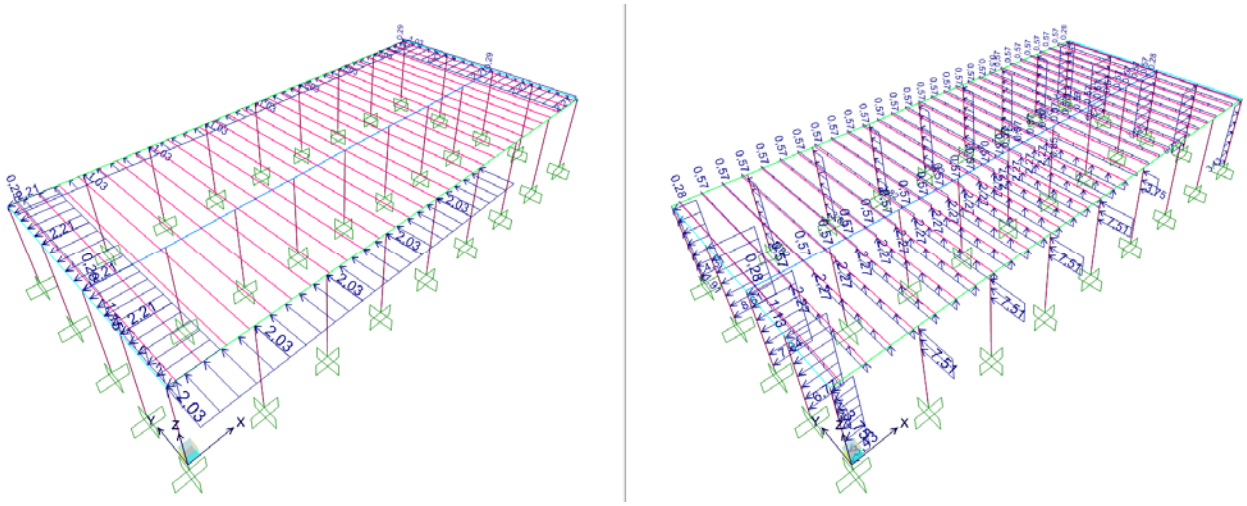
Pressioni interne

c_{pi}	**p kN/m²**
0,20	**0,230**
-0,30	**-0,345**

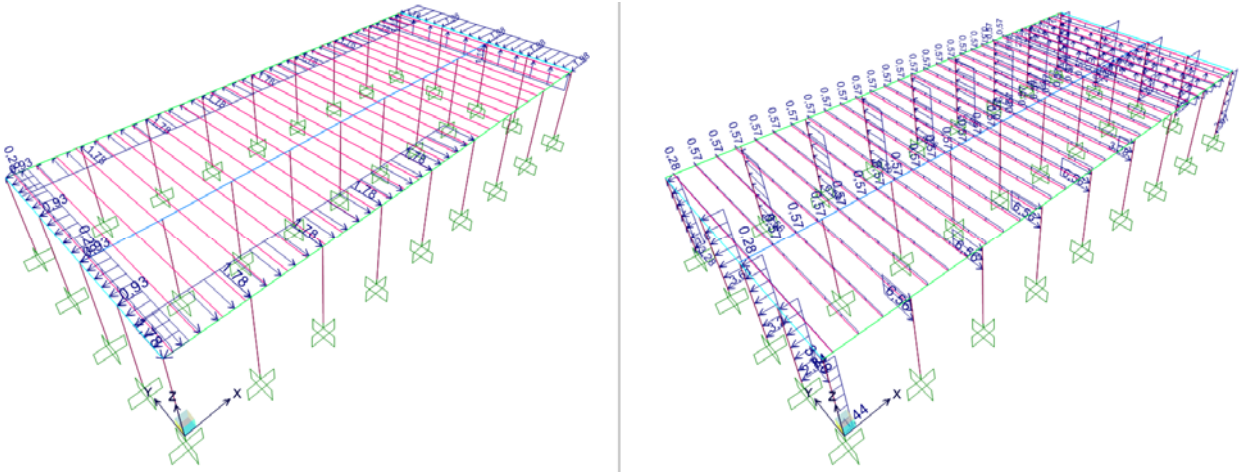




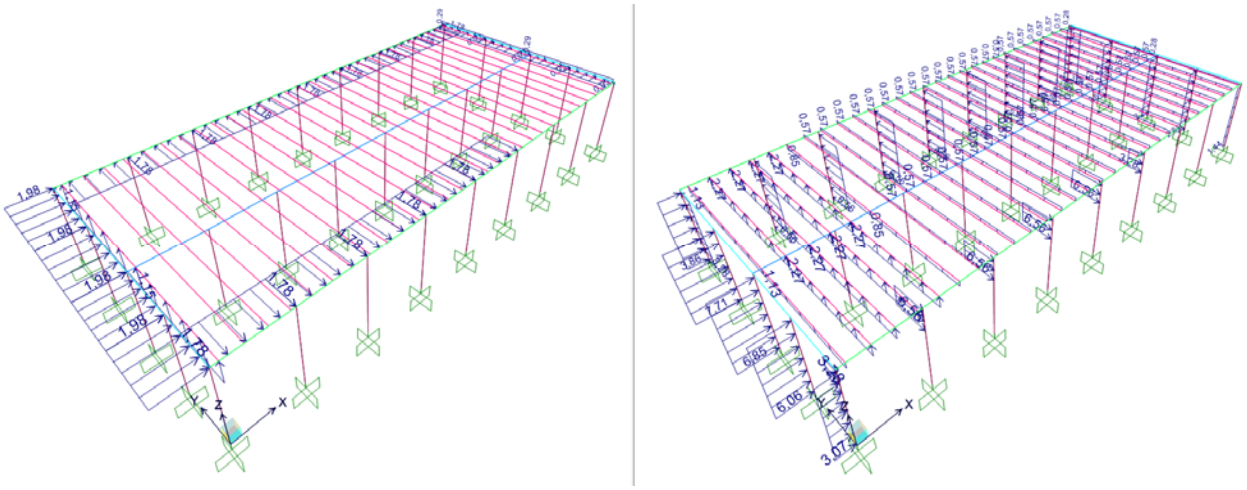
VENTO EY- = Carico da vento esterno in direzione Y-



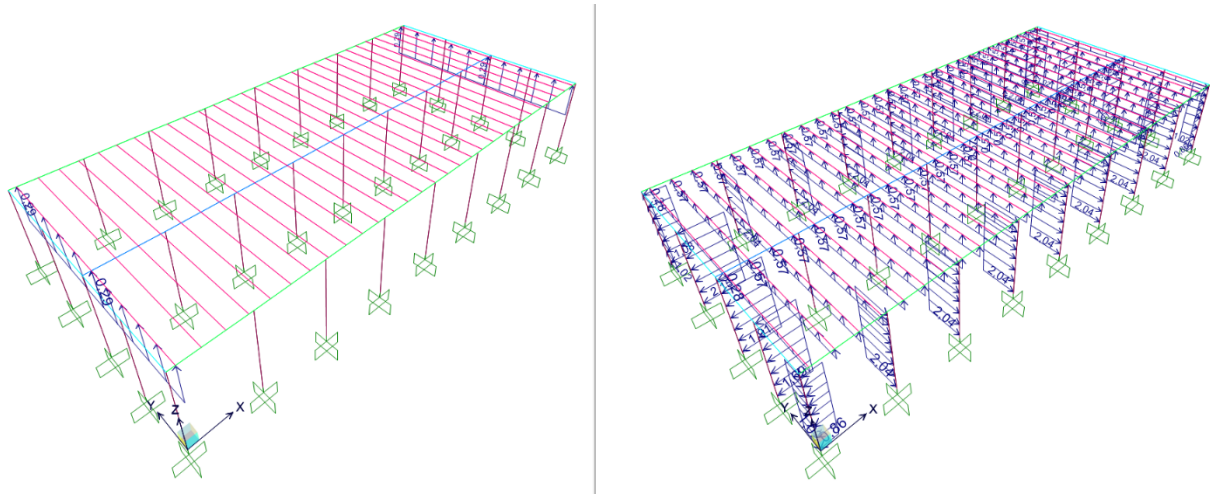
VENTO EY+ = Carico da vento esterno in direzione Y+



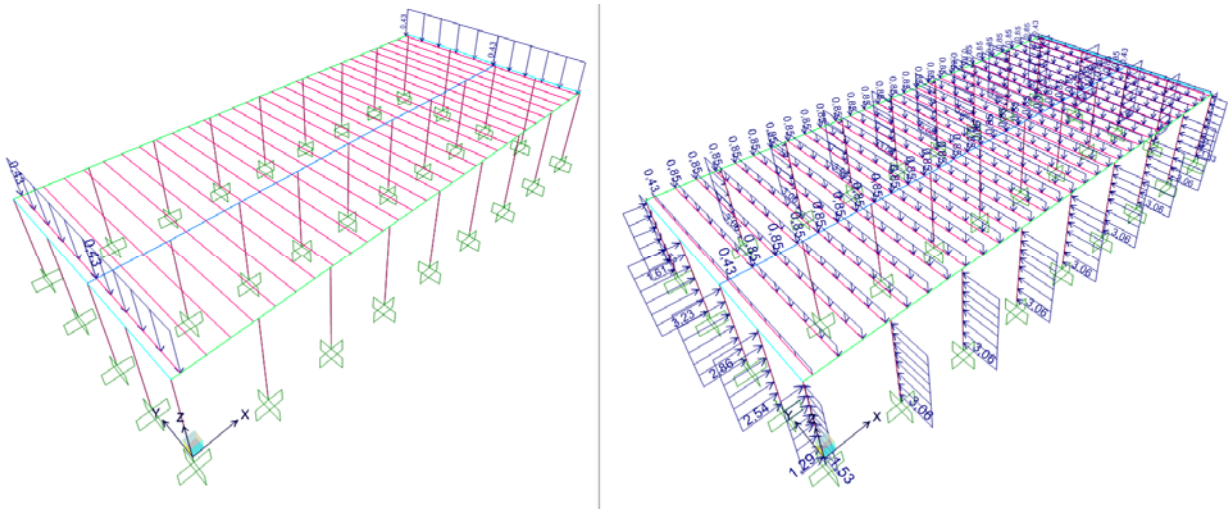
VENTO EX- = Carico da vento esterno in direzione X-



VENTO EX+ = Carico da vento esterno in direzione X+



VENTO I+ = Carico da vento interno con coefficiente di pressione positivo



VENTO I- = Carico da vento interno con coefficiente di pressione negativo

PRESSIONE DEL VENTO: RAFFINAZIONE FINALE

$$p = q_r \, c_e \, c_p \, c_d$$

Zona	3		posizione 10km da costa
a_s =	20	m.l.m.m.	quota altimetrica rispetto al livello del mare
z =	13,00	m	altezza costruzione
Classe	D		Categoria II

$v_{b,0}$ = 27 m/s c_a = 1,00 $v_b = v_{b,0} \, c_a$ = 27,0 m/s

T_R =	50	anni	c_r =	1,00		$v_r = v_b\, c_r$ =	27,0	m/s
r =	1,25	kg/m³	a_0 =	500	m	k_a =	0,37	1/s
q_r =	$1/2 r v_r^2$ =	455,63	N/m²					

$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z_i/z_0)\,[7+c_t \ln(z_i/z_0)]$ = 2,52 coefficiente di esposizione

con:

$z_i = z$	per $z \geq z_{min}$	z_0 =	0,05	m	k_r =	0,19	
$z_i = z_{min}$	per $z < z_{min}$	z_{min} =	4,00	m	c_t =	1,00	

c_d = 1,00 coefficiente dinamico

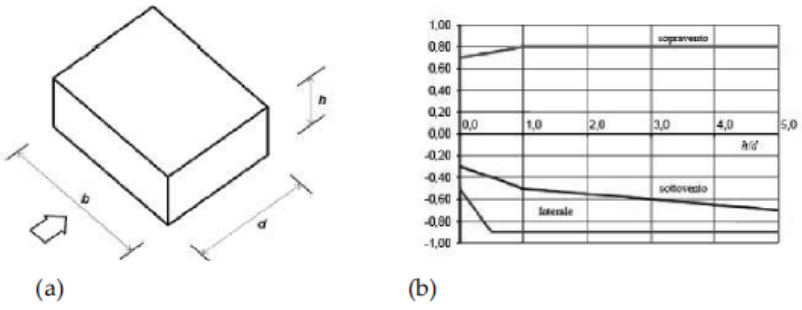
$p_{base} = q_b\, c_e\, c_d$ = 1,149 kN/mq Pressione base

Edifici a pianta rettangolare

h =	13,00	m	altezza massima
b =	70	m	dimensione maggiore in pianta
d =	29,85	m	dimensione minore in pianta

Pareti verticali

Schema di riferimento c_{pe}



(a) (b)

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Vento in direzione perpendicolare a b h/d = 0,44

z_e = 13,00 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,52

$p_{base}(z_e)$ = 1,15 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p (0-z_e) kN/m²**	**p (z_e-h) kN/m²**
Parete sopravvento	0,74	**0,854**	**0,854**
Parete laterale	-0,85	**-0,975**	**-0,975**
Parete sottovento	-0,39	**-0,445**	**-0,445**

Vento in direzione perpendicolare a d h/d = 0,19

z_e = 13,00 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,52

$p_{base}(z_e)$ = 1,15 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p (0-z_e) kN/m²**	**p (z_e-h) kN/m²**
Parete sopravvento	0,72	**0,826**	**0,826**
Parete laterale	-0,65	**-0,745**	**-0,745**
Parete sottovento	-0,34	**-0,387**	**-0,387**

Coperture piane

Schema di riferimento c_{pe}

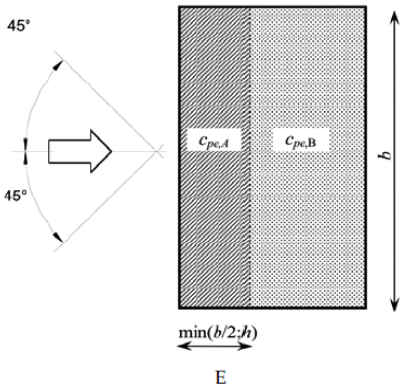


Figura C3.3.5 - *Schema di riferimento per coperture piane*

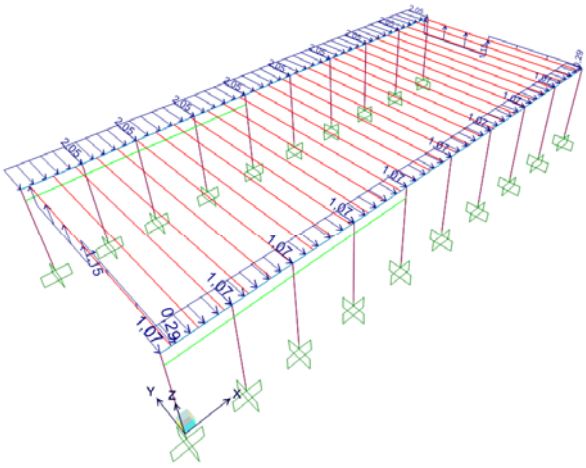
h = 13,00 m altezza massima

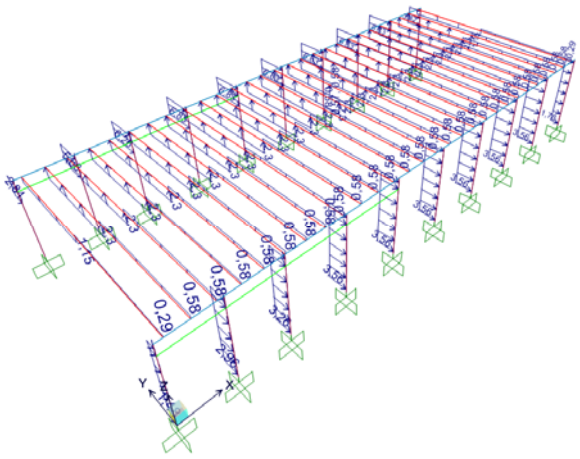
E = 13,00 m

Fascia	c_{pe}	**p kN/m²**	l m
Fascia sopravento	-0,80	**-0,919**	13,00
Restanti zone	+/- 0,20	**+/- 0,230**	16,85

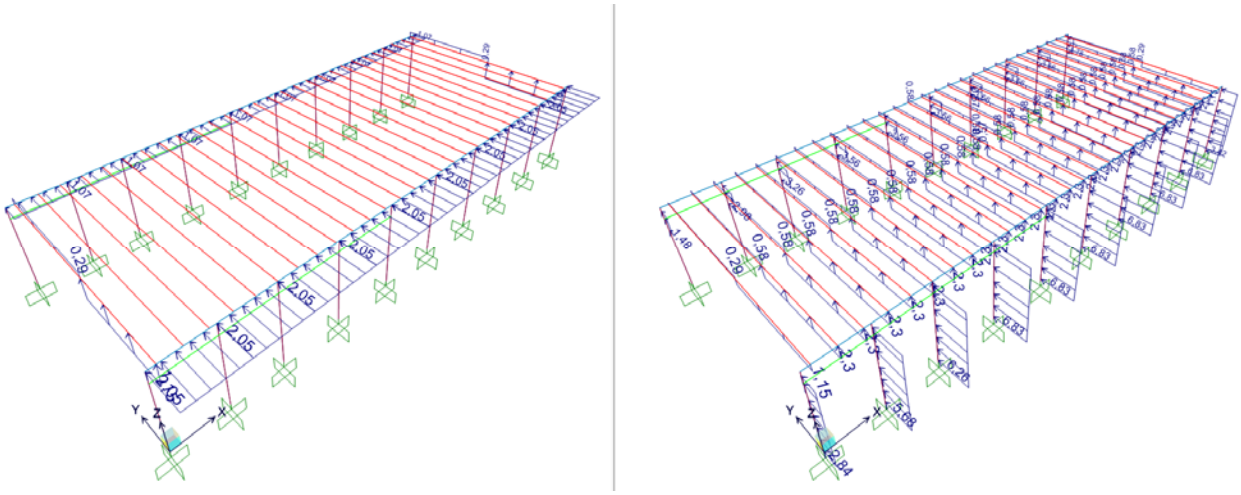
Pressioni interne

c_{pi}	**p kN/m²**
0,20	**0,230**
-0,30	**-0,345**

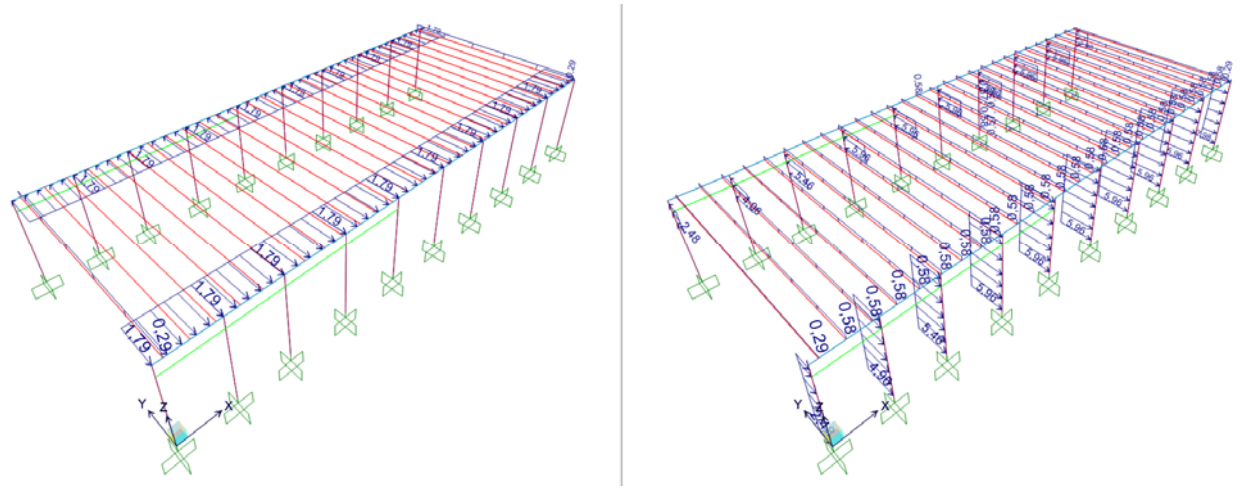




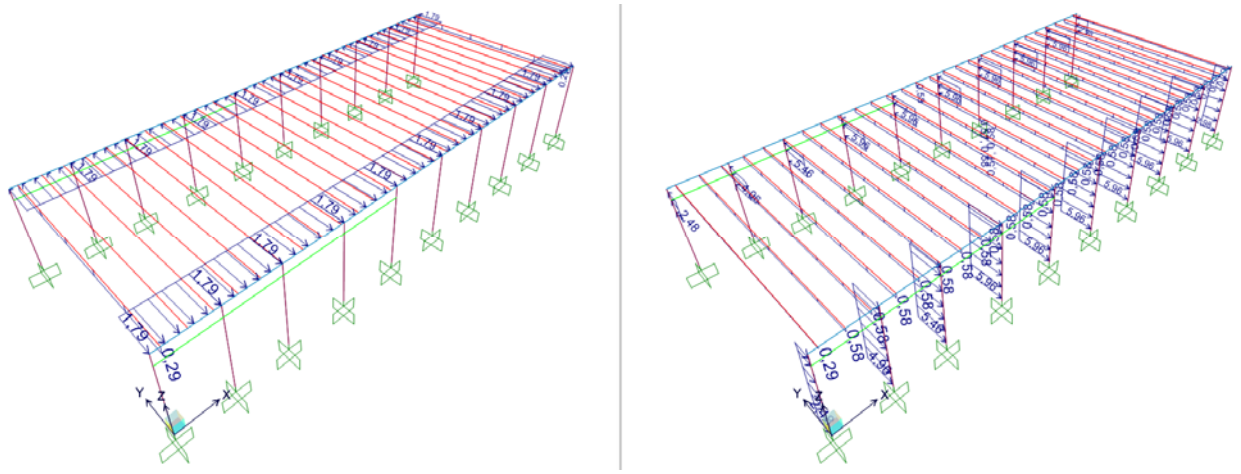
VENTO EY- = Carico da vento esterno in direzione Y-



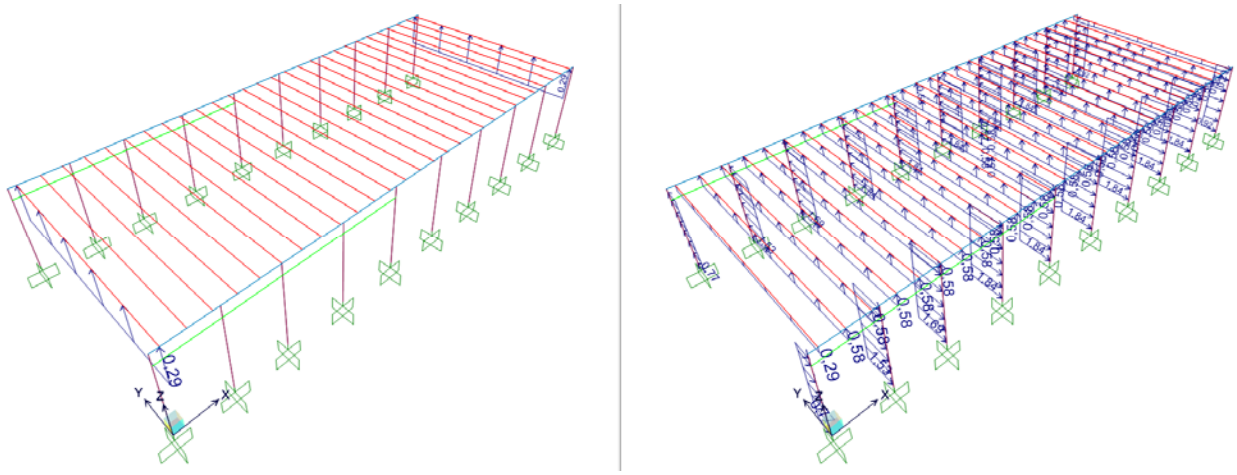
VENTO EY+ = Carico da vento esterno in direzione Y+



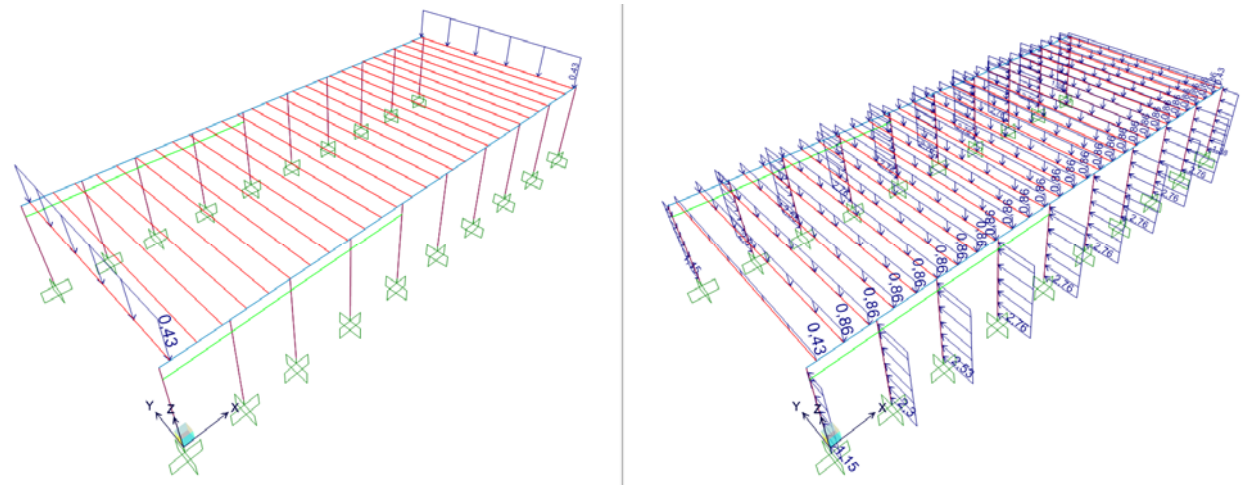
VENTO EX- = Carico da vento esterno in direzione X-



VENTO EX+ = Carico da vento esterno in direzione X+



VENTO I+ = Carico da vento interno con coefficiente di pressione positivo



VENTO I- = Carico da vento interno con coefficiente di pressione negativo

PRESSIONE DEL VENTO: CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE

$$p = q_r \, c_e \, c_p \, c_d$$

Zona	3		posizione 10km da costa				
a_s =	20	m.l.m.m.	quota altimetrica rispetto al livello del mare				
z =	13,00	m	altezza costruzione				
Classe	D		Categoria	II			
$v_{b,0}$ =	27	m/s	c_a =	1,00		$v_b = v_{b,0} \, c_a$ =	27,0 m/s
T_R =	50	anni	c_r =	1,00		$v_r = v_b \, c_r$ =	27,0 m/s
r =	1,25	kg/m³	a_0 =	500	m	k_a =	0,37 1/s

q_r= $1/2 r v_r^2$ = 455,63 N/m²

$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z_i/z_0) [7+c_t \ln(z_i/z_0)]$ = 2,52 coefficiente di esposizione

con:

$z_i = z$ per $z \geq z_{min}$ z_0 = 0,05 m k_r = 0,19

$z_i = z_{min}$ per $z < z_{min}$ z_{min} = 4,00 m c_t = 1,00

c_d = 1,00 coefficiente dinamico

$p_{base} = q_b c_e c_d$ = 1,149 kN/mq Pressione base

Edifici a pianta rettangolare

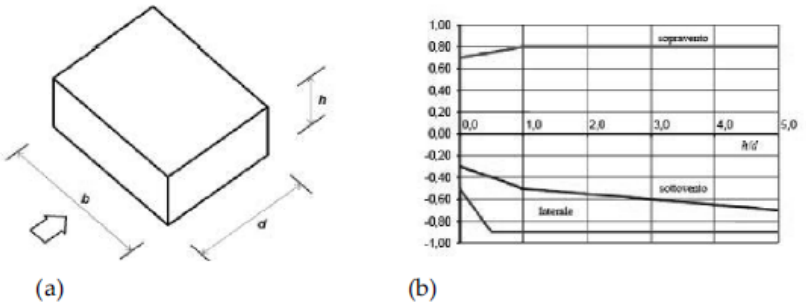
h = 13,00 m altezza massima

b = 29,85 m dimensione maggiore in pianta

d = 15,85 m dimensione minore in pianta

Pareti verticali

Schema di riferimento c_{pe}



(a) (b)

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Vento in direzione perpendicolare a b h/d = 0,82

z_e = 13,00 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,52

$p_{base}(z_e)$ = 1,15 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p (0-z_e) kN/m²**	**p (z_e-h) kN/m²**
Parete sopravvento	0,78	**0,898**	**0,898**
Parete laterale	-0,90	**-1,034**	**-1,034**
Parete sottovento	-0,46	**-0,533**	**-0,533**

Vento in direzione perpendicolare a d h/d = 0,44

z_e = 13,00 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,52

$p_{base}(z_e)$ = 1,15 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p (0-z_e) kN/m²**	**p (z_e-h) kN/m²**
Parete sopravvento	0,74	**0,854**	**0,854**
Parete laterale	-0,85	**-0,975**	**-0,975**
Parete sottovento	-0,39	**-0,445**	**-0,445**

Coperture piane

Schema di riferimento c_{pe}

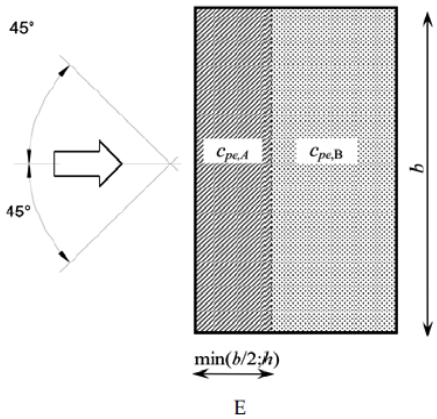


Figura C3.3.5 - *Schema di riferimento per coperture piane*

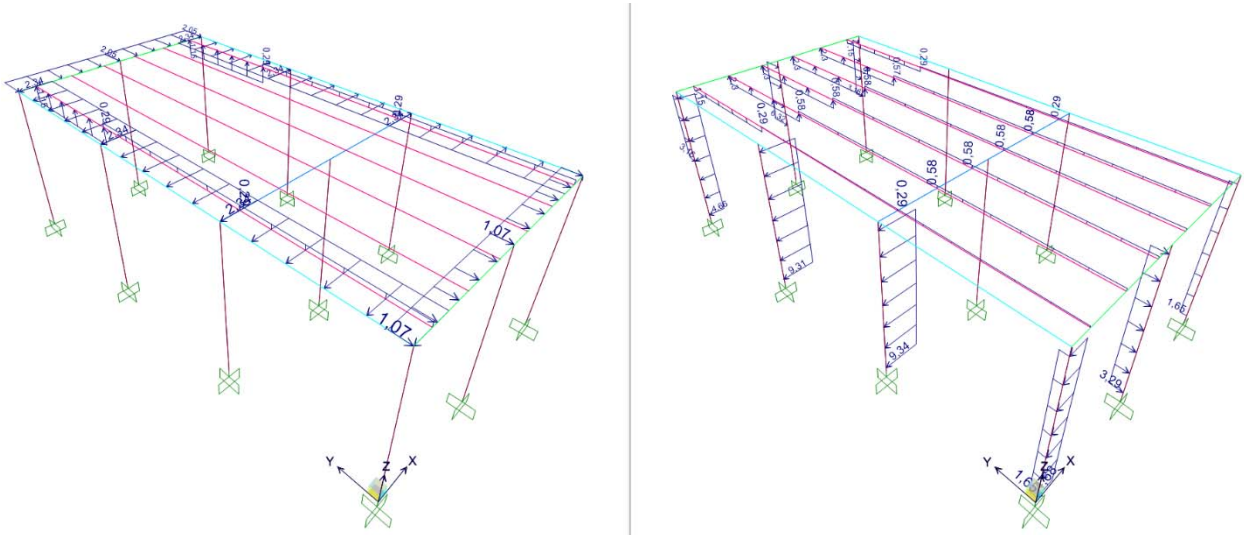
h = 13,00 m altezza massima

E = 13,00 m

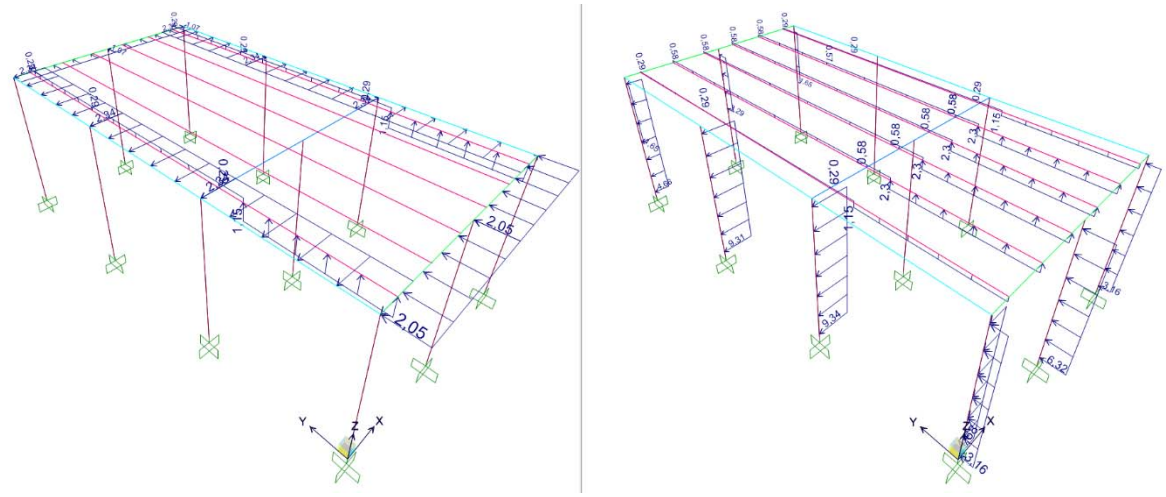
Fascia	c_{pe}	**p kN/m²**	l m
Fascia sopravento	-0,80	**-0,919**	13,00
Restanti zone	+/- 0,20	**+/- 0,230**	16,85

Pressioni interne

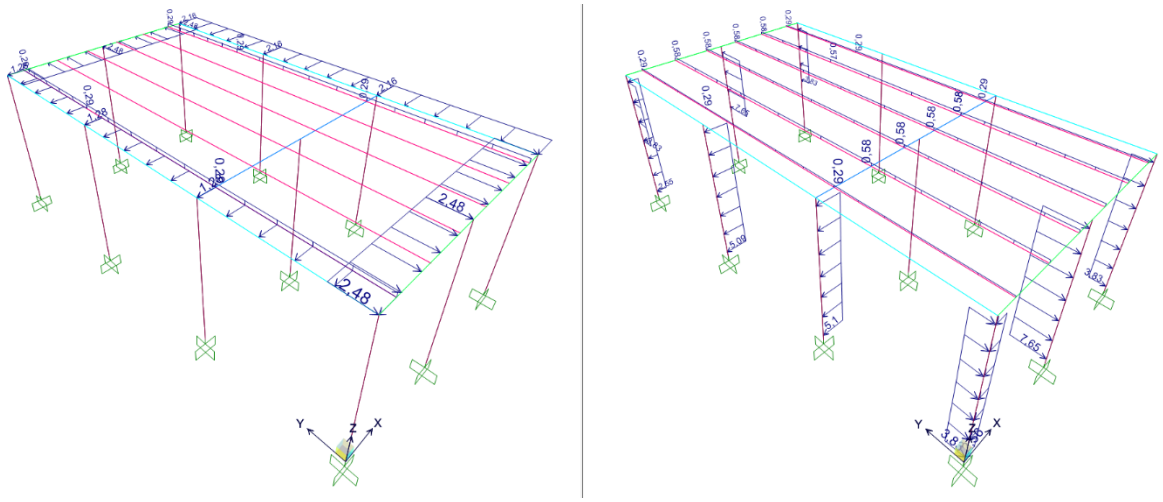
c_{pi}	**p kN/m²**
0,20	**0,230**
-0,30	**-0,345**



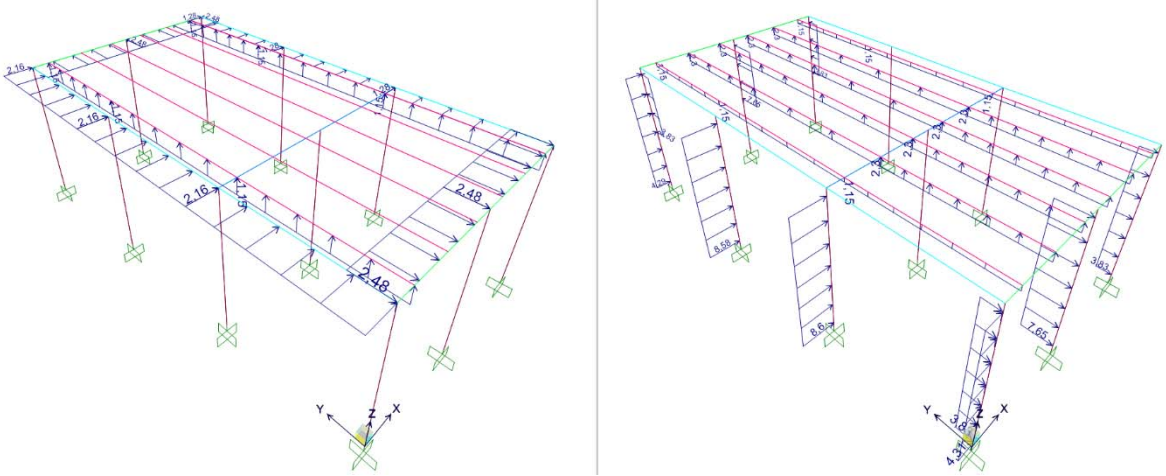
VENTO EY- = Carico da vento esterno in direzione Y-



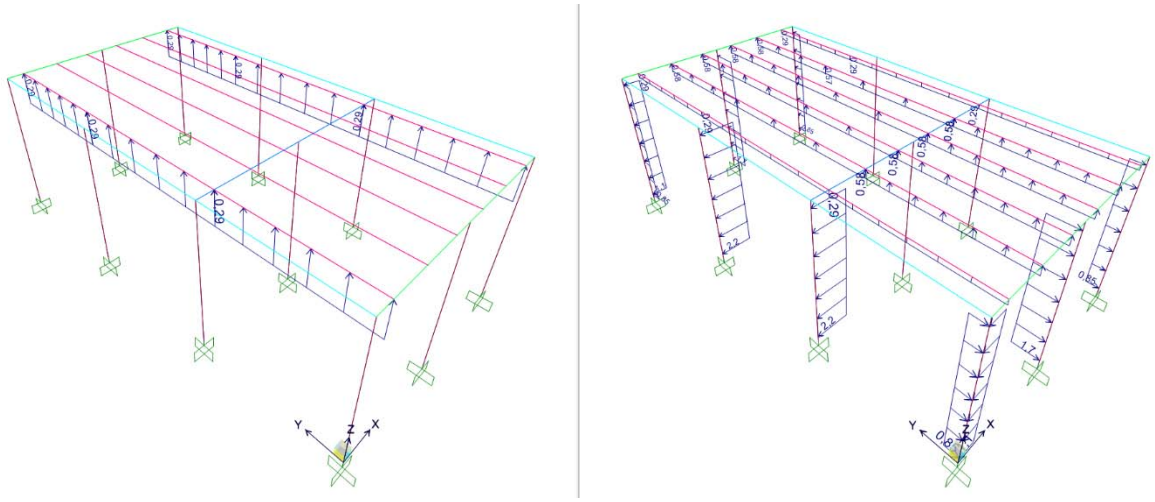
VENTO EY+ = Carico da vento esterno in direzione Y+



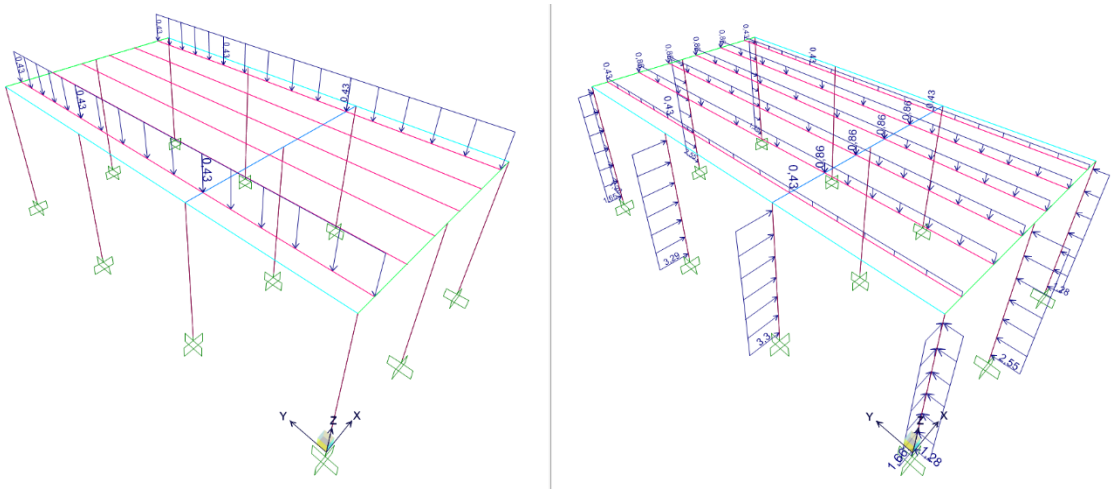
VENTO EX- = Carico da vento esterno in direzione X-



VENTO EX+ = Carico da vento esterno in direzione X+



VENTO I+ = Carico da vento interno con coefficiente di pressione positivo



VENTO I- = Carico da vento interno con coefficiente di pressione negativo

PRESSIONE DEL VENTO: STOCCAGGIO

$$p = q_r \, c_e \, c_p \, c_d$$

Zona	3		posizione 10km da costa				
a_s =	20	m.l.m.m.	quota altimetrica rispetto al livello del mare				
z =	9,00	m	altezza costruzione				
Classe	D		Categoria	II			
$v_{b,0}$ =	27	m/s	c_a =	1,00		$v_b = v_{b,0} \, c_a$ =	27,0 m/s
T_R =	50	anni	c_r =	1,00		$v_r = v_b \, c_r$ =	27,0 m/s
r =	1,25	kg/m³	a_0 =	500	m	k_a =	0,37 1/s

q_r= $1/2 r v_r^2$ = 455,63 N/m²

$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z_i/z_0) [7+c_t \ln(z_i/z_0)]$ = 2,29 coefficiente di esposizione

con:

$z_i = z$ per $z \geq z_{min}$ z_0 = 0,05 m k_r = 0,19

$z_i = z_{min}$ per $z < z_{min}$ z_{min} = 4,00 m c_t = 1,00

c_d = 1,00 coefficiente dinamico

$p_{base} = q_b c_e c_d$ = 1,041 kN/mq Pressione base

Edifici a pianta rettangolare

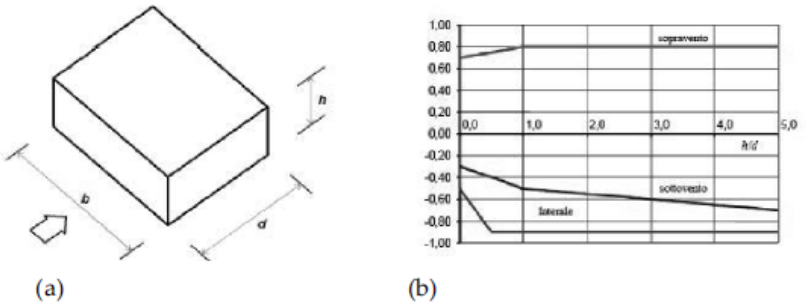
h = 9,00 m altezza massima

b = 39,4 m dimensione maggiore in pianta

d = 17,00 m dimensione minore in pianta

Pareti verticali

Schema di riferimento c_{pe}



(a) (b)

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Vento in direzione perpendicolare a b h/d = 0,53

z_e = 9,00 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,29

$p_{base}(z_e)$ = 1,04 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p ($0-z_e$) kN/m²**	**p (z_e-h) kN/m²**
Parete sopravvento	0,75	**0,784**	**0,784**
Parete laterale	-0,90	**-0,937**	**-0,937**
Parete sottovento	-0,41	**-0,423**	**-0,423**

Vento in direzione perpendicolare a d h/d = 0,23

z_e = 9,00 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,29

$p_{base}(z_e)$ = 1,04 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p ($0-z_e$) kN/m²**	**p (z_e-h) kN/m²**
Parete sopravvento	0,72	**0,753**	**0,753**
Parete laterale	-0,68	**-0,711**	**-0,711**
Parete sottovento	-0,35	**-0,360**	**-0,360**

Coperture piane

Schema di riferimento c_{pe}

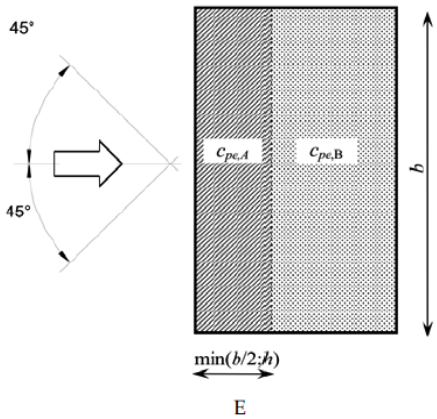


Figura C3.3.5 - *Schema di riferimento per coperture piane*

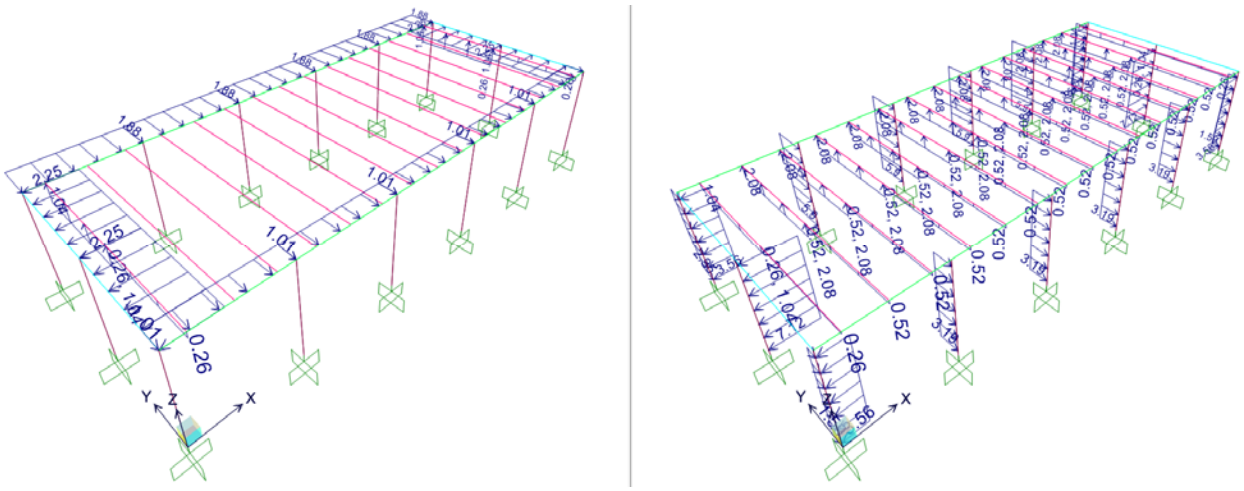
h = 9,00 m altezza massima

E = 9,00 m

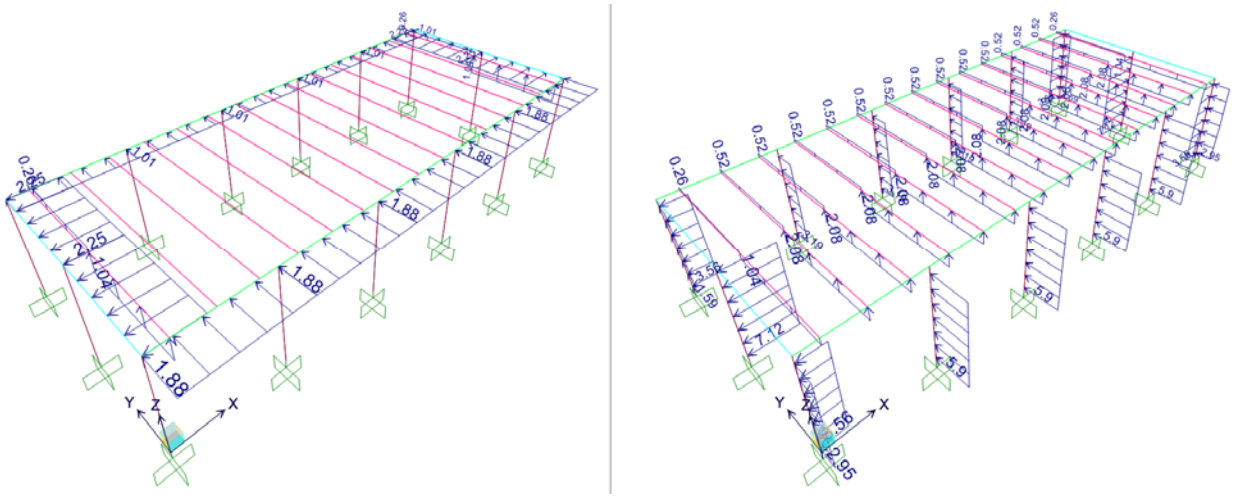
Fascia	c_{pe}	**p kN/m²**	l m
Fascia sopravento	-0,80	**-0,833**	9,00
Restanti zone	+/- 0,20	**+/- 0,208**	7,00

Pressioni interne

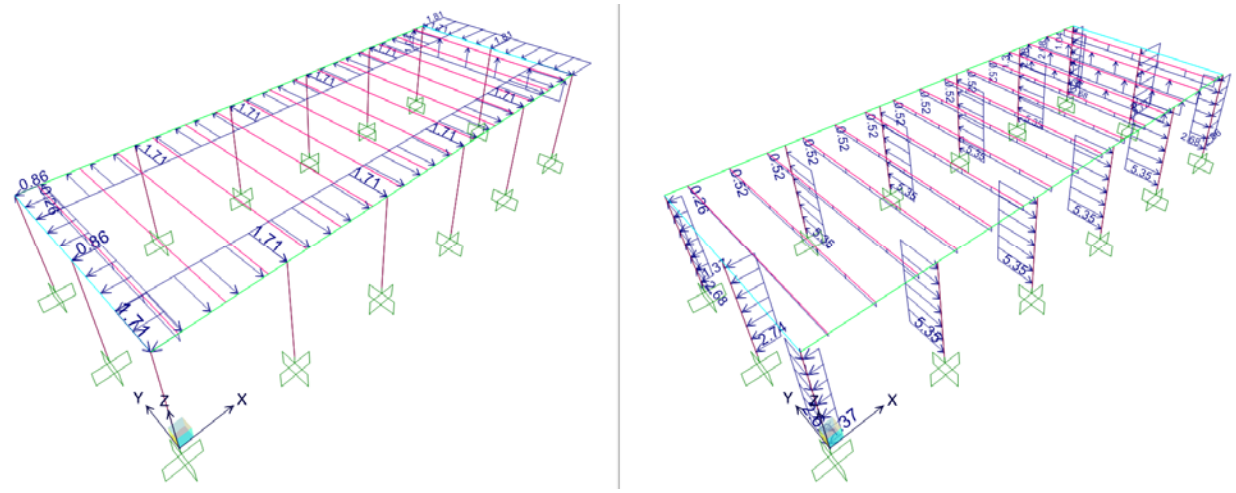
c_{pi}	**p kN/m²**
0,20	**0,208**
-0,30	**-0,312**



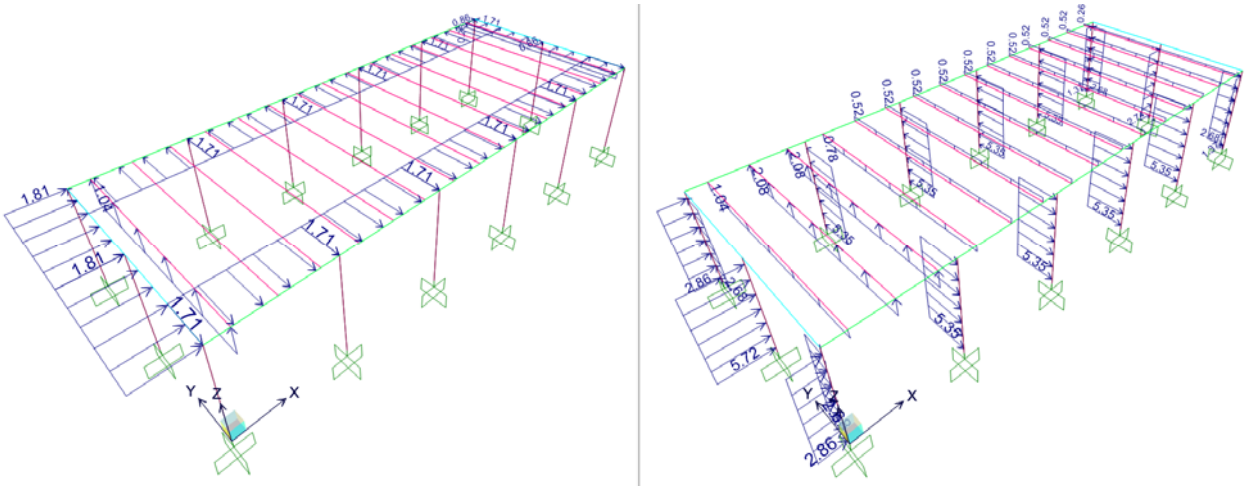
VENTO EY- = Carico da vento esterno in direzione Y-



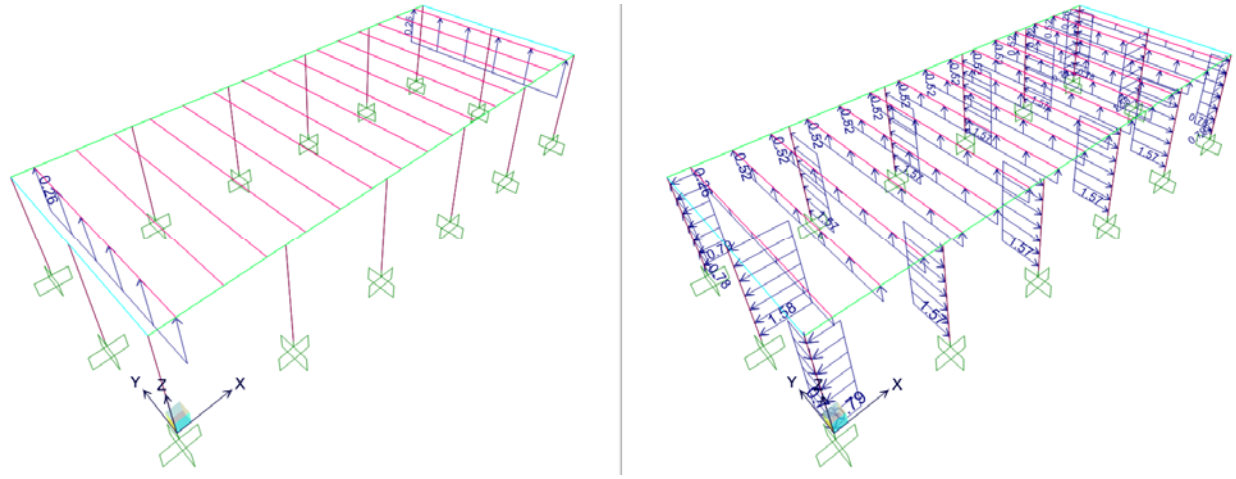
VENTO EY+ = Carico da vento esterno in direzione Y+



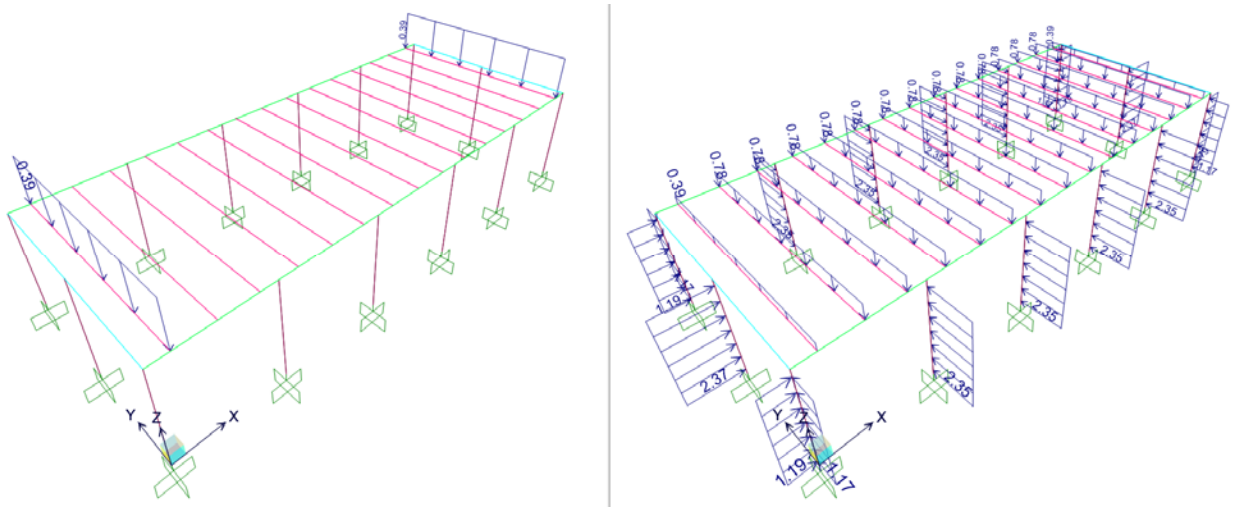
VENTO EX- = Carico da vento esterno in direzione X-



VENTO EX+ = Carico da vento esterno in direzione X+



VENTO I+ = Carico da vento interno con coefficiente di pressione positivo



VENTO I- = Carico da vento interno con coefficiente di pressione negativo

PRESSIONE DEL VENTO: CORRIDOIO BIOTUNNEL

$$p = q_r \, c_e \, c_p \, c_d$$

Zona	3		posizione 10km da costa
a_s =	20	m.l.m.m.	quota altimetrica rispetto al livello del mare
z =	8,76	m	altezza costruzione
Classe	D		Categoria II

$v_{b,0}$ =	27	m/s	c_a =	1,00	$v_b = v_{b,0} \, c_a$ =	27,0	m/s
T_R =	50	anni	c_r =	1,00	$v_r = v_b \, c_r$ =	27,0	m/s

r = 1,25 kg/m³ a_0 = 500 m k_a = 0,37 1/s

$q_r = 1/2 r v_r^2$ = 455,63 N/m²

$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z_i/z_0) [7+c_t \ln(z_i/z_0)]$ = 2,27 coefficiente di esposizione

con:

$z_i = z$ per $z \geq z_{min}$ z_0 = 0,05 m k_r = 0,19

$z_i = z_{min}$ per $z < z_{min}$ z_{min} = 4,00 m c_t = 1,00

c_d = 1,00 coefficiente dinamico

$p_{base} = q_b c_e c_d$ = 1,034 kN/mq Pressione base

Edifici a pianta rettangolare

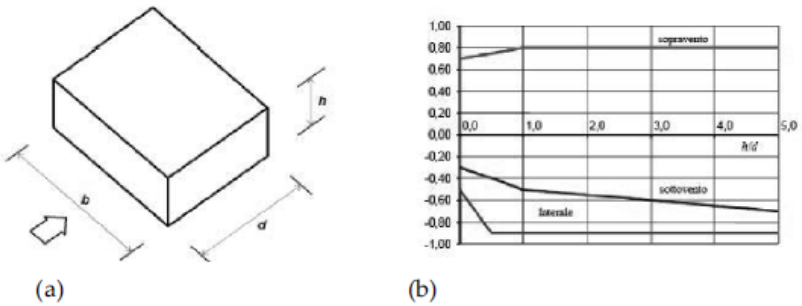
h = 8,76 m altezza massima

b = 41,4 m dimensione maggiore in pianta

d = 16,0 m dimensione minore in pianta

Pareti verticali

Schema di riferimento c_{pe}



(a) (b)

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Vento in direzione perpendicolare a b h/d = 0,55

z_e = 8,76 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,27

$p_{base}(z_e)$ = 1,03 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p (z_e-h) kN/m²**	**p (0-z_e) kN/m²**
Parete sopravvento	0,75	**0,780**	**0,780**
Parete laterale	-0,90	**-0,930**	**-0,930**
Parete sottovento	-0,41	**-0,423**	**-0,423**

Vento in direzione perpendicolare a d h/d = 0,21

z_e = 8,76 m Eventuale quota intermedia (z_e = b)

$c_e(z_e)$ = 2,27

$p_{base}(z_e)$ = 1,03 kN/mq

Parete	c_{pe}	**p (z_e-h) kN/m²**	**p (0-z_e) kN/m²**
Parete sopravvento	0,72	**0,745**	**0,745**
Parete laterale	-0,67	**-0,692**	**-0,692**
Parete sottovento	-0,34	**-0,354**	**-0,354**

Coperture piane

Schema di riferimento c_{pe}

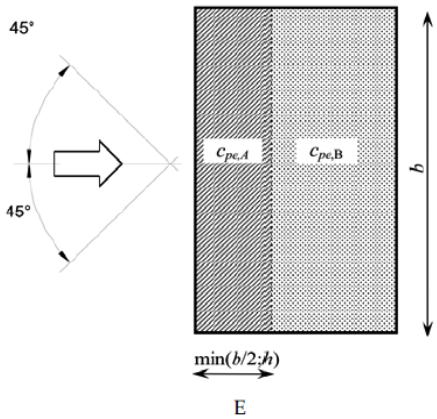
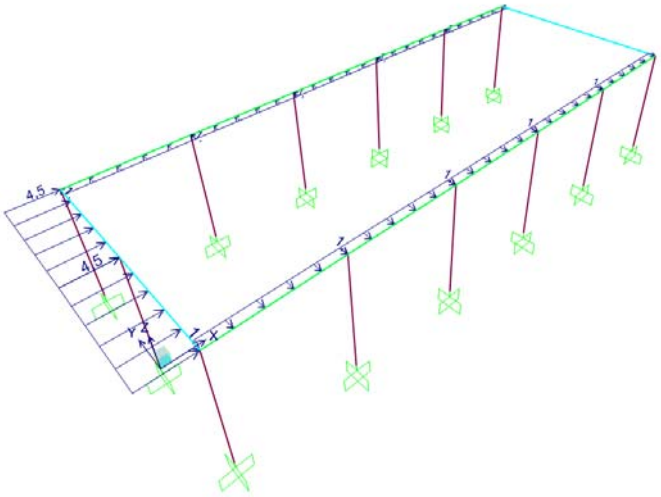


Figura C3.3.5 - *Schema di riferimento per coperture piane*

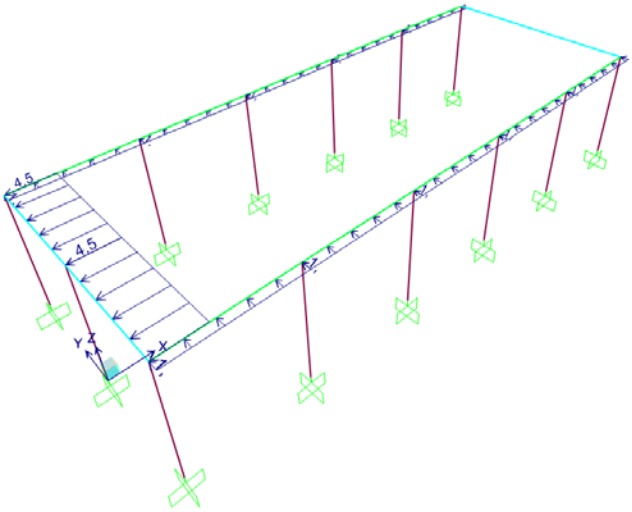
h = 8,76 m altezza massima

E = 8,76 m

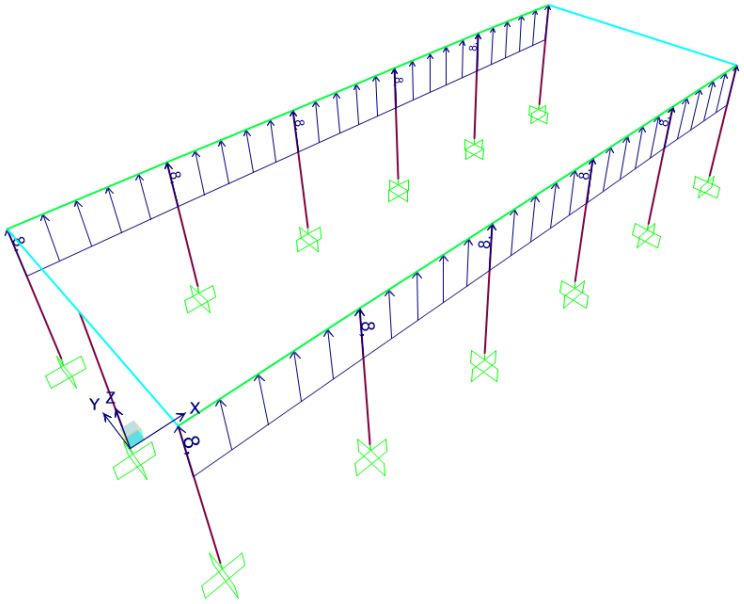
Fascia	c_{pe}	**p kN/m²**	l m
Fascia sopravento	-0,80	**-0,827**	8,76
Restanti zone	+/- 0,20	**+/- 0,207**	7,24



VENTO X = Carico da vento in direzione X



VENTO Y = Carico da vento in direzione Y



VENTO Z = Carico da vento in direzione Z

6.2.8 Carichi da carroponte

Unicamente sulle prime 4 campate della Raffinazione Finale è stata predisposta la presenza di un carroponte, con relativa via di corsa HEA600.

Si è quindi considerata una struttura principale con portata pari a 16t, unita ad un apparecchio di sollevamento con benna capace di portare fino a 10t.

Per quanto riguarda le sollecitazioni adottate, sono state calcolate facendo specifico riferimento a quanto dichiarato nella scheda tecnica fornita dal produttore, e mediante le indicazioni dell'EN 1991-3.

A seguito di considerazioni volte a massimizzare gli effetti sollecitanti sulla struttura, sono state considerate, nelle combinazioni di carico, le azioni da carroponte previste, secondo Eurocodice, dal Gruppo 1 e dal Gruppo 5: si riportano quindi le azioni inerenti a tali gruppi di carico.

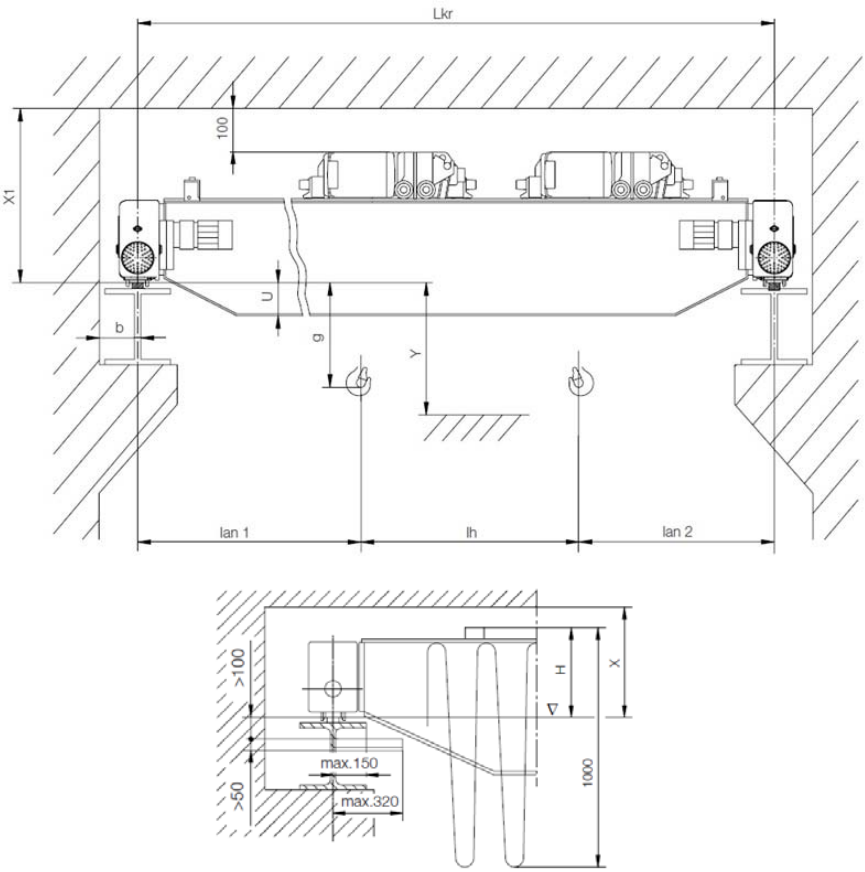


FIGURA 6-12 - PIANTA E PARTICOLARE CARROPONTE

DATI SIGNIFICATIVI

L	28,00	m	luce
ekt	4,00	m	distanza tra le ruote
l(ekt)	4,64	m	larghezza massima carroponte
lan1, lan2	1,00	m	
vh	0,1	m/s	velocità di sollevamento

Azioni caratteristiche verticali (da scheda tecnica)

P	156,96	kN	portata (carico nominale)
P_g	158,18	kN	peso gru
R_{max}	120,08	kN	reazione massima per ruota (con carico)
R^{max}	37,48	kN	reazione minima per ruota (con carico)
R^{min}	43,01	kN	reazione massima per ruota (senza carico)
R_{min}	36,08	kN	reazione minima per ruota (senza carico)

Q_{cmax}	43,01	kN	azione massima per ruota della sola gru
Q_{cmin}	36,08	kN	azione minima per ruota della sola gru
Q_{hmax}	77,08	kN	azione massima per ruota del carico
Q_{hmin}	1,40	kN	azione minima per ruota del carico

Azioni caratteristiche orizzontali (da scheda tecnica)

Azioni longitudinali indotte dal moto del ponte

Azioni longitudinali indotte dal frenamento e dall'accelerazione del ponte.

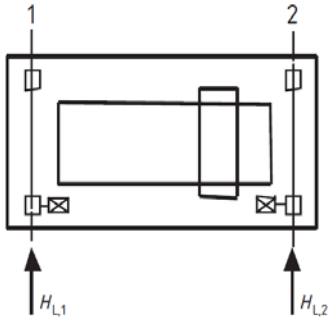


Fig. 2.5 - EN 1991-3:

H_L 4,84 kN azione longitudinale per ruota

Azioni trasversali indotte dal moto del ponte

Azione trasversale prodotta dall'eccentricità tra la forza di avanzamento, posta sull'asse di simmetria, e la forza d'inerzia, posta nel centro di massa:
viene generato un momento M che viene equilibrato da reazioni trasversali sulle ruote.

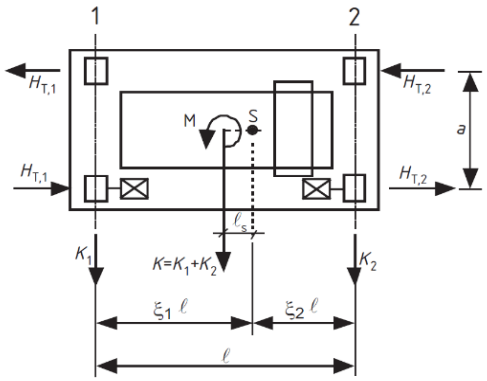


Fig. 2.6 - EN 1991-3

H_{t2}	12,35	kN	azione trasvesale massima per ruota
H_{t1}	4,25	kN	azione trasversale minima per ruota

Azioni dovute al serpeggiamento

Azioni longitudinali e trasversali generate dal disallineamento tra via di corsa e direzione di movimento del ponte.

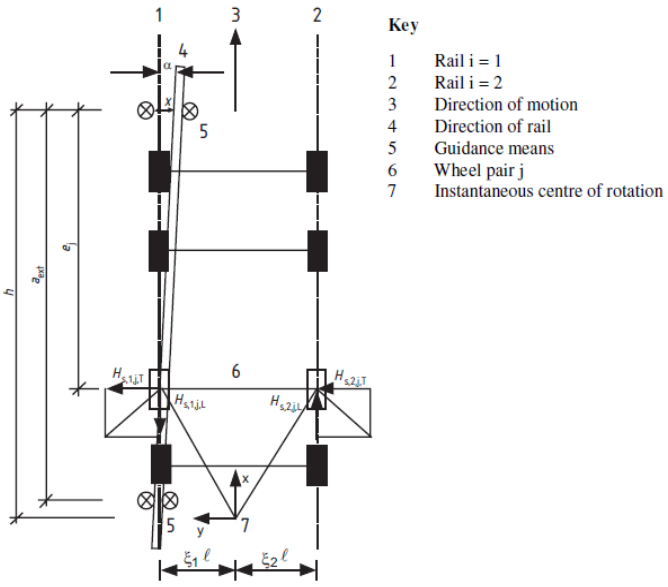


Fig. 2.8 - EN 1991-3:

H_{t1}	28,14	kN	azione trasversale per ruota
H_{t2}	28,14	kN	azione trasversale per ruota

A seguito di considerazioni volte a massimizzare gli effetti sollecitanti sulla struttura, sono state considerate, nelle combinazioni di carico, le azioni da carroponte previste, secondo Eurocodice, dal Gruppo 1 e dal Gruppo 5: come anticipato, si riportano quindi le azioni inerenti a tali gruppi di carico.

Si indicano gli scarichi per singola ruota, già amplificati dei coefficienti dinamici di seguito indicati ϕ.

COEFFICIENTI DINAMICI	
φ1	1,10
φ2	1,27
φ3	0,50

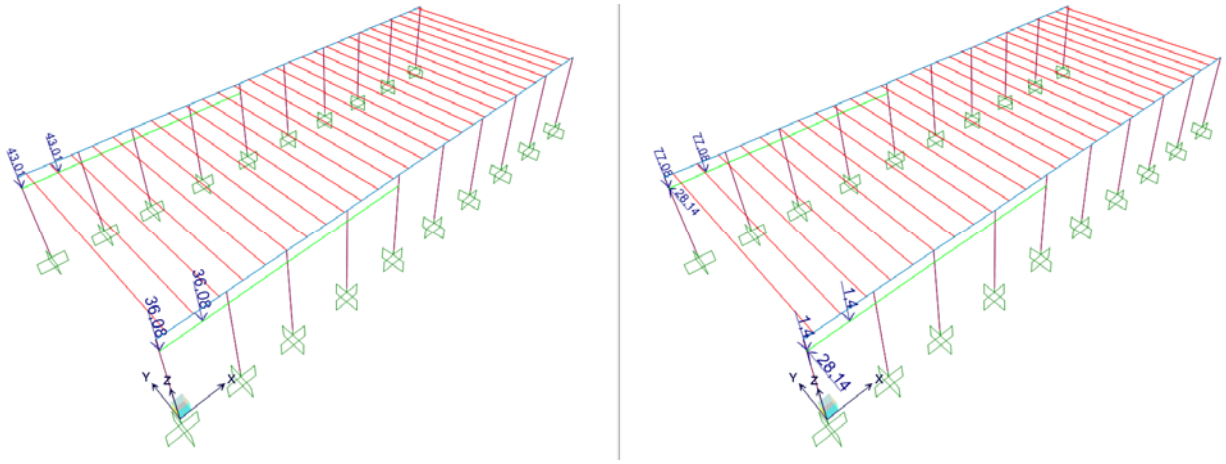
φ4	1,00
φ5	1,50
φ6	1,13

AZIONI [KN]		**1**	**5**	
Peso proprio gru	Q_{c1}	47,31	43,01	Azione gravitazionale
	Q_{c2}	39,69	36,08	Azione gravitazionale
Carico nominale	Q_{h1}	97,74	77,08	Azione gravitazionale
	Q_{h2}	1,78	1,40	Azione gravitazionale
Carico indotto dal moto del ponte	H_{l1}	7,26		Azione longitudinale
	H_{l2}	7,26		Azione longitudinale
	H_{t1}	6,38		Azione trasversale
	H_{t2}	18,53		Azione trasversale
Azioni dovute al serpeggiamento	H_{sl}		0,00	Azione longitudinale
	H_{st1}		28,14	Azione trasversale
	H_{st2}		28,14	Azione trasversale

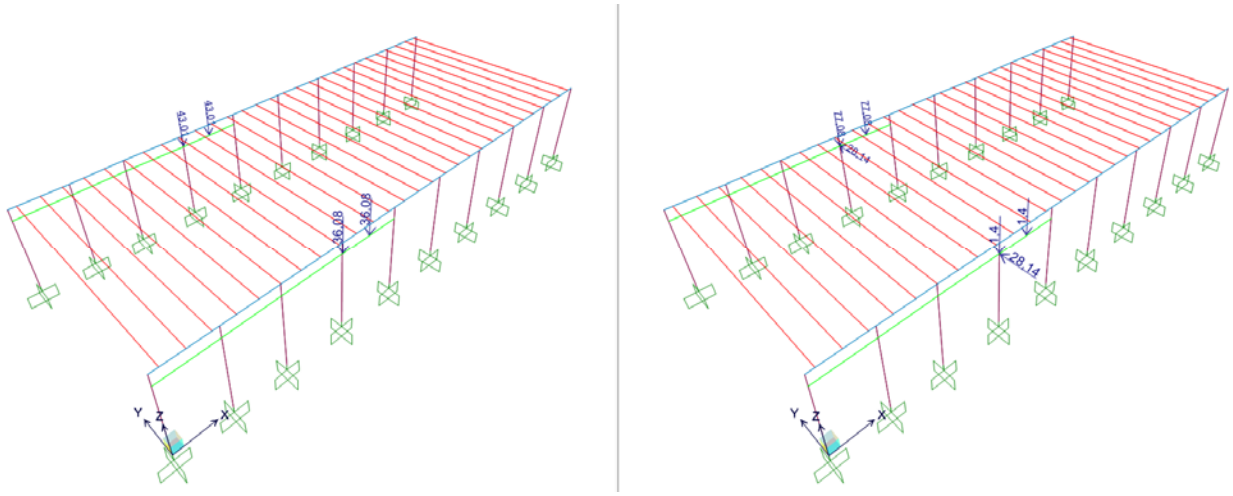
Scarico massimo per ruota GRUPPO 1 = 47,31 + 97,74 = 145,05 kN

Scarico massimo per ruota GRUPPO 5 = 43,01 + 77,08 = 120,09 kN

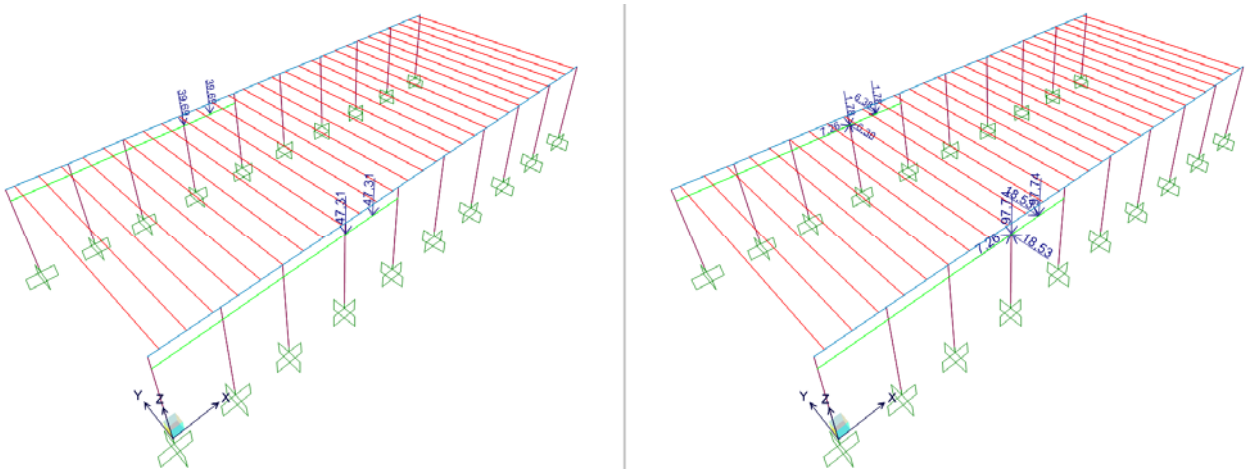
Di seguito degli esempi significativi di applicazione dei due gruppi di carico: si sono divise le azioni in permanenti, siglate QC, e carichi variabili, riportanti l'indicazione QH.



QC51_Y+ / QH51_Y+ = Azioni permanenti e variabili generate dal Gruppo di carico 5 in posizione 1 e carico sbilanciato verso la fila di pilastri in y = 28,7m



QC52_Y+ / QH52_Y+ = Azioni permanenti e variabili generate dal Gruppo di carico 5 in posizione 2 e carico sbilanciato verso la fila di pilastri in y = 28,7m



QC12_Y0 / QH12_Y0 = Azioni permanenti e variabili generate dal Gruppo di carico 1 in posizione 2 e carico sbilanciato verso la fila di pilastri in y = 0,0m

6.2.9 Azione sismica

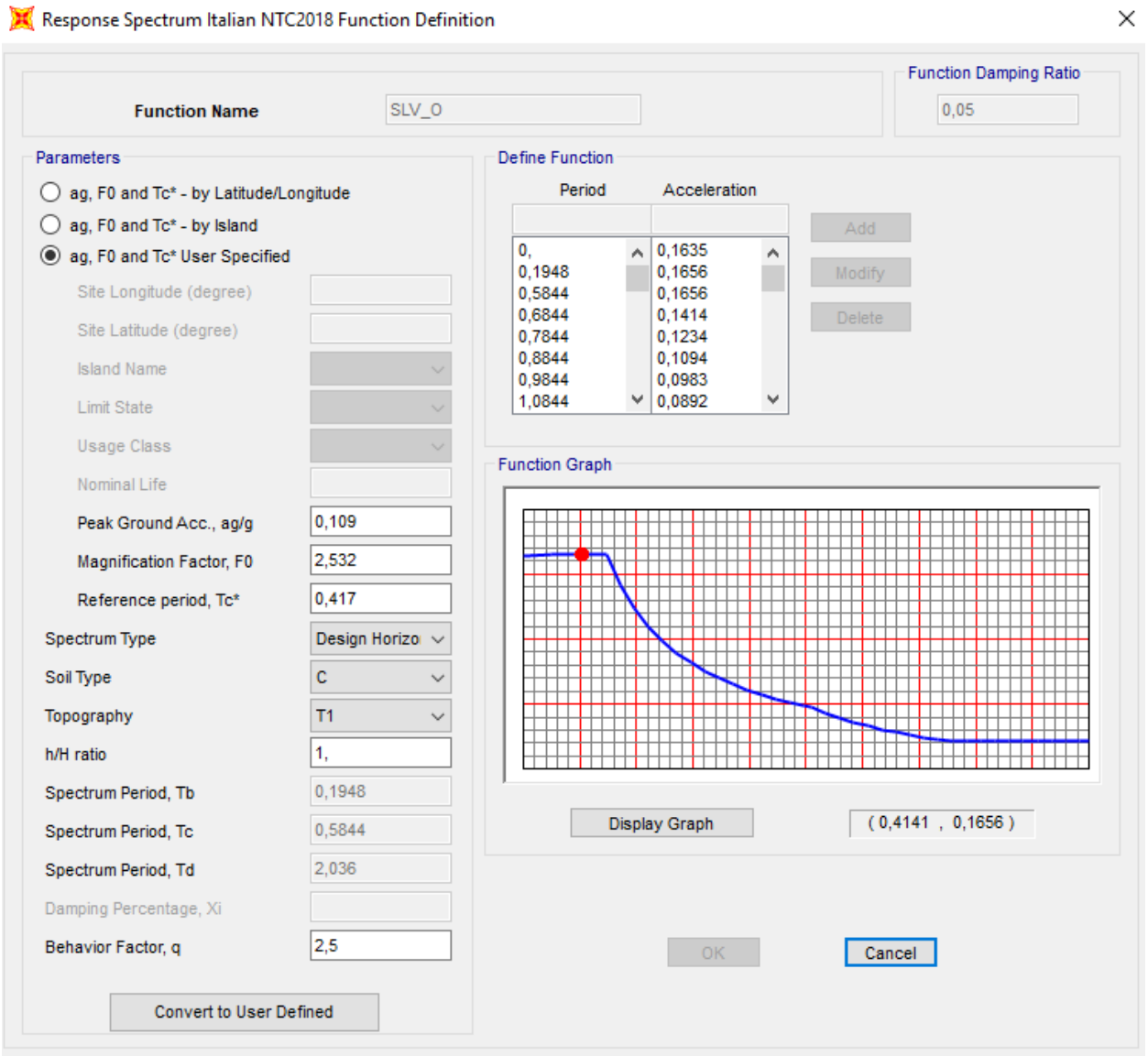
Come anticipato, l'azione sismica è stata considerata nei modelli mediante l'inserimento degli spettri di risposta.

Come richiesto dalla Normativa al paragrafo 7.2.6, al fine di tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze, si è attribuita al centro di massa un'eccentricità accidentale pari a 0,05 volte la dimensione media dell'edificio. Tale eccentricità è stata considerata direttamente dal programma di calcolo, o dove non possibile, sotto forma di carico aggiuntivo manualmente inserito.

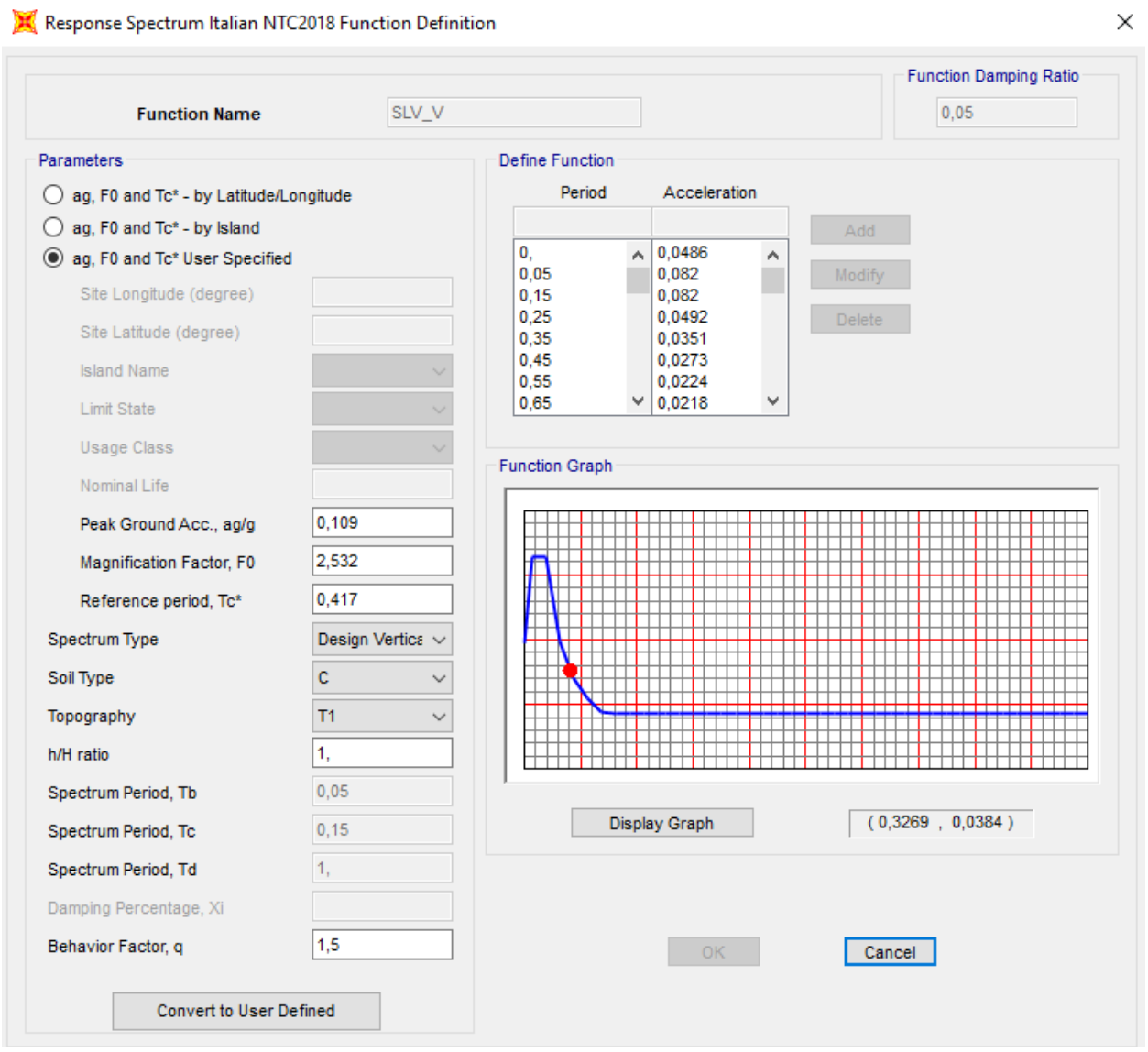
Si riporta rappresentazione degli spettri di calcolo, tenendo conto dei fattori di struttura adottati come segue, secondo indicazione normativa:

- Fattore di struttura orizzontale: q = 2.5
- Fattore di struttura verticale: q = 1.5

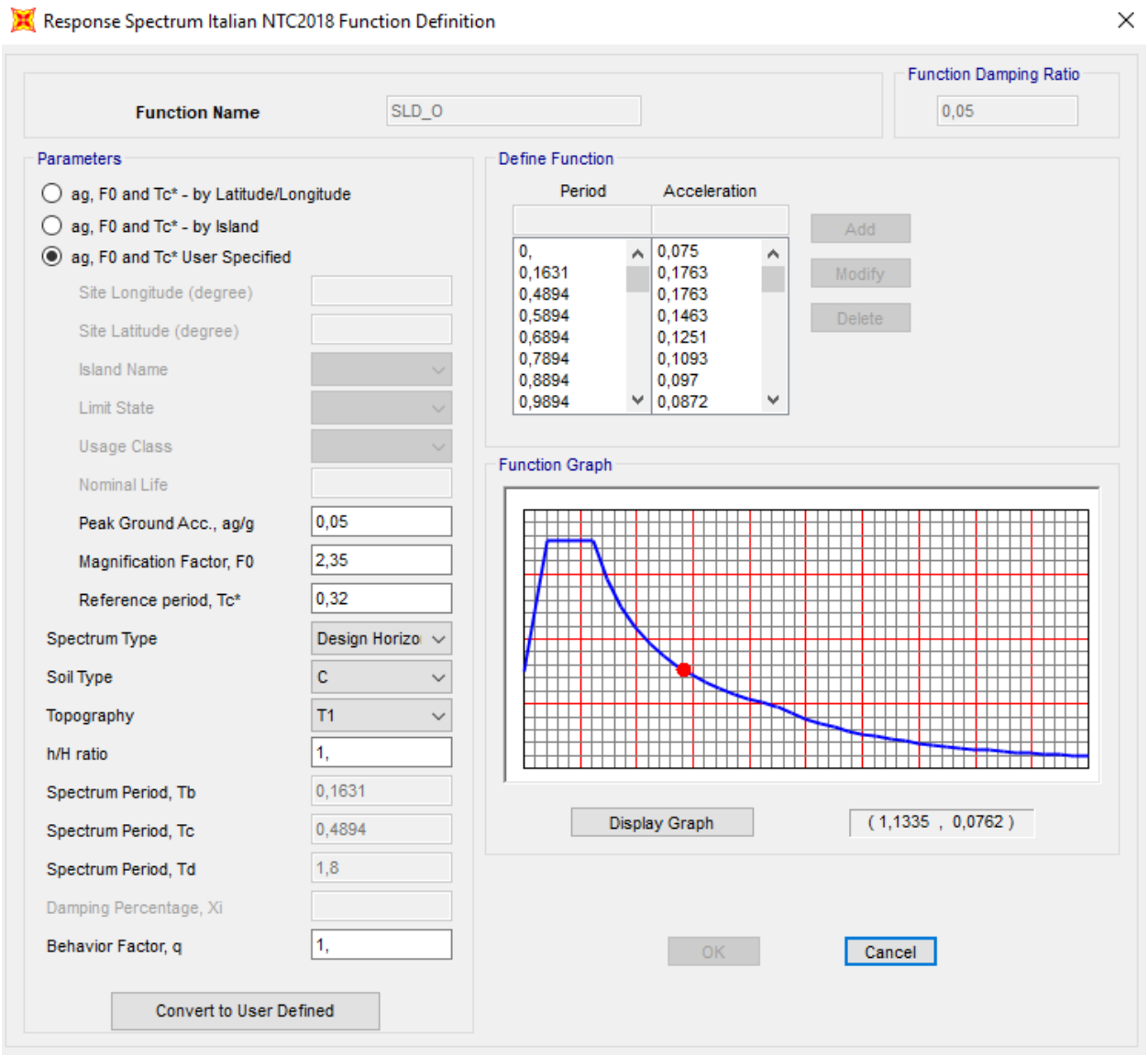
Spettro SLV in direzione orizzontale



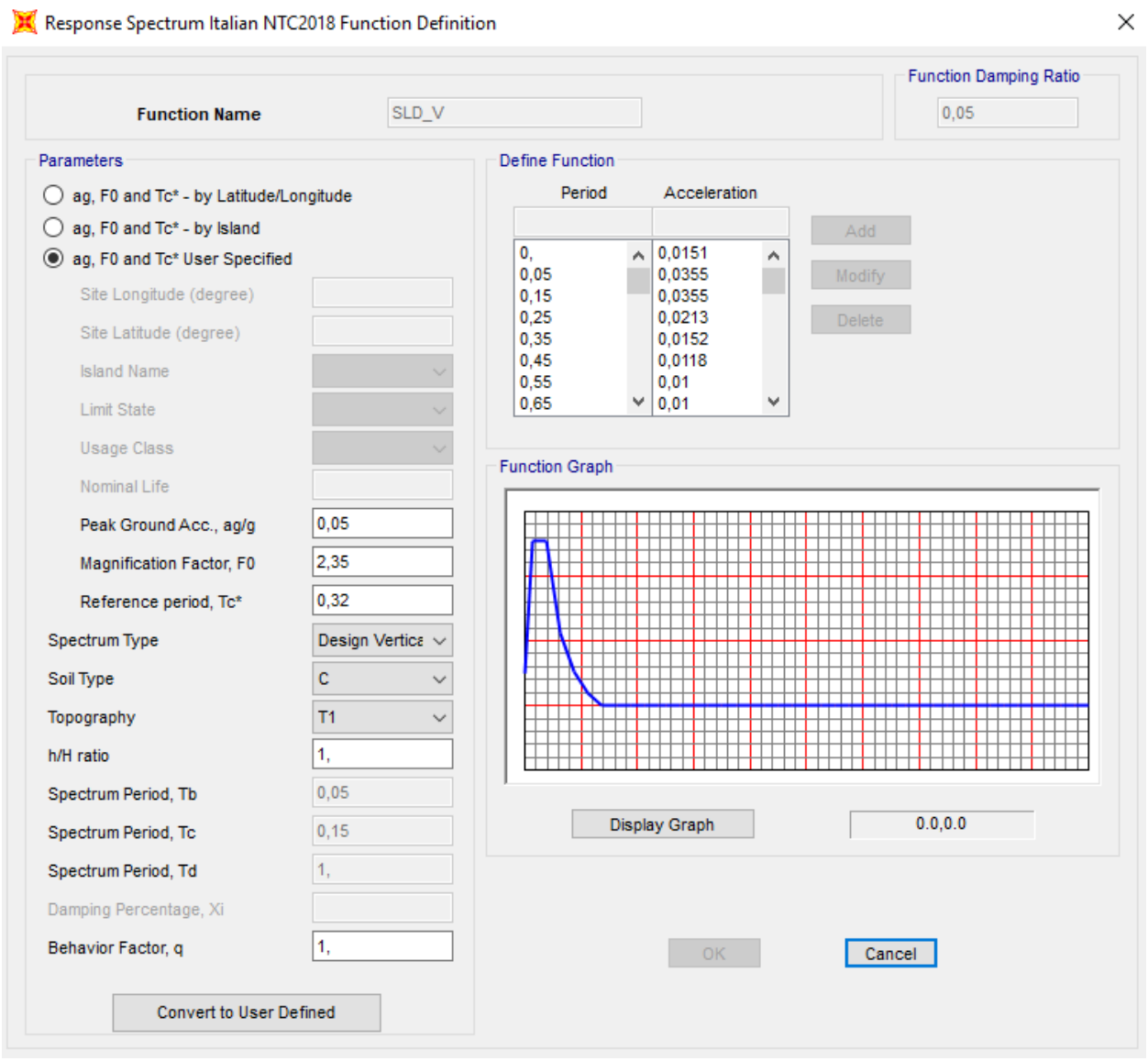
Spettro SLV in direzione verticale



Spettro SLD in direzione orizzontale



Spettro SLD in direzione verticale



6.3 "Load Case"

Si riportano i "LOAD CASE" definiti per ciascuna struttura: si omette, per snellezza di trattazione, la definizione dei Load Case non lineari (sigla "NL"), che riportano i medesimi casi di carico, ugualmente coefficientati, delle combinazioni associate.

6.3.1 "Maturazione secondaria"

TABLE: Load Case Definitions

Case	Type	InitialCond	ModalCase	DesignType	DesignAct
Text	Text	Text	Text	Text	Text
DEAD	LinStatic	Zero		Dead	Non-Composite
MODAL	LinModal	Zero		Other	Other
SOLETTA	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI FV	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
ISOLANTE	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
MASSETTO	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
IMPIANTI	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
NEVE	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
CAT H	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI SB	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI STA	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI SIS	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+ I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+ I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX- I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX- I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+ I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+ I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY- I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY- I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
SLVX	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLVY	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLVZ	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDX	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDY	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDZ	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
BUCK1	LinBuckling	Zero		Dead	Other
IMPERFEZ X	LinStatic	Zero		Notional	Short-Term Composite
IMPERFEZ Y	LinStatic	Zero		Notional	Short-Term Composite
BUCK2	LinBuckling	Zero		Dead	Other
NL_SLU_MIN-NL	NonStatic	Zero		Dead	Non-Composite
NL_SLU1-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU2-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU3-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU4-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU5-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU6-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite

NL_SLU7-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU8-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU9-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU10-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU11-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU12-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU13-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU14-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU15-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU16-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU17-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU18-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU19-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU20-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU21-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU22-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU23-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU24-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU25-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU26-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU27-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU28-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU29-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU30-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU31-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU32-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU33-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU34-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU35-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU36-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU37-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU38-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU39-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU40-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU41-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU42-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU43-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU44-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLE1-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA2-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA3-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA4-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA5-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA6-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA7-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA8-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA9-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA10-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA11-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA12-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA13-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA14-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA15-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA16-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite

NL_RARA17-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA18-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA19-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA20-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA21-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA22-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA23-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA24-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA25-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA26-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA27-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA28-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA29-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA30-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA31-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA32-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA33-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA34-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA35-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLE_MIN-NL	NonStatic	Zero	Dead	Non-Composite

TABLE: Case – Static 1 – Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
SOLETTA	Load pattern	SOLETTA	1
PANNELLI FV	Load pattern	PANNELLI FV	1
ISOLANTE	Load pattern	ISOLANTE	1
MASSETTO	Load pattern	MASSETTO	1
IMPIANTI	Load pattern	IMPIANTI	1
NEVE	Load pattern	NEVE	1
CAT H	Load pattern	CAT H	1
PANNELLI SB	Load pattern	PANNELLI SB	1
PANNELLI STA	Load pattern	PANNELLI STA	1
PANNELLI SIS	Load pattern	PANNELLI SIS	1
VENTO EY+	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY-	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EX+	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX-	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EX+ I+	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX+ I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EX+ I-	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX+ I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EX- I+	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO EX- I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EX- I-	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO EX- I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EY+ I+	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY+ I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EY+ I-	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY+ I-	Load pattern	VENTO I-	1

VENTO EY- I+	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EY- I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EY- I-	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EY- I-	Load pattern	VENTO I-	1
PANNELLI	Load pattern	PANNELLI SB	1
PANNELLI	Load pattern	PANNELLI STA	1
IMPERFEZ X	Load pattern	IMPERFEZ X	1
IMPERFEZ Y	Load pattern	IMPERFEZ Y	1

TABLE: Case - Response Spectrum 2 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	CoordSys	Function	Angle	TransAccSF
Text	Text	Text	Text	Text	Degrees	m/sec2
SLVX	Acceleration	U1	GLOBAL	SLV_O	0	9,81
SLVY	Acceleration	U2	GLOBAL	SLV_O	0	9,81
SLVZ	Acceleration	U3	GLOBAL	SLV_V	0	9,81
SLDX	Acceleration	U1	GLOBAL	SLD_O	0	9,81
SLDY	Acceleration	U2	GLOBAL	SLD_O	0	9,81
SLDZ	Acceleration	U3	GLOBAL	SLD_V	0	9,81

6.3.2 "Raffinazione finale"

TABLE: Load Case Definitions

Case	Type	InitialCond	ModalCase	DesignType	DesignAct
Text	Text	Text	Text	Text	Text
DEAD	LinStatic	Zero		Dead	Non-Composite
MODAL	LinModal	Zero		Other	Other
SOLETTA	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI FV	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
ISOLANTE	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
MASSETTO	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
IMPIANTI	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
NEVE	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
CAT H	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI SB	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI STA	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI SIS	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+ I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+ I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX- I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX- I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+ I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+ I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY- I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY- I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
SLVX	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLVY	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite

SLVZ	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDX	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDY	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDZ	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
BUCK1	LinBuckling	Zero		Dead	Other
BUCK2	LinBuckling	Zero		Dead	Other
IMPERFEZ X	LinStatic	Zero		Notional	Short-Term Composite
IMPERFEZ Y	LinStatic	Zero		Notional	Short-Term Composite
QC11_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QC11_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QH11_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QH11_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QC51_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QC51_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QH51_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QH51_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QC12_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QC12_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QH12_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QH12_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QC52_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QC52_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QH52_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
QH52_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q11_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q11_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q51_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q51_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q12_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q12_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q52_Y0	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q52_Y+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
NL-SLU1-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU2-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU3-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU4-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU5-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU6-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU7-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU8-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU9-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU10-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU11-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU12-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU13-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU14-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU15-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU16-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU17-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU18-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU19-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU20-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU21-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL-SLU22-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite

NL-SLU_MIN-NL	NonStatic	Zero	Dead	Non-Composite
NL-RARA1-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA2-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA3-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA4-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA5-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA6-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA7-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA8-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA9-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA10-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA11-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA12-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA13-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA14-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA15-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA16-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA17-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA18-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA19-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA20-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA21-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL-RARA22-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
SOLETTA	Load pattern	SOLETTA	1
PANNELLI FV	Load pattern	PANNELLI FV	1
ISOLANTE	Load pattern	ISOLANTE	1
MASSETTO	Load pattern	MASSETTO	1
IMPIANTI	Load pattern	IMPIANTI	1
NEVE	Load pattern	NEVE	1
CAT H	Load pattern	CAT H	1
PANNELLI SB	Load pattern	PANNELLI SB	1
PANNELLI STA	Load pattern	PANNELLI STA	1
PANNELLI SIS	Load pattern	PANNELLI SIS	1
VENTO EY+	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY-	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EX+	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX-	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EX+ I+	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX+ I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EX+ I-	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX+ I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EX- I+	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO EX- I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EX- I-	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO EX- I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EY+ I+	Load pattern	VENTO EY+	1

VENTO EY+ I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EY+ I-	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY+ I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EY- I+	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EY- I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EY- I-	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EY- I-	Load pattern	VENTO I-	1
PANNELLI	Load pattern	PANNELLI SB	1
PANNELLI	Load pattern	PANNELLI STA	1
IMPERFEZ X	Load pattern	IMPERFEZ X	1
IMPERFEZ Y	Load pattern	IMPERFEZ Y	1
QC11_Y0	Load pattern	QC11_Y0	1
QC11_Y+	Load pattern	QC11_Y+	1
QH11_Y0	Load pattern	QH11_Y0	1
QH11_Y+	Load pattern	QH11_Y+	1
QC51_Y0	Load pattern	QC51_Y0	1
QC51_Y+	Load pattern	QC51_Y+	1
QH51_Y0	Load pattern	QH51_Y0	1
QH51_Y+	Load pattern	QH51_Y+	1
QC12_Y0	Load pattern	QC12_Y0	1
QC12_Y+	Load pattern	QC12_Y+	1
QH12_Y0	Load pattern	QH12_Y0	1
QH12_Y+	Load pattern	QH12_Y+	1
QC52_Y0	Load pattern	QC52_Y0	1
QC52_Y+	Load pattern	QC52_Y+	1
QH52_Y0	Load pattern	QH52_Y0	1
QH52_Y+	Load pattern	QH52_Y+	1
Q11_Y0	Load pattern	QC11_Y0	1
Q11_Y0	Load pattern	QH11_Y0	1
Q11_Y+	Load pattern	QC11_Y+	1
Q11_Y+	Load pattern	QH11_Y+	1
Q51_Y0	Load pattern	QC51_Y0	1
Q51_Y0	Load pattern	QH51_Y0	1
Q51_Y+	Load pattern	QC51_Y+	1
Q51_Y+	Load pattern	QH51_Y+	1
Q12_Y0	Load pattern	QC12_Y0	1
Q12_Y0	Load pattern	QH12_Y0	1
Q12_Y+	Load pattern	QC12_Y+	1
Q12_Y+	Load pattern	QH12_Y+	1
Q52_Y0	Load pattern	QC52_Y0	1
Q52_Y0	Load pattern	QH52_Y0	1
Q52_Y+	Load pattern	QC52_Y+	1
Q52_Y+	Load pattern	QH52_Y+	1

TABLE: Case - Response Spectrum 2 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	CoordSys	Function	Angle	TransAccSF
Text	Text	Text	Text	Text	Degrees	m/sec2
SLVX	Acceleration	U1	GLOBAL	SLV_O	0	9,81
SLVY	Acceleration	U2	GLOBAL	SLV_O	0	9,81
SLVZ	Acceleration	U3	GLOBAL	SLV_V	0	9,81
SLDX	Acceleration	U1	GLOBAL	SLD_O	0	9,81
SLDY	Acceleration	U2	GLOBAL	SLD_O	0	9,81
SLDZ	Acceleration	U3	GLOBAL	SLD_V	0	9,81

6.3.3 "Conferimento raffinazione finale"

TABLE: Load Case Definitions

Case	Type	InitialCond	ModalCase	DesignType	DesignAct
Text	Text	Text	Text	Text	Text
DEAD	LinStatic	Zero		Dead	Non-Composite
MODAL	LinModal	Zero		Other	Other
SOLETTA	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI FV	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
ISOLANTE	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
MASSETTO	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
IMPIANTI	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
NEVE	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
CAT H	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI SB	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI STA	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI SIS	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+ I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+ I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX- I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX- I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+ I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+ I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY- I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY- I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
SLVX	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLVY	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLVZ	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDX	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDY	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDZ	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
BUCK1	LinBuckling	Zero		Dead	Other
IMPERFEZ X	LinStatic	Zero		Notional	Short-Term Composite
IMPERFEZ Y	LinStatic	Zero		Notional	Short-Term Composite
BUCK2	LinBuckling	Zero		Dead	Other
NL_SLU_MIN-NL	NonStatic	Zero		Dead	Non-Composite
NL_SLU1-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU2-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU3-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU4-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU5-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU6-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU7-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU8-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU9-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite
NL_SLU10-NL	NonStatic	Zero		Other	Non-Composite

NL_SLU11-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU12-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU13-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU14-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU15-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU16-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU17-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU18-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU19-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU20-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU21-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU22-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU23-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU24-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU25-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU26-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU27-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU28-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU29-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU30-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU31-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU32-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU33-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU34-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU35-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU36-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU37-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU38-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU39-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU40-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU41-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU42-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU43-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLU44-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLE1-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA2-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA3-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA4-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA5-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA6-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA7-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA8-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA9-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA10-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA11-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA12-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA13-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA14-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA15-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA16-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA17-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA18-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA19-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA20-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite

NL_RARA21-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA22-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA23-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA24-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA25-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA26-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA27-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA28-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA29-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA30-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA31-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA32-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA33-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA34-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_RARA35-NL	NonStatic	Zero	Other	Non-Composite
NL_SLE_MIN-NL	NonStatic	Zero	Dead	Non-Composite

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
SOLETTA	Load pattern	SOLETTA	1
PANNELLI FV	Load pattern	PANNELLI FV	1
ISOLANTE	Load pattern	ISOLANTE	1
MASSETTO	Load pattern	MASSETTO	1
IMPIANTI	Load pattern	IMPIANTI	1
NEVE	Load pattern	NEVE	1
CAT H	Load pattern	CAT H	1
PANNELLI SB	Load pattern	PANNELLI SB	1
PANNELLI STA	Load pattern	PANNELLI STA	1
PANNELLI SIS	Load pattern	PANNELLI SIS	1
VENTO EY+	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY-	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EX+	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX-	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EX+ I+	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX+ I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EX+ I-	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX+ I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EX- I+	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO EX- I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EX- I-	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO EX- I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EY+ I+	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY+ I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EY+ I-	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY+ I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EY- I+	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EY- I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EY- I-	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EY- I-	Load pattern	VENTO I-	1

PANNELLI	Load pattern	PANNELLI SB	1
PANNELLI	Load pattern	PANNELLI STA	1
IMPERFEZ X	Load pattern	IMPERFEZ X	1
IMPERFEZ Y	Load pattern	IMPERFEZ Y	1

TABLE: Case - Response Spectrum 2 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	CoordSys	Function	Angle	TransAccSF
Text	Text	Text	Text	Text	Degrees	m/sec2
SLVX	Acceleration	U1	GLOBAL	SLV_O	0	9,81
SLVY	Acceleration	U2	GLOBAL	SLV_O	0	9,81
SLVZ	Acceleration	U3	GLOBAL	SLV_V	0	9,81
SLDX	Acceleration	U1	GLOBAL	SLD_O	0	9,81
SLDY	Acceleration	U2	GLOBAL	SLD_O	0	9,81
SLDZ	Acceleration	U3	GLOBAL	SLD_V	0	9,81

6.3.4 "Stoccaggio"

TABLE: Load Case Definitions

Case	Type	InitialCond	ModalCase	DesignType	DesignAct
Text	Text	Text	Text	Text	Text
DEAD	LinStatic	Zero		Dead	Non-Composite
MODAL	LinModal	Zero		Other	Other
SOLETTA	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI FV	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
ISOLANTE	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
MASSETTO	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
IMPIANTI	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
NEVE	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
CAT H	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI SB	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI STA	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI SIS	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+ I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX+ I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX- I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EX- I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+ I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY+ I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY- I+	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
VENTO EY- I-	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
PANNELLI	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
SLVX	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLVY	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLVZ	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDX	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDY	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
SLDZ	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite

BUCK1	LinBuckling	Zero	Dead	Other
BUCK2	LinBuckling	Zero	Dead	Other
IMPERFEZ X	LinStatic	Zero	Notional	Short-Term Composite
IMPERFEZ Y	LinStatic	Zero	Notional	Short-Term Composite

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
SOLETTA	Load pattern	SOLETTA	1
PANNELLI FV	Load pattern	PANNELLI FV	1
ISOLANTE	Load pattern	ISOLANTE	1
MASSETTO	Load pattern	MASSETTO	1
IMPIANTI	Load pattern	IMPIANTI	1
NEVE	Load pattern	NEVE	1
CAT H	Load pattern	CAT H	1
PANNELLI SB	Load pattern	PANNELLI SB	1
PANNELLI STA	Load pattern	PANNELLI STA	1
PANNELLI SIS	Load pattern	PANNELLI SIS	1
VENTO EY+	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY-	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EX+	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX-	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EX+ I+	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX+ I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EX+ I-	Load pattern	VENTO EX+	1
VENTO EX+ I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EX- I+	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO EX- I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EX- I-	Load pattern	VENTO EX-	1
VENTO EX- I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EY+ I+	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY+ I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EY+ I-	Load pattern	VENTO EY+	1
VENTO EY+ I-	Load pattern	VENTO I-	1
VENTO EY- I+	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EY- I+	Load pattern	VENTO I+	1
VENTO EY- I-	Load pattern	VENTO EY-	1
VENTO EY- I-	Load pattern	VENTO I-	1
PANNELLI	Load pattern	PANNELLI SB	1
PANNELLI	Load pattern	PANNELLI STA	1
IMPERFEZ X	Load pattern	IMPERFEZ X	1
IMPERFEZ Y	Load pattern	IMPERFEZ Y	1

TABLE: Case - Response Spectrum 2 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	CoordSys	Function	Angle	TransAccSF
Text	Text	Text	Text	Text	Degrees	m/sec2
SLVX	Acceleration	U1	GLOBAL	SLV_O	0	9.81
SLVY	Acceleration	U2	GLOBAL	SLV_O	0	9.81
SLVZ	Acceleration	U3	GLOBAL	SLV_V	0	9.81

SLDX	Acceleration	U1		GLOBAL	SLD_O	0	9.81
SLDY	Acceleration	U2		GLOBAL	SLD_O	0	9.81
SLDZ	Acceleration	U3		GLOBAL	SLD_V	0	9.81

6.3.5 "Corridoio biotunnel"

TABLE: Load Case Definitions

Case	Type	InitialCond	ModalCase	DesignType	DesignAct
Text	Text	Text	Text	Text	Text
DEAD	LinStatic	Zero		Dead	Non-Composite
MODAL	LinModal	Zero		Other	Other
G1_cop	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
G2_cop	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Q_cop	LinStatic	Zero		Live	Short-Term Composite
Sisma_SLU_X	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
Sisma_SLU_Y	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
Sisma_SLU_Z	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
Pannelli	LinStatic	Zero		Super Dead	Long-Term Composite
Ecc_Acc_X_SLU	LinStatic	Zero		Quake	Short-Term Composite
Ecc_Acc_Y_SLU	LinStatic	Zero		Quake	Short-Term Composite
Neve	LinStatic	Zero		Snow	Short-Term Composite
Vento_X	LinStatic	Zero		Wind	Short-Term Composite
Vento_Y	LinStatic	Zero		Wind	Short-Term Composite
Vento_Z	LinStatic	Zero		Wind	Short-Term Composite
Sisma_SLD_X	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
Sisma_SLD_Y	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
Sisma_SLD_Z	LinRespSpec		MODAL	Quake	Short-Term Composite
Ecc_Acc_X_SLD	LinStatic	Zero		Quake	Short-Term Composite
Ecc_Acc_Y_SLD	LinStatic	Zero		Quake	Short-Term Composite

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1
G1_cop	Load pattern	G1_cop	1
G2_cop	Load pattern	G2_cop	1
Q_cop	Load pattern	Q_cop	1
Pannelli	Load pattern	Pannelli	1
Ecc_Acc_X_SLU	Load pattern	Ecc_Acc_X_SLU	1
Ecc_Acc_Y_SLU	Load pattern	Ecc_Acc_Y_SLU	1
Neve	Load pattern	Neve	1
Vento_X	Load pattern	Vento_X	1
Vento_Y	Load pattern	Vento_Y	1
Vento_Z	Load pattern	Vento_Z	1
Ecc_Acc_X_SLD	Load pattern	Ecc_Acc_X_SLD	1
Ecc_Acc_Y_SLD	Load pattern	Ecc_Acc_Y_SLD	1

TABLE: Case - Response Spectrum 2 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	CoordSys	Function	Angle	TransAccSF
Text	Text	Text	Text	Text	Degrees	m/sec2
Sisma_SLU_X	Acceleration	U1	GLOBAL	SLU_H	0	9,81
Sisma_SLU_Y	Acceleration	U2	GLOBAL	SLU_H	0	9,81

Sisma_SLU_Z	Acceleration	U3	GLOBAL	SLU_V	0	9,81
Sisma_SLD_X	Acceleration	U1	GLOBAL	SLD_H	0	9,81
Sisma_SLD_Y	Acceleration	U2	GLOBAL	SLD_H	0	9,81
Sisma_SLD_Z	Acceleration	U3	GLOBAL	SLD_V	0	9,81

6.4 Masse sismiche

Le masse sismiche degli edifici sono state ricavate direttamente dal programma di calcolo, attraverso la combinazione dei carichi applicati.

Si riporta di seguito, per snellezza di trattazione, unicamente la massa considerata nel modello della "Raffinazione Finale": si tenga presente che questa si ripete uguale per tutte le strutture, a meno dei carichi considerati per la presenza del carroponte.

TABLE: Mass Source

MassSource	Elements	Masses	Loads	IsDefault	LoadPat	Multiplier
Text	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Text	Unitless
MSSSRC1	No	No	Yes	Yes	DEAD	1
MSSSRC1					SOLETTA	1
MSSSRC1					PANNELLI FV	1
MSSSRC1					ISOLANTE	1
MSSSRC1					MASSETTO	1
MSSSRC1					IMPIANTI	1
MSSSRC1					PANNELLI SB	1
MSSSRC1					PANNELLI SIS	1
MSSSRC1					QC12_Y0	1
MSSSRC1					QH12_Y0	0,47

6.5 Combinazioni di carico

Sono state considerate le combinazioni di carico secondo le prescrizioni normative.

Siano:

G1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P = pretensione e precompressione;

Qk = azioni variabili caratteristiche sulla struttura;

A = azioni eccezionali sulla struttura;

E = azioni derivanti dai terremoti.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si adottano le seguenti combinazioni delle azioni.

1) Fondamentale per gli stati limite ultimi (SLU)

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

2) Rara per gli stati limite di esercizio (SLE)

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

3) Frequente per gli stati limite di esercizio (SLE)

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

4) Quasi permanente per gli stati limite di esercizio (SLE)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots$$

5) Sismica per gli stati limite ultimi (SLU)

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

6) Eccezionale per gli stati limite ultimi (SLU)

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots$$

I fattori di tali combinazioni lineari sono riportati nelle seguenti tabelle.

Tab. 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tab. 2.6.I – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU*

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali G_2[1]	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

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

Si completa inoltre quanto già esposto mediante l'indicazione dei valori dei coefficienti di sicurezza necessari per la combinazione delle azioni da carroponte, così come riportate nell'Appendice A dell'Eurocodice 1991-3.

Recommended values of γ-factors

Action	Symbol	Situation	
		P/T	A
Permanent crane actions			
- unfavourable	$\gamma_{G\,sup}$	1,35	1,00
- favourable	$\gamma_{G\,inf}$	1,00	1,00
Variable crane actions			
- unfavourable	$\gamma_{Q\,sup}$	1,35	1,00
- favourable	$\gamma_{Q\,inf}$		
crane present		1,00	1,00
crane not present		0,00	0,00
Other variable actions	γ_Q		
- unfavourable		1,50	1,00
- favourable		0,00	0,00
Accidental actions	γ_A		1,00
P - Persistent situation T, - Transient situation A, - Accidental situation.			

ψ-factors for crane loads

Action	Symbol	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Single crane or groups of loads induced by cranes	Q_r	ψ_0	ψ_1	ψ_2

The National Annex may specify the ψ-factors. The following ψ-factors are recommended:

ψ_0 = 1,0;

ψ_1 = 0,9;

ψ_2 = ratio between the permanent crane action and the total crane action.

Al fine di non appesantire eccessivamente la trattazione, non vengono riportate esplicitamente le combinazioni inserite nei modelli SAP2000. Oltre a quelle principali, sono state create comode combinazioni inviluppo, utili all'immediata comprensione dell'andamento delle azioni sui modelli, e spesso utilizzate nel corso della relazione.

Si tenga presente che tutte le combinazioni sono volte alla massimizzazione degli effetti sollecitanti le strutture: le SLE sono state considerate cautelativamente solo in combinazione caratteristica.

6.6 Sollecitazioni risultanti

Di seguito si riporta una rappresentazione dei risultati maggiormente significativi ottenuti con l'analisi strutturale. Ci si limita alla rappresentazione specifica delle sollecitazioni gravanti sui pilastri: le strutture di copertura, formate dal graticcio di travi e tegoli, sono infatti state dimensionate a parte con schema cautelativo di duplice appoggio.

Per ciascun modello, si riportano quindi:

- Le immagini dei grafici degli inviluppi delle sollecitazioni significative a SLU, SLV e SLE, rappresentate sul modello 3D;
- Una pianta del modello ad Elementi Finiti con l'indicazione della nomenclatura assegnata ai gruppi di piastri;
- Una tabella riassuntiva con le sollecitazioni più gravose rilevate per il gruppo indicato. Si tenga presente che è stata considerata, cautelativamente, la compresenza delle azioni più onerose, anche se non rilevate sul medesimo pilastro o per la stessa combinazione di carico.

Dove fosse risultato necessario valutare gli effetti del secondo ordine in condizioni statiche, le combinazioni riportate sono quelle non lineari.

6.6.1 "Maturazione secondaria"

Come anticipato, si riportano le immagini delle sollecitazioni frutto degli inviluppi a SLU e a SLV .

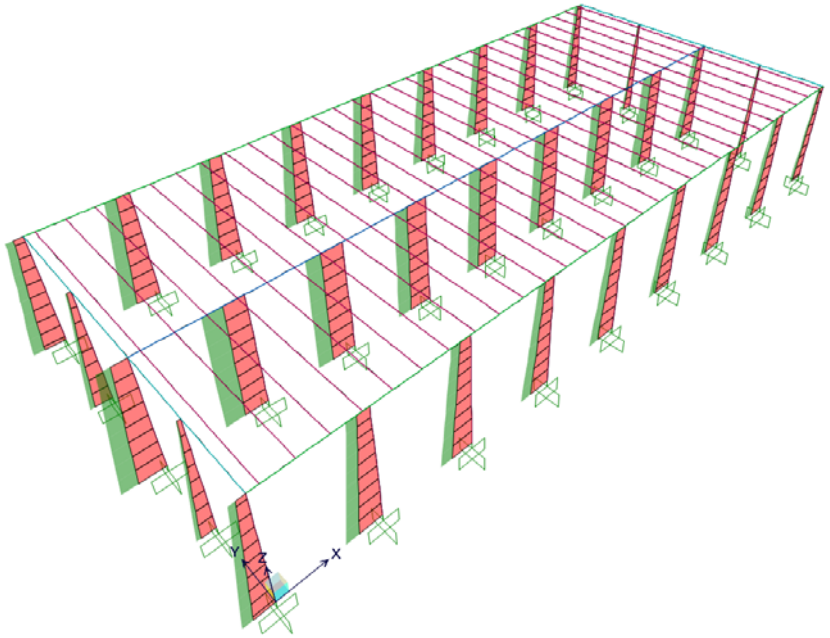


FIGURA 6-13 - AZIONE ASSIALE N: ENV_NL_SLU

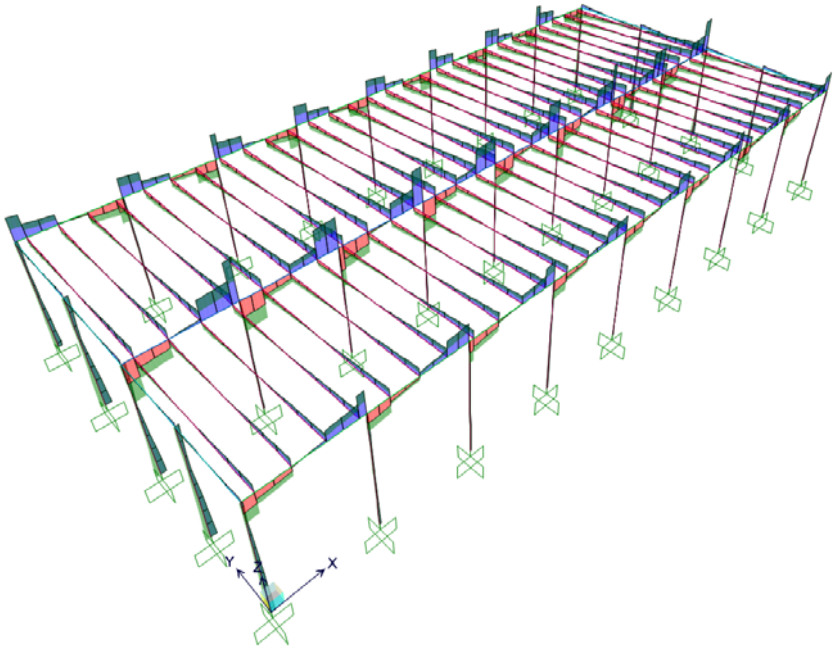


FIGURA 6-14 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_NL_SLU

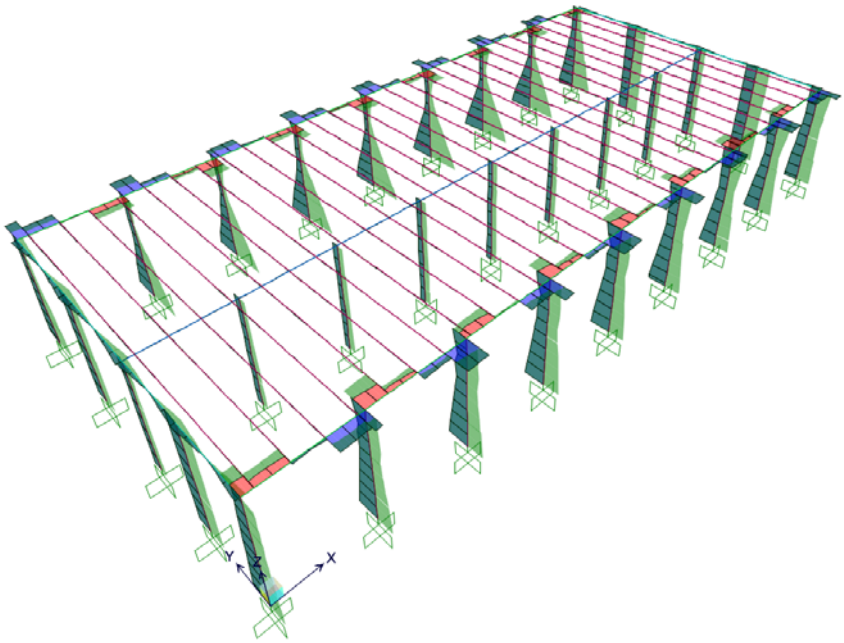


FIGURA 6-15 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_NL_SLU

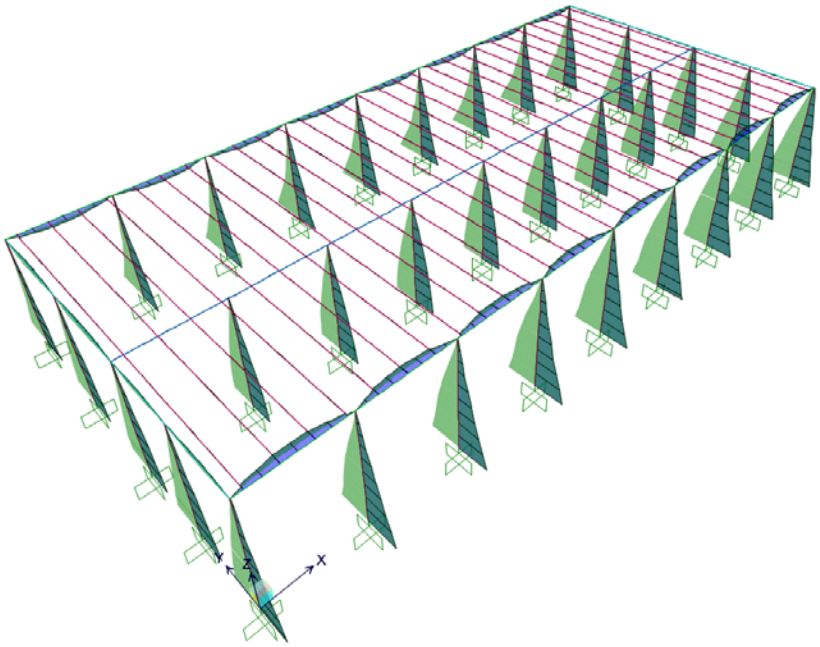


FIGURA 6-16 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_NL_SLU

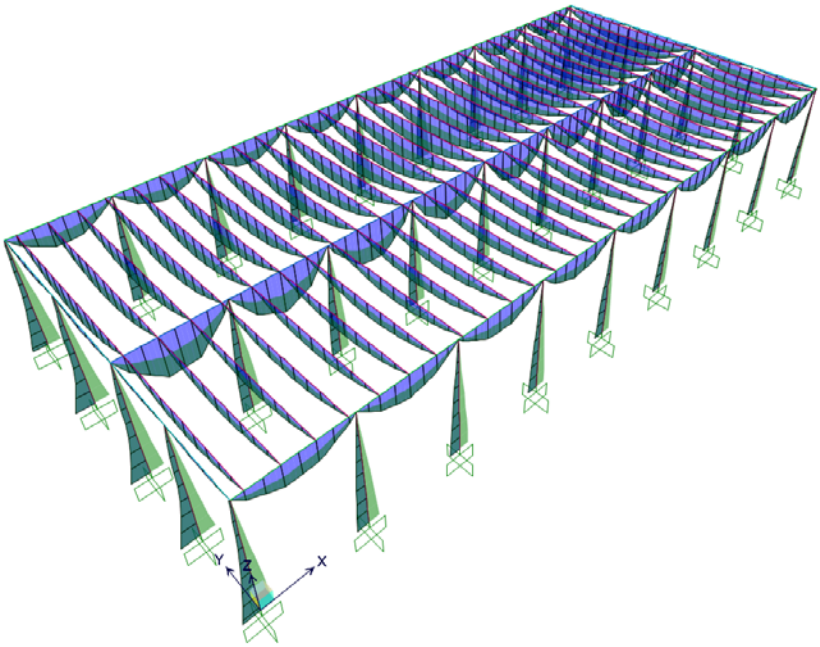


FIGURA 6-17 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_NL_SLU

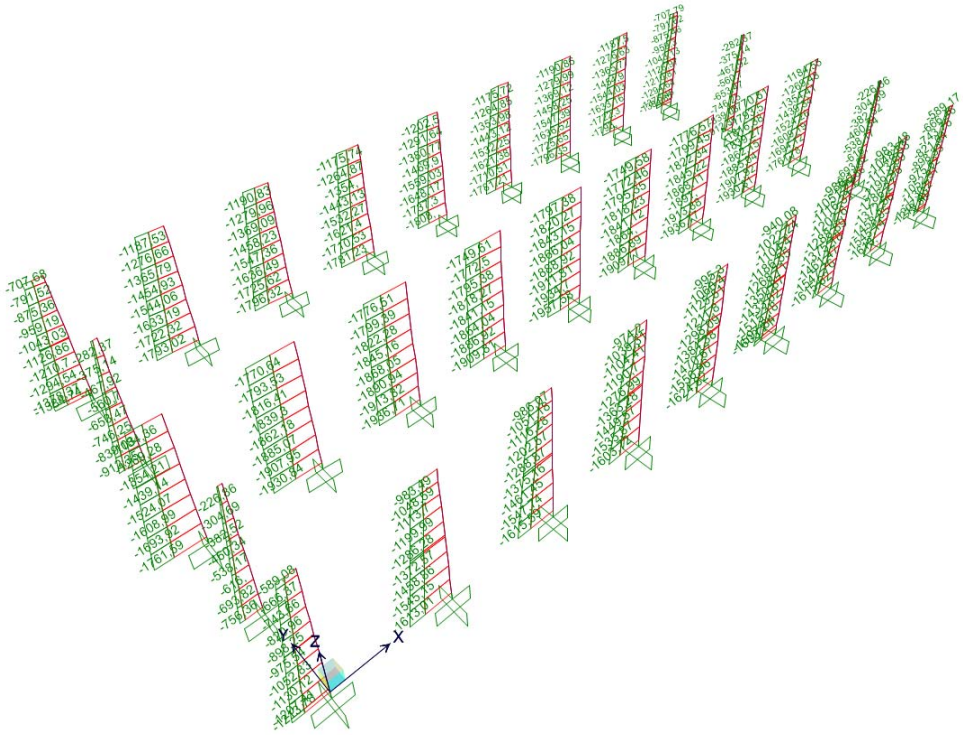


FIGURA 6-18 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_NL_SLU

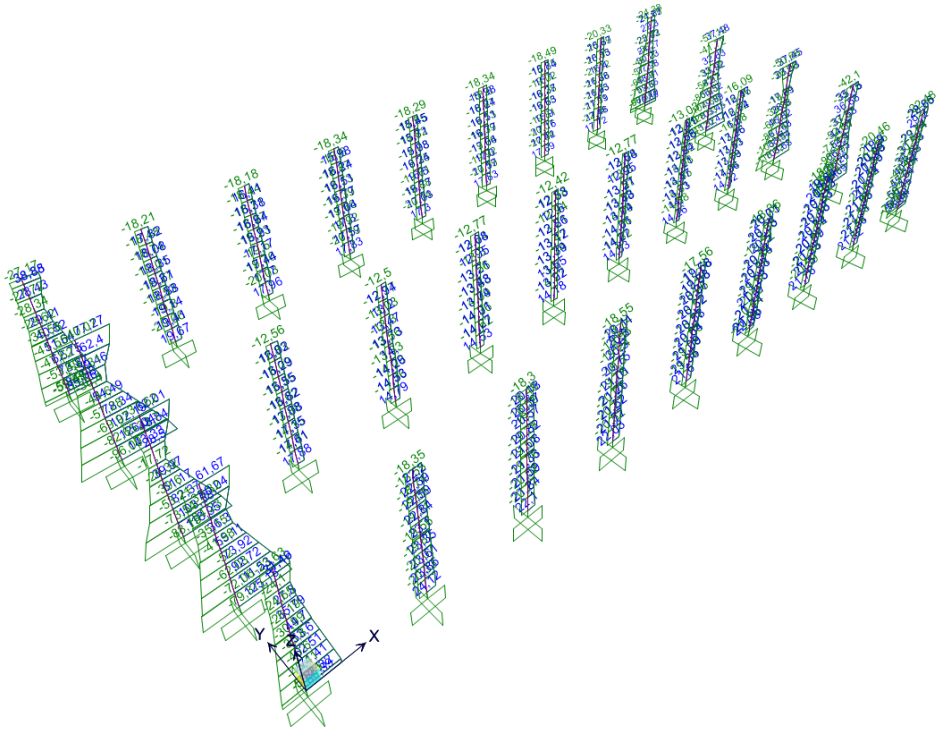


FIGURA 6-19 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_NL_SLU

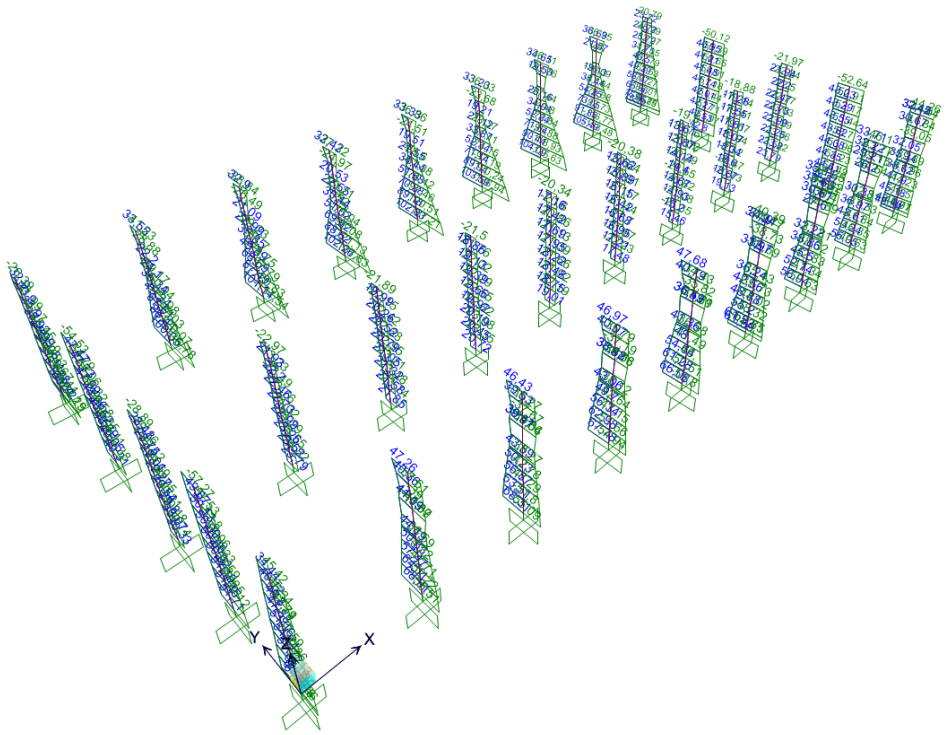


FIGURA 6-20 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_NL_SLU

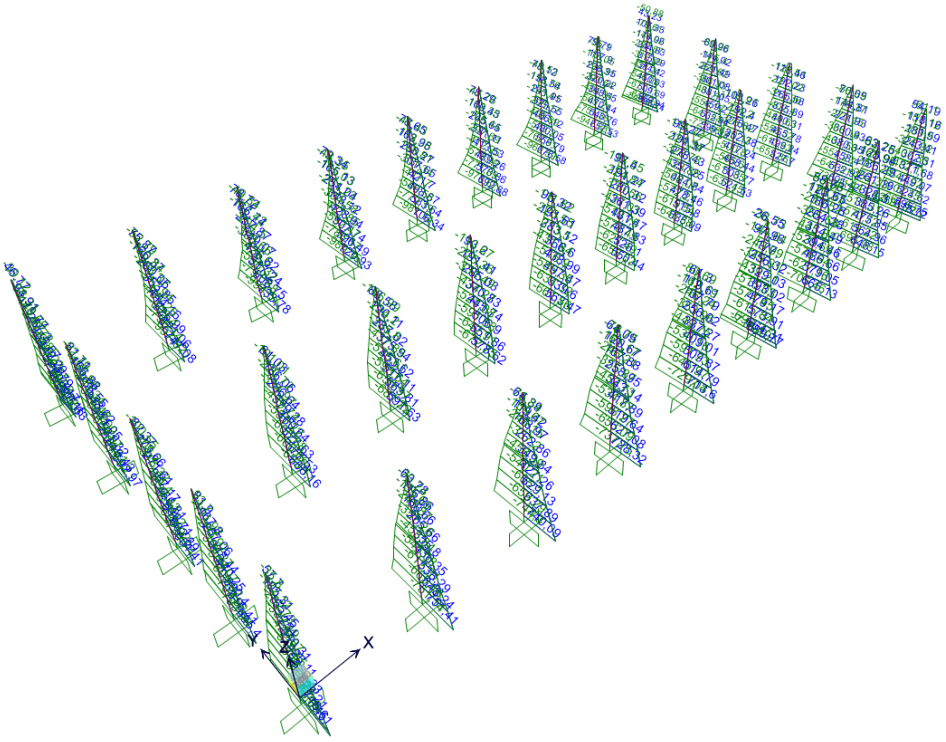


FIGURA 6-21 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_NL_SLU

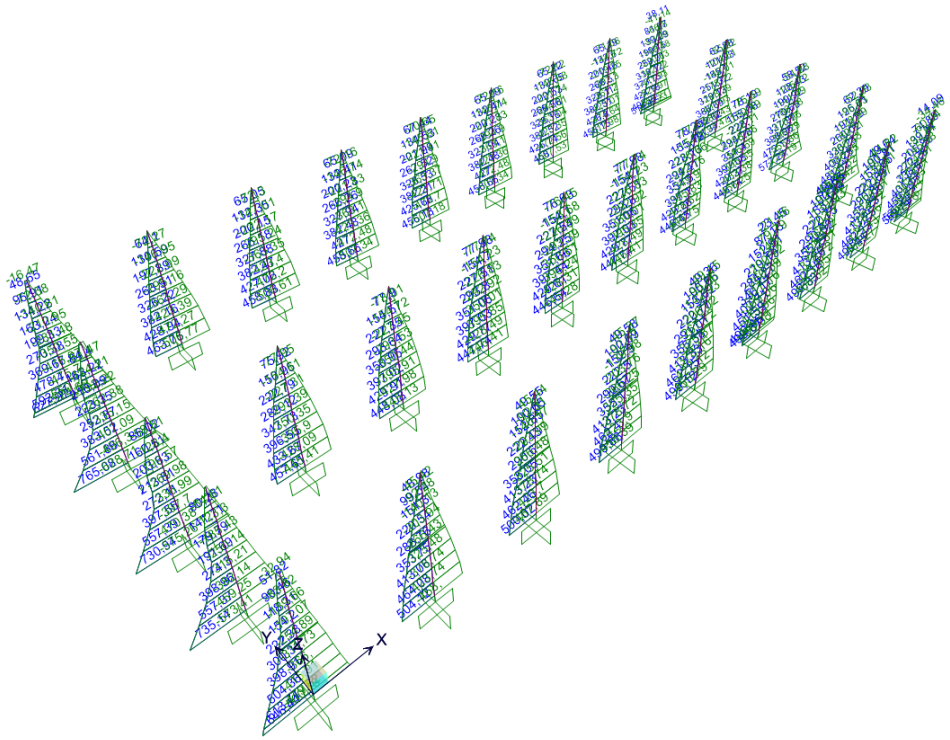


FIGURA 6-22 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_NL_SLU

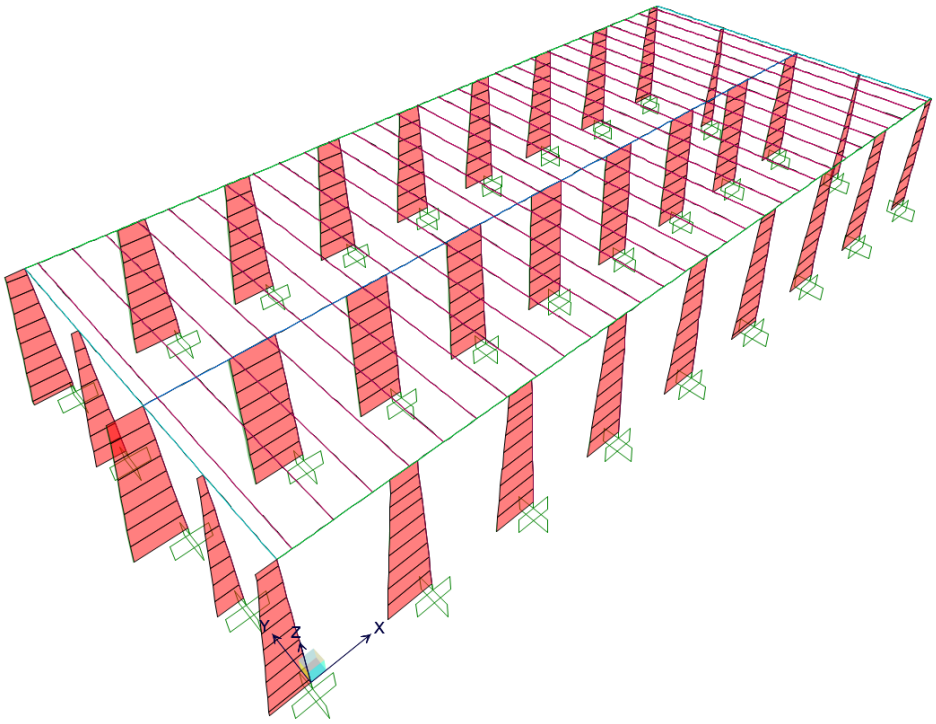


FIGURA 6-23 - AZIONE ASSIALE N: ENV_SLV

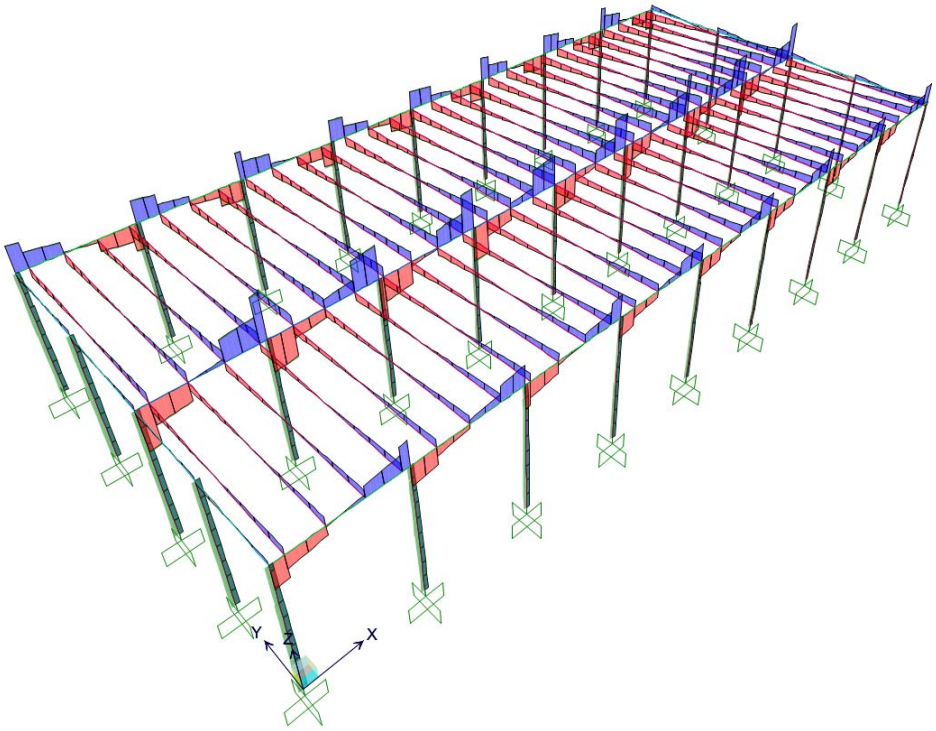


FIGURA 6-24 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_SLV

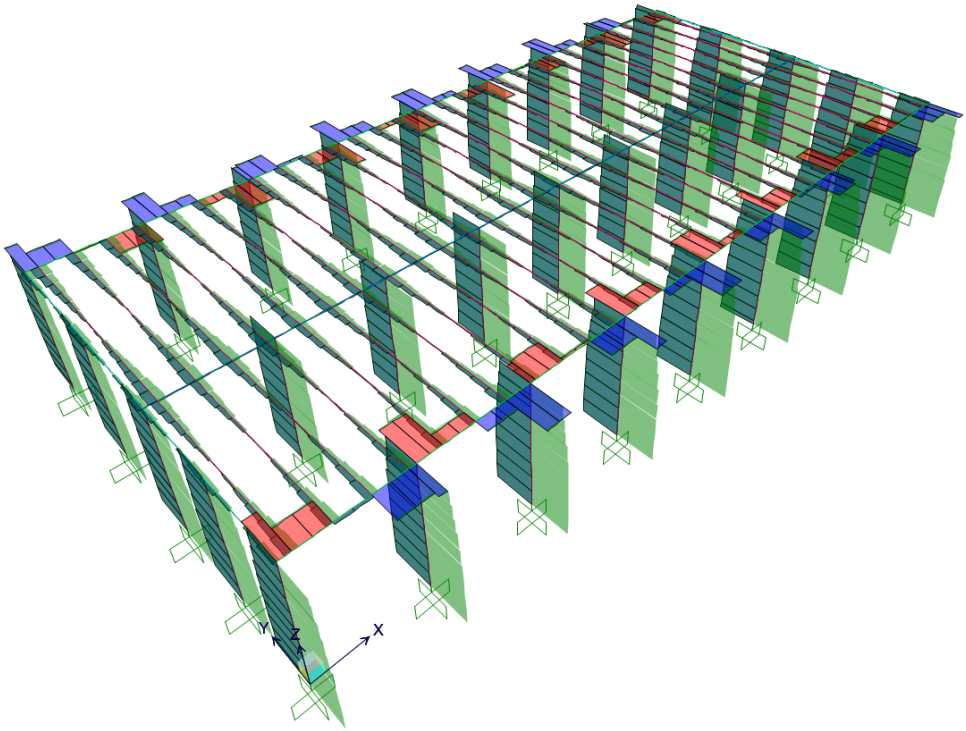


FIGURA 6-25 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_SLV

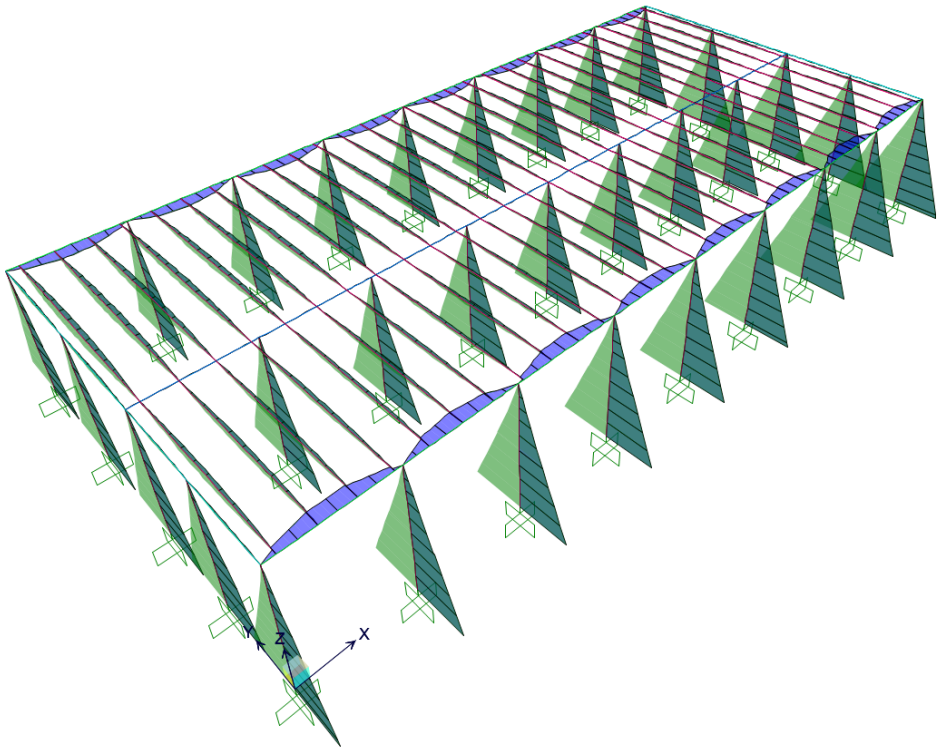


FIGURA 6-26 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_SLV

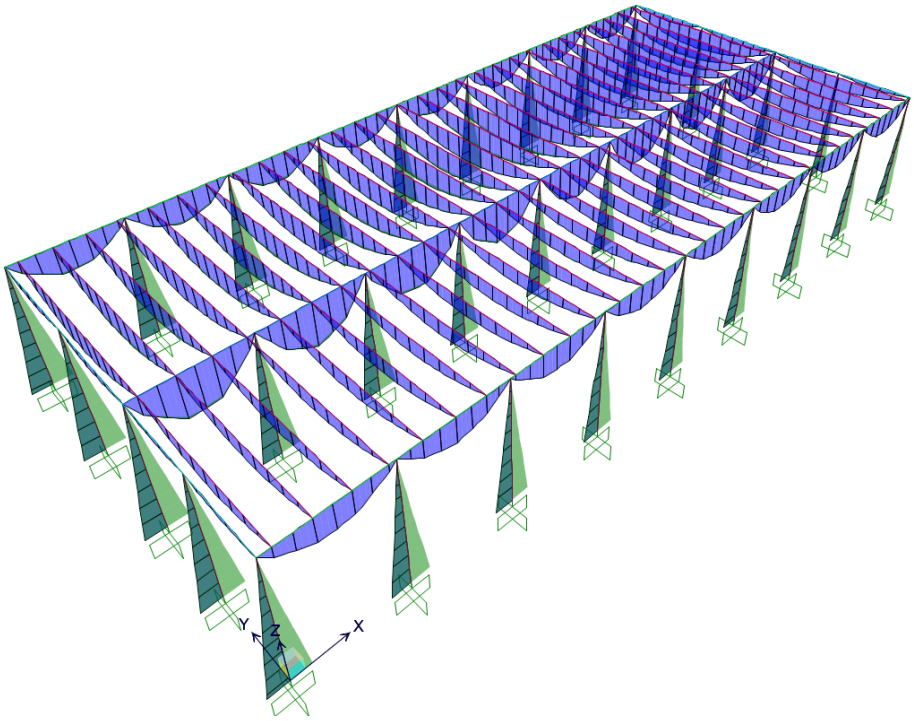


FIGURA 6-27 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_SLV

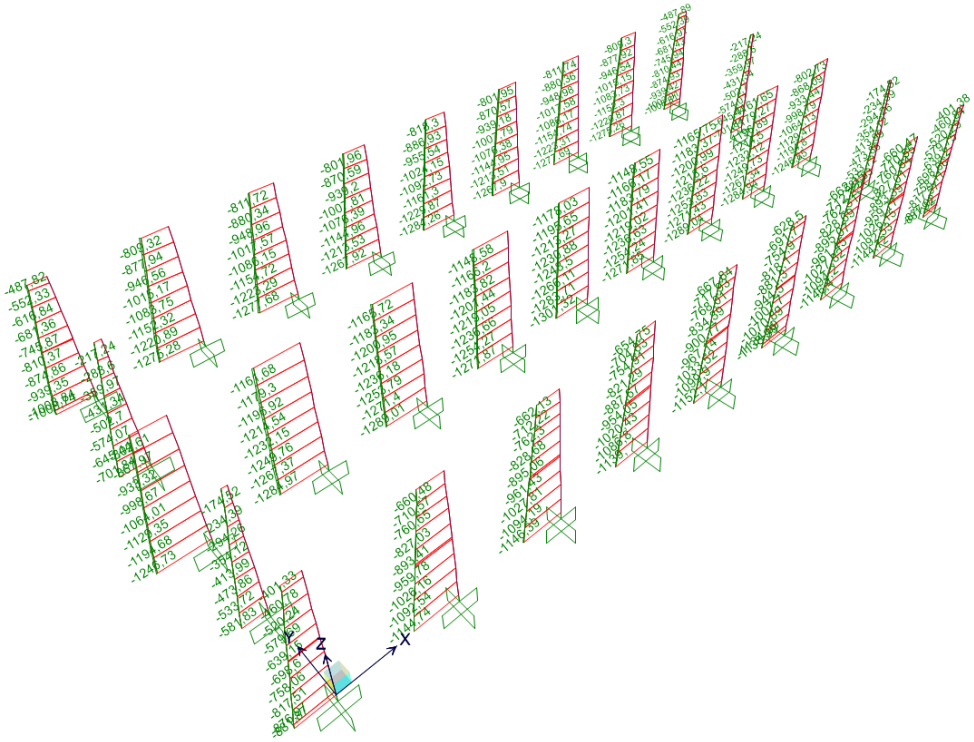


FIGURA 6-28 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_SLV

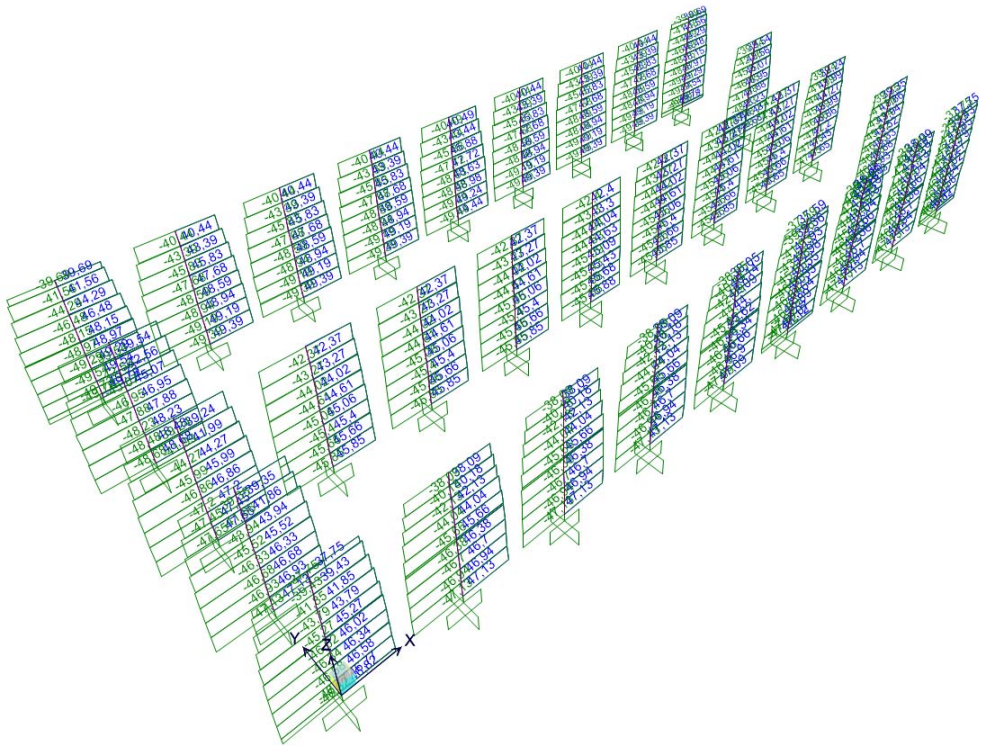


FIGURA 6-29 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_SLV

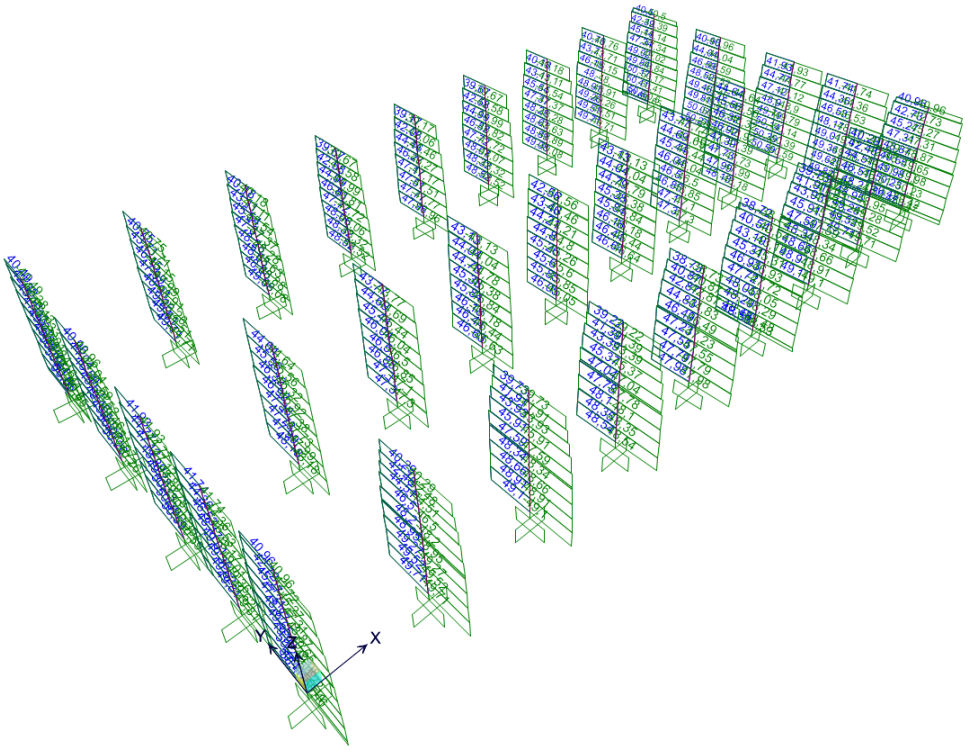


FIGURA 6-30 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_SLV

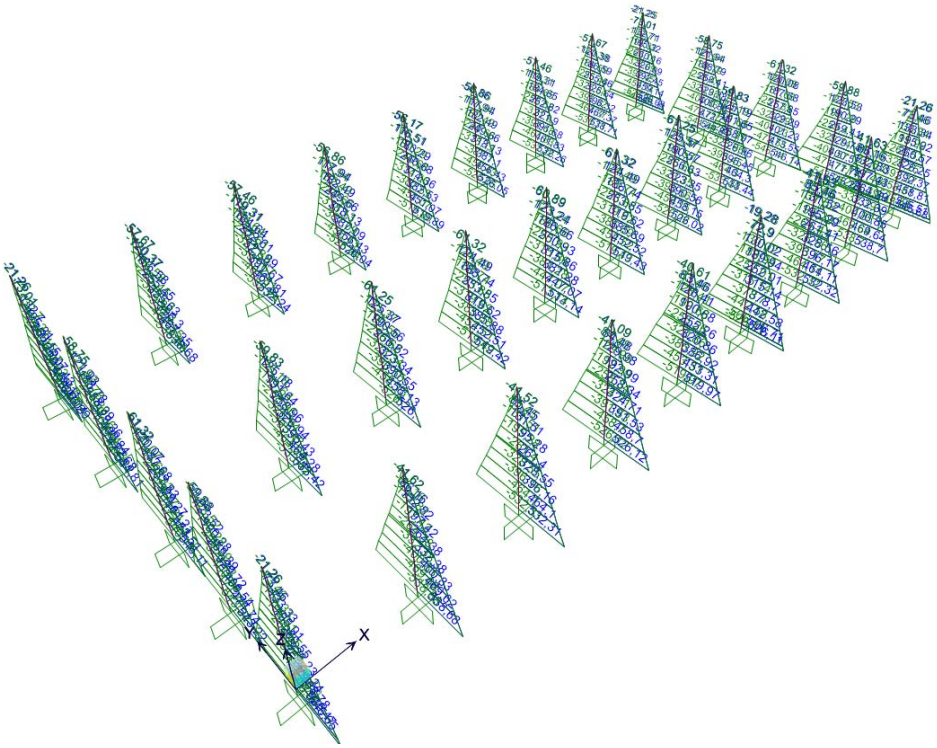


FIGURA 6-31 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_SLV

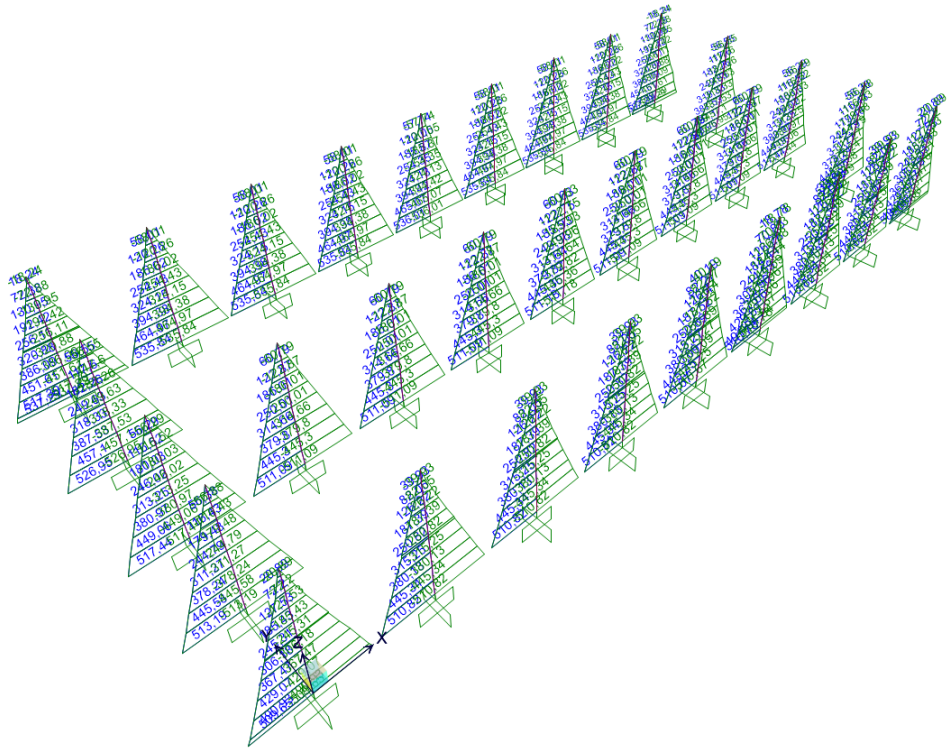


FIGURA 6-32 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_SLV

Si riporta di seguito una pianta del modello ad Elementi Finiti con l'indicazione della nomenclatura assegnata ai gruppi di piastri, seguita da una tabella riassuntiva con le sollecitazioni più gravose rilevate per ciascun gruppo. Si tenga presente che è stata considerata, cautelativamente, la compresenza delle azioni più onerose, anche se non rilevate sul medesimo pilastro o per la stessa combinazione di carico. Dove fosse risultato necessario valutare gli effetti del secondo ordine in condizioni statiche, le combinazioni riportate sono quelle non lineari.

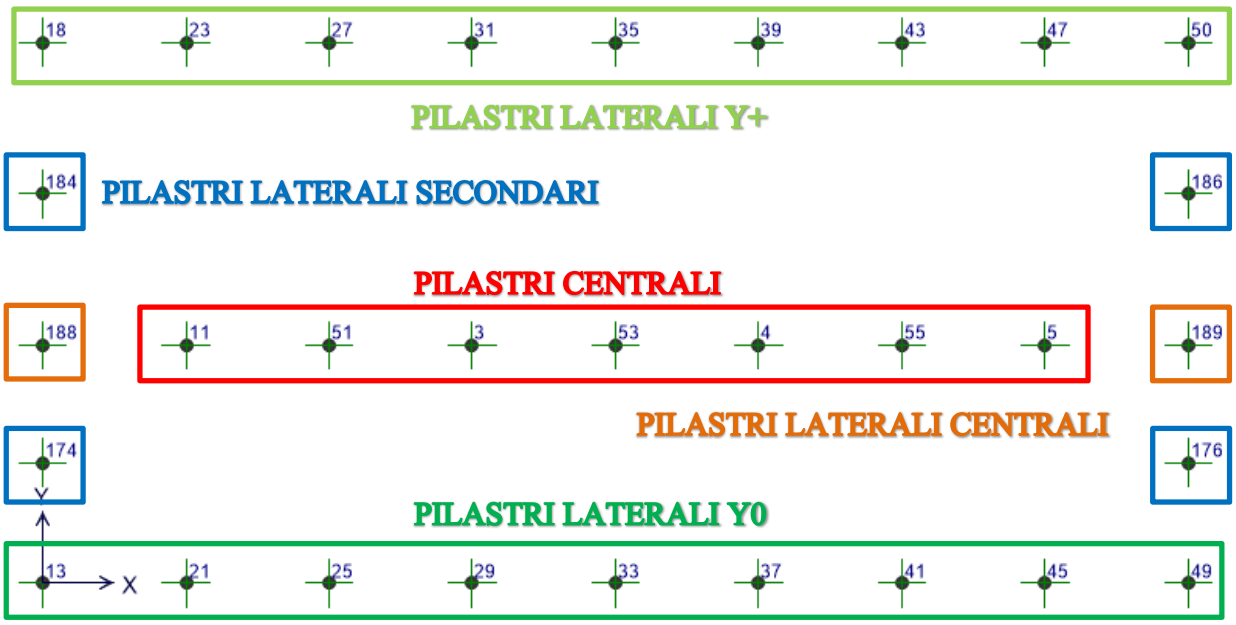


FIGURA 6-33 - NOMENCLATURA GRUPPI PILASTRI

ENV_NL_SLU	*Pmin [kN]*	*Pmax [kN]*	*M2 [kNm]*	*M3 [kNm]*	
	-1045	-1958	693	458	SLU CENTRALI
	-1099	-1762	735	731	SLU CENTRALI LATERALI
	-582	-912	794	794	SLU LATERALI SECONDARI
	-821	-1625	754	646	SLU LATERALI Y0
	-922	-1808	998	690	SLU LATERALI Y+

ENV_SLV	*Pmin [kN]*	*Pmax [kN]*	*M2 [kNm]*	*M3 [kNm]*	
	-1045	-1958	693	458	SLV CENTRALI
	-1099	-1762	735	731	SLV CENTRALI LATERALI
	-582	-912	794	794	SLV LATERALI SECONDARI
	-821	-1625	754	646	SLV LATERALI Y0
	-922	-1808	998	690	SLV LATERALI Y+

ENV_NL_RARA	*Pmin [kN]*	*Pmax [kN]*	*M2 [kNm]*	*M3 [kNm]*	
	-1045	-1958	693	458	RARA CENTRALI
	-1099	-1762	735	731	RARA CENTRALI LATERALI
	-582	-912	794	794	RARA LATERALI SECONDARI
	-821	-1625	754	646	RARA LATERALI Y0
	-922	-1808	998	690	RARA LATERALI Y+

6.6.1 "Raffinazione finale"

Come anticipato, si riportano le immagini delle sollecitazioni frutto degli inviluppi a SLU e a SLV.

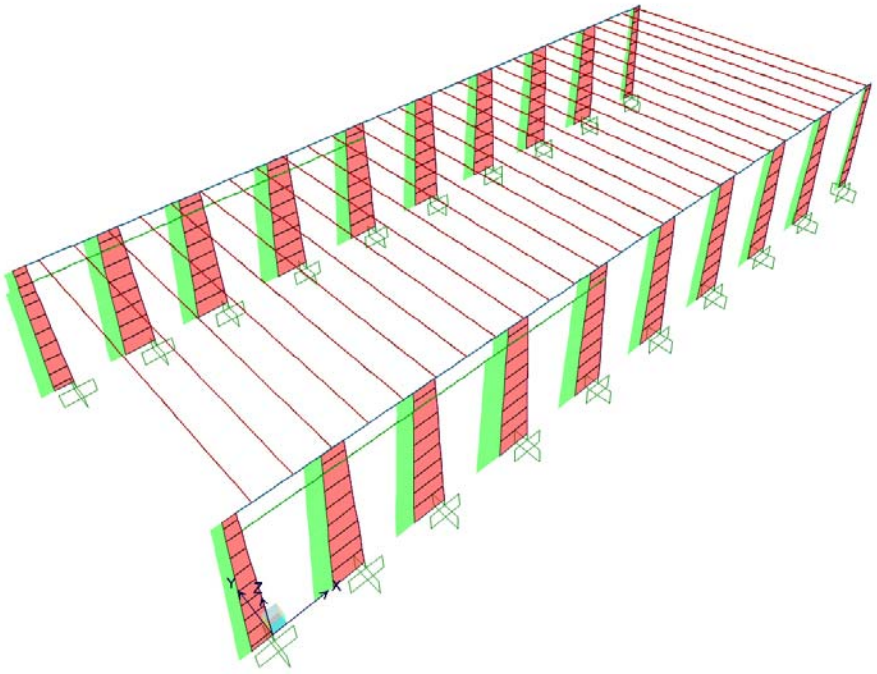


FIGURA 6-34 - AZIONE ASSIALE N: ENV_NL_SLU

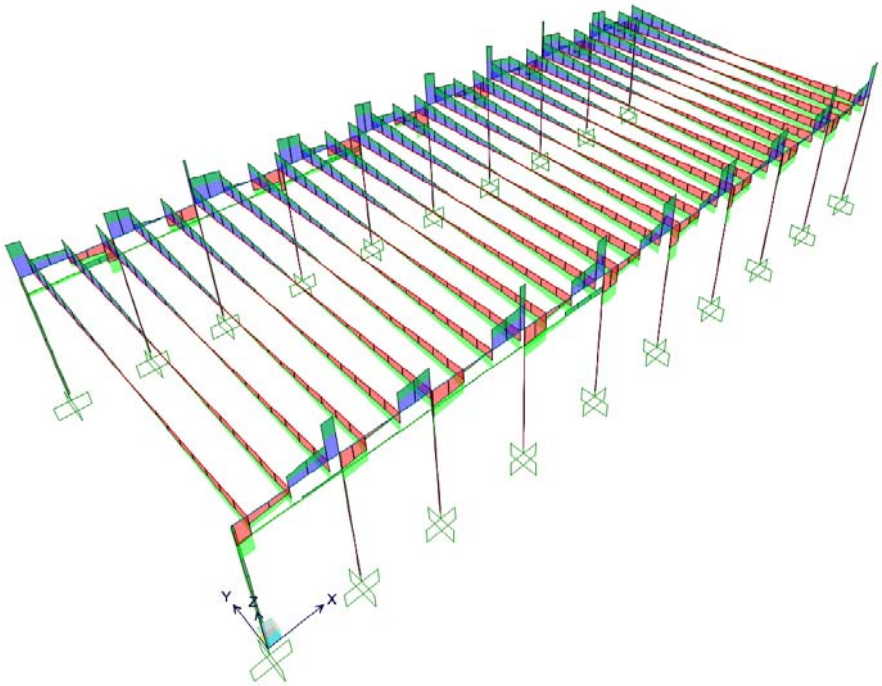


FIGURA 6-35 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_NL_SLU

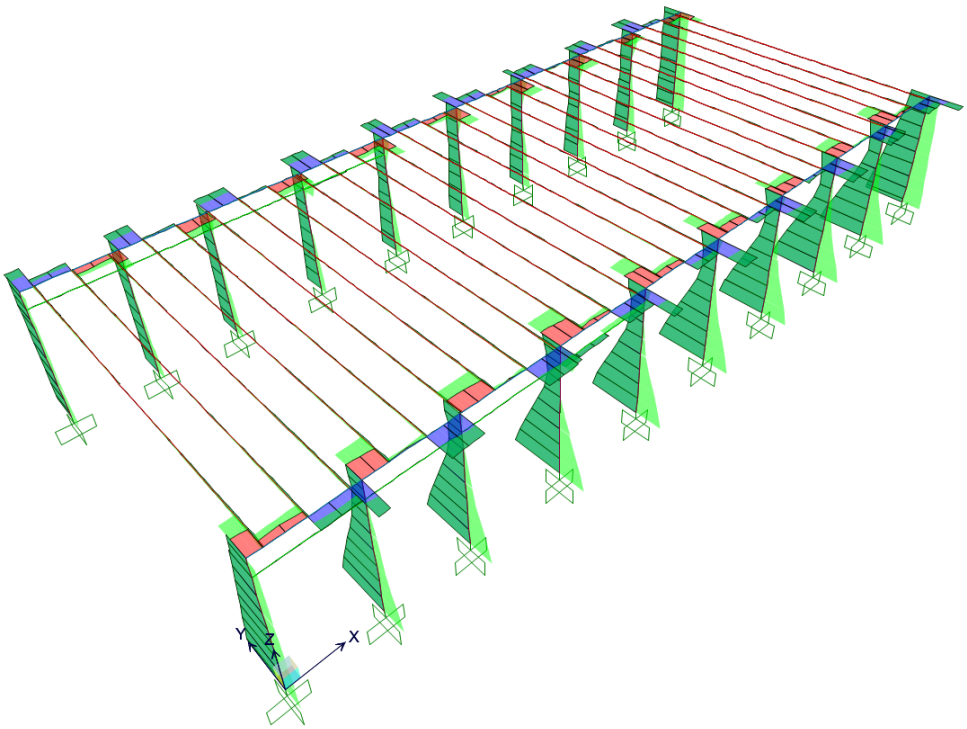


FIGURA 6-36 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_NL_SLU

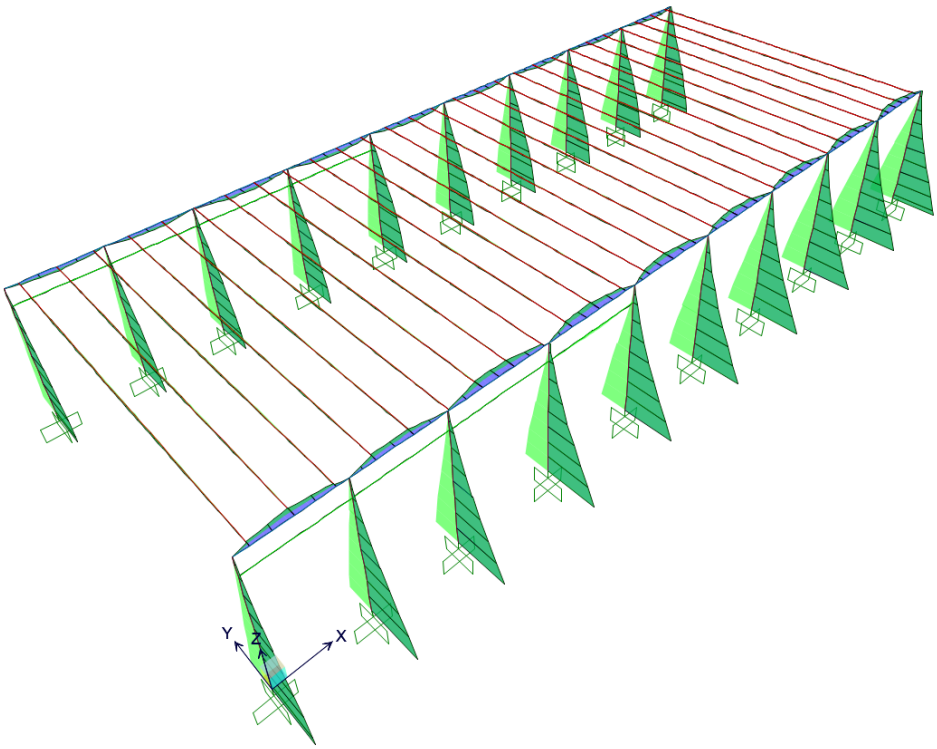


FIGURA 6-37 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_NL_SLU

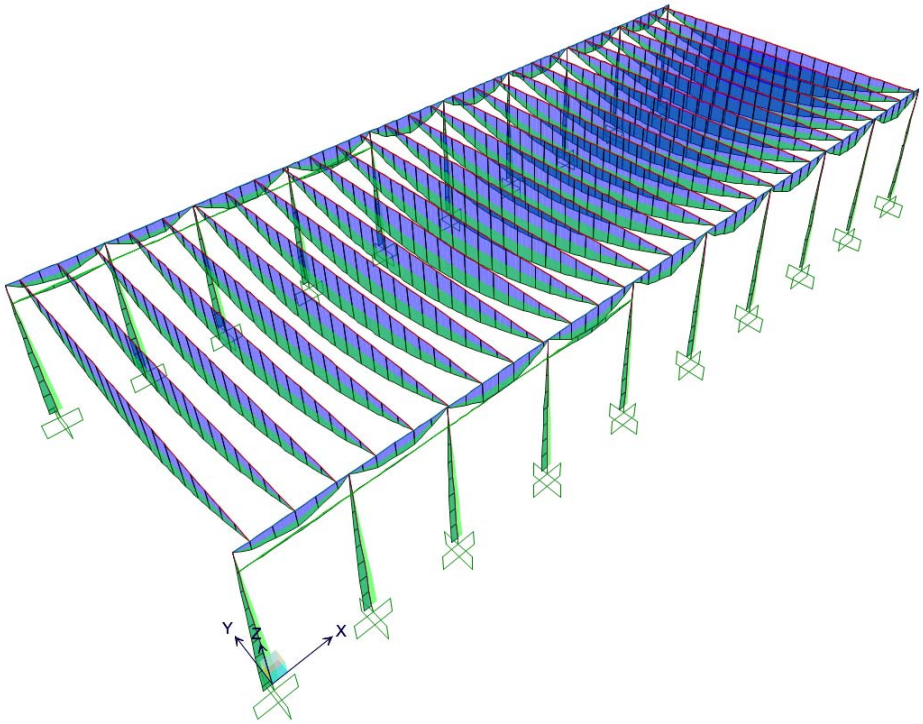


FIGURA 6-38 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_NL_SLU

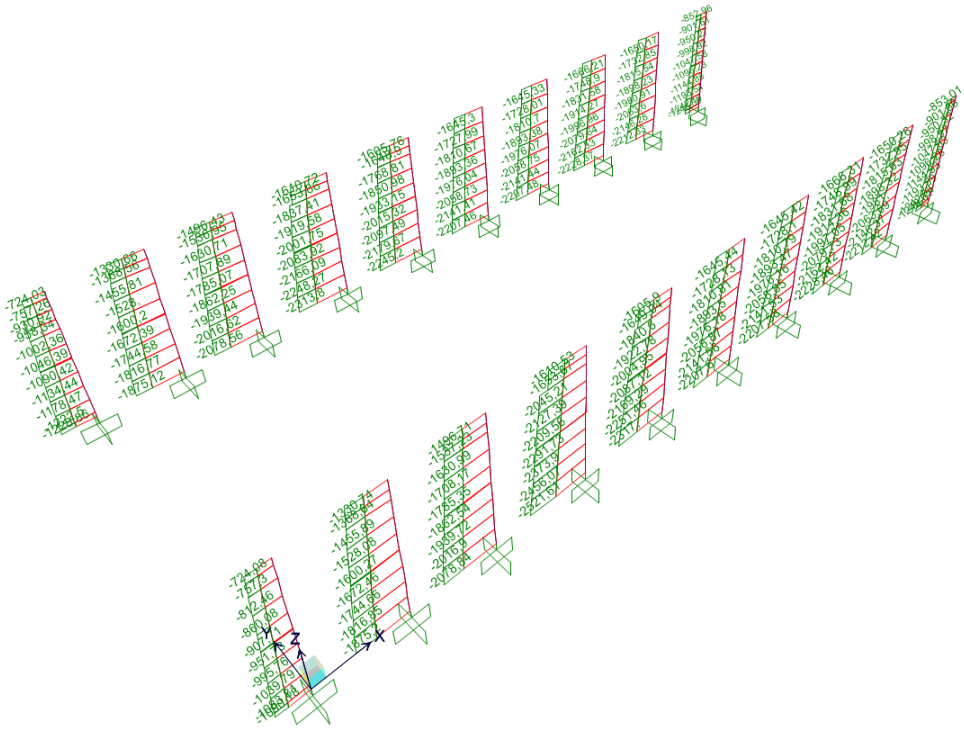


FIGURA 6-39 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_NL_SLU

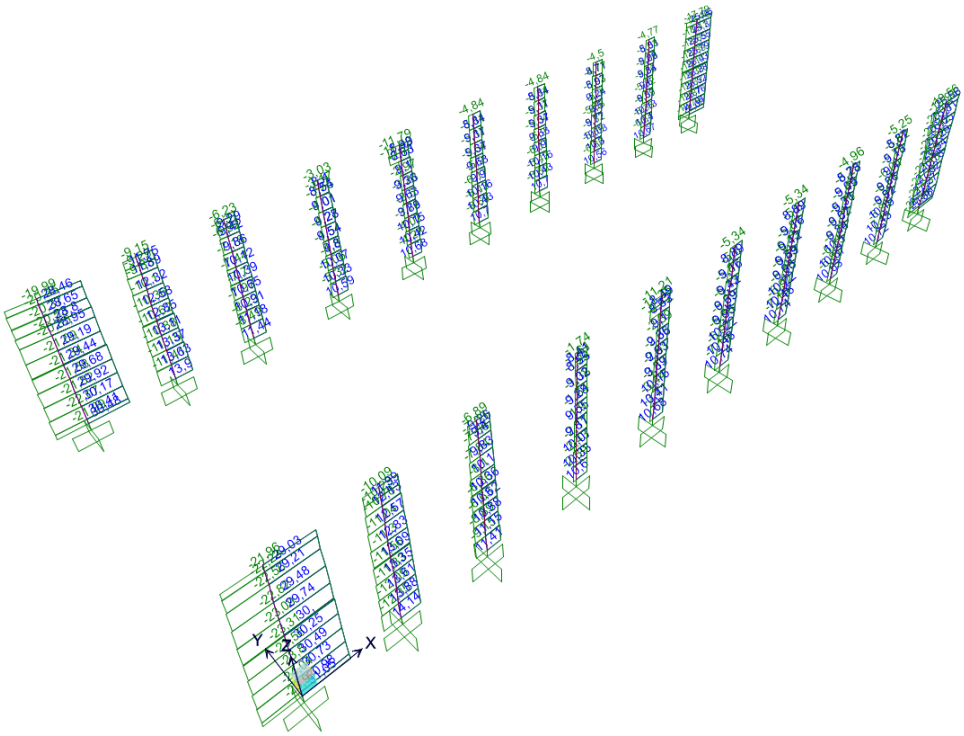


FIGURA 6-40 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_NL_SLU

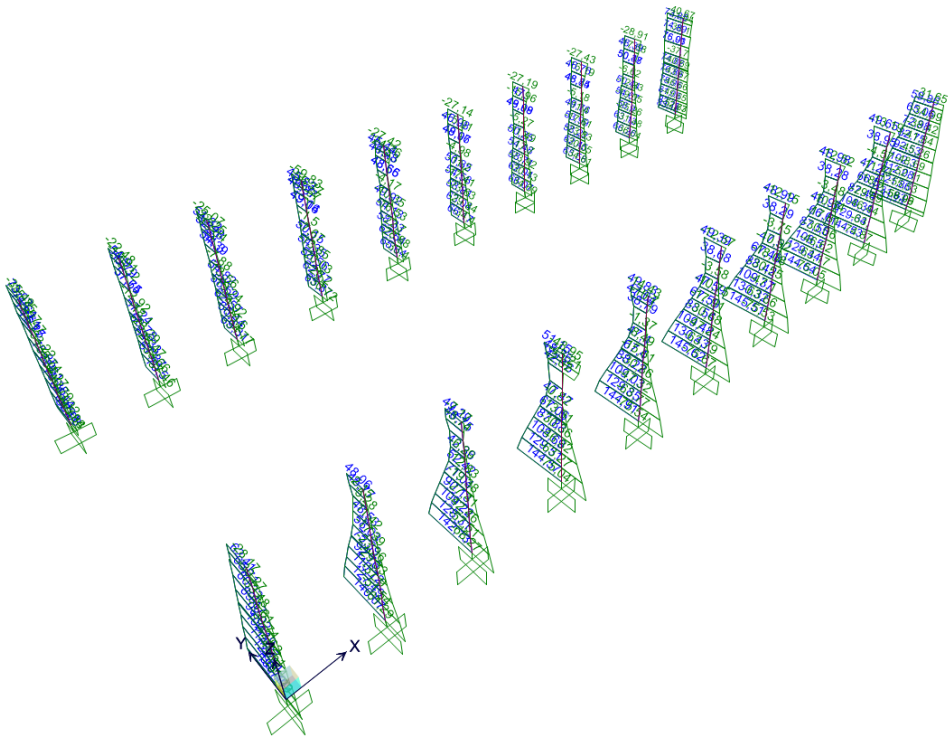


FIGURA 6-41 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_NL_SLU

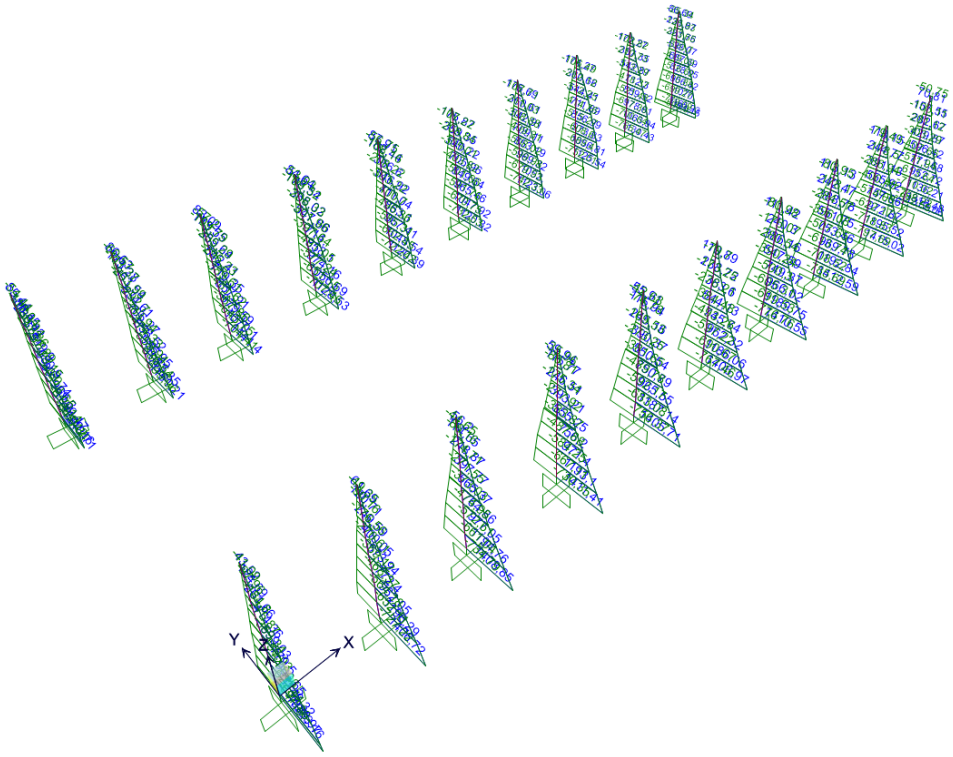


FIGURA 6-42 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_NL_SLU

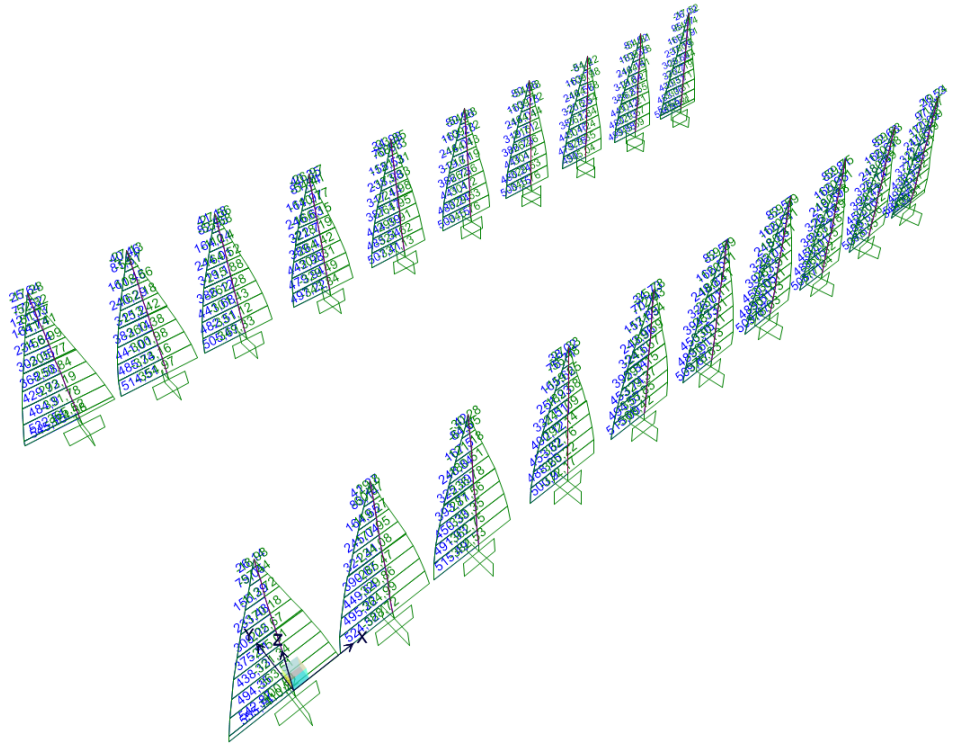


FIGURA 6-43 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_NL_SLU

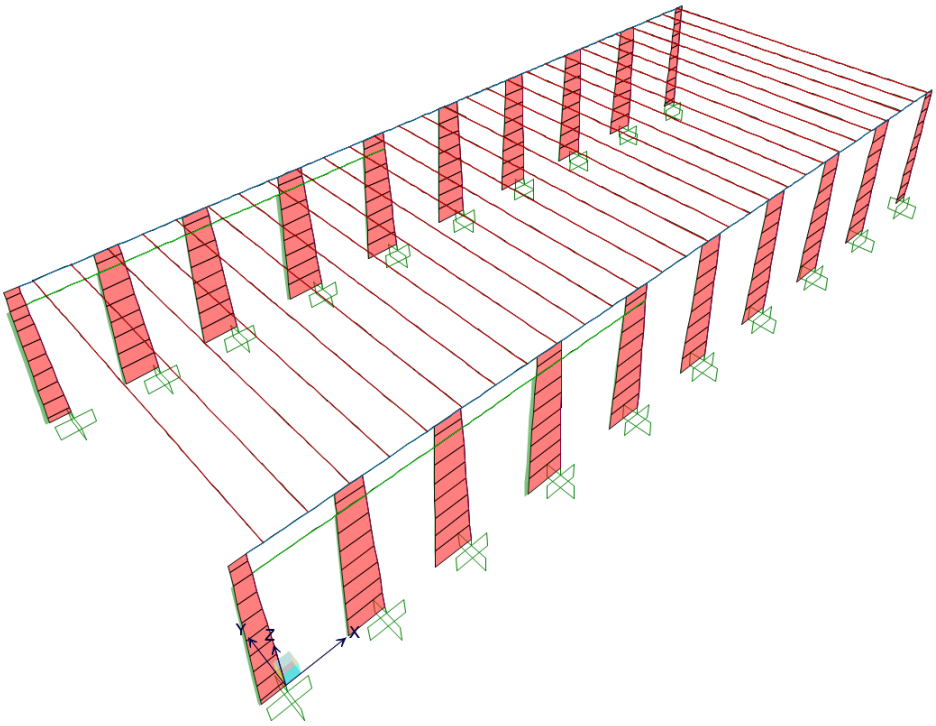


FIGURA 6-44 - AZIONE ASSIALE N: ENV_SLV

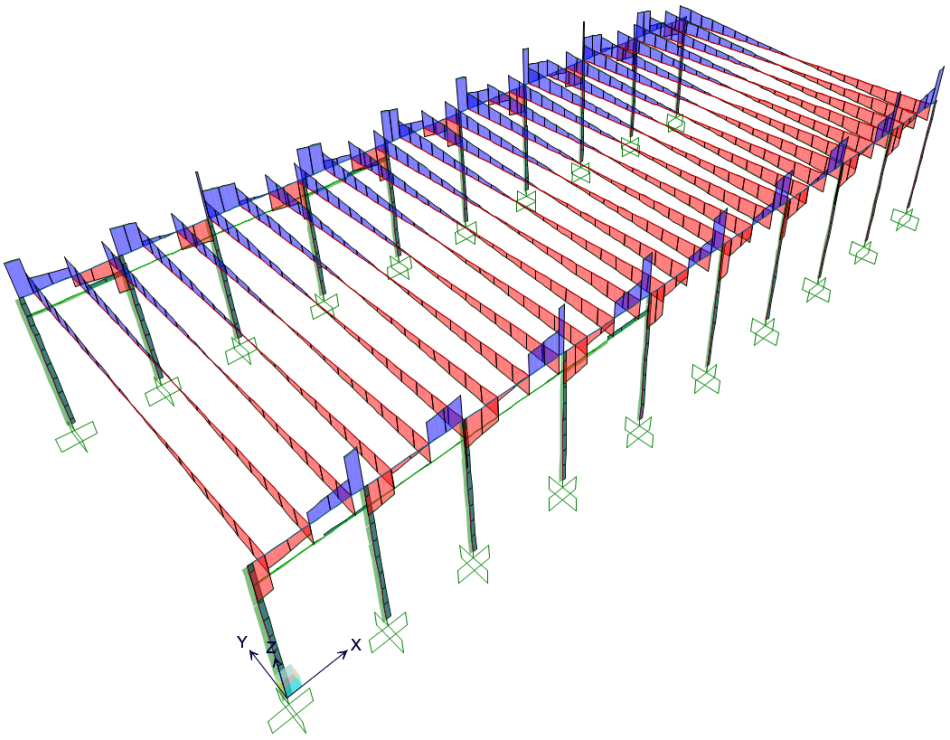


FIGURA 6-45 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_SLV

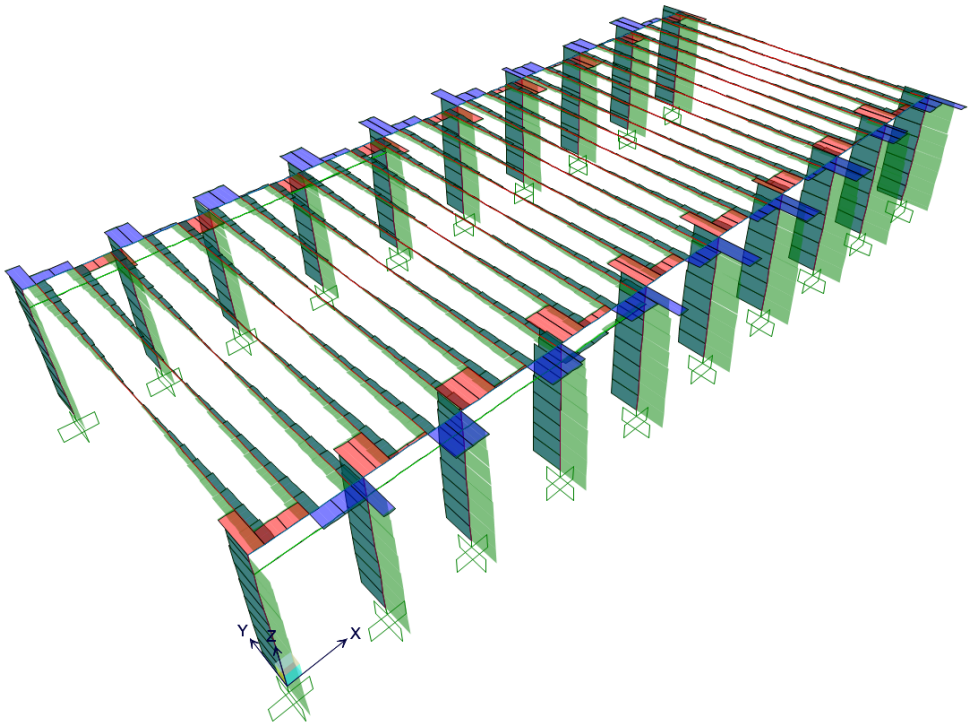


FIGURA 6-46 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_SLV

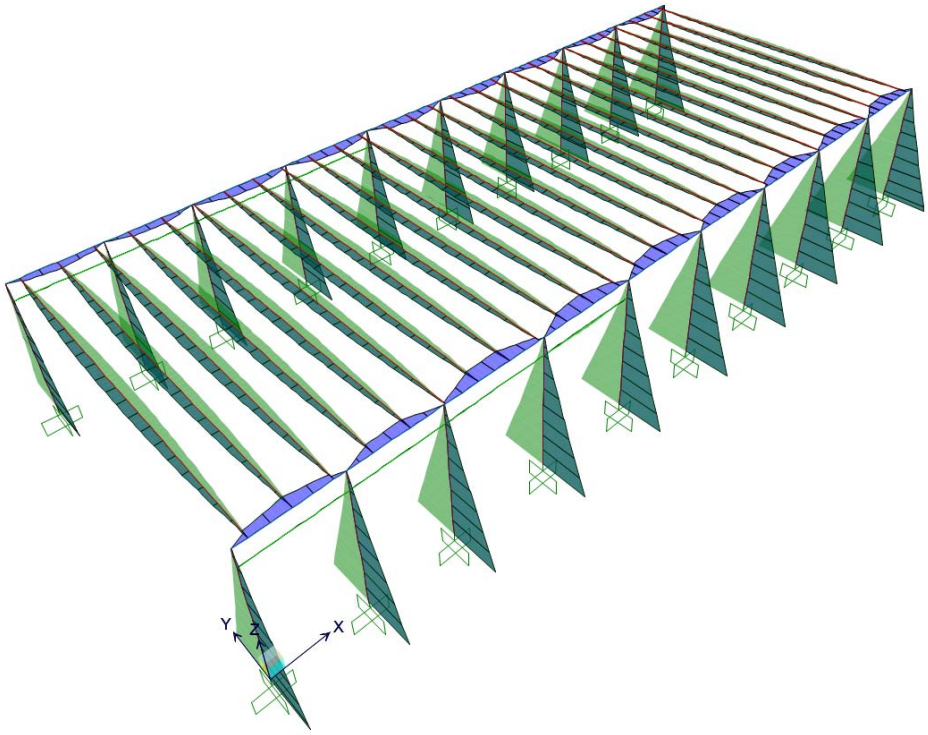


FIGURA 6-47 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_SLV

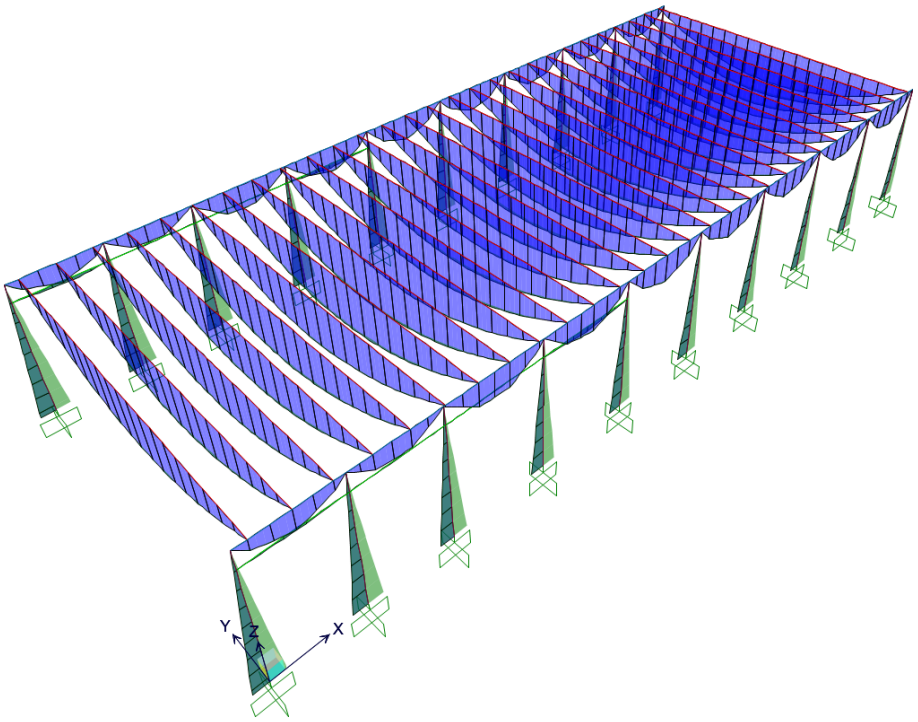


FIGURA 6-48 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_SLV

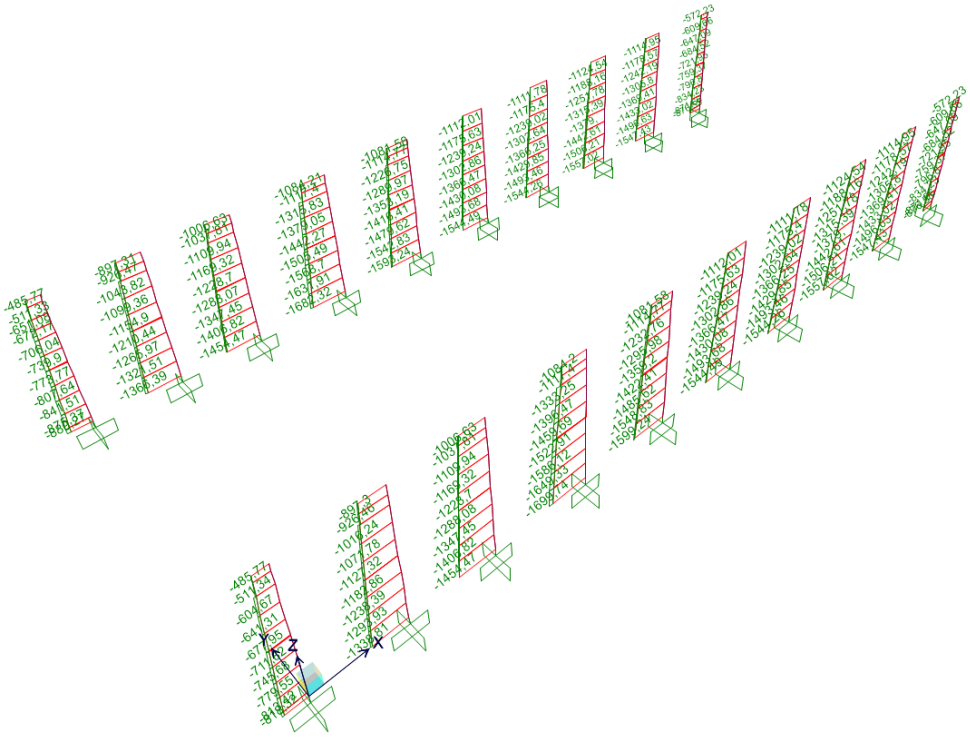


FIGURA 6-49 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_SLV

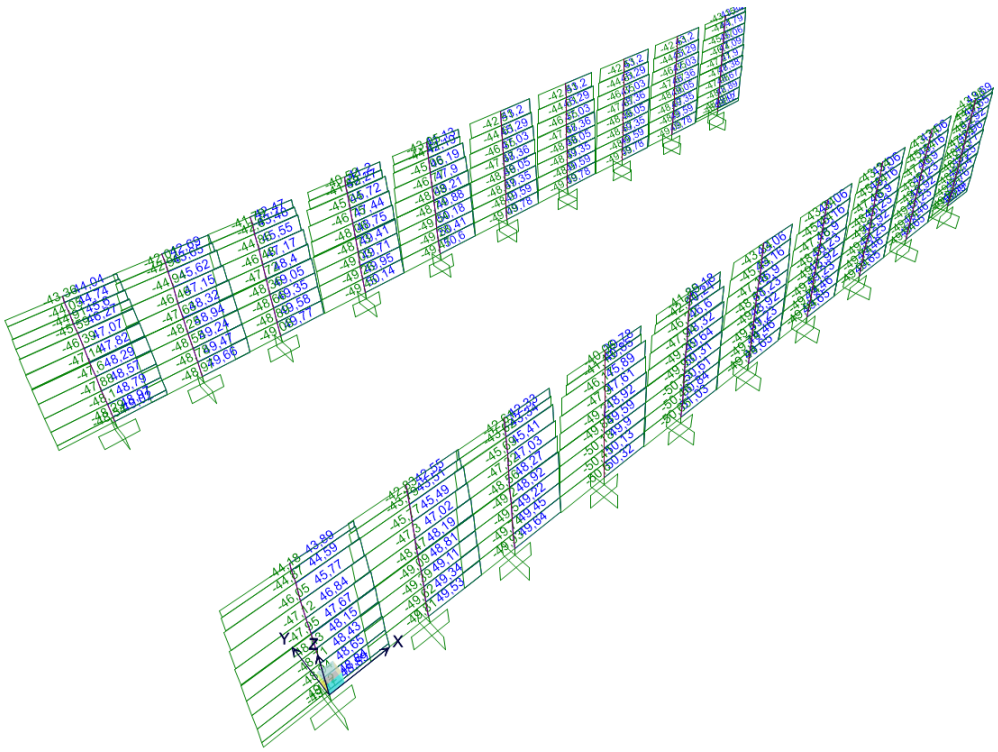


FIGURA 6-50 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_SLV

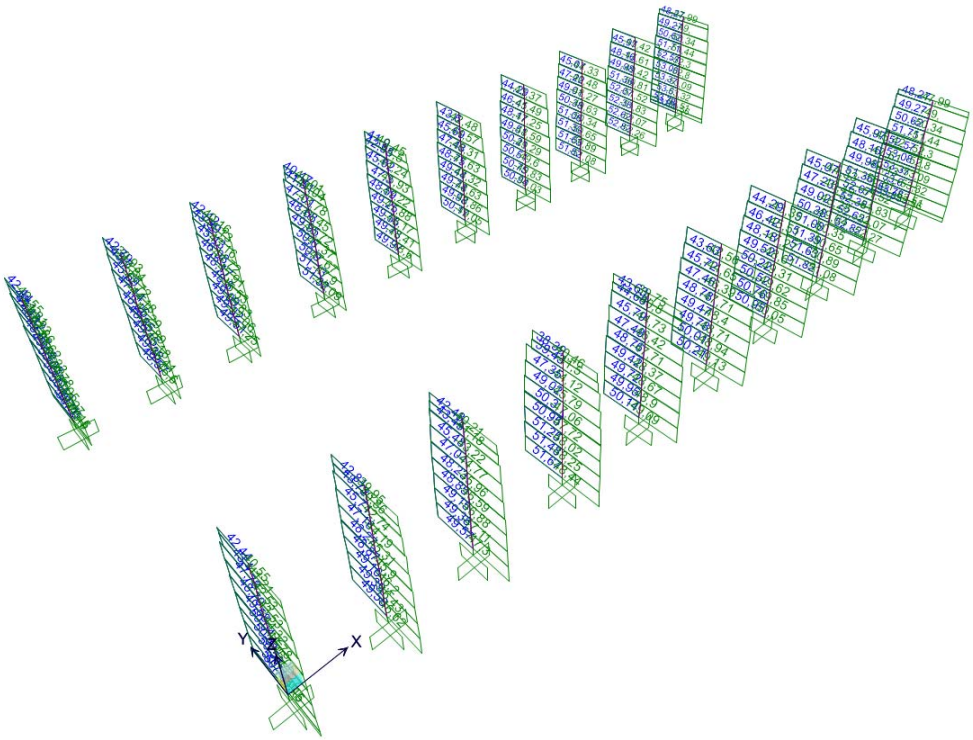


FIGURA 6-51 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_SLV

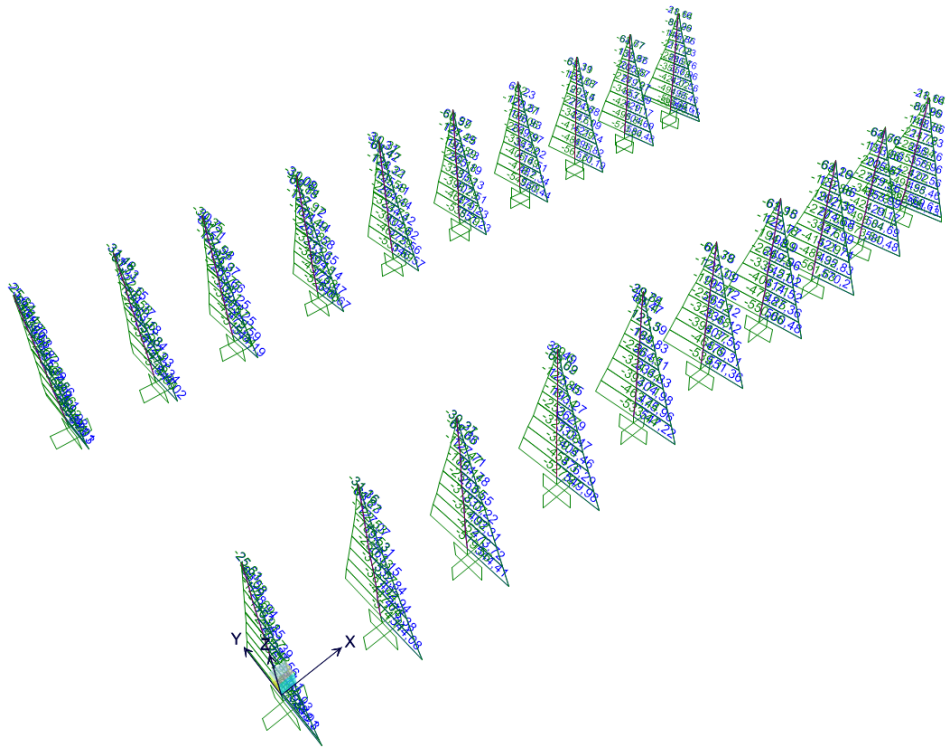


FIGURA 6-52 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_SLV

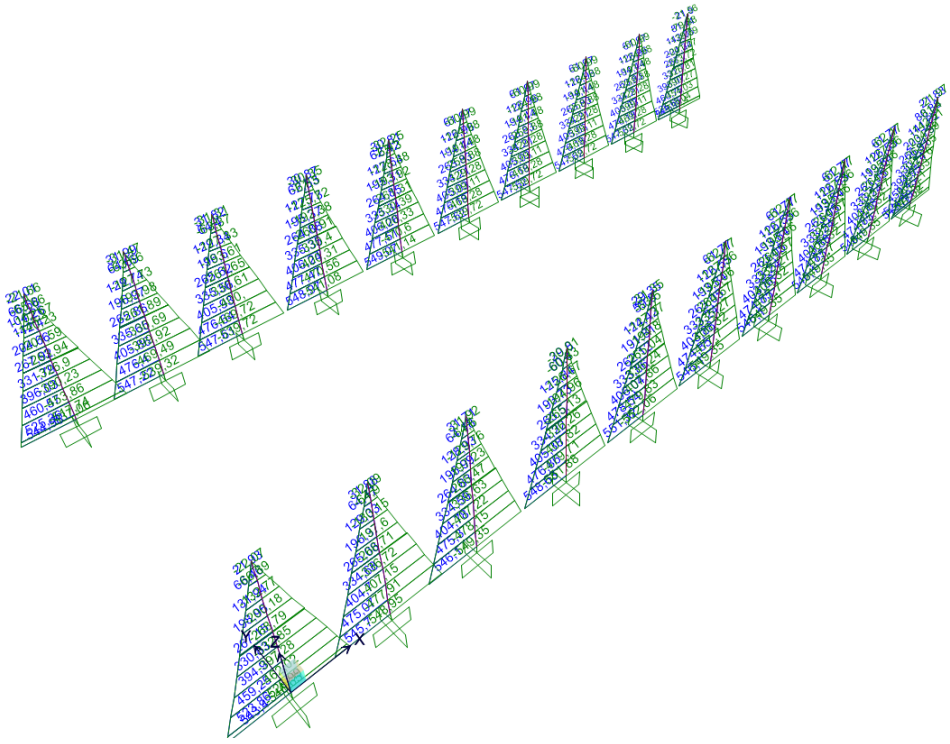


FIGURA 6-53 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_SLV

Si riporta di seguito una pianta del modello ad Elementi Finiti con l'indicazione della nomenclatura assegnata ai gruppi di piastri, seguita da una tabella riassuntiva con le sollecitazioni più gravose rilevate per ciascun gruppo. Si tenga presente che è stata considerata, cautelativamente, la compresenza delle azioni più onerose, anche se non rilevate sul medesimo pilastro o per la stessa combinazione di carico. Dove fosse risultato necessario valutare gli effetti del secondo ordine in condizioni statiche, le combinazioni riportate sono quelle non lineari.

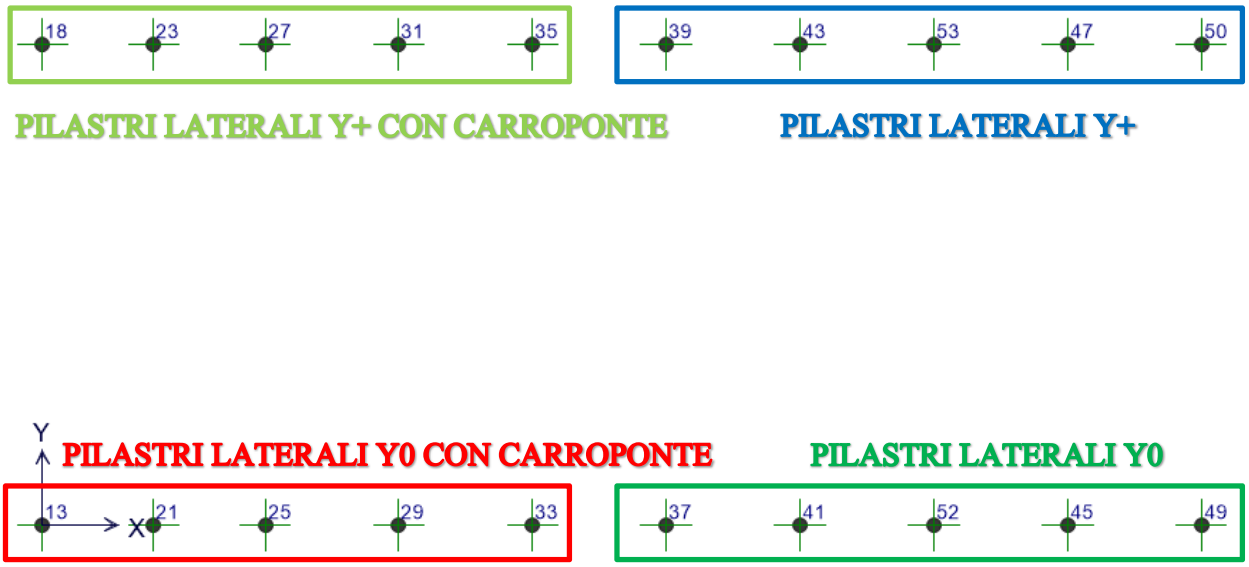


FIGURA 6-54 - NOMENCLATURA GRUPPI PILASTRI

ENV_NL_SLU	***Pmin [kN]***	***Pmax [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-794	-2228	1415	549	SLU Y0
	-697	-2522	1411	556	SLU Y0 CON CARROPONTE
	-826	-2228	1191	539	SLU Y+
	-724	-2314	1219	545	SLU Y+ CON CARROPONTE

ENV_SLV	***Pmin [kN]***	***Pmax [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-861	-1557	591	549	SLV Y0
	-754	-1700	550	552	SLV Y0 CON CARROPONTE
	-861	-1557	591	548	SLV Y+
	-754	-1682	549	549	SLV Y+ CON CARROPONTE

ENV_NL_RARA	***Pmin [kN]***	***Pmax [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-819	-1668	942	186	RARA Y0
	-718	-1886	940	188	RARA Y0 CON CARROPONTE
	-840	-1668	794	185	RARA Y+
	-736	-1763	817	186	RARA Y+ CON CARROPONTE

6.6.1 "Conferimento raffinazione finale"

Come anticipato, si riportano le immagini delle sollecitazioni frutto degli inviluppi a SLU e a SLV.

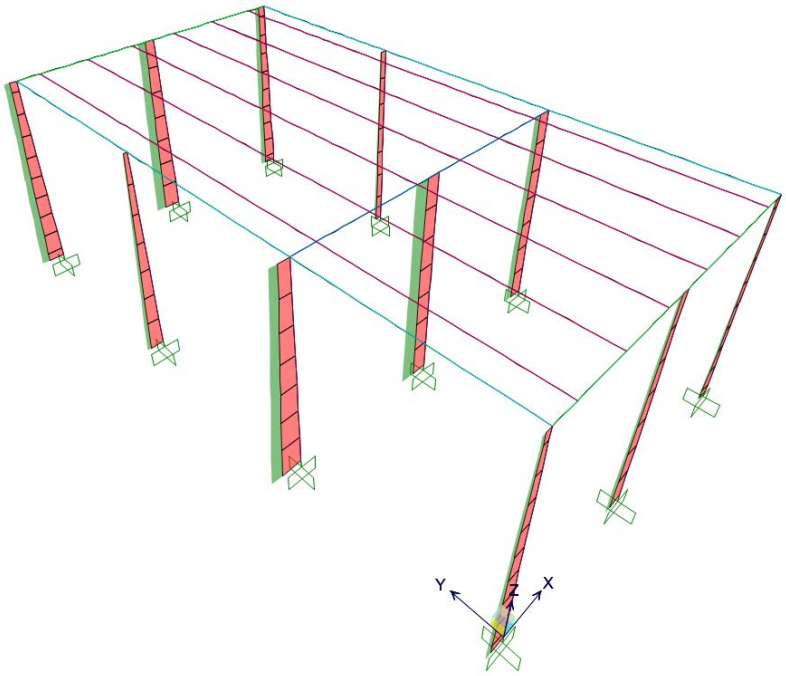


FIGURA 6-55 - AZIONE ASSIALE N: ENV_NL_SLU

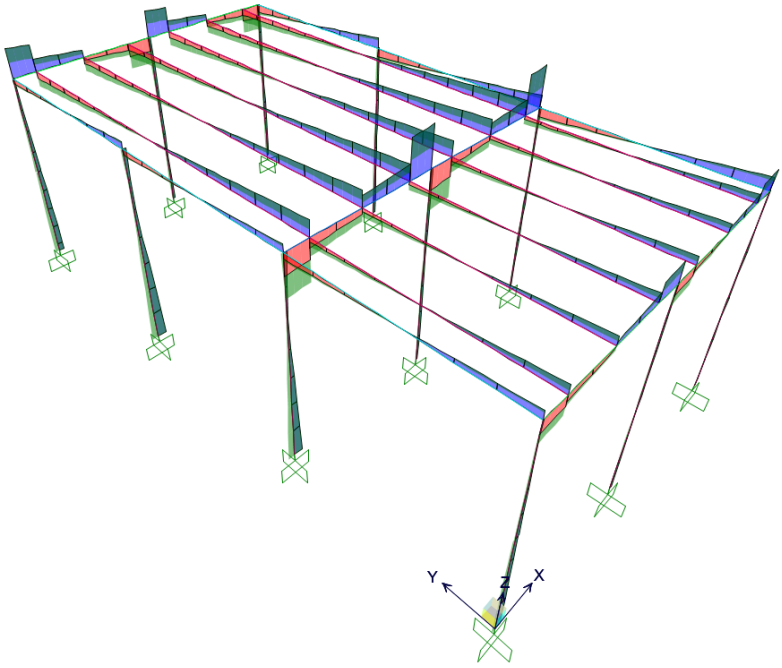


FIGURA 6-56 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_NL_SLU

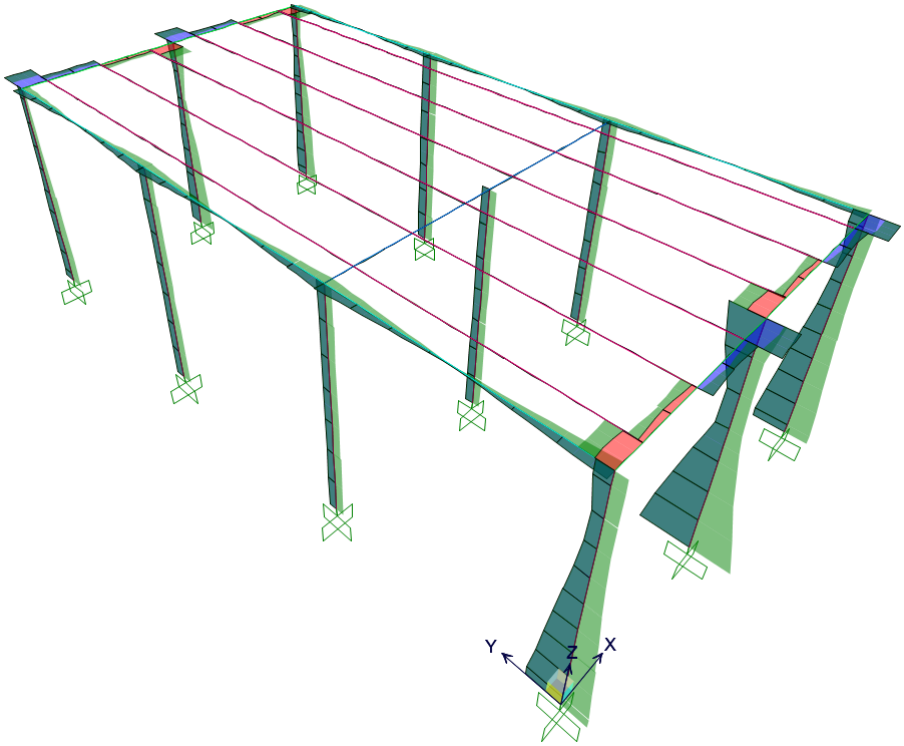


FIGURA 6-57 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_NL_SLU

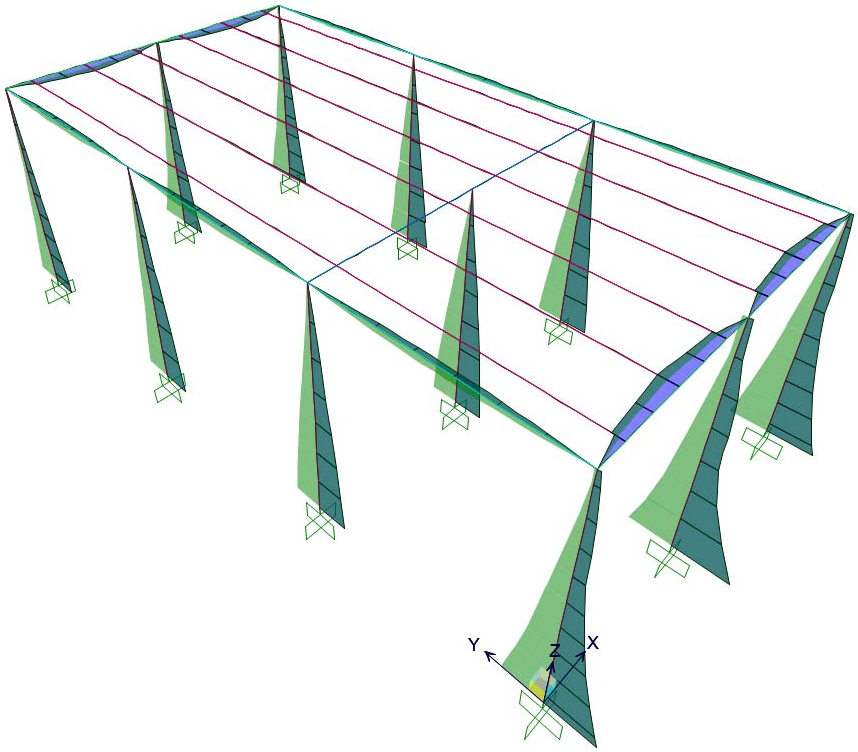


FIGURA 6-58 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_NL_SLU

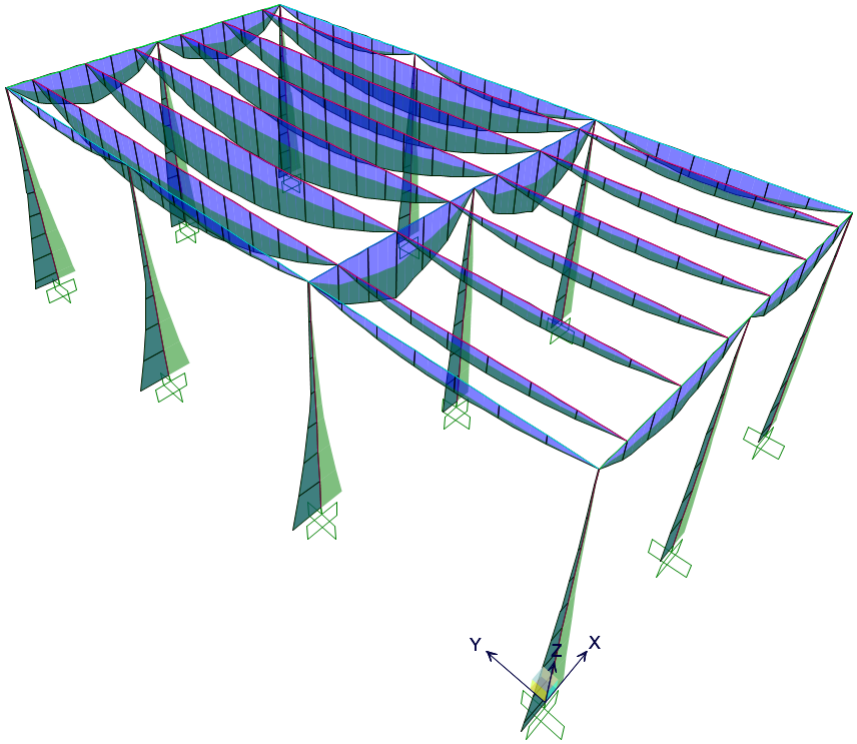


FIGURA 6-59 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_NL_SLU

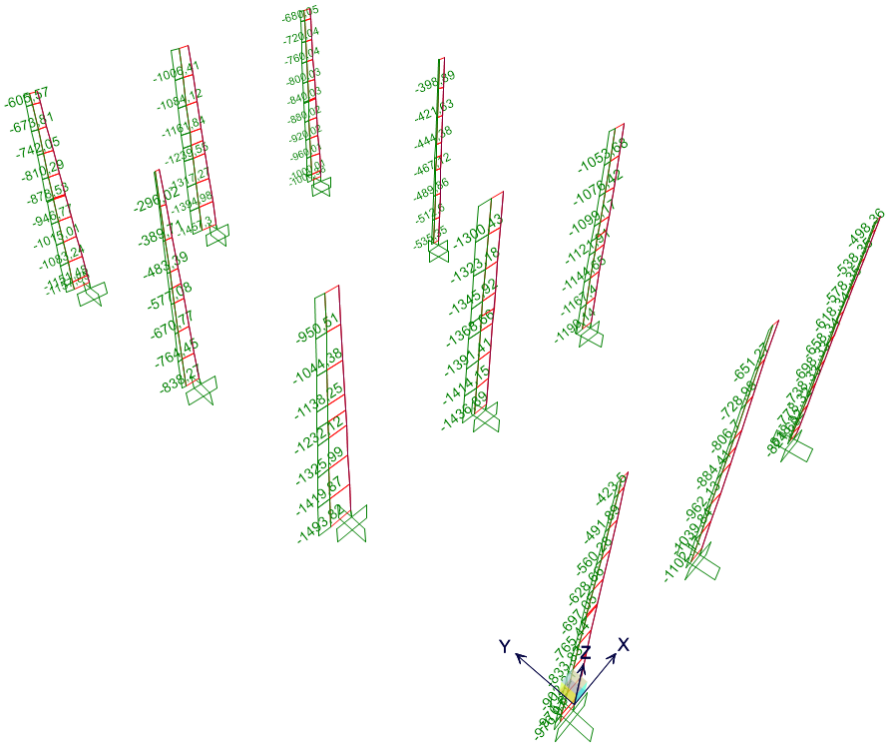


FIGURA 6-60 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_NL_SLU

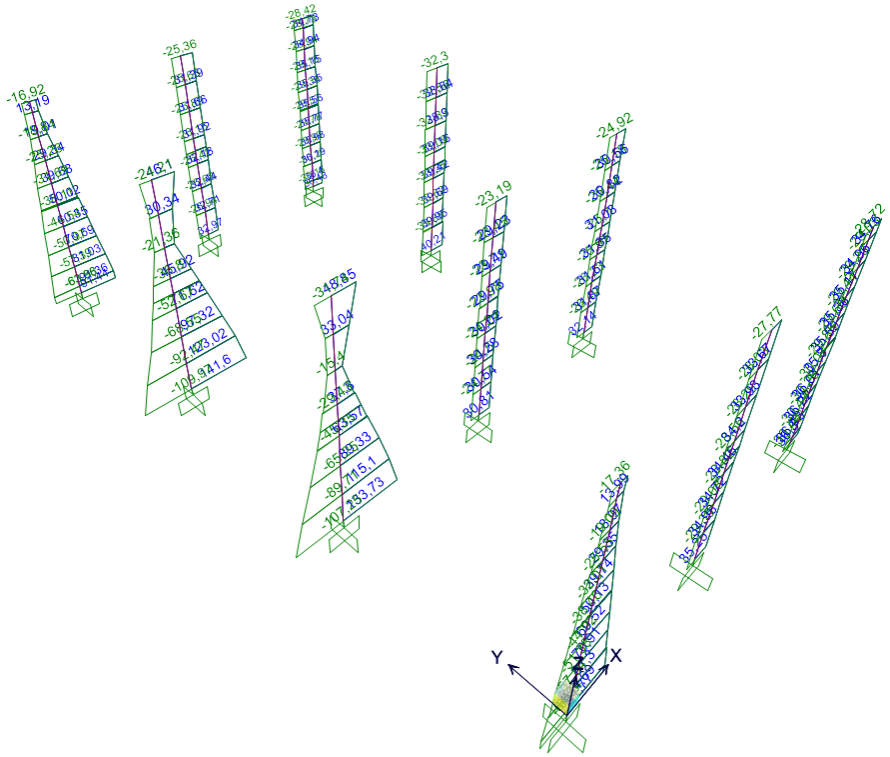


FIGURA 6-61 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_NL_SLU

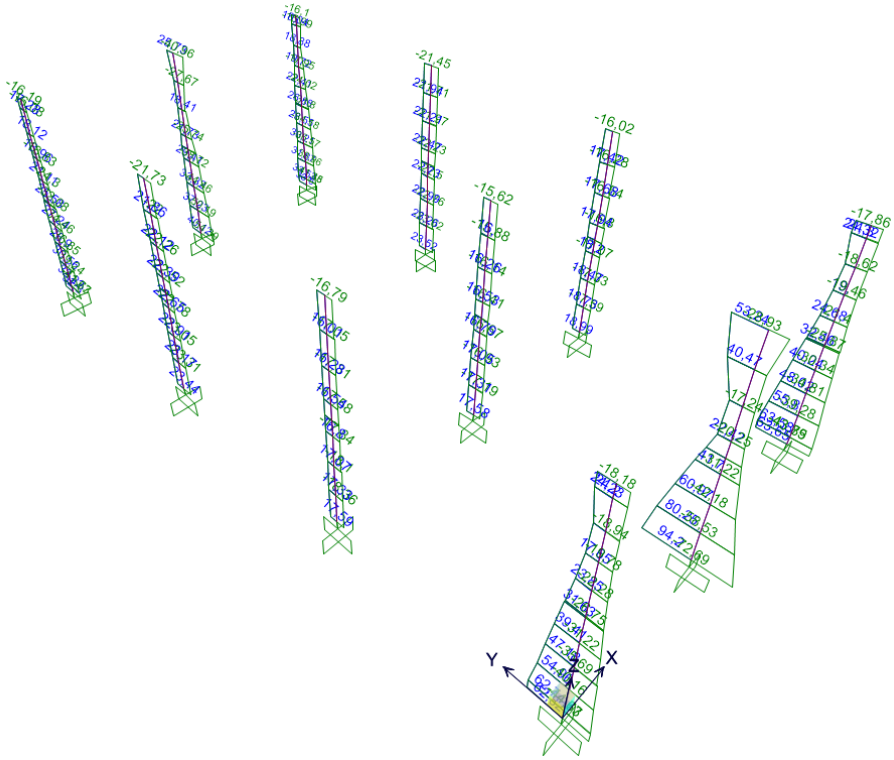


FIGURA 6-62 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_NL_SLU

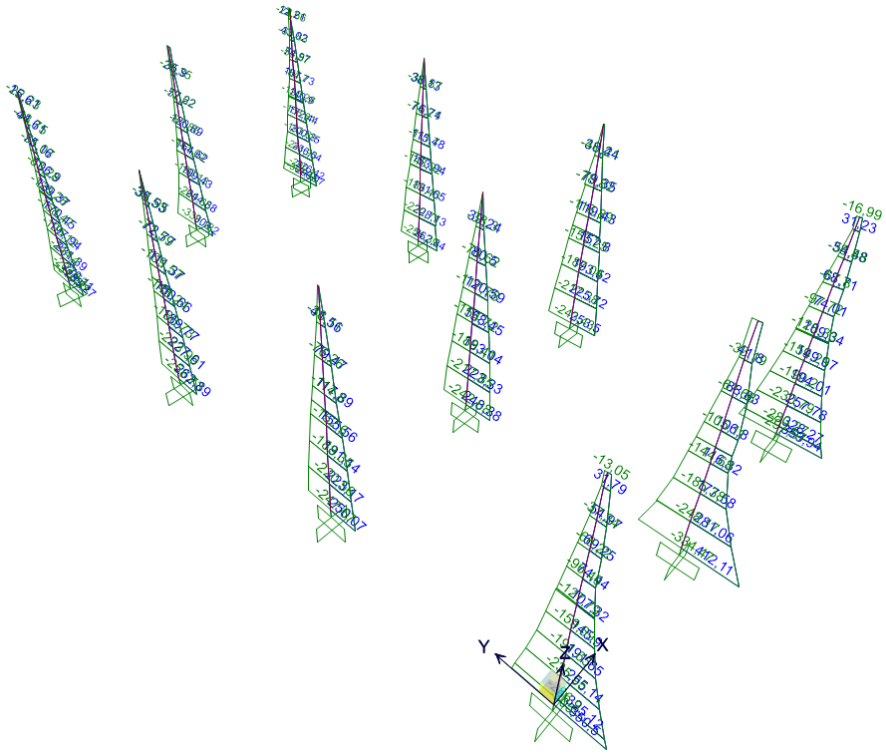


FIGURA 6-63 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_NL_SLU

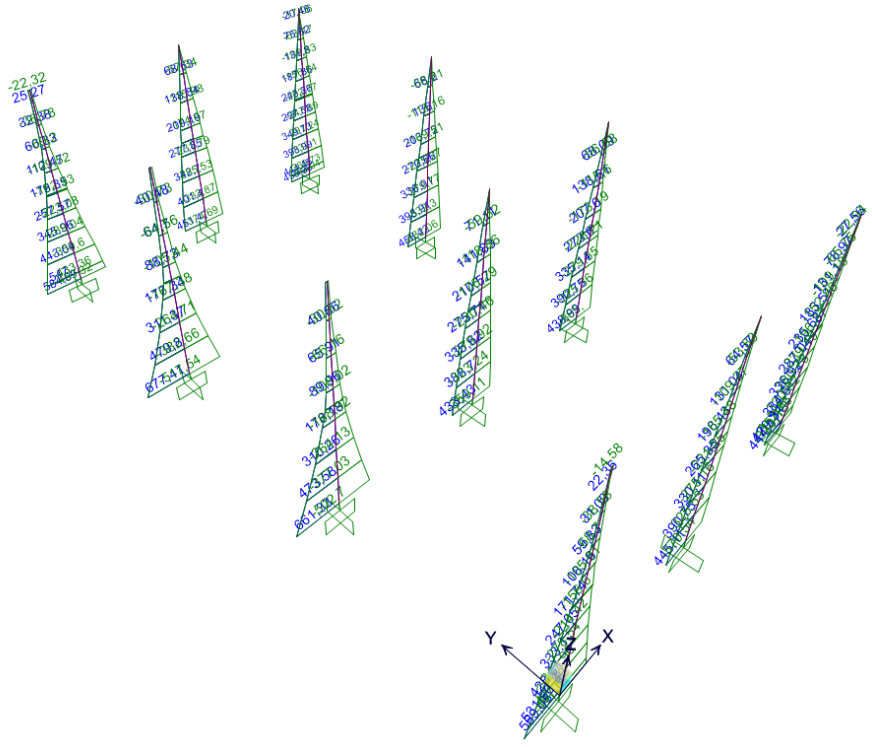


FIGURA 6-64 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_NL_SLU

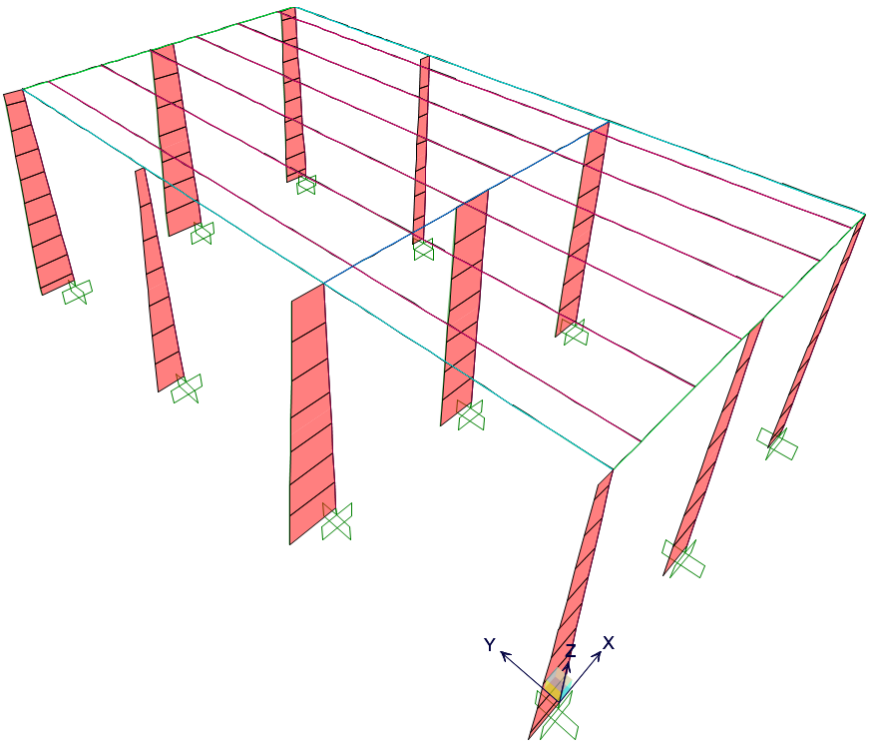


FIGURA 6-65 - AZIONE ASSIALE N: ENV_SLV

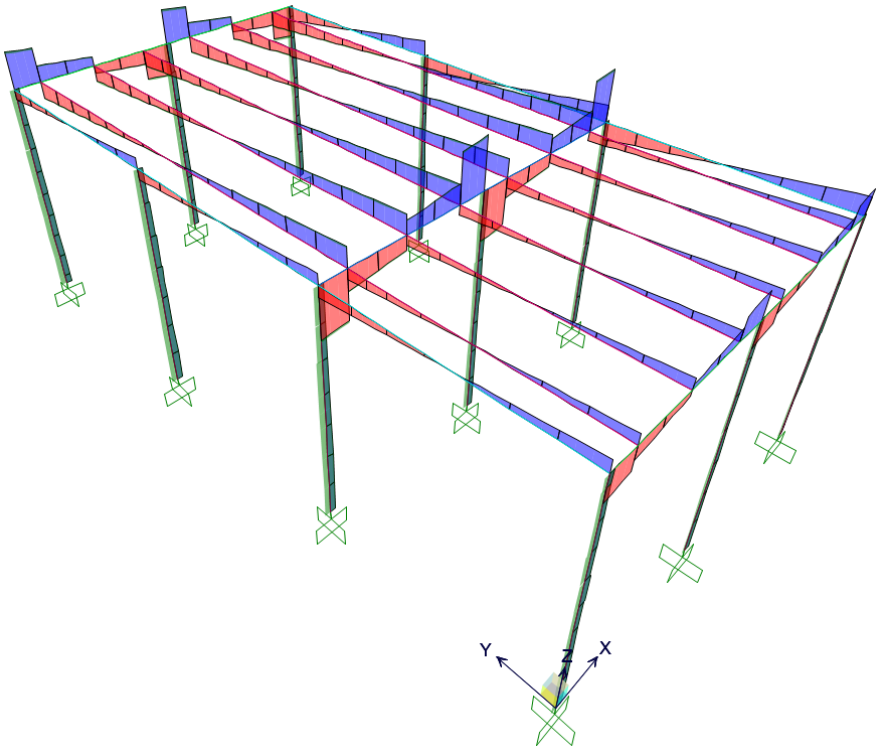


FIGURA 6-66 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_SLV

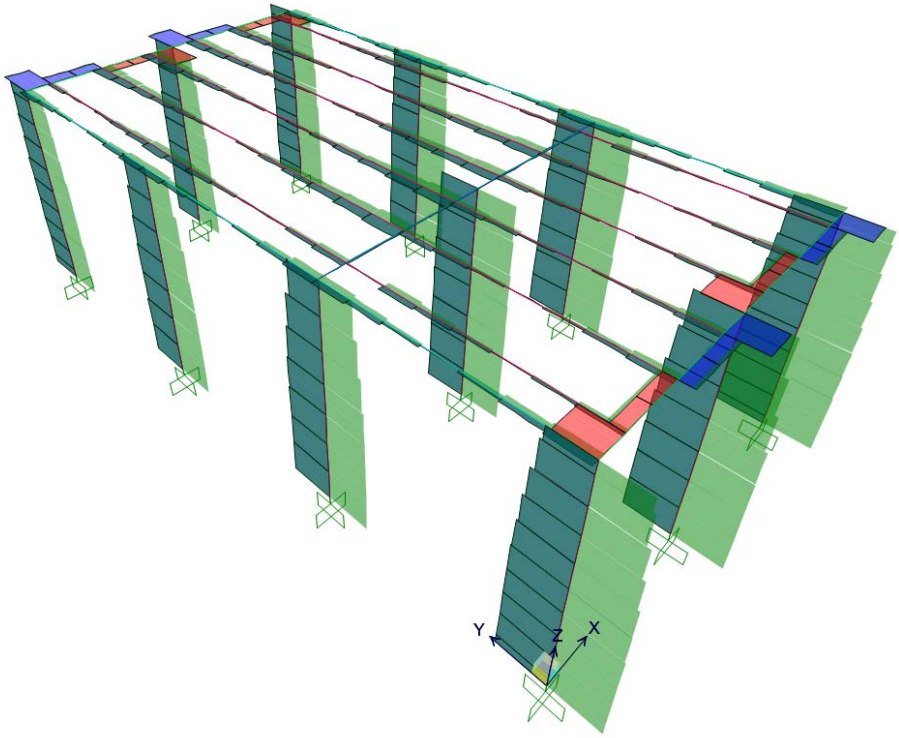


FIGURA 6-67 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_SLV

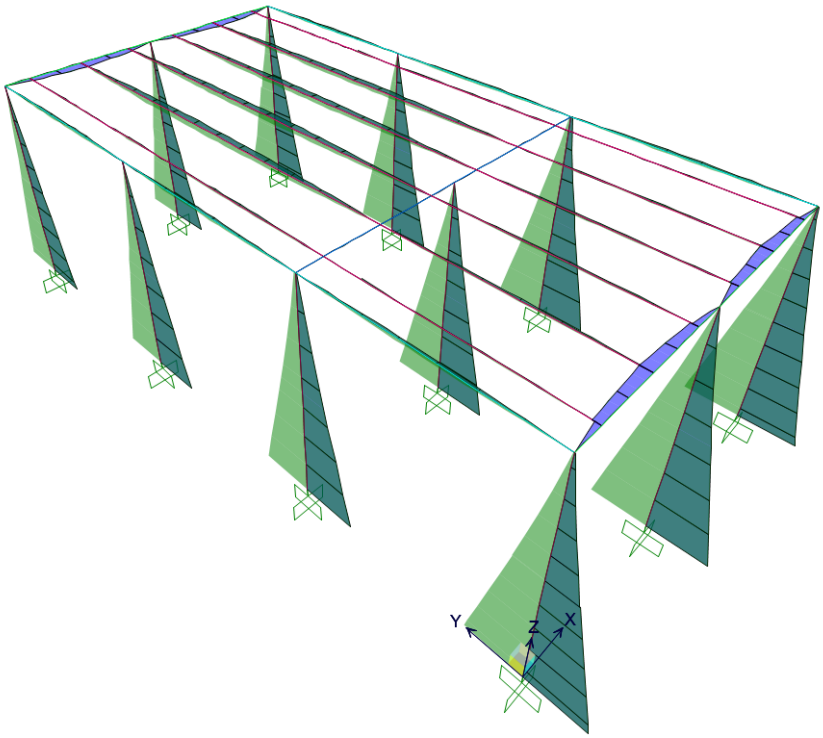


FIGURA 6-68 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_SLV

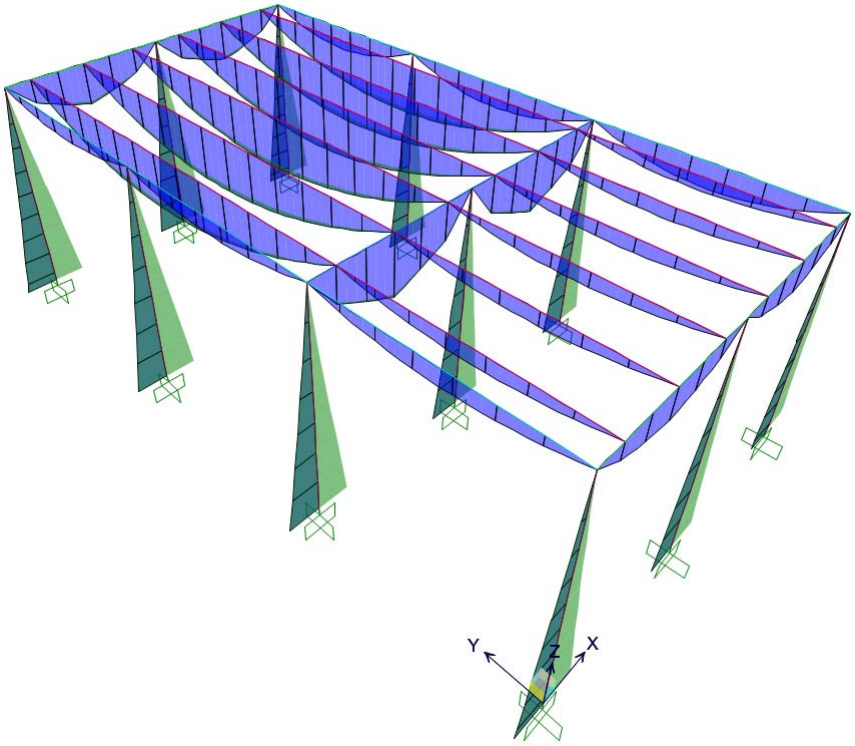


FIGURA 6-69 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_SLV

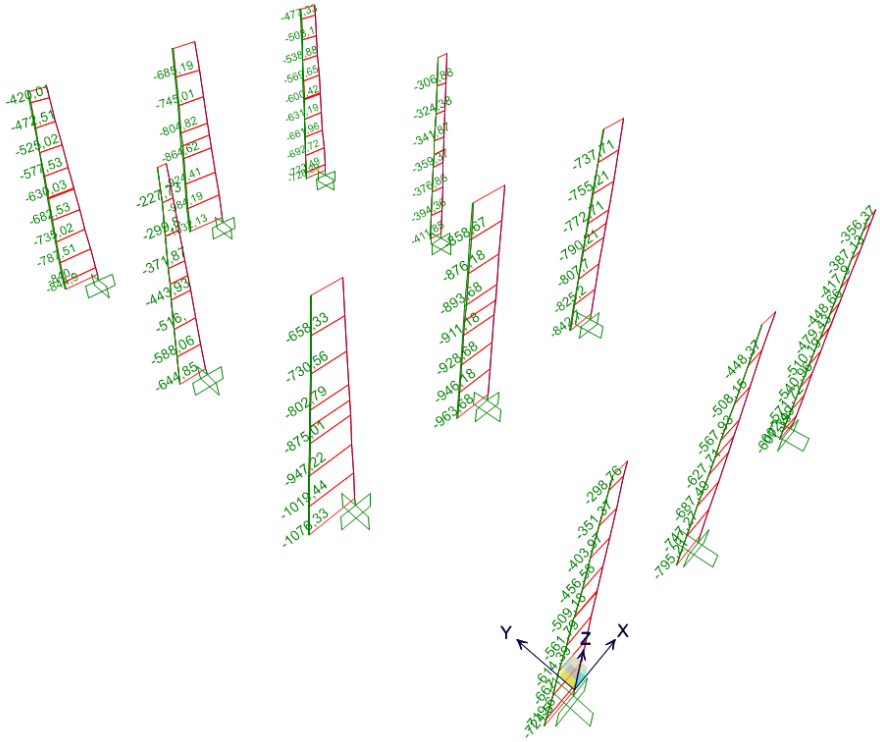


FIGURA 6-70 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_SLV

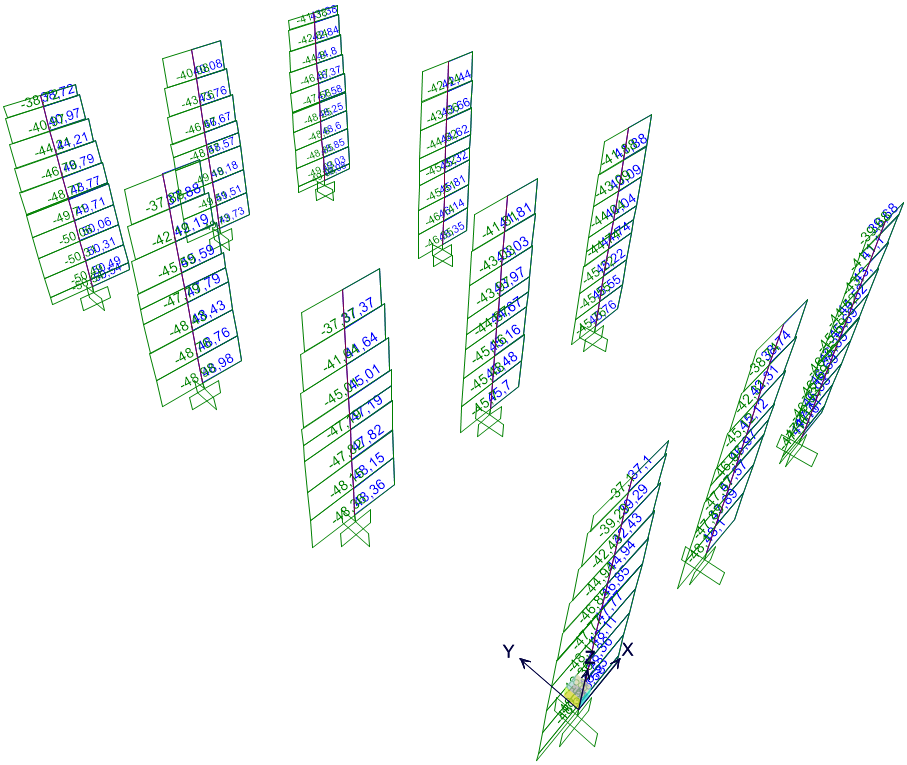


FIGURA 6-71 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_SLV

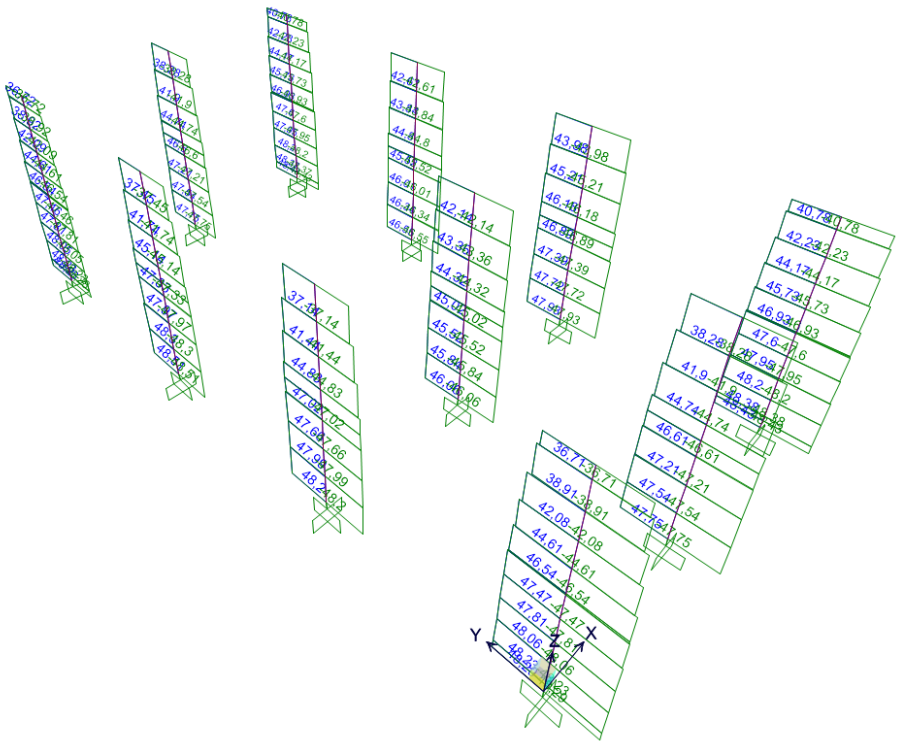


FIGURA 6-72 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_SLV

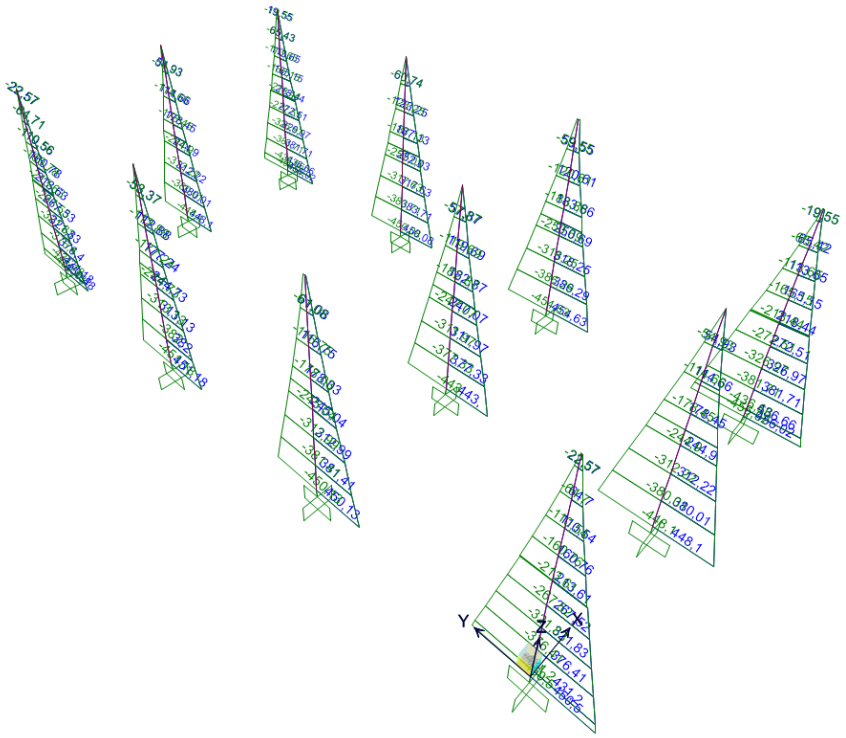


FIGURA 6-73 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_SLV

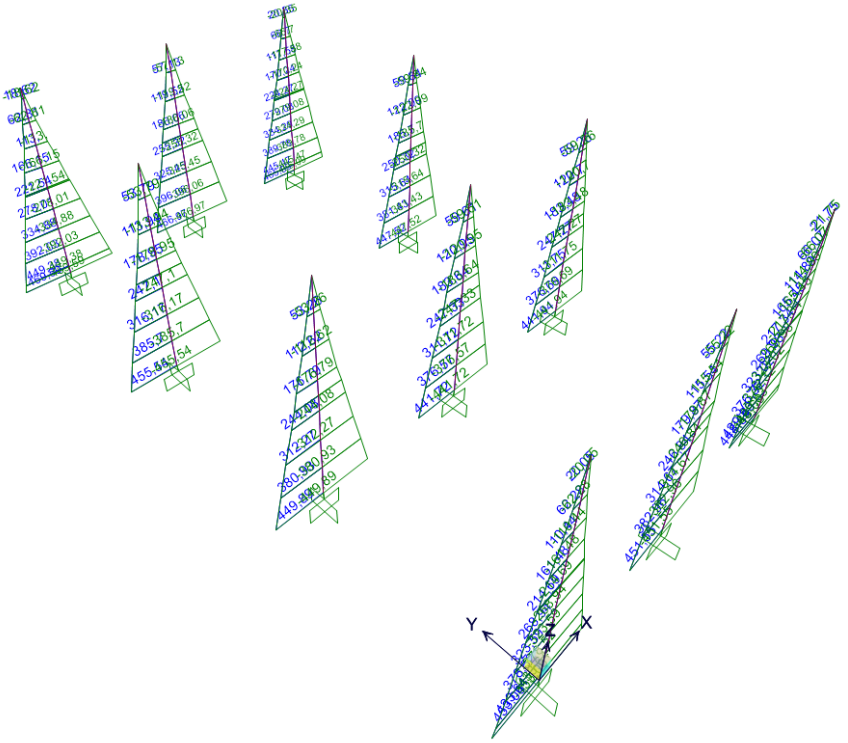


FIGURA 6-74 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_SLV

Si riporta di seguito una pianta del modello ad Elementi Finiti con l'indicazione della nomenclatura assegnata ai gruppi di piastri, seguita da una tabella riassuntiva con le sollecitazioni più gravose rilevate per ciascun gruppo. Si tenga presente che è stata considerata, cautelativamente, la compresenza delle azioni più onerose, anche se non rilevate sul medesimo pilastro o per la stessa combinazione di carico. Dove fosse risultato necessario valutare gli effetti del secondo ordine in condizioni statiche, le combinazioni riportate sono quelle non lineari.

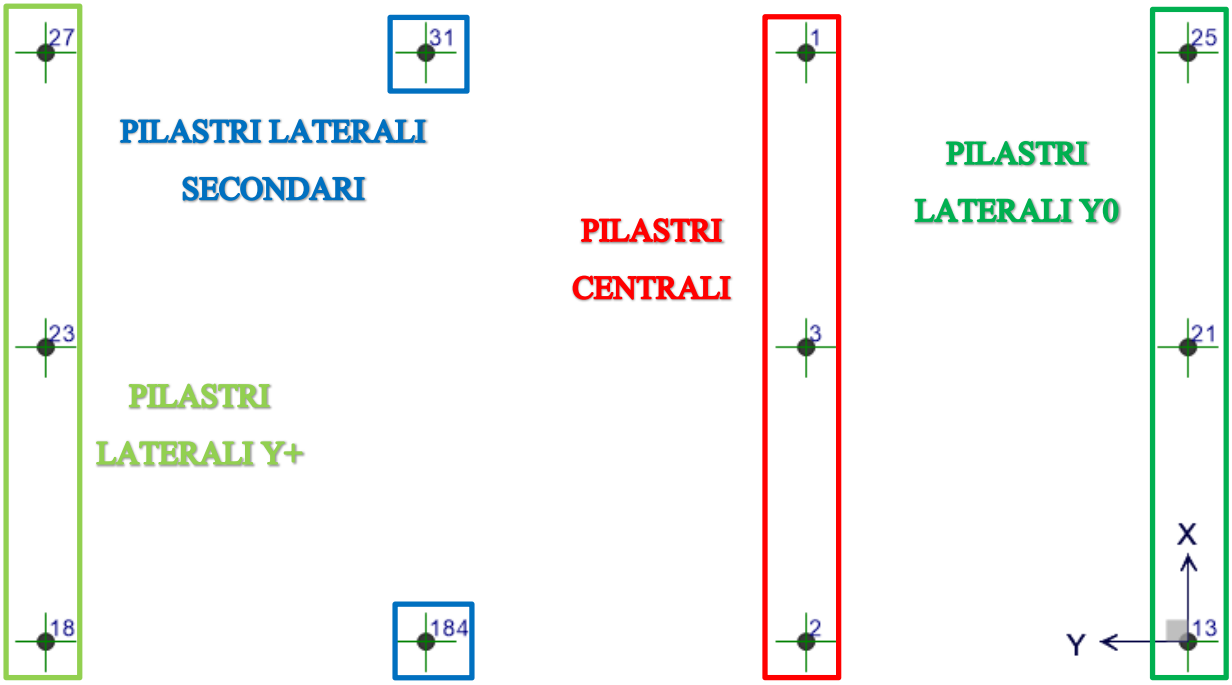


FIGURA 6-75 - NOMENCLATURA GRUPPI PILASTRI

ENV_NL_SLU	*Pmin [kN]*	*Pmax [kN]*	*M2 [kNm]*	*M3 [kNm]*	
	-740	-1494	254	661	SLU CENTRALI
	-412	-838	263	677	SLU LATERALI SECONDARI
	-576	-1102	412	569	SLU LATERALI Y0
	-658	-1457	339	584	SLU LATERALI Y+

ENV_SLV	*Pmin [kN]*	*Pmax [kN]*	*M2 [kNm]*	*M3 [kNm]*	
	-826	-1076	455	450	SLV CENTRALI
	-412	-645	451	456	SLV LATERALI SECONDARI
	-607	-795	456	453	SLV LATERALI Y0
	-712	-1032	456	470	SLV LATERALI Y+

ENV_NL_RARA	*Pmin [kN]*	*Pmax [kN]*	*M2 [kNm]*	*M3 [kNm]*	
	-772	-1127	156	418	RARA CENTRALI
	-412	-645	160	427	RARA LATERALI SECONDARI
	-586	-834	260	356	RARA LATERALI Y0
	-679	-1093	212	366	RARA LATERALI Y+

6.6.2 "Stoccaggio"

Come anticipato, si riportano le immagini delle sollecitazioni frutto degli inviluppi a SLU e a SLV.

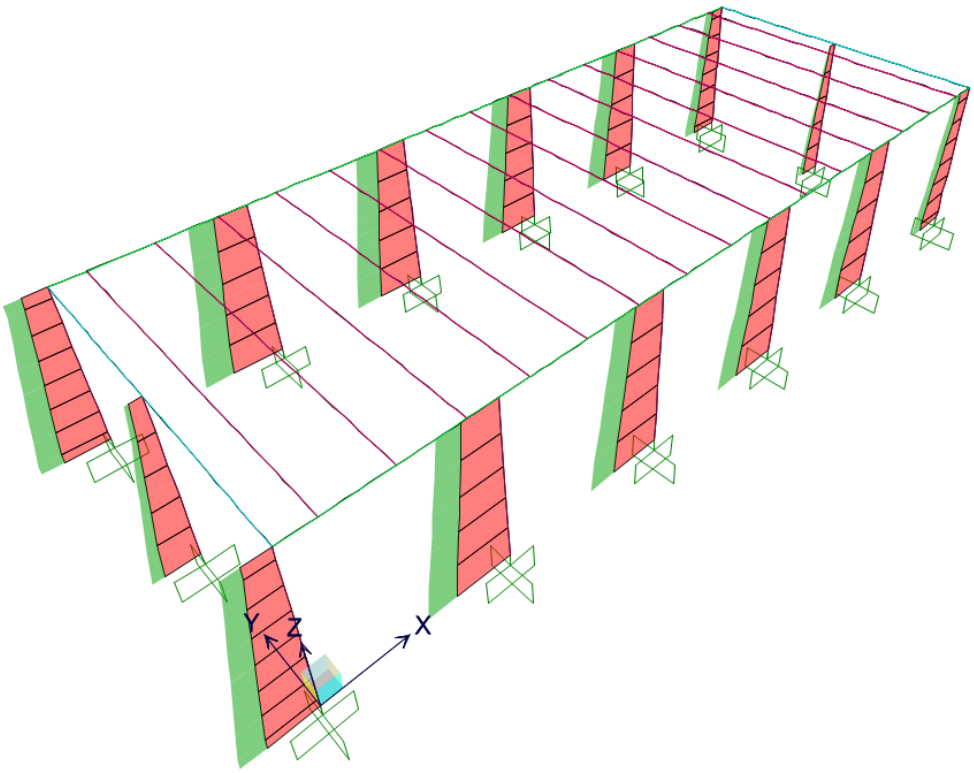


FIGURA 6-76 - AZIONE ASSIALE N: ENV_SLU

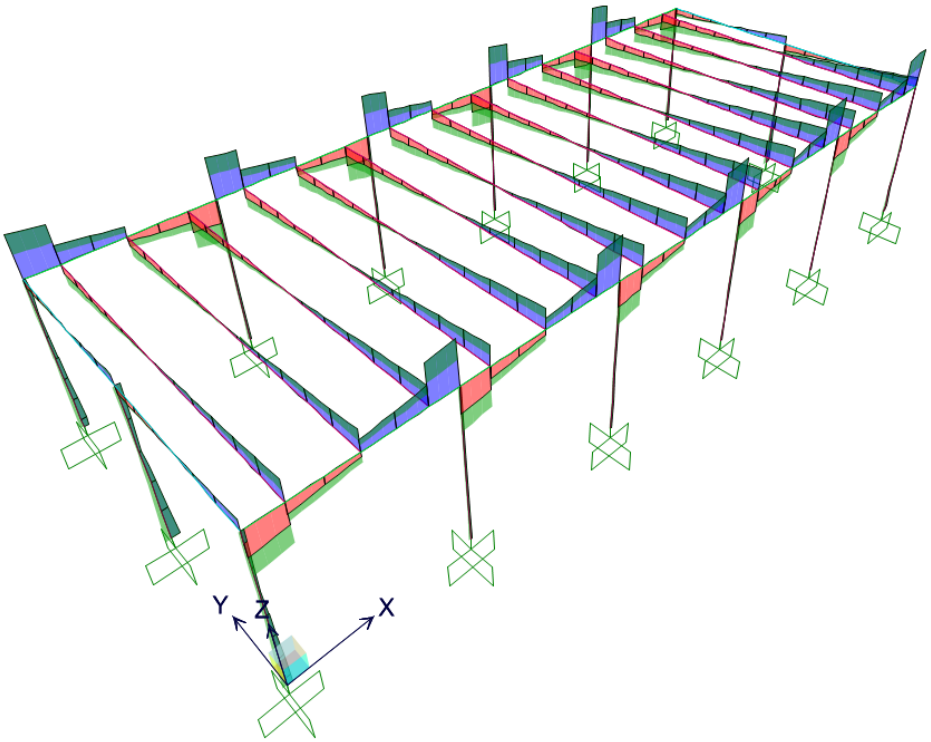


FIGURA 6-77 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_SLU

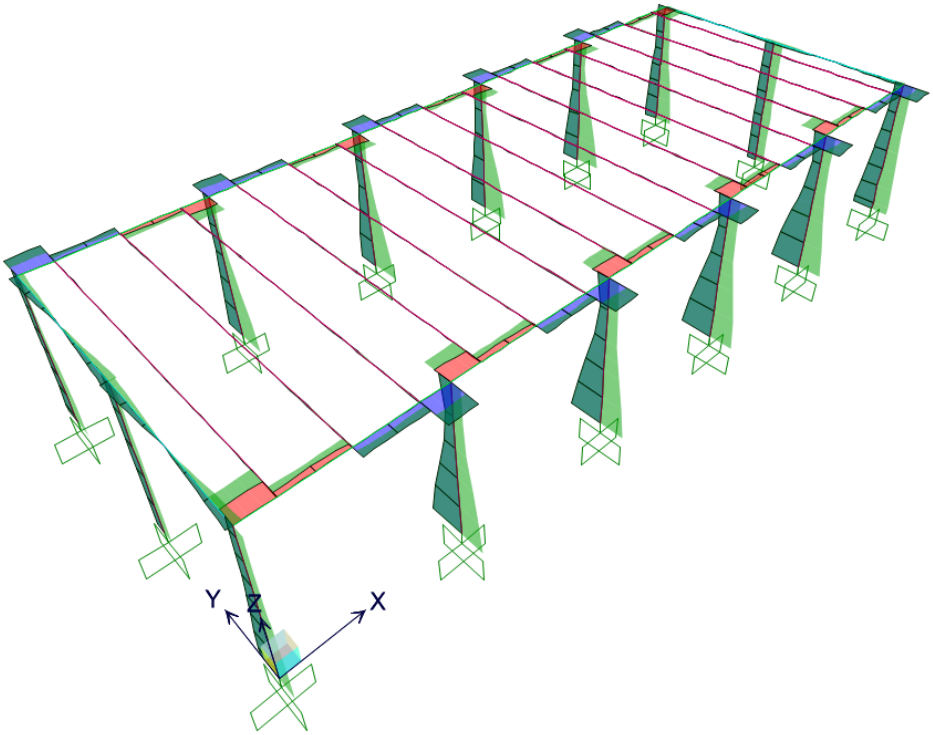


FIGURA 6-78 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_SLU

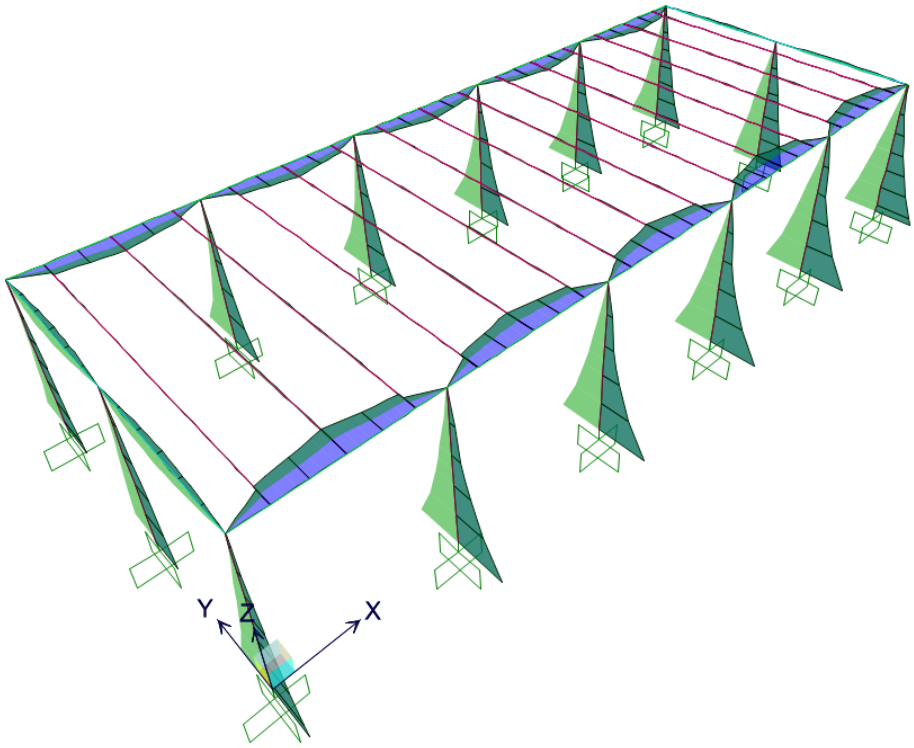


FIGURA 6-79 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_SLU

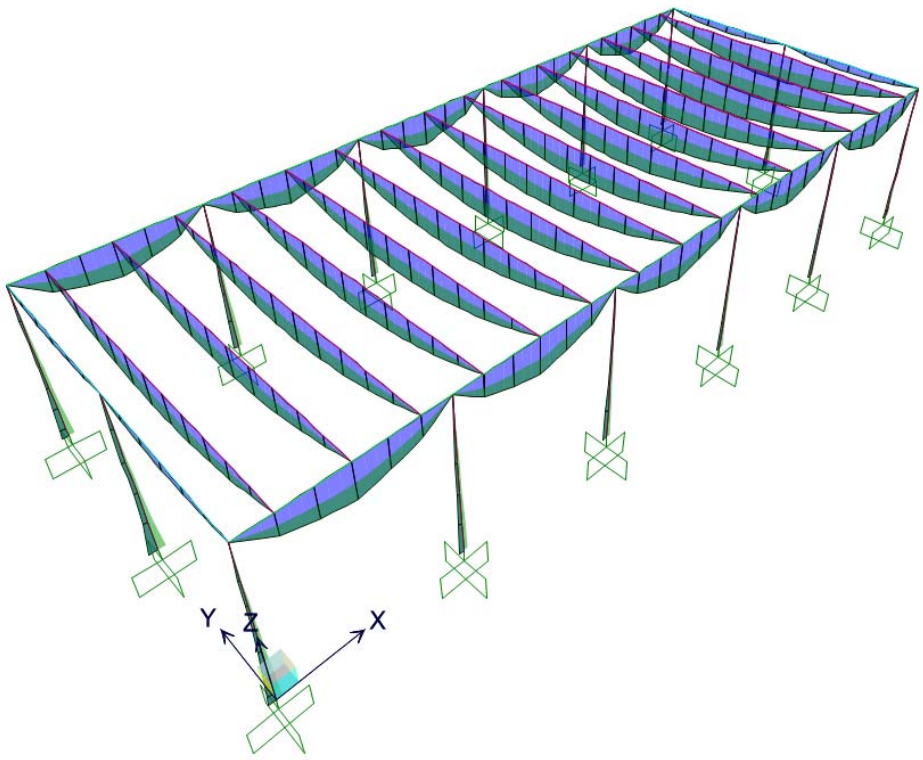


FIGURA 6-80 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_SLU

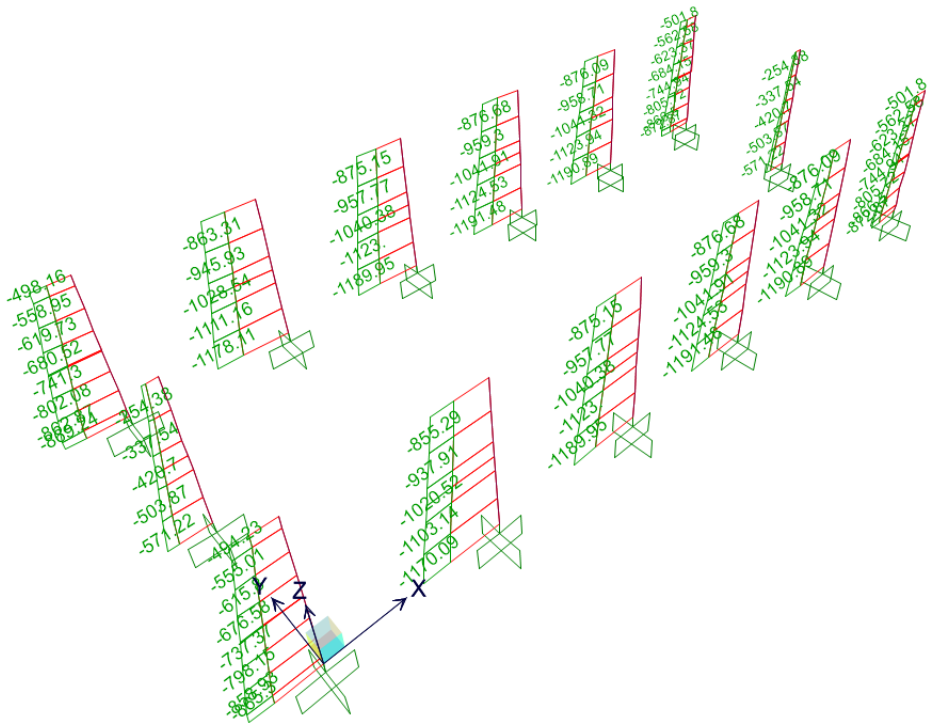


FIGURA 6-81 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_SLU

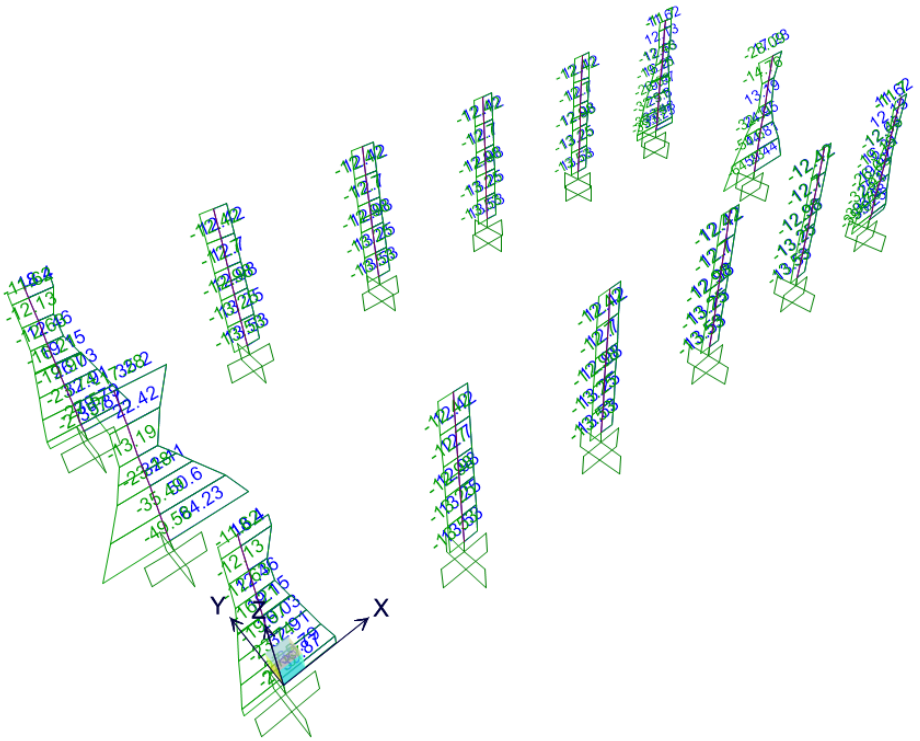


FIGURA 6-82 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_SLU

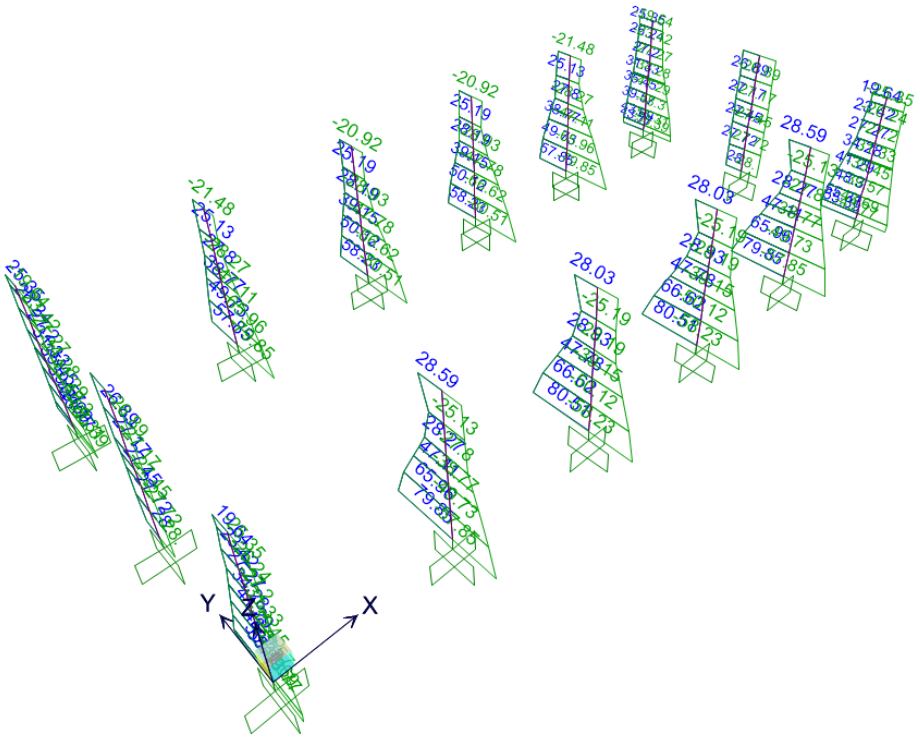


FIGURA 6-83 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_SLU

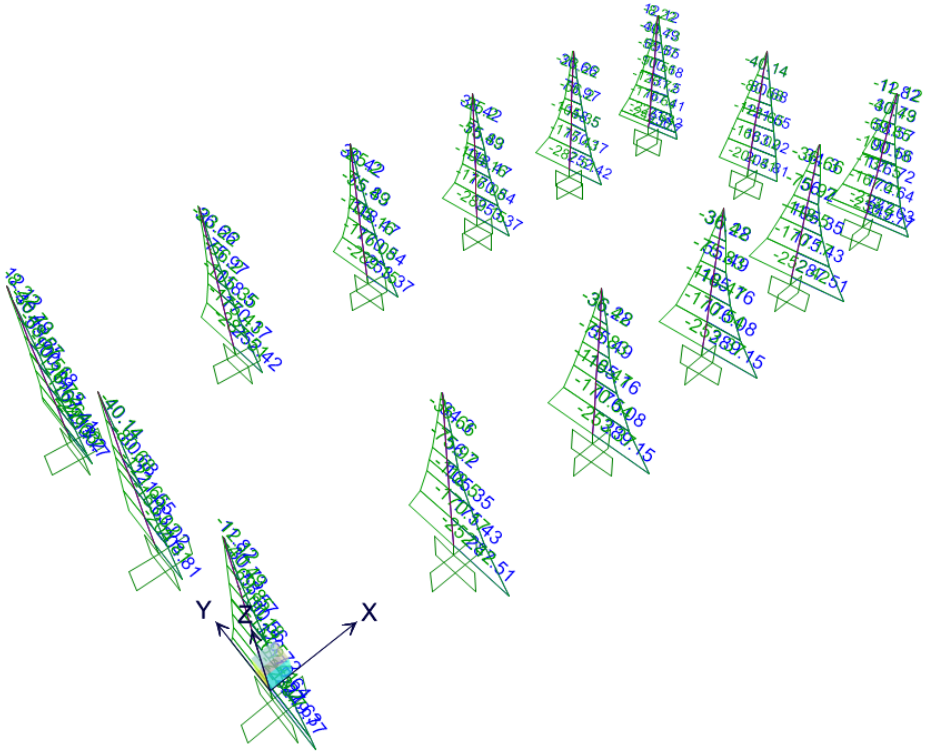


FIGURA 6-84 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_SLU

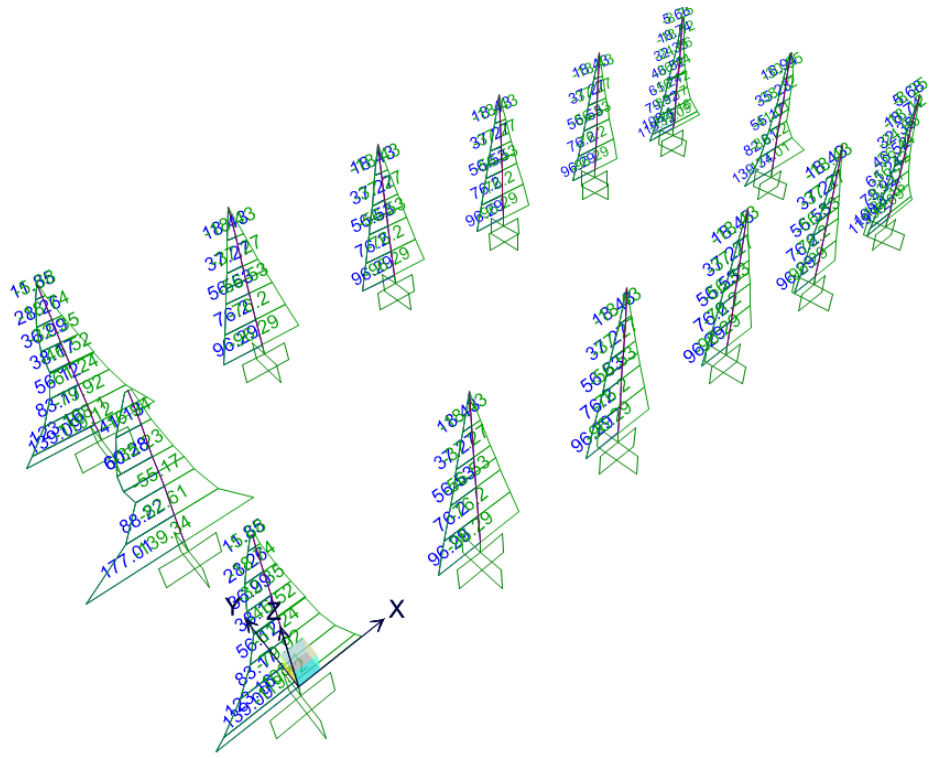


FIGURA 6-85 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_SLU

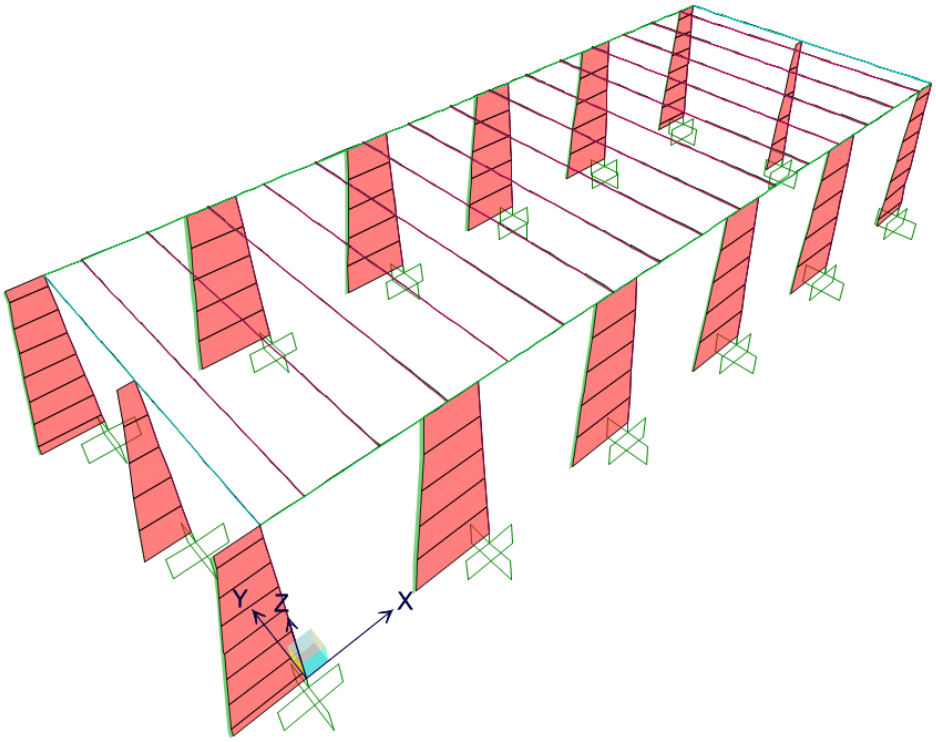


FIGURA 6-86 - AZIONE ASSIALE N: ENV_SLV

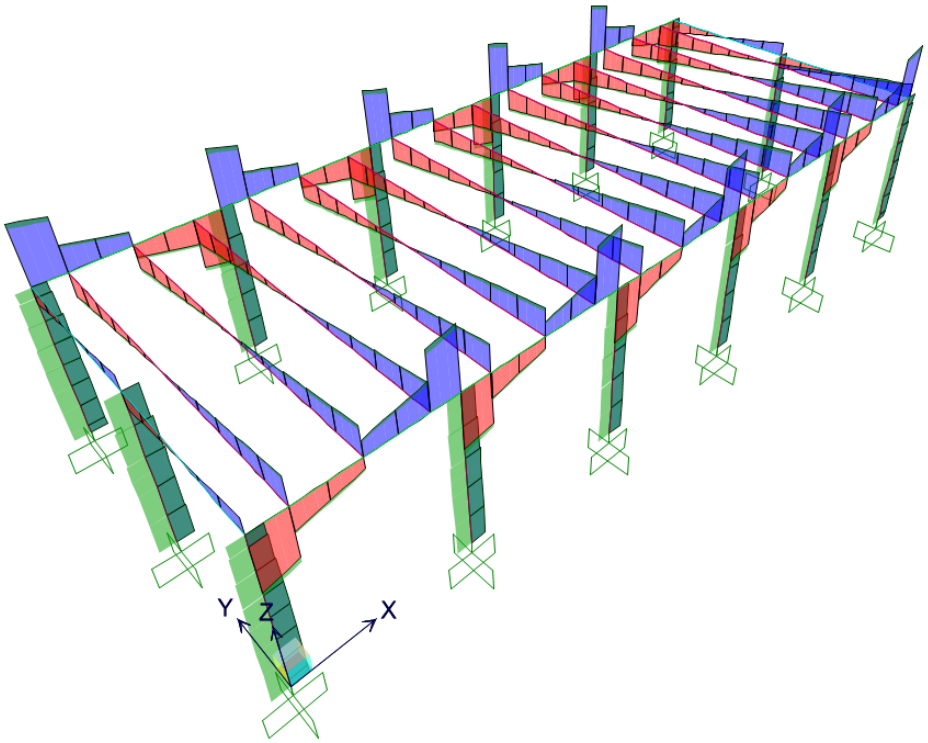


FIGURA 6-87 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_SLV

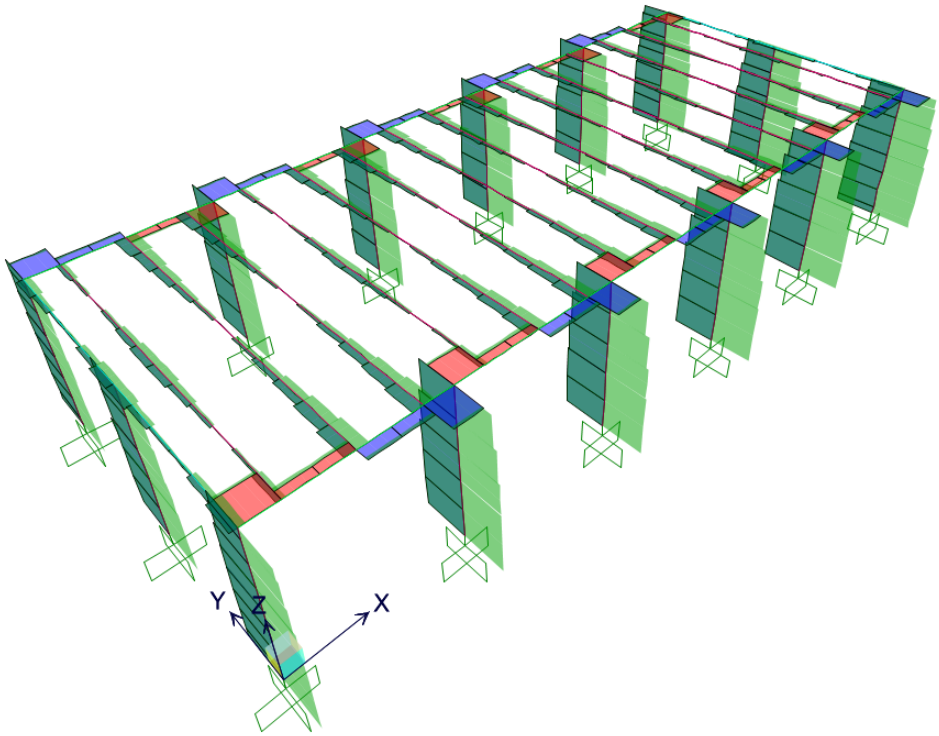


FIGURA 6-88 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_SLV

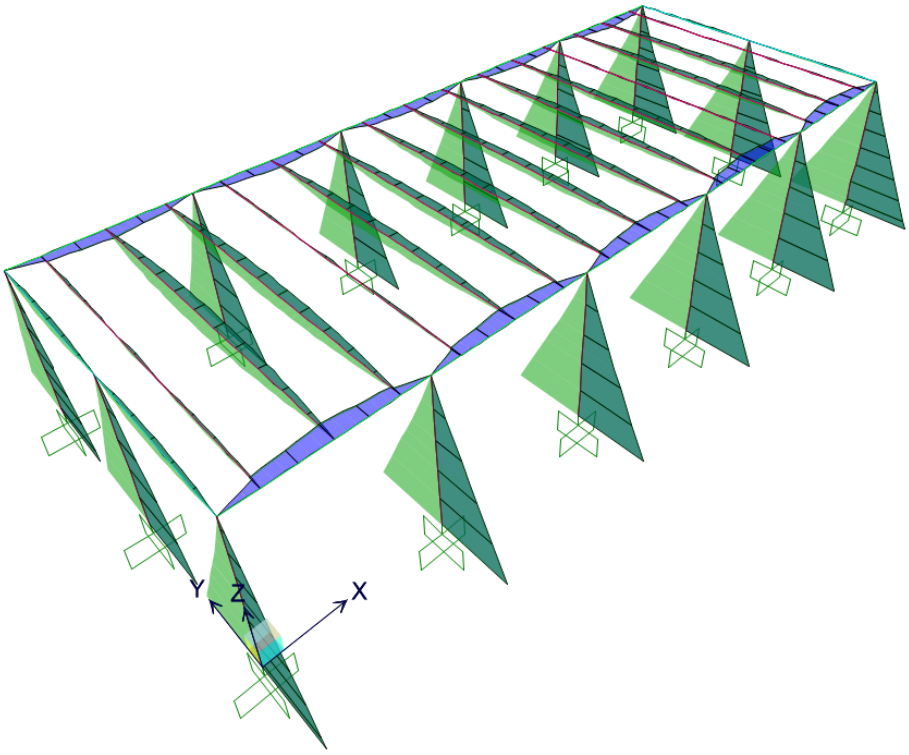


FIGURA 6-89 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_SLV

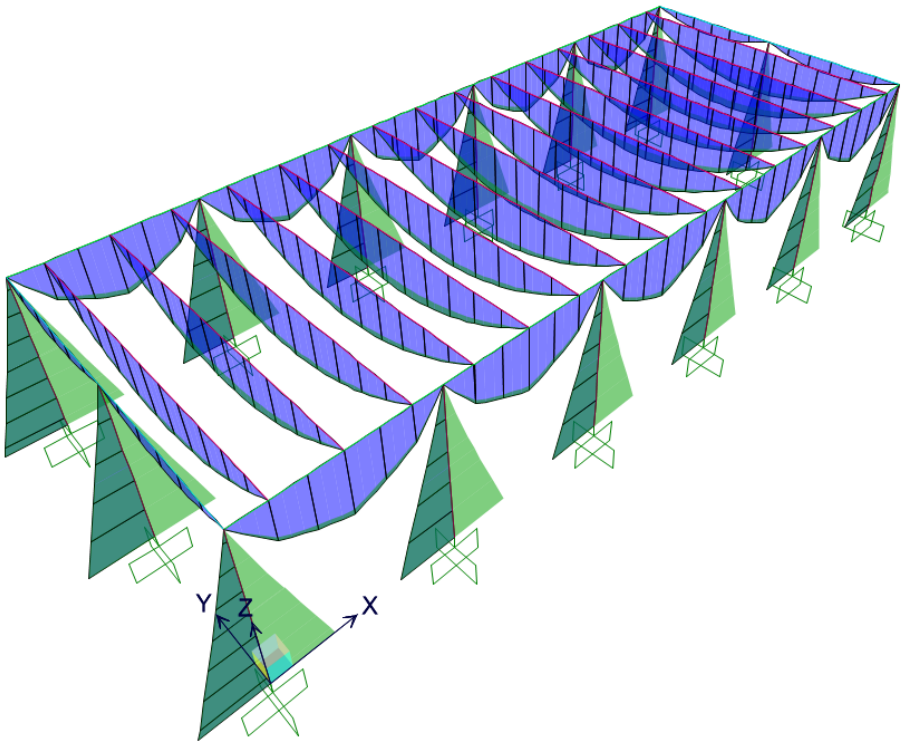


FIGURA 6-90 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_SLV

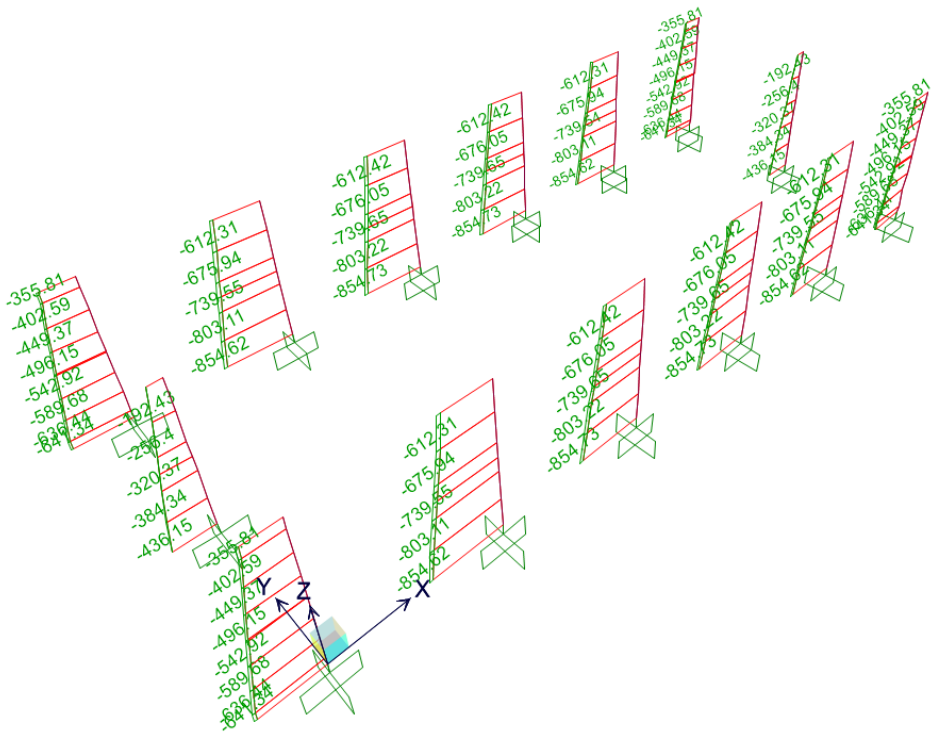


FIGURA 6-91 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_SLV

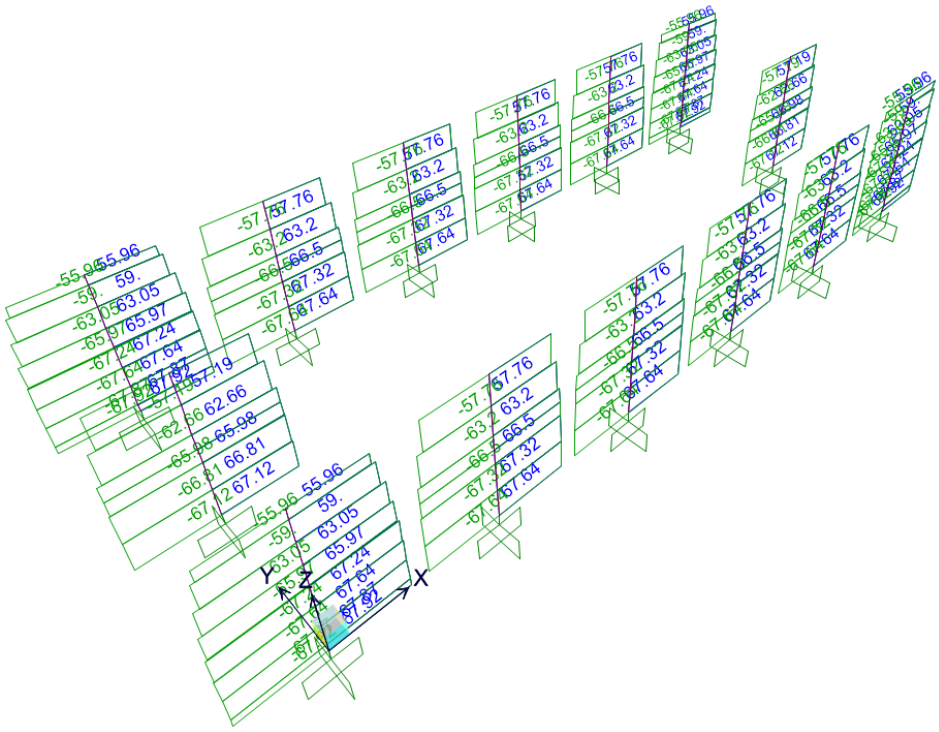


FIGURA 6-92 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_SLV

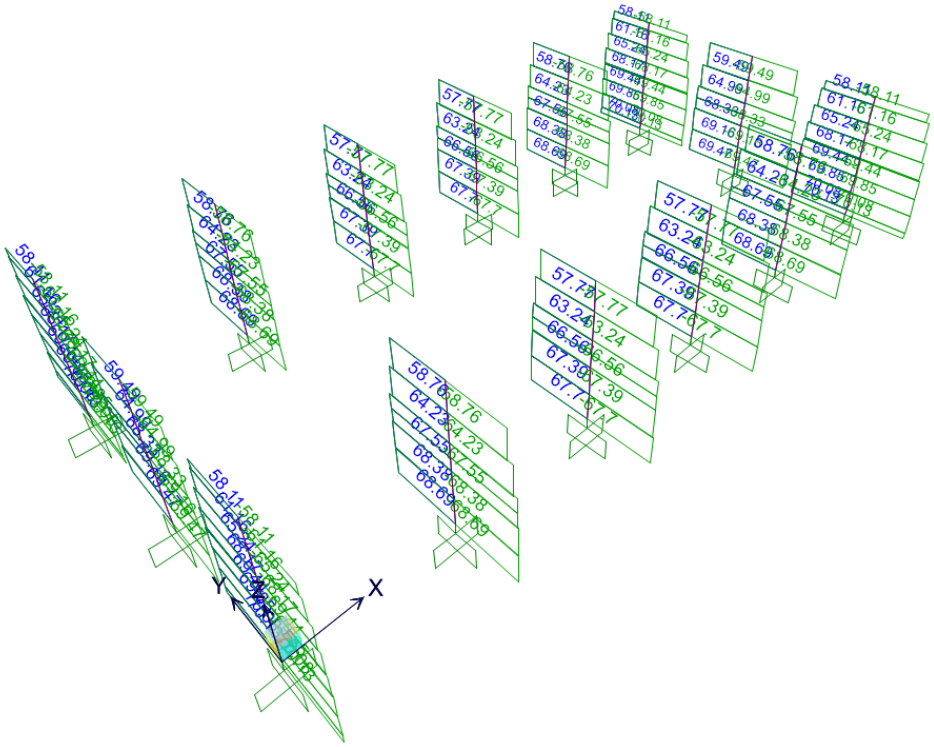


FIGURA 6-93 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_SLV

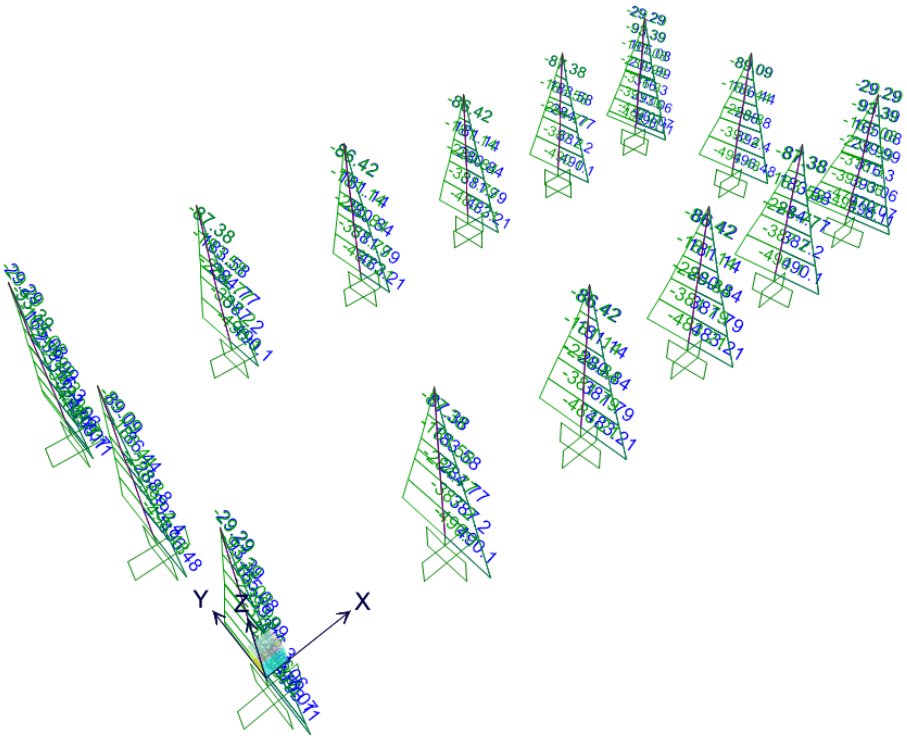


FIGURA 6-94 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_SLV

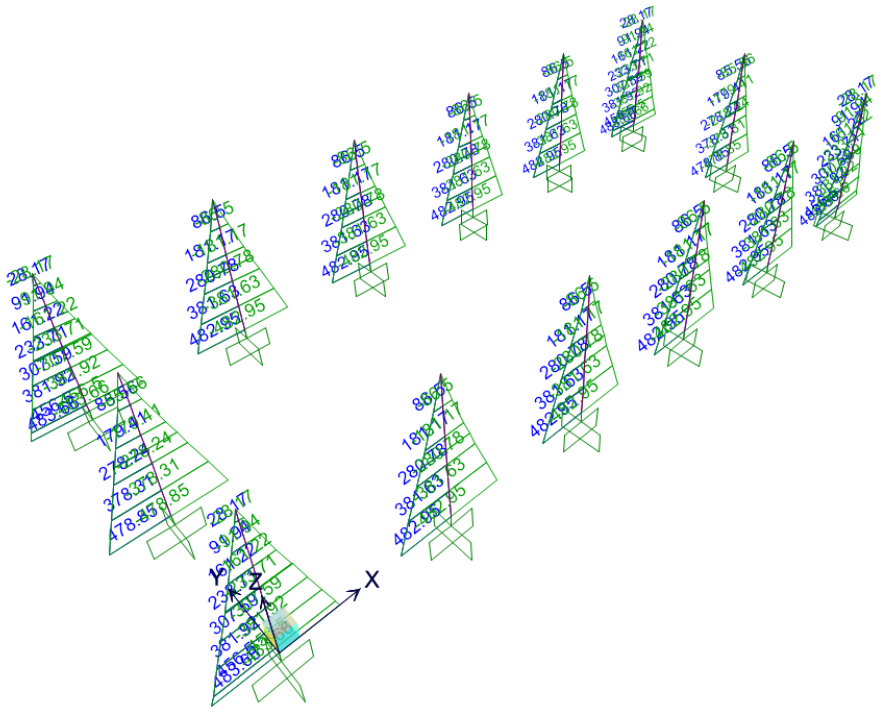


FIGURA 6-95 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_SLV

Si riporta di seguito una pianta del modello ad Elementi Finiti con l'indicazione della nomenclatura assegnata ai gruppi di piastri, seguita da una tabella riassuntiva con le sollecitazioni più gravose rilevate per ciascun gruppo. Si tenga presente che è stata considerata, cautelativamente, la compresenza delle azioni più onerose, anche se non rilevate sul medesimo pilastro o per la stessa combinazione di carico. Dove fosse risultato necessario valutare gli effetti del secondo ordine in condizioni statiche, le combinazioni riportate sono quelle non lineari.

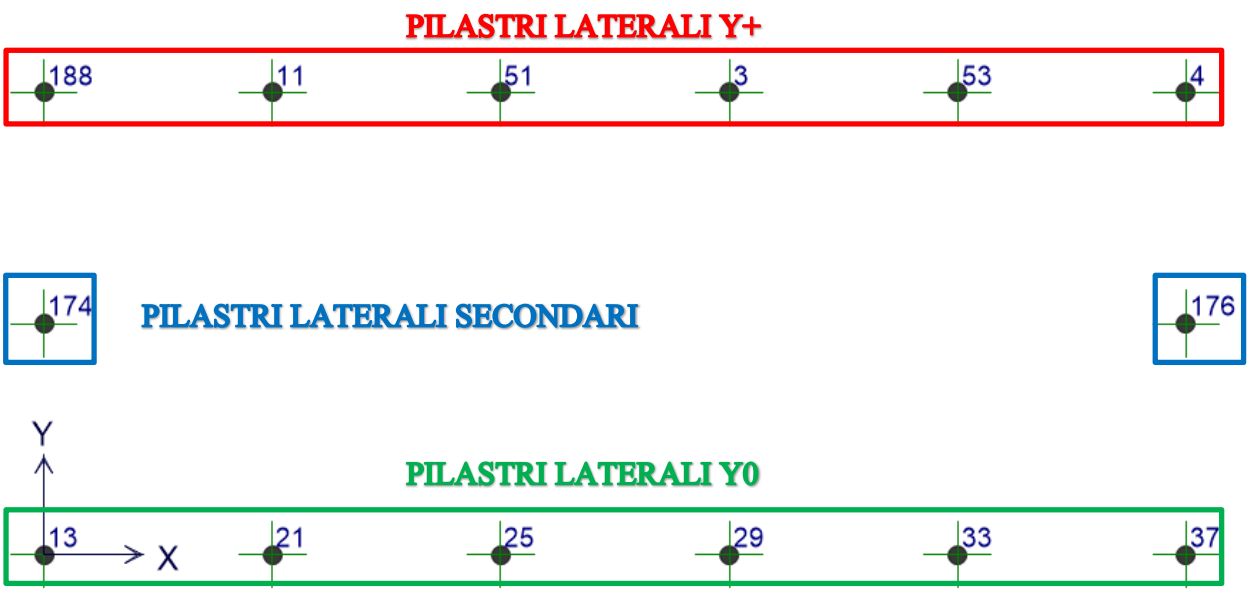


FIGURA 6-96 - NOMENCLATURA GRUPPI PILASTRI

ENV_SLU	***Pmin [kN]***	***Pmax [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-436	-571	205	177	SLU LATERALI SECONDARI
	-588	-1192	289	139	SLU LATERALI Y0
	-588	-1192	289	139	SLU LATERALI Y+

ENV_SLV	***Pmin [kN]***	***Pmax [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-436	-436	497	479	SLV LATERALI SECONDARI
	-622	-855	498	484	SLV LATERALI Y0
	-622	-855	498	484	SLV LATERALI Y+

ENV_RARA	***Pmin [kN]***	***Pmax [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-436	-438	137	118	RARA LATERALI SECONDARI
	-602	-894	193	93	RARA LATERALI Y0
	-602	-894	193	93	RARA LATERALI Y+

6.6.3 "Corridoio biotunnel"

Come anticipato, si riportano le immagini delle sollecitazioni frutto degli inviluppi a SLU e a SLV.

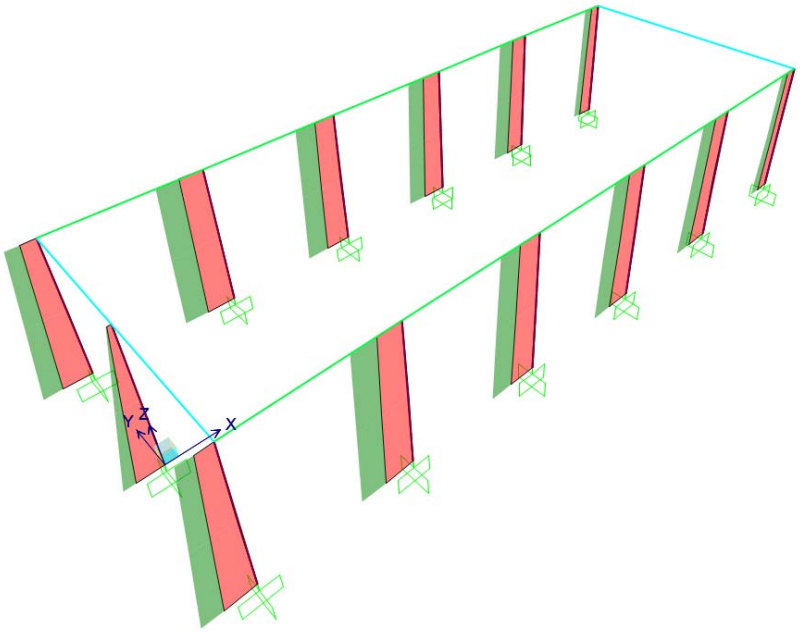


FIGURA 6-97 - AZIONE ASSIALE N: ENV_SLU

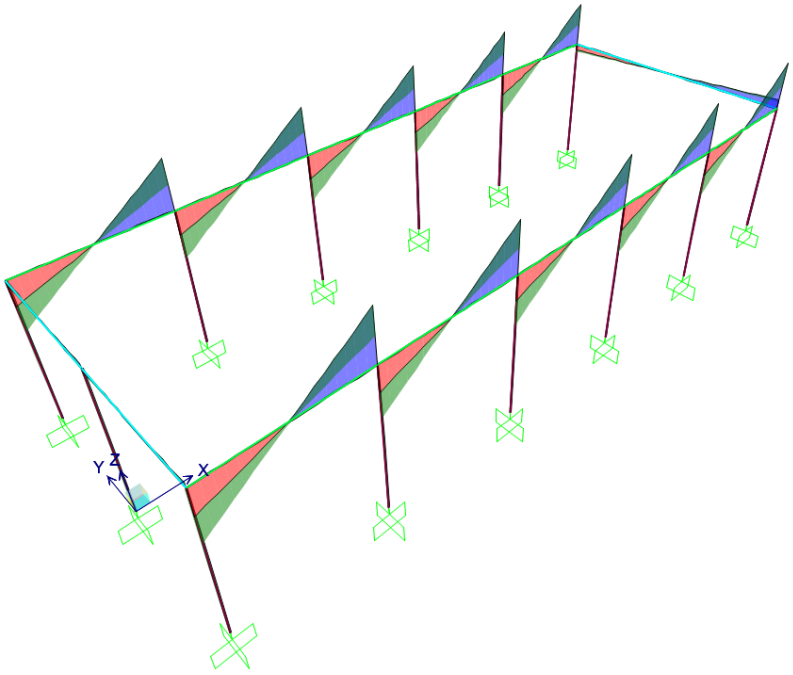


FIGURA 6-98 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_SLU

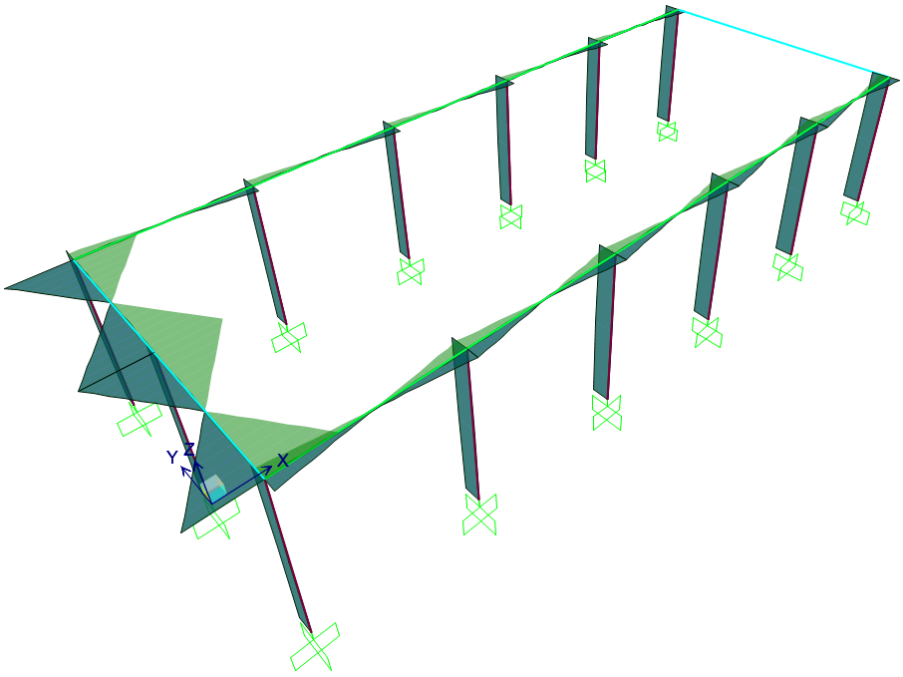


FIGURA 6-99 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_SLU

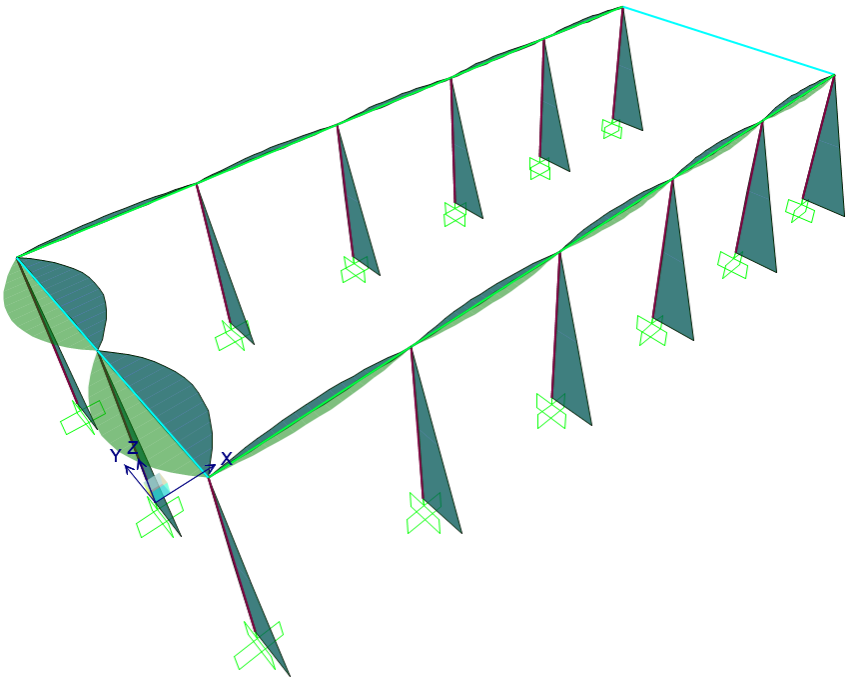


FIGURA 6-100 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_SLU

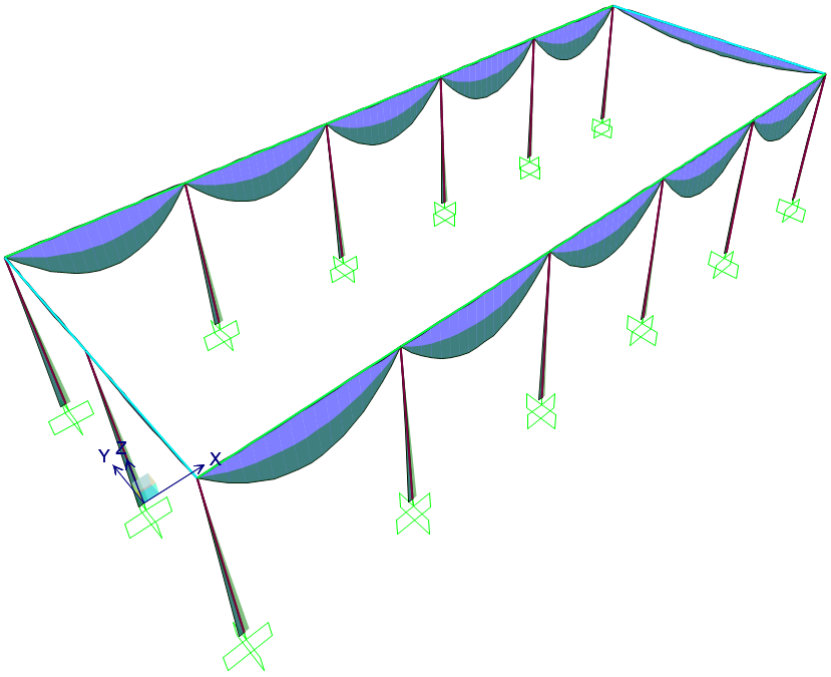


FIGURA 6-101 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_SLU

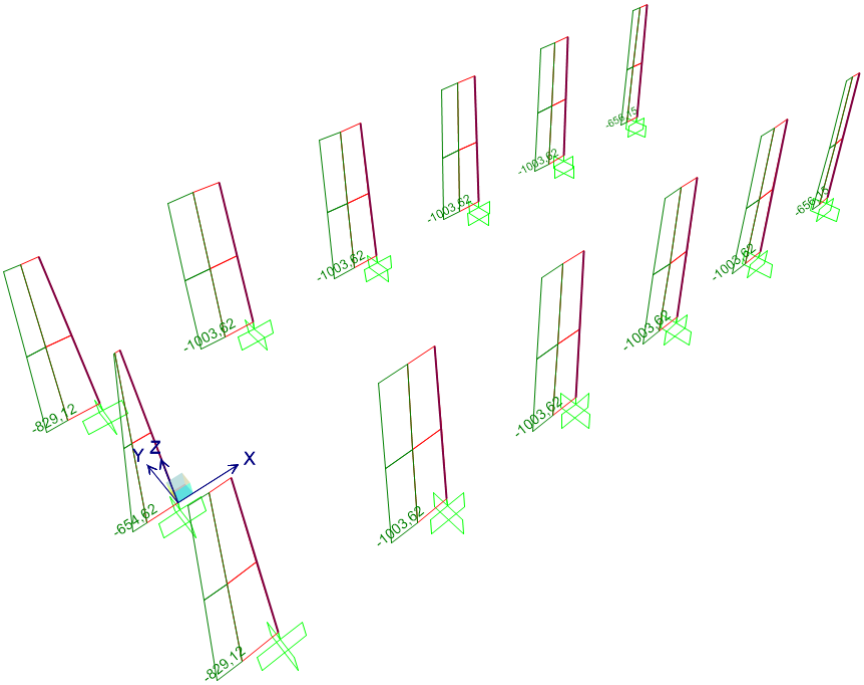


FIGURA 6-102 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_SLU

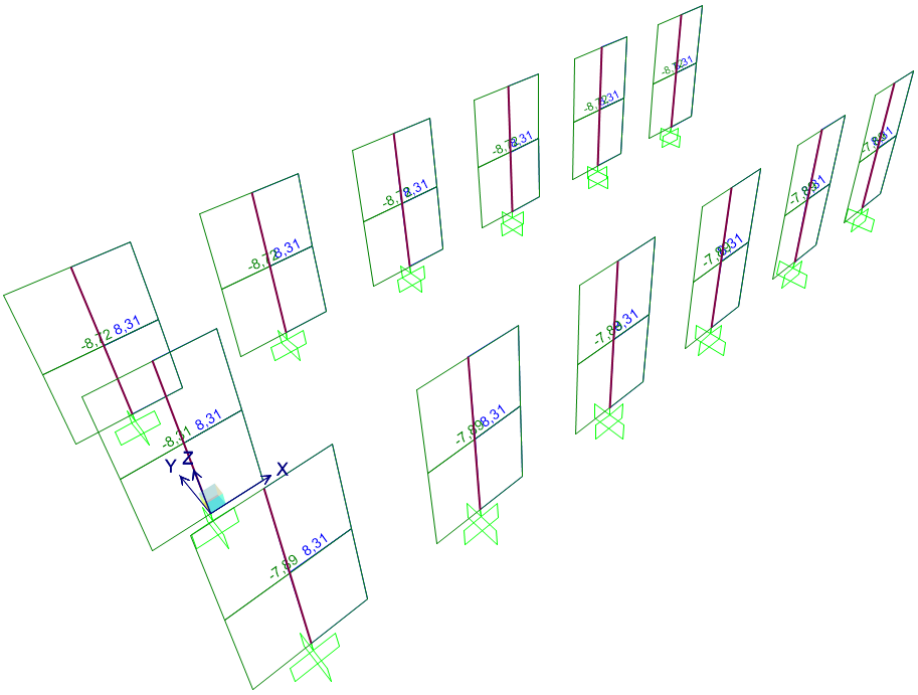


FIGURA 6-103 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_SLU

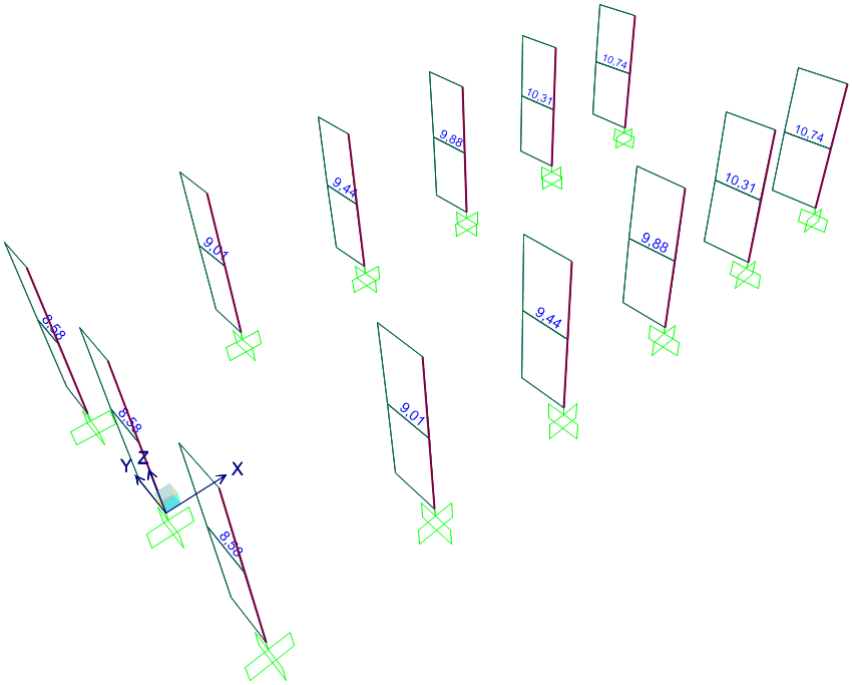


FIGURA 6-104 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_SLU

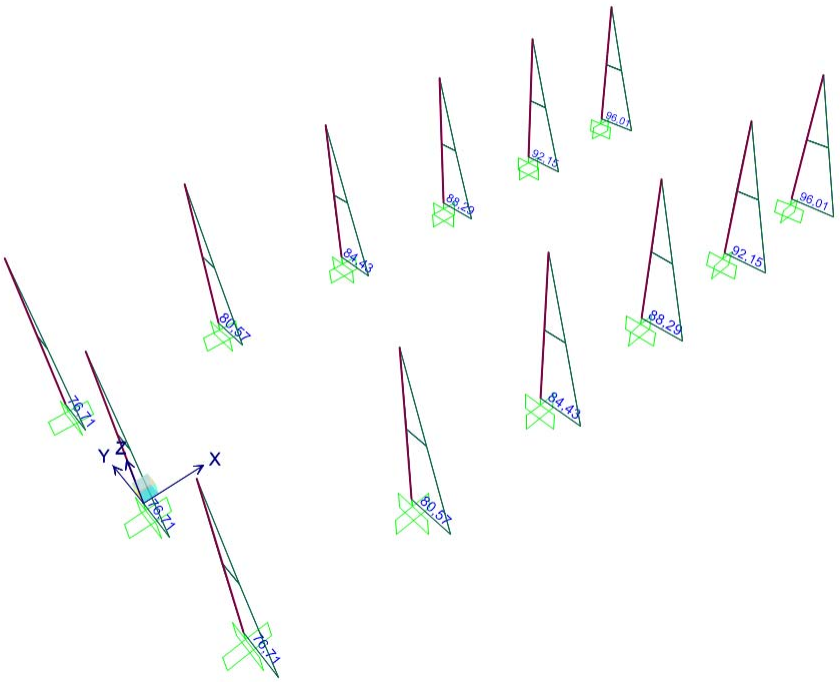


FIGURA 6-105 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_SLU

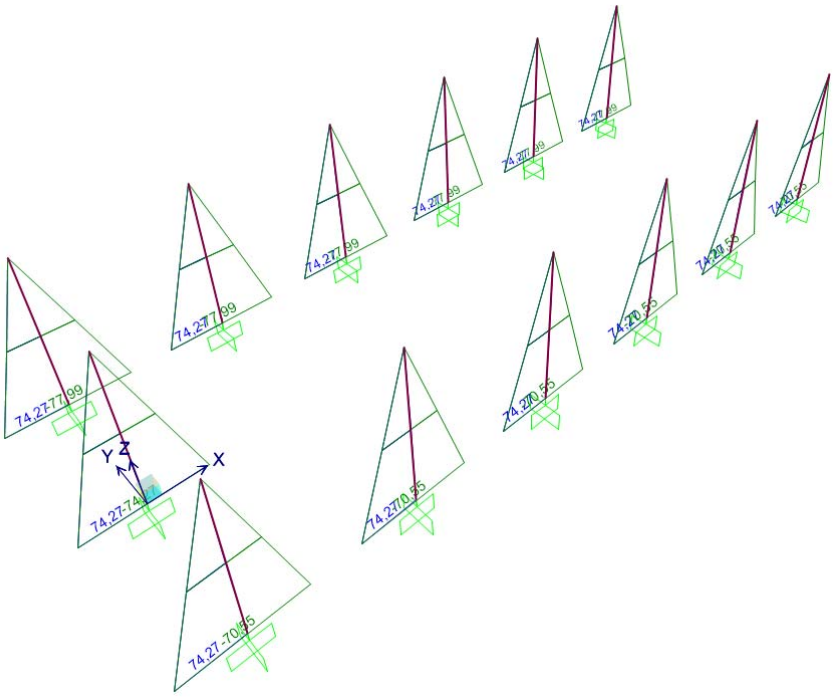


FIGURA 6-106 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_SLU

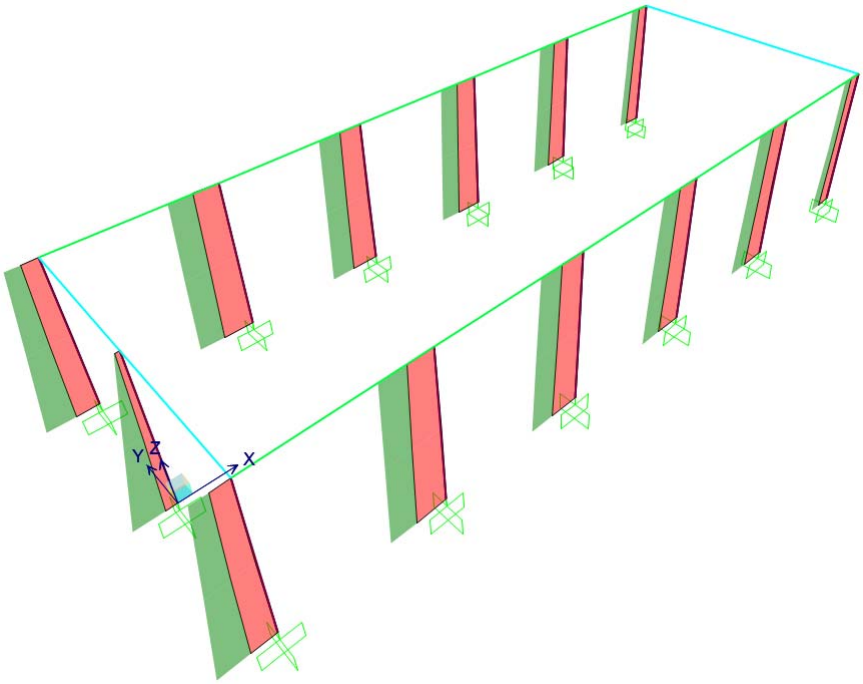


FIGURA 6-107 - AZIONE ASSIALE N: ENV_SLU_SLV

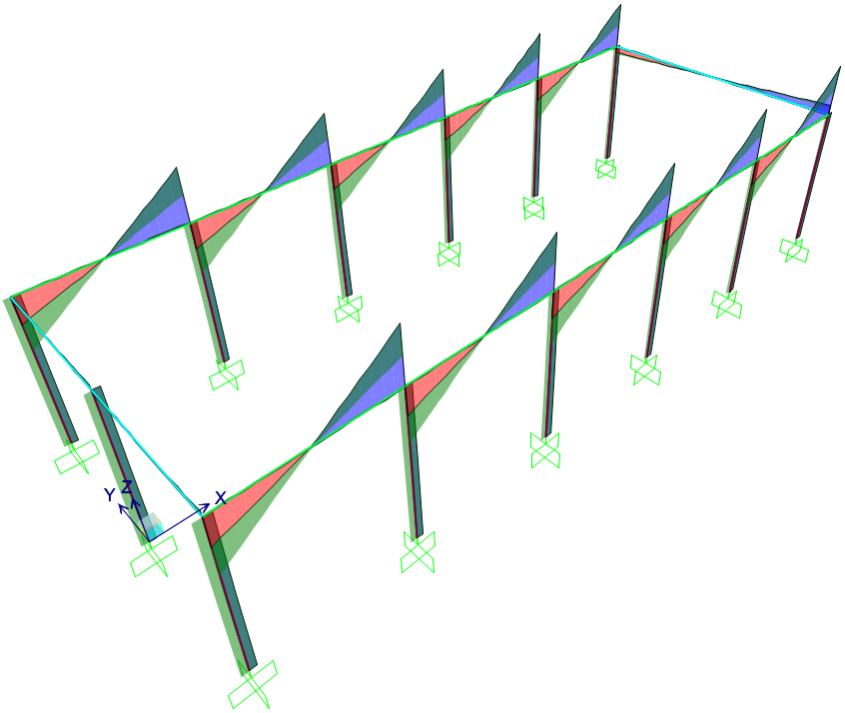


FIGURA 6-108 - AZIONE TAGLIANTE S22: ENV_SLU_SLV

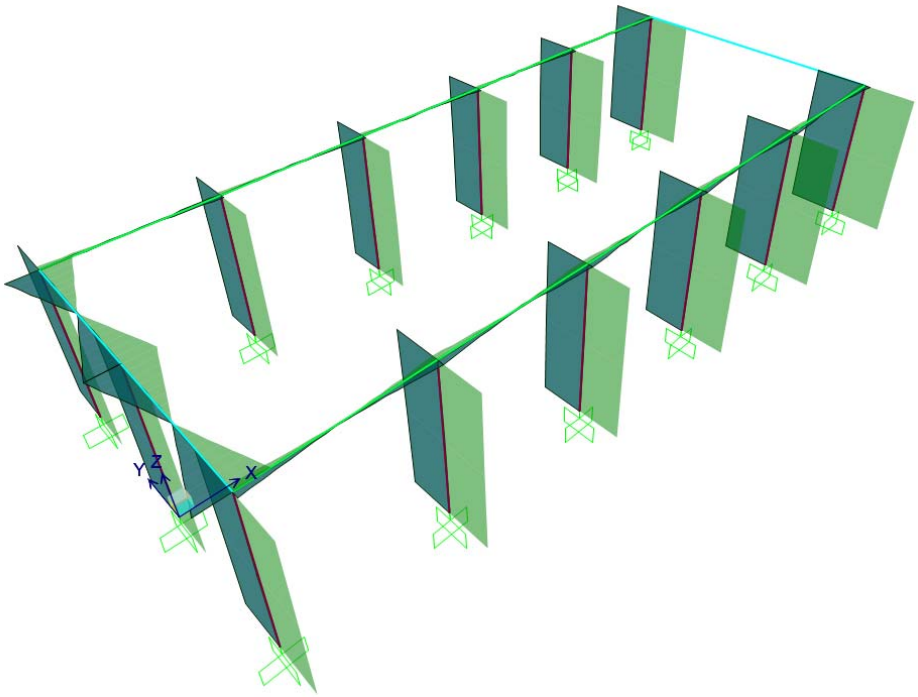


FIGURA 6-109 – AZIONE TAGLIANTE S33: ENV_SLU_SLV

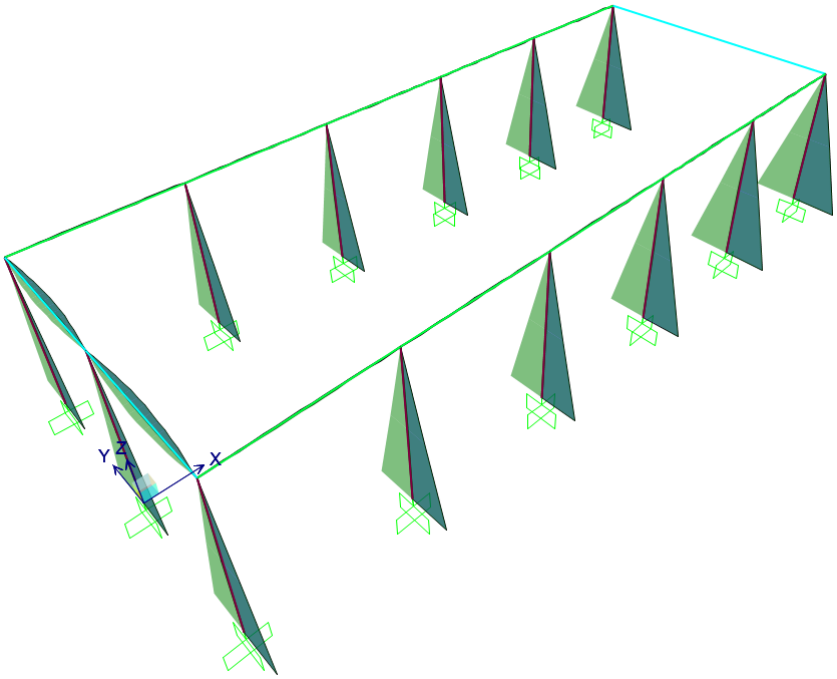


FIGURA 6-110 – AZIONE FLETTENTE M22: ENV_SLU_SLV

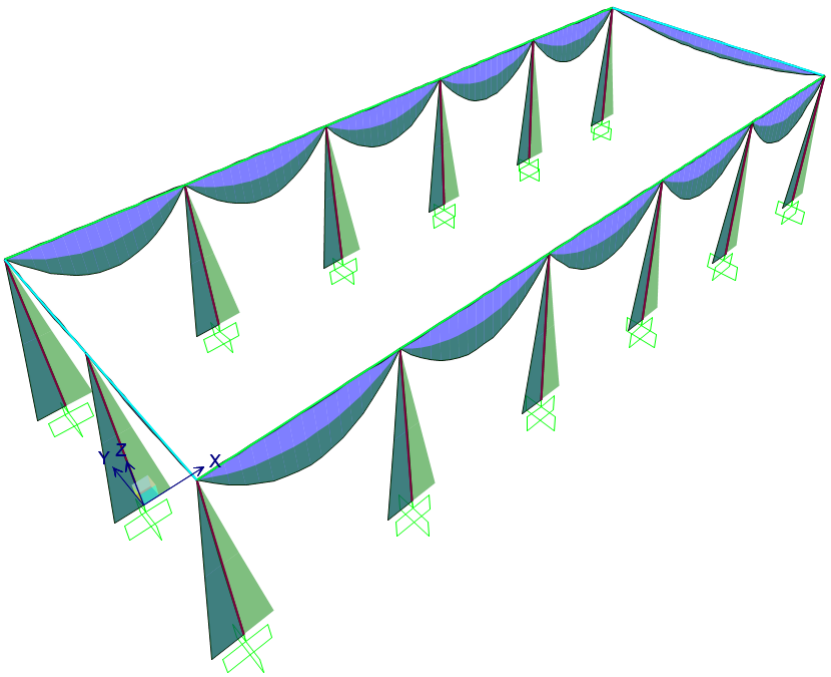


FIGURA 6-111 – AZIONE FLETTENTE M33: ENV_SLU_SLV

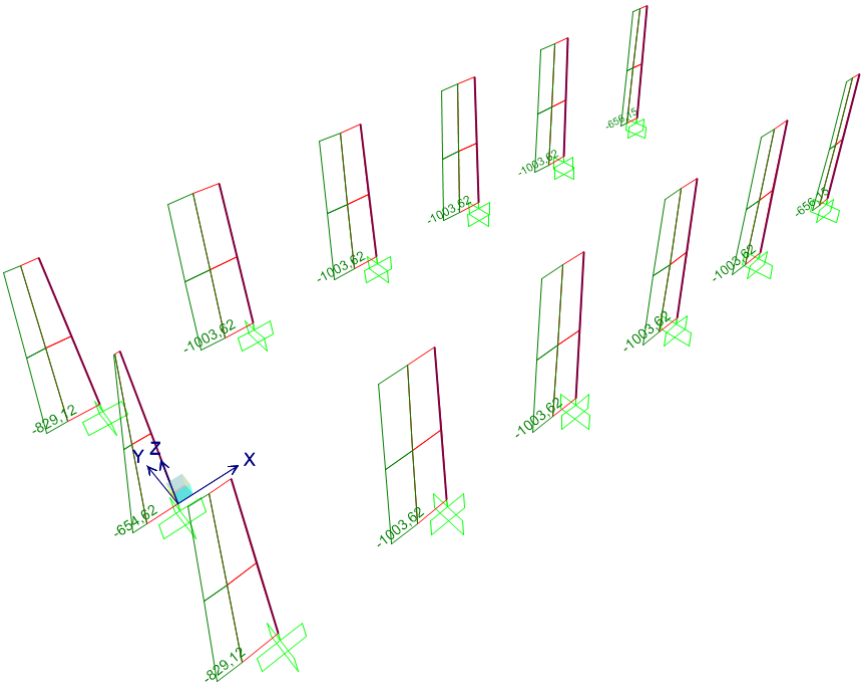


FIGURA 6-112 - AZIONE ASSIALE N PILASTRI: ENV_SLU_SLV

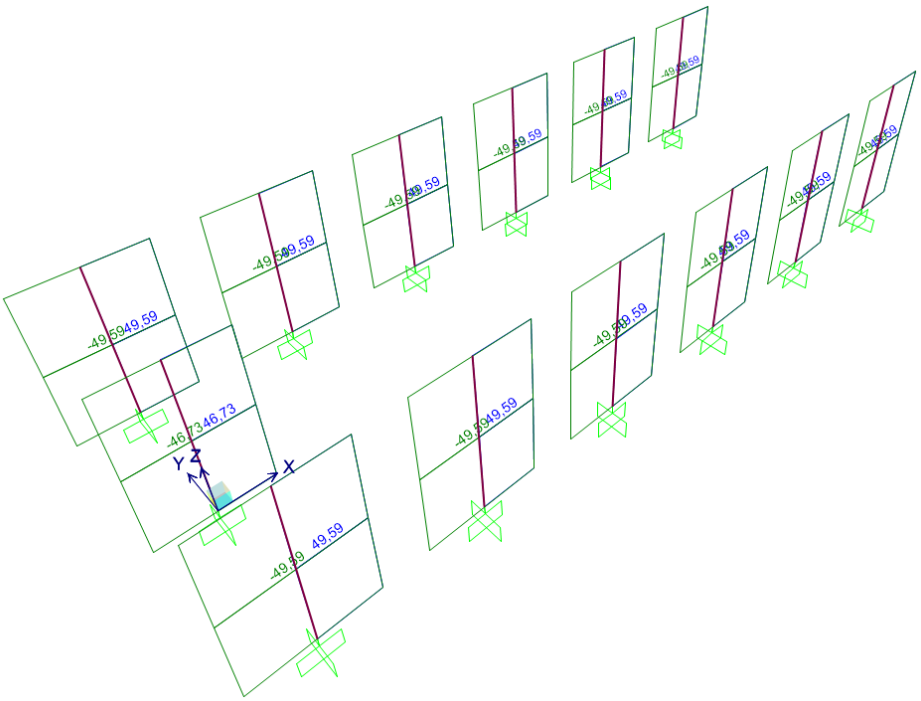


FIGURA 6-113 - AZIONE TAGLIANTE S22 PILASTRI: ENV_SLU_SLV

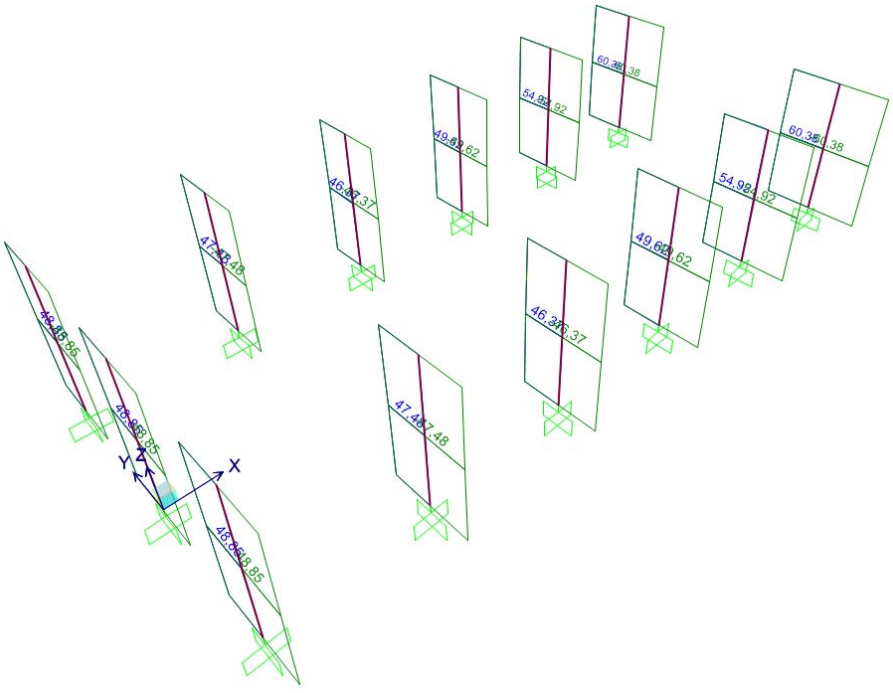


FIGURA 6-114 – AZIONE TAGLIANTE S33 PILASTRI: ENV_SLU_SLV

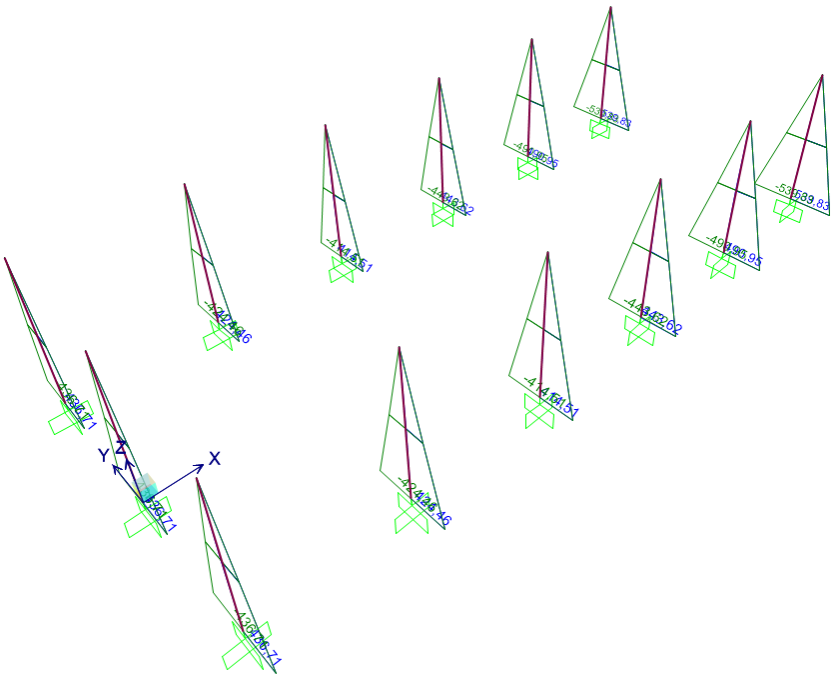


FIGURA 6-115 – AZIONE FLETTENTE M22 PILASTRI: ENV_SLU_SLV

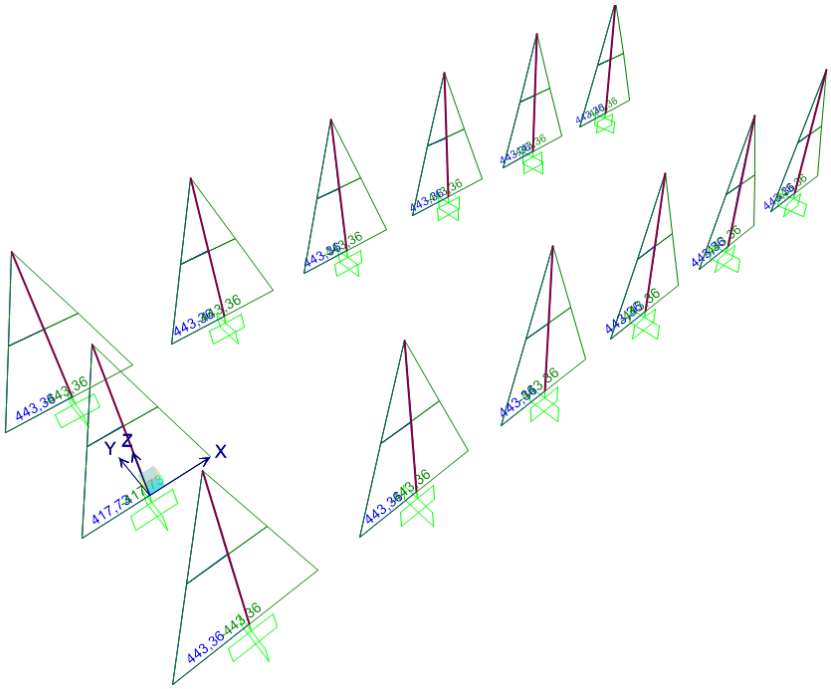


FIGURA 6-116 – AZIONE FLETTENTE M33 PILASTRI: ENV_SLU_SLV

Si riporta di seguito una pianta del modello ad Elementi Finiti con l'indicazione della nomenclatura assegnata ai gruppi di piastri, seguita da una tabella riassuntiva con le sollecitazioni più gravose rilevate per ciascun gruppo. Si tenga presente che è stata considerata, cautelativamente, la compresenza delle azioni più onerose, anche se non rilevate sul medesimo pilastro o per la stessa combinazione di carico. Dove fosse risultato necessario valutare gli effetti del secondo ordine in condizioni statiche, le combinazioni riportate sono quelle non lineari.

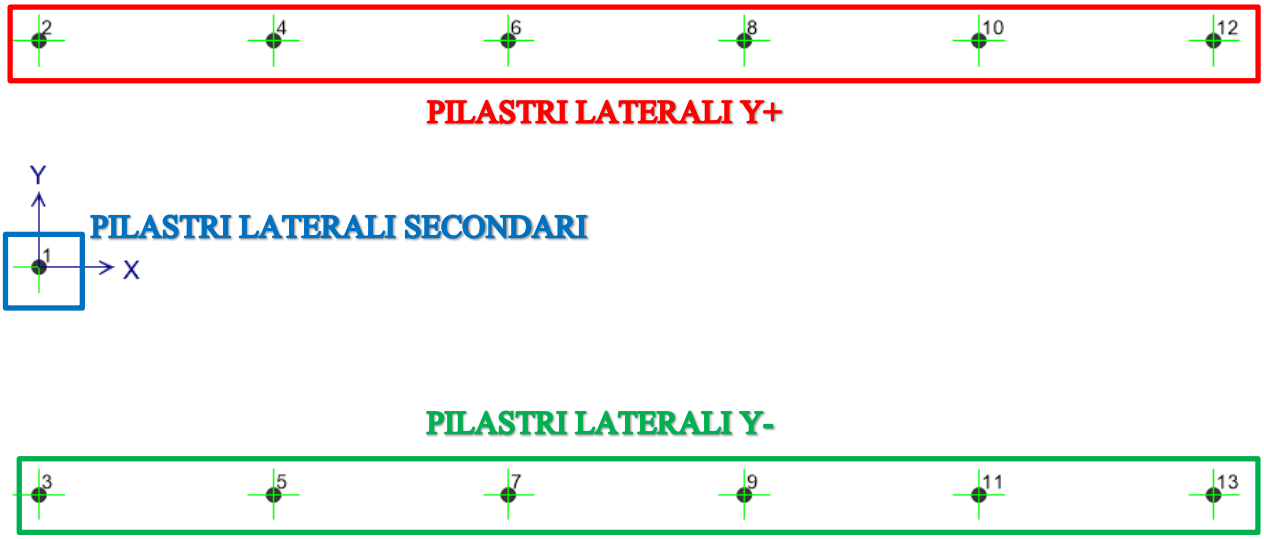


FIGURA 6-117 - NOMENCLATURA GRUPPI PILASTRI

ENV_SLU	***Pmin [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-460	77	74	SLU LATERALI SECONDARI
	-391	96	74	SLU LATERALI Y-
	-391	96	78	SLU LATERALI Y+

ENV_SLV	***Pmin [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-174	437	418	SLV LATERALI SECONDARI
	-372	540	443	SLV LATERALI Y-
	-374	540	443	SLV LATERALI Y+

ENV_RARA	***Pmin [kN]***	***M2 [kNm]***	***M3 [kNm]***	
	-460	51	50	RARA LATERALI SECONDARI
	-407	64	50	RARA LATERALI Y-
	-407	64	52	RARA LATERALI Y+

6.7 Valutazione degli effetti del secondo ordine sismico

Come prescritto dalla Normativa al paragrafo 7.3.1 delle NTC18, le non linearità geometriche possono essere prese in conto attraverso il fattore θ, definito come segue

$\theta = P\, d_r / (V\, h)$

Con

P = carico verticale totale dovuto all'orizzontamento in esame e alla struttura soprastante;

d_r = spostamento medio di interpiano;

V =forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame, derivante dall'analisi lineare con fattore q;

h = distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

- Se tale coefficiente risulta < 0,1, gli effetti del secondo ordine possono essere trascurati;
- Se θ è compreso tra 0,1 e 0,2, gli effetti delle non linearità geometriche possono essere presi in conto incrementando gli effetti dell'azione sismica orizzontale di un fattore pari a 1/(1- θ).

Si riportano i risultati ottenuti per ciascun modello di calcolo.

"MATURAZIONE SECONDARIA"

h =	11,00	m	Distanza tra un orizzontamento e il sottostante
P =	21248,37	kN	Carico verticale totale dovuto all'orizzontamento

Verifica in x

$d_{Er,x}$ =	0,0577	m	Spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV lungo x
V_x =	1232,40	kN	Forza orizzontale totale in x in corrispondenza dell'orizzontamento (derivante da analisi con fattore q)
θ_x =	0,0905	< 0,1	Fattore di verifica lungo x

Verifica in y

$d_{Er,y}$ =	0,0590	m	Spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV lungo y
V_y =	1268,73	kN	Forza orizzontale totale in y in corrispondenza dell'orizzontamento (derivante da analisi con fattore q)
θ_y =	0,0898	< 0,1	Fattore di verifica lungo y

Avendo rilevato θ < 0,1 si possono trascurare gli effetti del secondo ordine.

"RAFFINAZIONE FINALE"

h =	11,00	m	Distanza tra un orizzontamento e il sottostante
P =	18371,19	kN	Carico verticale totale dovuto all'orizzontamento

Verifica in x

$d_{Er,x}$ =	0,0603	m	Spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV lungo x
V_x =	840,57	kN	Forza orizzontale totale in x in corrispondenza dell'orizzontamento (derivante da analisi con fattore q)
θ_x =	0,12	> 0,1	Fattore di verifica lungo x

Verifica in y

$d_{Er,y}$ =	0,0617	m	Spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV lungo y
V_y =	841,16	kN	Forza orizzontale totale in y in corrispondenza dell'orizzontamento (derivante da analisi con fattore q)
θ_y =	0,12	> 0,1	Fattore di verifica lungo y

Come si può notare, il fattore θ è risultato > 0,1, seppur inferiore a 0,2: seguendo le indicazioni normative, le azioni flettenti e taglianti già riportate ai paragrafi precedenti sono state incrementate di un fattore pari a 1,14.

"CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE"

h =	9,50	m	Distanza tra un orizzontamento e il sottostante
P =	5137,98	kN	Carico verticale totale dovuto all'orizzontamento

Verifica in x

$d_{Er,x}$ =	0,0380	m	Spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV lungo x
V_x =	435,61	kN	Forza orizzontale totale in x in corrispondenza dell'orizzontamento (derivante da analisi con fattore q)
θ_x =	0,05	< 0,1	Fattore di verifica lungo x

Verifica in y

$d_{Er,y}$ =	0,0377	m	Spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV lungo y
V_y =	433,25	kN	Forza orizzontale totale in y in corrispondenza dell'orizzontamento (derivante da analisi con fattore q)
θ_y =	0,05	< 0,1	Fattore di verifica lungo y

Avendo rilevato θ < 0,1 si possono trascurare gli effetti del secondo ordine.

"STOCCAGGIO"

h =	7,00	m	Distanza tra un orizzontamento e il sottostante
P =	5992.68	kN	Carico verticale totale dovuto all'orizzontamento

Verifica in x

$d_{Er,x}$ =	0,0229	m	Spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV lungo x
V_x =	798,24	kN	Forza orizzontale totale in x in corrispondenza dell'orizzontamento (derivante da analisi con fattore q)
θ_x =	0,0245	< 0,1	Fattore di verifica lungo x

Verifica in y

$d_{Er,y}$ =	0,0232	m	Spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV lungo y
V_y =	815,42	kN	Forza orizzontale totale in y in corrispondenza dell'orizzontamento (derivante da analisi con fattore q)
θ_y =	0,0243	< 0,1	Fattore di verifica lungo y

Avendo rilevato $\theta < 0,1$ si possono trascurare gli effetti del secondo ordine.

Data la similarità strutturale (interasse pilastri e altezza) tra "Stoccaggio" e "Corridoio", si ritengono i risultati validi anche per quest'ultimo, per il quale si omette il calcolo diretto.

6.8 Coefficienti di partecipazione e periodi

Si riportano i coefficienti di partecipazione e i periodi propri di tutti i modi considerati nell'analisi: si noti che è stato considerato un numero di modi tale da arrivare ad eccitare complessivamente una percentuale di massa superiore all'85%.

"MATURAZIONE SECONDARIA"

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	2,021887	0,91021	7,655E-08	0,91021	7,655E-08	0,00211	0,00211
MODAL	Mode	2	2,019502	7,722E-08	0,9124	0,91021	0,9124	2,886E-10	0,00211
MODAL	Mode	3	1,664687	0,00205	1,07E-09	0,91226	0,9124	0,89215	0,89425
MODAL	Mode	4	0,302338	1,421E-17	1,924E-14	0,91226	0,9124	1,927E-18	0,89425
MODAL	Mode	5	0,302083	2,818E-17	2,455E-18	0,91226	0,9124	1,504E-14	0,89425
MODAL	Mode	6	0,301624	5,716E-18	4,543E-16	0,91226	0,9124	1,577E-18	0,89425
MODAL	Mode	7	0,301123	2,472E-17	1,423E-18	0,91226	0,9124	1,868E-15	0,89425
MODAL	Mode	8	0,300464	6,88E-18	2,218E-16	0,91226	0,9124	4,385E-17	0,89425
MODAL	Mode	9	0,29999	4,998E-18	5,875E-18	0,91226	0,9124	6,757E-15	0,89425

MODAL	Mode	10	0,299485	8,922E-18	1,184E-14	0,91226	0,9124	2,269E-18	0,89425
MODAL	Mode	11	0,299186	1,046E-18	1,747E-17	0,91226	0,9124	7,184E-15	0,89425
MODAL	Mode	12	0,292632	2,527E-17	2,065E-16	0,91226	0,9124	2,045E-17	0,89425

"RAFFINAZIONE FINALE"

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	2,325194	0,92765	0,00077	0,92765	0,00077	0,00002438	0,00002438
MODAL	Mode	2	2,32034	0,00078	0,92501	0,92843	0,92578	0,00336	0,00339
MODAL	Mode	3	1,849303	0,000009791	0,00329	0,92844	0,92907	0,90785	0,91123
MODAL	Mode	4	0,524151	1,735E-17	6,776E-18	0,92844	0,92907	1,146E-18	0,91123
MODAL	Mode	5	0,523776	9,19E-18	2,23E-18	0,92844	0,92907	1,841E-17	0,91123
MODAL	Mode	6	0,523404	4,424E-17	1,296E-16	0,92844	0,92907	4,72E-17	0,91123
MODAL	Mode	7	0,522887	3,215E-18	9,22E-17	0,92844	0,92907	4,073E-18	0,91123
MODAL	Mode	8	0,522342	1,295E-17	5,031E-19	0,92844	0,92907	7,33E-17	0,91123
MODAL	Mode	9	0,521851	9,646E-17	2,964E-17	0,92844	0,92907	6,864E-18	0,91123
MODAL	Mode	10	0,521481	3,624E-16	1,933E-16	0,92844	0,92907	1,291E-17	0,91123
MODAL	Mode	11	0,521079	3,032E-16	3,694E-17	0,92844	0,92907	1,261E-17	0,91123
MODAL	Mode	12	0,519907	1,633E-18	1,508E-18	0,92844	0,92907	3,327E-19	0,91123

"CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE"

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1,364459	0,89702	0,00076	0,89702	0,00076	0,00024	0,00024
MODAL	Mode	2	1,359709	0,00078	0,8976	0,8978	0,89836	0,00093	0,00117
MODAL	Mode	3	0,986244	0,00021	0,00071	0,89801	0,89907	0,87534	0,87651
MODAL	Mode	4	0,30985	6,906E-17	2,585E-16	0,89801	0,89907	4,413E-16	0,87651
MODAL	Mode	5	0,308642	1,238E-15	2,272E-16	0,89801	0,89907	4,3E-16	0,87651
MODAL	Mode	6	0,305109	8,172E-17	2,628E-16	0,89801	0,89907	3,035E-15	0,87651
MODAL	Mode	7	0,30477	1,939E-14	1,52E-16	0,89801	0,89907	4,605E-16	0,87651
MODAL	Mode	8	0,304525	1,029E-17	1,251E-14	0,89801	0,89907	7,365E-16	0,87651
MODAL	Mode	9	0,304405	1,698E-14	6,074E-15	0,89801	0,89907	4,85E-18	0,87651
MODAL	Mode	10	0,252628	0,000003984	0,000000295	0,89801	0,89907	0,000023	0,87653
MODAL	Mode	11	0,246154	0,0000319	0,00001941	0,89805	0,89909	0,00143	0,87797
MODAL	Mode	12	0,239764	0,00104	6,018E-07	0,89908	0,89909	0,00004374	0,87801

"STOCCAGGIO"

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.847254	0.90933	4.16E-20	0.90933	4.16E-20	2.635E-20	2.635E-20
MODAL	Mode	2	0.845606	3.289E-20	0.90981	0.90933	0.90981	5.526E-18	5.552E-18
MODAL	Mode	3	0.666954	5.682E-20	1.066E-17	0.90933	0.90981	0.88916	0.88916
MODAL	Mode	4	0.201967	1.386E-17	2.649E-17	0.90933	0.90981	1.87E-18	0.88916
MODAL	Mode	5	0.201541	2.852E-15	1.177E-16	0.90933	0.90981	4.283E-16	0.88916
MODAL	Mode	6	0.20096	1.533E-15	1.266E-16	0.90933	0.90981	1.247E-16	0.88916
MODAL	Mode	7	0.200356	9.05E-17	3.574E-16	0.90933	0.90981	2.949E-16	0.88916
MODAL	Mode	8	0.199906	7.493E-17	1.863E-15	0.90933	0.90981	6.523E-17	0.88916
MODAL	Mode	9	0.19435	2.127E-16	7.725E-17	0.90933	0.90981	3.76E-19	0.88916
MODAL	Mode	10	0.194214	2.807E-16	3.7E-17	0.90933	0.90981	1.318E-16	0.88916
MODAL	Mode	11	0.19406	1.236E-17	3.214E-16	0.90933	0.90981	4.26E-17	0.88916
MODAL	Mode	12	0.193887	7.948E-16	4.145E-18	0.90933	0.90981	9.382E-17	0.88916

"CORRIDOIO BIOTUNNEL"

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1,130381	0	0,97358	0	0,97358	0,04481	0,04481
MODAL	Mode	2	1,127165	1	0	1	0,97358	0	0,04481
MODAL	Mode	3	1,024969	0	0,02642	1	1	0,95519	1
MODAL	Mode	4	0,04748	0	0	1	1	0	1
MODAL	Mode	5	0,04748	0	0	1	1	0	1
MODAL	Mode	6	0,04748	0	0	1	1	0	1
MODAL	Mode	7	0,04748	0	0	1	1	0	1
MODAL	Mode	8	0,04748	0	0	1	1	0	1
MODAL	Mode	9	0,04748	0	0	1	1	0	1
MODAL	Mode	10	0,04748	0	0	1	1	0	1
MODAL	Mode	11	0,04748	0	0	1	1	0	1
MODAL	Mode	12	0,040251	0	0	1	1	0	1

6.1 Validazione modelli FEM

Nel presente paragrafo si riporta il calcolo "manuale" di alcune semplici quantità al fine di validare i modelli FEM utilizzati per le analisi strutturali.

"MATURAZIONE SECONDARIA"

Valori di calcolo

DEAD

$P_{pil,i}$ =	=0,7^2*11,5*25	=140,88	kN
P_{pil} =	=140,88*31	=4367,13	kN
P_{travi} =	=((0,85+0,56*2)*70,9+0,4*0,8*33,4*2)*25	=4026,23	kN
$P_{teg,i}$ =	=0,353*33,4*25	=294,61	kN
P_{teg} =	=294,61*29	=8543,80	kN
P_{TOT} =	=4367,13+4026,23+8543,80	=16937,15	kN

IMPIANTI

A =	=33,4*71,6	=2391,44	mq
P_{TOT} =	=0,3*2391,44	=717,43	kN

ISOLANTE

A =	=33,4*71,6	=2391,44	mq
P_{TOT} =	=0,3*2391,44	=717,43	kN

MASSETTO

A =	=33,4*71,6	=2391,44	mq
P_{TOT} =	=0,6*2391,44	=1434,86	kN

NEVE

A =	=33,4*71,6	=2391,44	mq
P_{TOT} =	=0,48*2391,44	=1147,89	kN

PANNELLI

A =	=(33,4+70,9)*2*13	=2711,80	mq
P_{TOT} =	=4*2711,80	=10847,20	kN

PANNELLI FV

A =	=33,4*71,6	=2391,44	mq
P_{TOT} =	=0,3*2391,44	=717,43	kN

SOLETTA

A =	=(33,4)*71,6	=2391,44	mq
P =	=0,05*25*2391,44	=2989,30	kN
A_{lat} =	=(0,4*2)*70,9	=56,72	mq
P_{lat} =	=0,07*25*56,72	=99,26	kN
P_{TOT} =	=2989,30+99,26	=3088,56	kN

Confronto valori di calcolo – valori da modello FEM

OutputCase	FZ SAP2000	FZ da calcolo	Δ%
	KN	KN	
DEAD	16932,15	16937,15	-0,03%
SOLETTA	3089,73	3088,56	0,04%
PANNELLI FV	718,09	717,43	0,09%
ISOLANTE	718,09	717,43	0,09%
MASSETTO	1435,51	1434,86	0,04%
IMPIANTI	718,09	717,43	0,09%
NEVE	1148,40	1147,89	0,04%
PANNELLI	10847,20	10847,20	0,00%

I valori ottenuti dal software sono i medesimi di quelli attesi. Si conclude quindi che il modello numerico risulta essere validato ed i risultati ottenuti sono quindi "accettabili".

"RAFFINAZIONE FINALE"

Valori di calcolo

DEAD

$P_{pil,i}$ =	=0,7^2*11,5*25	=140,88	kN
P_{pil} =	=140,88*20	=2817,50	kN
P_{travi} =	=((0,64*2)*69,3132)*25	=2218,02	kN
$P_{teg,i}$ =	=0,4581*28,7*25	=328,69	kN
P_{teg} =	=328,69*28	=9203,23	kN

HEA600 =	=0,0226*78,5*29,3132*2	=104,01	kN
P_{TOT} =	=2817,50+2218,02+9203,23+104,01	=14342,76	kN

IMPIANTI

A =	=28,7*70	=2009,00	mq
P_{TOT} =	=0,3*2009	=602,70	kN

ISOLANTE

A =	=28,7*70	=2009,00	mq
P_{TOT} =	=0,3*2009	=602,70	kN

MASSETTO

A =	=28,7*70	=2009,00	mq
P_{TOT} =	=0,6*2009	=1205,40	kN

NEVE

A =	=28,7*70	=2009,00	mq
P_{TOT} =	=0,48*2009	=964,32	kN

PANNELLI

A =	=(69,3132)*2*13	=1802,14	mq
P_{TOT} =	=4*1802,14	=7208,57	kN

PANNELLI FV

A =	=28,7*70	=2009,00	mq
P_{TOT} =	=0,3*2009	=602,70	kN

SOLETTA

A =	=28,7*70	=2009,00	mq
P =	=0,05*25*2009	=2511,25	kN
A_{lat} =	=(0,8)*69,3132	=55,45	mq
P_{lat} =	=0,07*25*55,45	=97,04	kN
P_{TOT} =	=2009+97,04	=2608,29	kN

Confronto valori di calcolo – valori da modello FEM

OutputCase	FZ SAP2000	FZ da calcolo	Δ%
	KN	KN	
DEAD	14336,52	14342,76	-0,04%
SOLETTA	2608,15	2608,29	-0,01%
PANNELLI FV	602,99	602,70	0,05%
ISOLANTE	602,99	602,70	0,05%
MASSETTO	1205,40	1205,40	0,00%
IMPIANTI	602,99	602,70	0,05%
NEVE	964,32	964,32	0,00%
PANNELLI	7208,57	7208,57	0,00%

I valori ottenuti dal software sono i medesimi di quelli attesi. Si conclude quindi che il modello numerico risulta essere validato ed i risultati ottenuti sono quindi "accettabili".

"CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE

Valori di calcolo

DEAD

$P_{pil,i}$ =	=0,7^2*10*25	=122,50	kN
P_{pil} =	=122,50*11	=1347,50	kN
P_{travi} =	=((0,4*0,8*2)*28,7+(0,56*2+0,85)*14,8)*25	=1188,10	kN
$P_{teg,i}$ =	=0,3544*28,7*25	=254,28	kN
P_{teg} =	=254,28*6	=1525,69	kN
P_{TOT} =	=1347,50+1188,1+1525,69	=4061,29	kN

IMPIANTI

A =	=28,7*2,5*6	=430,50	mq
P_{TOT} =	=0,3*430,50	=129,15	kN

ISOLANTE

A =	=28,7*2,5*6	=430,50	mq
P_{TOT} =	=0,3*430,50	=129,15	kN

MASSETTO

A =	=28,7*2,5*6	=430,50	mq
P_{TOT} =	=0,6*430,50	=258,30	kN

NEVE

A =	=28,7*2,5*6	=430,50	mq
P_{TOT} =	=0,48*430,50	=206,64	kN

PANNELLI

A =	=(14,8*2+28,7)*11,5+28,7*5,4	=825,43	mq
P_{TOT} =	=4*825,43	=3301,72	kN

PANNELLI FV

A =	=28,7*2,5*6	=430,50	mq
P_{TOT} =	=0,3*430,50	=129,15	kN

SOLETTA

A =	=28,7*2,5*6	=430,50	mq
P =	=0,05*25*430,50	=538,13	kN
A_{lat} =	=(0,8)*14,8+0,8*28,7	=34,80	mq
P_{lat} =	=0,07*25*34,80	=60,90	kN
P_{TOT} =	=538,13+60,90	=599,03	kN

Confronto valori di calcolo – valori da modello FEM

OutputCase	FZ SAP2000	FZ da calcolo	Δ%
	KN	KN	
DEAD	4059,99	4061,29	-0,03%
SOLETTA	598,88	599,03	-0,02%
PANNELLI FV	129,44	129,15	0,22%
ISOLANTE	129,44	129,15	0,22%
MASSETTO	258,30	258,30	0,00%
IMPIANTI	129,44	129,15	0,22%
NEVE	206,64	206,64	0,00%
PANNELLI	3301,72	3301,72	0,00%

I valori ottenuti dal software sono i medesimi di quelli attesi. Si conclude quindi che il modello numerico risulta essere validato ed i risultati ottenuti sono quindi "accettabili".

"STOCCAGGIO"

Valori di calcolo

DEAD

$P_{pil,i}$ =	=0,7^2*7,5*25	=91,88	kN
P_{pil} =	=91,88*14	=1286,25	kN
P_{travi} =	=((0,4*0,8*2)*15,2+(0,56*2)*37,65)*25	=1297,40	kN
$P_{teg,i}$ =	=0,3546*15,2*25	=134,75	kN
P_{teg} =	=134,75*15	=2021,22	kN
P_{TOT} =	=1286,25+1297,40+2021,22	=4604,87	kN

IMPIANTI

A =	=15,2*(2,5*15+0,4*2)	=582,16	mq
P_{TOT} =	=0,3*582,16	=174,65	kN

ISOLANTE

A =	=15,2*(2,5*15+0,4*2)	=582,16	mq
P_{TOT} =	=0,3*582,16	=174,65	kN

MASSETTO

A =	=15,2*(2,5*15+0,4*2)	=582,16	mq
P_{TOT} =	=0,6*582,16	=349,30	kN

NEVE

A =	=15,2*(2,5*15+0,4*2)	=582,16	mq
P_{TOT} =	=0,48*582,16	=279,44	kN

PANNELLI

A =	=(15,2+37,65)*2*9	=951,30	mq
P_{TOT} =	=4*951,30	=3805,20	kN

PANNELLI FV

A =	=15,2*(2,5*15+0,4*2)	=582,16	mq
P_{TOT} =	=0,3*582,16	=174,65	kN

SOLETTA

A =	=2,5*15*15,2	=570,00	mq
P =	=0,05*25*570,00	=712,50	kN
A_{lat} =	=0,4*(15,2+37,65)*2	=42,28	mq
P_{lat} =	=0,07*25*43,28	=73,99	kN
P_{TOT} =	=712,50+73,99	=786,49	kN

Confronto valori di calcolo – valori da modello FEM

OutputCase	FZ SAP2000	FZ da calcolo	Δ%
	KN	KN	
DEAD	4603.72	4604.87	-0.02%
SOLETTA	786.41	786.49	-0.01%
PANNELLI FV	174.80	174.65	0.09%
ISOLANTE	174.80	174.65	0.09%
MASSETTO	349.30	349.30	0.00%
IMPIANTI	174.80	174.65	0.09%
NEVE	279.38	279.44	-0.02%
PANNELLI	3805.20	3805.20	0.00%

I valori ottenuti dal software sono i medesimi di quelli attesi. Si conclude quindi che il modello numerico risulta essere validato ed i risultati ottenuti sono quindi "accettabili".

"CORRIDOIO"

Valori di calcolo

DEAD

$P_{pil,i}$ =	=0,7^2*8,94*25	=109,52	kN
P_{pil} =	=109,52*13	=1423,70	kN
P_{travi} =	=(0,56*2*41,5+0,4*0,8*16*2)*25	=1418,00	kN
P_{TOT} =	=1423,70+1418	=2841,70	kN

G2

A =	=41,5*16	=664,00	mq
P_{TOT} =	=(0,3+0,3+0,3+0,6)*664	=996,00	kN

NEVE

A =	=41,5*16	=664,00	mq

P_{TOT} =	=0,48*664	=318,72	kN

PANNELLI

A =	=16*8,94	=143,04	mq
P_{TOT} =	=4*143,04	=572,16	kN

SOLETTA+TEGOLI

A =	=41,5*16	=664,00	mq
P_{TOT} =	=4,79*664	=3180,56	kN

Confronto valori di calcolo – valori da modello FEM

OutputCase	FZ SAP2000	FZ da calcolo	Δ%
	KN	KN	
DEAD	2840,86	2841,70	-0,03%
SOLETTA+TEGOLI	3180,56	3180,56	0,00%
G2	996,00	996,00	0,00%
PANNELLI	572,16	572,16	0,00%
NEVE	318,72	318,72	0,00%

I valori ottenuti dal software sono i medesimi di quelli attesi. Si conclude quindi che il modello numerico risulta essere validato ed i risultati ottenuti sono quindi "accettabili".

6.2 I pilastri

Si riporta di seguito la verifica dei pilastri in calcestruzzo armato: l'analisi flessionale a SLU e quella in esercizio sono state condotte mediante il modulo PRELIM 8.2 del programma di calcolo Eng8 della SIGMAc SOFT. Le verifiche inerenti alle sollecitazioni taglianti sono invece state portate a termine attraverso fogli di calcolo Excell opportunamente compilati e validati per rispettare la Normativa corrente.

Tutti i pilastri presentano sezione 70x70cm: vengono di seguito differenziati per il quantitativo di armatura, dimensionata in base alle sollecitazioni già riportate, ottenute dai diversi modelli.

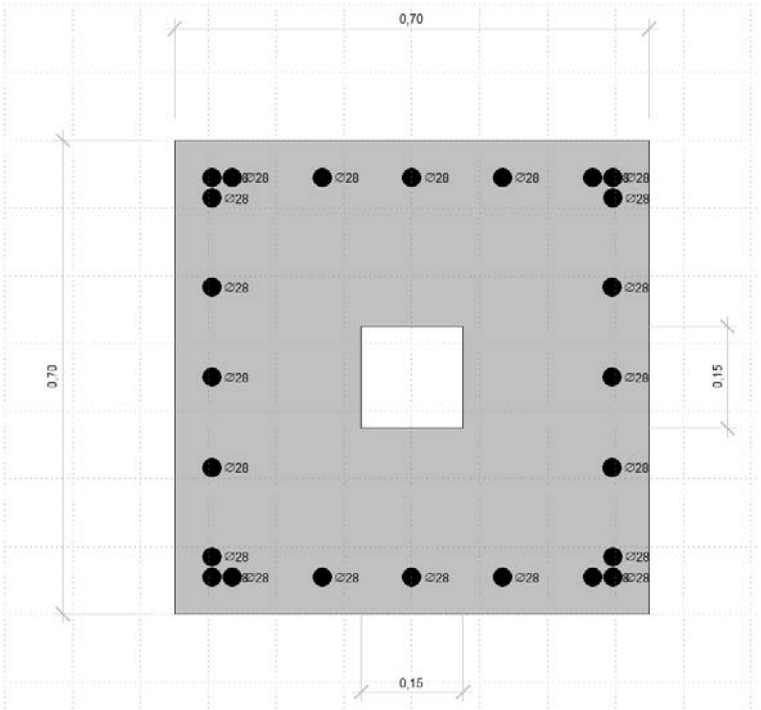
- "Raffinazione finale" → Armatura longitudinale 24ϕ28
- "Maturazione secondaria" → Armatura longitudinale 24ϕ24
- "Conferimento raffinazione finale"/"Stoccaggio"/"Corridoio biotunnel" → Armatura longitudinale 24ϕ20

6.2.1 Sezione 70x70/24ϕ28 ("Raffinazione finale"): verifica flessionale a SLU

Dati generali

PRELIM ed. 8.2- 12/2010 procedure LIMD,LIMP 6.0 - SIGMAc Soft
Unità di misura utilizzate: Lunghezze: m Forze: KN Angoli: rad

Caratteristiche geometriche



Sezione :

vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	-0,35	0,00
2	-0,35	0,70

3	0,35	0,70
4	0,35	0,00
5	-0,35	0,00
6	-0,07	0,28
7	0,07	0,28
8	0,07	0,42
9	-0,07	0,42
10	-0,07	0,28

Armature longitudinali :

armatura	Coordinata X	Coordinata Y	Area	Ø
1	-0,29	0,65	0,00	28
2	-0,27	0,65	0,00	28
3	-0,13	0,65	0,00	28
4	0,00	0,65	0,00	28
5	0,13	0,65	0,00	28
6	0,27	0,65	0,00	28
7	0,30	0,65	0,00	28
8	-0,29	0,61	0,00	28
9	0,30	0,61	0,00	28
10	-0,29	0,48	0,00	28
11	0,29	0,48	0,00	28
12	-0,29	0,35	0,00	28
13	0,29	0,35	0,00	28
14	-0,29	0,22	0,00	28
15	0,29	0,22	0,00	28
16	-0,29	0,09	0,00	28
17	0,30	0,09	0,00	28
18	-0,29	0,06	0,00	28
19	-0,27	0,06	0,00	28
20	-0,13	0,06	0,00	28
21	0,00	0,06	0,00	28
22	0,13	0,06	0,00	28
23	0,27	0,06	0,00	28
24	0,30	0,06	0,00	28

Sezione di calcestruzzo :

Area= 0,47

Coordinate baricentro: x= 0,00 y= 0,35

J_{xx} = 0,02

J_{yy} = 0,02

Sezione di c.a.

Area= 0,69

Coordinate baricentro: x= 0,00 y= 0,35

J_{xx} = 0,03

J_{yy} = 0,03

Materiali

Sezione di calcestruzzo C60/75

C60/75

Fattore di sicurezza parziale= 1,500

Coefficiente riduttivo carichi lunga durata= 0,85

Fattore di conversione R_{ck} ----> f_{ck}= 0,83

Resistenza caratteristica cubica R_{ck}= 75000,00

Resistenza di calcolo 0.85 x f_{cd}= 35275,00

Valori limite deformazione: ε_{inf} = -0,0035 ε_{sup} = 1

Armatura B450

B450

Fattore di sicurezza parziale= 1,150

Resistenza caratteristica f_{yk}= 450000,00

Resistenza di calcolo f_{yd}= 391304,30

Valori limite deformazione: ε_{inf} = -0,01 ε_{sup} = 0,01

Sollecitazioni Resistenti (M,N)

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-22267	-0,0035 (sez)	5776	0,01 (arm)
Mx	-1661	-0,0035 (sez)	1661	-0,0035 (sez)

My	-1661	-0,0035 (sez)	1663	-0,0035 (sez)	

Sollecitazioni di progetto

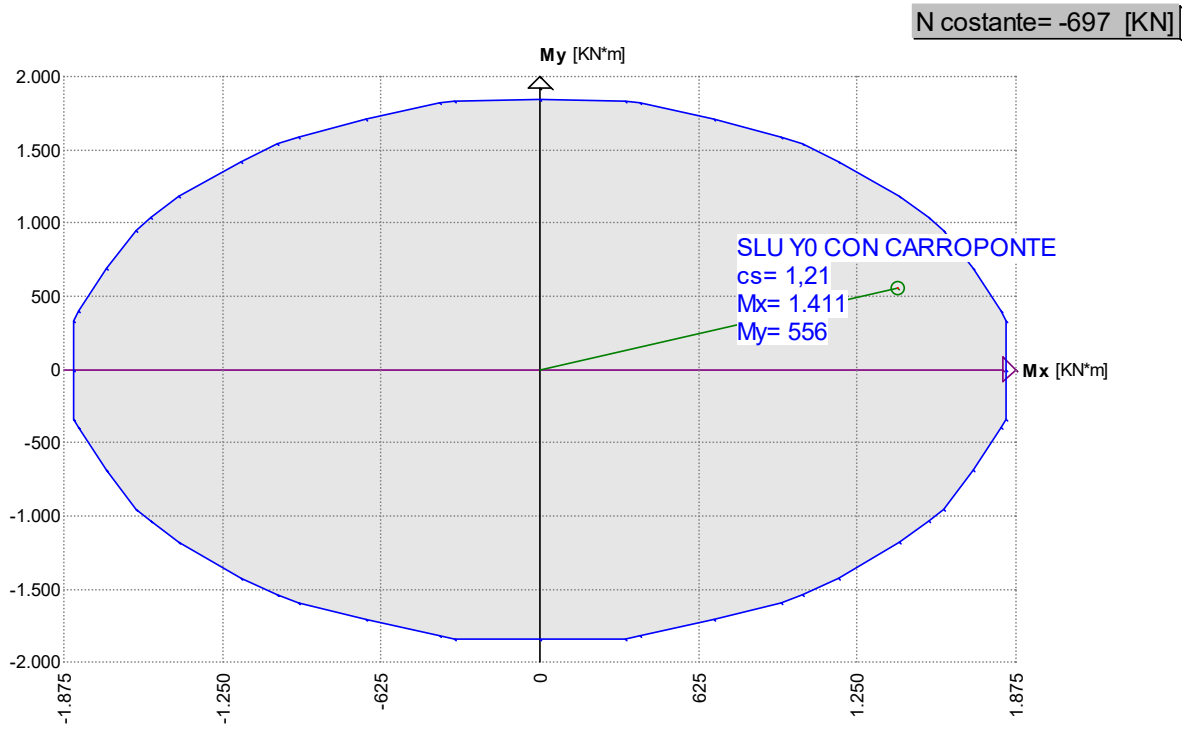
Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	SLV Y0	-861	0,00	0,00	674	626
2	SLV Y0 CON CARRO..	-754	0,00	0,00	627	629
3	SLV Y+	-861	0,00	0,00	674	625
4	SLV Y+ CON CARRO..	-754	0,00	0,00	626	626
5	SLU Y0	-794	0,00	0,00	1415	549
6	SLU Y0 CON CARRO..	-697	0,00	0,00	1411	556
7	SLU Y+	-826	0,00	0,00	1191	539
8	SLU Y+ CON CARRO..	-724	0,00	0,00	1219	545

Verifiche

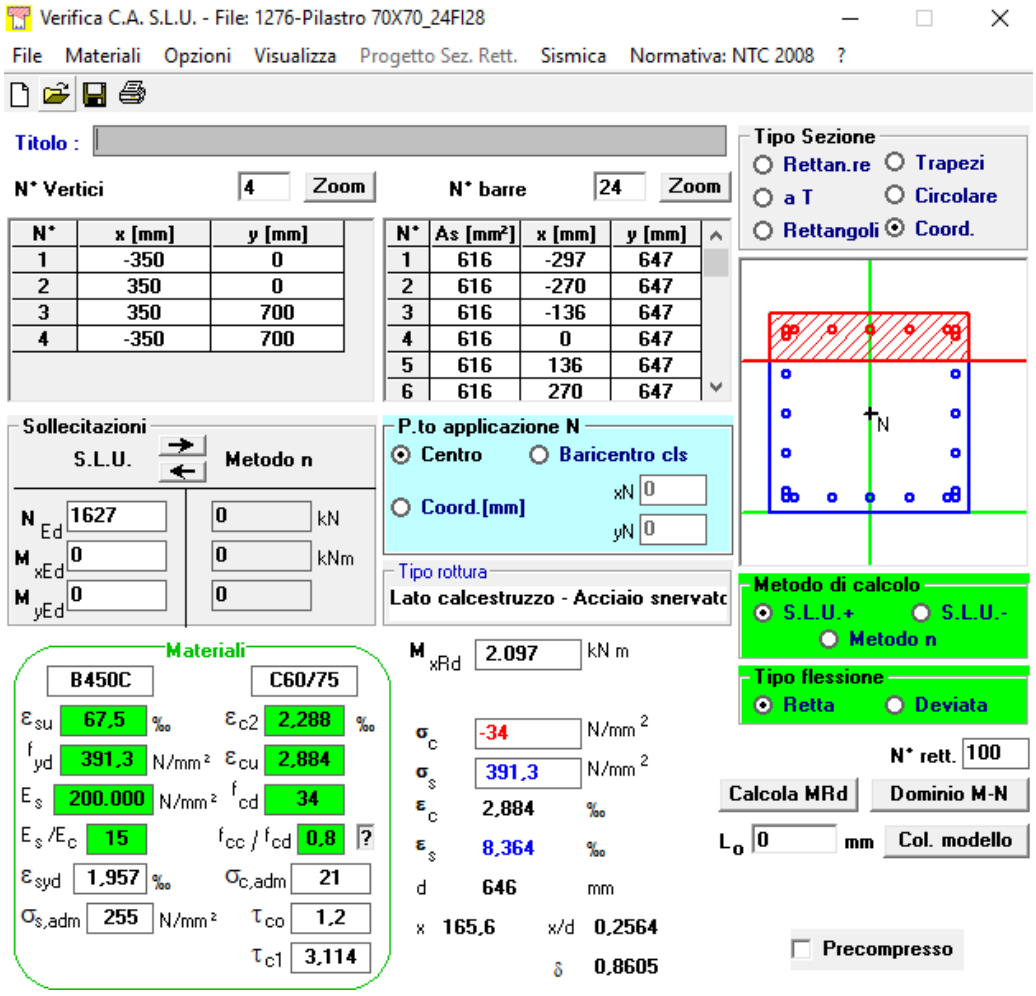
Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2,1470	sezione
2	2,1968	sezione
3	2,1488	sezione
4	2,2046	sezione
5	1,2513	sezione
6	1,2344	sezione
7	1,4881	sezione
8	1,4273	sezione

Come si può notare, per tutte le combinazioni il pilastro risulta verificato.

Si riporta un'immagine con la rappresentazione del dominio relativo al valore di verifica risultato più gravoso.



Si riporta infine un'immagine con la massima resistenza flessionale ottenuta agli SLU, avendo inserito l'azione assiale media rilevata alla base dei pilastri della "Raffinazione finale": tale valore risulta utile nel seguito al fine delle verifiche secondo la Gerarchia delle resistenze.



Il momento resistente, ottenuto mediante il programma VCA SLU, messo a punto dal Professor Piero Gelfi, risulta pari a:

M_{Rd} = 2097 kNm

6.2.2 Sezione 70x70/24ϕ28 ("Raffinazione finale"): verifica a taglio a SLU

Si indicano due valori di sollecitazione per la verifica a taglio, corrispondenti a:

- La massima azione tagliante tra quelle rilevate sui pilastri a SLU e a SLV (riportata con puro valore informativo, in quanto non costituisce il termine maggiore);
- Il valore del taglio sismico, che, in base ai criteri di gerarchia delle resistenze del Par. 7.4.4.2.1 delle NTC, risulta pari a $V_{Ed} = \gamma_{Rd} M_{Rd} / l_p$

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C60/75	R_{ck} =	75	N/mm²	f_{ck} =	60	N/mm²
	γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85	f_{cd} =	34,00	N/mm²

			E_c =	39100	N/mm²	f_{ctm} =	4,60 N/mm²
Acciaio	B450C		E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450 N/mm²
γ_s =	1,15		ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3 N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	700	mm base
H =	700	mm altezza
c =	54	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
7	28	4310	54
7	28	4310	646
	Σ	8621	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Taglio

Combinazione	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU	151,00	325,40			325,40	**2,15**
ENV_NL-SLU	146,00	325,40			325,40	**2,23**
ENV_SLV	61,56	325,40			325,40	**5,29**
GERARCHIA RESIST.	209,70	325,40			325,40	**1,55**

Come si può notare dai calcoli sopra riportati, la verifica a taglio risulta soddisfatta senza l'inserimento di specifica armatura: si prescrive quindi l'adozione dell'armatura minima prevista in Normativa.

6.2.3 Sezione 70x70/24ϕ28 ("Raffinazione finale"): verifica a SLE

Dati generali

```
PRELIM ed. 8.2- 12/2010  procedura PREFLE 6.1 - SIGMAc Soft
Unità di misura utilizzate:  Lunghezze: mm      Forze: N      Angoli: rad
```

Dati dei materiali

```
Calcestruzzo:  C60/75  σadm = 37,35
Acciaio:  B450  σadm = 360,00
Coefficiente di omogeneizzazione = 15,00
Sezione non reagente a trazione
```

Caratteristiche geometriche

Sezione :

vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	-350,00	0,00
2	-350,00	700,00
3	350,00	700,00
4	350,00	0,00
5	-350,00	0,00
6	-75,00	275,00
7	75,00	275,00
8	75,00	425,00
9	-75,00	425,00
10	-75,00	275,00

Armature longitudinali :

armatura	Coordinata X	Coordinata Y	Area	Ø
1	-295,00	645,00	615,75	28
2	-265,00	645,00	615,75	28
3	-132,00	645,00	615,75	28
4	0,00	645,00	615,75	28
5	133,00	645,00	615,75	28
6	266,00	645,00	615,75	28
7	296,00	645,00	615,75	28
8	-295,00	615,00	615,75	28
9	296,00	615,00	615,75	28
10	-295,00	483,00	615,75	28
11	295,00	483,00	615,75	28
12	-295,00	350,00	615,75	28
13	295,00	350,00	615,75	28
14	-295,00	217,00	615,75	28
15	295,00	217,00	615,75	28
16	-295,00	85,00	615,75	28
17	296,00	85,00	615,75	28
18	-295,00	55,00	615,75	28
19	-265,00	55,00	615,75	28
20	-132,00	55,00	615,75	28
21	0,00	55,00	615,75	28
22	133,00	55,00	615,75	28
23	266,00	55,00	615,75	28
24	296,00	55,00	615,75	28

Sezione di calcestruzzo :

Area= 467500,00

Coordinate baricentro: x= 0,00 y= 350,00

J_{xx} = 1,996615E10

J_{yy} = 1,996615E10

Sezione di c.a.

Area= 689170,80

Coordinate baricentro: x= 0,11 y= 350,00

J_{xx} = 3,446716E10

J_{yy} = 3,44939E10

Combinazioni caratteristiche (rare) :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-819000	0,00	0,00	9,43E8	1,86E8
2	-718000	0,00	0,00	9,4E8	1,88E8
3	-840000	0,00	0,00	7,94E8	1,85E8
4	-736000	0,00	0,00	8,17E8	1,86E8

Combinazioni frequenti :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-819000	0,00	0,00	9,43E8	1,86E8
2	-718000	0,00	0,00	9,4E8	1,88E8
3	-840000	0,00	0,00	7,94E8	1,85E8
4	-736000	0,00	0,00	8,17E8	1,86E8

Combinazioni quasi permanenti :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-819000	0,00	0,00	9,43E8	1,86E8
2	-718000	0,00	0,00	9,4E8	1,88E8
3	-840000	0,00	0,00	7,95E8	1,85E8
4	-736000	0,00	0,00	8,17E8	1,86E8

Risultati delle verifiche

Combinazione caratteristica (rara): RARA Y0

asse neutro: da x=-350,00 y=229,46 a x=350,00 y=363,19

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-9,73
2	0,00
3	0,00
4	-15,39
5	-9,73
6	-0,30
7	-1,51
8	0,00
9	0,00
10	-0,30

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	257,55
2	253,90
3	237,75
4	221,71

5	205,56
6	189,41
7	185,76
8	238,47
9	166,69
10	154,54
11	82,88
12	69,97
13	-1,69
14	-14,59
15	-86,25
16	-98,52
17	-170,31
18	-117,60
19	-121,24
20	-137,39
21	-153,43
22	-169,58
23	-185,74
24	-189,38

Combinazione caratteristica (rara): RARA Y0 CON CARROPONTE

asse neutro: da x=-350,00 y=222,82 a x=350,00 y=357,93

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-9,52
2	0,00
3	0,00
4	-15,29
5	-9,52
6	-0,04
7	-1,27
8	0,00
9	0,00
10	-0,04

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	263,76
2	260,05
3	243,60
4	227,27
5	210,82
6	194,37
7	190,66
8	244,54
9	171,44
10	159,95
11	86,97
12	74,71
13	1,74
14	-10,52
15	-83,49
16	-95,11
17	-168,20
18	-114,33
19	-118,04
20	-134,49
21	-150,82
22	-167,27
23	-183,72
24	-187,43

Combinazione caratteristica (rara): RARA Y+

asse neutro: da x=-350,00 y=227,23 a x=350,00 y=386,23

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-7,95
2	0,00
3	0,00
4	-13,52
5	-7,95
6	-0,51
7	-1,71
8	0,00
9	0,00
10	-0,51

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	212,78
2	209,21
3	193,35
4	177,61
5	161,75

6	145,89
7	142,31
8	197,03
9	126,56
10	127,73
11	57,38
12	57,91
13	-12,45
14	-11,92
15	-82,28
16	-81,22
17	-151,70
18	-96,97
19	-100,55
20	-116,41
21	-132,15
22	-148,01
23	-163,87
24	-167,45

Combinazione caratteristica (rara): RARA Y+ CON CARROPONTE

asse neutro: da x=-350,00 y=220,48 a x=350,00 y=375,01

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-8,07
2	0,00
3	0,00
4	-13,73
5	-8,07
6	-0,23
7	-1,44
8	0,00
9	0,00
10	-0,23

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	226,49
2	222,86
3	206,73
4	190,73
5	174,61
6	158,48
7	154,84
8	210,02
9	138,37
10	137,52
11	65,99
12	64,48
13	-7,05
14	-8,57
15	-80,10
16	-81,07
17	-152,71
18	-97,54
19	-101,18
20	-117,30
21	-133,31
22	-149,43
23	-165,55
24	-169,19

Combinazione frequente: RARA Y0

asse neutro: da x=-350,00 y=229,46 a x=350,00 y=363,19

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-9,73
2	0,00
3	0,00
4	-15,39
5	-9,73
6	-0,30
7	-1,51
8	0,00
9	0,00
10	-0,30

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	257,55
2	253,90
3	237,75
4	221,71
5	205,56
6	189,41

7	185,76
8	238,47
9	166,69
10	154,54
11	82,88
12	69,97
13	-1,69
14	-14,59
15	-86,25
16	-98,52
17	-170,31
18	-117,60
19	-121,24
20	-137,39
21	-153,43
22	-169,58
23	-185,74
24	-189,38

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 5541,77

$A_{cls,eff}$ = 102826,87 ρ_{eff} = 0,0539

Tensione baricentrica = 217,42

Copriferro = 41,99

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 28,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000754 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=231,1026

Ampiezza fessure w_d = 0,1742 (<0,3000)

Combinazione frequente: RARA Y0 CON CARROPONTE

asse neutro: da x=-350,00 y=222,82 a x=350,00 y=357,93

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-9,52
2	0,00
3	0,00
4	-15,29
5	-9,52
6	-0,04
7	-1,27
8	0,00
9	0,00
10	-0,04

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	263,76
2	260,05
3	243,60
4	227,27
5	210,82
6	194,37
7	190,66
8	244,54
9	171,44
10	159,95
11	86,97
12	74,71
13	1,74
14	-10,52
15	-83,49
16	-95,11
17	-168,20
18	-114,33
19	-118,04
20	-134,49
21	-150,82
22	-167,27
23	-183,72
24	-187,43

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 5541,77

$A_{cls,eff}$ = 102532,62 ρ_{eff} = 0,0540

Tensione baricentrica = 222,95

Copriferro = 42,02

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 28,00
Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42
Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6
Deformazione media ε_{sm}=0,000781 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=230,9197
Ampiezza fessure w_d = 0,1804 (<0,3000)

Combinazione frequente: RARA Y+

asse neutro: da x=-350,00 y=227,23 a x=350,00 y=386,23

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-7,95
2	0,00
3	0,00
4	-13,52
5	-7,95
6	-0,51
7	-1,71
8	0,00
9	0,00
10	-0,51

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	212,78
2	209,21
3	193,35
4	177,61
5	161,75
6	145,89
7	142,31
8	197,03
9	126,56
10	127,73
11	57,38
12	57,91
13	-12,45
14	-11,92
15	-82,28
16	-81,22
17	-151,70
18	-96,97
19	-100,55
20	-116,41
21	-132,15
22	-148,01
23	-163,87
24	-167,45

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 4926,02
$A_{cls,eff}$ = 97583,02 ρ_{eff} = 0,0505
Tensione baricentrica = 179,99
Copriferro = 42,40

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 28,00
Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42
Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6
Deformazione media ε_{sm}=0,000555 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=238,4570
Ampiezza fessure w_d = 0,1323 (<0,3000)

Combinazione frequente: RARA Y+ CON CARROPONTE

asse neutro: da x=-350,00 y=220,48 a x=350,00 y=375,01

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-8,07
2	0,00
3	0,00
4	-13,73
5	-8,07
6	-0,23
7	-1,44
8	0,00
9	0,00
10	-0,23

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	226,49
2	222,86
3	206,73
4	190,73
5	174,61
6	158,48
7	154,84
8	210,02
9	138,37
10	137,52
11	65,99
12	64,48
13	-7,05
14	-8,57
15	-80,10
16	-81,07
17	-152,71
18	-97,54
19	-101,18
20	-117,30
21	-133,31
22	-149,43
23	-165,55
24	-169,19

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 4926,02

$A_{cls,eff}$ = 98492,85 ρ_{eff} = 0,0500

Tensione baricentrica = 193,09

Copriferro = 42,32

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 28,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

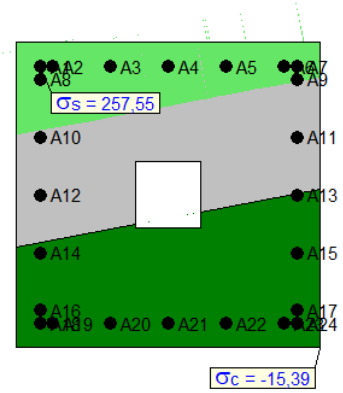
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000616 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=239,0751

Ampiezza fessure w_d = 0,1474 (<0,3000)

Combinazione quasi permanente: RARA Y0



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA Y0
N= -819000
M x-x= 943000000
M y-y= 186000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350,00 y=229,46
a x=350,00 y=363,19

Ampiezza fessure:
Wd=0,1742 (< 0,2000)

asse neutro: da x=-350,00 y=229,46 a x=350,00 y=363,19

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-9,73
2	0,00
3	0,00
4	-15,39
5	-9,73
6	-0,30
7	-1,51
8	0,00
9	0,00
10	-0,30

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione

1	257,55
2	253,90
3	237,75
4	221,71
5	205,56
6	189,41
7	185,76
8	238,47
9	166,69
10	154,54
11	82,88
12	69,97
13	-1,69
14	-14,59
15	-86,25
16	-98,52
17	-170,31
18	-117,60
19	-121,24
20	-137,39
21	-153,43
22	-169,58
23	-185,74
24	-189,38

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 5541,77

$A_{cls,eff}$ = 102826,87 ρ_{eff} = 0,0539

Tensione baricentrica = 217,42

Copriferro = 41,99

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 28,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

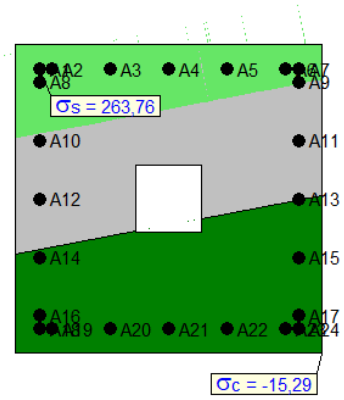
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000754 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=231,1026

Ampiezza fessure w_d = 0,1742 (<0,2000)

Combinazione quasi permanente: RARA Y0 CON CARROPONTE



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA Y0 CON CARROPONTE
N= -718000
M x-x= 940000000
M y-y= 188000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350,00 y=222,82
a x=350,00 y=357,93

Ampiezza fessure:
Wd=0,1804 (< 0,2000)

asse neutro: da x=-350,00 y=222,82 a x=350,00 y=357,93

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-9,52
2	0,00
3	0,00
4	-15,29
5	-9,52
6	-0,04
7	-1,27
8	0,00
9	0,00
10	-0,04

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	263,76
2	260,05
3	243,60
4	227,27

5	210,82
6	194,37
7	190,66
8	244,54
9	171,44
10	159,95
11	86,97
12	74,71
13	1,74
14	-10,52
15	-83,49
16	-95,11
17	-168,20
18	-114,33
19	-118,04
20	-134,49
21	-150,82
22	-167,27
23	-183,72
24	-187,43

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 5541,77

$A_{cls,eff}$ = 102532,62 ρ_{eff} = 0,0540

Tensione baricentrica = 222,95

Copriferro = 42,02

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 28,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

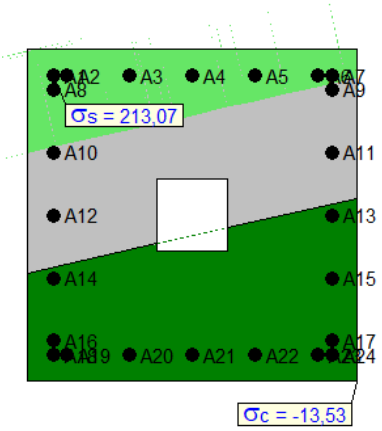
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000781 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=230,9197

Ampiezza fessure w_d = 0,1804 (<0,2000)

Combinazione quasi permanente: RARA Y+



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA Y+
N= -840000
M x-x= 795000000
M y-y= 185000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350,00 y=227,26
a x=350,00 y=386,05

Ampiezza fessure:
Wd=0,1326 (< 0,2000)

asse neutro: da x=-350,00 y=227,26 a x=350,00 y=386,05

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-7,96
2	0,00
3	0,00
4	-13,53
5	-7,96
6	-0,51
7	-1,71
8	0,00
9	0,00
10	-0,51

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	213,07
2	209,50
3	193,63
4	177,89
5	162,03
6	146,17

7	142,59
8	197,30
9	126,82
10	127,90
11	57,54
12	57,98
13	-12,38
14	-11,94
15	-82,31
16	-81,34
17	-151,82
18	-97,12
19	-100,69
20	-116,55
21	-132,30
22	-148,16
23	-164,02
24	-167,60

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 4926,02

$A_{cls,eff}$ = 97625,01 ρ_{eff} = 0,0505

Tensione baricentrica = 180,27

Copriferro = 42,40

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 28,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

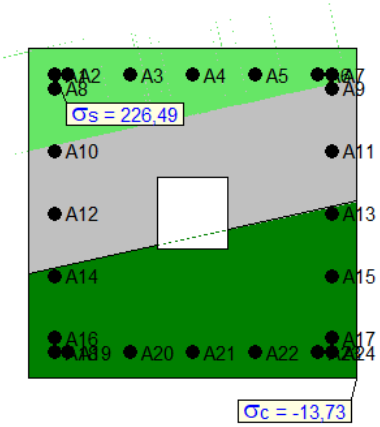
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000556 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=238,4853

Ampiezza fessure w_d = 0,1326 (<0,2000)

Combinazione quasi permanente: RARA Y+ CON CARROPONTE



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA Y+ CON CARROPONTE
N= -736000
M x-x= 817000000
M y-y= 186000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350,00 y=220,48
a x=350,00 y=375,01

Ampiezza fessure:
Wd=0,1474 (< 0,2000)

asse neutro: da x=-350,00 y=220,48 a x=350,00 y=375,01

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-8,07
2	0,00
3	0,00
4	-13,73
5	-8,07
6	-0,23
7	-1,44
8	0,00
9	0,00
10	-0,23

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	226,49
2	222,86
3	206,73
4	190,73
5	174,61
6	158,48
7	154,84
8	210,02

9	138,37
10	137,52
11	65,99
12	64,48
13	-7,05
14	-8,57
15	-80,10
16	-81,07
17	-152,71
18	-97,54
19	-101,18
20	-117,30
21	-133,31
22	-149,43
23	-165,55
24	-169,19

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 4926,02

$A_{cls,eff}$ = 98492,85 ρ_{eff} = 0,0500

Tensione baricentrica = 193,09

Copriferro = 42,32

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 28,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000616 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=239,0751

Ampiezza fessure w_d = 0,1474 (<0,2000)

Tensioni massime nei materiali

Combinazioni rare :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-15,39	0,00	257,55	-189,38
2	-15,29	0,00	263,76	-187,43
3	-13,52	0,00	212,78	-167,45
4	-13,73	0,00	226,49	-169,19

Combinazioni frequenti :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-15,39	0,00	257,55	-189,38
2	-15,29	0,00	263,76	-187,43
3	-13,52	0,00	212,78	-167,45
4	-13,73	0,00	226,49	-169,19

Combinazioni quasi permanenti :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-15,39	0,00	257,55	-189,38
2	-15,29	0,00	263,76	-187,43
3	-13,53	0,00	213,07	-167,60
4	-13,73	0,00	226,49	-169,19

Come si può notare, tutte le tensioni agenti nei materiali, nonché l'ampiezza delle fessure calcolate, rientrano ampiamente nei limiti normativi imposti.

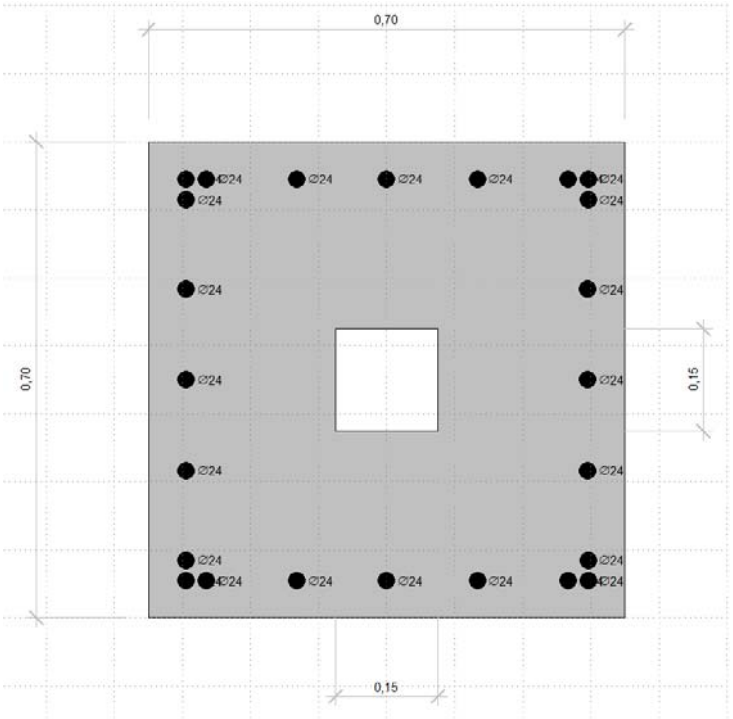
6.2.4 Sezione 70x70/24ϕ24 ("Maturazione secondaria"): verifica flessionale a SLU

Dati generali

PRELIM ed. 8.2- 12/2010 procedure LIMD,LIMP 6.0 - SIGMAc Soft

Unità di misura utilizzate: Lunghezze: m Forze: KN Angoli: rad

Caratteristiche geometriche



Sezione :

vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	-0,35	0,00
2	-0,35	0,70
3	0,35	0,70
4	0,35	0,00
5	-0,35	0,00
6	-0,07	0,28
7	0,07	0,28
8	0,07	0,42
9	-0,07	0,42
10	-0,07	0,28

Armature longitudinali :

armatura	Coordinata X	Coordinata Y	Area	Ø
1	-0,29	0,65	0,00	24
2	-0,27	0,65	0,00	24
3	-0,13	0,65	0,00	24
4	0,00	0,65	0,00	24
5	0,13	0,65	0,00	24
6	0,27	0,65	0,00	24
7	0,30	0,65	0,00	24
8	-0,29	0,61	0,00	24
9	0,30	0,61	0,00	24
10	-0,29	0,48	0,00	24
11	0,29	0,48	0,00	24
12	-0,29	0,35	0,00	24
13	0,29	0,35	0,00	24
14	-0,29	0,22	0,00	24
15	0,29	0,22	0,00	24
16	-0,29	0,09	0,00	24
17	0,30	0,09	0,00	24
18	-0,29	0,06	0,00	24
19	-0,27	0,06	0,00	24
20	-0,13	0,06	0,00	24
21	0,00	0,06	0,00	24
22	0,13	0,06	0,00	24
23	0,27	0,06	0,00	24
24	0,30	0,06	0,00	24

Sezione di calcestruzzo :

Area= 0,47

Coordinate baricentro: x= 0,00 y= 0,35

J_{xx} = 0,02

J_{yy} = 0,02

Sezione di c.a.

Area= 0,63

Coordinate baricentro: x= 0,00 y= 0,35

J_{xx} = 0,03

J_{yy} = 0,03

Materiali

Sezione di calcestruzzo C60/75

C60/75

Fattore di sicurezza parziale= 1,500

Coefficiente riduttivo carichi lunga durata= 0,85

Fattore di conversione R_{ck} ----> f_{ck}= 0,83

Resistenza caratteristica cubica R_{ck}= 75000,00

Resistenza di calcolo 0.85 x f_{cd}= 35275,00

Valori limite deformazione: ε_{inf} = -0,0035 ε_{sup} = 1

Armatura B450

B450

Fattore di sicurezza parziale= 1,150

Resistenza caratteristica f_{yk}= 450000,00

Resistenza di calcolo f_{yd}= 391304,30

Valori limite deformazione: ε_{inf} = -0,01 ε_{sup} = 0,01

Sollecitazioni Resistenti (M,N)

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-20735	-0,0035 (sez)	4244	0,01 (arm)
Mx	-1242	0,01 (arm)	1242	0,01 (arm)
My	-1242	0,01 (arm)	1243	0,01 (arm)

Sollecitazioni di progetto

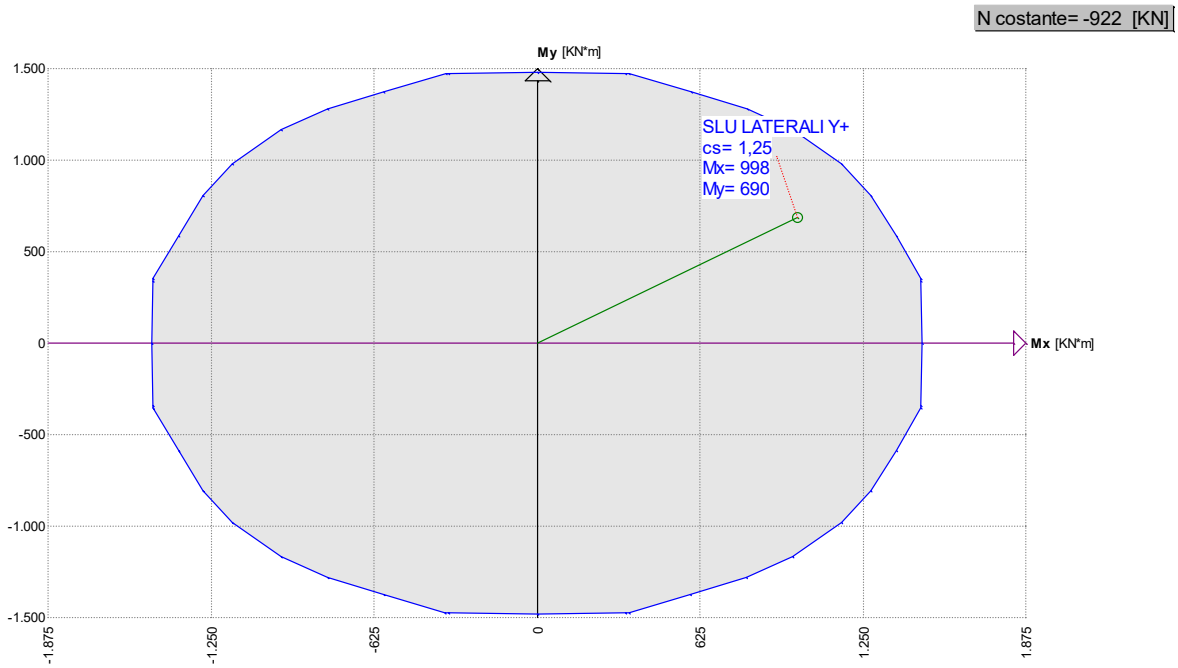
Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	SLU CENTRALI	-1045	0,00	0,00	693	458
2	SLU CENTRALI LAT..	-1099	0,00	0,00	735	731
3	SLU LATERALI SEC..	-582	0,00	0,00	794	794
4	SLU LATERALI Y0	-821	0,00	0,00	754	646
5	SLU LATERALI Y+	-922	0,00	0,00	998	690
6	SLV CENTRALI	-1233	0,00	0,00	533	511
7	SLV CENTRALI LAT..	-1227	0,00	0,00	546	517
8	SLV LATERALI SEC..	-582	0,00	0,00	545	527
9	SLV LATERALI Y0	-881	0,00	0,00	546	511
10	SLV LATERALI Y+	-989	0,00	0,00	546	537

Verifiche

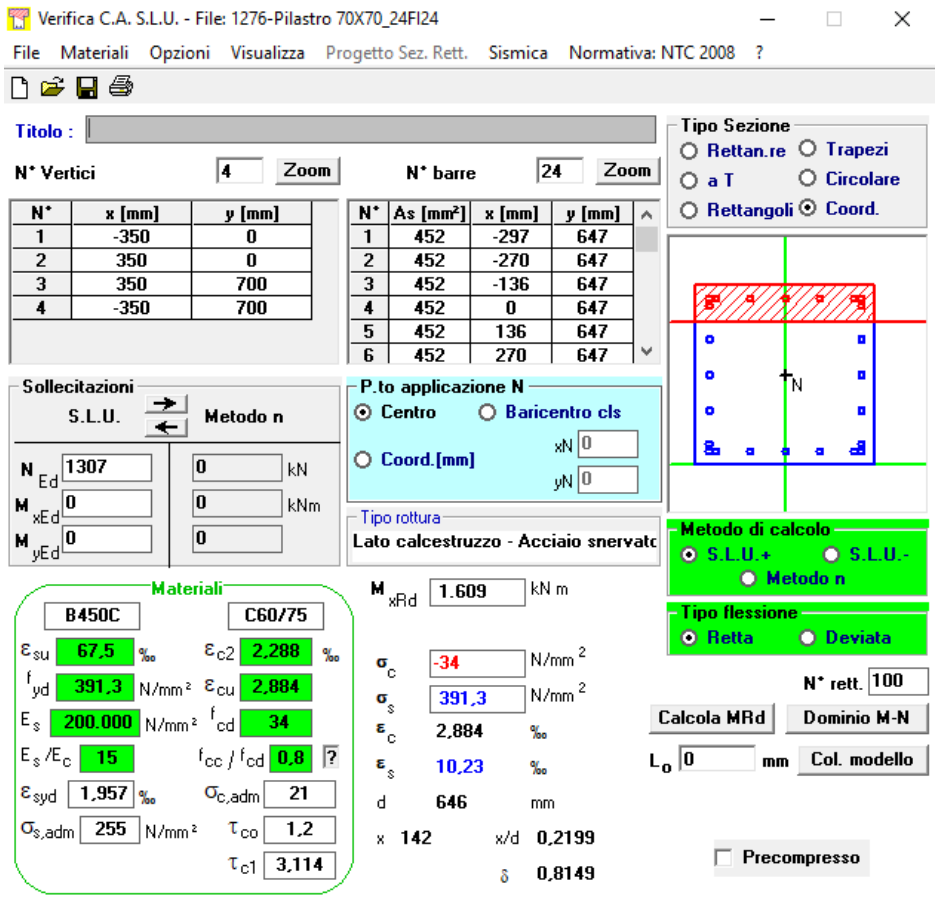
Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2,0428	sezione
2	1,5745	sezione
3	1,3272	sezione
4	1,5948	sezione
5	1,2937	sezione
6	2,4276	sezione
7	2,3698	sezione
8	2,0649	sezione
9	2,2223	sezione
10	2,2060	sezione

Come si può notare, per tutte le combinazioni il pilastro risulta verificato.

Si riporta un'immagine con la rappresentazione del dominio relativo al valore di verifica risultato più gravoso.



Si riporta infine un'immagine con la massima resistenza flessionale ottenuta agli SLU, avendo inserito l'azione assiale media rilevata alla base dei pilastri della "Maturazione secondaria": tale valore risulta utile nel seguito al fine delle verifiche secondo la Gerarchia delle resistenze.



Il momento resistente, ottenuto mediante il programma VCA SLU, messo a punto dal Professor Piero Gelfi, risulta pari a:

M_{Rd} = 1609 kNm

6.2.5 Sezione 70x70/24ϕ24 ("Maturazione secondaria"): verifica a taglio a SLU

Si indicano due valori di sollecitazione per la verifica a taglio, corrispondenti a:

- La massima azione tagliante tra quelle rilevate sui pilastri a SLU e a SLV (riportata con puro valore informativo, in quanto non costituisce il termine maggiore);
- Il valore del taglio sismico, che, in base ai criteri di gerarchia delle resistenze del Par. 7.4.4.2.1 delle NTC, risulta pari a $V_{Ed} = \gamma_{Rd} M_{Rd} / l_p$

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C60/75	R_{ck} =	75	N/mm²	f_{ck} =	60	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	34,00	N/mm²
		E_c =	39100	N/mm²	f_{ctm} =	4,60	N/mm²

Acciaio	B450C		E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450 N/mm²
γ_s =	1,15		ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3 N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B = 700 mm base
H = 700 mm altezza
c = 52 mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione
M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione
y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
7	24	3167	52
7	24	3167	648
	Σ	6333	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Taglio

Combinazione	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU	138,00	294,06			294,06	**2,13**
ENV_NL-SLU	146,00	294,06			294,06	**2,01**
ENV_SLV	51,00	294,06			294,06	**5,77**
GERARCHIA RESIST.	160,90	294,06			294,06	**1,83**

Come si può notare dai calcoli sopra riportati, la verifica a taglio risulta soddisfatta senza l'inserimento di specifica armatura: si prescrive quindi l'adozione dell'armatura minima prevista in Normativa.

6.2.6 Sezione 70x70/24ϕ24 ("Maturazione secondaria"): verifica a SLE

Dati generali

```
PRELIM ed. 8.2- 12/2010  procedura PREFLE 6.1 - SIGMAc Soft
Unità di misura utilizzate:  Lunghezze: mm      Forze: N      Angoli: rad
```

Dati dei materiali

```
Calcestruzzo:  C60/75  σadm = 37,35
Acciaio:  B450  σadm = 360,00
Coefficiente di omogeneizzazione = 15,00
Sezione non reagente a trazione
```

Caratteristiche geometriche

Sezione :

vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	-350,00	0,00
2	-350,00	700,00
3	350,00	700,00
4	350,00	0,00
5	-350,00	0,00
6	-75,00	275,00
7	75,00	275,00
8	75,00	425,00
9	-75,00	425,00
10	-75,00	275,00

Armature longitudinali :

armatura	Coordinata X	Coordinata Y	Area	Ø
1	-295,00	645,00	452,39	24

2	-265,00	645,00	452,39	24
3	-132,00	645,00	452,39	24
4	0,00	645,00	452,39	24
5	133,00	645,00	452,39	24
6	266,00	645,00	452,39	24
7	296,00	645,00	452,39	24
8	-295,00	615,00	452,39	24
9	296,00	615,00	452,39	24
10	-295,00	483,00	452,39	24
11	295,00	483,00	452,39	24
12	-295,00	350,00	452,39	24
13	295,00	350,00	452,39	24
14	-295,00	217,00	452,39	24
15	295,00	217,00	452,39	24
16	-295,00	85,00	452,39	24
17	296,00	85,00	452,39	24
18	-295,00	55,00	452,39	24
19	-265,00	55,00	452,39	24
20	-132,00	55,00	452,39	24
21	0,00	55,00	452,39	24
22	133,00	55,00	452,39	24
23	266,00	55,00	452,39	24
24	296,00	55,00	452,39	24

Sezione di calcestruzzo :

Area= 467500,00

Coordinate baricentro: x= 0,00 y= 350,00

J_{xx} = 1,996615E10

J_{yy} = 1,996615E10

Sezione di c.a.

Area= 630360,20

Coordinate baricentro: x= 0,09 y= 350,00

J_{xx} = 3,061996E10

J_{yy} = 3,06396E10

Combinazioni caratteristiche (rare) :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1118000	0,00	0,00	3,66E8	2,36E8
2	-1145000	0,00	0,00	3,84E8	4,07E8
3	-582000	0,00	0,00	4,03E8	4,39E8
4	-841000	0,00	0,00	4,09E8	3,46E8
5	-948000	0,00	0,00	5,52E8	3,72E8

Combinazioni frequenti :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1118000	0,00	0,00	3,66E8	2,36E8
2	-1145000	0,00	0,00	3,84E8	4,07E8
3	-582000	0,00	0,00	4,03E8	4,39E8
4	-841000	0,00	0,00	4,09E8	3,46E8
5	-948000	0,00	0,00	5,52E8	3,72E8

Combinazioni quasi permanenti :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1118000	0,00	0,00	3,66E8	2,36E8
2	-1145000	0,00	0,00	3,84E8	4,07E8
3	-582000	0,00	0,00	4,03E8	4,39E8
4	-841000	0,00	0,00	4,09E8	3,46E8
5	-948000	0,00	0,00	5,52E8	3,72E8

Risultati delle verifiche

Combinazione caratteristica (rara): RARA CENTRALI

asse neutro: da x=-350,00 y=169,00 a x=350,00 y=627,66

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2,76
2	0,00
3	0,00
4	-10,26
5	-2,76
6	-1,21
7	-2,82
8	-0,37
9	0,00
10	-1,21

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	107,91
2	103,08
3	81,71
4	60,50
5	39,13
6	17,75

7	12,93
8	100,55
9	5,57
10	68,17
11	-26,64
12	35,55
13	-59,26
14	2,93
15	-91,88
16	-29,44
17	-124,41
18	-36,80
19	-41,62
20	-62,99
21	-84,20
22	-105,58
23	-126,95
24	-131,77

Combinazione caratteristica (rara): RARA CENTRALI LATERALI

asse neutro: da x=-340,18 y=0,00 a x=321,35 y=700,00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0,00
2	0,00
3	-0,56
4	-13,42
5	0,00
6	-0,10
7	-3,02
8	-0,26
9	0,00
10	-0,10

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	164,56
2	155,81
3	117,03
4	78,54
5	39,76
6	0,98
7	-7,76
8	156,29
9	-16,03
10	119,92
11	-52,11
12	83,27
13	-88,76
14	46,62
15	-125,41
16	10,25
17	-162,07
18	1,98
19	-6,76
20	-45,54
21	-84,03
22	-122,81
23	-161,59
24	-170,34

Combinazione caratteristica (rara): RARA LATERALI SECONDARI

asse neutro: da x=-238,44 y=0,00 a x=350,00 y=645,75

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	-14,17
5	0,00
6	0,00
7	-1,51
8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	232,77
2	221,93
3	173,89
4	126,20
5	78,15
6	30,10
7	19,26

8	222,90
9	9,39
10	179,44
11	-33,71
12	135,66
13	-77,49
14	91,87
15	-121,28
16	48,42
17	-165,09
18	38,54
19	27,70
20	-20,35
21	-68,03
22	-116,08
23	-164,13
24	-174,97

Combinazione caratteristica (rara): RARA LATERALI Y0

asse neutro: da x=-350,00 y=24,83 a x=350,00 y=612,67

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0,52
2	0,00
3	0,00
4	-12,77
5	-0,52
6	0,00
7	-2,22
8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	179,43
2	171,56
3	136,64
4	101,99
5	67,07
6	32,16
7	24,28
8	170,06
9	14,91
10	128,79
11	-26,10
12	87,21
13	-67,67
14	45,64
15	-109,25
16	4,37
17	-150,78
18	-5,01
19	-12,88
20	-47,80
21	-82,45
22	-117,37
23	-152,28
24	-160,16

Combinazione caratteristica (rara): RARA LATERALI Y+

asse neutro: da x=-350,00 y=77,19 a x=350,00 y=540,82

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2,22
2	0,00
3	0,00
4	-15,58
5	-2,22
6	0,00
7	-2,41
8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	229,67
2	221,08
3	183,01
4	145,22
5	107,15
6	69,08
7	60,49
8	216,70

9	47,52
10	159,65
11	-9,24
12	102,16
13	-66,73
14	44,68
15	-124,21
16	-12,37
17	-181,55
18	-25,34
19	-33,92
20	-72,00
21	-109,78
22	-147,86
23	-185,93
24	-194,52

Combinazione frequente: RARA CENTRALI

asse neutro: da x=-350,00 y=169,00 a x=350,00 y=627,66

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2,76
2	0,00
3	0,00
4	-10,26
5	-2,76
6	-1,21
7	-2,82
8	-0,37
9	0,00
10	-1,21

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	107,91
2	103,08
3	81,71
4	60,50
5	39,13
6	17,75
7	12,93
8	100,55
9	5,57
10	68,17
11	-26,64
12	35,55
13	-59,26
14	2,93
15	-91,88
16	-29,44
17	-124,41
18	-36,80
19	-41,62
20	-62,99
21	-84,20
22	-105,58
23	-126,95
24	-131,77

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2261,95

$A_{cls,eff}$ = 52935,61 ρ_{eff} = 0,0427

Tensione baricentrica = 92,28

Copriferro = 53,75

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000270 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=278,2489

Ampiezza fessure w_d = 0,0752 (<0,3000)

Combinazione frequente: RARA CENTRALI LATERALI

asse neutro: da x=-340,18 y=0,00 a x=321,35 y=700,00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0,00
2	0,00
3	-0,56
4	-13,42

5	0,00
6	-0,10
7	-3,02
8	-0,26
9	0,00
10	-0,10

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	164,56
2	155,81
3	117,03
4	78,54
5	39,76
6	0,98
7	-7,76
8	156,29
9	-16,03
10	119,92
11	-52,11
12	83,27
13	-88,76
14	46,62
15	-125,41
16	10,25
17	-162,07
18	1,98
19	-6,76
20	-45,54
21	-84,03
22	-122,81
23	-161,59
24	-170,34

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2261,95

$A_{cls,eff}$ = 57549,88 ρ_{eff} = 0,0393

Tensione baricentrica = 142,72

Copriferro = 63,67

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000418 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=320,2990

Ampiezza fessure w_d = 0,1338 (<0,3000)

Combinazione frequente: RARA LATERALI SECONDARI

asse neutro: da x=-238,44 y=0,00 a x=350,00 y=645,75

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	-14,17
5	0,00
6	0,00
7	-1,51
8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	232,77
2	221,93
3	173,89
4	126,20
5	78,15
6	30,10
7	19,26
8	222,90
9	9,39
10	179,44
11	-33,71
12	135,66
13	-77,49
14	91,87
15	-121,28
16	48,42
17	-165,09

18	38,54
19	27,70
20	-20,35
21	-68,03
22	-116,08
23	-164,13
24	-174,97

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2261,95

$A_{cls,eff}$ = 68539,72 ρ_{eff} = 0,0330

Tensione baricentrica = 206,19

Copriferro = 62,41

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000603 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=335,8234

Ampiezza fessure w_d = 0,2027 (<0,3000)

Combinazione frequente: RARA LATERALI Y0

asse neutro: da x=-350,00 y=24,83 a x=350,00 y=612,67

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0,52
2	0,00
3	0,00
4	-12,77
5	-0,52
6	0,00
7	-2,22
8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	179,43
2	171,56
3	136,64
4	101,99
5	67,07
6	32,16
7	24,28
8	170,06
9	14,91
10	128,79
11	-26,10
12	87,21
13	-67,67
14	45,64
15	-109,25
16	4,37
17	-150,78
18	-5,01
19	-12,88
20	-47,80
21	-82,45
22	-117,37
23	-152,28
24	-160,16

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2261,95

$A_{cls,eff}$ = 62409,71 ρ_{eff} = 0,0362

Tensione baricentrica = 157,30

Copriferro = 59,82

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000460 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=315,9627

Ampiezza fessure w_d = 0,1455 (<0,3000)

Combinazione frequente: RARA LATERALI Y+

asse neutro: da x=-350,00 y=77,19 a x=350,00 y=540,82

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2,22
2	0,00
3	0,00
4	-15,58
5	-2,22
6	0,00
7	-2,41
8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	229,67
2	221,08
3	183,01
4	145,22
5	107,15
6	69,08
7	60,49
8	216,70
9	47,52
10	159,65
11	-9,24
12	102,16
13	-66,73
14	44,68
15	-124,21
16	-12,37
17	-181,55
18	-25,34
19	-33,92
20	-72,00
21	-109,78
22	-147,86
23	-185,93
24	-194,52

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2714,34

$A_{cls,eff}$ = 63158,51 ρ_{eff} = 0,0430

Tensione baricentrica = 192,55

Copriferro = 53,97

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

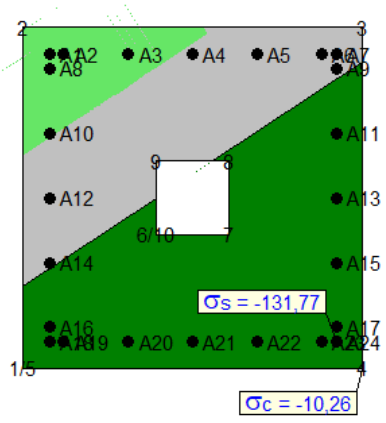
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000572 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=278,4312

Ampiezza fessure w_d = 0,1591 (<0,3000)

Combinazione quasi permanente: RARA CENTRALI



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA CENTRALI
N= -1118000
M x-x= 366000000
M y-y= 236000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350,00 y=169,00
a x=350,00 y=627,66

Ampiezza fessure:
Wd=0,0752 (< 0,2000)

asse neutro: da x=-350,00 y=169,00 a x=350,00 y=627,66

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2,76
2	0,00
3	0,00
4	-10,26
5	-2,76
6	-1,21
7	-2,82
8	-0,37
9	0,00
10	-1,21

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	107,91
2	103,08
3	81,71
4	60,50
5	39,13
6	17,75
7	12,93
8	100,55
9	5,57
10	68,17
11	-26,64
12	35,55
13	-59,26
14	2,93
15	-91,88
16	-29,44
17	-124,41
18	-36,80
19	-41,62
20	-62,99
21	-84,20
22	-105,58
23	-126,95
24	-131,77

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2261,95

$A_{cls,eff}$ = 52935,61 ρ_{eff} = 0,0427

Tensione baricentrica = 92,28

Copriferro = 53,75

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

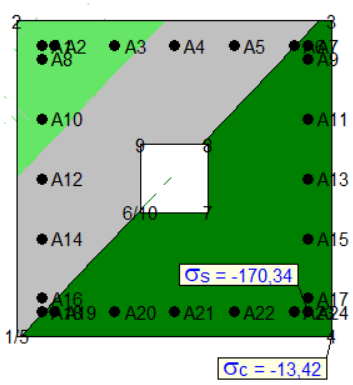
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000270 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=278,2489

Ampiezza fessure w_d = 0,0752 (<0,2000)

Combinazione quasi permanente: RARA CENTRALI LATERALI



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA CENTRALI LATERALI
N= -1145000
M x-x= 384000000
M y-y= 407000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-340,18 y=0,00
a x=321,35 y=700,00

Ampiezza fessure:
Wd=0,1338 (< 0,2000)

asse neutro: da x=-340,18 y=0,00 a x=321,35 y=700,00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0,00
2	0,00
3	-0,56
4	-13,42
5	0,00
6	-0,10
7	-3,02
8	-0,26
9	0,00
10	-0,10

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	164,56
2	155,81
3	117,03
4	78,54
5	39,76
6	0,98
7	-7,76
8	156,29
9	-16,03
10	119,92
11	-52,11
12	83,27
13	-88,76
14	46,62
15	-125,41
16	10,25
17	-162,07
18	1,98
19	-6,76
20	-45,54
21	-84,03
22	-122,81
23	-161,59
24	-170,34

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2261,95

$A_{cls,eff}$ = 57549,88 ρ_{eff} = 0,0393

Tensione baricentrica = 142,72

Copriferro = 63,67

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

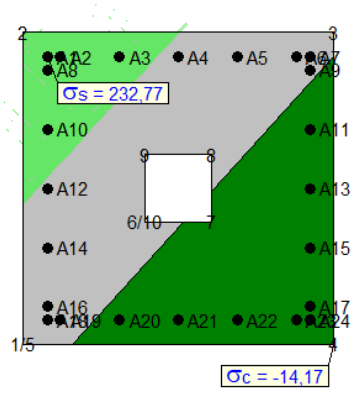
Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000418 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=320,2990

Ampiezza fessure w_d = 0,1338 (<0,2000)

Combinazione quasi permanente: RARA LATERALI SECONDARI

Considerata la non compresenza delle azioni inserite nella combinazione che segue sul medesimo pilastro, e alla luce del fatto che si stanno verificando sollecitazioni rare con limiti da imporre sulle quasi permanenti, si accetta un'ampiezza delle fessure di poco maggiore rispetto al valore di w_1 = 0,02.



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA LATERALI SECONDARI
N= -582000
M x-x= 403000000
M y-y= 439000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-238,44 y=0,00
a x=350,00 y=645,75

Ampiezza fessure:
Wd=0,2027 (> 0,2000)

asse neutro: da x=-238,44 y=0,00 a x=350,00 y=645,75

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione

1	0,00
2	0,00
3	0,00
4	-14,17
5	0,00
6	0,00
7	-1,51
8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	232,77
2	221,93
3	173,89
4	126,20
5	78,15
6	30,10
7	19,26
8	222,90
9	9,39
10	179,44
11	-33,71
12	135,66
13	-77,49
14	91,87
15	-121,28
16	48,42
17	-165,09
18	38,54
19	27,70
20	-20,35
21	-68,03
22	-116,08
23	-164,13
24	-174,97

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2261,95

$A_{cls,eff}$ = 68539,72 ρ_{eff} = 0,0330

Tensione baricentrica = 206,19

Copriferro = 62,41

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

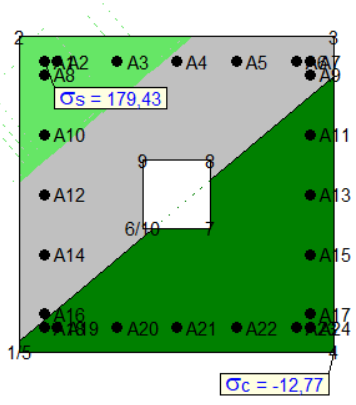
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000603 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=335,8234

Ampiezza fessure w_d = 0,2027 (>0,2000)

Combinazione quasi permanente: RARA LATERALI Y0



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA LATERALI Y0
N= -841000
M x-x= 409000000
M y-y= 346000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350,00 y=24,83
a x=350,00 y=612,67

Ampiezza fessure:
Wd=0,1455 (< 0,2000)

asse neutro: da x=-350,00 y=24,83 a x=350,00 y=612,67

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0,52
2	0,00

3	0,00
4	-12,77
5	-0,52
6	0,00
7	-2,22
8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	179,43
2	171,56
3	136,64
4	101,99
5	67,07
6	32,16
7	24,28
8	170,06
9	14,91
10	128,79
11	-26,10
12	87,21
13	-67,67
14	45,64
15	-109,25
16	4,37
17	-150,78
18	-5,01
19	-12,88
20	-47,80
21	-82,45
22	-117,37
23	-152,28
24	-160,16

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2261,95

$A_{cls,eff}$ = 62409,71 ρ_{eff} = 0,0362

Tensione baricentrica = 157,30

Copriferro = 59,82

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

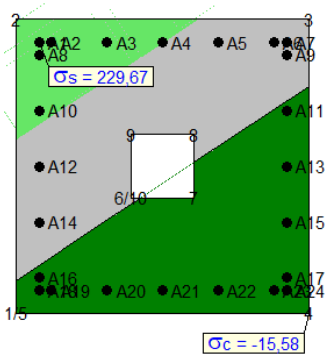
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000460 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=315,9627

Ampiezza fessure w_d = 0,1455 (<0,2000)

Combinazione quasi permanente: RARA LATERALI Y+



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

RARA LATERALI Y+
N= -948000
M x-x= 552000000
M y-y= 372000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350,00 y=77,19
a x=350,00 y=540,82

Ampiezza fessure:
Wd=0,1591 (< 0,2000)

asse neutro: da x=-350,00 y=77,19 a x=350,00 y=540,82

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2,22
2	0,00
3	0,00
4	-15,58
5	-2,22
6	0,00
7	-2,41

8	0,00
9	0,00
10	0,00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	229,67
2	221,08
3	183,01
4	145,22
5	107,15
6	69,08
7	60,49
8	216,70
9	47,52
10	159,65
11	-9,24
12	102,16
13	-66,73
14	44,68
15	-124,21
16	-12,37
17	-181,55
18	-25,34
19	-33,92
20	-72,00
21	-109,78
22	-147,86
23	-185,93
24	-194,52

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2714,34

$A_{cls,eff}$ = 63158,51 ρ_{eff} = 0,0430

Tensione baricentrica = 192,55

Copriferro = 53,97

K_1= 0,8000 K_2= 0,5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 24,00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483,59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4,42

Modulo elastico acciaio = 205000,00 K_t= 0,6

Deformazione media ε_{sm}=0,000572 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=278,4312

Ampiezza fessure w_d = 0,1591 (<0,2000)

Tensioni massime nei materiali

Combinazioni rare :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-10,26	0,00	107,91	-131,77
2	-13,42	0,00	164,56	-170,34
3	-14,17	0,00	232,77	-174,97
4	-12,77	0,00	179,43	-160,16
5	-15,58	0,00	229,67	-194,52

Combinazioni frequenti :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-10,26	0,00	107,91	-131,77
2	-13,42	0,00	164,56	-170,34
3	-14,17	0,00	232,77	-174,97
4	-12,77	0,00	179,43	-160,16
5	-15,58	0,00	229,67	-194,52

Combinazioni quasi permanenti :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-10,26	0,00	107,91	-131,77
2	-13,42	0,00	164,56	-170,34
3	-14,17	0,00	232,77	-174,97
4	-12,77	0,00	179,43	-160,16
5	-15,58	0,00	229,67	-194,52

Come si può notare, tutte le tensioni agenti nei materiali, nonché l'ampiezza delle fessure calcolate, rientrano ampiamente nei limiti normativi imposti.

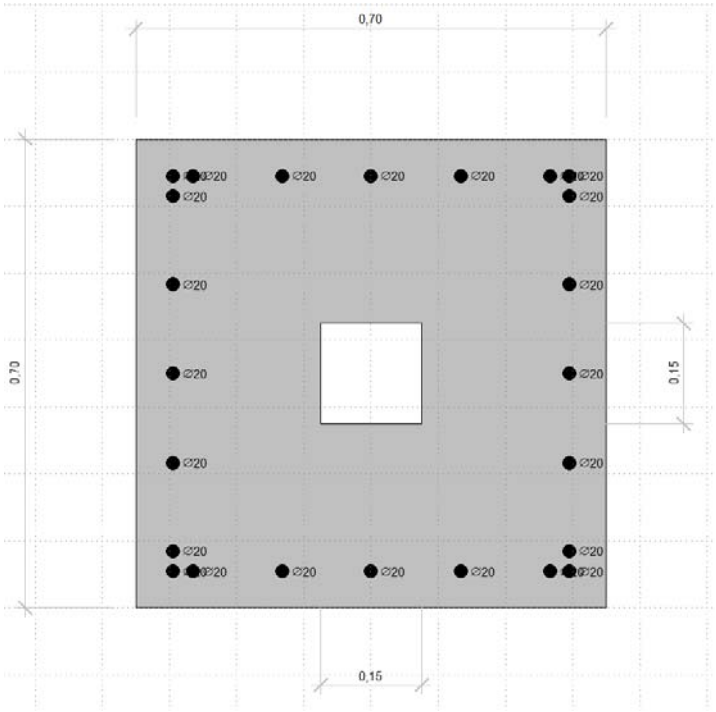
6.2.7 Sezione 70x70/24ϕ20 ("Conferimento"/"Stoccaggio"/"Corridoio"): verifica flessionale a SLU

Dati generali

PRELIM ed. 8.2- 12/2010 procedure LIMD,LIMP 6.0 - SIGMAc Soft

Unità di misura utilizzate: Lunghezze: m Forze: KN Angoli: rad

Caratteristiche geometriche



Sezione :

vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	-0.35	0.00
2	-0.35	0.70
3	0.35	0.70
4	0.35	0.00
5	-0.35	0.00
6	-0.07	0.28
7	0.07	0.28
8	0.07	0.42
9	-0.07	0.42
10	-0.07	0.28

Armature longitudinali :

armatura	Coordinata X	Coordinata Y	Area	Ø
1	-0.29	0.65	0.00	20
2	-0.27	0.65	0.00	20
3	-0.13	0.65	0.00	20
4	0.00	0.65	0.00	20
5	0.13	0.65	0.00	20
6	0.27	0.65	0.00	20
7	0.29	0.65	0.00	20
8	-0.29	0.61	0.00	20
9	0.29	0.61	0.00	20
10	-0.29	0.48	0.00	20
11	0.29	0.48	0.00	20
12	-0.29	0.35	0.00	20
13	0.29	0.35	0.00	20
14	-0.29	0.22	0.00	20
15	0.29	0.22	0.00	20
16	-0.29	0.09	0.00	20
17	0.29	0.09	0.00	20
18	-0.29	0.06	0.00	20
19	-0.27	0.06	0.00	20
20	-0.13	0.06	0.00	20
21	0.00	0.06	0.00	20
22	0.13	0.06	0.00	20
23	0.27	0.06	0.00	20
24	0.29	0.06	0.00	20

Sezione di calcestruzzo :

Area= 0.47

Coordinate baricentro: x= 0.00 y= 0.35

J_{xx} = 0.02

J_{yy} = 0.02

Sezione di c.a.

Area= 0.58

Coordinate baricentro: x= 0.00 y= 0.35

J_{xx} = 0.03

J_{yy} = 0.03

Materiali

Sezione di calcestruzzo C60/75

C60/75

Fattore di sicurezza parziale= 1.500

Coefficiente riduttivo carichi lunga durata= 0.85

Fattore di conversione R_{ck} ----> f_{ck}= 0.83

Resistenza caratteristica cubica R_{ck}= 75000.00

Resistenza di calcolo 0.85 x f_{cd}= 35275.00

Valori limite deformazione: ε_{inf} = -0.0035 ε_{sup} = 1

Armatura B450

B450

Fattore di sicurezza parziale= 1.150

Resistenza caratteristica f_{yk}= 450000.00

Resistenza di calcolo f_{yd}= 391304.30

Valori limite deformazione: ε_{inf} = -0.01 ε_{sup} = 0.01

Sollecitazioni Resistenti (M,N)

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-19440	-0.0035 (sez)	2949	0.01 (arm)
Mx	-889	0.01 (arm)	889	0.01 (arm)
My	-888	0.01 (arm)	889	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto

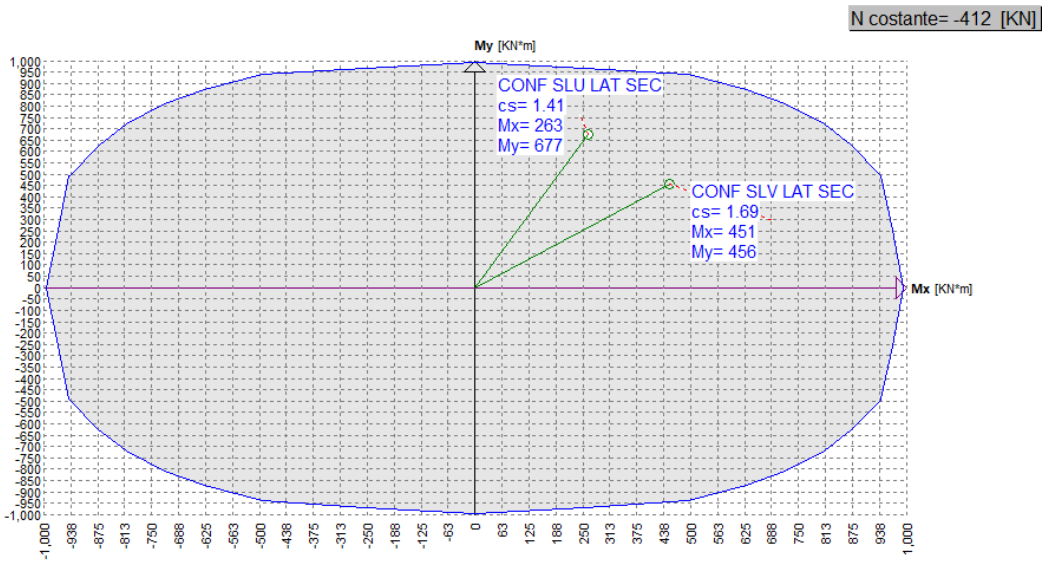
Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	CONF SLV CENTRALI	-826	0.00	0.00	455	450
2	CONF SLV LAT SEC	-412	0.00	0.00	451	456
3	CONF SLV LAT Y0	-607	0.00	0.00	456	453
4	CONF SLV LAT Y+	-712	0.00	0.00	456	470
5	CONF SLU CENTRALI	-740	0.00	0.00	254	661
6	CONF SLU LAT SEC	-412	0.00	0.00	263	677
7	CONF SLU LAT Y0	-576	0.00	0.00	412	569
8	CONF SLU LAT Y+	-658	0.00	0.00	339	584
9	CORR SLV LAT SEC	-174	0.00	0.00	437	418
10	CORR SLV LAT	-372	0.00	0.00	540	443
11	CORR SLU LAT SEC	-460	0.00	0.00	77	74
12	CORR SLU LAT	-391	0.00	0.00	96	78
13	STOC SLV LAT SEC	-436	0.00	0.00	497	479
14	STOC SLV LAT	-622	0.00	0.00	498	484
15	STOC SLU LAT SEC	-436	0.00	0.00	205	177
16	STOC SLU LAT	-588	0.00	0.00	289	139

Verifiche

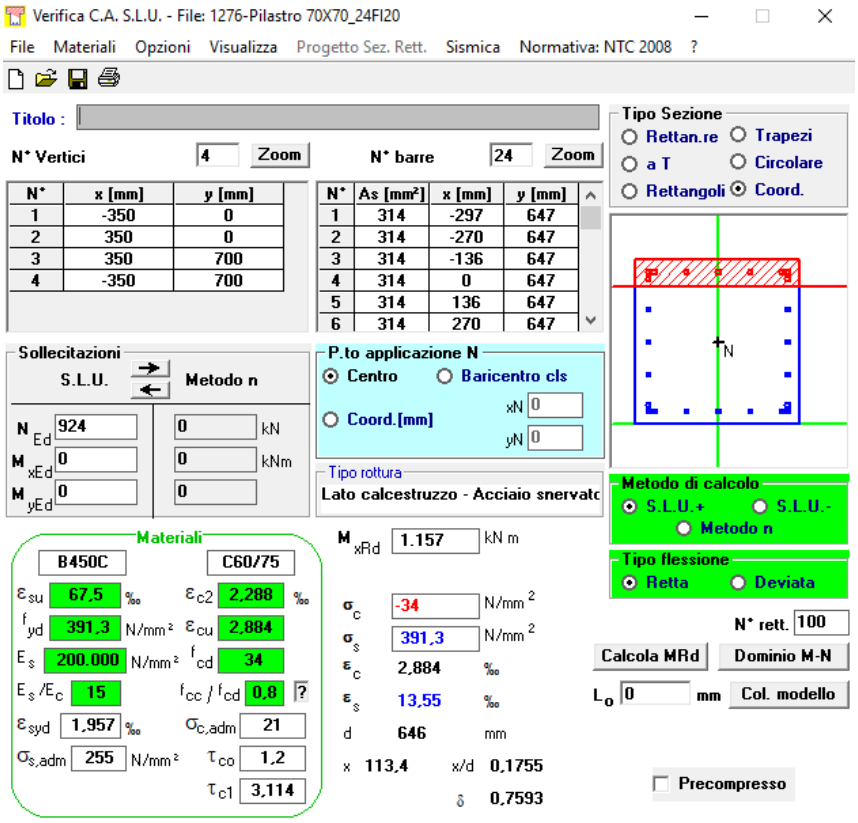
Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.1064	sezione
2	1.7941	sezione
3	1.9338	sezione
4	1.9733	sezione
5	1.7572	sezione
6	1.4921	sezione
7	1.7014	sezione
8	1.8231	sezione
9	1.7506	sezione
10	1.6006	sezione
11	16.8293	sezione
12	14.2856	sezione
13	1.6629	sezione
14	1.7672	sezione
15	5.2728	sezione
16	4.7309	sezione

Come si può notare, per tutte le combinazioni il pilastro risulta verificato.

Si riporta un'immagine con la rappresentazione del dominio relativo al valore di verifica risultato più gravoso.



Si riporta infine un'immagine con la massima resistenza flessionale ottenuta agli SLU, avendo inserito l'azione assiale media massima rilevata alla base dei pilastri di "Conferimento", "Stoccaggio" e "Corridoio": tale valore risulta utile nel seguito al fine delle verifiche secondo la Gerarchia delle resistenze.



Il momento resistente, ottenuto mediante il programma VCA SLU, messo a punto dal Professor Piero Gelfi, risulta pari a: M_{Rd} = 1157 kNm.

6.2.8 Sezione 70x70/24ϕ20 ("Conferimento"/"Stoccaggio"/"Corridoio"): verifica a taglio a SLU

Si indicano due valori di sollecitazione per la verifica a taglio, corrispondenti a:

- La massima azione tagliante tra quelle rilevate sui pilastri a SLU e a SLV (riportata con puro valore informativo, in quanto non costituisce il termine maggiore);
- Il valore del taglio sismico, che, in base ai criteri di gerarchia delle resistenze del Par. 7.4.4.2.1 delle NTC, risulta pari a $V_{Ed} = \gamma_{Rd} M_{Rd} / l_p$

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C60/75	R_{ck} =	75	N/mm²	f_{ck} =	60	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	34,00	N/mm²
		E_c =	39100	N/mm²	f_{ctm} =	4,60	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	700	mm base
H =	700	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
7	20	2199	50
7	20	2199	650
	Σ	4398	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Taglio

Combinazione	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_CONF	136,00	260,80			260,80	**1,92**
ENV_NL-SLU_CONF	142,00	260,80			260,80	**1,84**
ENV_SLV_STOCC	70,00	260,80			260,80	**3,73**
GERARCHIA _STOCC/CORR	181,81	260,80			260,80	**1,43**

Come si può notare dai calcoli sopra riportati, la verifica a taglio risulta soddisfatta senza l'inserimento di specifica armatura: si prescrive quindi l'adozione dell'armatura minima prevista in Normativa.

6.2.9 Sezione 70x70/24ϕ20 ("Conferimento"/"Stoccaggio"/"Corridoio"): verifica a SLE

Dati generali

PRELIM ed. 8.2- 12/2010 procedura PREFLE 6.1 - SIGMAc Soft

Unità di misura utilizzate: Lunghezze: mm Forze: N Angoli: rad

Dati dei materiali

Calcestruzzo: C60/75 σ_{adm} = 37.35

Acciaio: B450 σ_{adm} = 360.00

Coefficiente di omogeneizzazione = 15.00

Sezione non reagente a trazione

Caratteristiche geometriche

Sezione :

vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	-350.00	0.00
2	-350.00	700.00
3	350.00	700.00
4	350.00	0.00
5	-350.00	0.00
6	-75.00	275.00
7	75.00	275.00
8	75.00	425.00
9	-75.00	425.00
10	-75.00	275.00

Armature longitudinali :

armatura	Coordinata X	Coordinata Y	Area	Ø
1	-295.00	645.00	314.16	20
2	-265.00	645.00	314.16	20
3	-132.00	645.00	314.16	20
4	0.00	645.00	314.16	20
5	133.00	645.00	314.16	20
6	266.00	645.00	314.16	20
7	295.00	645.00	314.16	20
8	-295.00	615.00	314.16	20
9	295.00	615.00	314.16	20
10	-295.00	483.00	314.16	20
11	295.00	483.00	314.16	20
12	-295.00	350.00	314.16	20
13	295.00	350.00	314.16	20
14	-295.00	217.00	314.16	20
15	295.00	217.00	314.16	20
16	-295.00	85.00	314.16	20
17	295.00	85.00	314.16	20
18	-295.00	55.00	314.16	20
19	-265.00	55.00	314.16	20
20	-132.00	55.00	314.16	20
21	0.00	55.00	314.16	20
22	133.00	55.00	314.16	20
23	266.00	55.00	314.16	20
24	295.00	55.00	314.16	20

Sezione di calcestruzzo :

Area= 467500.00

Coordinate baricentro: x= 0.00 y= 350.00

J_{xx} = 1.996615E10

J_{yy} = 1.996615E10

Sezione di c.a.

Area= 580597.30

Coordinate baricentro: x= 0.03 y= 350.00

J_{xx} = 2.736462E10

J_{yy} = 2.736713E10

Combinazioni caratteristiche (rare) :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-772000	0.00	0.00	1.56E8	4.18E8
2	-412000	0.00	0.00	1.6E8	4.27E8
3	-586000	0.00	0.00	2.6E8	3.56E8
4	-679000	0.00	0.00	2.12E8	3.66E8
5	-460000	0.00	0.00	5.1E7	5E7
6	-407000	0.00	0.00	6.4E7	5.2E7
7	-436000	0.00	0.00	1.37E8	1.18E8
8	-602000	0.00	0.00	1.93E8	9.3E7

Combinazioni frequenti :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-772000	0.00	0.00	1.56E8	4.18E8
2	-412000	0.00	0.00	1.6E8	4.27E8
3	-586000	0.00	0.00	2.6E8	3.56E8
4	-679000	0.00	0.00	2.12E8	3.66E8
5	-460000	0.00	0.00	5.1E7	5E7
6	-407000	0.00	0.00	6.4E7	5.2E7
7	-436000	0.00	0.00	1.37E8	1.18E8
8	-602000	0.00	0.00	1.93E8	9.3E7

Combinazioni quasi permanenti :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-772000	0.00	0.00	1.56E8	4.18E8
2	-412000	0.00	0.00	1.6E8	4.27E8
3	-586000	0.00	0.00	2.6E8	3.56E8
4	-679000	0.00	0.00	2.12E8	3.66E8
5	-460000	0.00	0.00	5.1E7	5E7
6	-407000	0.00	0.00	6.4E7	5.2E7
7	-436000	0.00	0.00	1.37E8	1.18E8
8	-602000	0.00	0.00	1.93E8	9.3E7

Risultati delle verifiche

Combinazione caratteristica (rara): CONF RARA CENTR

asse neutro: da x=-78.93 y=0.00 a x=173.06 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-4.78
4	-11.58
5	0.00
6	0.00
7	-1.48
8	-0.03
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	181.55
2	169.40
3	115.53
4	62.07
5	8.20
6	-45.66
7	-57.41
8	177.17
9	-61.78
10	157.93
11	-81.03
12	138.54
13	-100.42
14	119.15
15	-119.81
16	99.90
17	-139.05
18	95.53
19	83.38
20	29.51
21	-23.95
22	-77.82
23	-131.68
24	-143.43

Combinazione caratteristica (rara): CONF RARA LAT SEC

asse neutro: da x=-23.64 y=0.00 a x=218.60 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-4.16
4	-11.82
5	0.00
6	0.00
7	-0.11
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	234.66
2	220.43
3	157.32
4	94.69

5	31.58
6	-31.52
7	-45.28
8	229.74
9	-50.21
10	208.06
11	-71.88
12	186.22
13	-93.72
14	164.39
15	-115.56
16	142.71
17	-137.23
18	137.79
19	123.55
20	60.44
21	-2.19
22	-65.29
23	-128.40
24	-142.16

Combinazione caratteristica (rara): CONF RARA LAT Y0

asse neutro: da x=-168.97 y=0.00 a x=325.31 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-0.60
4	-12.60
5	0.00
6	0.00
7	-1.21
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	211.76
2	200.84
3	152.40
4	104.33
5	55.89
6	7.46
7	-3.10
8	204.05
9	-10.82
10	170.10
11	-44.76
12	135.90
13	-78.96
14	101.70
15	-113.17
16	67.76
17	-147.11
18	60.04
19	49.12
20	0.68
21	-47.39
22	-95.83
23	-144.26
24	-154.83

Combinazione caratteristica (rara): CONF RARA LAT Y+

asse neutro: da x=-139.89 y=0.00 a x=252.06 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-2.35
4	-11.74
5	0.00
6	0.00
7	-1.46
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	185.65
2	174.86
3	127.03
4	79.57
5	31.74

6	-16.09
7	-26.51
8	179.61
9	-32.56
10	153.03
11	-59.13
12	126.25
13	-85.91
14	99.47
15	-112.69
16	72.89
17	-139.27
18	66.85
19	56.06
20	8.24
21	-39.23
22	-87.05
23	-134.88
24	-145.31

Combinazione caratteristica (rara): CORR RARA LAT SEC

asse neutro: da x=-350.00 y=405.81 a x=-50.01 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.79
2	0.00
3	-0.76
4	-2.13
5	-0.79
6	-0.78
7	-1.07
8	-0.77
9	-0.49
10	-0.78

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	5.42
2	4.56
3	0.74
4	-3.04
5	-6.85
6	-10.67
7	-11.50
8	4.54
9	-12.38
10	0.68
11	-16.23
12	-3.21
13	-20.12
14	-7.10
15	-24.01
16	-10.96
17	-27.87
18	-11.83
19	-12.69
20	-16.51
21	-20.29
22	-24.10
23	-27.92
24	-28.75

Combinazione caratteristica (rara): CORR RARA LAT Y

asse neutro: da x=-350.00 y=305.84 a x=128.30 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.81
2	0.00
3	-0.48
4	-2.33
5	-0.81
6	-0.68
7	-1.01
8	-0.61
9	-0.28
10	-0.68

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	11.63
2	10.65
3	6.32
4	2.01
5	-2.33
6	-6.67

7	-7.61
8	10.45
9	-8.80
10	5.22
11	-14.03
12	-0.05
13	-19.29
14	-5.31
15	-24.56
16	-10.54
17	-29.78
18	-11.72
19	-12.70
20	-17.04
21	-21.35
22	-25.69
23	-30.03
24	-30.97

Combinazione caratteristica (rara): STOC RARA LAT SEC

asse neutro: da x=-350.00 y=57.34 a x=350.00 y=661.32

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.44
2	0.00
3	0.00
4	-5.12
5	-0.44
6	-0.15
7	-1.15
8	0.00
9	0.00
10	-0.15

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	62.79
2	59.78
3	46.44
4	33.21
5	19.87
6	6.53
7	3.62
8	59.31
9	0.13
10	43.96
11	-15.21
12	28.50
13	-30.67
14	13.04
15	-46.13
16	-2.30
17	-61.47
18	-5.79
19	-8.80
20	-22.14
21	-35.37
22	-48.71
23	-62.05
24	-64.96

Combinazione caratteristica (rara): STOC RARA LAT

asse neutro: da x=-350.00 y=213.36 a x=350.00 y=557.50

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2.20
2	0.00
3	0.00
4	-5.74
5	-2.20
6	-0.76
7	-1.52
8	0.00
9	0.00
10	-0.76

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	62.43
2	60.16
3	50.07
4	40.06
5	29.97
6	19.88
7	17.68

8	57.81
9	13.05
10	37.44
11	-7.32
12	16.91
13	-27.85
14	-3.61
15	-48.37
16	-23.98
17	-68.74
18	-28.61
19	-30.89
20	-40.98
21	-50.99
22	-61.08
23	-71.17
24	-73.37

Combinazione frequente: CONF RARA CENTR

asse neutro: da x=-78.93 y=0.00 a x=173.06 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-4.78
4	-11.58
5	0.00
6	0.00
7	-1.48
8	-0.03
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	181.55
2	169.40
3	115.53
4	62.07
5	8.20
6	-45.66
7	-57.41
8	177.17
9	-61.78
10	157.93
11	-81.03
12	138.54
13	-100.42
14	119.15
15	-119.81
16	99.90
17	-139.05
18	95.53
19	83.38
20	29.51
21	-23.95
22	-77.82
23	-131.68
24	-143.43

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1884.96

$A_{cls,eff}$ = 73357.85 ρ_{eff} = 0.0257

Tensione baricentrica = 157.29

Copriferro = 48.46

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000460 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=297.0674

Ampiezza fessure w_d = 0.1368 (<0.3000)

Combinazione frequente: CONF RARA LAT SEC

asse neutro: da x=-23.64 y=0.00 a x=218.60 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-4.16

4	-11.82
5	0.00
6	0.00
7	-0.11
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	234.66
2	220.43
3	157.32
4	94.69
5	31.58
6	-31.52
7	-45.28
8	229.74
9	-50.21
10	208.06
11	-71.88
12	186.22
13	-93.72
14	164.39
15	-115.56
16	142.71
17	-137.23
18	137.79
19	123.55
20	60.44
21	-2.19
22	-65.29
23	-128.40
24	-142.16

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$A_{cls,eff}$ = 81008.46 ρ_{eff} = 0.0271

Tensione baricentrica = 200.12

Copriferro = 48.20

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000586 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=289.1259

Ampiezza fessure w_d = 0.1693 (<0.3000)

Combinazione frequente: CONF RARA LAT Y0

asse neutro: da x=-168.97 y=0.00 a x=325.31 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-0.60
4	-12.60
5	0.00
6	0.00
7	-1.21
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	211.76
2	200.84
3	152.40
4	104.33
5	55.89
6	7.46
7	-3.10
8	204.05
9	-10.82
10	170.10
11	-44.76
12	135.90
13	-78.96
14	101.70
15	-113.17
16	67.76

17	-147.11
18	60.04
19	49.12
20	0.68
21	-47.39
22	-95.83
23	-144.26
24	-154.83

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$A_{cls,eff}$ = 62029.09 ρ_{eff} = 0.0253

Tensione baricentrica = 187.83

Copriferro = 57.33

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000550 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=329.1834

Ampiezza fessure w_d = 0.1810 (<0.3000)

Combinazione frequente: CONF RARA LAT Y+

asse neutro: da x=-139.89 y=0.00 a x=252.06 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-2.35
4	-11.74
5	0.00
6	0.00
7	-1.46
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	185.65
2	174.86
3	127.03
4	79.57
5	31.74
6	-16.09
7	-26.51
8	179.61
9	-32.56
10	153.03
11	-59.13
12	126.25
13	-85.91
14	99.47
15	-112.69
16	72.89
17	-139.27
18	66.85
19	56.06
20	8.24
21	-39.23
22	-87.05
23	-134.88
24	-145.31

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1884.96

$A_{cls,eff}$ = 63371.88 ρ_{eff} = 0.0297

Tensione baricentrica = 157.74

Copriferro = 53.03

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000462 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=294.6257

Ampiezza fessure w_d = 0.1360 (<0.3000)

Combinazione frequente: CORR RARA LAT SEC

asse neutro: da x=-350.00 y=405.81 a x=-50.01 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.79
2	0.00
3	-0.76
4	-2.13
5	-0.79
6	-0.78
7	-1.07
8	-0.77
9	-0.49
10	-0.78

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	5.42
2	4.56
3	0.74
4	-3.04
5	-6.85
6	-10.67
7	-11.50
8	4.54
9	-12.38
10	0.68
11	-16.23
12	-3.21
13	-20.12
14	-7.10
15	-24.01
16	-10.96
17	-27.87
18	-11.83
19	-12.69
20	-16.51
21	-20.29
22	-24.10
23	-27.92
24	-28.75

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff}$ = 21773.43 ρ_{eff} = 0.0433

Tensione baricentrica = 4.84

Copriferro = 67.03

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000014 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=306.4604

Ampiezza fessure w_d = 0.0043 (<0.3000)

Combinazione frequente: CORR RARA LAT Y

asse neutro: da x=-350.00 y=305.84 a x=128.30 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.81
2	0.00
3	-0.48
4	-2.33
5	-0.81
6	-0.68
7	-1.01
8	-0.61
9	-0.28
10	-0.68

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	11.63
2	10.65
3	6.32
4	2.01
5	-2.33
6	-6.67

7	-7.61
8	10.45
9	-8.80
10	5.22
11	-14.03
12	-0.05
13	-19.29
14	-5.31
15	-24.56
16	-10.54
17	-29.78
18	-11.72
19	-12.70
20	-17.04
21	-21.35
22	-25.69
23	-30.03
24	-30.97

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff}$ = 30762.11 ρ_{eff} = 0.0306

Tensione baricentrica = 10.91

Copriferro = 61.27

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000032 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=319.2894

Ampiezza fessure w_d = 0.0102 (<0.3000)

Combinazione frequente: STOC RARA LAT SEC

asse neutro: da x=-350.00 y=57.34 a x=350.00 y=661.32

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.44
2	0.00
3	0.00
4	-5.12
5	-0.44
6	-0.15
7	-1.15
8	0.00
9	0.00
10	-0.15

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	62.79
2	59.78
3	46.44
4	33.21
5	19.87
6	6.53
7	3.62
8	59.31
9	0.13
10	43.96
11	-15.21
12	28.50
13	-30.67
14	13.04
15	-46.13
16	-2.30
17	-61.47
18	-5.79
19	-8.80
20	-22.14
21	-35.37
22	-48.71
23	-62.05
24	-64.96

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$A_{cls,eff}$ = 57236.13 ρ_{eff} = 0.0274

Tensione baricentrica = 54.46

Copriferro = 62.64

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000159 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=336.8743

Ampiezza fessure w_d = 0.0537 (<0.3000)

Combinazione frequente: STOC RARA LAT

asse neutro: da x=-350.00 y=213.36 a x=350.00 y=557.50

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2.20
2	0.00
3	0.00
4	-5.74
5	-2.20
6	-0.76
7	-1.52
8	0.00
9	0.00
10	-0.76

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	62.43
2	60.16
3	50.07
4	40.06
5	29.97
6	19.88
7	17.68
8	57.81
9	13.05
10	37.44
11	-7.32
12	16.91
13	-27.85
14	-3.61
15	-48.37
16	-23.98
17	-68.74
18	-28.61
19	-30.89
20	-40.98
21	-50.99
22	-61.08
23	-71.17
24	-73.37

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$A_{cls,eff}$ = 58366.92 ρ_{eff} = 0.0269

Tensione baricentrica = 54.10

Copriferro = 51.29

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

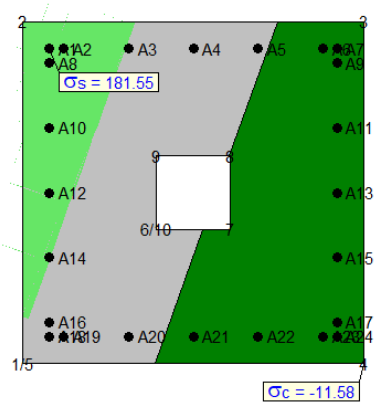
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000158 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=300.7119

Ampiezza fessure w_d = 0.0476 (<0.3000)

Combinazione quasi permanente: CONF RARA CENTR



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

CONF RARA CENTR
N= -772000
M x-x= 156000000
M y-y= 418000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-78.93 y=0.00
a x=173.06 y=700.00

Ampiezza fessure:
Wd=0.1368 (< 0.2000)

asse neutro: da x=-78.93 y=0.00 a x=173.06 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-4.78
4	-11.58
5	0.00
6	0.00
7	-1.48
8	-0.03
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	181.55
2	169.40
3	115.53
4	62.07
5	8.20
6	-45.66
7	-57.41
8	177.17
9	-61.78
10	157.93
11	-81.03
12	138.54
13	-100.42
14	119.15
15	-119.81
16	99.90
17	-139.05
18	95.53
19	83.38
20	29.51
21	-23.95
22	-77.82
23	-131.68
24	-143.43

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1884.96

$A_{cls,eff}$ = 73357.85 ρ_{eff} = 0.0257

Tensione baricentrica = 157.29

Copriferro = 48.46

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

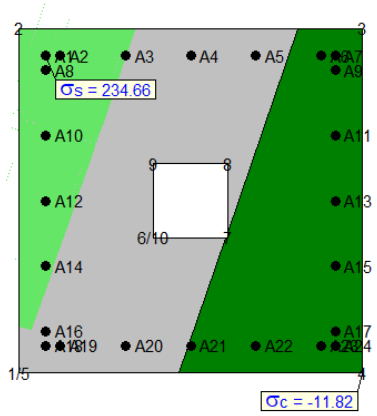
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000460 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=297.0674

Ampiezza fessure w_d = 0.1368 (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: CONF RARA LAT SEC



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

CONF RARA LAT SEC
N= -412000
M x-x= 160000000
M y-y= 427000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-23.64 y=0.00
a x=218.60 y=700.00

Ampiezza fessure:
Wd=0.1693 (< 0.2000)

asse neutro: da x=-23.64 y=0.00 a x=218.60 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-4.16
4	-11.82
5	0.00
6	0.00
7	-0.11
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	234.66
2	220.43
3	157.32
4	94.69
5	31.58
6	-31.52
7	-45.28
8	229.74
9	-50.21
10	208.06
11	-71.88
12	186.22
13	-93.72
14	164.39
15	-115.56
16	142.71
17	-137.23
18	137.79
19	123.55
20	60.44
21	-2.19
22	-65.29
23	-128.40
24	-142.16

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$A_{cls,eff}$ = 81008.46 ρ_{eff} = 0.0271

Tensione baricentrica = 200.12

Copriferro = 48.20

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

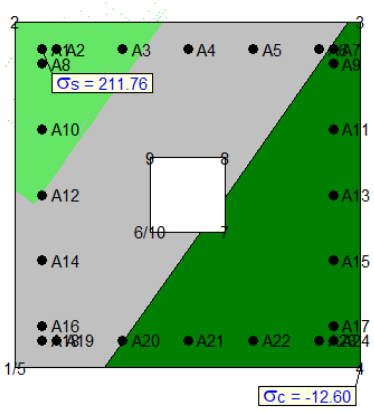
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000586 Distanza fessure $\Delta_{s\,max}$=289.1259

Ampiezza fessure w_d = 0.1693 (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: CONF RARA LAT Y0



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

CONF RARA LAT Y0
N= -586000
M x-x= 260000000
M y-y= 356000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-168.97 y=0.00
a x=325.31 y=700.00

Ampiezza fessure:
Wd=0.1810 (< 0.2000)

asse neutro: da x=-168.97 y=0.00 a x=325.31 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-0.60
4	-12.60
5	0.00
6	0.00
7	-1.21
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	211.76
2	200.84
3	152.40
4	104.33
5	55.89
6	7.46
7	-3.10
8	204.05
9	-10.82
10	170.10
11	-44.76
12	135.90
13	-78.96
14	101.70
15	-113.17
16	67.76
17	-147.11
18	60.04
19	49.12
20	0.68
21	-47.39
22	-95.83
23	-144.26
24	-154.83

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$A_{cls,eff}$ = 62029.09 ρ_{eff} = 0.0253

Tensione baricentrica = 187.83

Copriferro = 57.33

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

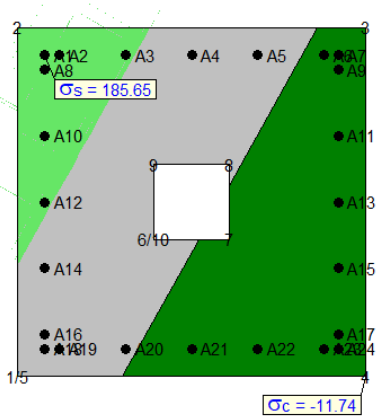
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000550 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=329.1834

Ampiezza fessure w_d = 0.1810 (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: CONF RARA LAT Y+



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

CONF RARA LAT Y+
N= -679000
M x-x= 212000000
M y-y= 366000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-139.89 y=0.00
a x=252.06 y=700.00

Ampiezza fessure:
Wd=0.1360 (< 0.2000)

asse neutro: da x=-139.89 y=0.00 a x=252.06 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	0.00
2	0.00
3	-2.35
4	-11.74
5	0.00
6	0.00
7	-1.46
8	0.00
9	0.00
10	0.00

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	185.65
2	174.86
3	127.03
4	79.57
5	31.74
6	-16.09
7	-26.51
8	179.61
9	-32.56
10	153.03
11	-59.13
12	126.25
13	-85.91
14	99.47
15	-112.69
16	72.89
17	-139.27
18	66.85
19	56.06
20	8.24
21	-39.23
22	-87.05
23	-134.88
24	-145.31

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1884.96

$A_{cls,eff}$ = 63371.88 ρ_{eff} = 0.0297

Tensione baricentrica = 157.74

Copriferro = 53.03

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

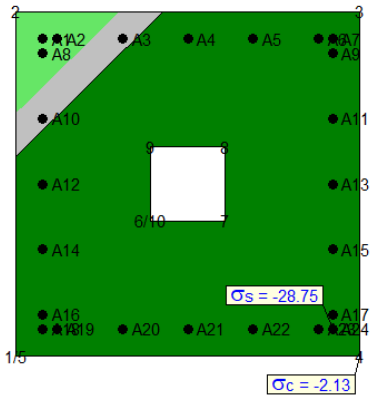
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000462 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=294.6257

Ampiezza fessure w_d = 0.1360 (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: CORR RARA LAT SEC



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

CORR RARA LAT SEC
N= -460000
M x-x= 51000000
M y-y= 50000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350.00 y=405.81
a x=-50.01 y=700.00

Ampiezza fessure:
Wd=0.0043 (< 0.2000)

asse neutro: da x=-350.00 y=405.81 a x=-50.01 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.79
2	0.00
3	-0.76
4	-2.13
5	-0.79
6	-0.78
7	-1.07
8	-0.77
9	-0.49
10	-0.78

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	5.42
2	4.56
3	0.74
4	-3.04
5	-6.85
6	-10.67
7	-11.50
8	4.54
9	-12.38
10	0.68
11	-16.23
12	-3.21
13	-20.12
14	-7.10
15	-24.01
16	-10.96
17	-27.87
18	-11.83
19	-12.69
20	-16.51
21	-20.29
22	-24.10
23	-27.92
24	-28.75

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff}$ = 21773.43 ρ_{eff} = 0.0433

Tensione baricentrica = 4.84

Copriferro = 67.03

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

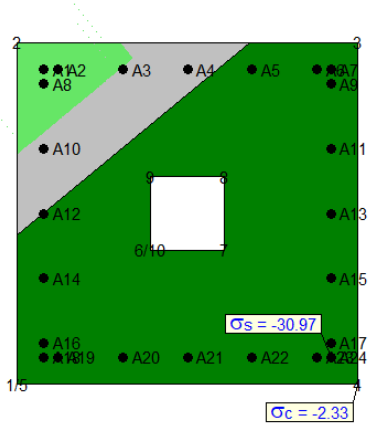
Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000014 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=306.4604

Ampiezza fessure w_d = 0.0043 (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: CORR RARA LAT Y



Unità di misura: [L]=mm [F]=N

CORR RARA LAT Y
N= -407000
M x-x= 64000000
M y-y= 52000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350.00 y=305.84
a x=128.30 y=700.00

Ampiezza fessure:
Wd=0.0102 (< 0.2000)

asse neutro: da x=-350.00 y=305.84 a x=128.30 y=700.00

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.81
2	0.00
3	-0.48
4	-2.33
5	-0.81
6	-0.68
7	-1.01
8	-0.61
9	-0.28
10	-0.68

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	11.63
2	10.65
3	6.32
4	2.01
5	-2.33
6	-6.67
7	-7.61
8	10.45
9	-8.80
10	5.22
11	-14.03
12	-0.05
13	-19.29
14	-5.31
15	-24.56
16	-10.54
17	-29.78
18	-11.72
19	-12.70
20	-17.04
21	-21.35
22	-25.69
23	-30.03
24	-30.97

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff}$ = 30762.11 ρ_{eff} = 0.0306

Tensione baricentrica = 10.91

Copriferro = 61.27

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000032 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=319.2894

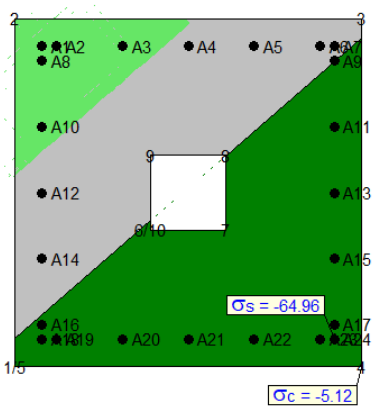
Ampiezza fessure w_d = 0.0102 (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: STOC RARA LAT SEC

Unità di misura: [L]=mm [F]=N

STOC RARA LAT SEC
N= -436000
M x-x= 137000000
M y-y= 118000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350.00 y=57.34
a x=350.00 y=661.32

Ampiezza fessure:
Wd=0.0537 (< 0.2000)



asse neutro: da x=-350.00 y=57.34 a x=350.00 y=661.32

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-0.44
2	0.00
3	0.00
4	-5.12
5	-0.44
6	-0.15
7	-1.15
8	0.00
9	0.00
10	-0.15

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	62.79
2	59.78
3	46.44
4	33.21
5	19.87
6	6.53
7	3.62
8	59.31
9	0.13
10	43.96
11	-15.21
12	28.50
13	-30.67
14	13.04
15	-46.13
16	-2.30
17	-61.47
18	-5.79
19	-8.80
20	-22.14
21	-35.37
22	-48.71
23	-62.05
24	-64.96

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$A_{cls,eff}$ = 57236.13 ρ_{eff} = 0.0274

Tensione baricentrica = 54.46

Copriferro = 62.64

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000159 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=336.8743

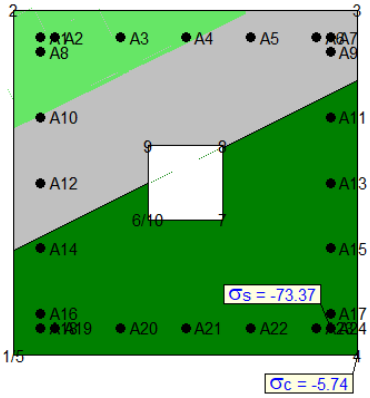
Ampiezza fessure w_d = 0.0537 (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: STOC RARA LAT

Unità di misura: [L]=mm [F]=N

STOC RARA LAT
N= -602000
M x-x= 193000000
M y-y= 93000000
Sezione parzializzata
asse neutro: da x=-350.00 y=213.36
a x=350.00 y=557.50

Ampiezza fessure:
Wd=0.0476 (< 0.2000)



asse neutro: da x=-350.00 y=213.36 a x=350.00 y=557.50

Tensioni nei vertici della sezione :

vertice	Tensione
1	-2.20
2	0.00
3	0.00
4	-5.74
5	-2.20
6	-0.76
7	-1.52
8	0.00
9	0.00
10	-0.76

Tensioni nelle armature :

armatura	Tensione
1	62.43
2	60.16
3	50.07
4	40.06
5	29.97
6	19.88
7	17.68
8	57.81
9	13.05
10	37.44
11	-7.32
12	16.91
13	-27.85
14	-3.61
15	-48.37
16	-23.98
17	-68.74
18	-28.61
19	-30.89
20	-40.98
21	-50.99
22	-61.08
23	-71.17
24	-73.37

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$A_{cls,eff}$ = 58366.92 ρ_{eff} = 0.0269

Tensione baricentrica = 54.10

Copriferro = 51.29

K_1= 0.8000 K_2= 0.5000 $\varnothing_{equivalente}$ = 20.00

Modulo elastico calcestruzzo = 39483.59

Resistenza a trazione f_{ctm} = 4.42

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_t= 0.6

Deformazione media ε_{sm}=0.000158 Distanza fessure $\Delta_{s\ max}$=300.7119

Ampiezza fessure w_d = 0.0476 (<0.2000)

Tensioni massime nei materiali

Combinazioni rare :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-11.58	0.00	181.55	-143.43
2	-11.82	0.00	234.66	-142.16
3	-12.60	0.00	211.76	-154.83
4	-11.74	0.00	185.65	-145.31
5	-2.13	0.00	5.42	-28.75
6	-2.33	0.00	11.63	-30.97
7	-5.12	0.00	62.79	-64.96
8	-5.74	0.00	62.43	-73.37

Combinazioni frequenti :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-11.58	0.00	181.55	-143.43
2	-11.82	0.00	234.66	-142.16
3	-12.60	0.00	211.76	-154.83
4	-11.74	0.00	185.65	-145.31
5	-2.13	0.00	5.42	-28.75
6	-2.33	0.00	11.63	-30.97
7	-5.12	0.00	62.79	-64.96
8	-5.74	0.00	62.43	-73.37

Combinazioni quasi permanenti :

comb.	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	-11.58	0.00	181.55	-143.43
2	-11.82	0.00	234.66	-142.16
3	-12.60	0.00	211.76	-154.83
4	-11.74	0.00	185.65	-145.31
5	-2.13	0.00	5.42	-28.75
6	-2.33	0.00	11.63	-30.97
7	-5.12	0.00	62.79	-64.96
8	-5.74	0.00	62.43	-73.37

Come si può notare, tutte le tensioni agenti nei materiali, nonché l'ampiezza delle fessure calcolate, rientrano ampiamente nei limiti normativi imposti.

6.3 Verifiche a SLD

Per le verifiche allo SLD si fa riferimento al modello con modulo elastico del calcestruzzo dimezzato al fine di considerare gli effetti della fessurazione.

Si riportano, per ciascun modello, gli spostamenti massimi rilevati in sommità, poi confrontati con il limite normativo indicato di seguito: è stato cautelativamente scelto il limite imposto per tamponature collegate rigidamente alla struttura.

Per le CU I e II ci si riferisce allo *SLD* (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$qd_r \le 0{,}0050 \cdot h \quad \text{per tamponature fragili} \qquad [7.3.11a]$$

$$qd_r \le 0{,}0075 \cdot h \quad \text{per tamponature duttili} \qquad [7.3.11b]$$

b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano d_{rp}, per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:

$$qd_r \le d_{rp} \le 0{,}0100 \cdot h \qquad [7.3.12]$$

c) per costruzioni con struttura portante di muratura ordinaria

$$qd_r \le 0{,}0020 \cdot h \qquad [7.3.13]$$

d) per costruzioni con struttura portante di muratura armata

$$qd_r \le 0{,}0030 \cdot h \qquad [7.3.14]$$

e) per costruzioni con struttura portante di muratura confinata

$$qd_r < 0{,}0025 \cdot h \qquad [7.3.15]$$

dove:

d_r è lo spostamento di interpiano, cioè la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e del solaio inferiore, calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4, sul modello di calcolo non comprensivo delle tamponature,

h è l'altezza del piano.

Per le CU III e IV ci si riferisce allo *SLO* (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

FIGURA 6-118 - ESTRATTO DI NORMATIVA NTC18 (PAR. 7.3.6.1)

6.3.1 "Maturazione secondaria"

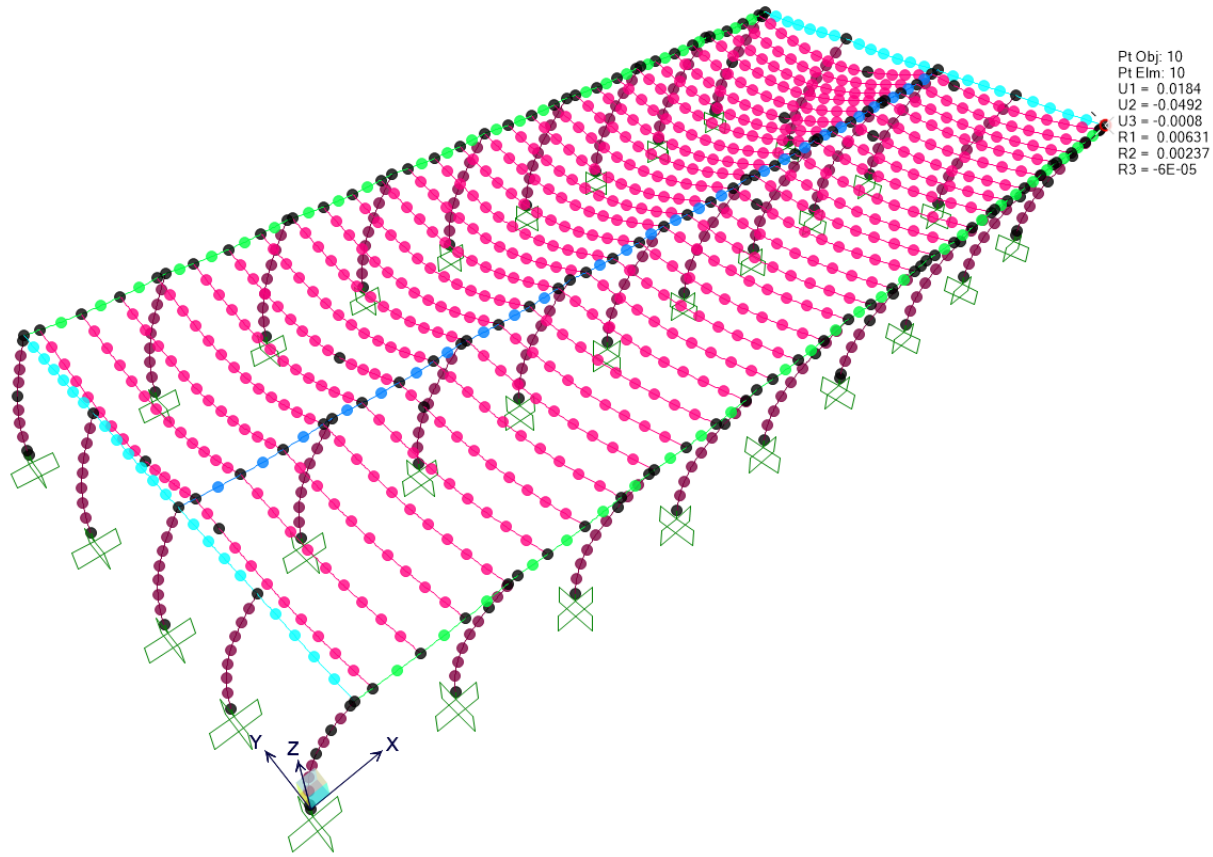


FIGURA 6-119 - SPOSTAMENTO ORIZZONTALE MASSIMO RILEVATO IN COPERTURA - SLDY3

$d_{r,lim}/h$ =	0,0075		limite imposto agli spostamenti scalato dell'altezza h
h =	11,00	m	altezza del piano
$d_{r,lim}$ =	0,083	m	spostamento limite
$d_{r,max}$ =	0,049	m	spostamento massimo rilevato

Verifica

$d_{r,max}$ < $d_{r,lim}$

6.3.2 "Raffinazione finale"

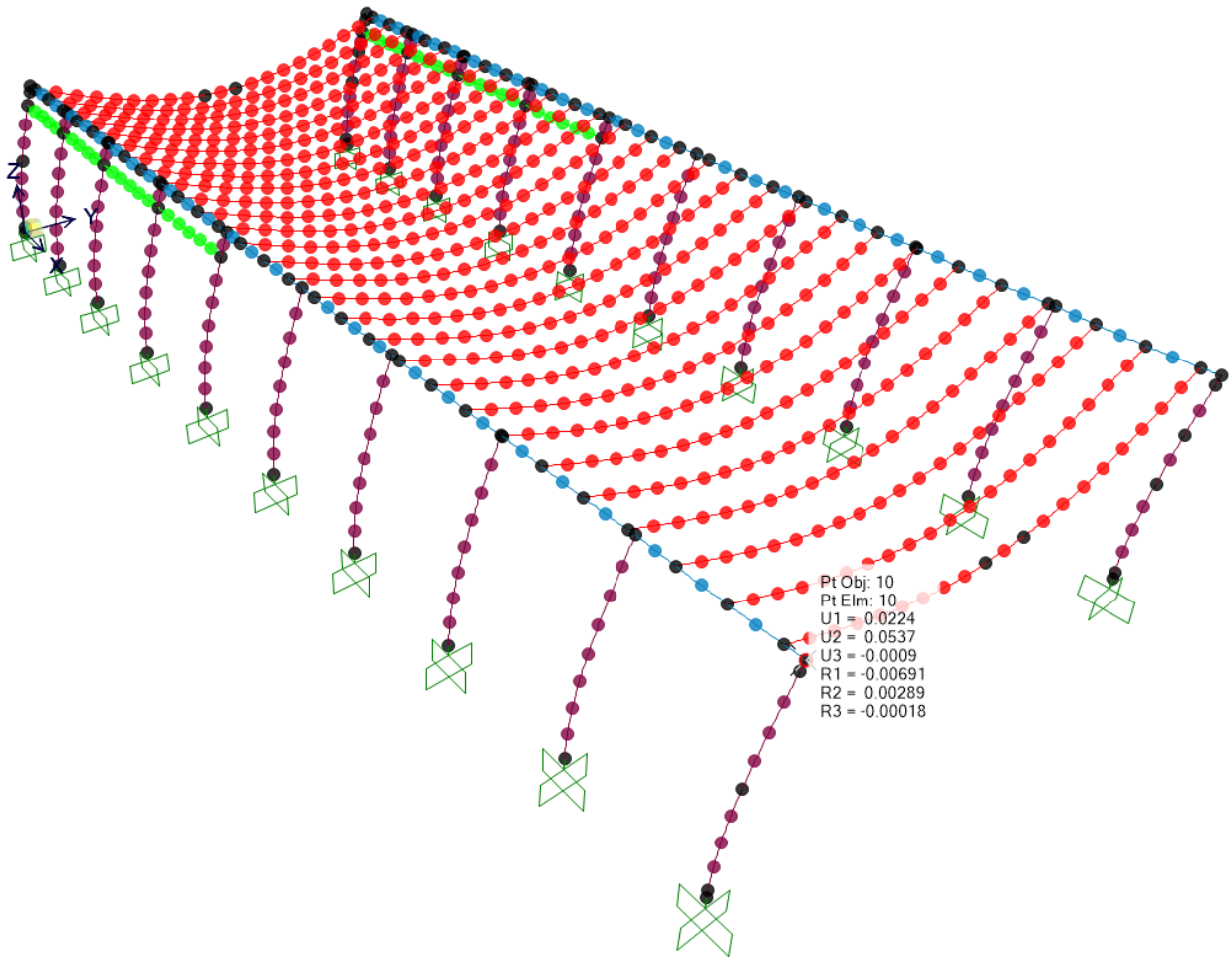


FIGURA 6-120 - SPOSTAMENTO ORIZZONTALE MASSIMO RILEVATO IN COPERTURA – SLDY1

$d_{r,lim}/h$ =	0,0075		limite imposto agli spostamenti scalato dell'altezza h
h =	11,00	m	altezza del piano
$d_{r,lim}$ =	0,083	m	spostamento limite
$d_{r,max}$ =	0,054	m	spostamento massimo rilevato

Verifica

$d_{r,max}$ < $d_{r,lim}$

6.3.3 "Conferimento raffinazione finale"

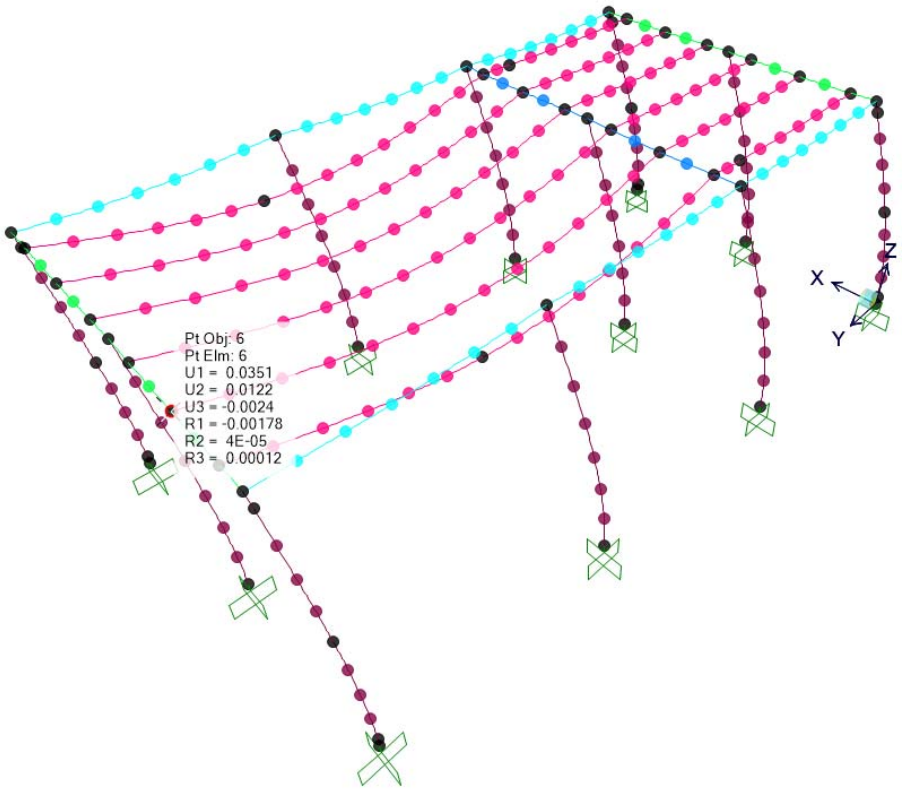


FIGURA 6-121 - SPOSTAMENTO ORIZZONTALE MASSIMO RILEVATO IN COPERTURA – SLDX1

$d_{r,lim}/h$ =	0,0075		limite imposto agli spostamenti scalato dell'altezza h
h =	9,00	m	altezza del piano
$d_{r,lim}$ =	0,068	m	spostamento limite
$d_{r,max}$ =	0,035	m	spostamento massimo rilevato

Verifica

$d_{r,max}$ < $d_{r,lim}$

6.3.4 "Stoccaggio"

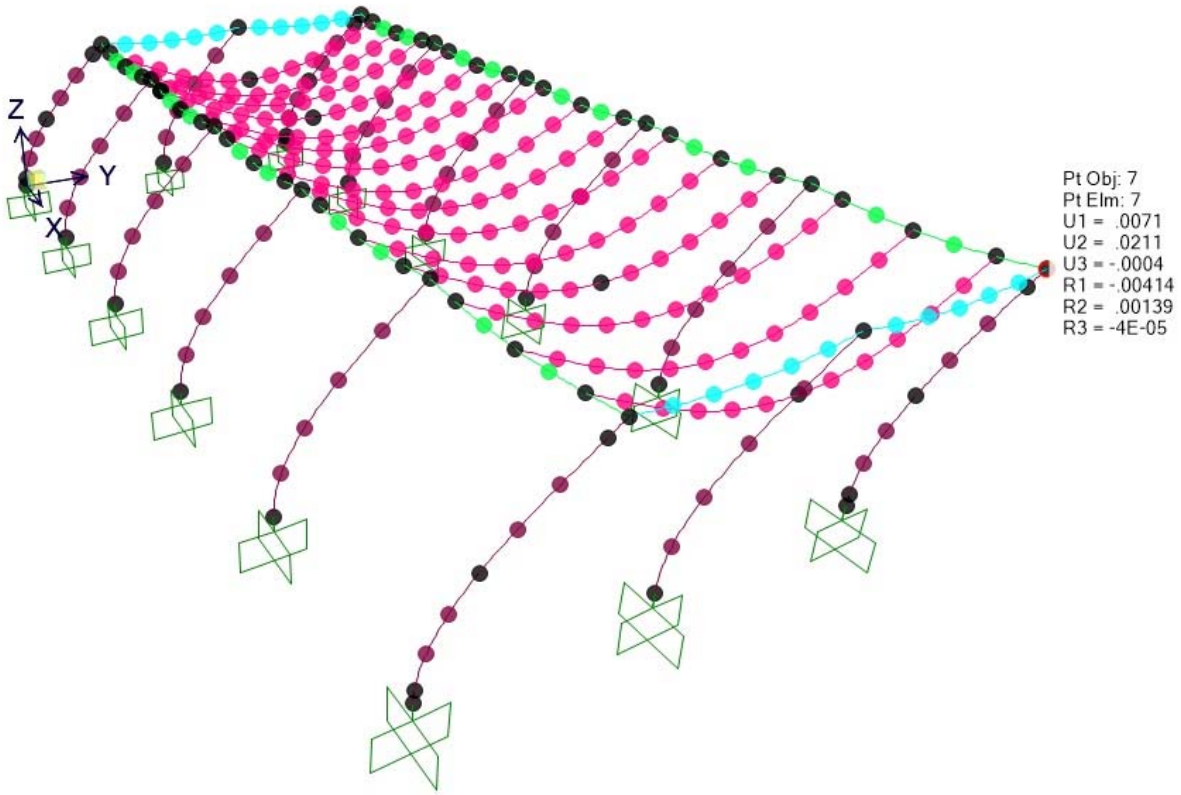


FIGURA 6-122 - SPOSTAMENTO ORIZZONTALE MASSIMO RILEVATO IN COPERTURA – SLDY1

$d_{r,lim}/h$ =	0,0075		limite imposto agli spostamenti scalato dell'altezza h
h =	7,00	m	altezza del piano
$d_{r,lim}$ =	0,053	m	spostamento limite
$d_{r,max}$ =	0,021	m	spostamento massimo rilevato

Verifica

$d_{r,max}$ < $d_{r,lim}$

6.3.5 "Corridoio biotunnel"

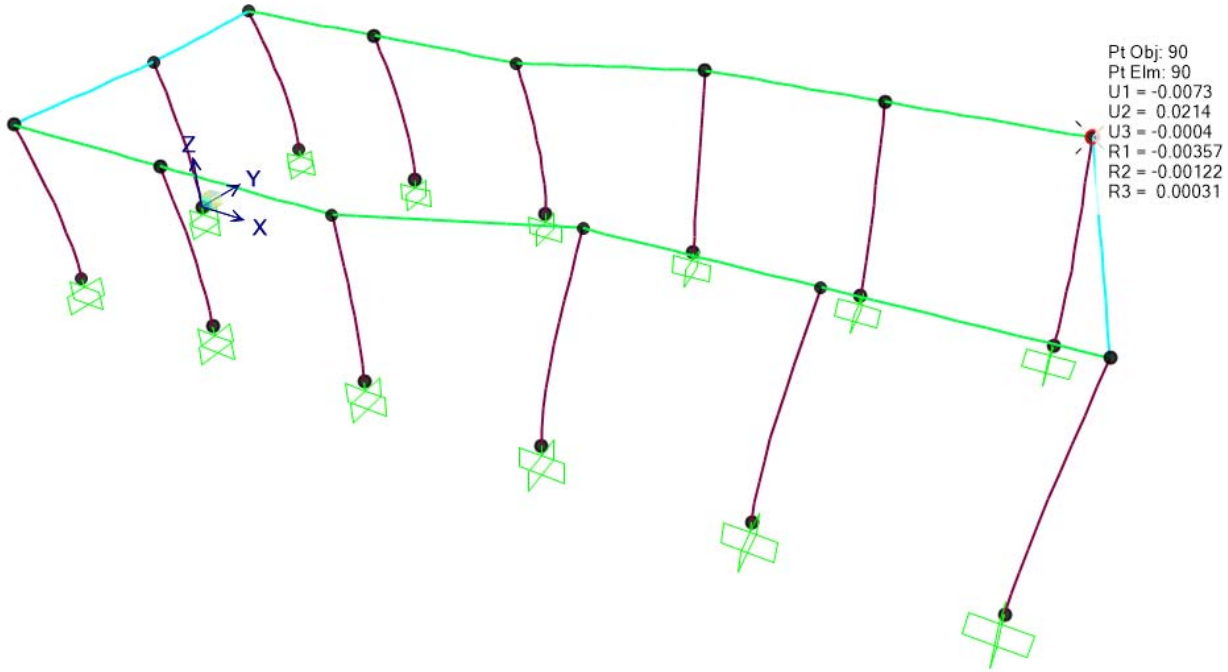


FIGURA 6-123 - SPOSTAMENTO ORIZZONTALE MASSIMO RILEVATO IN COPERTURA – SLD_09

$d_{r,lim}/h$ =	0,0075		limite imposto agli spostamenti scalato dell'altezza h
h =	7,00	m	altezza del piano
$d_{r,lim}$ =	0,053	m	spostamento limite
$d_{r,max}$ =	0,021	m	spostamento massimo rilevato

Verifica

$d_{r,max}$ < $d_{r,lim}$

6.4 Tegoli prefabbricati TT h=71cm

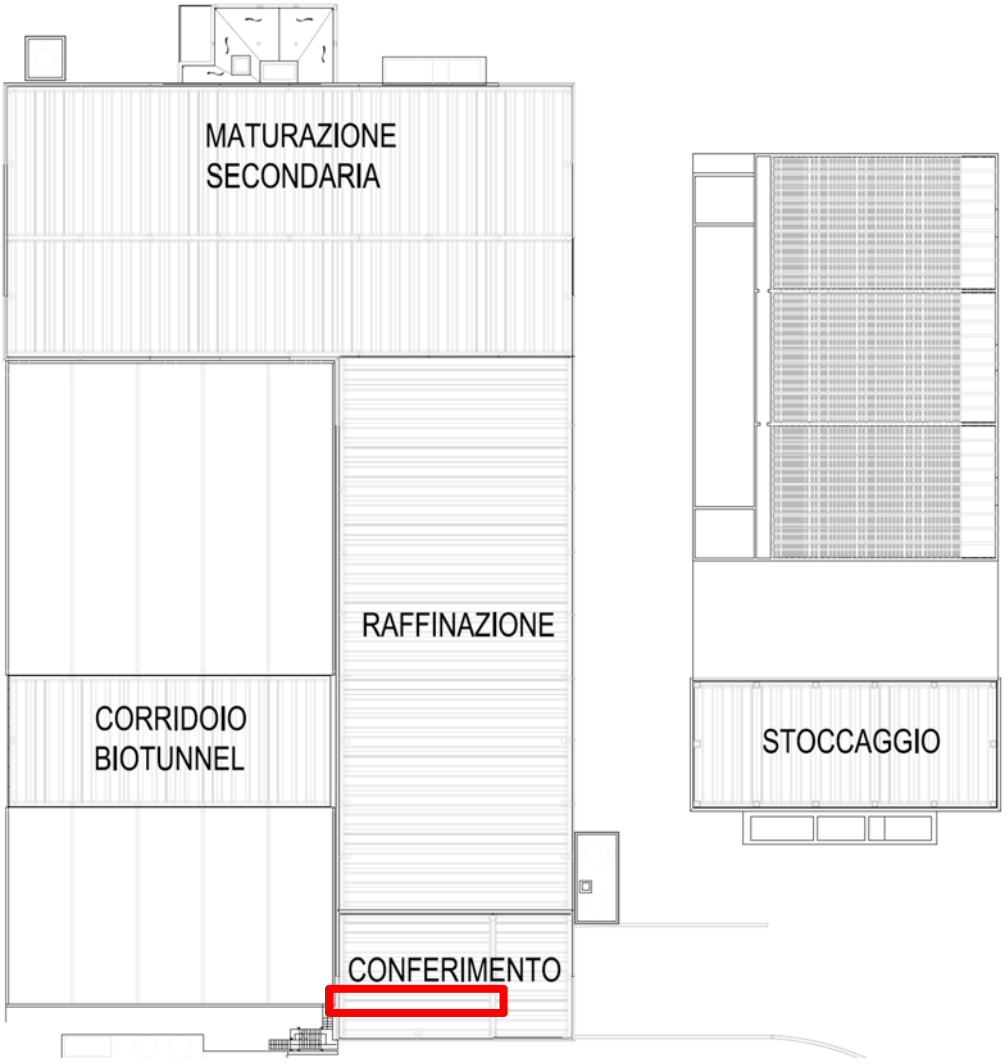


FIGURA 6-124 – ELEMENTO DIMENSIONATO

Si riassumono di seguito applicati sul singolo tegolo per il dimensionamento.

Carichi permanenti non strutturali		
pannelli fotovoltaici	0.3	kN/mq
Massetto pendenze	0.6	kN/mq
Lattonerie, impermaeabilizzazione, isolante	0.3	kN/mq
Impiantistica appesa	0.3	kN/mq
	1.5	kN/mq

Carichi variabili - qk; Qk		
neve	0.48	kN/mq
cat.H1 - Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0.5	kN/mq
vento (componente verticale)	0.5745	kN/mq

CARICHI SU TEGOLO		
Larghezza tegolo	2.50	m
Interasse tegoli	2.50	m
Neve	1.20	kN/m
Impianti	0.75	kN/m
Variabili copertura	1.25	kN/m
Permanenti portati	3.75	kN/m
Vento	1.44	kN/m

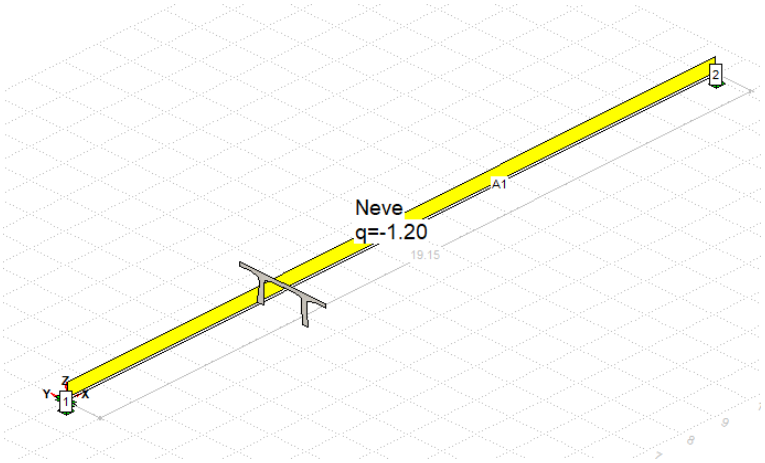


FIGURA 6-125 – CARICO DA NEVE

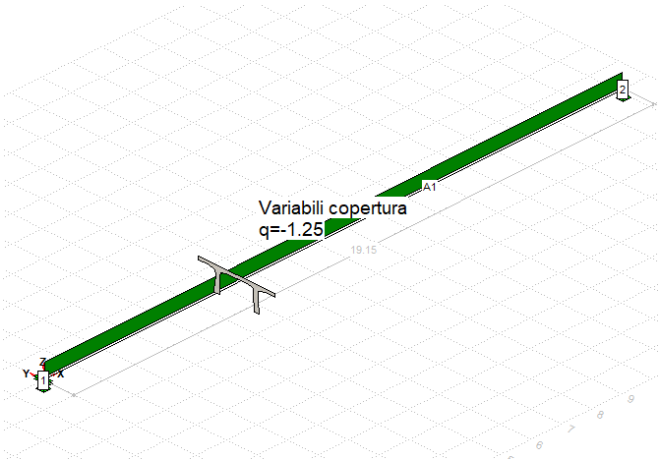


FIGURA 6-126 – VARIABILI COPERTURA

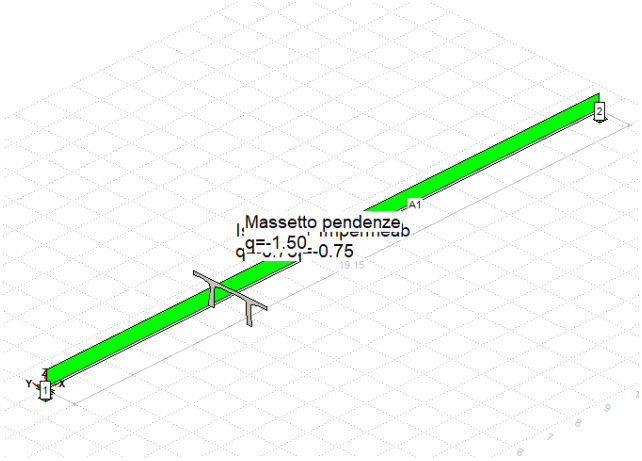


FIGURA 6-127 – CARICHI PERMANENTI PORTATI

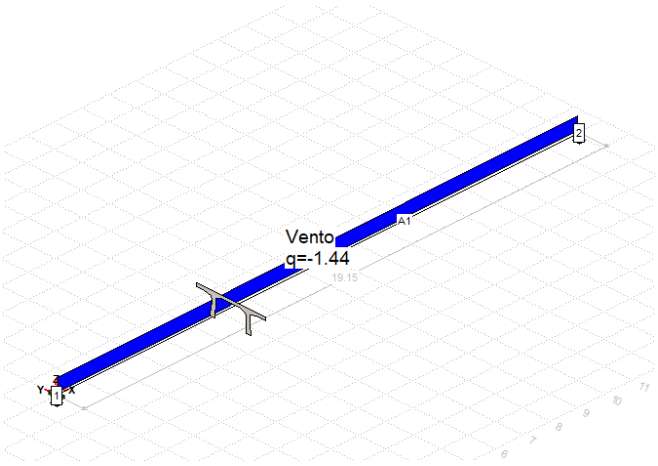


FIGURA 6-128 – VENTO

6.4.1 Geometria e sollecitazioni

```
GRAT ed. 8.24 - 10/2011 - SIGMAc SOFT - programma di calcolo grigliati di travi
Numero nodi = 2
Numero aste = 1
Numero elementi strutturali= 1
Numero condizioni di carico= 5
Numero carichi nodali      = 0
Numero carichi distribuiti = 7
Numero carichi parziali    = 0
Numero carichi concentrati = 0
Numero coppie concentrate  = 0
Numero carichi termici     = 0
Numero cedimenti vincoli   = 0
Calcolo automatico peso proprio: Attivato
Normativa di calcolo : Italiana S.L.
```

6.4.1.1 Coordinate nodali e vincoli fissi

nodo	X	Y	Rx	Wz	Ry
1	0.00	0.00	1	1	0
2	19.15	0.00	0	1	0

Caratteristiche delle aste

TEGOLO TT71 Anima 14

asta	nodo i	nodo j	lunghezza	area
1	1	2	19.15	0.4794

asta	sezione	modulo Jf	modulo Jt	modulo E	Poisson
1		0.0250	4.0170	3.91E7	0.2000

6.4.1.2 Carichi applicati alla struttura

Peso proprio

Peso proprio :

asta	carico lineare	peso asta
1	0.00	0

Peso totale struttura = 0

Neve

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.

Neve	1	-1.20	-1.20	0.00	0.00

Variabili copertura

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Variabili copertura	1	-1.25	-1.25	0.00	0.00

Permanenti portati

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Fotovoltaico	1	-0.75	-0.75	0.00	0.00
Impianti	1	-0.75	-0.75	0.00	0.00
Isolante + Impermeab	1	-0.75	-0.75	0.00	0.00
Massetto pendenze	1	-1.50	-1.50	0.00	0.00

Vento

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Vento	1	-1.44	-1.44	0.00	0.00

6.4.1.3 Classificazione dei carichi

cond.	Descrizione	Azione
1	Peso proprio	Permanente
2	Neve	Neve A<1000m
3	Variabili copertura	Sovracc. tetto e sottotetto
4	Permanenti portati	Permanente non strutturale
5	Vento	Vento

Azione variabile	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
Sovracc. ambienti residenziali	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. uffici	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. aree congresso	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. aree commerciali	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. biblioteca,magazzino	1.00	0.90	0.80	dominante
Sovracc. edifici traffico leggero	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. edifici traffico pesante	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. tetto e sottotetto	0.00	0.00	0.00	dominante
Vento	0.60	0.20	0.00	dominante
Neve A<1000m	0.50	0.20	0.00	dominante

6.4.1.4 Sollecitazioni peso proprio

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	112	0
	0.50	55	107	0
	1.00	107	101	0
	1.50	155	95	0
	2.00	201	89	0
	2.50	244	83	0
	3.00	285	77	0
	3.50	322	71	0
	4.00	356	65	0
	4.50	387	60	0
	5.00	415	54	0
	5.50	441	48	0
	6.00	463	42	0
	6.50	483	36	0
	7.00	499	30	0
	7.50	513	24	0
	8.00	524	18	0
	8.50	532	13	0
	9.00	536	7	0
	9.50	538	1	0
	10.00	537	-5	0
	10.50	533	-11	0
	11.00	526	-17	0
	11.50	517	-23	0
	12.00	504	-28	0
	12.50	488	-34	0
	13.00	470	-40	0
	13.50	448	-46	0
	14.00	423	-52	0
	14.50	396	-58	0

15.00	366	-64	0
15.50	332	-70	0
16.00	296	-75	0
16.50	257	-81	0
17.00	215	-87	0
17.50	170	-93	0
18.00	122	-99	0
18.50	71	-105	0
19.00	17	-111	0
19.15	0	-112	0

6.4.1.5 Condizione : Neve

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	11	0
	0.50	6	11	0
	1.00	11	10	0
	1.50	16	10	0
	2.00	21	9	0
	2.50	25	8	0
	3.00	29	8	0
	3.50	33	7	0
	4.00	36	7	0
	4.50	40	6	0
	5.00	42	5	0
	5.50	45	5	0
	6.00	47	4	0
	6.50	49	4	0
	7.00	51	3	0
	7.50	52	2	0
	8.00	54	2	0
	8.50	54	1	0
	9.00	55	1	0
	9.50	55	0	0
	10.00	55	-1	0
	10.50	54	-1	0
	11.00	54	-2	0
	11.50	53	-2	0
	12.00	51	-3	0
	12.50	50	-4	0
	13.00	48	-4	0
	13.50	46	-5	0
	14.00	43	-5	0
	14.50	40	-6	0
	15.00	37	-7	0
	15.50	34	-7	0
	16.00	30	-8	0
	16.50	26	-8	0
	17.00	22	-9	0
	17.50	17	-10	0
	18.00	12	-10	0
	18.50	7	-11	0
	19.00	2	-11	0
	19.15	0	-11	0

6.4.1.6 Condizione : Variabili copertura

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	12	0
	0.50	6	11	0
	1.00	11	11	0
	1.50	17	10	0
	2.00	21	9	0
	2.50	26	9	0
	3.00	30	8	0
	3.50	34	8	0
	4.00	38	7	0
	4.50	41	6	0
	5.00	44	6	0
	5.50	47	5	0
	6.00	49	4	0
	6.50	51	4	0
	7.00	53	3	0
	7.50	55	3	0
	8.00	56	2	0
	8.50	57	1	0
	9.00	57	1	0

9.50	57	0	0
10.00	57	-1	0
10.50	57	-1	0
11.00	56	-2	0
11.50	55	-2	0
12.00	54	-3	0
12.50	52	-4	0
13.00	50	-4	0
13.50	48	-5	0
14.00	45	-6	0
14.50	42	-6	0
15.00	39	-7	0
15.50	35	-7	0
16.00	32	-8	0
16.50	27	-9	0
17.00	23	-9	0
17.50	18	-10	0
18.00	13	-11	0
18.50	8	-11	0
19.00	2	-12	0
19.15	0	-12	0

6.4.1.7 Condizione : Permanenti portati

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	36	0
	0.50	17	34	0
	1.00	34	32	0
	1.50	50	30	0
	2.00	64	28	0
	2.50	78	27	0
	3.00	91	25	0
	3.50	103	23	0
	4.00	114	21	0
	4.50	124	19	0
	5.00	133	17	0
	5.50	141	15	0
	6.00	148	13	0
	6.50	154	12	0
	7.00	159	10	0
	7.50	164	8	0
	8.00	167	6	0
	8.50	170	4	0
	9.00	171	2	0
	9.50	172	0	0
	10.00	172	-2	0
	10.50	170	-3	0
	11.00	168	-5	0
	11.50	165	-7	0
	12.00	161	-9	0
	12.50	156	-11	0
	13.00	150	-13	0
	13.50	143	-15	0
	14.00	135	-17	0
	14.50	126	-18	0
	15.00	117	-20	0
	15.50	106	-22	0
	16.00	95	-24	0
	16.50	82	-26	0
	17.00	69	-28	0
	17.50	54	-30	0
	18.00	39	-32	0
	18.50	23	-33	0
	19.00	5	-35	0
	19.15	0	-36	0

6.4.1.8 Condizione : Vento

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	14	0
	0.50	7	13	0
	1.00	13	12	0
	1.50	19	12	0
	2.00	25	11	0
	2.50	30	10	0
	3.00	35	9	0
	3.50	39	9	0

4.00	44	8	0
4.50	47	7	0
5.00	51	7	0
5.50	54	6	0
6.00	57	5	0
6.50	59	4	0
7.00	61	4	0
7.50	63	3	0
8.00	64	2	0
8.50	65	2	0
9.00	66	1	0
9.50	66	0	0
10.00	66	-1	0
10.50	65	-1	0
11.00	64	-2	0
11.50	63	-3	0
12.00	62	-3	0
12.50	60	-4	0
13.00	57	-5	0
13.50	55	-6	0
14.00	52	-6	0
14.50	48	-7	0
15.00	45	-8	0
15.50	41	-9	0
16.00	36	-9	0
16.50	31	-10	0
17.00	26	-11	0
17.50	21	-11	0
18.00	15	-12	0
18.50	9	-13	0
19.00	2	-14	0
19.15	0	-14	0

6.4.1.9 SLE Rare

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
4	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
6	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60
8	1.00	1.00	0.00	0.00	0.60
9	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.60
11	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
13	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00
14	1.00	0.50	1.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60
16	1.00	0.00	1.00	0.00	0.60
17	1.00	0.50	1.00	1.00	0.60
18	1.00	0.50	1.00	0.00	0.60
19	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
20	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
21	1.00	0.50	0.00	1.00	1.00
22	1.00	0.50	0.00	0.00	1.00
23	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
24	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
25	1.00	0.50	0.00	1.00	1.00
26	1.00	0.50	0.00	0.00	1.00

Inviluppo sollecitazioni

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	174	0
		MIN	0	112	0
	0.50	MAX	85	165	0
		MIN	55	107	0
	1.00	MAX	165	156	0
		MIN	107	101	0
	1.50	MAX	241	147	0
		MIN	155	95	0
	2.00	MAX	312	138	0
		MIN	201	89	0
	2.50	MAX	379	129	0
		MIN	244	83	0
	3.00	MAX	441	120	0

	MIN	285	77	0
3.50	MAX	499	111	0
	MIN	322	71	0
4.00	MAX	552	102	0
	MIN	356	65	0
4.50	MAX	600	92	0
	MIN	387	60	0
5.00	MAX	644	83	0
	MIN	415	54	0
5.50	MAX	683	74	0
	MIN	441	48	0
6.00	MAX	718	65	0
	MIN	463	42	0
6.50	MAX	749	56	0
	MIN	483	36	0
7.00	MAX	774	47	0
	MIN	499	30	0
7.50	MAX	795	38	0
	MIN	513	24	0
8.00	MAX	812	29	0
	MIN	524	18	0
8.50	MAX	824	20	0
	MIN	532	13	0
9.00	MAX	832	10	0
	MIN	536	7	0
9.50	MAX	835	1	0
	MIN	538	1	0
10.00	MAX	833	-5	0
	MIN	537	-8	0
10.50	MAX	827	-11	0
	MIN	533	-17	0
11.00	MAX	816	-17	0
	MIN	526	-26	0
11.50	MAX	801	-23	0
	MIN	517	-35	0
12.00	MAX	781	-28	0
	MIN	504	-44	0
12.50	MAX	757	-34	0
	MIN	488	-53	0
13.00	MAX	728	-40	0
	MIN	470	-62	0
13.50	MAX	694	-46	0
	MIN	448	-71	0
14.00	MAX	656	-52	0
	MIN	423	-81	0
14.50	MAX	614	-58	0
	MIN	396	-90	0
15.00	MAX	567	-64	0
	MIN	366	-99	0
15.50	MAX	515	-70	0
	MIN	332	-108	0
16.00	MAX	459	-75	0
	MIN	296	-117	0
16.50	MAX	398	-81	0
	MIN	257	-126	0
17.00	MAX	333	-87	0
	MIN	215	-135	0
17.50	MAX	263	-93	0
	MIN	170	-144	0
18.00	MAX	188	-99	0
	MIN	122	-153	0
18.50	MAX	109	-105	0
	MIN	71	-162	0
19.00	MAX	26	-111	0
	MIN	17	-172	0
19.15	MAX	0	-112	0
	MIN	0	-174	0

6.4.1.10 SLE Frequenti

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
4	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
6	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
8	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
10	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
11	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

15	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
21	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
23	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
25	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
26	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Inviluppo sollecitazioni

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	151	0
		MIN	0	112	0
	0.50	MAX	74	143	0
		MIN	55	107	0
	1.00	MAX	143	135	0
		MIN	107	101	0
	1.50	MAX	209	127	0
		MIN	155	95	0
	2.00	MAX	271	120	0
		MIN	201	89	0
	2.50	MAX	328	112	0
		MIN	244	83	0
	3.00	MAX	382	104	0
		MIN	285	77	0
	3.50	MAX	432	96	0
		MIN	322	71	0
	4.00	MAX	478	88	0
		MIN	356	65	0
	4.50	MAX	520	80	0
		MIN	387	60	0
	5.00	MAX	558	72	0
		MIN	415	54	0
	5.50	MAX	592	64	0
		MIN	441	48	0
	6.00	MAX	623	56	0
		MIN	463	42	0
	6.50	MAX	649	49	0
		MIN	483	36	0
	7.00	MAX	671	41	0
		MIN	499	30	0
	7.50	MAX	689	33	0
		MIN	513	24	0
	8.00	MAX	704	25	0
		MIN	524	18	0
	8.50	MAX	714	17	0
		MIN	532	13	0
	9.00	MAX	721	9	0
		MIN	536	7	0
	9.50	MAX	723	1	0
		MIN	538	1	0
	10.00	MAX	722	-5	0
		MIN	537	-7	0
	10.50	MAX	717	-11	0
		MIN	533	-15	0
	11.00	MAX	707	-17	0
		MIN	526	-22	0
	11.50	MAX	694	-23	0
		MIN	517	-30	0
	12.00	MAX	677	-28	0
		MIN	504	-38	0
	12.50	MAX	656	-34	0
		MIN	488	-46	0
	13.00	MAX	631	-40	0
		MIN	470	-54	0
	13.50	MAX	602	-46	0
		MIN	448	-62	0
	14.00	MAX	569	-52	0
		MIN	423	-70	0
	14.50	MAX	532	-58	0
		MIN	396	-78	0
	15.00	MAX	491	-64	0
		MIN	366	-86	0
	15.50	MAX	446	-70	0
		MIN	332	-94	0
	16.00	MAX	398	-75	0
		MIN	296	-101	0
	16.50	MAX	345	-81	0
		MIN	257	-109	0
	17.00	MAX	288	-87	0
		MIN	215	-117	0

17.50	MAX	228	-93	0
	MIN	170	-125	0
18.00	MAX	163	-99	0
	MIN	122	-133	0
18.50	MAX	95	-105	0
	MIN	71	-141	0
19.00	MAX	22	-111	0
	MIN	17	-149	0
19.15	MAX	0	-112	0
	MIN	0	-151	0

6.4.1.11 SLE Quasi Permanenti

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Inviluppo sollecitazioni

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	148	0
		MIN	0	112	0
	0.50	MAX	72	141	0
		MIN	55	107	0
	1.00	MAX	141	133	0
		MIN	107	101	0
	1.50	MAX	205	125	0
		MIN	155	95	0
	2.00	MAX	266	117	0
		MIN	201	89	0
	2.50	MAX	322	110	0
		MIN	244	83	0
	3.00	MAX	375	102	0
		MIN	285	77	0
	3.50	MAX	424	94	0
		MIN	322	71	0
	4.00	MAX	469	86	0
		MIN	356	65	0
	4.50	MAX	511	79	0
		MIN	387	60	0
	5.00	MAX	548	71	0
		MIN	415	54	0
	5.50	MAX	582	63	0
		MIN	441	48	0
	6.00	MAX	611	55	0
		MIN	463	42	0
	6.50	MAX	637	48	0
		MIN	483	36	0
	7.00	MAX	659	40	0
		MIN	499	30	0
	7.50	MAX	677	32	0
		MIN	513	24	0
	8.00	MAX	691	24	0
		MIN	524	18	0
	8.50	MAX	701	17	0
		MIN	532	13	0
	9.00	MAX	708	9	0
		MIN	536	7	0
	9.50	MAX	710	1	0
		MIN	538	1	0
	10.00	MAX	709	-5	0
		MIN	537	-7	0
	10.50	MAX	704	-11	0
		MIN	533	-14	0
	11.00	MAX	695	-17	0
		MIN	526	-22	0

11.50	MAX	682	-23	0
	MIN	517	-30	0
12.00	MAX	665	-28	0
	MIN	504	-38	0
12.50	MAX	644	-34	0
	MIN	488	-45	0
13.00	MAX	619	-40	0
	MIN	470	-53	0
13.50	MAX	591	-46	0
	MIN	448	-61	0
14.00	MAX	559	-52	0
	MIN	423	-69	0
14.50	MAX	522	-58	0
	MIN	396	-76	0
15.00	MAX	482	-64	0
	MIN	366	-84	0
15.50	MAX	438	-70	0
	MIN	332	-92	0
16.00	MAX	390	-75	0
	MIN	296	-100	0
16.50	MAX	339	-81	0
	MIN	257	-107	0
17.00	MAX	283	-87	0
	MIN	215	-115	0
17.50	MAX	224	-93	0
	MIN	170	-123	0
18.00	MAX	160	-99	0
	MIN	122	-131	0
18.50	MAX	93	-105	0
	MIN	71	-138	0
19.00	MAX	22	-111	0
	MIN	17	-146	0
19.15	MAX	0	-112	0
	MIN	0	-148	0

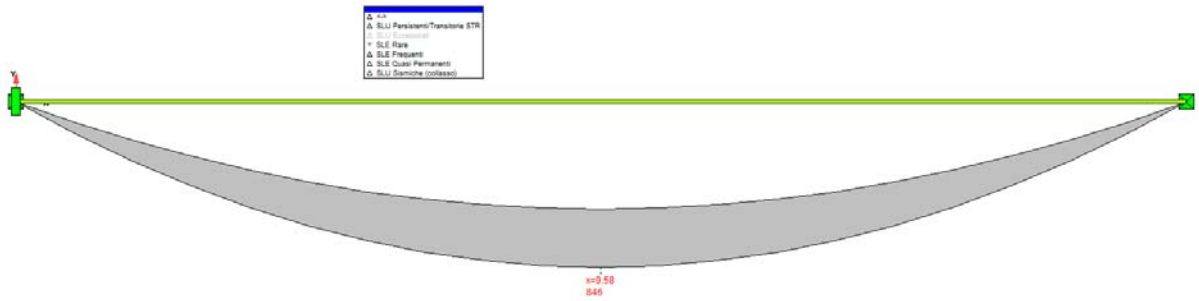


FIGURA 6-129 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE RARA

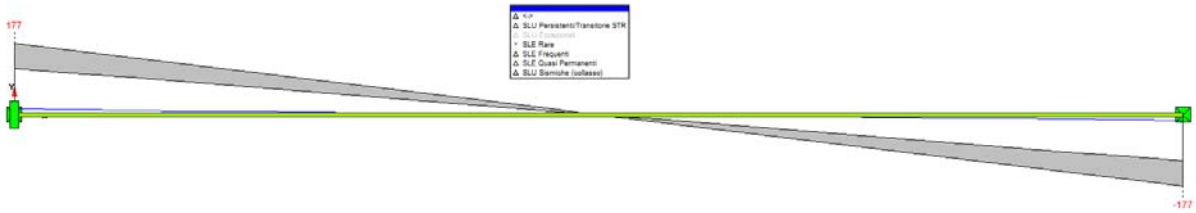


FIGURA 6-130 – TAGLIO COMBINAZIONE RARA

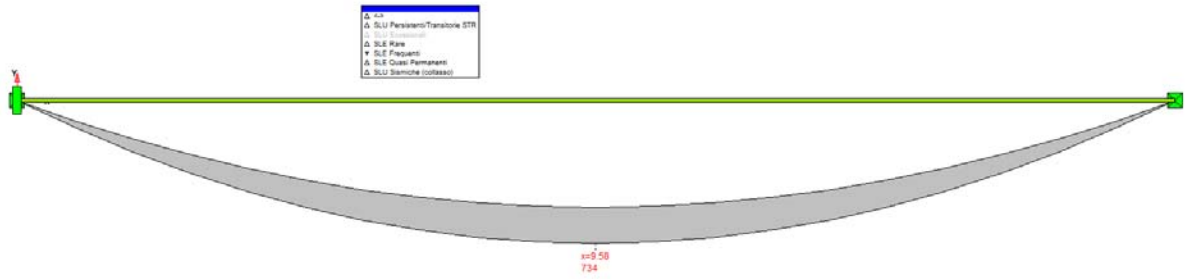


FIGURA 6-131 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE FREQUENTE

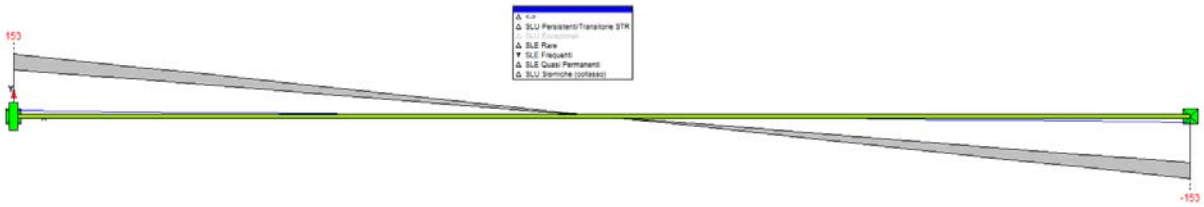


FIGURA 6-132 – TAGLIO COMBINAZIONE FREQUENTE

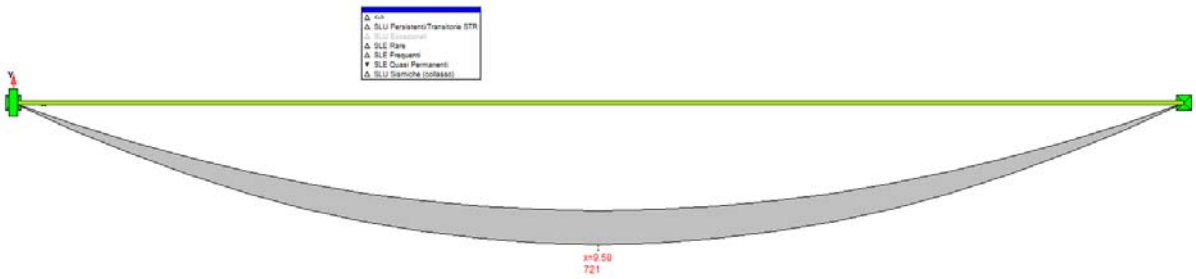


FIGURA 6-133 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

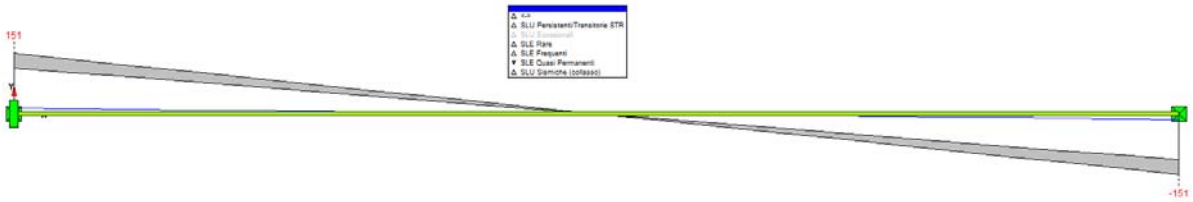


FIGURA 6-134 – TAGLIO COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

6.4.1.12 SLU Persistenti/Transitorie STR

comb.	Peso proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.30	0.00	0.00	1.50	0.00
2	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00
3	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.30	1.50	0.00	1.50	0.00
6	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00
7	1.30	1.50	0.00	0.00	0.00
8	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00
9	1.30	1.50	0.00	1.50	0.00
10	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00
11	1.30	1.50	0.00	0.00	0.00
12	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00
13	1.30	1.50	0.00	1.50	0.90
14	1.00	1.50	0.00	1.50	0.90
15	1.30	1.50	0.00	0.00	0.90
16	1.00	1.50	0.00	0.00	0.90
17	1.30	1.50	0.00	1.50	0.90
18	1.00	1.50	0.00	1.50	0.90
19	1.30	1.50	0.00	0.00	0.90
20	1.00	1.50	0.00	0.00	0.90
21	1.30	0.00	1.50	1.50	0.00
22	1.00	0.00	1.50	1.50	0.00
23	1.30	0.00	1.50	0.00	0.00
24	1.00	0.00	1.50	0.00	0.00
25	1.30	0.75	1.50	1.50	0.00
26	1.00	0.75	1.50	1.50	0.00
27	1.30	0.75	1.50	0.00	0.00
28	1.00	0.75	1.50	0.00	0.00
29	1.30	0.00	1.50	1.50	0.90
30	1.00	0.00	1.50	1.50	0.90
31	1.30	0.00	1.50	0.00	0.90
32	1.00	0.00	1.50	0.00	0.90
33	1.30	0.75	1.50	1.50	0.90
34	1.00	0.75	1.50	1.50	0.90
35	1.30	0.75	1.50	0.00	0.90
36	1.00	0.75	1.50	0.00	0.90
37	1.30	0.00	0.00	1.50	1.50
38	1.00	0.00	0.00	1.50	1.50
39	1.30	0.00	0.00	0.00	1.50
40	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50
41	1.30	0.75	0.00	1.50	1.50
42	1.00	0.75	0.00	1.50	1.50
43	1.30	0.75	0.00	0.00	1.50
44	1.00	0.75	0.00	0.00	1.50
45	1.30	0.00	0.00	1.50	1.50
46	1.00	0.00	0.00	1.50	1.50
47	1.30	0.00	0.00	0.00	1.50
48	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50
49	1.30	0.75	0.00	1.50	1.50
50	1.00	0.75	0.00	1.50	1.50
51	1.30	0.75	0.00	0.00	1.50
52	1.00	0.75	0.00	0.00	1.50

Inviluppo Sollecitazioni

TEGOLO TT71 Anima 14 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	242	0
		MIN	0	115	0
	0.50	MAX	118	229	0
		MIN	56	109	0
	1.00	MAX	229	217	0
		MIN	109	103	0
	1.50	MAX	335	204	0
		MIN	159	97	0
	2.00	MAX	433	191	0
		MIN	206	91	0
	2.50	MAX	526	179	0
		MIN	249	85	0
	3.00	MAX	612	166	0
		MIN	290	79	0
	3.50	MAX	692	154	0
		MIN	328	73	0
	4.00	MAX	766	141	0
		MIN	363	67	0
	4.50	MAX	833	128	0
		MIN	395	61	0
	5.00	MAX	894	116	0
		MIN	424	55	0
	5.50	MAX	949	103	0
		MIN	450	49	0
	6.00	MAX	997	90	0

	MIN	473	43	0
6.50	MAX	1039	78	0
	MIN	493	37	0
7.00	MAX	1075	65	0
	MIN	510	31	0
7.50	MAX	1104	52	0
	MIN	524	25	0
8.00	MAX	1127	40	0
	MIN	535	19	0
8.50	MAX	1144	27	0
	MIN	542	13	0
9.00	MAX	1154	15	0
	MIN	547	7	0
9.50	MAX	1158	2	0
	MIN	549	1	0
10.00	MAX	1156	-5	0
	MIN	548	-11	0
10.50	MAX	1148	-11	0
	MIN	544	-23	0
11.00	MAX	1133	-17	0
	MIN	537	-36	0
11.50	MAX	1112	-23	0
	MIN	527	-49	0
12.00	MAX	1084	-29	0
	MIN	514	-61	0
12.50	MAX	1050	-35	0
	MIN	498	-74	0
13.00	MAX	1010	-41	0
	MIN	479	-87	0
13.50	MAX	964	-47	0
	MIN	457	-99	0
14.00	MAX	911	-53	0
	MIN	432	-112	0
14.50	MAX	852	-59	0
	MIN	404	-124	0
15.00	MAX	787	-65	0
	MIN	373	-137	0
15.50	MAX	715	-71	0
	MIN	339	-150	0
16.00	MAX	637	-77	0
	MIN	302	-162	0
16.50	MAX	553	-83	0
	MIN	262	-175	0
17.00	MAX	462	-89	0
	MIN	219	-188	0
17.50	MAX	365	-95	0
	MIN	173	-200	0
18.00	MAX	262	-101	0
	MIN	124	-213	0
18.50	MAX	152	-107	0
	MIN	72	-226	0
19.00	MAX	36	-113	0
	MIN	17	-238	0
19.15	MAX	0	-115	0
	MIN	0	-242	0

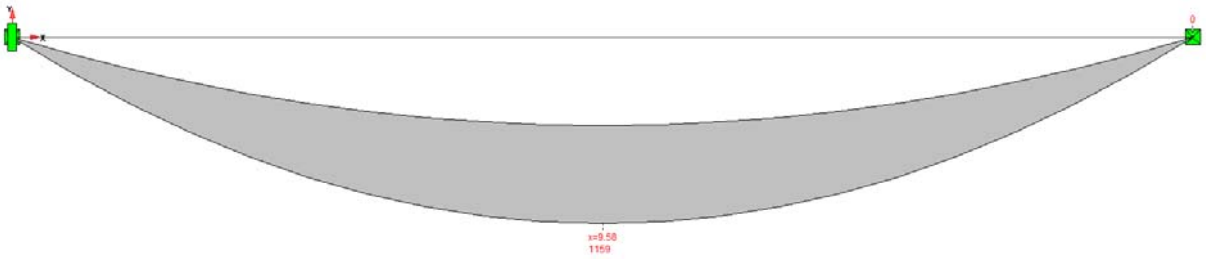


FIGURA 6-135 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE SLU

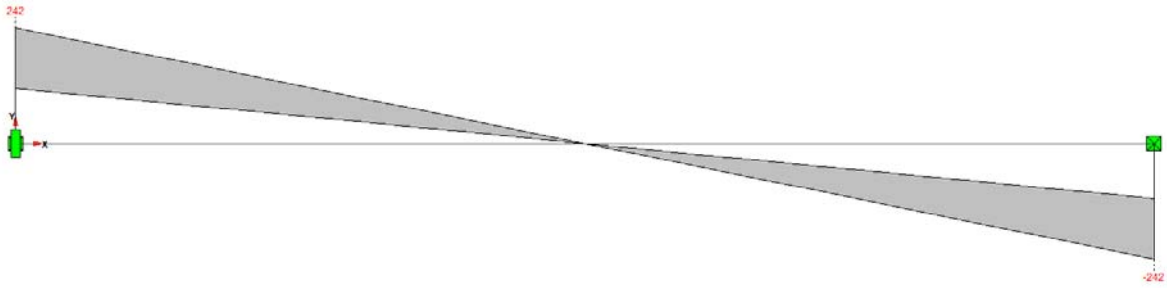


FIGURA 6-136 – TAGLIO COMBINAZIONE SLU

6.4.2 Verifiche

Verifica elemento precompresso

Oggetto della relazione

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.
La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.

Convenzioni

Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento delle grandezze geometriche e delle forze è una terna sinistrogira con l'asse X parallelo all'asse longitudinale della struttura, l'asse Z contenuto nel piano verticale e l'asse Y ortogonale a tale piano e orientato verso l'osservatore che veda le X positive a destra e le Z positive in alto.
I carichi agenti sulla struttura e le reazioni dei vincoli sono positivi se sono diretti verso l'alto e verso destra. I momenti flettenti sulla trave sono positivi quando tendono la fibra inferiore della sezione.
Tensioni e deformazioni sono positive se di trazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

Unità di misura

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza	[m]
forza	[KN]
angolo	[rad]

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in [mm], i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in [inch] (= 25.4 [mm]).

Codice di calcolo

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. 8.21 - 2/2011 sviluppato da SIGMAc SOFT - Padova.
Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/2.0 09/10 - SIGMAcSOFT
Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT
Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMAcSOFT
Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 - SIGMAcSOFT

Modello di calcolo

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.
La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale.Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

Dati di calcolo

Materiali - resistenze di calcolo

In questo capitolo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.
Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precompresse a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.
Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C60/75
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	75000.00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	45000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.500
modulo elastico	39483585.08
peso specifico	25.0000
ritiro totale	-0.00030
% ritiro prima del taglio trefoli	25.5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25.5%
% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	2.300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 75000.00 = 62250.00 KN/m^2$
al taglio dei trefoli $f_{ckj} = 0.83 \cdot R_{ckj} = 0.83 \cdot 45000.00 = 37350.00 KN/m^2$

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot 62250.00/1.5 = 35275.00 KN/m^2$
al taglio dei trefoli $f_{cdj} = \alpha_{cc} \cdot f_{ckj}/\gamma_c = 0.85 \cdot 37350.00/1.5 = 21165.00 KN/m^2$

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima pari a :
$f_{cd} = 35275.00$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione :

a tempo infinito $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 3090.52/1.5 = 3708.63$
al taglio dei trefoli $f_{ctdj} = f_{ctkj}/\gamma_c = 2346.46/1.5 = 2815.75$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

$\sigma_{cj} < 0.7 \cdot f_{ckj} = 43575.00 KN/m^2$

a cadute avvenute :

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 37350.00 KN/m^2$ (per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 28012.50 KN/m^2$ (per comb. quasi permanente)

Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C28/35
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	35000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.5
modulo elastico	32588107.82
peso specifico	25.0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0.825

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 35000.00 = 29050.00 KN/m^2$

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot 29050.00/1.5 = 16461.67 KN/m^2$

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :
f_{cd} = 16461.67

Resistenza di calcolo a trazione per flessione :

a tempo infinito $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1984.50/1.5 = 2381.39$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 17430.00 KN/m^2$ (per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 13072.50 KN/m^2$ (per comb. quasi permanente)

Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1674000.00
Modulo elastico	206000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6
coefficiente di sicurezza	1.15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41.4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25.9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32.7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

$\sigma_{spi} <= 0.80 \cdot f_{ptk} = 0.80 \cdot 1841400.00 = 1473120.00 KN/m^2$
$\sigma_{spi} <= 0.90 \cdot f_{p(1)k} = 0.90 \cdot 1674000.00 = 1506600.00 KN/m^2$

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a 0.05 $f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

$\sigma_{sp} <= 0.80 \cdot f_{p(1)k}$ 1339200.00 KN/m^2

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{ptd} = f_{p(1)k}/\gamma_s = 1674000.00/1.15 = 1455652.17 KN/m^2$

Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	450000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.15
modulo elastico	210000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 D.M. 14/01/2008) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

$\sigma_s <= 0.80 \cdot f_{yk} = 0.80 \cdot 450000.00 = 360000.00 KN/m^2$

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 450000.00/1.15 = 391304.35 KN/m^2$

Dati geometrici

Schemi statici

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante.Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprioed a quello del getto eseguito in opera.
SECONDA FASE: Il sistema misto, travi prefabbricate e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:
Sbalzo sinistro = 0.00
Sbalzo destro = 0.00

Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	Pila 1	0.00	
2	Pila 2	19.15	19.15

Cadute di tensione nell'acciaio da precompressione

Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.
Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione $\Delta\sigma_{pr}$ per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi}\cdot[0.66\cdot\rho_{1000}\cdot e^{9.1\mu}\cdot(t/1000)^{0.75(1-\mu)}\cdot 10^{-5}]$

dove:
σ_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;
ρ_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza f_p del campione provato:

Acciaio	classe	ρ_{1000}
1	2	2.5

$\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$;
f_{pk} è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;
t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore.
Si ottiene così:

Armatura	classe	μ	$\Delta\sigma_{pr}$	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$
Trave 1 - gruppo 1	2	0.684	0.036	3.64%

Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

prefabbricati $\varepsilon_{cs1} = -0.00030$
getto in opera $\varepsilon_{cs2} = -0.00030$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso:

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$	
Trave 1 - gruppo 1	-0.00030·206000000.00=-61800.00	4.90%

Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$\varphi_{inf,1} = 2.3$ (cavi pretesi nei prefabbricati)

Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	rilassamento	ritiro	viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41.40	25.50	0.00
dal taglio trefoli al getto in opera	25.90	25.50	33.00
dal getto in opera a tempo infinito	32.70	49.00	67.00

Stati Limite di Esercizio

Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

PRIMA FASE
a) al manifestarsi della precompressione
b) prima del getto in opera
c) subito dopo il getto in opera

SECONDA FASE
d) impalcato scarico
e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:
G_1 = permanenti strutturali
G_2 = permanenti non strutturali
P = precompressione
Q = azioni variabili

Stato Limite di deformazione

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.
La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:
E_{travi} = 39483585.08
$E_{soletta}$ = 32588107.82

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:

φ_{inf} = 2.3

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0.5
Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

Prima fase

trave 1 :

	accorciamento [m]	rotaz. testata sinistra [rad]	rotaz. testata destra [rad]	freccia in mezzeria [m]
al taglio trefoli	-0.0027	0.00391	-0.00391	0.0208
al getto soletta	-0.0050	0.00362	-0.00362	0.0192
dopo maturazione	-0.0050	0.00363	-0.00363	0.0193

Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0.0000	0.0000	0.0000
Pila 2	0.0000	0.0000	-0.0016

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0.00000	0.00000	0.00541
Pila 2	0.00000	0.00000	-0.00541

Frecce in mezzeria [m] :

campata	X	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf. comb. rara max	t=inf. comb. rara min
1	9.58	0.0193	0.0193	0.0311	0.0195

Stati Limite Ultimi

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma σ–ε parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).
Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.
Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.

Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione ε_{sp} dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot ((100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}/\gamma_c) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (taglio ultimo in assenza di armatura trasversale)

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (cotan\alpha + cotan\theta)/(1 + cotan^2\theta)$ (taglio ultimo per rottura delle bielle compresse)

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (cotan\alpha + cotan\theta) \cdot \sin\alpha$ (taglio ultimo per rottura delle staffe)

$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot cotan\theta/(1 + cotan^2\theta)$ (momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse)

$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot cotan\theta$ (momento torcente ultimo per rottura delle staffe)

Dove:
- d: altezza utile della sezione
- b_w: larghezza minima della sezione
- A_{sw}: area armatura trasversale
- s: passo staffe
- α: inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])
- θ: inclinazione bielle compresse in cls
- α_c: coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale
- A_{sl}: area acciaio in zona tesa
- $k = 1+(200/d)^{1/2}$
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_{cls}$
- $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d)$
- A_k: area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precompresse, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.
L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

6.4.2.1 Verifica SLE sezione X=9.57

Prima fase: sola trave

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z
1	-0.57	0.00
2	-0.74	0.00
3	-0.74	0.15
4	-0.70	0.19
5	-0.69	0.50
6	-0.71	0.60
7	-0.95	0.66
8	-1.25	0.66
9	-1.25	0.71
10	1.25	0.71
11	1.25	0.66
12	0.95	0.66
13	0.71	0.60
14	0.69	0.50
15	0.70	0.19
16	0.74	0.15
17	0.74	0.00
18	0.57	0.00
19	0.55	0.50
20	0.53	0.60
21	0.35	0.66
22	-0.35	0.66
23	-0.53	0.60
24	-0.55	0.50
25	-0.57	0.00
26	-0.57	0.00

A = 0.354
J_f = 0.0188
Y_g = 0.48

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.63	0.000
2	0.15	0.001
3	0.10	0.001
4	0.05	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.04	0.000	2Ø12	2F12
2	0.14	0.000	2Ø12	2F12
3	0.24	0.000	2Ø12	2F12
4	0.34	0.000	2Ø12	2F12
5	0.44	0.000	2Ø12	2F12
6	0.54	0.000	2Ø12	2F12
7	0.64	0.000	2Ø12	2F12
8	0.04	0.000	2Ø12	2F12
9	0.14	0.000	2Ø12	2F12
10	0.24	0.000	2Ø12	2F12
11	0.34	0.000	2Ø12	2F12
12	0.44	0.000	2Ø12	2F12
13	0.54	0.000	2Ø12	2F12
14	0.64	0.000	2Ø12	2F12
15	0.69	0.001	24Ø8	Rete F8 10x10

$n = 5.217$
$A_{id} = 0.381$
$J_{f,id} = 0.0208$
$Y_{g,id} = 0.47$

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	30.6%	18977.47	1.5%

Sollecitazioni :

istante	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	406.13	-2384.36	-713.76
prima del getto	406.13	-2266.45	-678.46
dopo getto 2a fase	549.38	-2265.94	-678.31

Tensioni sul calcestruzzo :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-2884.14	-12736.35
prima del getto	-2976.78	-11654.67
dopo getto 2a fase	-4654.84	-8431.87

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$	$\sigma_{long,sup}$
t=0 dopo taglio trefoli	1181837.03	-51138.81	-13620.62
prima del getto	1124580.60	-46883.88	-13837.64
dopo getto 2a fase	1133055.01	-34573.08	-20189.78

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	19.1%	11872.38	0.9%
viscosità cls	39.5%	32960.72	2.6%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.1%	85.15	0.0%
rilassamento acciaio	0.1%	42.15	0.0%
viscosità cls	0.2%	136.99	0.0%

6.1.1.1 Momenti di rottura in flessione retta

$\Delta\varepsilon$ armature pretese: $\varepsilon_{sp,z=0.18}=0.00565$

fless.	Z asse neutro	Mr	ε_{sup}	$Z\varepsilon_{sup}$	ε_{inf}	$Z\varepsilon_{inf}$
(+)	0.63	1843.57	-0.00141	0.71	0.01000	0.04
(-)	0.25	-767.26	0.00612	0.69	-0.00350	0.00

$M_{d,max} = 714.20 < Mr$

6.1.1.2 Verifica rottura a taglio

Calcestruzzo:	θ [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0.381	0.28		0.001

d	K	A_{sl}	ρ_l	σ_{cp}	α_c
0.69	1.540	0.004	0.0200	6395.40	1.181

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
361.07	808.52	1240.38

$V_{d,max}$ = 0.00 < 808.52

Seconda fase: trave + getto in opera

dopo postensione + cambio vincoli

Scassero / cambio vincoli

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	-0.57	0.00	
2	-0.74	0.00	
3	-0.74	0.15	
4	-0.70	0.19	
5	-0.69	0.50	
6	-0.71	0.60	
7	-0.95	0.66	
8	-1.25	0.66	
9	-1.25	0.71	
10	1.25	0.71	
11	1.25	0.66	
12	0.95	0.66	
13	0.71	0.60	
14	0.69	0.50	
15	0.70	0.19	
16	0.74	0.15	
17	0.74	0.00	
18	0.57	0.00	
19	0.55	0.50	
20	0.53	0.60	
21	0.35	0.66	
22	-0.35	0.66	
23	-0.53	0.60	
24	-0.55	0.50	
25	-0.57	0.00	fine prefabb.
26	-0.57	0.00	
27	-1.25	0.76	getto in opera
28	1.25	0.76	(m=0.000)
29	1.25	0.71	
30	-1.25	0.71	
31	-1.25	0.76	

A = 0.354
J_f = 0.0188
Y_g = 0.48

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.63	0.000
2	0.15	0.001
3	0.10	0.001
4	0.05	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.04	0.000	2Ø12	2F12
2	0.14	0.000	2Ø12	2F12
3	0.24	0.000	2Ø12	2F12
4	0.34	0.000	2Ø12	2F12
5	0.44	0.000	2Ø12	2F12
6	0.54	0.000	2Ø12	2F12
7	0.64	0.000	2Ø12	2F12
8	0.04	0.000	2Ø12	2F12
9	0.14	0.000	2Ø12	2F12
10	0.24	0.000	2Ø12	2F12
11	0.34	0.000	2Ø12	2F12
12	0.44	0.000	2Ø12	2F12
13	0.54	0.000	2Ø12	2F12
14	0.64	0.000	2Ø12	2F12
15	0.69	0.001	2Ø8	Rete F8 10x10

n = 15.000
A_{id} = 0.443
$J_{f,id}$ = 0.0252
$Y_{g,id}$ = 0.45

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	freccia
cambio vincoli	0.00	0.00	0.00	0.0000

Tensioni sul calcestruzzo :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-4655.25	-8427.16
getto in opera	0.00	0.00

Verifica in esercizio

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	-0.57	0.00	
2	-0.74	0.00	
3	-0.74	0.15	
4	-0.70	0.19	
5	-0.69	0.50	
6	-0.71	0.60	
7	-0.95	0.66	
8	-1.25	0.66	
9	-1.25	0.71	
10	1.25	0.71	
11	1.25	0.66	
12	0.95	0.66	
13	0.71	0.60	
14	0.69	0.50	
15	0.70	0.19	
16	0.74	0.15	
17	0.74	0.00	
18	0.57	0.00	
19	0.55	0.50	
20	0.53	0.60	
21	0.35	0.66	
22	-0.35	0.66	
23	-0.53	0.60	
24	-0.55	0.50	
25	-0.57	0.00	fine prefabb.
26	-0.57	0.00	
27	-1.25	0.76	getto in opera
28	1.25	0.76	(m=0.825)
29	1.25	0.71	
30	-1.25	0.71	
31	-1.25	0.76	

A = 0.458
J_f = 0.0242
Y_g = 0.53

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.63	0.000
2	0.15	0.001
3	0.10	0.001
4	0.05	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.04	0.000	2Ø12	2F12
2	0.14	0.000	2Ø12	2F12
3	0.24	0.000	2Ø12	2F12
4	0.34	0.000	2Ø12	2F12
5	0.44	0.000	2Ø12	2F12
6	0.54	0.000	2Ø12	2F12
7	0.64	0.000	2Ø12	2F12
8	0.04	0.000	2Ø12	2F12
9	0.14	0.000	2Ø12	2F12
10	0.24	0.000	2Ø12	2F12
11	0.34	0.000	2Ø12	2F12
12	0.44	0.000	2Ø12	2F12
13	0.54	0.000	2Ø12	2F12
14	0.64	0.000	2Ø12	2F12
15	0.69	0.001	24Ø8	Rete F8 10x10

n = 5.217
A_{id} = 0.484
$J_{f,id}$ = 0.0266
$Y_{g,id}$ = 0.52

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$

ritiro cls	48.9%	30196.85	2.4%
rilassamento acciaio	24.1%	14947.30	1.2%
viscosità cls	60.4%	50409.87	4.0%

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo iniezione cavi	-4655.25	-4655.25	-8427.16	-8427.16
t=inf.-SLE Rare	-4735.69	-6805.90	-901.41	-6734.43
t=inf.-SLE Frequenti	-4735.69	-6029.14*	-3090.00	-6734.43*
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-4735.69	-5937.11	-3349.30	-6734.43

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo iniezione cavi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	-169.46	-2337.49	-66.40	-1775.06
t=inf.-SLE Frequenti	-169.46	-1524.03*	-66.40	-1133.96*
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-169.46	-1427.65	-66.40	-1058.00

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$	$\sigma_{long,sup}$
dopo iniezione cavi	1132805.28	-34554.52	-20190.73
t=inf.-SLE Rare	1154440.37	-5344.75	-20267.74
t=inf.-SLE Frequenti	1148306.57	-13799.82	-20267.74
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1147579.85	-14801.56	-20267.74

6.4.2.2 Verifica SLU sezione X=9.57

Momenti di rottura per flessione retta
armature di precompressione :

	Z	$\Delta\varepsilon_{sp}$				
Armature pretese	0.18	0.00552				
fless. Z asse neutro		**Mr**	ε_{sup}	$Z\varepsilon_{sup}$	ε_{inf}	$Z\varepsilon_{inf}$
(+)	0.63	1947.89	-0.00218	0.76	0.01000	0.04
(-)	0.25	-772.07	0.00624	0.69	-0.00350	0.00

$M_{d,max}$ = 1158.51 < Mr

6.4.2.3 Verifica SLU sezione X=0.10

Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo:	**θ [rad]**	b_w	**Staffe:**	A_{sw}
	0.785	0.28		0.001

d	K	A_{sl}	ρ_l	σ_{cp}	α_c
0.67	1.548	0.001	0.0049	0.00	1.000

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
107.88	314.39	1480.07

$V_{d,max}$ = 239.46 < 314.39

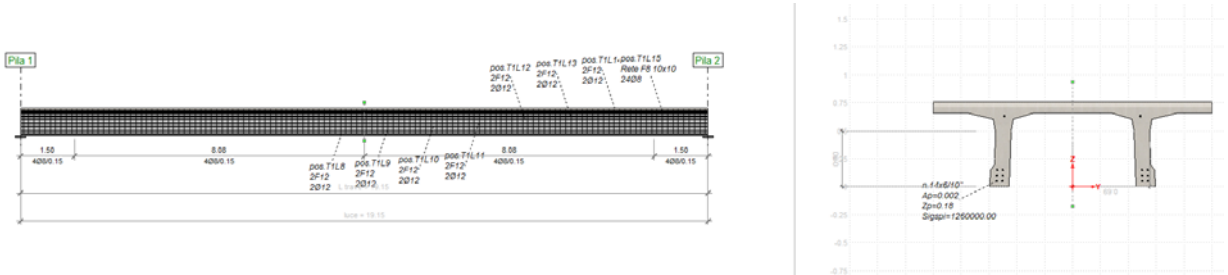


FIGURA 6-137 – CARPENTERIA TEGOLO

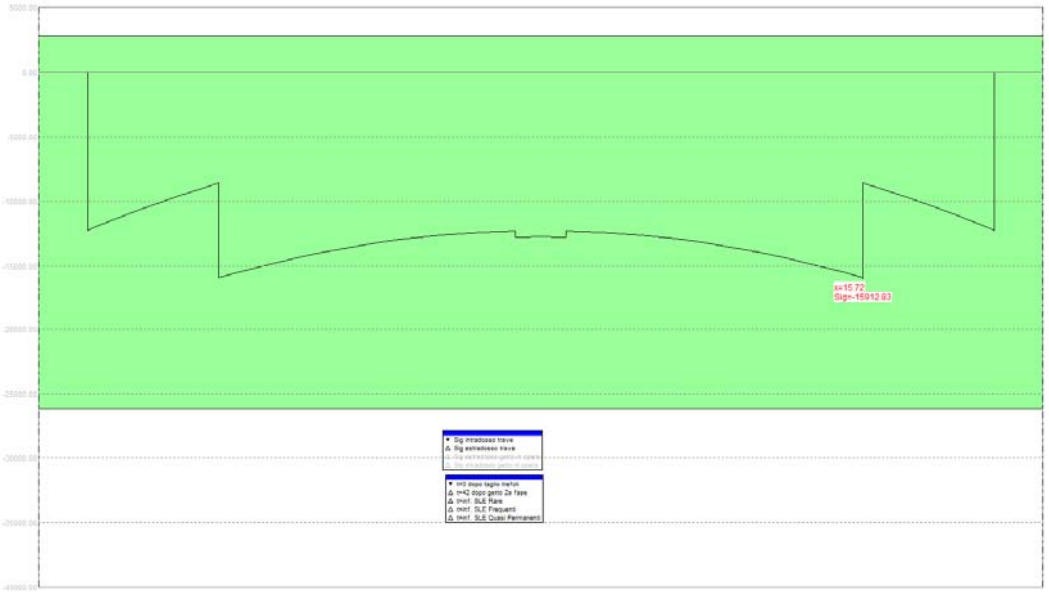


FIGURA 6-138 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE A T=0 TAGLIO TREFOLI

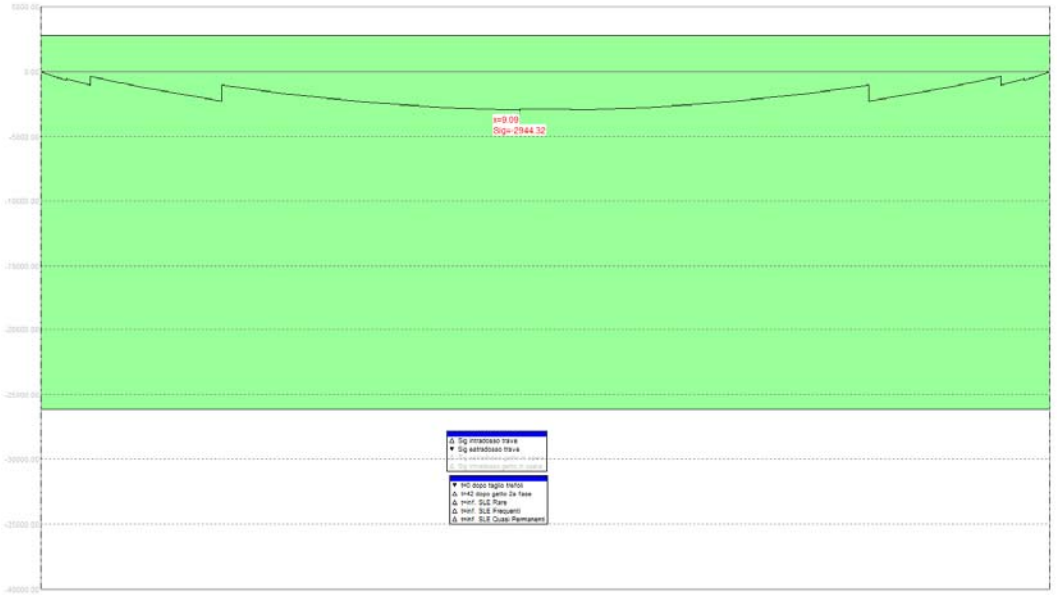


FIGURA 6-139 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE A T=0 TAGLIO TREFOLI

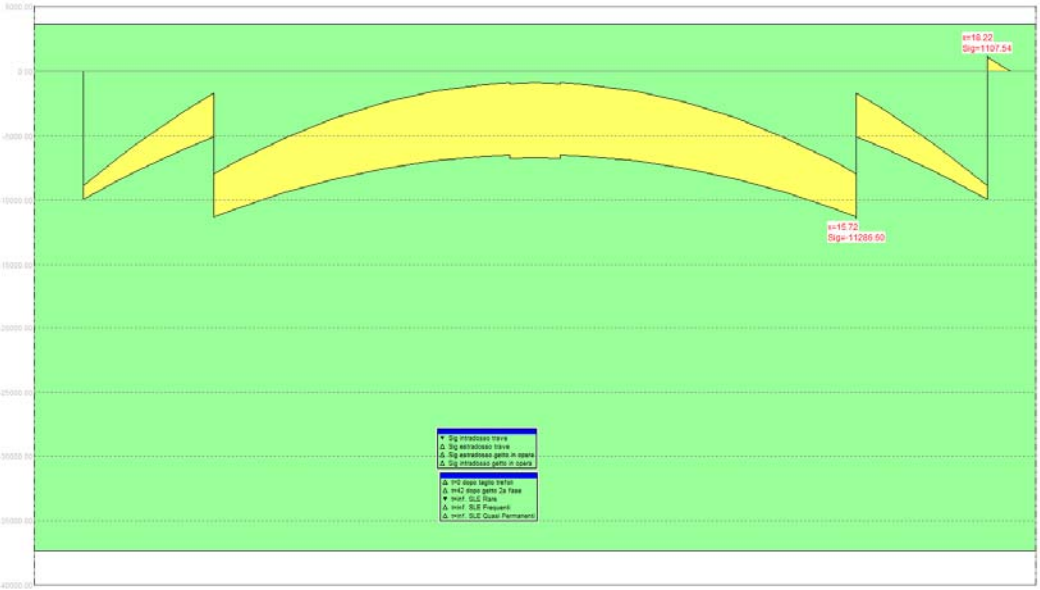


FIGURA 6-140 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE COMB. RARA

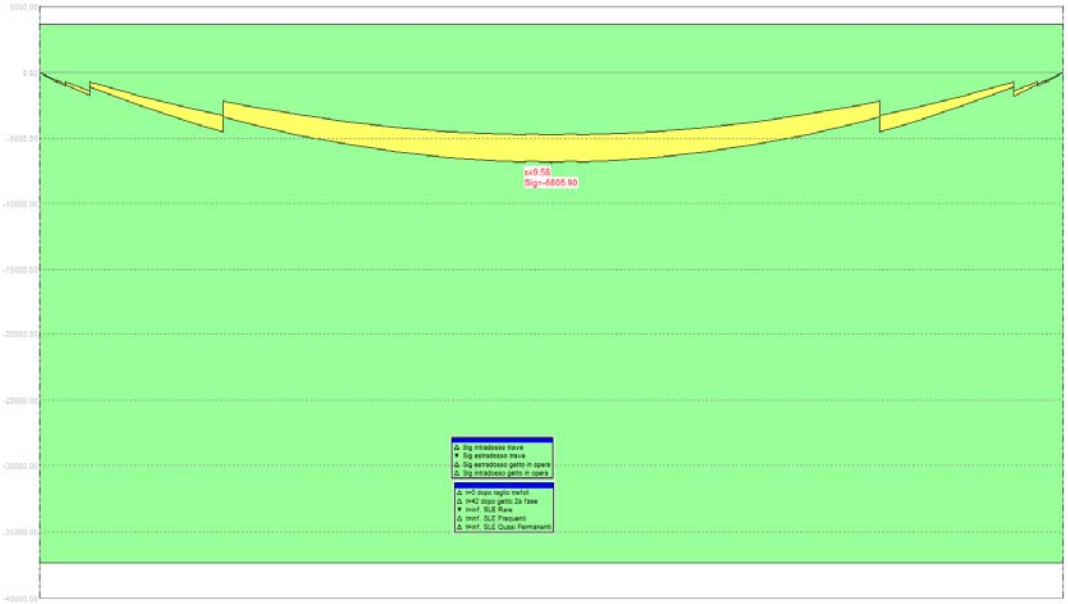


FIGURA 6-141 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE COMB. RARA

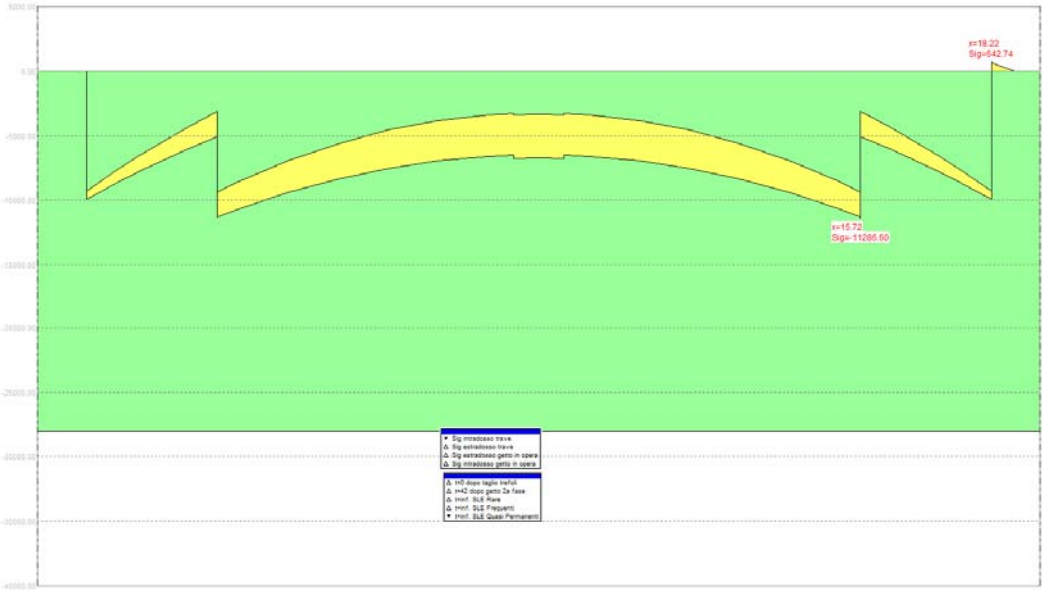


FIGURA 6-142 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE COMB. QUASI PERMANENTE

FIGURA 6-143 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE COMB. QUASI PERMANENTE

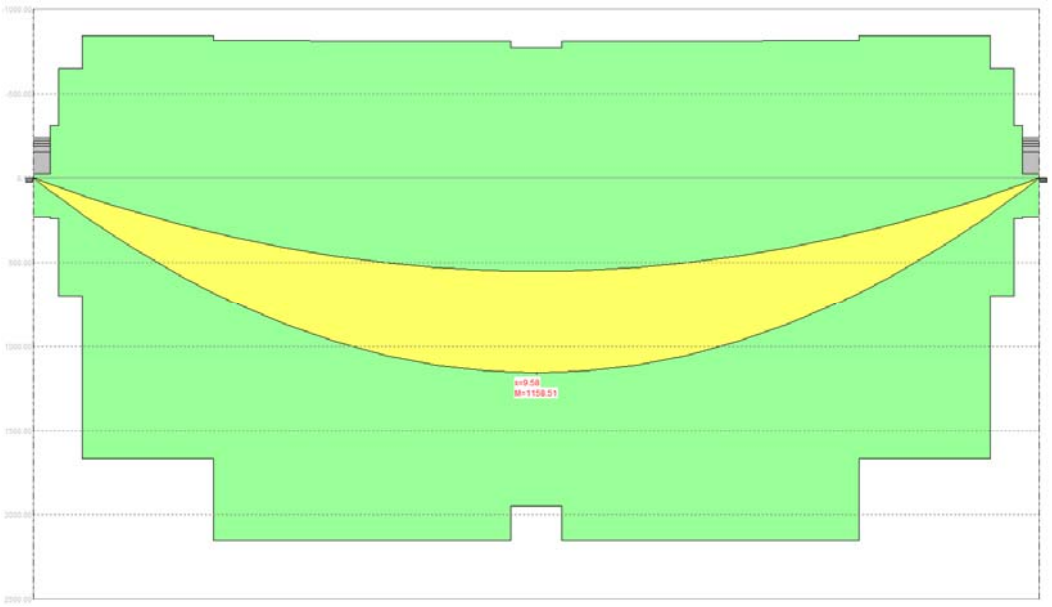


FIGURA 6-144 – MOMENTO SOLLECITANTE / MOMENTO RESISTENTE

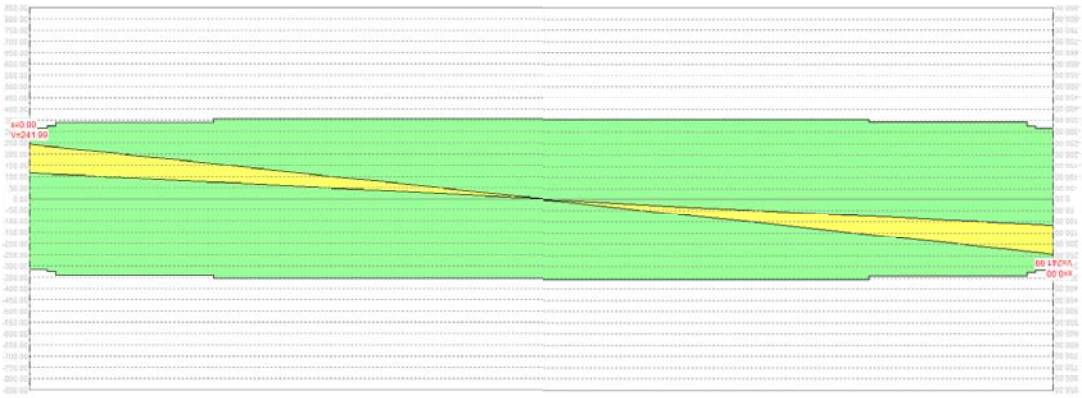


FIGURA 6-145 – TAGLIO SOLLECITANTE / TAGLIO RESISTENTE

6.5 Tegoli prefabbricati TT h=91cm

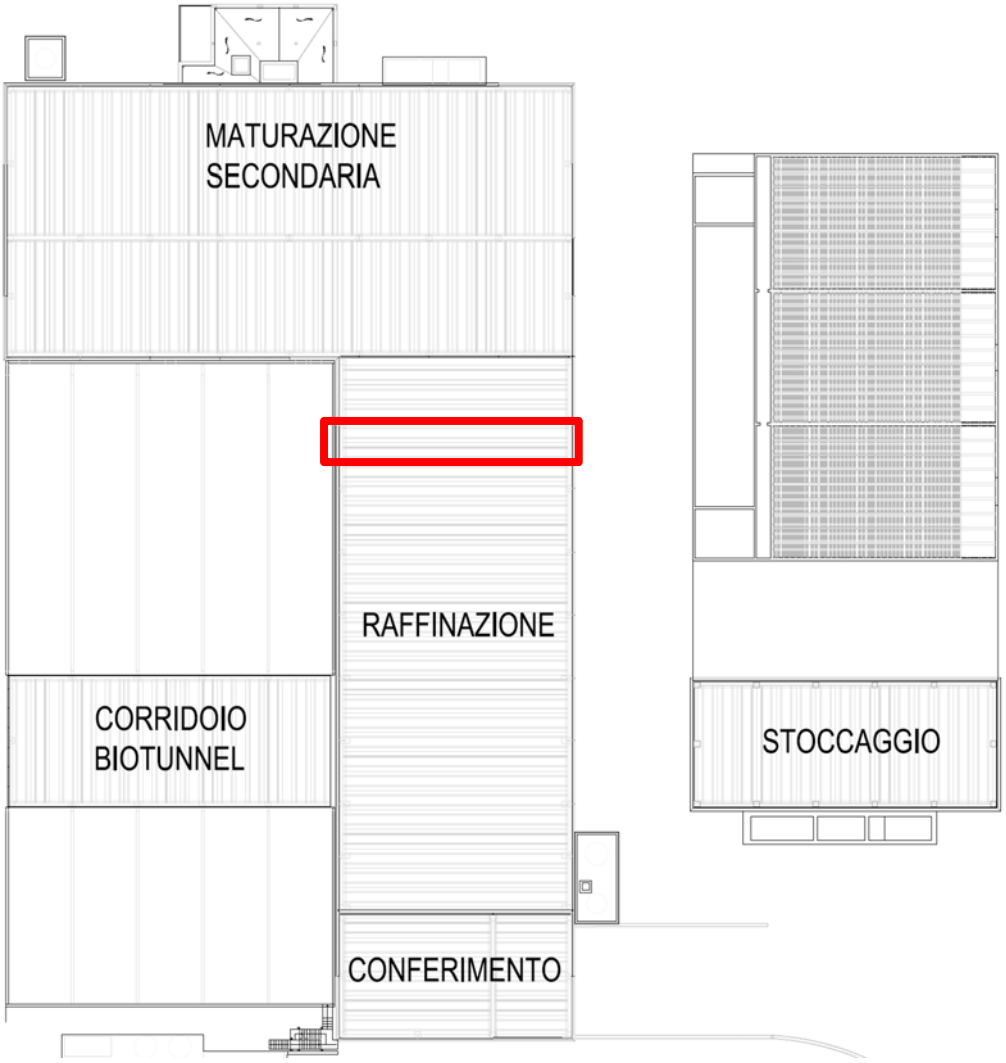


FIGURA 6-146 – ELEMENTO DIMENSIONATO

Si riassumono di seguito applicati sul singolo tegolo per il dimensionamento.

Carichi permanenti non strutturali		
pannelli fotovoltaici	0.3	kN/mq
Massetto pendenze	0.6	kN/mq
Lattonerie, impermaeabilizzazione, isolante	0.3	kN/mq
Impiantistica appesa	0.3	kN/mq
	1.5	kN/mq

Carichi variabili - qk; Qk		
neve	0.48	kN/mq
cat.H1 - Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0.5	kN/mq
vento (componente verticale)	0.5745	kN/mq

CARICHI SU TEGOLO		
Larghezza tegolo	2.50	m
Interasse tegoli	2.50	m
Neve	1.20	kN/m
Impianti	0.75	kN/m
Variabili copertura	1.25	kN/m
Permanenti portati	3.75	kN/m
Vento	1.44	kN/m

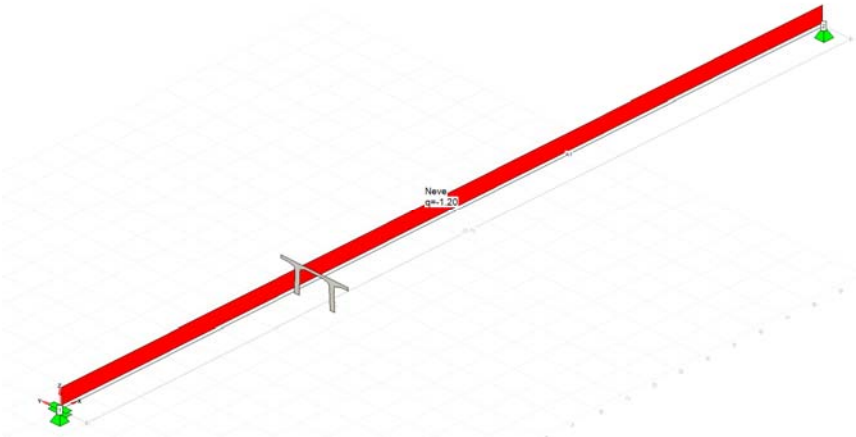


FIGURA 6-147 – CARICO DA NEVE

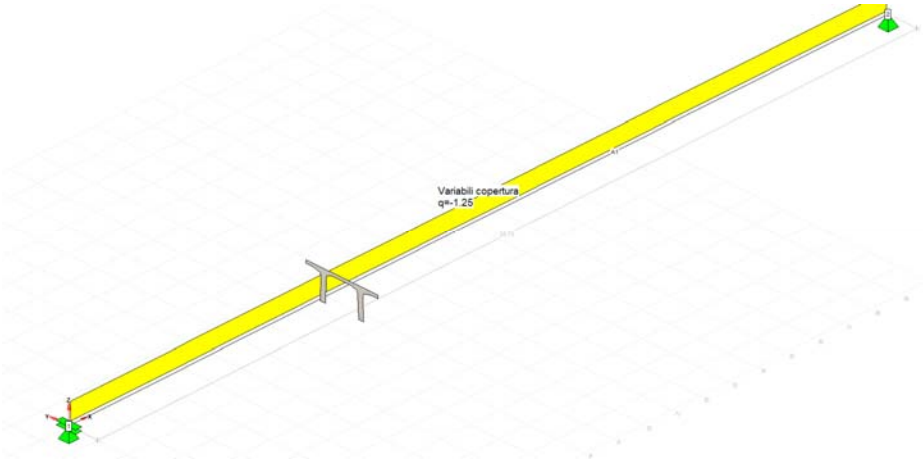


FIGURA 6-148 – VARIABILI COPERTURA

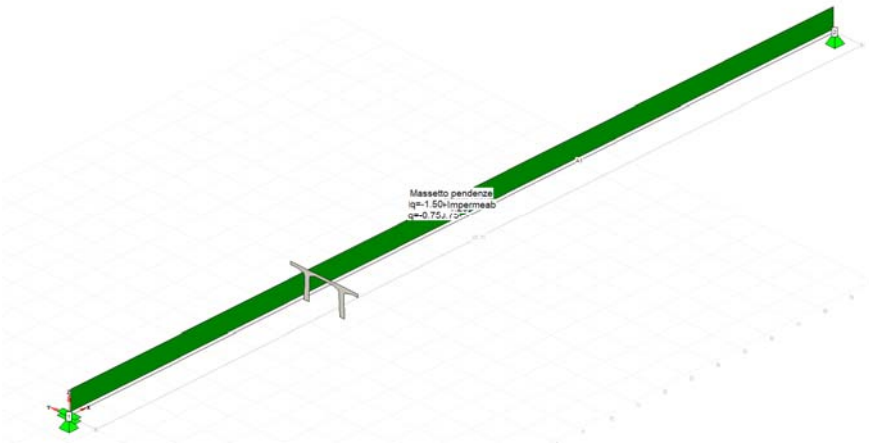


FIGURA 6-149 – CARICHI PERMANENTI PORTATI

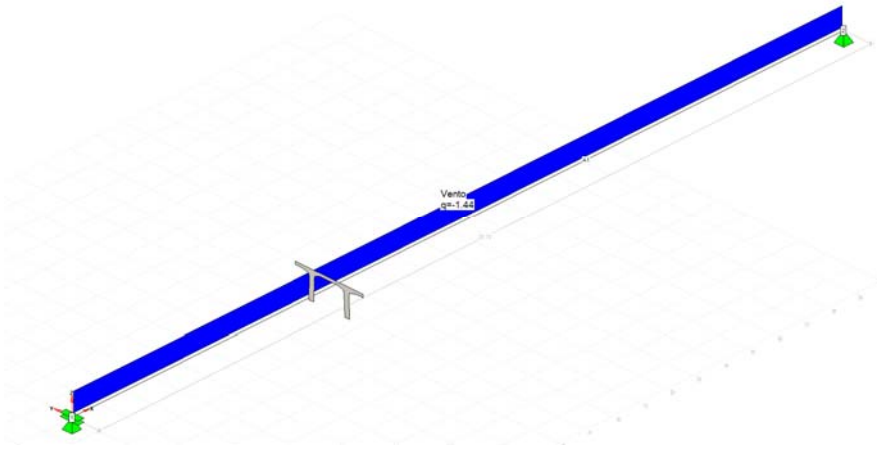


FIGURA 6-150 – VENTO

6.5.1 Geometria e sollecitazioni

```
GRAT ed. 8.24 - 10/2011 - SIGMAc SOFT - programma di calcolo grigliati di travi
Numero nodi = 2
Numero aste = 1
Numero elementi strutturali= 1
Numero condizioni di carico= 5
Numero carichi nodali      = 0
Numero carichi distribuiti = 7
Numero carichi parziali    = 0
Numero carichi concentrati = 0
Numero coppie concentrate  = 0
Numero carichi termici     = 0
Numero cedimenti vincoli   = 0
Calcolo automatico peso proprio: Attivato
Normativa di calcolo : Italiana S.L.
```

6.5.1.1 Geometria struttura

Coordinate nodali e vincoli fissi

nodo	X	Y	Rx	Wz	Ry
1	0.00	0.00	1	1	0
2	28.70	0.00	0	1	0

6.5.1.2 Caratteristiche delle aste

Tegolo TT91

asta	nodo i	nodo j	lunghezza	area
1	1	2	28.70	0.5831

asta	sezione	modulo Jf	modulo Jt	modulo E	Poisson
1		0.0511	10.1180	3.91E7	0.2000

6.5.1.3 Carichi applicati alla struttura

Neve

Peso proprio :

asta	carico lineare	peso asta
1	14.58	418

Peso totale struttura = 418

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Neve	1	-1.20	-1.20	0.00	0.00

Variabili copertura

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Variabili copertura	1	-1.25	-1.25	0.00	0.00

Permanenti portati

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Fotovoltaico	1	-0.75	-0.75	0.00	0.00
Impianti	1	-1.25	-1.25	0.00	0.00
Isolante+Impermeab	1	-0.75	-0.75	0.00	0.00
Massetto pendenze	1	-1.50	-1.50	0.00	0.00

Peso proprio

Vento

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Vento	1	-1.44	-1.44	0.00	0.00

Classificazione dei carichi

cond.	Descrizione	Azione
1	Neve	Neve A<1000m
2	Variabili copertura	Sovracc. tetto e sottotetto
3	Permanenti portati	Permanente non strutturale
4	Peso proprio	Permanente
5	Vento	Vento

Azione variabile	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
Sovracc. ambienti residenziali	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. uffici	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. aree congresso	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. aree commerciali	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. biblioteca,magazzino	1.00	0.90	0.80	dominante
Sovracc. edifici traffico leggero	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. edifici traffico pesante	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. tetto e sottotetto	0.00	0.00	0.00	dominante
Vento	0.60	0.20	0.00	dominante
Neve A<1000m	0.50	0.20	0.00	dominante

6.5.1.4 Condizione : Neve

Tegolo TT91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	226	0
	0.50	111	219	0
	1.00	219	211	0
	1.50	322	203	0
	2.00	421	195	0
	2.50	517	187	0
	3.00	608	179	0
	3.50	696	171	0
	4.00	779	163	0
	4.50	859	155	0
	5.00	935	148	0
	5.50	1007	140	0
	6.00	1074	132	0
	6.50	1138	124	0
	7.00	1198	116	0
	7.50	1254	108	0
	8.00	1306	100	0
	8.50	1355	92	0
	9.00	1399	84	0

9.50	1439	77	0
10.00	1475	69	0
10.50	1508	61	0
11.00	1536	53	0
11.50	1560	45	0
12.00	1581	37	0
12.50	1598	29	0
13.00	1610	21	0
13.50	1619	13	0
14.00	1624	6	0
14.50	1624	-2	0
15.00	1621	-10	0
15.50	1614	-18	0
16.00	1603	-26	0
16.50	1588	-34	0
17.00	1569	-42	0
17.50	1546	-50	0
18.00	1519	-58	0
18.50	1489	-65	0
19.00	1454	-73	0
19.50	1415	-81	0
20.00	1373	-89	0
20.50	1326	-97	0
21.00	1276	-105	0
21.50	1221	-113	0
22.00	1163	-121	0
22.50	1101	-129	0
23.00	1034	-136	0
23.50	964	-144	0
24.00	890	-152	0
24.50	812	-160	0
25.00	730	-168	0
25.50	644	-176	0
26.00	554	-184	0
26.50	460	-192	0
27.00	362	-200	0
27.50	260	-207	0
28.00	155	-215	0
28.50	45	-223	0
28.70	0	-226	0

6.5.1.5 Condizione : Variabili copertura

Tegolo TT91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	18	0
	0.50	9	17	0
	1.00	17	17	0
	1.50	26	16	0
	2.00	33	15	0
	2.50	41	15	0
	3.00	48	14	0
	3.50	55	14	0
	4.00	62	13	0
	4.50	68	12	0
	5.00	74	12	0
	5.50	80	11	0
	6.00	85	10	0
	6.50	90	10	0
	7.00	95	9	0
	7.50	99	9	0
	8.00	104	8	0
	8.50	107	7	0
	9.00	111	7	0
	9.50	114	6	0
	10.00	117	5	0
	10.50	119	5	0
	11.00	122	4	0
	11.50	124	4	0
	12.00	125	3	0
	12.50	127	2	0
	13.00	128	2	0
	13.50	128	1	0
	14.00	129	0	0
	14.50	129	0	0
	15.00	128	-1	0
	15.50	128	-1	0
	16.00	127	-2	0
	16.50	126	-3	0
	17.00	124	-3	0
	17.50	123	-4	0
	18.00	120	-5	0
	18.50	118	-5	0
	19.00	115	-6	0

19.50	112	-6	0
20.00	109	-7	0
20.50	105	-8	0
21.00	101	-8	0
21.50	97	-9	0
22.00	92	-10	0
22.50	87	-10	0
23.00	82	-11	0
23.50	76	-11	0
24.00	71	-12	0
24.50	64	-13	0
25.00	58	-13	0
25.50	51	-14	0
26.00	44	-15	0
26.50	36	-15	0
27.00	29	-16	0
27.50	21	-16	0
28.00	12	-17	0
28.50	4	-18	0
28.70	0	-18	0

6.5.1.6 Permanenti portati

Tegolo TT91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	61	0
	0.50	30	59	0
	1.00	59	57	0
	1.50	87	55	0
	2.00	113	52	0
	2.50	139	50	0
	3.00	164	48	0
	3.50	187	46	0
	4.00	210	44	0
	4.50	231	42	0
	5.00	252	40	0
	5.50	271	38	0
	6.00	289	35	0
	6.50	307	33	0
	7.00	323	31	0
	7.50	338	29	0
	8.00	352	27	0
	8.50	365	25	0
	9.00	377	23	0
	9.50	388	21	0
	10.00	397	18	0
	10.50	406	16	0
	11.00	414	14	0
	11.50	420	12	0
	12.00	426	10	0
	12.50	430	8	0
	13.00	434	6	0
	13.50	436	4	0
	14.00	437	1	0
	14.50	438	-1	0
	15.00	437	-3	0
	15.50	435	-5	0
	16.00	432	-7	0
	16.50	428	-9	0
	17.00	423	-11	0
	17.50	416	-13	0
	18.00	409	-16	0
	18.50	401	-18	0
	19.00	392	-20	0
	19.50	381	-22	0
	20.00	370	-24	0
	20.50	357	-26	0
	21.00	344	-28	0
	21.50	329	-30	0
	22.00	313	-33	0
	22.50	296	-35	0
	23.00	279	-37	0
	23.50	260	-39	0
	24.00	240	-41	0
	24.50	219	-43	0
	25.00	197	-45	0
	25.50	173	-47	0
	26.00	149	-50	0
	26.50	124	-52	0
	27.00	98	-54	0
	27.50	70	-56	0
	28.00	42	-58	0
	28.50	12	-60	0
	28.70	0	-61	0

6.5.1.7 Condizione : Vento

Tegolo TT91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	21	0
	0.50	10	20	0
	1.00	20	19	0
	1.50	29	18	0
	2.00	38	18	0
	2.50	47	17	0
	3.00	55	16	0
	3.50	63	16	0
	4.00	71	15	0
	4.50	78	14	0
	5.00	85	13	0
	5.50	92	13	0
	6.00	98	12	0
	6.50	104	11	0
	7.00	109	11	0
	7.50	114	10	0
	8.00	119	9	0
	8.50	123	8	0
	9.00	127	8	0
	9.50	131	7	0
	10.00	134	6	0
	10.50	137	6	0
	11.00	140	5	0
	11.50	142	4	0
	12.00	144	3	0
	12.50	145	3	0
	13.00	147	2	0
	13.50	147	1	0
	14.00	148	1	0
	14.50	148	0	0
	15.00	148	-1	0
	15.50	147	-2	0
	16.00	146	-2	0
	16.50	145	-3	0
	17.00	143	-4	0
	17.50	141	-5	0
	18.00	138	-5	0
	18.50	136	-6	0
	19.00	132	-7	0
	19.50	129	-7	0
	20.00	125	-8	0
	20.50	121	-9	0
	21.00	116	-10	0
	21.50	111	-10	0
	22.00	106	-11	0
	22.50	100	-12	0
	23.00	94	-12	0
	23.50	88	-13	0
	24.00	81	-14	0
	24.50	74	-15	0
	25.00	66	-15	0
	25.50	59	-16	0
	26.00	50	-17	0
	26.50	42	-17	0
	27.00	33	-18	0
	27.50	24	-19	0
	28.00	14	-20	0
	28.50	4	-20	0
	28.70	0	-21	0

6.5.1.8 Condizione : Peso proprio

Tegolo TT91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	209	0
	0.50	103	202	0
	1.00	202	195	0
	1.50	297	187	0
	2.00	389	180	0
	2.50	477	173	0
	3.00	562	165	0
	3.50	643	158	0
	4.00	720	151	0
	4.50	794	144	0
	5.00	864	136	0
	5.50	930	129	0

6.00	993	122	0
6.50	1052	114	0
7.00	1107	107	0
7.50	1159	100	0
8.00	1207	93	0
8.50	1252	85	0
9.00	1292	78	0
9.50	1330	71	0
10.00	1363	63	0
10.50	1393	56	0
11.00	1419	49	0
11.50	1442	42	0
12.00	1461	34	0
12.50	1476	27	0
13.00	1488	20	0
13.50	1496	12	0
14.00	1500	5	0
14.50	1501	-2	0
15.00	1498	-9	0
15.50	1491	-17	0
16.00	1481	-24	0
16.50	1467	-31	0
17.00	1450	-39	0
17.50	1429	-46	0
18.00	1404	-53	0
18.50	1375	-60	0
19.00	1343	-68	0
19.50	1308	-75	0
20.00	1268	-82	0
20.50	1225	-90	0
21.00	1179	-97	0
21.50	1128	-104	0
22.00	1074	-112	0
22.50	1017	-119	0
23.00	956	-126	0
23.50	891	-133	0
24.00	822	-141	0
24.50	750	-148	0
25.00	674	-155	0
25.50	595	-163	0
26.00	512	-170	0
26.50	425	-177	0
27.00	335	-184	0
27.50	241	-192	0
28.00	143	-199	0
28.50	42	-206	0
28.70	0	-209	0

6.5.1.9 SLE Rare

Combinazioni di carico

comb.	Peso Proprio	Neve Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	1.00	0.00
4	1.00	1.00	0.00	0.00
5	1.00	1.00	1.00	0.00
6	1.00	1.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	1.00	0.60
8	1.00	1.00	0.00	0.60
9	1.00	1.00	1.00	0.60
10	1.00	1.00	0.00	0.60
11	1.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	1.00	0.00
13	1.00	0.50	1.00	0.00
14	1.00	0.50	1.00	0.00
15	1.00	0.00	1.00	0.60
16	1.00	0.00	1.00	0.60
17	1.00	0.50	1.00	0.60
18	1.00	0.50	1.00	0.60
19	1.00	0.00	0.00	1.00
20	1.00	0.00	0.00	1.00
21	1.00	0.50	0.00	1.00
22	1.00	0.50	0.00	1.00
23	1.00	0.00	0.00	1.00
24	1.00	0.00	0.00	1.00
25	1.00	0.50	0.00	1.00
26	1.00	0.50	0.00	1.00

. Inviluppo sollecitazioni

Tegolo TT91 :

asta	x	M	T	R

1	0.00	MAX	0	309	0
		MIN	0	209	0
	0.50	MAX	152	298	0
		MIN	103	202	0
	1.00	MAX	298	288	0
		MIN	202	195	0
	1.50	MAX	439	277	0
		MIN	297	187	0
	2.00	MAX	575	266	0
		MIN	389	180	0
	2.50	MAX	705	255	0
		MIN	477	173	0
	3.00	MAX	830	244	0
		MIN	562	165	0
	3.50	MAX	950	234	0
		MIN	643	158	0
	4.00	MAX	1064	223	0
		MIN	720	151	0
	4.50	MAX	1173	212	0
		MIN	794	144	0
	5.00	MAX	1276	201	0
		MIN	864	136	0
	5.50	MAX	1374	191	0
		MIN	930	129	0
	6.00	MAX	1467	180	0
		MIN	993	122	0
	6.50	MAX	1554	169	0
		MIN	1052	114	0
	7.00	MAX	1636	158	0
		MIN	1107	107	0
	7.50	MAX	1712	148	0
		MIN	1159	100	0
	8.00	MAX	1783	137	0
		MIN	1207	93	0
	8.50	MAX	1849	126	0
		MIN	1252	85	0
	9.00	MAX	1909	115	0
		MIN	1292	78	0
	9.50	MAX	1964	104	0
		MIN	1330	71	0
	10.00	MAX	2014	94	0
		MIN	1363	63	0
	10.50	MAX	2058	83	0
		MIN	1393	56	0
	11.00	MAX	2097	72	0
		MIN	1419	49	0
	11.50	MAX	2130	61	0
		MIN	1442	42	0
	12.00	MAX	2158	51	0
		MIN	1461	34	0
	12.50	MAX	2181	40	0
		MIN	1476	27	0
	13.00	MAX	2198	29	0
		MIN	1488	20	0
	13.50	MAX	2210	18	0
		MIN	1496	12	0
	14.00	MAX	2216	8	0
		MIN	1500	5	0
	14.50	MAX	2218	-2	0
		MIN	1501	-3	0
	15.00	MAX	2213	-9	0
		MIN	1498	-14	0
	15.50	MAX	2204	-17	0
		MIN	1491	-25	0
	16.00	MAX	2188	-24	0
		MIN	1481	-36	0
	16.50	MAX	2168	-31	0
		MIN	1467	-46	0
	17.00	MAX	2142	-39	0
		MIN	1450	-57	0
	17.50	MAX	2111	-46	0
		MIN	1429	-68	0
	18.00	MAX	2074	-53	0
		MIN	1404	-79	0
	18.50	MAX	2032	-60	0
		MIN	1375	-89	0
	19.00	MAX	1985	-68	0
		MIN	1343	-100	0
	19.50	MAX	1932	-75	0
		MIN	1308	-111	0
	20.00	MAX	1874	-82	0
		MIN	1268	-122	0
	20.50	MAX	1810	-90	0
		MIN	1225	-132	0
	21.00	MAX	1741	-97	0
		MIN	1179	-143	0
	21.50	MAX	1667	-104	0
		MIN	1128	-154	0
	22.00	MAX	1587	-112	0
		MIN	1074	-165	0
	22.50	MAX	1502	-119	0

	MIN	1017	-176	0
23.00	MAX	1412	-126	0
	MIN	956	-186	0
23.50	MAX	1316	-133	0
	MIN	891	-197	0
24.00	MAX	1215	-141	0
	MIN	822	-208	0
24.50	MAX	1108	-148	0
	MIN	750	-219	0
25.00	MAX	996	-155	0
	MIN	674	-229	0
25.50	MAX	879	-163	0
	MIN	595	-240	0
26.00	MAX	756	-170	0
	MIN	512	-251	0
26.50	MAX	628	-177	0
	MIN	425	-262	0
27.00	MAX	494	-184	0
	MIN	335	-272	0
27.50	MAX	355	-192	0
	MIN	241	-283	0
28.00	MAX	211	-199	0
	MIN	143	-294	0
28.50	MAX	61	-206	0
	MIN	42	-305	0
28.70	MAX	0	-209	0
	MIN	0	-309	0

6.5.1.10 SLE Frequenti

Combinazioni di carico

comb.	Peso Proprio	Neve Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
4	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
6	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
8	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
10	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
11	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
21	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
23	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
25	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
26	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Inviluppo sollecitazioni

Tegolo TT91 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	274	0
		MIN	0	209	0
	0.50	MAX	135	265	0
		MIN	103	202	0
	1.00	MAX	265	255	0
		MIN	202	195	0
	1.50	MAX	390	246	0
		MIN	297	187	0
	2.00	MAX	510	236	0
		MIN	389	180	0
	2.50	MAX	626	227	0
		MIN	477	173	0
	3.00	MAX	737	217	0
		MIN	562	165	0
	3.50	MAX	843	207	0
		MIN	643	158	0
	4.00	MAX	944	198	0
		MIN	720	151	0
	4.50	MAX	1041	188	0

	MIN	794	144	0
5.00	MAX	1133	179	0
	MIN	864	136	0
5.50	MAX	1220	169	0
	MIN	930	129	0
6.00	MAX	1302	160	0
	MIN	993	122	0
6.50	MAX	1379	150	0
	MIN	1052	114	0
7.00	MAX	1452	140	0
	MIN	1107	107	0
7.50	MAX	1520	131	0
	MIN	1159	100	0
8.00	MAX	1583	121	0
	MIN	1207	93	0
8.50	MAX	1641	112	0
	MIN	1252	85	0
9.00	MAX	1695	102	0
	MIN	1292	78	0
9.50	MAX	1743	93	0
	MIN	1330	71	0
10.00	MAX	1787	83	0
	MIN	1363	63	0
10.50	MAX	1826	74	0
	MIN	1393	56	0
11.00	MAX	1861	64	0
	MIN	1419	49	0
11.50	MAX	1890	54	0
	MIN	1442	42	0
12.00	MAX	1915	45	0
	MIN	1461	34	0
12.50	MAX	1935	35	0
	MIN	1476	27	0
13.00	MAX	1951	26	0
	MIN	1488	20	0
13.50	MAX	1961	16	0
	MIN	1496	12	0
14.00	MAX	1967	7	0
	MIN	1500	5	0
14.50	MAX	1968	-2	0
	MIN	1501	-3	0
15.00	MAX	1964	-9	0
	MIN	1498	-12	0
15.50	MAX	1955	-17	0
	MIN	1491	-22	0
16.00	MAX	1942	-24	0
	MIN	1481	-32	0
16.50	MAX	1924	-31	0
	MIN	1467	-41	0
17.00	MAX	1901	-39	0
	MIN	1450	-51	0
17.50	MAX	1873	-46	0
	MIN	1429	-60	0
18.00	MAX	1841	-53	0
	MIN	1404	-70	0
18.50	MAX	1804	-60	0
	MIN	1375	-79	0
19.00	MAX	1761	-68	0
	MIN	1343	-89	0
19.50	MAX	1715	-75	0
	MIN	1308	-98	0
20.00	MAX	1663	-82	0
	MIN	1268	-108	0
20.50	MAX	1607	-90	0
	MIN	1225	-118	0
21.00	MAX	1545	-97	0
	MIN	1179	-127	0
21.50	MAX	1480	-104	0
	MIN	1128	-137	0
22.00	MAX	1409	-112	0
	MIN	1074	-146	0
22.50	MAX	1333	-119	0
	MIN	1017	-156	0
23.00	MAX	1253	-126	0
	MIN	956	-165	0
23.50	MAX	1168	-133	0
	MIN	891	-175	0
24.00	MAX	1078	-141	0
	MIN	822	-184	0
24.50	MAX	983	-148	0
	MIN	750	-194	0
25.00	MAX	884	-155	0
	MIN	674	-204	0
25.50	MAX	780	-163	0
	MIN	595	-213	0
26.00	MAX	671	-170	0
	MIN	512	-223	0
26.50	MAX	557	-177	0
	MIN	425	-232	0
27.00	MAX	439	-184	0
	MIN	335	-242	0

27.50	MAX	315	-192	0
	MIN	241	-251	0
28.00	MAX	187	-199	0
	MIN	143	-261	0
28.50	MAX	54	-206	0
	MIN	42	-270	0
28.70	MAX	0	-209	0
	MIN	0	-274	0

6.5.1.11 SLE Quasi Permanenti

Combinazioni di carico

comb.	Peso Proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Inviluppo sollecitazioni

Tegolo TT91 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	270	0
		MIN	0	209	0
	0.50	MAX	133	261	0
		MIN	103	202	0
	1.00	MAX	261	251	0
		MIN	202	195	0
	1.50	MAX	384	242	0
		MIN	297	187	0
	2.00	MAX	503	233	0
		MIN	389	180	0
	2.50	MAX	617	223	0
		MIN	477	173	0
	3.00	MAX	726	214	0
		MIN	562	165	0
	3.50	MAX	830	204	0
		MIN	643	158	0
	4.00	MAX	930	195	0
		MIN	720	151	0
	4.50	MAX	1025	185	0
		MIN	794	144	0
	5.00	MAX	1116	176	0
		MIN	864	136	0
	5.50	MAX	1201	167	0
		MIN	930	129	0
	6.00	MAX	1282	157	0
		MIN	993	122	0
	6.50	MAX	1358	148	0
		MIN	1052	114	0
	7.00	MAX	1430	138	0
		MIN	1107	107	0
	7.50	MAX	1497	129	0
		MIN	1159	100	0
	8.00	MAX	1559	120	0
		MIN	1207	93	0
	8.50	MAX	1616	110	0
		MIN	1252	85	0
	9.00	MAX	1669	101	0
		MIN	1292	78	0
	9.50	MAX	1717	91	0
		MIN	1330	71	0
	10.00	MAX	1760	82	0
		MIN	1363	63	0
	10.50	MAX	1799	72	0
		MIN	1393	56	0
	11.00	MAX	1833	63	0
		MIN	1419	49	0
	11.50	MAX	1862	54	0
		MIN	1442	42	0
	12.00	MAX	1887	44	0

	MIN	1461	34	0
12.50	MAX	1906	35	0
	MIN	1476	27	0
13.00	MAX	1921	25	0
	MIN	1488	20	0
13.50	MAX	1932	16	0
	MIN	1496	12	0
14.00	MAX	1937	7	0
	MIN	1500	5	0
14.50	MAX	1938	-2	0
	MIN	1501	-3	0
15.00	MAX	1935	-9	0
	MIN	1498	-12	0
15.50	MAX	1926	-17	0
	MIN	1491	-22	0
16.00	MAX	1913	-24	0
	MIN	1481	-31	0
16.50	MAX	1895	-31	0
	MIN	1467	-40	0
17.00	MAX	1872	-39	0
	MIN	1450	-50	0
17.50	MAX	1845	-46	0
	MIN	1429	-59	0
18.00	MAX	1813	-53	0
	MIN	1404	-69	0
18.50	MAX	1776	-60	0
	MIN	1375	-78	0
19.00	MAX	1735	-68	0
	MIN	1343	-88	0
19.50	MAX	1689	-75	0
	MIN	1308	-97	0
20.00	MAX	1638	-82	0
	MIN	1268	-106	0
20.50	MAX	1582	-90	0
	MIN	1225	-116	0
21.00	MAX	1522	-97	0
	MIN	1179	-125	0
21.50	MAX	1457	-104	0
	MIN	1128	-135	0
22.00	MAX	1388	-112	0
	MIN	1074	-144	0
22.50	MAX	1313	-119	0
	MIN	1017	-153	0
23.00	MAX	1234	-126	0
	MIN	956	-163	0
23.50	MAX	1150	-133	0
	MIN	891	-172	0
24.00	MAX	1062	-141	0
	MIN	822	-182	0
24.50	MAX	969	-148	0
	MIN	750	-191	0
25.00	MAX	871	-155	0
	MIN	674	-201	0
25.50	MAX	768	-163	0
	MIN	595	-210	0
26.00	MAX	661	-170	0
	MIN	512	-219	0
26.50	MAX	549	-177	0
	MIN	425	-229	0
27.00	MAX	432	-184	0
	MIN	335	-238	0
27.50	MAX	311	-192	0
	MIN	241	-248	0
28.00	MAX	185	-199	0
	MIN	143	-257	0
28.50	MAX	54	-206	0
	MIN	42	-266	0
28.70	MAX	0	-209	0
	MIN	0	-270	0

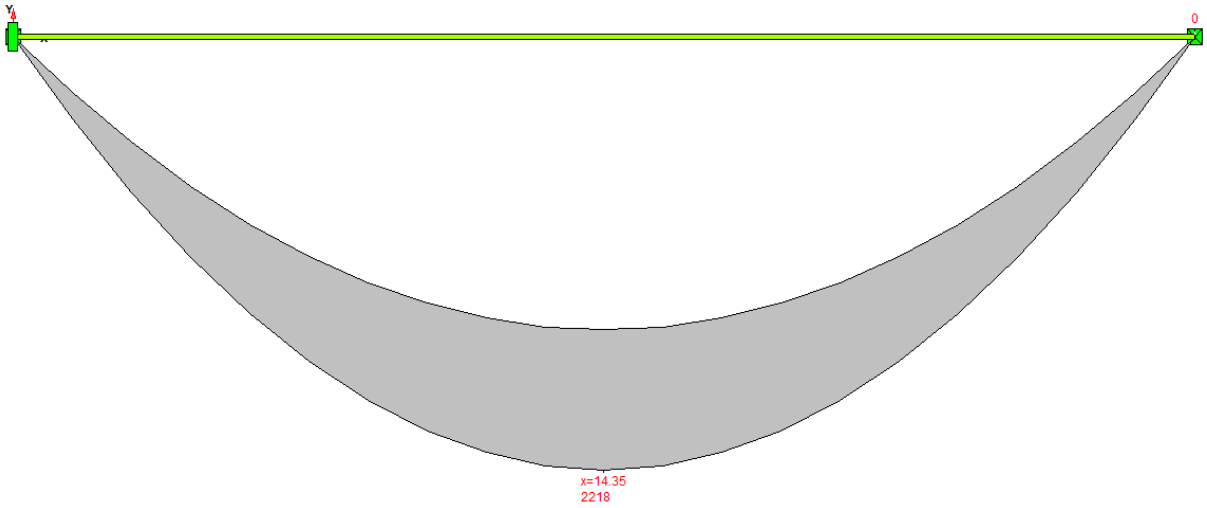


FIGURA 6-151 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE RARA

FIGURA 6-152 – TAGLIO COMBINAZIONE RARA

FIGURA 6-153 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE FREQUENTE

FIGURA 6-154 – TAGLIO COMBINAZIONE FREQUENTE

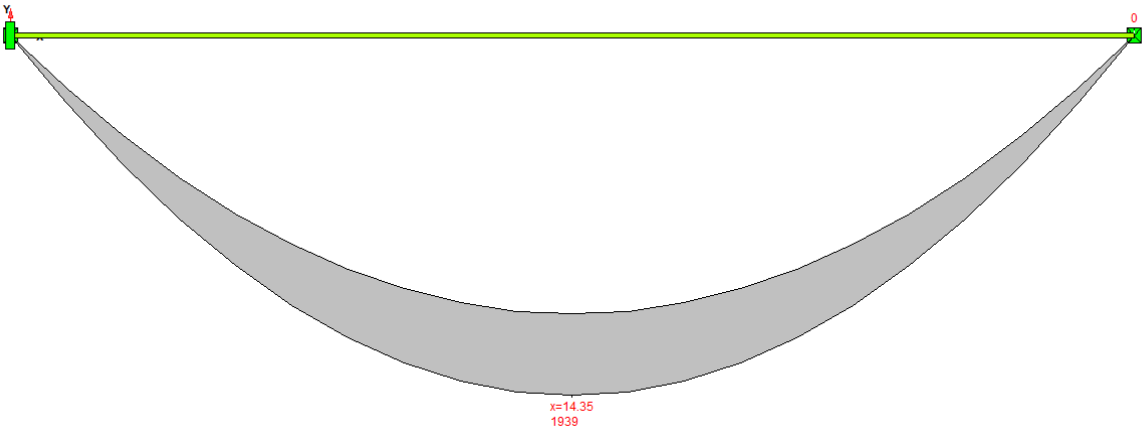


FIGURA 6-155 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

FIGURA 6-156 – TAGLIO COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

6.5.1.12 SLU Persistenti/Transitorie STR

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.30	0.00	1.50	0.00
2	1.00	0.00	1.50	0.00
3	1.30	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00
5	1.30	1.50	1.50	0.00
6	1.00	1.50	1.50	0.00
7	1.30	1.50	0.00	0.00
8	1.00	1.50	0.00	0.00
9	1.30	1.50	1.50	0.00
10	1.00	1.50	1.50	0.00
11	1.30	1.50	0.00	0.00
12	1.00	1.50	0.00	0.00
13	1.30	1.50	1.50	0.90
14	1.00	1.50	1.50	0.90
15	1.30	1.50	0.00	0.90
16	1.00	1.50	0.00	0.90
17	1.30	1.50	1.50	0.90
18	1.00	1.50	1.50	0.90
19	1.30	1.50	0.00	0.90
20	1.00	1.50	0.00	0.90
21	1.30	0.00	1.50	0.00
22	1.00	0.00	1.50	0.00
23	1.30	0.00	1.50	0.00
24	1.00	0.00	1.50	0.00
25	1.30	0.75	1.50	0.00
26	1.00	0.75	1.50	0.00
27	1.30	0.75	1.50	0.00
28	1.00	0.75	1.50	0.00
29	1.30	0.00	1.50	0.90
30	1.00	0.00	1.50	0.90
31	1.30	0.00	1.50	0.90
32	1.00	0.00	1.50	0.90
33	1.30	0.75	1.50	0.90
34	1.00	0.75	1.50	0.90
35	1.30	0.75	1.50	0.90
36	1.00	0.75	1.50	0.90
37	1.30	0.00	0.00	1.50
38	1.00	0.00	0.00	1.50
39	1.30	0.00	0.00	1.50
40	1.00	0.00	0.00	1.50
41	1.30	0.75	0.00	1.50
42	1.00	0.75	0.00	1.50
43	1.30	0.75	0.00	1.50
44	1.00	0.75	0.00	1.50
45	1.30	0.00	0.00	1.50
46	1.00	0.00	0.00	1.50
47	1.30	0.00	0.00	1.50
48	1.00	0.00	0.00	1.50
49	1.30	0.75	0.00	1.50
50	1.00	0.75	0.00	1.50
51	1.30	0.75	0.00	1.50
52	1.00	0.75	0.00	1.50

Inviluppo sollecitazioni

Tegolo TT91 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	422	0
		MIN	0	209	0
	0.50	MAX	207	407	0
		MIN	103	202	0
	1.00	MAX	407	392	0
		MIN	202	195	0
	1.50	MAX	600	378	0
		MIN	297	187	0
	2.00	MAX	785	363	0
		MIN	389	180	0
	2.50	MAX	963	348	0
		MIN	477	173	0
	3.00	MAX	1133	334	0
		MIN	562	165	0
	3.50	MAX	1296	319	0
		MIN	643	158	0
	4.00	MAX	1452	304	0
		MIN	720	151	0
	4.50	MAX	1601	290	0
		MIN	794	144	0
	5.00	MAX	1742	275	0
		MIN	864	136	0
	5.50	MAX	1875	260	0

	MIN	930	129	0
6.00	MAX	2002	245	0
	MIN	993	122	0
6.50	MAX	2121	231	0
	MIN	1052	114	0
7.00	MAX	2232	216	0
	MIN	1107	107	0
7.50	MAX	2337	201	0
	MIN	1159	100	0
8.00	MAX	2434	187	0
	MIN	1207	93	0
8.50	MAX	2523	172	0
	MIN	1252	85	0
9.00	MAX	2606	157	0
	MIN	1292	78	0
9.50	MAX	2681	143	0
	MIN	1330	71	0
10.00	MAX	2748	128	0
	MIN	1363	63	0
10.50	MAX	2809	113	0
	MIN	1393	56	0
11.00	MAX	2862	98	0
	MIN	1419	49	0
11.50	MAX	2907	84	0
	MIN	1442	42	0
12.00	MAX	2945	69	0
	MIN	1461	34	0
12.50	MAX	2976	54	0
	MIN	1476	27	0
13.00	MAX	3000	40	0
	MIN	1488	20	0
13.50	MAX	3016	25	0
	MIN	1496	12	0
14.00	MAX	3025	10	0
	MIN	1500	5	0
14.50	MAX	3026	-2	0
	MIN	1501	-4	0
15.00	MAX	3020	-9	0
	MIN	1498	-19	0
15.50	MAX	3007	-17	0
	MIN	1491	-34	0
16.00	MAX	2986	-24	0
	MIN	1481	-49	0
16.50	MAX	2959	-31	0
	MIN	1467	-63	0
17.00	MAX	2923	-39	0
	MIN	1450	-78	0
17.50	MAX	2881	-46	0
	MIN	1429	-93	0
18.00	MAX	2831	-53	0
	MIN	1404	-107	0
18.50	MAX	2773	-60	0
	MIN	1375	-122	0
19.00	MAX	2709	-68	0
	MIN	1343	-137	0
19.50	MAX	2637	-75	0
	MIN	1308	-151	0
20.00	MAX	2557	-82	0
	MIN	1268	-166	0
20.50	MAX	2471	-90	0
	MIN	1225	-181	0
21.00	MAX	2377	-97	0
	MIN	1179	-195	0
21.50	MAX	2275	-104	0
	MIN	1128	-210	0
22.00	MAX	2166	-112	0
	MIN	1074	-225	0
22.50	MAX	2050	-119	0
	MIN	1017	-240	0
23.00	MAX	1927	-126	0
	MIN	956	-254	0
23.50	MAX	1796	-133	0
	MIN	891	-269	0
24.00	MAX	1658	-141	0
	MIN	822	-284	0
24.50	MAX	1512	-148	0
	MIN	750	-298	0
25.00	MAX	1359	-155	0
	MIN	674	-313	0
25.50	MAX	1199	-163	0
	MIN	595	-328	0
26.00	MAX	1032	-170	0
	MIN	512	-342	0
26.50	MAX	857	-177	0
	MIN	425	-357	0
27.00	MAX	675	-184	0
	MIN	335	-372	0
27.50	MAX	485	-192	0
	MIN	241	-387	0
28.00	MAX	288	-199	0
	MIN	143	-401	0

28.50	MAX	84	-206	0
	MIN	42	-416	0
28.70	MAX	0	-209	0
	MIN	0	-422	0

FIGURA 6-157 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE SLU

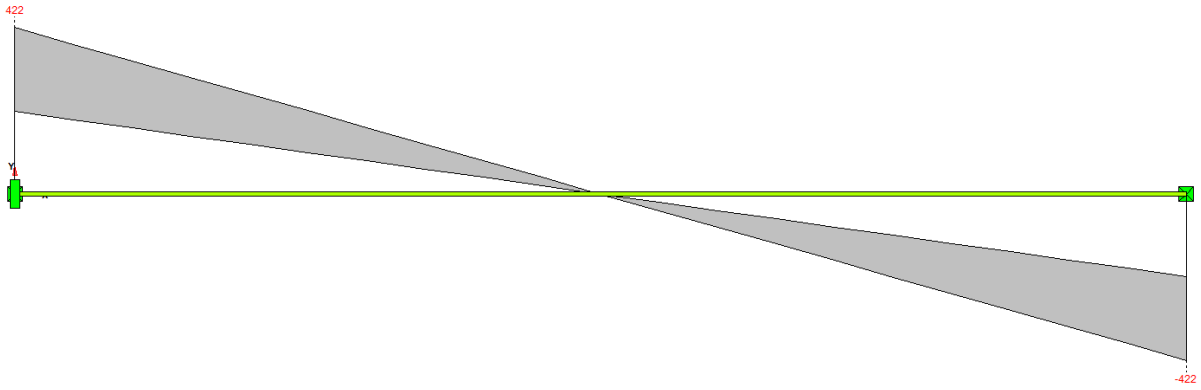


FIGURA 6-158 – TAGLIO COMBINAZIONE SLU

6.5.2 Verifiche

Verifica elemento precompresso

Oggetto della relazione

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.
La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.

Convenzioni

Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento delle grandezze geometriche e delle forze è una terna sinistrogira con l'asse X parallelo all'asse longitudinale della struttura, l'asse Z contenuto nel piano verticale e l'asse Y ortogonale a tale piano e orientato verso l'osservatore che veda le X positive a destra e le Z positive in alto.
I carichi agenti sulla struttura e le reazioni dei vincoli sono positivi se sono diretti verso l'alto e verso destra. I momenti flettenti sulla trave sono positivi quando tendono la fibra inferiore della sezione.
Tensioni e deformazioni sono positive se di trazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

Unità di misura

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza	[m]
forza	[KN]
angolo	[rad]

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in [mm], i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in [inch] (= 25.4 [mm]).

Codice di calcolo

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. 8.21 - 2/2011 sviluppato da SIGMAc SOFT - Padova.
Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/2.0 09/10 - SIGMAcSOFT
Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT
Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMAcSOFT
Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 - SIGMAcSOFT

Modello di calcolo

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.
La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale.Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

Dati di calcolo
Materiali - resistenze di calcolo

In questo capitolo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.
Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precompresse a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.
Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C60/75
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	75000.00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	38500.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.500
modulo elastico	39483585.08
peso specifico	25.0000
ritiro totale	-0.00030
% ritiro prima del taglio trefoli	25.5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25.5%
% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	2.300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 75000.00 = 62250.00 KN/m^2$
al taglio dei trefoli $f_{ckj} = 0.83 \cdot R_{ckj} = 0.83 \cdot 38500.00 = 31955.00 KN/m^2$

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot 62250.00/1.5 = 35275.00 KN/m^2$
al taglio dei trefoli $f_{cdj} = \alpha_{cc} \cdot f_{ckj}/\gamma_c = 0.85 \cdot 31955.00/1.5 = 18107.83 KN/m^2$

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima pari a :
$f_{cd} = 35275.00$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione :

a tempo infinito $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 3090.52/1.5 = 3708.63$
al taglio dei trefoli $f_{ctdj} = f_{ctkj}/\gamma_c = 2114.68/1.5 = 2537.62$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

$\sigma_{cj} < 0.7 \cdot f_{ckj} = 43575.00 KN/m^2$

a cadute avvenute :

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 37350.00 KN/m^2$ (per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 28012.50 KN/m^2$ (per comb. quasi permanente)

Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C28/35
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	35000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.5
modulo elastico	32588107.82
peso specifico	25.0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0.825

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 35000.00 = 29050.00 KN/m^2$

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot 29050.00/1.5 = 16461.67 KN/m^2$

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :
$f_{cd} = 16461.67$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione :

a tempo infinito $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1984.50/1.5 = 2381.39$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 17430.00 KN/m^2$ (per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 13072.50 KN/m^2$ (per comb. quasi permanente)

Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1674000.00
Modulo elastico	206000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6
coefficiente di sicurezza	1.15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41.4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25.9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32.7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

$\sigma_{spi} <= 0.80 \cdot f_{ptk} = 0.80 \cdot 1841400.00 = 1473120.00 KN/m^2$
$\sigma_{spi} <= 0.90 \cdot f_{p(1)k} = 0.90 \cdot 1674000.00 = 1506600.00 KN/m^2$

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a 0.05 $f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

$\sigma_{sp} <= 0.80 \cdot f_{p(1)k}$ 1339200.00 KN/m²

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{ptd} = f_{p(1)k}/\gamma_s$ = 1674000.00/1.15 = 1455652.17KN/m²

Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	450000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.15
modulo elastico	210000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 D.M. 14/01/2008) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

$\sigma_s <= 0.80 \cdot f_{yk}$ = 0.80·450000.00 = 360000.00KN/m²

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$ = 450000.00/1.15 = 391304.35KN/m²

Dati geometrici

Schemi statici

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante.Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprioed a quello del getto eseguito in opera.
SECONDA FASE: Il sistema misto, travi prefabbricate e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:
Sbalzo sinistro = 0.00
Sbalzo destro = 0.00

In fase di sollevamento:
Sbalzo sinistro = 0.00
Sbalzo sinistro = 0.00

In fase di trasporto:
Sbalzo anteriore = 0.00
centro ralla - appoggio anteriore = 0.00
centro ralla - appoggio posteriore = 0.00
Sbalzo posteriore = 0.00

Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	Pila 1	0.00	
2	Pila 2	28.70	28.70

Cadute di tensione nell'acciaio da precompressione

Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.
Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione $\Delta\sigma_{pr}$ per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi} \cdot [0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.1\mu} \cdot (t/1000)^{0.75(1-\mu)} \cdot 10^{-5}]$

dove:
σ_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;
ρ_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza f_p del campione provato:

Acciaio	classe	ρ_{1000}
1	2	2.5

$\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$;
f_{pk} è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;
t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore.
Si ottiene così:

Armatura	classe	μ	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0.682	0.036	3.60%

Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

prefabbricati $\varepsilon_{cs1} = -0.00030$
getto in opera $\varepsilon_{cs2} = -0.00030$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso:

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$	
Trave 1 - gruppo 1	-0.00030·206000000.00=-61800.00	4.92%

Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$\varphi_{inf,1} = 2.3$ (cavi pretesi nei prefabbricati)

Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	rilassamento	ritiro	viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41.40	25.50	0.00
dal taglio trefoli al getto in opera	25.90	25.50	33.00
dal getto in opera a tempo infinito	32.70	49.00	67.00

Stati Limite di Esercizio

Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo
Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

PRIMA FASE
a) al manifestarsi della precompressione
b) prima del getto in opera
c) subito dopo il getto in opera

SECONDA FASE
d) impalcato scarico
e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$S = G_1 + G_2 + P + Q$

dove:
G_1 = permanenti strutturali
G_2 = permanenti non strutturali
P = precompressione
Q = azioni variabili

Verifica al sollevamento

La verifica al sollevamento della trave viene eseguita in fase a).
Incremento dinamico = 0.15

Verifica in fase di trasporto

La verifica in fase di trasporto della trave viene eseguita in fase b).
Incremento dinamico = 0.30

Stato Limite di deformazione

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.
La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:

E_{travi} = 39483585.08
$E_{soletta}$ = 32588107.82

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:

φ_{inf} = 2.3

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0.5
Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

Prima fase

trave 1 :

	accorciamento [m]	rotaz. testata sinistra [rad]	rotaz. testata destra [rad]	freccia in mezzeria [m]
al taglio trefoli	-0.0078	0.00617	-0.00617	0.0418
al getto soletta	-0.0122	0.00528	-0.00528	0.0329
dopo maturazione	-0.0122	0.00529	-0.00529	0.0329

Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0.0000	0.0000	0.0000
Pila 2	0.0000	0.0000	-0.0048

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0.00000	0.00000	0.01020
Pila 2	0.00000	0.00000	-0.01020

Frecce in mezzeria [m] :

campata	X	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf. comb. rara max	t=inf. comb. rara min
1	14.35	0.0329	0.0329	0.0470	0.0162

Stati Limite Ultimi

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma $\sigma-\varepsilon$ parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).
Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.
Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.
Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione ε_{sp} dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot ((100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}/\gamma_c) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (taglio ultimo in assenza di armatura trasversale)
$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (cotan\alpha + cotan\theta)/(1 + cotan^2\theta)$ (taglio ultimo per rottura delle bielle compresse)
$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (cotan\alpha + cotan\theta) \cdot \sin\alpha$ (taglio ultimo per rottura delle staffe)
$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot cotan\theta/(1 + cotan^2\theta)$ (momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse)
$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot cotan\theta$ (momento torcente ultimo per rottura delle staffe)

Dove:
d: altezza utile della sezione

b_w: larghezza minima della sezione
A_{sw}: area armatura trasversale
s: passo staffe
α: inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])
θ: inclinazione bielle compresse in cls
α_c: coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale
A_{sl}: area acciaio in zona tesa
$k = 1+(200/d)^{1/2}$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_{cls}$
$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d)$
A_k: area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precompresse, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.
L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

6.5.2.1 Verifica SLE sezione X=14.35 -

Prima fase: sola trave

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z
1	-0.57	0.00
2	-0.75	0.00
3	-0.73	0.70
4	-0.75	0.80
5	-0.98	0.86
6	-1.25	0.86
7	-1.25	0.91
8	1.25	0.91
9	1.25	0.86
10	0.98	0.86
11	0.75	0.80
12	0.73	0.70
13	0.75	0.00
14	0.57	0.00
15	0.55	0.70
16	0.53	0.80
17	0.35	0.86
18	-0.35	0.86
19	-0.53	0.80
20	-0.55	0.70
21	-0.57	0.00
22	-0.57	0.00

A = 0.458
J_f = 0.0390
Y_g = 0.58

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.83	0.001
2	0.35	0.001
3	0.30	0.001
4	0.25	0.001
5	0.20	0.001
6	0.15	0.001
7	0.10	0.001
8	0.05	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.04	0.000	2Ø12	2F12
2	0.14	0.000	2Ø12	2F12
3	0.24	0.000	2Ø12	2F12
4	0.34	0.000	2Ø12	2F12
5	0.44	0.000	2Ø12	2F12
6	0.54	0.000	2Ø12	2F12
7	0.64	0.000	2Ø12	2F12
8	0.74	0.000	2Ø12	2F12
9	0.04	0.000	2Ø12	2F12
10	0.14	0.000	2Ø12	2F12
11	0.24	0.000	2Ø12	2F12
12	0.34	0.000	2Ø12	2F12
13	0.44	0.000	2Ø12	2F12
14	0.54	0.000	2Ø12	2F12

15	0.64	0.000	2Ø12	2F12
16	0.74	0.000	2Ø12	2F12
17	0.89	0.001	24Ø8	RETE F8 10x10

n = 6.000
A_{id} = 0.504
$J_{f,id}$ = 0.0442
$Y_{g,id}$ = 0.57

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	30.6%	18705.67	1.5%

Sollecitazioni :

istante	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	1179.22	-5431.17	-1655.89
prima del getto	1179.22	-5084.78	-1550.28
dopo getto 2a fase	1500.97	-5083.27	-1549.82

Tensioni sul calcestruzzo :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-7769.47	-15719.79
prima del getto	-7857.37	-13752.60
dopo getto 2a fase	-10353.36	-9625.64

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$	$\sigma_{long,sup}$
t=0 dopo taglio trefoli	1154615.76	-76676.91	-39935.05
prima del getto	1083429.66	-67337.78	-40093.39
dopo getto 2a fase	1093918.50	-48304.15	-51667.25

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	19.1%	11702.34	0.9%
viscosità cls	36.2%	50412.46	4.0%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.1%	85.15	0.0%
rilassamento acciaio	0.1%	41.54	0.0%
viscosità cls	0.2%	213.37	0.0%

Seconda fase: trave + getto in opera

dopo postensione + cambio vincoli

Scassero / cambio vincoli

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	-0.57	0.00	
2	-0.75	0.00	
3	-0.73	0.70	
4	-0.75	0.80	
5	-0.98	0.86	
6	-1.25	0.86	
7	-1.25	0.91	
8	1.25	0.91	
9	1.25	0.86	
10	0.98	0.86	
11	0.75	0.80	
12	0.73	0.70	
13	0.75	0.00	
14	0.57	0.00	
15	0.55	0.70	
16	0.53	0.80	
17	0.35	0.86	
18	-0.35	0.86	
19	-0.53	0.80	
20	-0.55	0.70	
21	-0.57	0.00	fine prefabb.
22	-0.57	0.00	
23	-1.25	0.96	getto in opera

24	1.25	0.96	(m=0.000)
25	1.25	0.91	
26	-1.25	0.91	
27	-1.25	0.96	

A = 0.458
J_f = 0.0390
Y_g = 0.58

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.83	0.001
2	0.35	0.001
3	0.30	0.001
4	0.25	0.001
5	0.20	0.001
6	0.15	0.001
7	0.10	0.001
8	0.05	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.04	0.000	2Ø12	2F12
2	0.14	0.000	2Ø12	2F12
3	0.24	0.000	2Ø12	2F12
4	0.34	0.000	2Ø12	2F12
5	0.44	0.000	2Ø12	2F12
6	0.54	0.000	2Ø12	2F12
7	0.64	0.000	2Ø12	2F12
8	0.74	0.000	2Ø12	2F12
9	0.04	0.000	2Ø12	2F12
10	0.14	0.000	2Ø12	2F12
11	0.24	0.000	2Ø12	2F12
12	0.34	0.000	2Ø12	2F12
13	0.44	0.000	2Ø12	2F12
14	0.54	0.000	2Ø12	2F12
15	0.64	0.000	2Ø12	2F12
16	0.74	0.000	2Ø12	2F12
17	0.89	0.001	2Ø8	RETE F8 10x10

n = 15.000
A_{id} = 0.588
$J_{f,id}$ = 0.0531
$Y_{g,id}$ = 0.54

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	freccia
cambio vincoli	0.00	0.00	0.00	0.0000

Tensioni sul calcestruzzo :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-10353.75	-9617.05
getto in opera	0.00	0.00

Verifica in esercizio

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	-0.57	0.00	
2	-0.75	0.00	
3	-0.73	0.70	
4	-0.75	0.80	
5	-0.98	0.86	
6	-1.25	0.86	
7	-1.25	0.91	
8	1.25	0.91	
9	1.25	0.86	
10	0.98	0.86	
11	0.75	0.80	
12	0.73	0.70	
13	0.75	0.00	
14	0.57	0.00	
15	0.55	0.70	
16	0.53	0.80	
17	0.35	0.86	
18	-0.35	0.86	
19	-0.53	0.80	
20	-0.55	0.70	
21	-0.57	0.00	fine prefabb.
22	-0.57	0.00	

23	-1.25	0.96	getto in opera
24	1.25	0.96	(m=0.825)
25	1.25	0.91	
26	-1.25	0.91	
27	-1.25	0.96	

A = 0.561
J_f = 0.0494
Y_g = 0.65

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.83	0.001
2	0.35	0.001
3	0.30	0.001
4	0.25	0.001
5	0.20	0.001
6	0.15	0.001
7	0.10	0.001
8	0.05	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.04	0.000	2Ø12	2F12
2	0.14	0.000	2Ø12	2F12
3	0.24	0.000	2Ø12	2F12
4	0.34	0.000	2Ø12	2F12
5	0.44	0.000	2Ø12	2F12
6	0.54	0.000	2Ø12	2F12
7	0.64	0.000	2Ø12	2F12
8	0.74	0.000	2Ø12	2F12
9	0.04	0.000	2Ø12	2F12
10	0.14	0.000	2Ø12	2F12
11	0.24	0.000	2Ø12	2F12
12	0.34	0.000	2Ø12	2F12
13	0.44	0.000	2Ø12	2F12
14	0.54	0.000	2Ø12	2F12
15	0.64	0.000	2Ø12	2F12
16	0.74	0.000	2Ø12	2F12
17	0.89	0.001	2Ø8	RETE F8 10x10

n = 6.000
A_{id} = 0.608
$J_{f,id}$ = 0.0558
$Y_{g,id}$ = 0.63

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48.9%	30196.85	2.4%
rilassamento acciaio	24.1%	14733.22	1.2%
viscosità cls	63.7%	88770.88	7.1%

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo iniezione cavi	-10353.75	-10353.75	-9617.05	-9617.05
t=inf.-SLE Rare	-10454.99	-14056.19	1868.13	-6214.55
t=inf.-SLE Frequenti	-10454.99	-12802.04*	-946.75	-6214.55*
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-10454.99	-12653.45	-1280.25	-6214.55

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo iniezione cavi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	-242.45	-3744.59	-83.56	-3055.84
t=inf.-SLE Frequenti	-242.45	-2524.94*	-83.56	-2020.72*
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-242.45	-2380.44	-83.56	-1898.08

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$	$\sigma_{long,sup}$
dopo iniezione cavi	1093607.64	-48263.37	-51667.94
t=inf.-SLE Rare	1127767.06	5490.79	-51694.80
t=inf.-SLE Frequenti	1119926.18	-7599.86	-51694.80
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1118997.21	-9150.81	-51694.80

6.5.2.2 Verifica SLU sezione X=14.3

Momenti di rottura per flessione retta

armature di precompressione :

	Z	$\Delta\varepsilon_{sp}$				
Armature pretese	0.28	0.00537				
fless. Z asse neutro		**Mr**	**ε_{sup}**	**$Z\varepsilon_{sup}$**	**ε_{inf}**	**$Z\varepsilon_{inf}$**
(+)	0.54	4226.90	-0.00350	0.96	0.00422	0.04
(-)	0.41	-1271.84	0.00413	0.89	-0.00350	0.00

$M_{d,max}$ = 3026.45 < Mr

6.5.2.3 Verifica SLU sezione X=0.10

Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo:	**θ [rad]**	**b_w**	**Staffe:**	**A_{sw}**
	0.785	0.35		0.003

d	**K**	**A_{sl}**	**ρ_l**	**σ_{cp}**	**α_c**
0.89	1.474	0.000	0.0000	0.00	1.000

V_{Rd}	**V_{Rsd}**	**V_{Rcd}**
153.94	820.57	2472.34

$V_{d,max}$ = 418.86 < 820.57

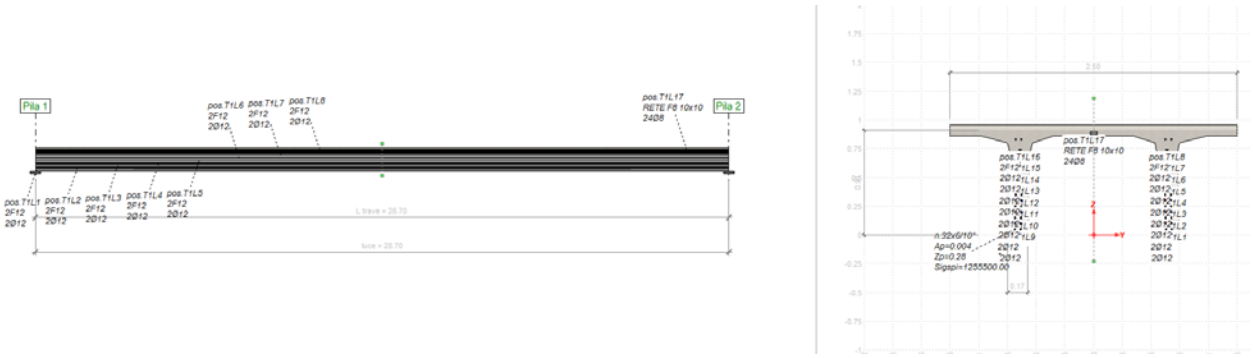


FIGURA 6-159 – CARPENTERIA TEGOLO

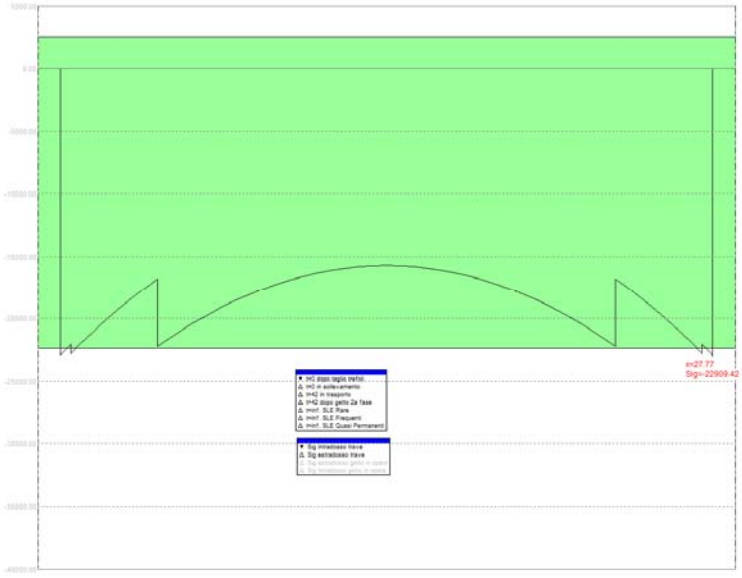


FIGURA 6-160 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE A T=0 TAGLIO TREFOLI

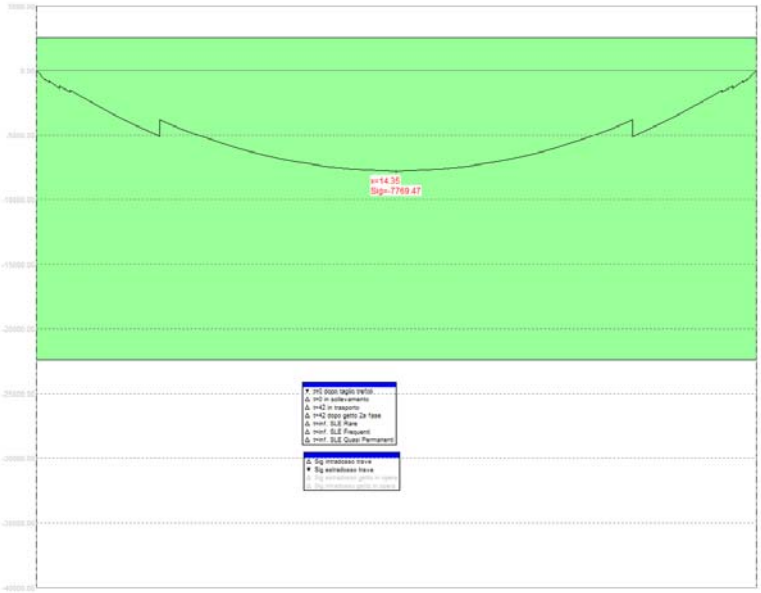


FIGURA 6-161 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE A T=0 TAGLIO TREFOLI

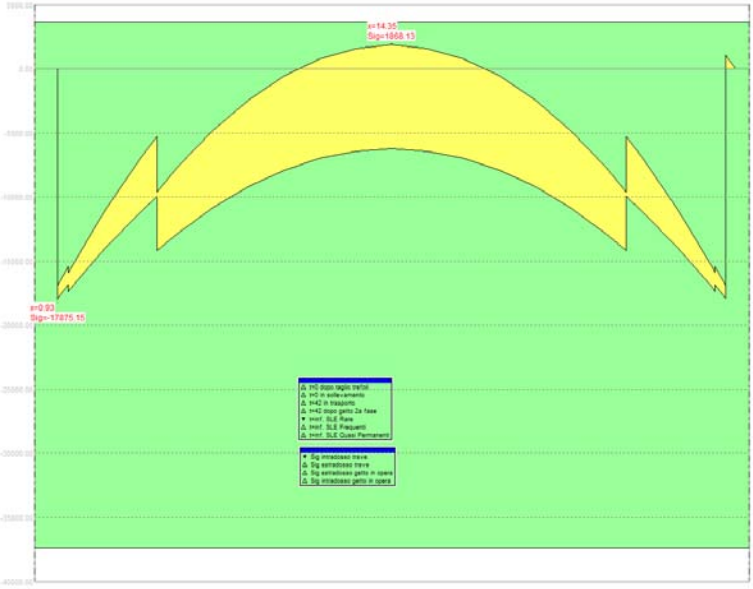


FIGURA 6-162 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE COMB. RARA

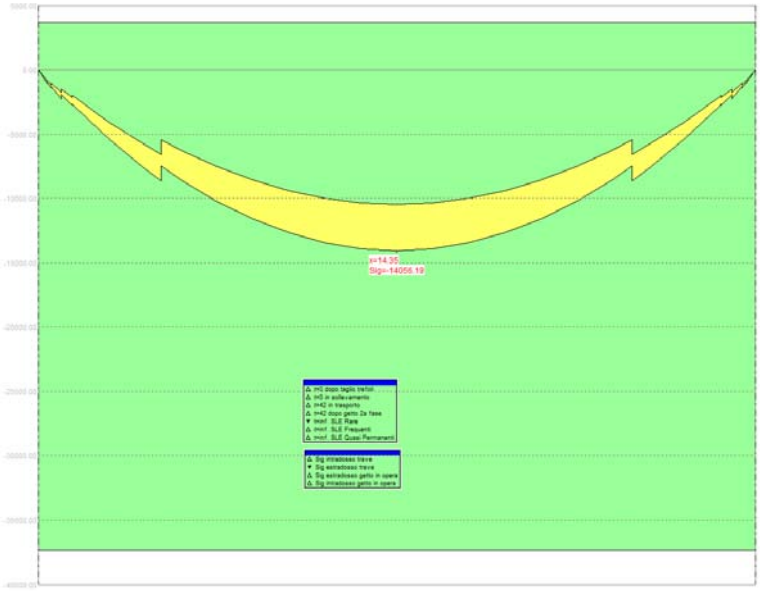


FIGURA 6-163 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE COMB. RARA

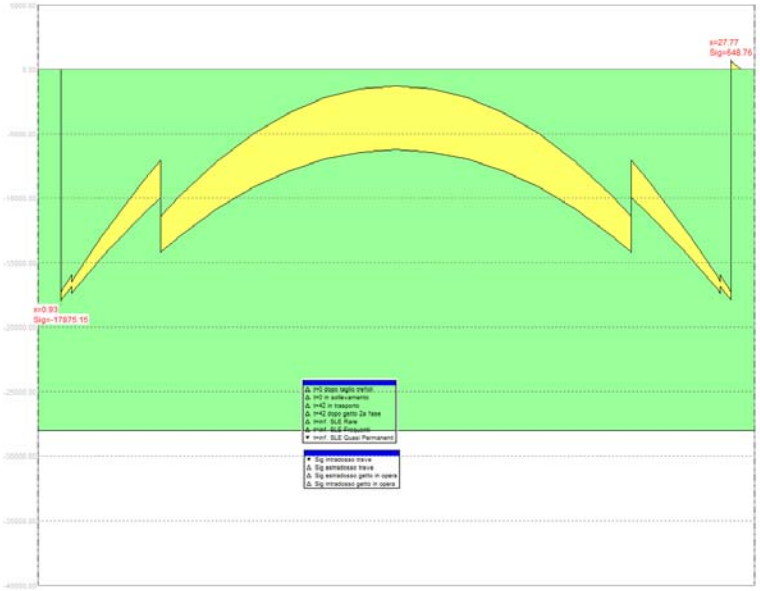


FIGURA 6-164 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE COMB. QUASI PERMANENTE

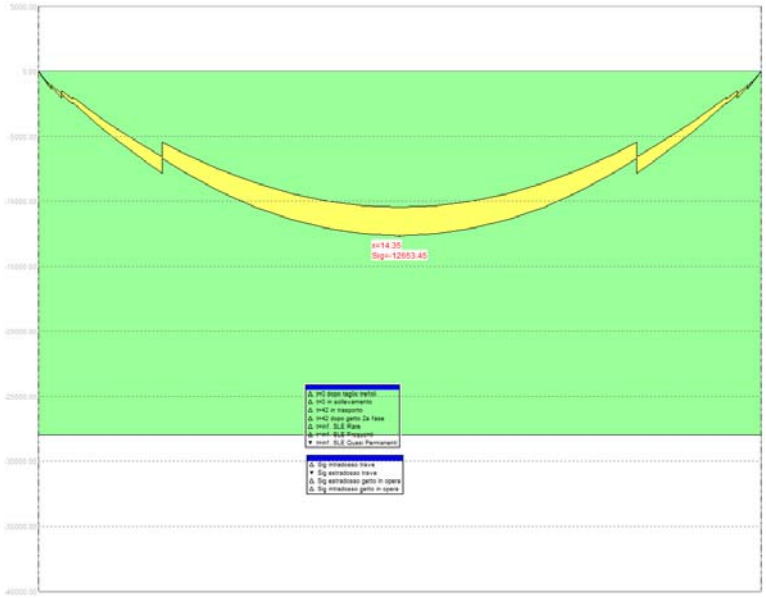


FIGURA 6-165 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE COMB. QUASI PERMANENTE

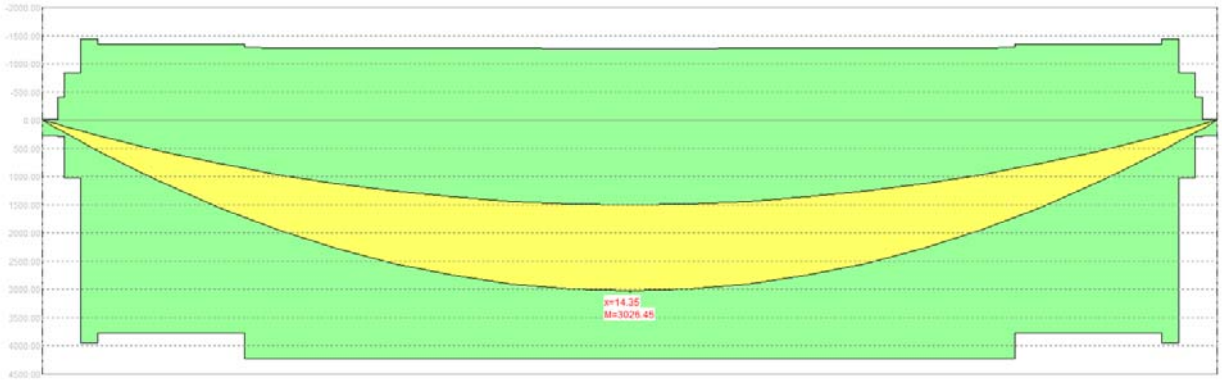


FIGURA 6-166 – MOMENTO SOLLECITANTE / MOMENTO RESISTENTE

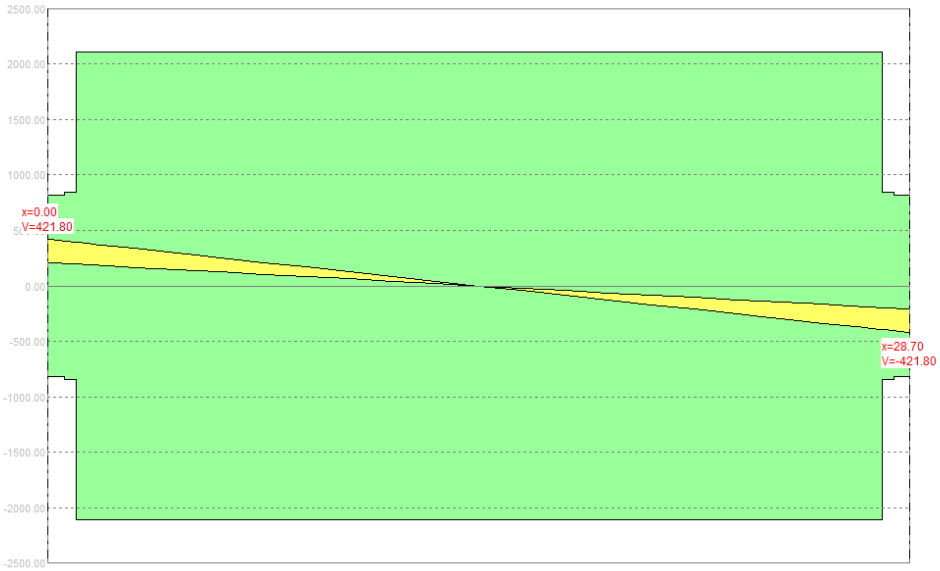


FIGURA 6-167 – TAGLIO SOLLECITANTE / TAGLIO RESISTENTE

6.6 Trave L h=130cm

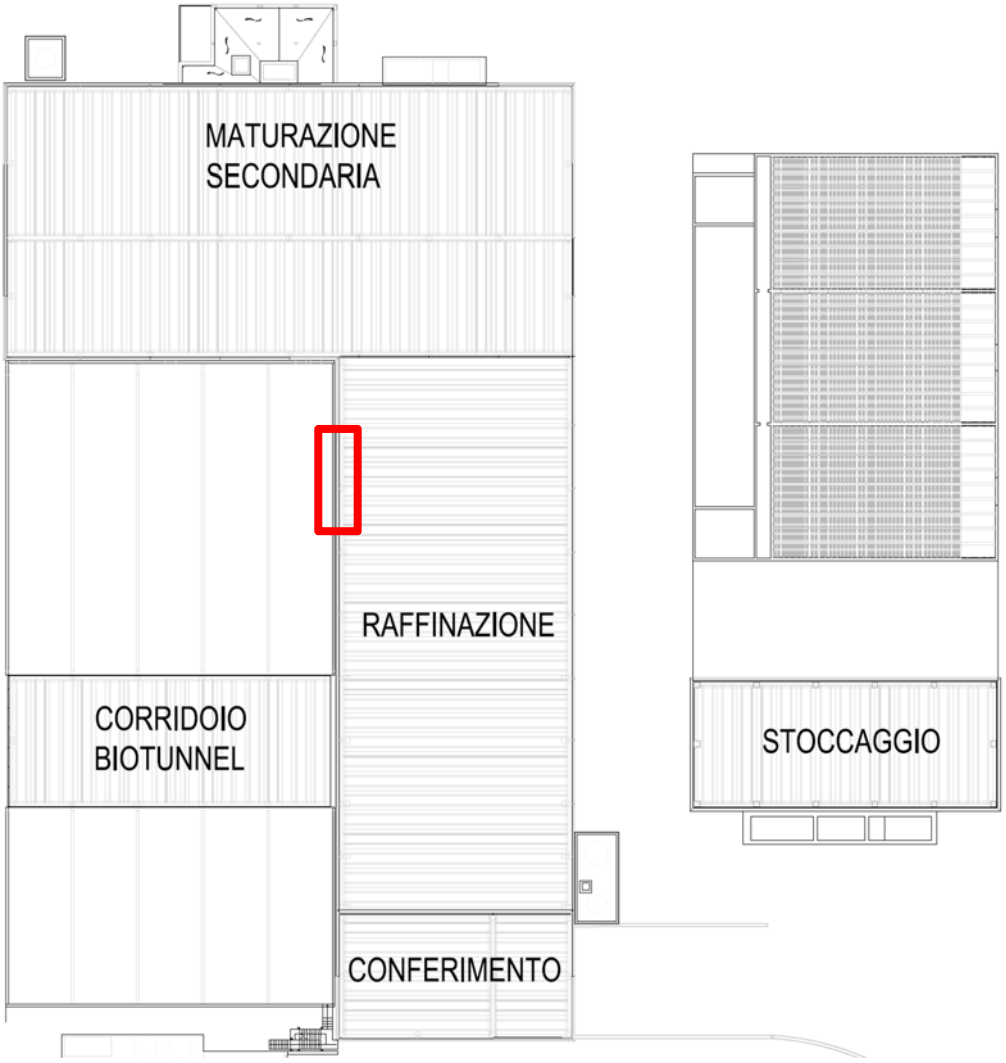


FIGURA 6-168 – ELEMENTO DIMENSIONATO

Si riassumono di seguito applicati sulla singola trave per il dimensionamento.

COPERTURA PREFABBRICATA

Carichi permanenti strutturali - G1		
struttura c.a.p.	5.831	kN/mq
Carichi permanenti non strutturali - G2		
pannelli fotovoltaici	0.3	kN/mq
Isolante + impermeabilizzazione	0.3	kN/mq
Impiantistica appesa	0.3	kN/mq
Massetto per pendenze	0.6	kN/mq
Carichi variabili - qk; Qk		
neve	0.48	kN/mq
cat.H1 - Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0.5	kN/mq
vento (componente verticale)	0.5745	kN/mq

CARICHI SU TEGOLO		
Larghezza tegolo	2.500	m
Interasse tegoli	2.500	m
Neve	1.200	kN/m
Impianti	0.750	kN/m
Variabili copertura	1.250	kN/m
Permanenti portati	3.750	kN/m
Vento	1.436	kN/m

TRAVE A T ROVESCIO		
Luce afferente 1	28.70	m
Luce afferente 2	0.00	m
Scarico del peso del tegolo	83.68	kN/m
Scarico pannelli fotovoltaici	4.31	kN/m
Scarico Isolante + impermeabilizzazione	4.31	kN/m
Scarico Impiantistica appesa	4.31	kN/m
Scarico massetto pendenze	8.61	kN/m

Scarico Neve	6.89	kN/m
Scarico Vento	8.24	kN/m
Scarico Variabili copertura	7.18	kN/m

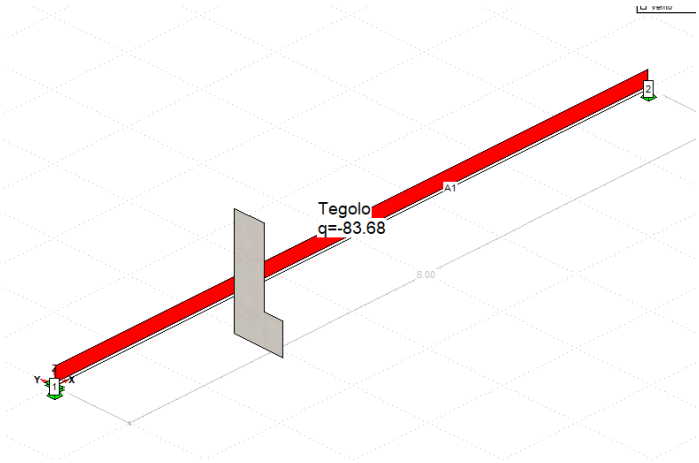


FIGURA 6-169 – PESO TEGOLO

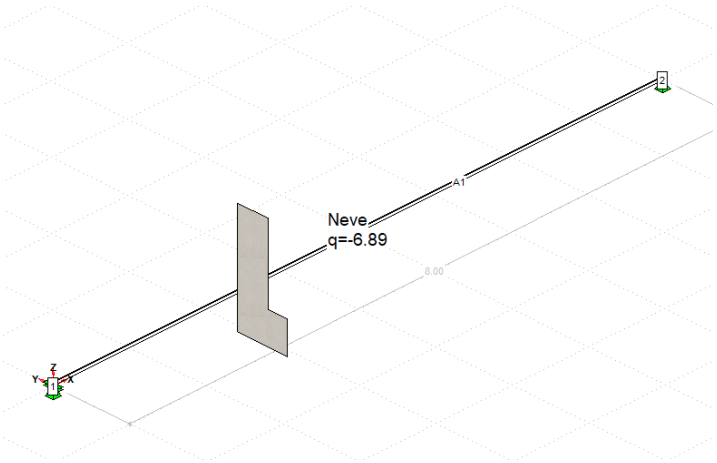


FIGURA 6-170 – CARICO DA NEVE

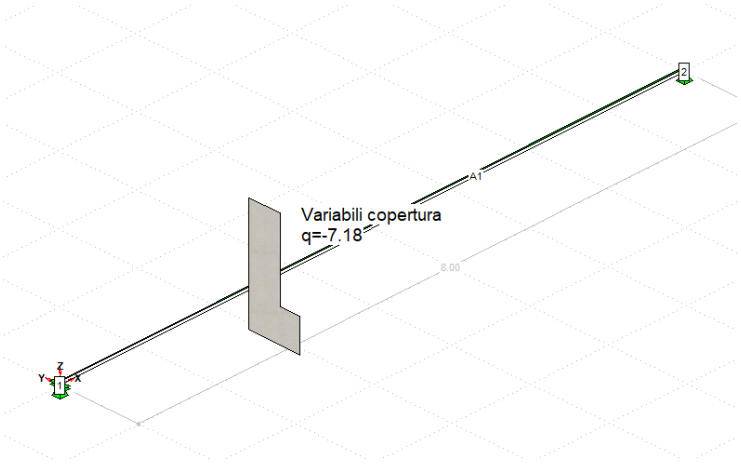


FIGURA 6-171 – VARIABILI COPERTURA

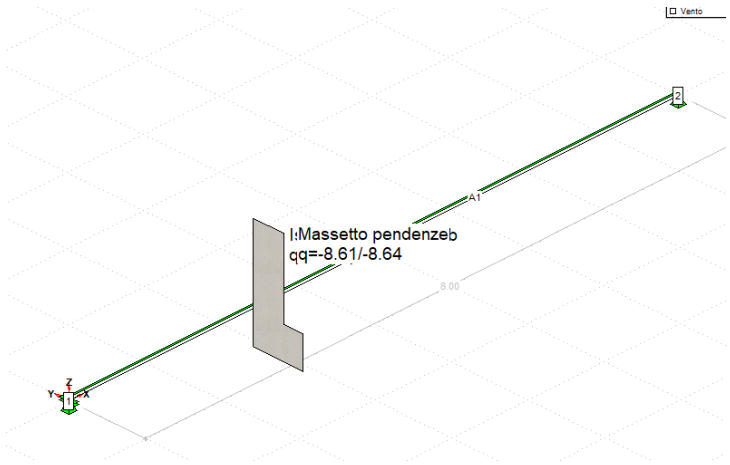


FIGURA 6-172 – CARICHI PERMANENTI PORTATI

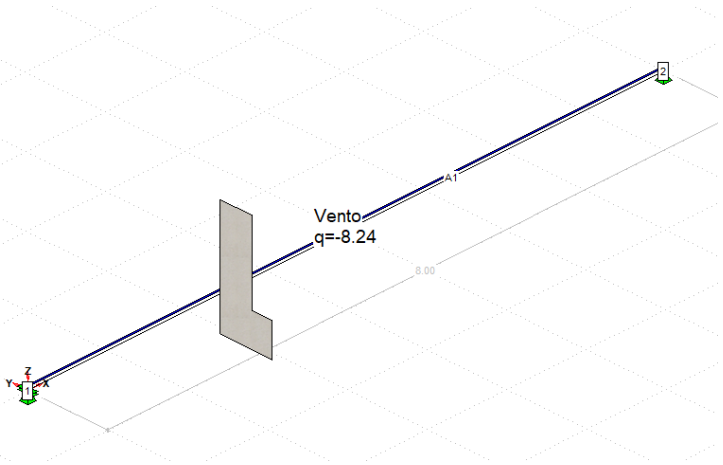


FIGURA 6-173 – VENTO

6.6.1 Geometria e sollecitazioni

```
Data di stampa:  19/09/2019   alle:  08:32:59
GRAT ed. 8.24 - 10/2011 - SIGMAc SOFT - programma di calcolo grigliati di travi
Numero nodi = 2
Numero aste = 1
Numero elementi strutturali= 1
Numero condizioni di carico= 5
Numero carichi nodali      = 0
Numero carichi distribuiti = 8
Numero carichi parziali    = 0
Numero carichi concentrati = 0
Numero coppie concentrate  = 0
Numero carichi termici     = 0
Numero cedimenti vincoli   = 0
Calcolo automatico peso proprio: Attivato
Normativa di calcolo : Italiana S.L.
```

6.6.1.1 Coordinate nodali e vincoli fissi

nodo	X	Y	Rx	Wz	Ry
1	0.00	0.00	1	1	0
2	8.00	0.00	0	1	0

Caratteristiche delle aste

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91

asta	nodo i	nodo j	lunghezza	area
1	1	2	8.00	0.6480

asta	sezione	modulo Jf	modulo Jt	modulo E	Poisson
1		0.1069	33.4450	3.91E7	0.2000

6.6.1.2 Carichi applicati alla struttura

Peso proprio

Peso proprio :

asta	carico lineare	peso asta
1	16.20	130

Peso totale struttura = 130

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Tegolo	1	-83.68	-83.68	0.00	0.00

Neve

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Neve	1	-6.89	-6.89	0.00	0.00

Variabili copertura

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Variabili copertura	1	-7.18	-7.18	0.00	0.00

Permanenti portati

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Fotovoltaico	1	-4.31	-4.31	0.00	0.00
Impianti	1	-4.31	-4.31	0.00	0.00
Isolante + Impermeab	1	-4.31	-4.31	0.00	0.00
Massetto pendenze	1	-8.61	-8.64	0.00	0.00

Vento

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Vento	1	-8.24	-8.24	0.00	0.00

6.6.1.3 Classificazione dei carichi

cond.	Descrizione	Azione
1	Peso proprio	Permanente
2	Neve	Neve A<1000m
3	Variabili copertura	Sovracc. tetto e sottotetto
4	Permanenti portati	Permanente non strutturale
5	Vento	Vento

Azione variabile	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
Sovracc. ambienti residenziali	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. uffici	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. aree congresso	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. aree commerciali	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. biblioteca,magazzino	1.00	0.90	0.80	dominante
Sovracc. edifici traffico leggero	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. edifici traffico pesante	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. tetto e sottotetto	0.00	0.00	0.00	dominante
Vento	0.60	0.20	0.00	dominante
Neve A<1000m	0.50	0.20	0.00	dominante

6.6.1.4 Condizione : Peso proprio

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	400	0
	0.50	187	350	0
	1.00	350	300	0
	1.50	487	250	0
	2.00	599	200	0
	2.50	687	150	0
	3.00	749	100	0
	3.50	787	50	0
	4.00	799	0	0
	4.50	787	-50	0
	5.00	749	-100	0
	5.50	687	-150	0
	6.00	599	-200	0
	6.50	487	-250	0
	7.00	350	-300	0
	7.50	187	-350	0
	8.00	0	-400	0

6.6.1.5 Condizione : Neve

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	28	0
	0.50	13	24	0
	1.00	24	21	0
	1.50	34	17	0
	2.00	41	14	0
	2.50	47	10	0
	3.00	52	7	0
	3.50	54	3	0

4.00	55	0	0
4.50	54	-3	0
5.00	52	-7	0
5.50	47	-10	0
6.00	41	-14	0
6.50	34	-17	0
7.00	24	-21	0
7.50	13	-24	0
8.00	0	-28	0

6.6.1.6 Condizione : Variabili copertura

Sollecitazioni

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	29	0
	0.50	13	25	0
	1.00	25	22	0
	1.50	35	18	0
	2.00	43	14	0
	2.50	49	11	0
	3.00	54	7	0
	3.50	57	4	0
	4.00	57	0	0
	4.50	57	-4	0
	5.00	54	-7	0
	5.50	49	-11	0
	6.00	43	-14	0
	6.50	35	-18	0
	7.00	25	-22	0
	7.50	13	-25	0
	8.00	0	-29	0

6.6.1.7 Condizione : Permanenti portati

Sollecitazioni

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	86	0
	0.50	40	75	0
	1.00	75	65	0
	1.50	105	54	0
	2.00	129	43	0
	2.50	148	32	0
	3.00	162	22	0
	3.50	170	11	0
	4.00	172	0	0
	4.50	170	-11	0
	5.00	162	-22	0
	5.50	148	-32	0
	6.00	129	-43	0
	6.50	105	-54	0
	7.00	75	-65	0
	7.50	40	-75	0
	8.00	0	-86	0

6.6.1.8 Condizione : Vento

Sollecitazioni

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	33	0
	0.50	15	29	0
	1.00	29	25	0
	1.50	40	21	0
	2.00	49	16	0
	2.50	57	12	0
	3.00	62	8	0
	3.50	65	4	0
	4.00	66	0	0
	4.50	65	-4	0
	5.00	62	-8	0

5.50	57	-12	0
6.00	49	-16	0
6.50	40	-21	0
7.00	29	-25	0
7.50	15	-29	0
8.00	0	-33	0

6.6.1.9 SLE Rare

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
4	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
6	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60
8	1.00	1.00	0.00	0.00	0.60
9	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.60
11	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
13	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00
14	1.00	0.50	1.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60
16	1.00	0.00	1.00	0.00	0.60
17	1.00	0.50	1.00	1.00	0.60
18	1.00	0.50	1.00	0.00	0.60
19	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
20	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
21	1.00	0.50	0.00	1.00	1.00
22	1.00	0.50	0.00	0.00	1.00
23	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
24	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
25	1.00	0.50	0.00	1.00	1.00
26	1.00	0.50	0.00	0.00	1.00

Inviluppo sollecitazioni

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	548	0
		MIN	0	400	0
	0.50	MAX	257	480	0
		MIN	187	350	0
	1.00	MAX	480	411	0
		MIN	350	300	0
	1.50	MAX	668	343	0
		MIN	487	250	0
	2.00	MAX	822	274	0
		MIN	599	200	0
	2.50	MAX	942	206	0
		MIN	687	150	0
	3.00	MAX	1028	137	0
		MIN	749	100	0
	3.50	MAX	1079	69	0
		MIN	787	50	0
	4.00	MAX	1096	0	0
		MIN	799	0	0
	4.50	MAX	1079	-50	0
		MIN	787	-68	0
	5.00	MAX	1028	-100	0
		MIN	749	-137	0
	5.50	MAX	942	-150	0
		MIN	687	-206	0
	6.00	MAX	822	-200	0
		MIN	599	-274	0
	6.50	MAX	668	-250	0
		MIN	487	-343	0
	7.00	MAX	480	-300	0
		MIN	350	-411	0
	7.50	MAX	257	-350	0
		MIN	187	-480	0
	8.00	MAX	0	-400	0
		MIN	0	-548	0

6.6.1.10 SLE Frequenti

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.20	1.00	0.00
4	1.00	0.20	0.00	0.00
5	1.00	0.20	1.00	0.00
6	1.00	0.20	0.00	0.00
7	1.00	0.20	1.00	0.00
8	1.00	0.20	0.00	0.00
9	1.00	0.20	1.00	0.00
10	1.00	0.20	0.00	0.00
11	1.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	1.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	1.00	0.00
16	1.00	0.00	0.00	0.00
17	1.00	0.00	1.00	0.00
18	1.00	0.00	0.00	0.00
19	1.00	0.00	1.00	0.20
20	1.00	0.00	0.00	0.20
21	1.00	0.00	1.00	0.20
22	1.00	0.00	0.00	0.20
23	1.00	0.00	1.00	0.20
24	1.00	0.00	0.00	0.20
25	1.00	0.00	1.00	0.20
26	1.00	0.00	0.00	0.20

Inviluppo sollecitazioni

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	492	0
		MIN	0	400	0
	0.50	MAX	231	431	0
		MIN	187	350	0
	1.00	MAX	431	369	0
		MIN	350	300	0
	1.50	MAX	600	308	0
		MIN	487	250	0
	2.00	MAX	738	246	0
		MIN	599	200	0
	2.50	MAX	846	185	0
		MIN	687	150	0
	3.00	MAX	923	123	0
		MIN	749	100	0
	3.50	MAX	969	62	0
		MIN	787	50	0
	4.00	MAX	985	0	0
		MIN	799	0	0
	4.50	MAX	969	-50	0
		MIN	787	-62	0
	5.00	MAX	923	-100	0
		MIN	749	-123	0
	5.50	MAX	846	-150	0
		MIN	687	-185	0
	6.00	MAX	739	-200	0
		MIN	599	-246	0
	6.50	MAX	600	-250	0
		MIN	487	-308	0
	7.00	MAX	431	-300	0
		MIN	350	-369	0
	7.50	MAX	231	-350	0
		MIN	187	-431	0
	8.00	MAX	0	-400	0
		MIN	0	-492	0

6.6.1.11 SLE Quasi Permanenti

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.00	1.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00

5	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Inviluppo sollecitazioni

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	486	0
		MIN	0	400	0
	0.50	MAX	228	425	0
		MIN	187	350	0
	1.00	MAX	425	364	0
		MIN	350	300	0
	1.50	MAX	592	304	0
		MIN	487	250	0
	2.00	MAX	729	243	0
		MIN	599	200	0
	2.50	MAX	835	182	0
		MIN	687	150	0
	3.00	MAX	911	121	0
		MIN	749	100	0
	3.50	MAX	956	61	0
		MIN	787	50	0
	4.00	MAX	971	0	0
		MIN	799	0	0
	4.50	MAX	956	-50	0
		MIN	787	-61	0
	5.00	MAX	911	-100	0
		MIN	749	-121	0
	5.50	MAX	835	-150	0
		MIN	687	-182	0
	6.00	MAX	729	-200	0
		MIN	599	-243	0
	6.50	MAX	592	-250	0
		MIN	487	-304	0
	7.00	MAX	425	-300	0
		MIN	350	-364	0
	7.50	MAX	228	-350	0
		MIN	187	-425	0
	8.00	MAX	0	-400	0
		MIN	0	-486	0

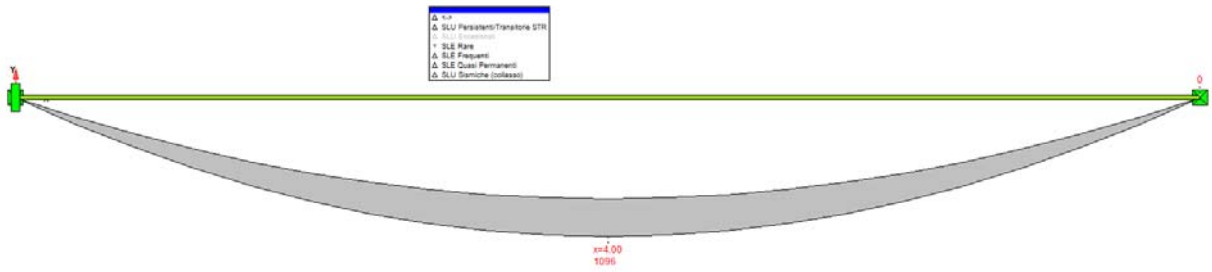


FIGURA 6-174 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE RARA

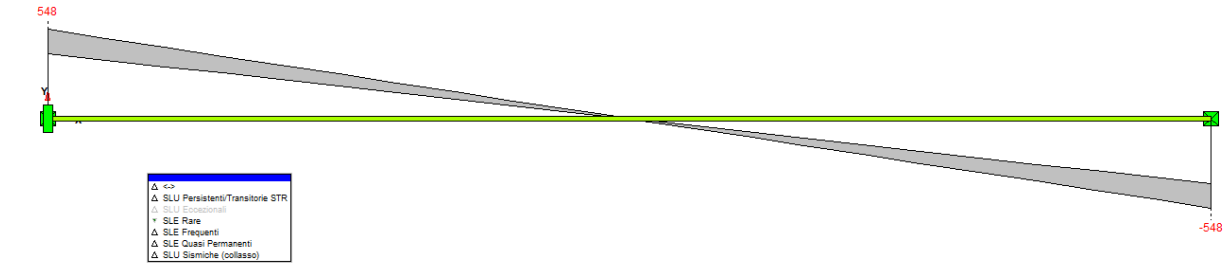


FIGURA 6-175 – TAGLIO COMBINAZIONE RARA

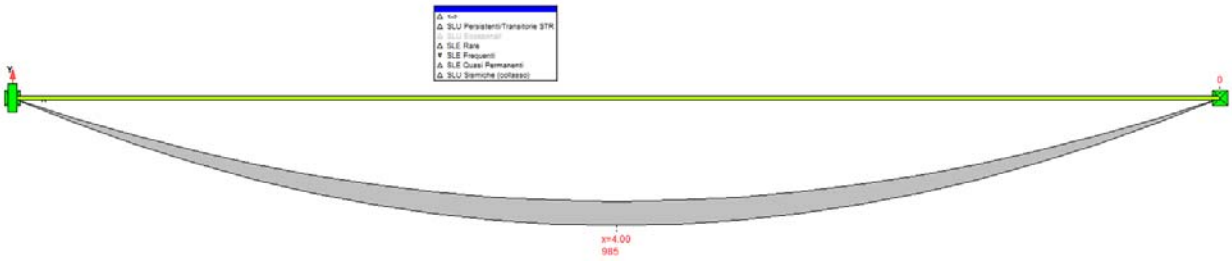


FIGURA 6-176 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE FREQUENTE

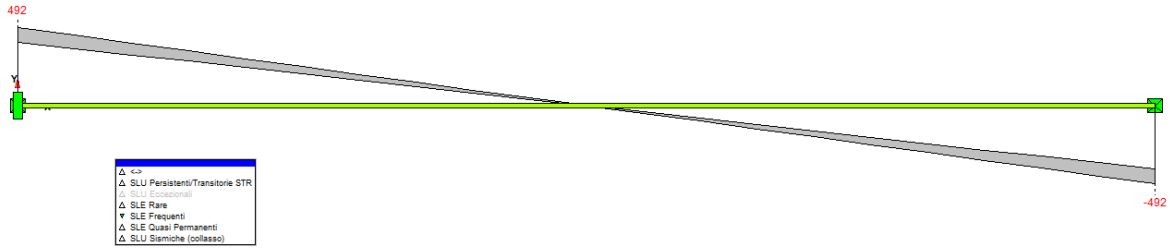


FIGURA 6-177 – TAGLIO COMBINAZIONE FREQUENTE

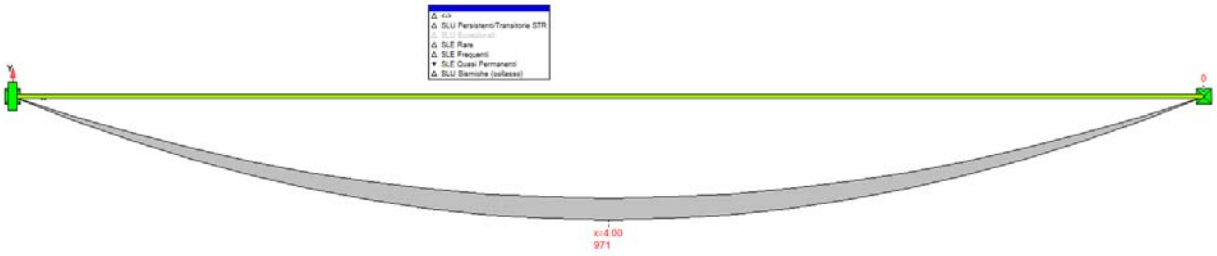


FIGURA 6-178 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

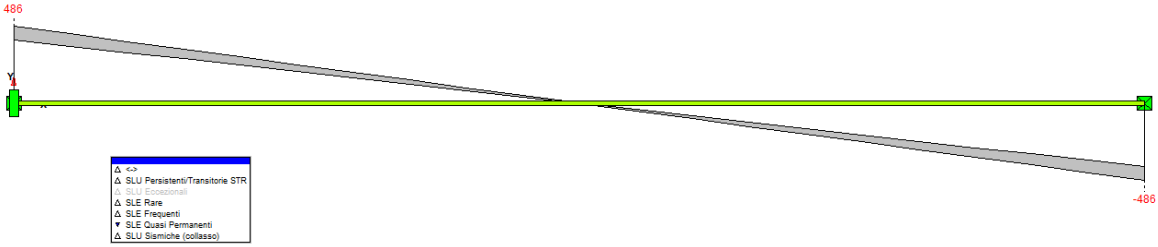


FIGURA 6-179 – TAGLIO COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

6.6.1.12 SLU Persistenti/Transitorie STR

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.30	0.00	0.00	1.50	0.00
2	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00
3	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.30	1.50	0.00	1.50	0.00
6	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00
7	1.30	1.50	0.00	0.00	0.00
8	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00
9	1.30	1.50	0.00	1.50	0.00
10	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00
11	1.30	1.50	0.00	0.00	0.00
12	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00
13	1.30	1.50	0.00	1.50	0.90
14	1.00	1.50	0.00	1.50	0.90
15	1.30	1.50	0.00	0.00	0.90
16	1.00	1.50	0.00	0.00	0.90
17	1.30	1.50	0.00	1.50	0.90
18	1.00	1.50	0.00	1.50	0.90
19	1.30	1.50	0.00	0.00	0.90
20	1.00	1.50	0.00	0.00	0.90
21	1.30	0.00	1.50	1.50	0.00
22	1.00	0.00	1.50	1.50	0.00
23	1.30	0.00	1.50	0.00	0.00
24	1.00	0.00	1.50	0.00	0.00
25	1.30	0.75	1.50	1.50	0.00
26	1.00	0.75	1.50	1.50	0.00
27	1.30	0.75	1.50	0.00	0.00
28	1.00	0.75	1.50	0.00	0.00
29	1.30	0.00	1.50	1.50	0.90
30	1.00	0.00	1.50	1.50	0.90
31	1.30	0.00	1.50	0.00	0.90
32	1.00	0.00	1.50	0.00	0.90
33	1.30	0.75	1.50	1.50	0.90
34	1.00	0.75	1.50	1.50	0.90
35	1.30	0.75	1.50	0.00	0.90
36	1.00	0.75	1.50	0.00	0.90
37	1.30	0.00	0.00	1.50	1.50
38	1.00	0.00	0.00	1.50	1.50
39	1.30	0.00	0.00	0.00	1.50
40	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50
41	1.30	0.75	0.00	1.50	1.50
42	1.00	0.75	0.00	1.50	1.50
43	1.30	0.75	0.00	0.00	1.50
44	1.00	0.75	0.00	0.00	1.50
45	1.30	0.00	0.00	1.50	1.50
46	1.00	0.00	0.00	1.50	1.50
47	1.30	0.00	0.00	0.00	1.50
48	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50
49	1.30	0.75	0.00	1.50	1.50
50	1.00	0.75	0.00	1.50	1.50
51	1.30	0.75	0.00	0.00	1.50
52	1.00	0.75	0.00	0.00	1.50

Inviluppo sollecitazioni

TRAVE L 130 Luce 8m CON TEGOLO tt91 :

asta	x	M	T	R

1	0.00	MAX	0	742	0
		MIN	0	400	0
	0.50	MAX	348	649	0
		MIN	187	350	0
	1.00	MAX	649	557	0
		MIN	350	300	0
	1.50	MAX	904	464	0
		MIN	487	250	0
	2.00	MAX	1113	371	0
		MIN	599	200	0
	2.50	MAX	1275	278	0
		MIN	687	150	0
	3.00	MAX	1391	186	0
		MIN	749	100	0
	3.50	MAX	1461	93	0
		MIN	787	50	0
	4.00	MAX	1484	0	0
		MIN	799	0	0
	4.50	MAX	1461	-50	0
		MIN	787	-93	0
	5.00	MAX	1391	-100	0
		MIN	749	-186	0
	5.50	MAX	1276	-150	0
		MIN	687	-278	0
	6.00	MAX	1113	-200	0
		MIN	599	-371	0
	6.50	MAX	904	-250	0
		MIN	487	-464	0
	7.00	MAX	649	-300	0
		MIN	350	-557	0
	7.50	MAX	348	-350	0
		MIN	187	-649	0
	8.00	MAX	0	-400	0
		MIN	0	-742	0

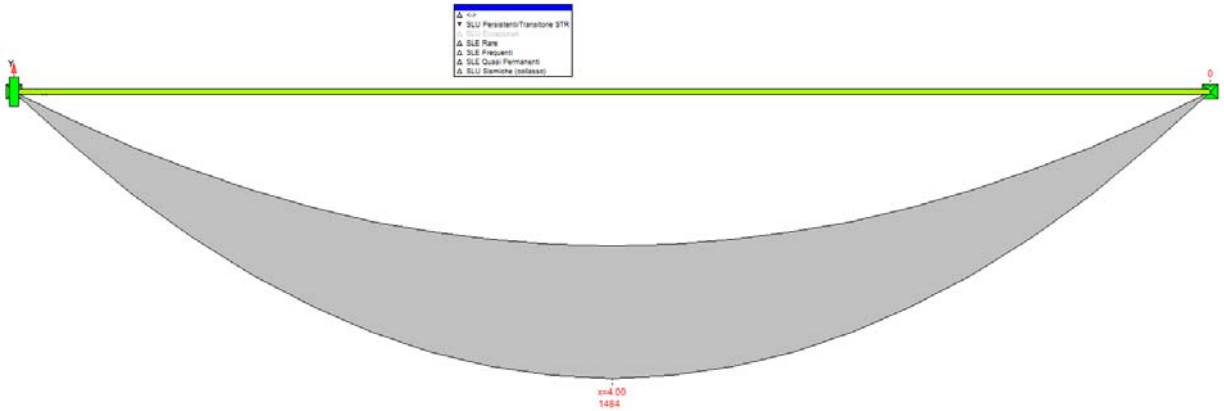


FIGURA 6-180 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE SLU

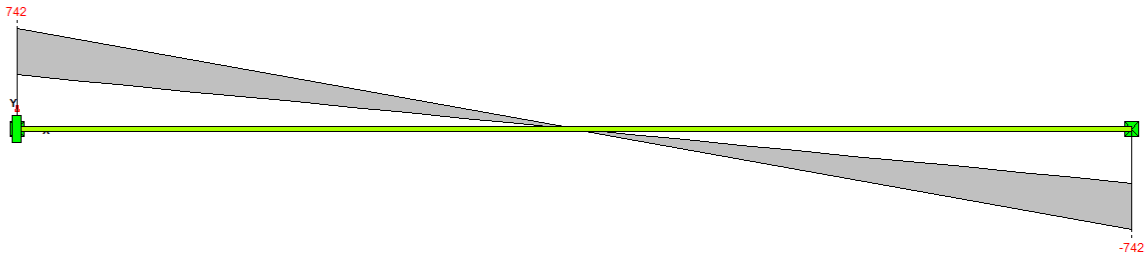


FIGURA 6-181 – TAGLIO COMBINAZIONE SLU

6.6.2 Verifiche

Verifica elemento precompresso

Oggetto della relazione

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.
La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.

Convenzioni

Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento delle grandezze geometriche e delle forze è una terna sinistrogira con l'asse X parallelo all'asse longitudinale della struttura, l'asse Z contenuto nel piano verticale e l'asse Y ortogonale a tale piano e orientato verso l'osservatore che veda le X positive a destra e le Z positive in alto.
I carichi agenti sulla struttura e le reazioni dei vincoli sono positivi se sono diretti verso l'alto e verso destra. I momenti flettenti sulla trave sono positivi quando tendono la fibra inferiore della sezione.
Tensioni e deformazioni sono positive se di trazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

Unità di misura

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza	[m]
forza	[KN]
angolo	[rad]

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in [mm], i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in [inch] (= 25.4 [mm]).

Codice di calcolo

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. 8.21 - 2/2011 sviluppato da SIGMAc SOFT - Padova.
Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/2.0 09/10 - SIGMAcSOFT
Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT
Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMAcSOFT
Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 - SIGMAcSOFT

Modello di calcolo

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.
La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale.Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

Dati di calcolo

Materiali - resistenze di calcolo

In questo capitolo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.

Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precompresse a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.
Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C60/75
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	75000.00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	38500.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.500
modulo elastico	39483585.08
peso specifico	25.0000
ritiro totale	-0.00030
% ritiro prima del taglio trefoli	25.5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25.5%
% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	2.300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 75000.00 = 62250.00 KN/m^2$
al taglio dei trefoli $f_{ckj} = 0.83 \cdot R_{ckj} = 0.83 \cdot 38500.00 = 31955.00 KN/m^2$

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot 62250.00/1.5 = 35275.00 KN/m^2$
al taglio dei trefoli $f_{cdj} = \alpha_{cc} \cdot f_{ckj}/\gamma_c = 0.85 \cdot 31955.00/1.5 = 18107.83 KN/m^2$

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima pari a :
$f_{cd} = 35275.00$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione :

a tempo infinito $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 3090.52/1.5 = 3708.63$
al taglio dei trefoli $f_{ctdj} = f_{ctkj}/\gamma_c = 2114.68/1.5 = 2537.62$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

$\sigma_{cj} < 0.7 \cdot f_{ckj} = 43575.00 KN/m^2$

a cadute avvenute :

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 37350.00 KN/m^2$ (per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 28012.50 KN/m^2$ (per comb. quasi permanente)

Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C28/35
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	35000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.5
modulo elastico	32588107.82
peso specifico	25.0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0.825

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 35000.00 = 29050.00 KN/m^2$

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot 29050.00/1.5 = 16461.67 KN/m^2$

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :
$f_{cd} = 16461.67$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione :

a tempo infinito $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1984.50/1.5 = 2381.39$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 17430.00 KN/m^2$ (per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 13072.50 KN/m^2$ (per comb. quasi permanente)

Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1674000.00
Modulo elastico	206000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6
coefficiente di sicurezza	1.15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41.4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25.9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32.7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

$\sigma_{spi} <= 0.80 \cdot f_{ptk} = 0.80 \cdot 1841400.00 = 1473120.00 KN/m^2$
$\sigma_{spi} <= 0.90 \cdot f_{p(1)k} = 0.90 \cdot 1674000.00 = 1506600.00 KN/m^2$

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a 0.05 $f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

$\sigma_{sp} <= 0.80 \cdot f_{p(1)k} 1339200.00 \ KN/m^2$

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{ptd} = f_{p(1)k}/\gamma_s = 1674000.00/1.15 = 1455652.17 KN/m^2$

Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	450000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.15
modulo elastico	210000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 D.M. 14/01/2008) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

$\sigma_s <= 0.80 \cdot f_{yk} = 0.80 \cdot 450000.00 = 360000.00 KN/m^2$

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 450000.00/1.15 = 391304.35 KN/m^2$

Dati geometrici

Schemi statici

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante.Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprioed a quello del getto eseguito in opera.
SECONDA FASE: Il sistema misto, travi prefabbricate e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:
Sbalzo sinistro = 0.00
Sbalzo destro = 0.00

In fase di sollevamento:
Sbalzo sinistro = 0.00
Sbalzo sinistro = 0.00

In fase di trasporto:
Sbalzo anteriore = 0.00
centro ralla - appoggio anteriore = 0.00
centro ralla - appoggio posteriore = 0.00
Sbalzo posteriore = 0.00

Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	Pila 1	0.00	
2	Pila 2	8.00	8.00

Cadute di tensione nell'acciaio da precompressione

Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.
Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione $\Delta\sigma_{pr}$ per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi}\cdot[0.66\cdot\rho_{1000}\cdot e^{9.1\mu}\cdot(t/1000)^{0.75(1-\mu)}\cdot 10^{-5}]$

dove:
σ_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;
ρ_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza f_p del campione provato:

Acciaio	classe	ρ_{1000}
1	2	2.5

$\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$;
f_{pk} è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;
t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore.
Si ottiene così:

Armatura	classe	μ	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0.682	0.036	3.60%

Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

prefabbricati $\varepsilon_{cs1} = -0.00030$
getto in opera $\varepsilon_{cs2} = -0.00030$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso:

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$	
Trave 1 - gruppo 1	-0.00030·206000000.00=-61800.00	4.92%

Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$\varphi_{inf,1} = 2.3$ (cavi pretesi nei prefabbricati)

Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	rilassamento	ritiro	viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41.40	25.50	0.00
dal taglio trefoli al getto in opera	25.90	25.50	33.00
dal getto in opera a tempo infinito	32.70	49.00	67.00

Stati Limite di Esercizio

Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

PRIMA FASE
a) al manifestarsi della precompressione
b) prima del getto in opera
c) subito dopo il getto in opera

SECONDA FASE
d) impalcato scarico
e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:
G_1 = permanenti strutturali
G_2 = permanenti non strutturali
P = precompressione
Q = azioni variabili

Verifica al sollevamento

La verifica al sollevamento della trave viene eseguita in fase a).
Incremento dinamico = 0.15

Verifica in fase di trasporto

La verifica in fase di trasporto della trave viene eseguita in fase b).
Incremento dinamico = 0.30

Stato Limite di deformazione

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.
La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:
E_{travi} = 39483585.08
$E_{soletta}$ = 32588107.82

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:

$$\varphi_{inf} = 2.3$$

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0.5
Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

Prima fase

trave 1 :

	accorciamento [m]	rotaz. testata sinistra [rad]	rotaz. testata destra [rad]	freccia in mezzeria [m]
al taglio trefoli	-0.0005	0.00040	-0.00040	0.0010
al getto soletta	-0.0013	0.00051	-0.00051	0.0013
dopo maturazione	-0.0013	0.00051	-0.00051	0.0013

Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0.0000	0.0000	0.0000
Pila 2	0.0000	0.0000	-0.0004

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0.00000	0.00000	0.00037
Pila 2	0.00000	0.00000	-0.00037

Frecce in mezzeria [m] :

campata	X	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf. comb. rara max	t=inf. comb. rara min
1	4.00	0.0013	0.0013	0.0022	0.0007

Stati Limite Ultimi

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma σ–ε parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).
Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.
Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.

Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione ε_{sp} dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot ((100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}/\gamma_c) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (taglio ultimo in assenza di armatura trasversale)

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (cotan\alpha + cotan\theta)/(1 + cotan^2\theta)$ (taglio ultimo per rottura delle bielle compresse)

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (cotan\alpha + cotan\theta) \cdot \sin\alpha$ (taglio ultimo per rottura delle staffe)

$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot cotan\theta/(1 + cotan^2\theta)$ (momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse)

$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot cotan\theta$ (momento torcente ultimo per rottura delle staffe)

Dove:
- d: altezza utile della sezione
- b_w: larghezza minima della sezione
- A_{sw}: area armatura trasversale
- s: passo staffe
- α: inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])
- θ: inclinazione bielle compresse in cls
- α_c: coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale
- A_{sl}: area acciaio in zona tesa
- $k = 1+(200/d)^{1/2}$
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_{cls}$
- $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d)$
- A_k: area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precompresse, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.
L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

6.6.2.1 Verifica SLE sezione X=4.00

Prima fase: sola trave

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z
1	0.45	0.00
2	-0.20	0.00
3	-0.20	1.30
4	0.20	1.30
5	0.20	0.40
6	0.45	0.40
7	0.45	0.00
8	0.00	0.00
9	0.45	0.00

A = 0.620
J_f = 0.0916
Y_g = 0.58

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	1.25	0.000
2	0.15	0.001
3	0.07	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.05	0.001	6Ø16	6F16
2	0.35	0.001	6Ø16	6F16
3	0.45	0.000	2Ø12	2F12
4	0.65	0.000	2Ø12	2F12
5	0.85	0.000	2Ø12	2F12
6	1.05	0.000	2Ø12	2F12
7	1.25	0.000	2Ø14	2F12

n = 6.000
A_{id} = 0.646
$J_{f,id}$ = 0.0968
$Y_{g,id}$ = 0.57

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	30.6%	18705.67	1.5%

Sollecitazioni :

istante	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	124.00	-2036.69	-573.50
prima del getto	124.00	-1963.18	-552.80
dopo getto 2a fase	129.60	-1962.81	-552.70

Tensioni sul calcestruzzo :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	122.03	-5702.33
prima del getto	83.84	-5470.16
dopo getto 2a fase	41.57	-5437.20

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$	$\sigma_{long,sup}$
t=0 dopo taglio trefoli	1199150.77	-27436.37	-465.11
prima del getto	1155932.25	-26325.46	-606.14
dopo getto 2a fase	1156011.47	-26174.54	-803.62

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	19.1%	11702.34	0.9%
viscosità cls	34.1%	16610.38	1.3%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.1%	85.15	0.0%
rilassamento acciaio	0.1%	41.54	0.0%
viscosità cls	0.2%	90.79	0.0%

Seconda fase: trave + getto in opera

dopo postensione + cambio vincoli

Scassero / cambio vincoli

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	0.45	0.00	
2	-0.20	0.00	
3	-0.20	1.30	
4	0.20	1.30	
5	0.20	0.40	
6	0.45	0.40	
7	0.45	0.00	
8	0.00	0.00	fine prefabb.
9	0.45	0.00	
10	-0.20	1.37	getto in opera
11	0.20	1.37	(m=0.000)
12	0.20	1.30	
13	-0.20	1.30	
14	-0.20	1.37	

A = 0.620
J_f = 0.0916
Y_g = 0.58

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	1.25	0.000
2	0.15	0.001
3	0.07	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area

1	0.05	0.001	6Ø16	6F16
2	0.35	0.001	6Ø16	6F16
3	0.45	0.000	2Ø12	2F12
4	0.65	0.000	2Ø12	2F12
5	0.85	0.000	2Ø12	2F12
6	1.05	0.000	2Ø12	2F12
7	1.25	0.000	2Ø14	2F12

n = 15.000
A_{id} = 0.694
$J_{f,id}$ = 0.1060
$Y_{g,id}$ = 0.56

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	freccia
cambio vincoli	0.00	0.00	0.00	0.0000

Tensioni sul calcestruzzo :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	41.38	-5436.05
getto in opera	0.00	0.00

Verifica in esercizio

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	0.45	0.00	
2	-0.20	0.00	
3	-0.20	1.30	
4	0.20	1.30	
5	0.20	0.40	
6	0.45	0.40	
7	0.45	0.00	
8	0.00	0.00	fine prefabb.
9	0.45	0.00	
10	-0.20	1.37	getto in opera
11	0.20	1.37	(m=0.825)
12	0.20	1.30	
13	-0.20	1.30	
14	-0.20	1.37	

A = 0.643
J_f = 0.1043
Y_g = 0.60

Armature di precompressione :

n.	Z	area		
1	1.25	0.000		
2	0.15	0.001		
3	0.07	0.001		

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.05	0.001	6Ø16	6F16
2	0.35	0.001	6Ø16	6F16
3	0.45	0.000	2Ø12	2F12
4	0.65	0.000	2Ø12	2F12
5	0.85	0.000	2Ø12	2F12
6	1.05	0.000	2Ø12	2F12
7	1.25	0.000	2Ø14	2F12

n = 6.000
A_{id} = 0.670
$J_{f,id}$ = 0.1098
$Y_{g,id}$ = 0.60

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48.9%	30196.85	2.4%
rilassamento acciaio	24.1%	14733.22	1.2%
viscosità cls	65.8%	32064.64	2.6%

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo iniezione cavi	41.38	41.38	-5436.05	-5436.05
t=inf.-SLE Rare	-18.42	-6212.48	212.42	-5031.26

t=inf.-SLE Frequenti	-18.42	-5498.70*	-391.84	-5031.26*
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-18.42	-5414.20	-463.38	-5031.26

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo iniezione cavi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	-70.00	-5690.64	-49.35	-5161.68
t=inf.-SLE Frequenti	-70.00	-5042.94*	-49.35	-4572.55*
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-70.00	-4966.26	-49.35	-4502.81

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$	$\sigma_{long,sup}$
dopo iniezione cavi	1155798.20	-26169.05	-804.31
t=inf.-SLE Rare	1170497.85	-124.05	-1017.53
t=inf.-SLE Frequenti	1168976.23	-2902.02	-1017.53
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1168796.10	-3230.88	-1017.53

6.6.2.2 Verifica SLU sezione X=9.57

Momenti di rottura per flessione retta
armature di precompressione :

	Z	$\Delta\varepsilon_{sp}$
Armature pretese	0.30	0.00562

fless. Z asse neutro		Mr	ε_{sup}	$Z\varepsilon_{sup}$	ε_{inf}	$Z\varepsilon_{inf}$
(+)	0.80	3024.64	-0.00350	1.37	0.00459	0.05
(-)	0.18	-1052.12	0.01000	1.25	-0.00163	0.00

$M_{d,max}$ = 1484.24 < Mr

6.6.2.3 Verifica SLU sezione X=0.10

Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo:	θ [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0.785	0.40		0.002

d	K	A_{sl}	ρ_l	σ_{cp}	α_c
1.34	1.386	0.000	0.0000	0.00	1.000

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
241.60	948.84	4254.17

$V_{d,max}$ = 723.54 < 948.84

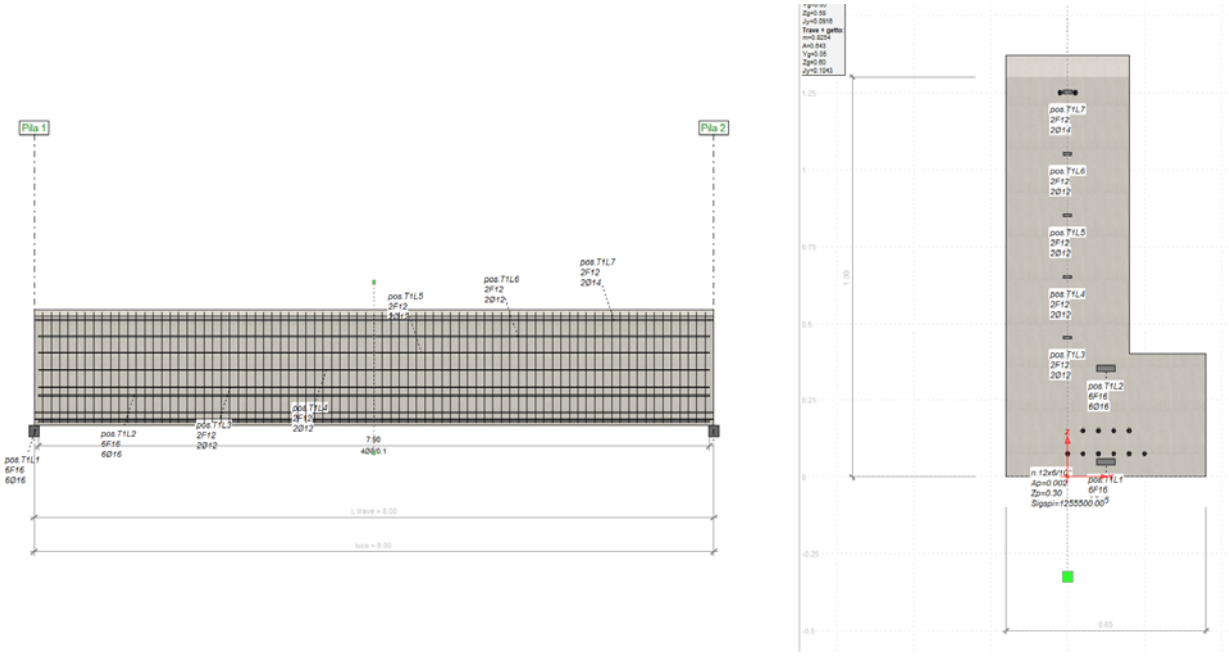


FIGURA 6-182 – CARPENTERIA TRAVE

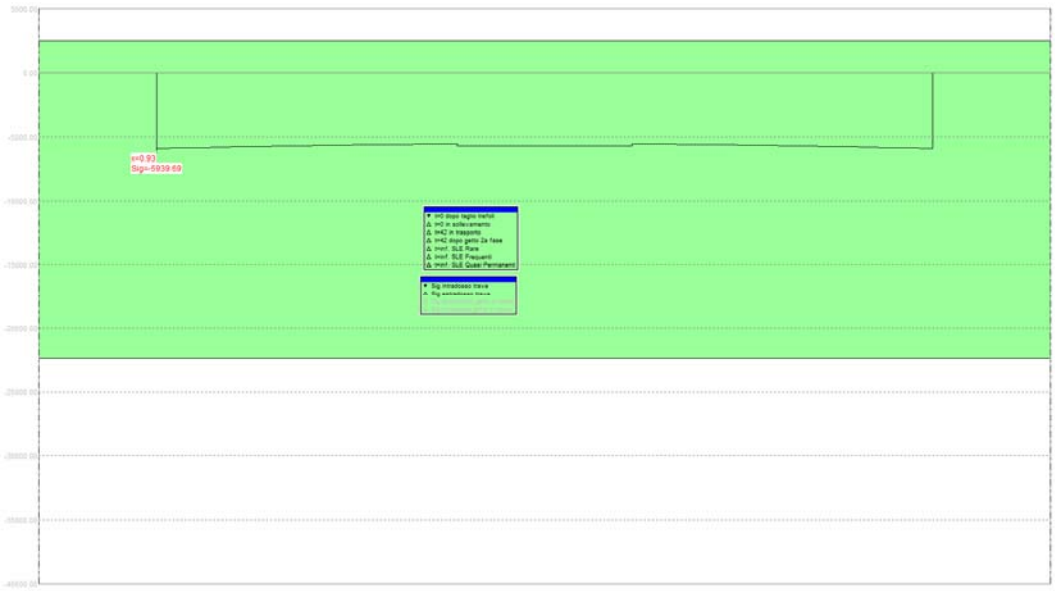


FIGURA 6-183 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE A T=0 TAGLIO TREFOLI

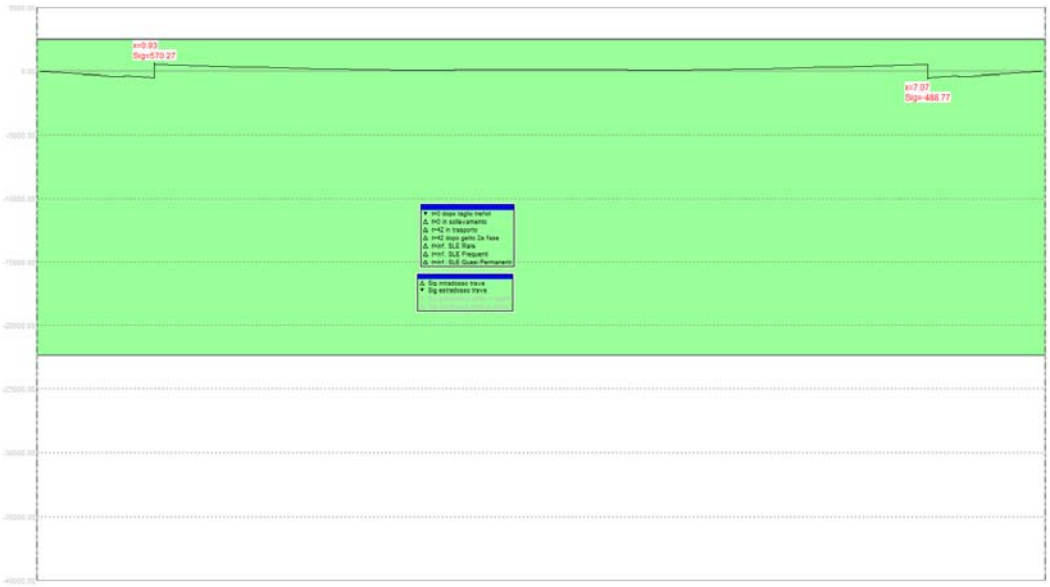


FIGURA 6-184 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE A T=0 TAGLIO TREFOLI

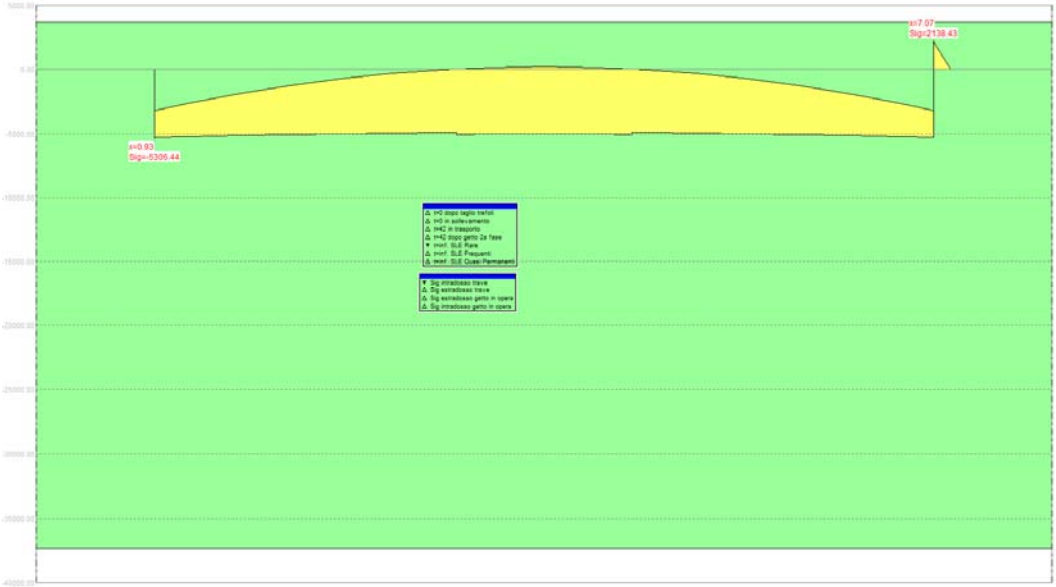


FIGURA 6-185 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE COMB. RARA

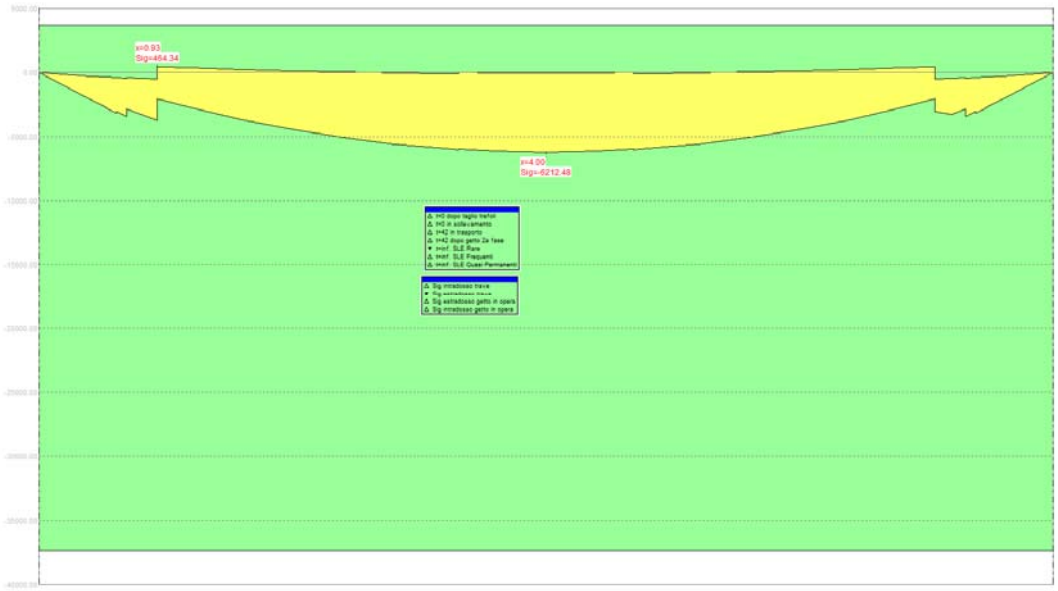


FIGURA 6-186 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE COMB. RARA

FIGURA 6-187 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE COMB. QUASI PERMANENTE

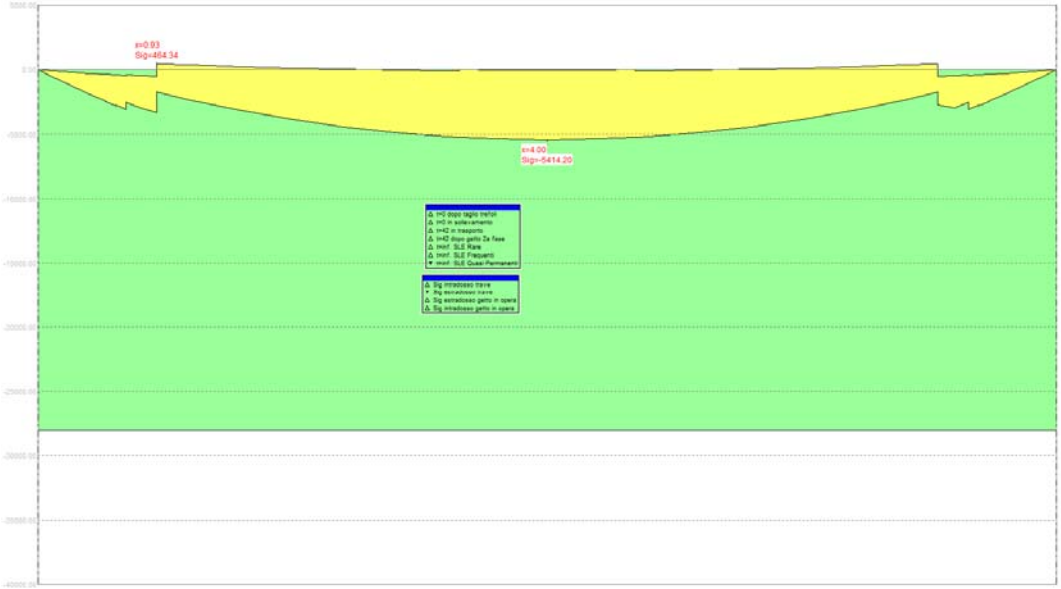


FIGURA 6-188 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE COMB. QUASI PERMANENTE

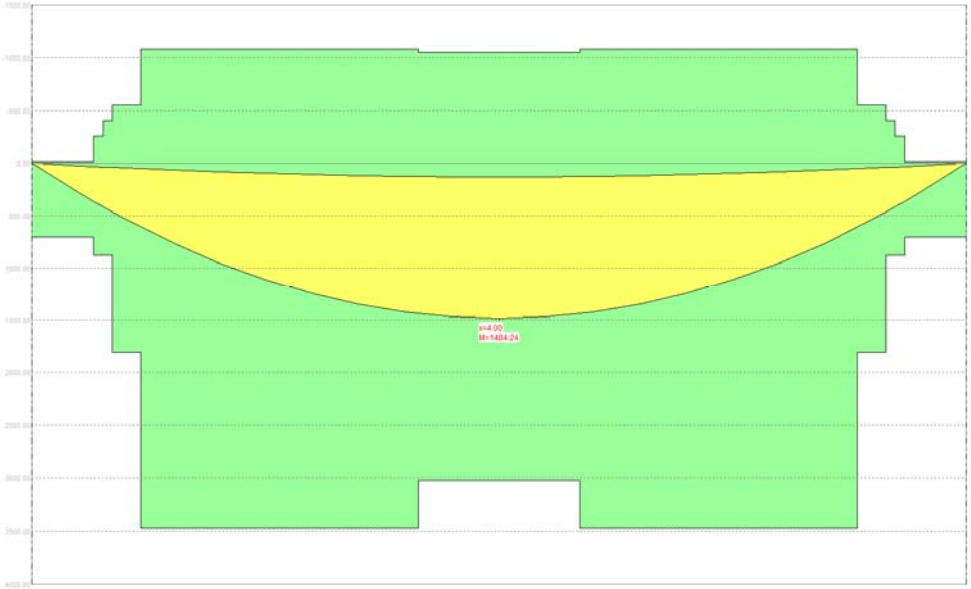


FIGURA 6-189 – MOMENTO SOLLECITANTE / MOMENTO RESISTENTE

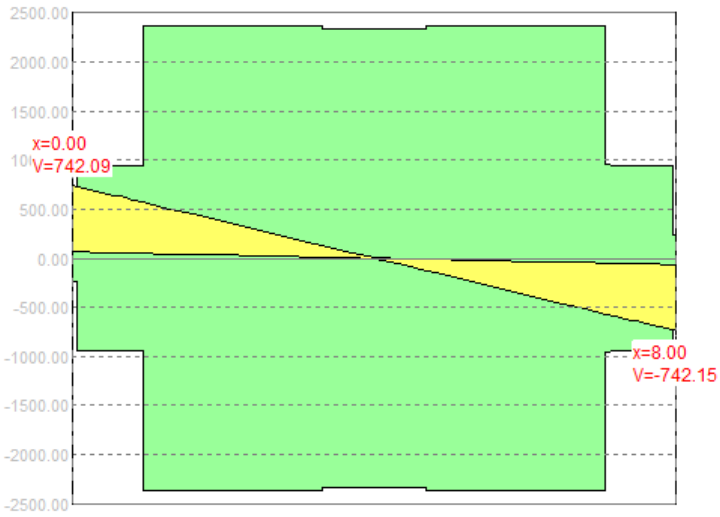


FIGURA 6-190 – TAGLIO SOLLECITANTE / TAGLIO RESISTENTE

6.7 Trave T rovescio h=130cm

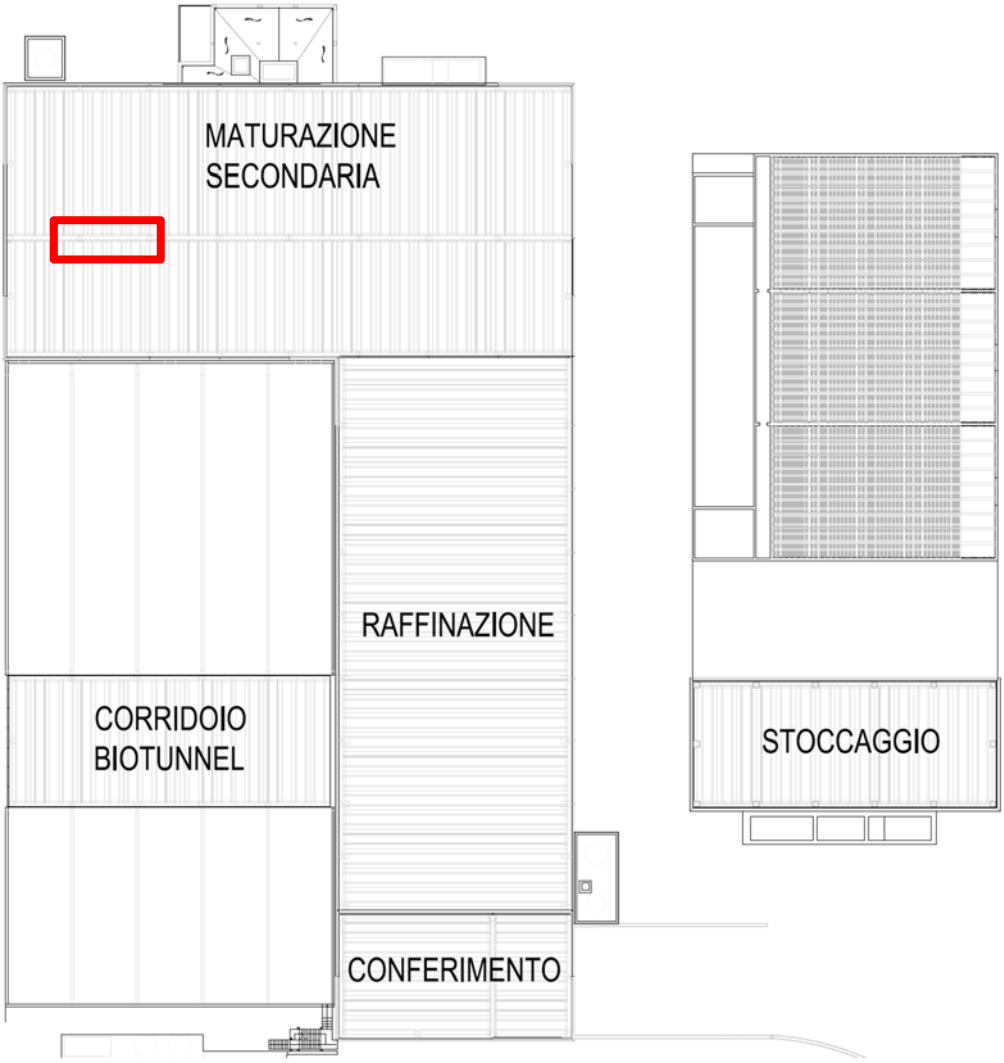


FIGURA 6-191 – ELEMENTO DIMENSIONATO

Si riassumono di seguito applicati sulla singola trave per il dimensionamento.

COPERTURA PREFABBRICATA

Carichi permanenti strutturali - G1		
struttura c.a.p.	4.794	kN/mq
Carichi permanenti non strutturali - G2		
pannelli fotovoltaici	0.3	kN/mq
Isolante + impermeabilizzazione	0.3	kN/mq
Impiantistica appesa	0.3	kN/mq
Massetto per pendenze	0.6	kN/mq
Carichi variabili - qk; Qk		
neve	0.48	kN/mq
cat.H1 - Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0.5	kN/mq
vento (componente verticale)	0.5745	kN/mq

CARICHI SU TEGOLO		
Larghezza tegolo	2.500	m
Interasse tegoli	2.500	m
Neve	1.200	kN/m
Impianti	0.750	kN/m
Variabili copertura	1.250	kN/m
Permanenti portati	3.750	kN/m
Vento	1.436	kN/m

TRAVE A T ROVESCIO		
Luce afferente 1	18.70	m
Luce afferente 2	14.70	m
Scarico del peso del tegolo	80.06	kN/m
Scarico pannelli fotovoltaici	5.01	kN/m
Scarico Isolante + impermeabilizzazione	5.01	kN/m
Scarico Impiantistica appesa	5.01	kN/m
Scarico massetto pendenze	10.02	kN/m

Scarico Neve	8.02	kN/m
Scarico Vento	9.59	kN/m
Scarico Variabili copertura	8.35	kN/m

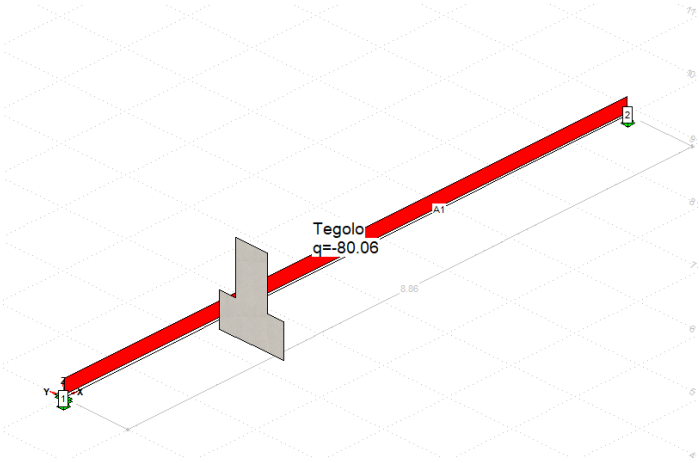


FIGURA 6-192 – PESO TEGOLO

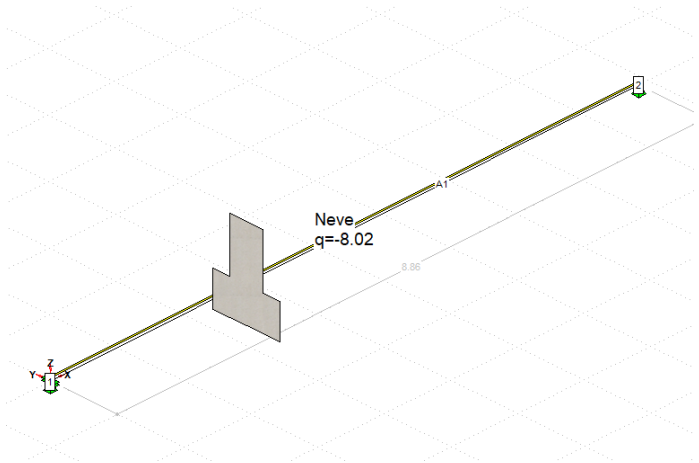


FIGURA 6-193 – CARICO DA NEVE

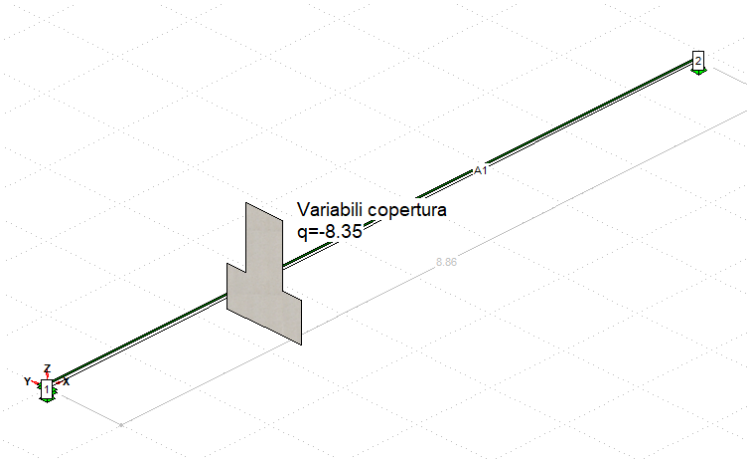


FIGURA 6-194 – VARIABILI COPERTURA

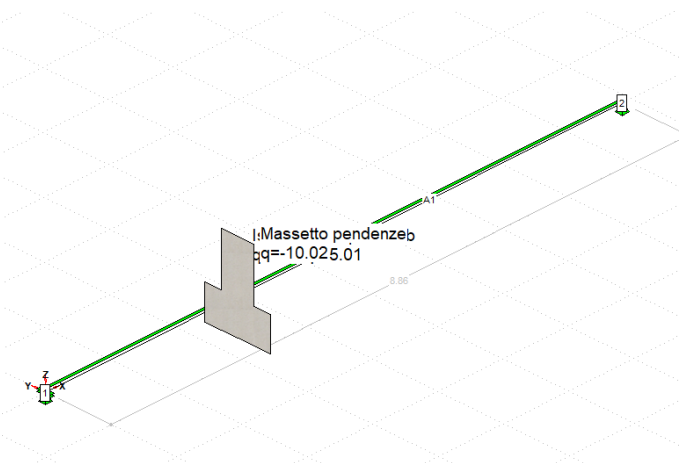


FIGURA 6-195 – CARICHI PERMANENTI PORTATI

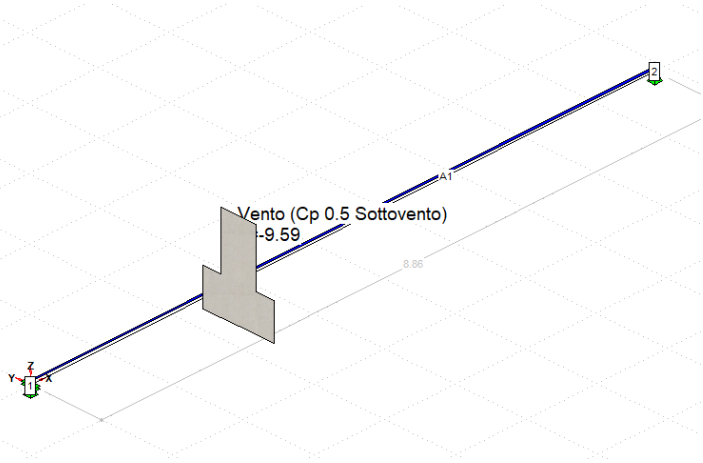


FIGURA 6-196 – VENTO

6.7.1 Geometria e sollecitazioni

```
Data di stampa:  19/09/2019   alle:  10:48:47
GRAT ed. 8.24 - 10/2011 - SIGMAc SOFT - programma di calcolo grigliati di travi
Numero nodi = 2
Numero aste = 1
Numero elementi strutturali= 1
Numero condizioni di carico= 5
Numero carichi nodali      = 0
Numero carichi distribuiti = 8
Numero carichi parziali    = 0
Numero carichi concentrati = 0
Numero coppie concentrate  = 0
Numero carichi termici     = 0
Numero cedimenti vincoli   = 0
Calcolo automatico peso proprio: Attivato
Normativa di calcolo : Italiana S.L.
```

6.7.1.1 Coordinate nodali e vincoli fissi

nodo	X	Y	Rx	Wz	Ry
1	0.00	0.00	1	1	0
2	8.86	0.00	0	1	0

Caratteristiche delle aste

TRAVE TR120

asta	nodo i	nodo j	lunghezza	area
1	1	2	8.86	0.8850

asta	sezione	modulo Jf	modulo Jt	modulo E	Poisson
1		0.1171	26.6899	3.5E7	0.2000

6.7.1.2 Carichi applicati alla struttura

Peso proprio

Peso proprio :

asta	carico lineare	peso asta
1	22.13	196

Peso totale struttura = 196

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Tegolo	1	-80.06	-80.06	0.00	0.00

Neve

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Neve	1	-8.02	-8.02	0.00	0.00

Variabili copertura

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Variabili copertura	1	-8.35	-8.35	0.00	0.00

Permanenti portati

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Fotovoltaico	1	-5.01	-5.01	0.00	0.00
Impianti	1	-5.01	-5.01	0.00	0.00
Isolante + Impermeab	1	-5.01	-5.01	0.00	0.00
Massetto pendenze	1	-10.02	-10.02	0.00	0.00

Vento

Carichi distribuiti :

descrizione	asta	Wz iniz.	Wz fin.	Rx' iniz.	Rx' fin.
Vento (Cp 0.5 Sottoven..	1	-9.59	-9.59	0.00	0.00

6.7.1.3 Classificazione dei carichi

cond.	Descrizione	Azione
1	Peso proprio	Permanente
2	Neve	Neve A<1000m
3	Variabili copertura	Sovracc. tetto e sottotetto
4	Permanenti portati	Permanente non strutturale
5	Vento	Vento

Azione variabile	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
Sovracc. ambienti residenziali	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. uffici	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. aree congresso	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. aree commerciali	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. biblioteca,magazzino	1.00	0.90	0.80	dominante
Sovracc. edifici traffico leggero	0.70	0.70	0.60	dominante
Sovracc. edifici traffico pesante	0.70	0.50	0.30	dominante
Sovracc. tetto e sottotetto	0.00	0.00	0.00	dominante
Vento	0.60	0.20	0.00	dominante
Neve A<1000m	0.50	0.20	0.00	dominante

6.7.1.4 Condizione : Peso proprio

Sollecitazioni

TRAVE TR120 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	453	0
	0.50	214	402	0
	1.00	402	350	0
	1.50	564	299	0
	2.00	701	248	0
	2.50	812	197	0
	3.00	898	146	0
	3.50	958	95	0
	4.00	993	44	0
	4.50	1002	-7	0
	5.00	986	-58	0
	5.50	944	-109	0
	6.00	877	-160	0
	6.50	784	-212	0
	7.00	665	-263	0
	7.50	521	-314	0
	8.00	352	-365	0
	8.50	156	-416	0
	8.85	5	-452	0
	8.86	0	-453	0

6.7.1.5 Condizione : Neve

Sollecitazioni

TRAVE TR120 :

asta	x	Mf	T	Mt

1	0.00	0	36	0
	0.50	17	32	0
	1.00	32	28	0
	1.50	44	23	0
	2.00	55	19	0
	2.50	64	15	0
	3.00	70	11	0
	3.50	75	7	0
	4.00	78	3	0
	4.50	79	-1	0
	5.00	77	-5	0
	5.50	74	-9	0
	6.00	69	-13	0
	6.50	62	-17	0
	7.00	52	-21	0
	7.50	41	-25	0
	8.00	28	-29	0
	8.50	12	-33	0
	8.85	0	-35	0
	8.86	0	-36	0

6.7.1.6 Condizione : Variabili copertura

Sollecitazioni

TRAVE TR120 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	37	0
	0.50	17	33	0
	1.00	33	29	0
	1.50	46	24	0
	2.00	57	20	0
	2.50	66	16	0
	3.00	73	12	0
	3.50	78	8	0
	4.00	81	4	0
	4.50	82	-1	0
	5.00	81	-5	0
	5.50	77	-9	0
	6.00	72	-13	0
	6.50	64	-17	0
	7.00	54	-21	0
	7.50	43	-26	0
	8.00	29	-30	0
	8.50	13	-34	0
	8.85	0	-37	0
	8.86	0	-37	0

6.7.1.7 Condizione : Permanenti portati

Sollecitazioni

TRAVE TR120 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	111	0
	0.50	52	98	0
	1.00	98	86	0
	1.50	138	73	0
	2.00	172	61	0
	2.50	199	48	0
	3.00	220	36	0
	3.50	235	23	0
	4.00	243	11	0
	4.50	246	-2	0
	5.00	242	-14	0
	5.50	231	-27	0
	6.00	215	-39	0
	6.50	192	-52	0
	7.00	163	-64	0
	7.50	128	-77	0
	8.00	86	-89	0
	8.50	38	-102	0
	8.85	1	-111	0
	8.86	0	-111	0

6.7.1.8 Condizione : Vento

Sollecitazioni

TRAVE TR120 :

asta	x	Mf	T	Mt
1	0.00	0	42	0
	0.50	20	38	0
	1.00	38	33	0
	1.50	53	28	0
	2.00	66	23	0
	2.50	76	19	0
	3.00	84	14	0
	3.50	90	9	0
	4.00	93	4	0
	4.50	94	-1	0
	5.00	93	-5	0
	5.50	89	-10	0
	6.00	82	-15	0
	6.50	74	-20	0
	7.00	62	-25	0
	7.50	49	-29	0
	8.00	33	-34	0
	8.50	15	-39	0
	8.85	0	-42	0
	8.86	0	-42	0

6.7.1.9 SLE Rare

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
4	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
6	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60
8	1.00	1.00	0.00	0.00	0.60
9	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60
10	1.00	1.00	0.00	0.00	0.60
11	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
13	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00
14	1.00	0.50	1.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60
16	1.00	0.00	1.00	0.00	0.60
17	1.00	0.50	1.00	1.00	0.60
18	1.00	0.50	1.00	0.00	0.60
19	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
20	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
21	1.00	0.50	0.00	1.00	1.00
22	1.00	0.50	0.00	0.00	1.00
23	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
24	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
25	1.00	0.50	0.00	1.00	1.00
26	1.00	0.50	0.00	0.00	1.00

Inviluppo sollecitazioni

TRAVE TR120 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	644	0
		MIN	0	453	0
	0.50	MAX	304	571	0
		MIN	214	402	0
	1.00	MAX	571	499	0
		MIN	402	350	0
	1.50	MAX	802	426	0
		MIN	564	299	0
	2.00	MAX	997	353	0
		MIN	701	248	0
	2.50	MAX	1156	281	0
		MIN	812	197	0
	3.00	MAX	1278	208	0
		MIN	898	146	0
	3.50	MAX	1363	135	0
		MIN	958	95	0

4.00	MAX	1413	63	0
	MIN	993	44	0
4.50	MAX	1426	-7	0
	MIN	1002	-10	0
5.00	MAX	1403	-58	0
	MIN	986	-83	0
5.50	MAX	1343	-109	0
	MIN	944	-156	0
6.00	MAX	1247	-160	0
	MIN	877	-228	0
6.50	MAX	1115	-212	0
	MIN	784	-301	0
7.00	MAX	946	-263	0
	MIN	665	-374	0
7.50	MAX	741	-314	0
	MIN	521	-446	0
8.00	MAX	500	-365	0
	MIN	352	-519	0
8.50	MAX	222	-416	0
	MIN	156	-592	0
8.85	MAX	6	-452	0
	MIN	5	-642	0
8.86	MAX	0	-453	0
	MIN	0	-644	0

6.7.1.10 SLE Frequenti

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve	Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
4	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
6	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
8	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.20	0.00	1.00	0.00
10	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00
11	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
21	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
23	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20
25	1.00	0.00	0.00	1.00	0.20
26	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Inviluppo sollecitazioni

TRAVE TR120 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	572	0
		MIN	0	453	0
	0.50	MAX	270	508	0
		MIN	214	402	0
	1.00	MAX	508	443	0
		MIN	402	350	0
	1.50	MAX	713	378	0
		MIN	564	299	0
	2.00	MAX	886	314	0
		MIN	701	248	0
	2.50	MAX	1027	249	0
		MIN	812	197	0
	3.00	MAX	1135	185	0
		MIN	898	146	0
	3.50	MAX	1211	120	0
		MIN	958	95	0
	4.00	MAX	1255	56	0
		MIN	993	44	0
	4.50	MAX	1267	-7	0
		MIN	1002	-9	0
	5.00	MAX	1246	-58	0

	MIN	986	-74	0
5.50	MAX	1193	-109	0
	MIN	944	-138	0
6.00	MAX	1108	-160	0
	MIN	877	-203	0
6.50	MAX	991	-212	0
	MIN	784	-267	0
7.00	MAX	841	-263	0
	MIN	665	-332	0
7.50	MAX	659	-314	0
	MIN	521	-396	0
8.00	MAX	444	-365	0
	MIN	352	-461	0
8.50	MAX	198	-416	0
	MIN	156	-526	0
8.85	MAX	6	-452	0
	MIN	5	-571	0
8.86	MAX	0	-453	0
	MIN	0	-572	0

6.7.1.11 SLE Quasi Permanenti

Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Inviluppo sollecitazioni

TRAVE TR120 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	564	0
		MIN	0	453	0
	0.50	MAX	266	500	0
		MIN	214	402	0
	1.00	MAX	500	436	0
		MIN	402	350	0
	1.50	MAX	702	373	0
		MIN	564	299	0
	2.00	MAX	873	309	0
		MIN	701	248	0
	2.50	MAX	1012	246	0
		MIN	812	197	0
	3.00	MAX	1118	182	0
		MIN	898	146	0
	3.50	MAX	1193	118	0
		MIN	958	95	0
	4.00	MAX	1237	55	0
		MIN	993	44	0
	4.50	MAX	1248	-7	0
		MIN	1002	-9	0
	5.00	MAX	1228	-58	0
		MIN	986	-73	0
	5.50	MAX	1176	-109	0
		MIN	944	-136	0
	6.00	MAX	1092	-160	0
		MIN	877	-200	0
	6.50	MAX	976	-212	0
		MIN	784	-263	0
	7.00	MAX	828	-263	0
		MIN	665	-327	0
	7.50	MAX	649	-314	0
		MIN	521	-391	0
	8.00	MAX	438	-365	0
		MIN	352	-454	0
	8.50	MAX	195	-416	0

	MIN	156	-518	0
8.85	MAX	6	-452	0
	MIN	5	-562	0
8.86	MAX	0	-453	0
	MIN	0	-564	0

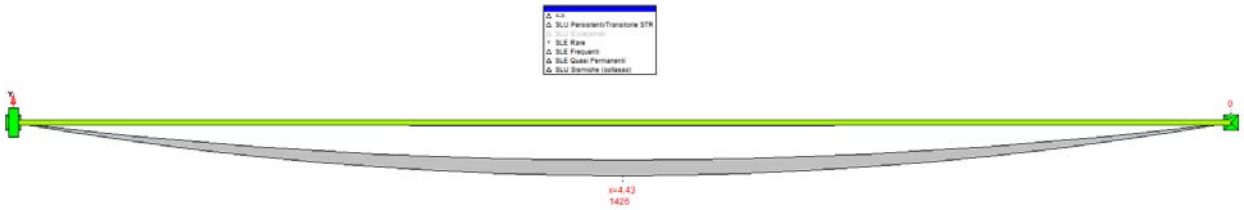


FIGURA 6-197 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE RARA

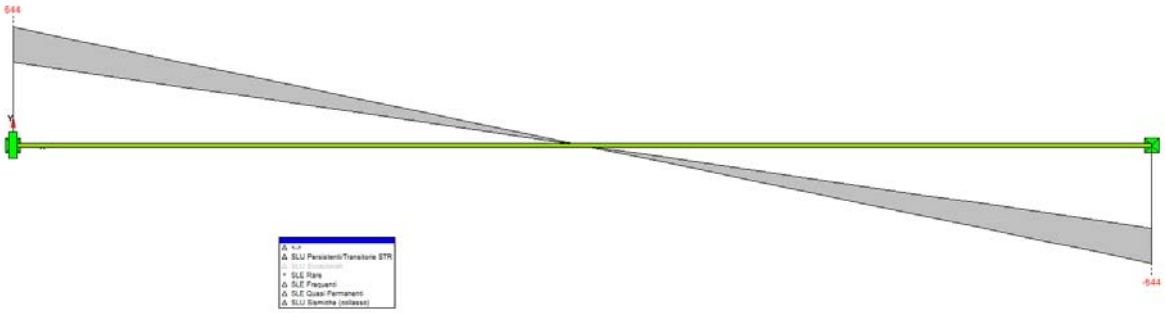


FIGURA 6-198 – TAGLIO COMBINAZIONE RARA

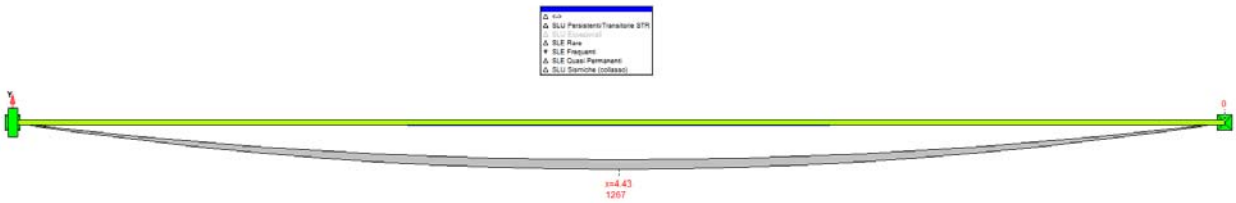


FIGURA 6-199 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE FREQUENTE

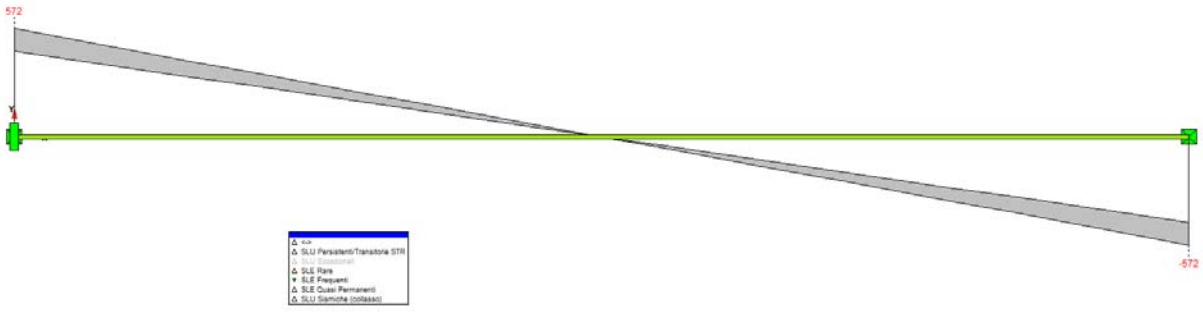


FIGURA 6-200 – TAGLIO COMBINAZIONE FREQUENTE

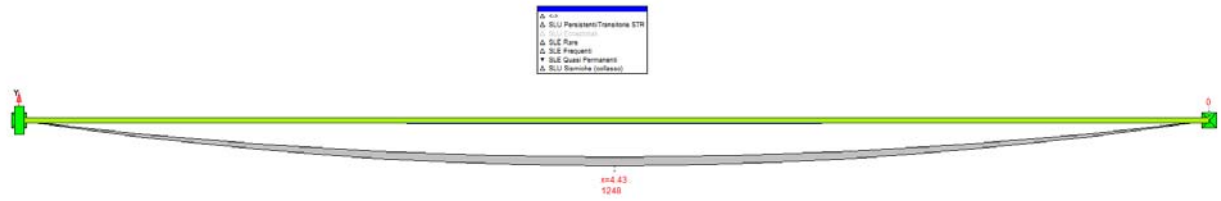


FIGURA 6-201 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

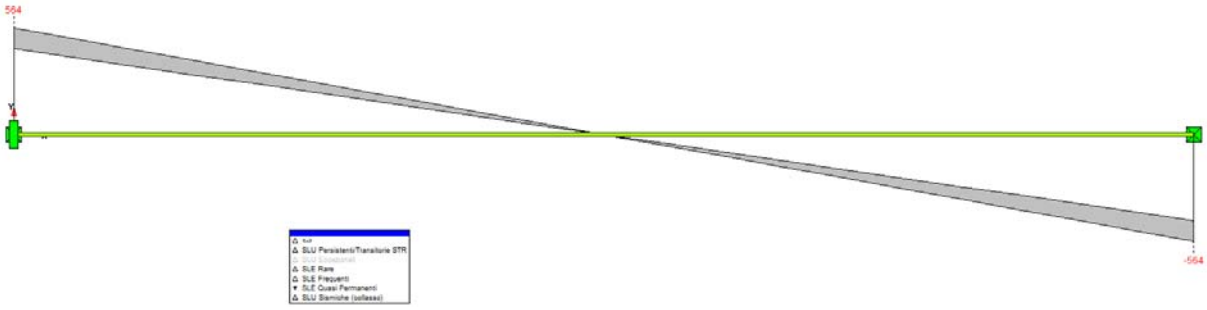


FIGURA 6-202 – TAGLIO COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

6.7.1.12 SLU Persistenti/Transitorie STR

. Combinazioni di carico

comb.	Peso proprio	Neve Variabili co..	Permanenti p..	Vento
1	1.30	0.00	1.50	0.00
2	1.00	0.00	1.50	0.00
3	1.30	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00
5	1.30	1.50	1.50	0.00
6	1.00	1.50	1.50	0.00
7	1.30	1.50	0.00	0.00
8	1.00	1.50	0.00	0.00
9	1.30	1.50	1.50	0.00
10	1.00	1.50	1.50	0.00
11	1.30	1.50	0.00	0.00
12	1.00	1.50	0.00	0.00
13	1.30	1.50	1.50	0.90
14	1.00	1.50	1.50	0.90
15	1.30	1.50	0.00	0.90
16	1.00	1.50	0.00	0.90
17	1.30	1.50	1.50	0.90
18	1.00	1.50	1.50	0.90
19	1.30	1.50	0.00	0.90
20	1.00	1.50	0.00	0.90
21	1.30	0.00	1.50	0.00
22	1.00	0.00	1.50	0.00
23	1.30	0.00	1.50	0.00
24	1.00	0.00	1.50	0.00
25	1.30	0.75	1.50	0.00
26	1.00	0.75	1.50	0.00
27	1.30	0.75	1.50	0.00
28	1.00	0.75	1.50	0.00
29	1.30	0.00	1.50	0.90
30	1.00	0.00	1.50	0.90
31	1.30	0.00	1.50	0.90
32	1.00	0.00	1.50	0.90
33	1.30	0.75	1.50	0.90
34	1.00	0.75	1.50	0.90
35	1.30	0.75	1.50	0.90
36	1.00	0.75	1.50	0.90
37	1.30	0.00	0.00	1.50
38	1.00	0.00	0.00	1.50
39	1.30	0.00	0.00	1.50
40	1.00	0.00	0.00	1.50
41	1.30	0.75	0.00	1.50
42	1.00	0.75	0.00	1.50
43	1.30	0.75	0.00	1.50

44	1.00	0.75	0.00	0.00	1.50
45	1.30	0.00	0.00	1.50	1.50
46	1.00	0.00	0.00	1.50	1.50
47	1.30	0.00	0.00	0.00	1.50
48	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50
49	1.30	0.75	0.00	1.50	1.50
50	1.00	0.75	0.00	1.50	1.50
51	1.30	0.75	0.00	0.00	1.50
52	1.00	0.75	0.00	0.00	1.50

TRAVE TR120 :

asta	x		M	T	R
1	0.00	MAX	0	875	0
		MIN	0	453	0
	0.50	MAX	413	777	0
		MIN	214	402	0
	1.00	MAX	777	678	0
		MIN	402	350	0
	1.50	MAX	1091	579	0
		MIN	564	299	0
	2.00	MAX	1355	480	0
		MIN	701	248	0
	2.50	MAX	1571	381	0
		MIN	812	197	0
	3.00	MAX	1737	283	0
		MIN	898	146	0
	3.50	MAX	1853	184	0
		MIN	958	95	0
	4.00	MAX	1921	85	0
		MIN	993	44	0
	4.50	MAX	1938	-7	0
		MIN	1002	-14	0
	5.00	MAX	1907	-58	0
		MIN	986	-113	0
	5.50	MAX	1826	-109	0
		MIN	944	-211	0
	6.00	MAX	1695	-160	0
		MIN	877	-310	0
	6.50	MAX	1515	-212	0
		MIN	784	-409	0
	7.00	MAX	1286	-263	0
		MIN	665	-508	0
	7.50	MAX	1008	-314	0
		MIN	521	-607	0
	8.00	MAX	680	-365	0
		MIN	352	-705	0
	8.50	MAX	302	-416	0
		MIN	156	-804	0
	8.85	MAX	9	-452	0
		MIN	5	-873	0
	8.86	MAX	0	-453	0
		MIN	0	-875	0

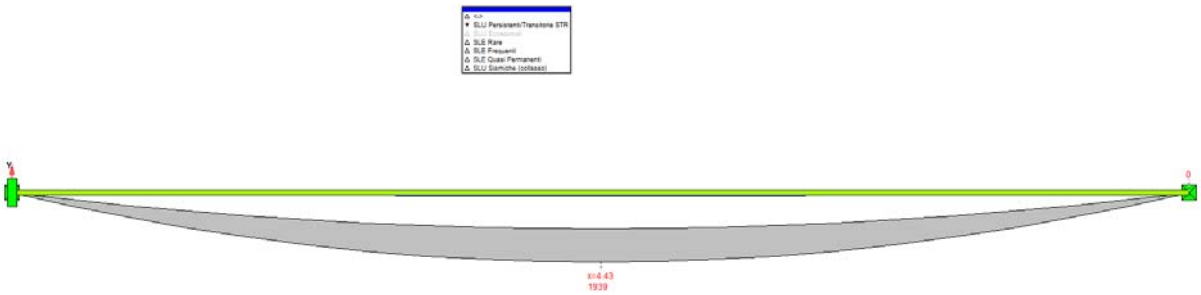


FIGURA 6-203 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE SLU

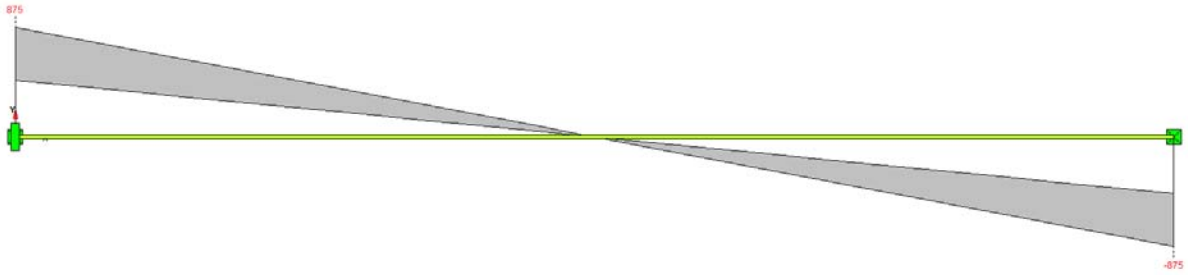


FIGURA 6-204 – TAGLIO COMBINAZIONE SLU

6.7.2 Verifiche

Verifica elemento precompresso

Oggetto della relazione

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.
La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.

Convenzioni

Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento delle grandezze geometriche e delle forze è una terna sinistrogira con l'asse X parallelo all'asse longitudinale della struttura, l'asse Z contenuto nel piano verticale e l'asse Y ortogonale a tale piano e orientato verso l'osservatore che veda le X positive a destra e le Z positive in alto.
I carichi agenti sulla struttura e le reazioni dei vincoli sono positivi se sono diretti verso l'alto e verso destra. I momenti flettenti sulla trave sono positivi quando tendono la fibra inferiore della sezione.
Tensioni e deformazioni sono positive se di trazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

Unità di misura

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza	[m]
forza	[KN]
angolo	[rad]

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in [mm], i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in [inch] (= 25.4 [mm]).

Codice di calcolo

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. 8.21 - 2/2011 sviluppato da SIGMAc SOFT - Padova.
Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/2.0 09/10 - SIGMAcSOFT
Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT
Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMAcSOFT
Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 - SIGMAcSOFT

Modello di calcolo

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.
La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale.Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

Dati di calcolo

Materiali - resistenze di calcolo

In questo capitolo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.
Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precompresse a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.
Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C60/75
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	75000.00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	38500.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.500
modulo elastico	39483585.08
peso specifico	25.0000
ritiro totale	-0.00030
% ritiro prima del taglio trefoli	25.5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25.5%
% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	2.300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 75000.00 = 62250.00 KN/m^2$
al taglio dei trefoli $f_{ckj} = 0.83 \cdot R_{ckj} = 0.83 \cdot 38500.00 = 31955.00 KN/m^2$

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot 62250.00/1.5 = 35275.00 KN/m^2$
al taglio dei trefoli $f_{cdj} = \alpha_{cc} \cdot f_{ckj}/\gamma_c = 0.85 \cdot 31955.00/1.5 = 18107.83 KN/m^2$

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima pari a :
$f_{cd} = 35275.00$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione :

a tempo infinito $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 3090.52/1.5 = 3708.63$
al taglio dei trefoli $f_{ctdj} = f_{ctkj}/\gamma_c = 2114.68/1.5 = 2537.62$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

$\sigma_{cj} < 0.7 \cdot f_{ckj} = 43575.00 KN/m^2$

a cadute avvenute :

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 37350.00 KN/m^2$ (per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 28012.50 KN/m^2$ (per comb. quasi permanente)

Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C28/35
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	35000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.5
modulo elastico	32588107.82
peso specifico	25.0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0.825

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 35000.00 = 29050.00 KN/m^2$

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot 29050.00/1.5 = 16461.67 KN/m^2$

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :
f_{cd} = 16461.67

Resistenza di calcolo a trazione per flessione :

a tempo infinito $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1984.50/1.5 = 2381.39$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

$\sigma_c < 0.6 \cdot f_{ck} = 17430.00 KN/m^2$ (per comb. caratteristica rara)
$\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck} = 13072.50 KN/m^2$ (per comb. quasi permanente)

Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1674000.00
Modulo elastico	206000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6
coefficiente di sicurezza	1.15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41.4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25.9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32.7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

$\sigma_{spi} <= 0.80 \cdot f_{ptk} = 0.80 \cdot 1841400.00 = 1473120.00 KN/m^2$
$\sigma_{spi} <= 0.90 \cdot f_{p(1)k} = 0.90 \cdot 1674000.00 = 1506600.00 KN/m^2$

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a 0.05 $f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

$\sigma_{sp} <= 0.80 \cdot f_{p(1)k}$ 1339200.00 KN/m²

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{ptd} = f_{p(1)k}/\gamma_s = 1674000.00/1.15 = 1455652.17 KN/m^2$

Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	450000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.15
modulo elastico	210000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 D.M. 14/01/2008) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

$\sigma_s <= 0.80 \cdot f_{yk} = 0.80 \cdot 450000.00 = 360000.00 KN/m^2$

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 450000.00/1.15 = 391304.35 KN/m^2$

Dati geometrici

Schemi statici

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante.Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprioed a quello del getto eseguito in opera.
SECONDA FASE: Il sistema misto, travi prefabbricate e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:
Sbalzo sinistro = 0.00
Sbalzo destro = 0.00

Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	Pila 1	0.00	
2	Pila 2	8.86	8.86

Cadute di tensione nell'acciaio da precompressione

Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.
Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione $\Delta\sigma_{pr}$ per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi}\cdot[0.66\cdot\rho_{1000}\cdot e^{9.1\mu}\cdot(t/1000)^{0.75(1-\mu)}\cdot 10^{-5}]$

dove:
σ_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;
ρ_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza f_p del campione provato:

Acciaio	classe	ρ_{1000}
1	2	2.5

$\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$;
f_{pk} è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;
t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore.
Si ottiene così:

Armatura	classe	μ	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0.682	0.036	3.60%

Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

prefabbricati $\varepsilon_{cs1} = -0.00030$
getto in opera $\varepsilon_{cs2} = -0.00030$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso:

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$	
Trave 1 - gruppo 1	-0.00030·206000000.00=-61800.00	4.92%

Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$\varphi_{inf,1} = 2.3$ (cavi pretesi nei prefabbricati)

Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	rilassamento	ritiro	viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41.40	25.50	0.00
dal taglio trefoli al getto in opera	25.90	25.50	33.00
dal getto in opera a tempo infinito	32.70	49.00	67.00

Stati Limite di Esercizio

Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

PRIMA FASE
a) al manifestarsi della precompressione
b) prima del getto in opera
c) subito dopo il getto in opera

SECONDA FASE
d) impalcato scarico
e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:
G_1 = permanenti strutturali
G_2 = permanenti non strutturali
P = precompressione
Q = azioni variabili

Stato Limite di deformazione

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.
La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:
E_{travi} = 39483585.08
$E_{soletta}$ = 32588107.82

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:

$$\varphi_{inf} = 2.3$$

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0.5
Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

Prima fase

trave 1 :

	accorciamento [m]	rotaz. testata sinistra [rad]	rotaz. testata destra [rad]	freccia in mezzeria [m]
al taglio trefoli	-0.0006	0.00046	-0.00046	0.0013
al getto soletta	-0.0015	0.00060	-0.00060	0.0017
dopo maturazione	-0.0015	0.00060	-0.00060	0.0018

Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0.0000	0.0000	0.0000
Pila 2	0.0000	0.0000	-0.0005

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Pila 1	0.00000	0.00000	0.00047
Pila 2	0.00000	0.00000	-0.00047

Frecce in mezzeria [m] :

campata	X	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf. comb. rara max	t=inf. comb. rara min
1	4.43	0.0018	0.0018	0.0030	0.0006

Stati Limite Ultimi

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma σ–ε parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).
Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.
Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.

Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione ε_{sp} dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$V_{Rd} = (0.18 \cdot k \cdot ((100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}/\gamma_c) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (taglio ultimo in assenza di armatura trasversale)
$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (cotan\alpha + cotan\theta)/(1 + cotan^2\theta)$ (taglio ultimo per rottura delle bielle compresse)
$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (cotan\alpha + cotan\theta) \cdot \sin\alpha$ (taglio ultimo per rottura delle staffe)
$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot cotan\theta/(1 + cotan^2\theta)$ (momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse)
$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot cotan\theta$ (momento torcente ultimo per rottura delle staffe)

Dove:
- d: altezza utile della sezione
- b_w: larghezza minima della sezione
- A_{sw}: area armatura trasversale
- s: passo staffe
- α: inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])
- θ: inclinazione bielle compresse in cls
- α_c: coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale
- A_{sl}: area acciaio in zona tesa
- $k = 1+(200/d)^{1/2}$
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_{cls}$
- $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d)$
- A_k: area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precompresse, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.
L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

6.7.2.1 Verifica SLE sezione X=4.43

Prima fase: sola trave

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z
1	0.00	0.00
2	-0.50	0.00
3	-0.50	0.50
4	-0.25	0.50
5	-0.25	1.20
6	0.25	1.20
7	0.25	0.50
8	0.50	0.50
9	0.50	0.00
10	0.00	0.00
11	0.00	0.00

A = 0.850
J_f = 0.0988
Y_g = 0.50

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	1.15	0.000
2	0.23	0.001
3	0.15	0.001
4	0.07	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.05	0.002	9Ø16	9F16
2	0.45	0.001	6Ø16	6F16
3	0.55	0.000	2Ø12	2F12
4	0.75	0.000	2Ø12	2F12
5	0.95	0.000	2Ø12	2F12
6	1.15	0.000	2Ø12	2F12

n = 6.000
A_{id} = 0.883
$J_{f,id}$ = 0.1036

$Y_{g,id}$ = 0.49

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	30.6%	18705.67	1.5%

Sollecitazioni :

istante	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	208.51	-3224.75	-805.19
prima del getto	208.51	-3102.11	-774.57
dopo getto 2a fase	217.10	-3101.50	-774.42

Tensioni sul calcestruzzo :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	286.00	-6373.37
prima del getto	220.77	-6093.43
dopo getto 2a fase	161.92	-6052.78

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$	$\sigma_{long,sup}$
t=0 dopo taglio trefoli	1196032.31	-30534.96	98.12
prima del getto	1150637.60	-29204.32	-159.01
dopo getto 2a fase	1150738.28	-29020.98	-433.36

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	19.1%	11702.34	0.9%
viscosità cls	37.0%	18977.29	1.5%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.1%	85.15	0.0%
rilassamento acciaio	0.1%	41.54	0.0%
viscosità cls	0.2%	103.38	0.0%

Momenti di rottura in flessione retta

$\Delta\varepsilon$ armature pretese: $\varepsilon_{sp,z=0.25}$=0.00570

fless.	Z asse neutro	Mr	ε_{sup}	$Z\varepsilon_{sup}$	ε_{inf}	$Z\varepsilon_{inf}$
(+)	0.86	4218.95	-0.00350	1.20	0.00853	0.05
(-)	0.16	-1144.66	0.01000	1.15	-0.00163	0.00

$M_{d,max}$ = 282.23 < Mr

6.1.1.2 Verifica rottura a taglio

Calcestruzzo:	θ [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0.381	0.40		0.002

d	K	A_{sl}	ρ_l	σ_{cp}	α_c
1.15	1.417	0.004	0.0082	3649.54	1.103

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
542.86	2124.26	2783.24

$V_{d,max}$ = 0.00 < 2124.26

Seconda fase: trave + getto in opera

dopo postensione + cambio vincoli

Scassero / cambio vincoli

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z
1	0.00	0.00
2	-0.50	0.00
3	-0.50	0.50
4	-0.25	0.50
5	-0.25	1.20
6	0.25	1.20

7	0.25	0.50	
8	0.50	0.50	
9	0.50	0.00	
10	0.00	0.00	fine prefabb.
11	0.00	0.00	
12	-0.25	1.27	getto in opera
13	0.25	1.27	(m=0.000)
14	0.25	1.20	
15	-0.25	1.20	
16	-0.25	1.27	

A = 0.850
J_f = 0.0988
Y_g = 0.50

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	1.15	0.000
2	0.23	0.001
3	0.15	0.001
4	0.07	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.05	0.002	9Ø16	9F16
2	0.45	0.001	6Ø16	6F16
3	0.55	0.000	2Ø12	2F12
4	0.75	0.000	2Ø12	2F12
5	0.95	0.000	2Ø12	2F12
6	1.15	0.000	2Ø12	2F12

n = 15.000
A_{id} = 0.942
$J_{f,id}$ = 0.1119
$Y_{g,id}$ = 0.48

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	freccia
cambio vincoli	0.00	0.00	0.00	0.0000

Tensioni sul calcestruzzo :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	161.59	-6051.40
getto in opera	0.00	0.00

Verifica in esercizio

Sezione di calcolo :

n.	Y	Z	
1	0.00	0.00	
2	-0.50	0.00	
3	-0.50	0.50	
4	-0.25	0.50	
5	-0.25	1.20	
6	0.25	1.20	
7	0.25	0.50	
8	0.50	0.50	
9	0.50	0.00	
10	0.00	0.00	fine prefabb.
11	0.00	0.00	
12	-0.25	1.27	getto in opera
13	0.25	1.27	(m=0.825)
14	0.25	1.20	
15	-0.25	1.20	
16	-0.25	1.27	

A = 0.879
J_f = 0.1141
Y_g = 0.52

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	1.15	0.000
2	0.23	0.001
3	0.15	0.001
4	0.07	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area		
1	0.05	0.002	9Ø16	9F16
2	0.45	0.001	6Ø16	6F16
3	0.55	0.000	2Ø12	2F12
4	0.75	0.000	2Ø12	2F12
5	0.95	0.000	2Ø12	2F12
6	1.15	0.000	2Ø12	2F12

n = 6.000
A_{id} = 0.912
$J_{f,id}$ = 0.1191
$Y_{g,id}$ = 0.51

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48.9%	30196.85	2.4%
rilassamento acciaio	24.1%	14733.22	1.2%
viscosità cls	62.8%	32173.80	2.6%

Tensioni sul cls - trave 1 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo iniezione cavi	161.59	161.59	-6051.40	-6051.40
t=inf.-SLE Rare	66.50	-6900.80	-372.18	-5589.58
t=inf.-SLE Frequenti	66.50*	-5985.05*	-1057.93	-5589.58*
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	66.50*	-5876.60	-1139.14	-5589.58

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
dopo iniezione cavi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	-105.30	-6442.46	-78.48	-5829.00
t=inf.-SLE Frequenti	-105.30	-5609.53*	-78.48	-5073.18*
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-105.30	-5510.89	-78.48	-4983.67

Tensioni sugli acciai :

	σ_{sp}	$\sigma_{long,inf}$	$\sigma_{long,sup}$
dopo iniezione cavi	1150513.39	-29014.39	-434.63
t=inf.-SLE Rare	1165776.66	-3166.64	-798.70
t=inf.-SLE Frequenti	1163998.58	-6275.09	-798.70
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	1163788.01	-6643.21	-798.70

6.7.2.2 Verifica SLU sezione X=0.10

Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo:	θ [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0.785	0.40		0.002

d	K	A_{sl}	ρ_l	σ_{cp}	α_c
1.22	1.405	0.000	0.0000	0.00	1.000

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
224.69	901.34	3879.54

$V_{d,max}$ = 855.55 < 901.34

6.7.2.3 Verifica SLU sezione X=4.43

Momenti di rottura per flessione retta
armature di precompressione :

	Z	$\Delta\varepsilon_{sp}$
Armature pretese	0.25	0.00559

fless. Z asse neutro	Mr	ε_{sup}	$Z\varepsilon_{sup}$	ε_{inf}	$Z\varepsilon_{inf}$
(+) 0.62	3735.28	-0.00350	1.27	0.00307	0.05
(-) 0.16	-1142.48	0.01000	1.15	-0.00162	0.00

$M_{d,max}$ = 1938.81 < Mr

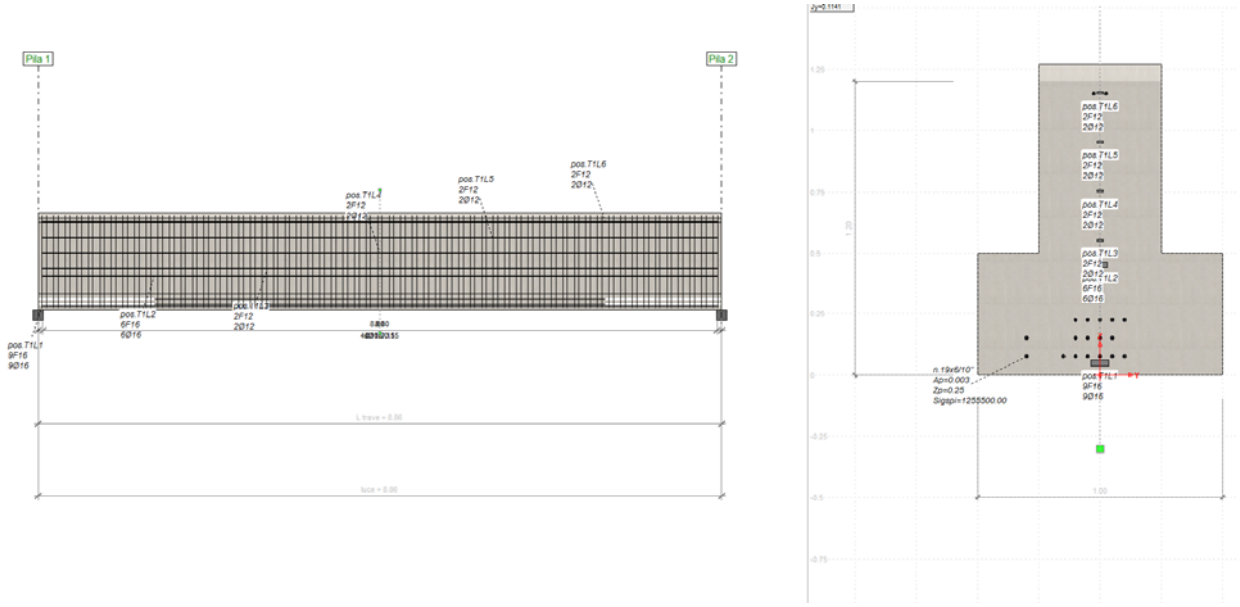


FIGURA 6-205 – CARPENTERIA TRAVE

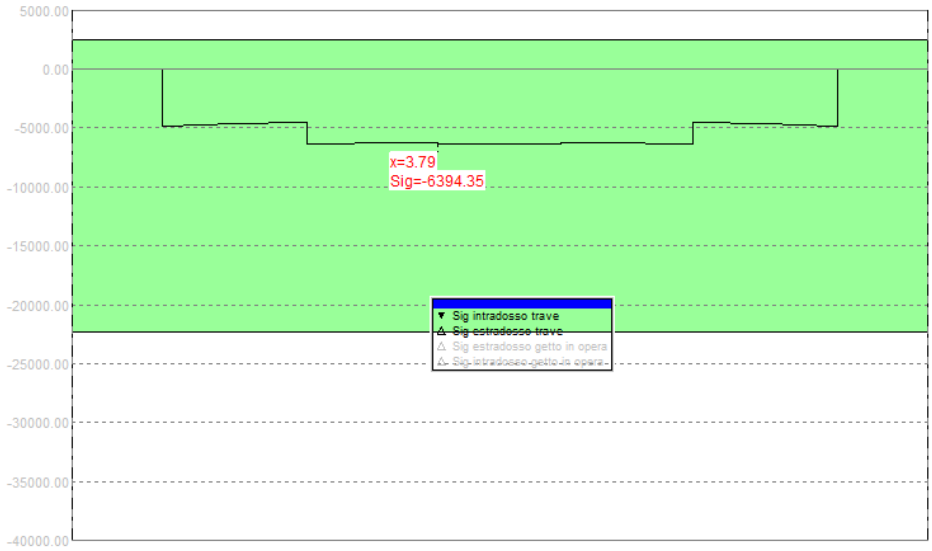


FIGURA 6-206 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE A T=0 TAGLIO TREFOLI

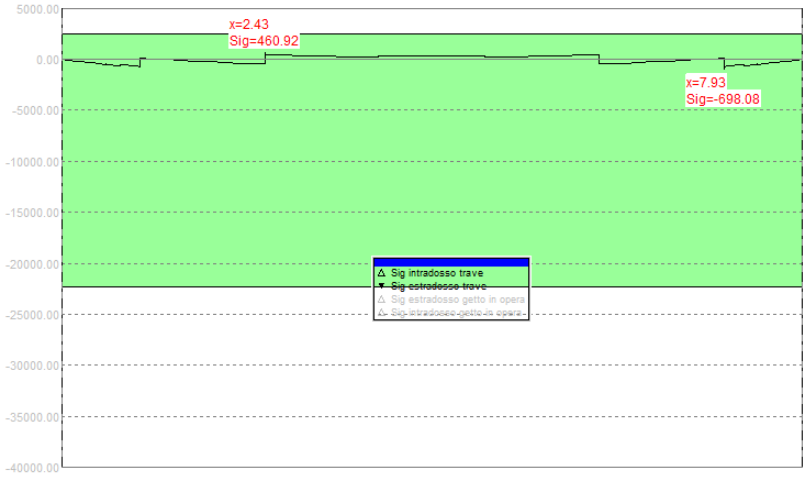


FIGURA 6-207 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE A T=0 TAGLIO TREFOLI

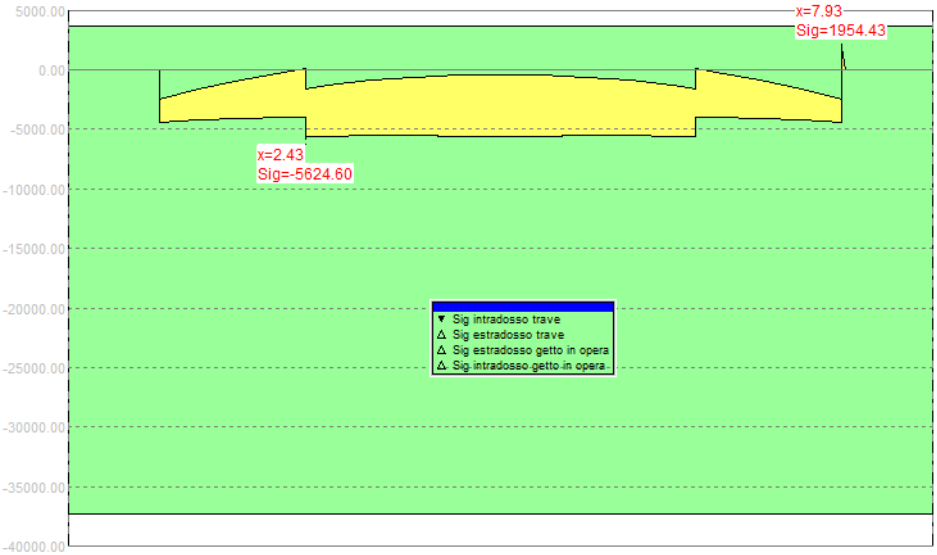


FIGURA 6-208 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE COMB. RARA

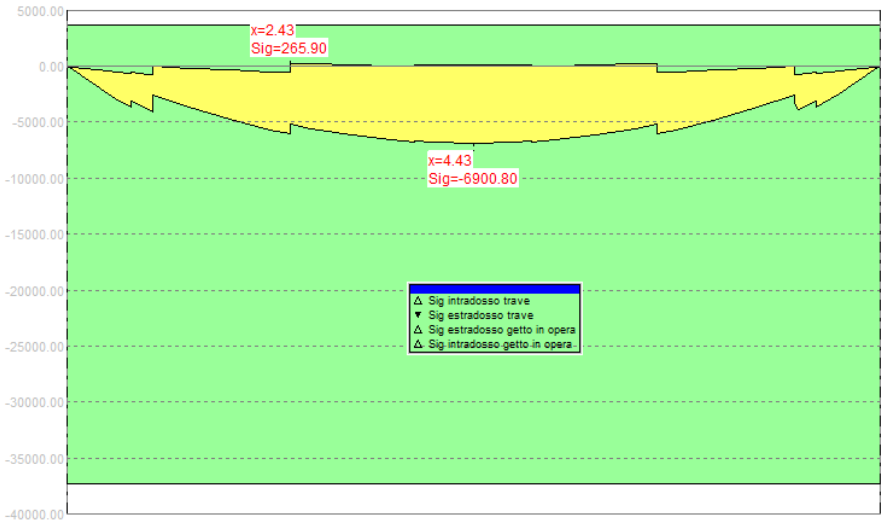


FIGURA 6-209 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE COMB. RARA

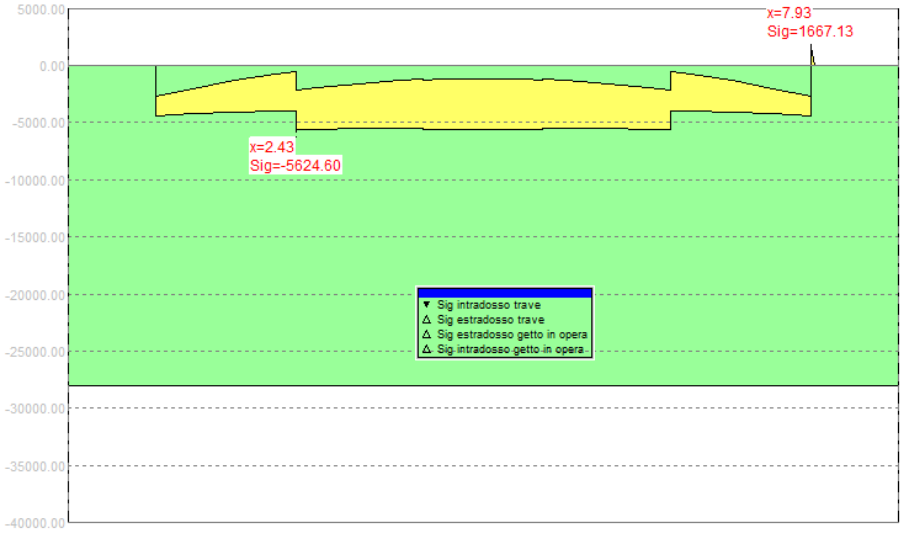


FIGURA 6-210 – TENSIONI INTRADOSSO TRAVE COMB. QUASI PERMANENTE

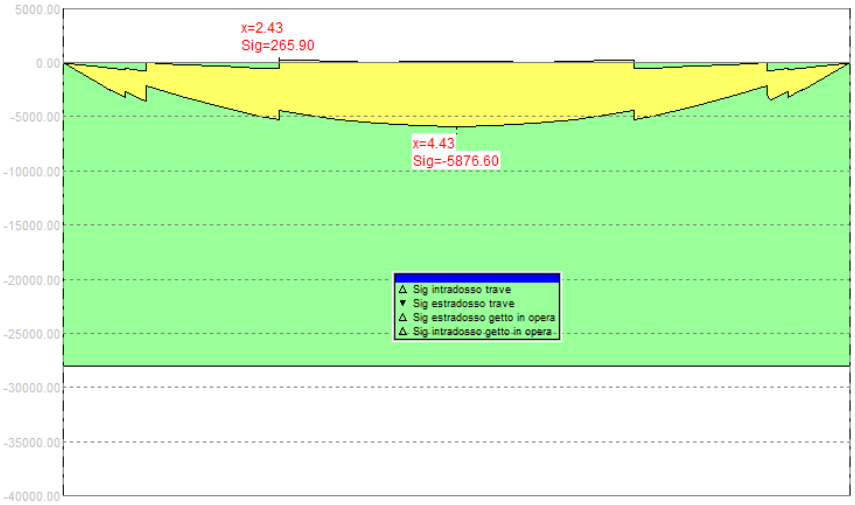


FIGURA 6-211 – TENSIONI ESTRADOSSO TRAVE COMB. QUASI PERMANENTE

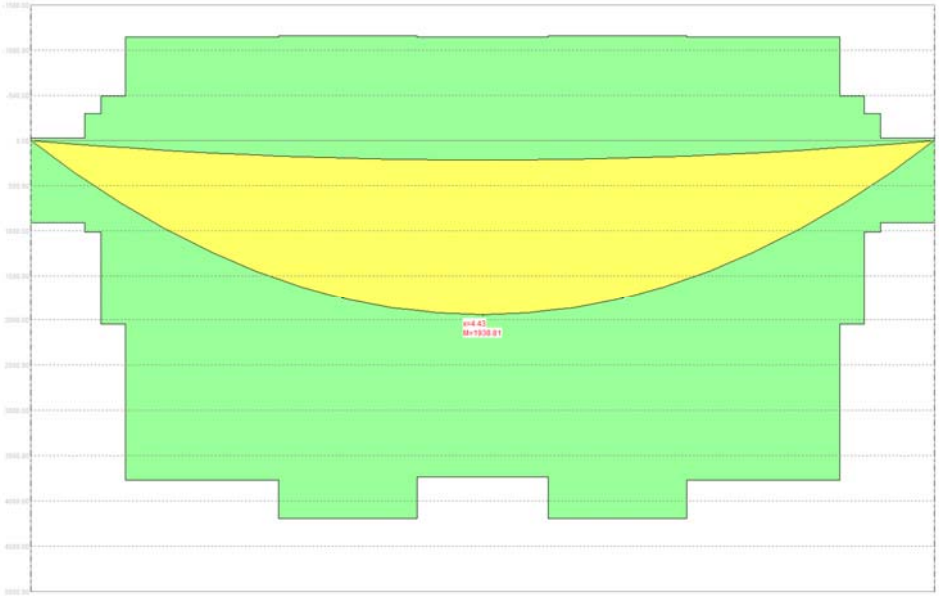


FIGURA 6-212 – MOMENTO SOLLECITANTE / MOMENTO RESISTENTE

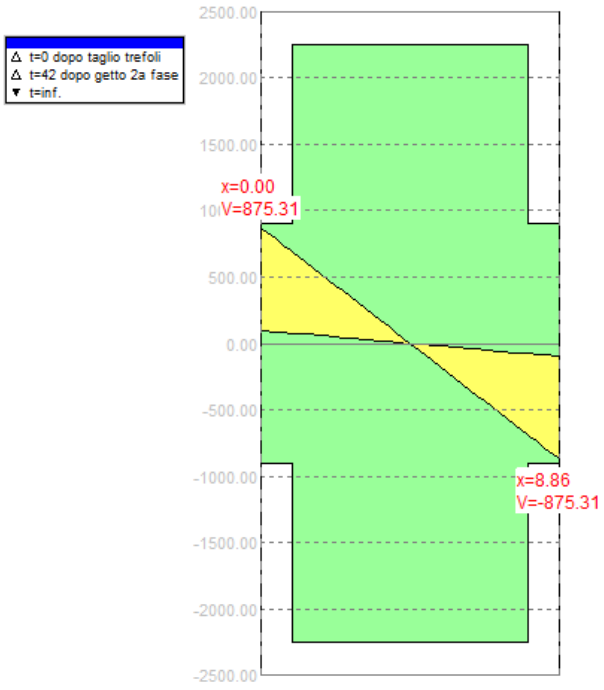


FIGURA 6-213 – TAGLIO SOLLECITANTE / TAGLIO RESISTENTE

6.8 Plinti di fondazione

6.8.1 Premessa

Nel presente capitolo si riporta il dimensionamento dei plinti di fondazione dei capannoni. Come previsto dalla normativa vigente, le sollecitazioni sismiche derivanti dai modelli FEM alla base dei pilastri, sono state amplificate secondo il fattore 1.10 (CD"B") al fine di ottenere le sollecitazioni per il dimensionamento delle fondazioni. Si riporta a seguire il relativo estratto di norma:

7.2.5. REQUISITI STRUTTURALI DEGLI ELEMENTI DI FONDAZIONE

Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera, in genere condotta esaminando la sola struttura in elevazione alla quale sono applicate le pertinenti combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3.

Sia per CD"A" sia per CD"B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, una tra le seguenti:

- quella derivante dall'analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo (v. § 7.3);
- quella derivante dalla capacità di resistenza a flessione degli elementi (calcolata per la forza assiale derivante dalla combinazione delle azioni di cui al § 2.5.3), congiuntamente al taglio determinato da considerazioni di equilibrio;
- quella trasferita dagli elementi soprastanti nell'ipotesi di comportamento strutturale dissipativo, amplificata di un coefficiente pari a 1,30 in CD"A" e 1,10 in CD"B";

FIGURA 6-214 – ESTRATTO DI NORMA SOLLECITAZIONI SISMICHE IN FONDAZIONE

Come specificato nel capitolo dedicato all'analisi delle sovrastrutture, il modulo elastico del cls, in combinazione sismica è stato ridotto del 50% come concesso dalla norma (vedasi estratto di seguito riportato).

7.2.6. CRITERI DI MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E DELL'AZIONE SISMICA

MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

Il modello della struttura deve essere tridimensionale e rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza, con particolare attenzione alle situazioni nelle quali componenti orizzontali dell'azione sismica possono produrre forze d'inerzia verticali (travi di grande luce, sbalzi significativi, ecc.).

Qualora si adotti un modello di comportamento non dissipativo , oppure un modello dissipativo che utilizza il coefficiente di comportamento q, si impiegheranno per i materiali leggi costitutive elastiche .

Qualora si adotti un modello di comportamento dissipativo tenendo esplicitamente conto della capacità dissipativa, il legame costitutivo utilizzato per modellare la non linearità di materiale dovrà essere giustificato, anche in relazione alla corretta rappresentazione dell'energia dissipata nei cicli di isteresi.

Delle non linearità geometriche, se significative, si terrà conto per ambedue i comportamenti.

Nel rappresentare la rigidezza degli elementi strutturali si deve tener conto della fessurazione. In caso non siano effettuate analisi specifiche, la rigidezza flessionale e a taglio di elementi in muratura, calcestruzzo armato, acciaio-calcestruzzo, può essere ridotta sino al 50% della rigidezza dei corrispondenti elementi non fessurati, tenendo debitamente conto dello stato limite considerato e dell'influenza della sollecitazione assiale permanente.

A meno di specifiche valutazioni e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidezza, gli orizzontamenti piani possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano medio a condizione che siano realizzati in calcestruzzo armato, oppure in latero-cemento con soletta in calcestruzzo armato di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in calcestruzzo armato di almeno 50 mm di spessore collegata agli elementi strutturali in acciaio o in legno da connettori a taglio opportunamente dimensionati.

Nella definizione del modello, gli elementi non strutturali non appositamente progettati come collaboranti (quali tamponature e tramezzi) possono essere rappresentati unicamente in termini di massa; il loro contributo al comportamento del sistema strutturale in termini di rigidezza e resistenza sarà considerato solo qualora abbia effetti negativi ai fini della sicurezza.

FIGURA 6-215 – ESTRATTO DI NORMA RIGIDEZZA FESSURATA

Di tutte le combinazioni presenti all'interno del modello ad elementi finiti, sono state scelte le combinazioni che massimizzano / minimizzano lo sforzo normale e i momenti flettenti sia per SLU che per SLV. Nei paragrafi a seguire si riporta quindi il calcolo dei coefficienti di sicurezza per ciascuna combinazione scelta.

Per quanto riguarda i plinti che sostengono due pilastri, preliminarmente al dimensionamento dei plinti stessi, le sollecitazioni derivanti dalla coppia di pilastri insistenti sul medesimo plinto, sono state combinate al fine di ottenere una sollecitazione "unica" nel baricentro del plinto composto. Tali sollecitazioni sono state ottenute a "spiccato elevazione".

Solamente per i plinti "doppi" presenti tra il "Conferimento" e la "Raffinazione" le sollecitazioni derivanti dal modello di calcolo e presenti alla base dei pilastri, sono state "trasportate" a spiccato fondazione in quanto la quota di base pilastro per i due capannoni non è univoca, ed inoltre è presente la spinta delle terre e del sovraccarico sui bicchieri dei plinti stessi visto il dislivello presente tra il piano finito del capannone "Conferimento" e del capannone "Raffinazione". Si vedano nei paragrafi successivi i dettagli del calcolo eseguito.

Nei paragrafi a seguire si sono adottate le seguenti convenzioni:

F1 = forza lungo l'asse x (orizzontale);

F2 = forza lungo l'asse y (orizzontale);

F3 = forza lungo l'asse z (verticale);

M1 = momento attorno all'asse x;

M2 = momento attorno all'asse y;

M3 = momento attorno all'asse z (trascurabile nei casi in studio).

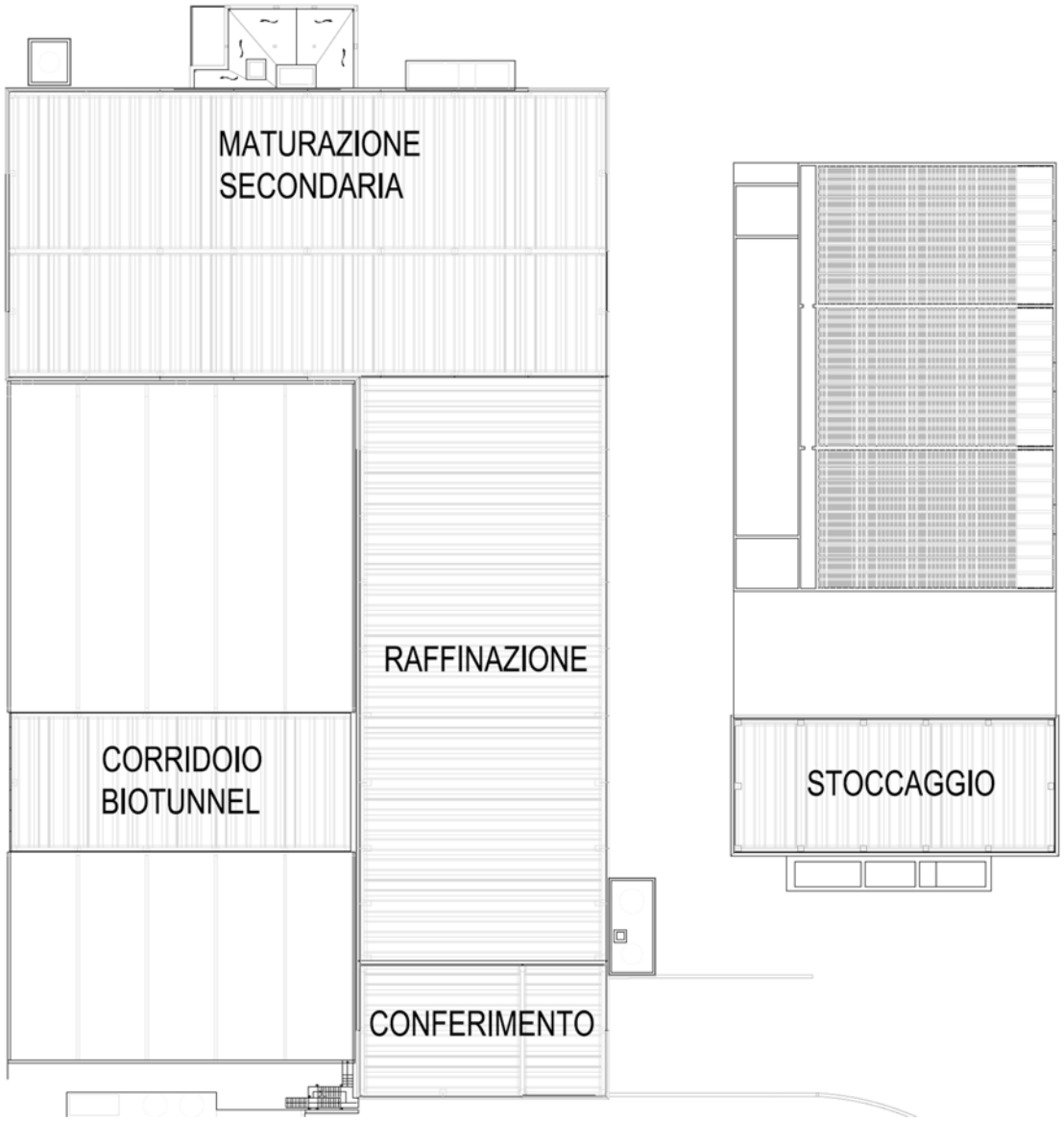
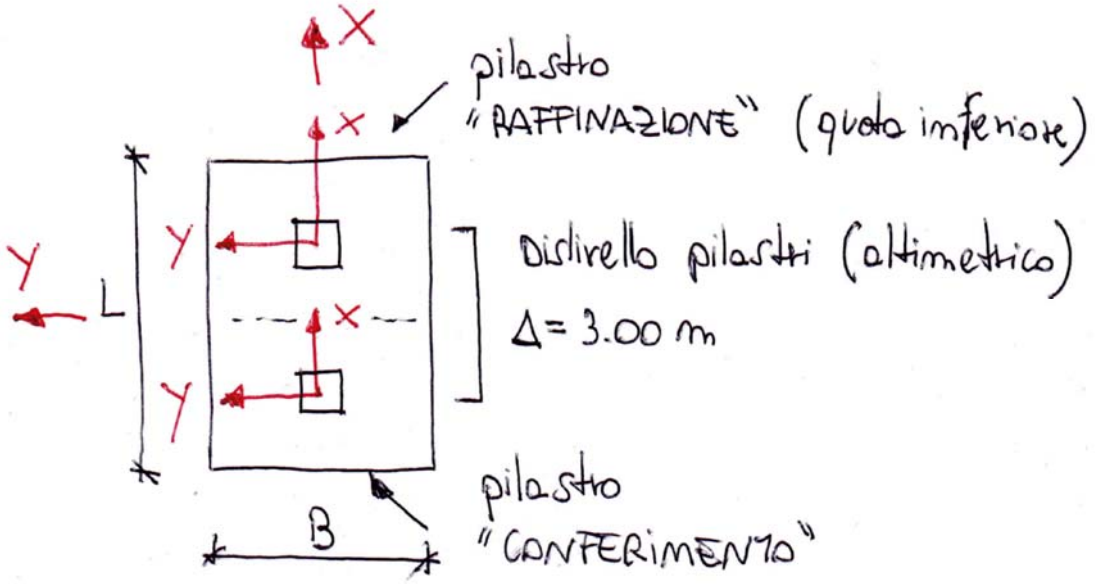


FIGURA 6-216 – NOMENCLATURA CAPANNONI

6.8.2 Verifiche geotecniche plinti "Conferimento"

Calcolo sollecitazioni SLU/SLV plinti con doppio pilastro

Plinto con 2 pilastri posto tra CONFERIMENTO e RAFFINAZIONE



CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE (SLU)
Combinazioni di verifica (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1-F2	14,71	97,15	1023,33	449,31	178,23	3,27
Min M1	13,34	55,89	1343,22	373,28	187,07	0,71
Min F3	8,97	44,94	574,97	265,80	104,77	2,18
Min F3	29,93	40,18	574,14	61,38	343,22	2,19
Min F3	9,42	47,64	574,97	325,63	130,68	3,08
Min M2-F1	147,80	7,36	838,27	74,97	748,39	4,19
Max M2	101,14	4,69	838,27	43,76	577,22	3,35
Max F3	24,02	6,78	1493,82	84,48	237,08	1,00

Δ = 5,20 m dislivello testa bicchiere / piano di imposta

Sollecitazioni sul piano di posa della fondazione

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1-F2	14,71	97,15	1023,33	954,47	254,75	3,27
Min M1	13,34	55,89	1343,22	663,91	256,42	0,71
Min F3	8,97	44,94	574,97	499,51	151,41	2,18
Min F3	29,93	40,18	574,14	270,34	498,88	2,19
Min F3	9,42	47,64	574,97	573,35	179,68	3,08
Min M2-F1	147,80	7,36	838,27	113,26	1516,96	4,19
Max M2	101,14	4,69	838,27	68,16	1103,13	3,35
Max F3	24,02	6,78	1493,82	119,76	362,00	1,00

CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE (SLV)

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1	21,20	45,15	722,67	501,34	195,49	3,96
Max F2	11,58	53,36	644,83	428,35	112,53	3,89
Max F3	18,95	11,10	1183,96	175,43	173,53	1,85
Min M2-F1	55,60	12,28	834,29	183,88	516,55	3,99
min F3						
Min F3	18,77	43,09	411,82	494,87	177,32	3,96
Min F3	50,99	10,97	411,82	180,77	492,27	3,99
Max M2	55,60	12,28	839,19	183,88	516,55	3,99

Δ = 5,20 m dislivello testa bicchiere / piano di imposta

Sollecitazioni sul piano di posa della fondazione

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
max M1	21,20	45,15	722,67	736,11	305,74	3,96
max F2	11,58	53,36	644,83	705,83	172,74	3,89
max F3	18,95	11,10	1183,96	233,17	272,09	1,85
max M2-F1	55,60	12,28	834,29	247,75	805,64	3,99
min F3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
min F3	18,77	43,09	411,82	718,94	274,94	3,96
min F3	50,99	10,97	411,82	237,83	757,41	3,99
max F3	55,60	12,28	839,19	247,75	805,64	3,99

RAFFINAZIONE FINALE (SLU)

Combinazioni di verifica (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	15,74	97,29	695,38	1150,23	216,53	1,39
Max M2	23,61	51,00	1047,70	710,22	404,30	3,57
Min M2-F1	30,62	5,57	1088,02	245,04	546,82	1,05
Max F2	10,80	151,43	1577,31	825,65	111,78	0,17
Max F3	0,71	17,50	2516,41	207,87	493,06	1,05
Max M1	10,21	144,50	1488,08	1409,77	225,59	1,79
Min M1	21,25	58,62	1198,60	813,49	399,96	3,57
Max M2	7,32	7,56	2121,23	391,93	404,45	1,50

Δ = 2,20 m dislivello testa bicchiere / piano di imposta

Sollecitazioni sul piano di posa della fondazione

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	15,74	97,29	695,38	1364,26	251,14	1,39
Max M2	23,61	51,00	1047,70	822,42	456,25	3,57
Min M2-F1	30,62	5,57	1088,02	257,29	614,19	1,05
Max F2	10,80	151,43	1577,31	1158,80	135,55	0,17
Max F3	0,71	17,50	2516,41	246,36	494,62	1,05
Max M1	10,21	144,50	1488,08	1727,68	248,05	1,79
Min M1	21,25	58,62	1198,60	942,45	446,71	3,57
Max M2	7,32	7,56	2121,23	408,56	420,55	1,50

RAFFINAZIONE FINALE (SLV)

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	25,57	6,13	753,72	254,63	279,75	1,63
Min F3						
Min F3	27,27	37,30	762,62	661,63	298,74	6,47
Max F3	25,31	6,04	2131,47	266,34	272,16	1,81
Max M2	63,52	5,06	1540,29	285,72	692,28	4,05
Max M1	27,32	47,98	871,07	741,27	298,91	6,47

Min M1						
Max F2	27,30	67,50	866,36	535,30	298,65	5,56

Δ = 2,20 m dislivello testa bicchiere / piano di imposta

Sollecitazioni sul piano di posa della fondazione

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	25,57	6,13	753,72	268,11	336,02	1,63
Min F3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Min F3	27,27	37,30	762,62	743,69	358,74	6,47
Max F3	25,31	6,04	2131,47	279,64	327,84	1,81
Max M2	63,52	5,06	1540,29	296,85	832,02	4,05
Max M1	27,32	47,98	871,07	846,84	359,00	6,47
Min M1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max F2	27,30	67,50	866,36	683,81	358,71	5,56

Spinta delle terre e del sovraccarico

k0 =	0,50		coeff. di spinta a riposo
H =	5,60	m	altezza di spinta
q =	20,00	kN/mq	sovraccarico variabile
B =	1,30	m	larghezza bicchiere - spessore muro
γt =	18,50	kN/mc	peso specifico terre a tergo
St =	145,04	kN/m	spinta delle terre
Sq =	56,00	kN/m	spinta del sovraccarico
ag =	0,115		accelerazione sismica SLV
Ss =	1,50		coeff. sottosuolo tipo "C"
St =	1,00		coeff. topografico

Mt_slu =	457,55	kNm	momento totale sul piano di posa SLU - Terre
Mq_slu =	305,76	kNm	momento totale sul piano di posa SLU - Sovracc.
Vt_slu =	245,12	kN	taglio totale sul piano di posa SLU - Terre
Vq_slu =	109,20	kN	taglio totale sul piano di posa SLU - Sovracc.

Mt_slv =	351,96	kNm	momento totale sul piano di posa SLV - Terre
Mq_slv =	163,07	kNm	momento totale sul piano di posa SLV - Sovracc.
Vt_slv =	188,55	kN	taglio totale sul piano di posa SLV - Terre
Vq_slv =	58,24	kN	taglio totale sul piano di posa SLV - Sovracc.
Sw =	130,10	kN	spinta di Wood

Si =	69,79	kN	Spinta inerziale
Ms =	559,70	kNm	momento totale sul piano di posa SLV - Wood e Inerzia
Vs =	199,89	kN	taglio totale sul piano di posa SLV - Wood e Inerzia

Geometria plinto composto

L plinto =	4,60	m	dimensione 1 plinto (in pianta)
B plinto =	3,50	m	dimensione 2 plinto (in pianta)
Lx =	--	m	distanza pilastro dal bordo lungo "L"
By =	--	m	distanza pilastro dal bordo lungo "B"
ex =	0,65	m	eccentricità lungo "L"
ey =	0,00	m	eccentricità lungo "B"
Δ =	3,00	m	dislivello altimetrico pilastri

Combinazioni utlizzate per la verifica GEO del plinto composto:

Combo_1 = Min F3 pilastro 1 + Min F3 pilastro 2
Combo_2 = Min F3 pilastro 1 + Max F3 pilastro 2
Combo_3 = Max F3 pilastro 1 + Min F3 pilastro 2
Combo_4 = Max F3 pilastro 1 + Max F3 pilastro 2
Combo_5 = Max M1 pilastro 1 + Max M1 pilastro 2
Combo_6 = Max M2 pilastro 1 + Max M2 pilastro 2

Statica - SLU (sollecitazioni sul piano di imposta della fondazione)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Combo_1	379,48	499,24	1270,35	2700,92	1272,41	4,47
Combo_2	364,45	419,45	3091,37	1583,02	2699,55	4,13
Combo_3	394,08	458,39	2189,21	2247,33	1895,45	2,39
Combo_4	379,05	378,60	4010,23	1129,43	2284,61	2,05
Combo_5	379,24	595,97	2511,40	3445,46	1568,19	5,05
Combo_6	532,74	367,25	1926,29	1133,86	3056,79	5,24

Sismica - SLV (sollecitazioni sul piano di imposta della fondazione)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Combo_1	492,73	527,08	1174,44	2537,37	1936,43	10,43
Combo_2	490,77	495,82	2543,29	2073,32	2795,29	5,77
Combo_3	492,91	495,09	1946,57	2051,60	2288,89	10,46
Combo_4	527,59	465,01	2970,66	1602,13	2290,56	5,81
Combo_5	495,21	539,82	1593,74	2657,69	1835,94	10,43

Combo_6	565,80	464,03	2374,58	1619,34	3171,30	8,05

Verifiche SLU plinto con doppio pilastro

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	m
B_y =	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	m
H =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
$p.p._{fond}$ =	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1270,35	3091,37	2189,21	4010,23	2511,40	1926,29	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	379,48	364,45	394,08	379,05	379,24	532,74	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1272,41	2699,55	1895,45	2284,61	1568,19	3056,79	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	499,45	419,45	458,39	378,60	595,97	367,25	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	2700,92	1583,02	2247,33	1129,43	3445,46	1133,86	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	3094,40	4915,42	4013,26	6381,49	4335,45	3750,34	1824,05	1824,05	kN
$H_{G;x}$ =	379,48	364,45	394,08	379,05	379,24	532,74	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1272,41	2699,55	1895,45	2284,61	1568,19	3056,79	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	499,45	419,45	458,39	378,60	595,97	367,25	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	2700,92	1583,02	2247,33	1129,43	3445,46	1133,86	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

N_{Ed} =	3094,40	4915,42	4013,26	6381,49	4335,45	3750,34	1824,05	1824,05	kN
$H_{Ed;x}$ =	379,48	364,45	394,08	379,05	379,24	532,74	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	1272,41	2699,55	1895,45	2284,61	1568,19	3056,79	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,41	0,55	0,47	0,36	0,36	0,82	0,00	0,00	m
B'x =	3,78	3,50	3,66	3,88	3,88	2,97	4,60	4,60	m
$H_{Ed;y}$ =	499,45	419,45	458,39	378,60	595,97	367,25	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	2700,92	1583,02	2247,33	1129,43	3445,46	1133,86	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,87	0,32	0,56	0,18	0,79	0,30	0,00	0,00	m
B'y =	1,75	2,86	2,38	3,15	1,91	2,90	3,50	3,50	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_{γ} =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	1,75	2,86	2,38	3,15	1,91	2,90	3,50	3,50	m
L' =	3,78	3,50	3,66	3,88	3,88	2,97	4,60	4,60	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	3094,40	4915,42	4013,26	6381,49	4335,45	3750,34	1824,05	1824,05	kN
V_{Ed} =	379,48	364,45	394,08	379,05	379,24	532,74	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,31	1,55	1,44	1,55	1,33	1,66	1,51	1,51	
s_γ=	0,81	0,67	0,74	0,68	0,80	0,61	0,70	0,70	

$s_c=s_c^0=$	1,32	1,57	1,45	1,57	1,34	1,68	1,53	1,53
$m=m^0=$	1,32	1,45	1,39	1,45	1,33	1,49	1,43	1,43
$i_q=$	0,84	0,90	0,87	0,92	0,89	0,80	1,00	1,00
$i_\gamma=$	0,74	0,83	0,78	0,86	0,81	0,69	1,00	1,00
$i_c=$	0,84	0,89	0,86	0,91	0,88	0,79	1,00	1,00
$d_q=$	1,17	1,18	1,17	1,16	1,16	1,21	1,14	1,14
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_c=d_c^0=$	1,25	1,27	1,26	1,25	1,25	1,32	1,21	1,21
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\omega =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$g_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$Q_{lim}=$	12256,21	21843,47	17524,81	27430,22	14673,90	17407,09	40059,23	40059,23
$R_d=$	5328,79	9497,16	7619,48	11926,18	6379,96	7568,30	17417,06	17417,06
$N_{Ed}=$	3094,40	4915,42	4013,26	6381,49	4335,45	3750,34	1824,05	1824,05
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,72	1,93	1,90	1,87	1,47	2,02	9,55	9,55

Verifica in direzione y

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
NEd =	3094,40	4915,42	4013,26	6381,49	4335,45	3750,34	1824,05	1824,05	kN
VEd =	499,45	419,45	458,39	378,60	595,97	367,25	0,00	0,00	kN
$N_q=$	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
$N_\gamma=$	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
$N_c=$	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
$s_q=$	1,31	1,55	1,44	1,55	1,33	1,66	1,51	1,51	
$s_\gamma=$	0,81	0,67	0,74	0,68	0,80	0,61	0,70	0,70	
$s_c=s_c^0=$	1,32	1,57	1,45	1,57	1,34	1,68	1,53	1,53	
$m=m^0=$	1,68	1,55	1,61	1,55	1,67	1,51	1,57	1,57	
$i_q=$	0,75	0,87	0,83	0,91	0,78	0,86	1,00	1,00	
$i_\gamma=$	0,63	0,80	0,73	0,86	0,68	0,78	1,00	1,00	
$i_c=$	0,74	0,87	0,82	0,91	0,78	0,85	1,00	1,00	
$d_q=$	1,25	1,22	1,21	1,20	1,24	1,22	1,18	1,18	
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$d_c=d_c^0=$	1,38	1,34	1,32	1,31	1,36	1,33	1,27	1,27	
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	10173,46	21296,95	16004,32	27144,57	12110,35	18850,78	39187,22	39187,22
Rd=	4423,25	9259,54	6958,40	11801,98	5265,37	8195,99	17037,92	17037,92
Nd=	3094,40	4915,42	4013,26	6381,49	4335,45	3750,34	1824,05	1824,05
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,43	1,88	1,73	1,85	1,21	2,19	9,34	9,34

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,43	1,88	1,73	1,85	1,21	2,02	9,34	9,34

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	466,93	491,53	461,29	522,25	585,36	436,15	113,29	113,29	kN/mq

Max = 585,36 kN/mq

Verifiche SLV plinto con doppio pilastro

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	m
B_y =	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	m
H =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
$p.p._{fond}$ =	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	1824,05	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1174,44	2543,29	1946,57	2970,66	1593,74	2374,58	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	492,73	490,77	492,91	527,59	495,21	565,80	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1936,43	2795,29	2288,89	2290,56	1835,94	3171,30	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	527,08	495,82	495,09	465,01	539,82	464,03	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	2537,37	2073,32	2051,60	1602,13	2657,59	1619,34	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN

$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	2998,49	4367,34	3770,62	4794,71	3417,79	4198,63	1824,05	1824,05	kN
$H_{G;x}$ =	492,73	490,77	492,91	527,59	495,21	565,80	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1936,43	2795,29	2288,89	2290,56	1835,94	3171,30	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	527,08	495,82	495,09	465,01	539,82	464,03	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	2537,37	2073,32	2051,60	1602,13	2657,59	1619,34	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	2998,49	4367,34	3770,62	4794,71	3417,79	4198,63	1824,05	1824,05	kN
$H_{Ed;x}$ =	492,73	490,77	492,91	527,59	495,21	565,80	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	1936,43	2795,29	2288,89	2290,56	1835,94	3171,30	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,65	0,64	0,61	0,48	0,54	0,76	0,00	0,00	m
B'x =	3,31	3,32	3,39	3,64	3,53	3,09	4,60	4,60	m
$H_{Ed;y}$ =	527,08	495,82	495,09	465,01	539,82	464,03	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	2537,37	2073,32	2051,60	1602,13	2657,59	1619,34	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,85	0,47	0,54	0,33	0,78	0,39	0,00	0,00	m
B'y =	1,81	2,55	2,41	2,83	1,94	2,73	3,50	3,50	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	1,81	2,55	2,41	2,83	1,94	2,73	3,50	3,50	m
L' =	3,31	3,32	3,39	3,64	3,53	3,09	4,60	4,60	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	2998,49	4367,34	3770,62	4794,71	3417,79	4198,63	1824,05	1824,05	kN
V_{Ed} =	492,73	490,77	492,91	527,59	495,21	565,80	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,37	1,52	1,48	1,52	1,37	1,60	1,51	1,51	
s_γ=	0,78	0,69	0,72	0,69	0,78	0,65	0,70	0,70	
s_c=s_c^0=	1,38	1,54	1,50	1,54	1,39	1,62	1,53	1,53	
m=m^0=	1,35	1,43	1,42	1,44	1,36	1,47	1,43	1,43	
i_q=	0,79	0,84	0,82	0,85	0,81	0,81	1,00	1,00	
i_γ=	0,66	0,75	0,72	0,76	0,70	0,70	1,00	1,00	
i_c=	0,78	0,84	0,82	0,84	0,80	0,80	1,00	1,00	
d_q=	1,19	1,19	1,19	1,17	1,18	1,20	1,14	1,14	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,29	1,29	1,28	1,26	1,27	1,31	1,21	1,21	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	10396,43	17086,03	15732,83	20994,07	12390,56	16851,63	40059,23	40059,23	
R_d=	4520,19	7428,71	6840,36	9127,86	5387,20	7326,79	17417,06	17417,06	
N_{Ed}=	2998,49	4367,34	3770,62	4794,71	3417,79	4198,63	1824,05	1824,05	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	1,51	1,70	1,81	1,90	1,58	1,75	9,55	9,55	

Verifica in direzione y

Comb	2998,49	4367,34	3770,62	4794,71	3417,79	4198,63	1824,05	1824,05	
NEd =	527,08	495,82	495,09	465,01	539,82	464,03	0,00	0,00	kN
VEd =	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	kN
N_q=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_γ=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
N_c=	1,37	1,52	1,48	1,52	1,37	1,60	1,51	1,51	
s_q=	0,78	0,69	0,72	0,69	0,78	0,65	0,70	0,70	
s_γ=	1,38	1,54	1,50	1,54	1,39	1,62	1,53	1,53	
s_c=s_c^0=	1,65	1,57	1,58	1,56	1,64	1,53	1,57	1,57	
m=m^0=	0,73	0,83	0,80	0,85	0,76	0,84	1,00	1,00	
i_q=	0,60	0,74	0,70	0,77	0,64	0,75	1,00	1,00	
i_γ=	0,72	0,82	0,80	0,85	0,75	0,83	1,00	1,00	
i_c=	1,24	1,25	1,26	1,22	1,23	1,23	1,18	1,18	
d_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_γ=	1,37	1,38	1,40	1,34	1,36	1,35	1,27	1,27	
d_c=d_c^0=	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ε =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ω =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	9266,58	16948,56	15545,61	21244,54	11054,25	17589,67	39187,22	39187,22	
Q_{lim}=	4028,95	7368,94	6758,96	9236,76	4806,19	7647,68	17037,92	17037,92	
Rd=	2998,49	4367,34	3770,62	4794,71	3417,79	4198,63	1824,05	1824,05	
Nd=	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
Verifica	1,34	1,69	1,79	1,93	1,41	1,82	9,34	9,34	
CS =	2998,49	4367,34	3770,62	4794,71	3417,79	4198,63	1824,05	1824,05	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,34	1,69	1,79	1,90	1,41	1,75	9,34	9,34

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	501,41	515,77	461,74	464,59	498,45	498,07	113,29	113,29	kN/mq

Max = 515,77 kN/mq

Sollecitazioni SLU/SLV plinto esterno con pilastro singolo

Plinto con 1 pilastro posto all'interfaccia tra:
- Conferimento e Vasche;
- Conferimento e Raffinazione;

CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE (SLU)
Combinazioni di verifica (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1-F2	14,71	97,15	1023,33	449,31	178,23	3,27
Min M1	13,34	55,89	1343,22	373,28	187,07	0,71
Min F3	8,97	44,94	574,97	265,80	104,77	2,18
Min F3	29,93	40,18	574,14	61,38	343,22	2,19
Min F3	9,42	47,64	574,97	325,63	130,68	3,08
Min M2-F1	147,80	7,36	838,27	74,97	748,39	4,19
Max M2	101,14	4,69	838,27	43,76	577,22	3,35
Max F3	24,02	6,78	1493,82	84,48	237,08	1,00

Δ = 5,20 m dislivello testa bicchiere / piano di imposta

Sollecitazioni sul piano di posa della fondazione

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1-F2	14,71	97,15	1023,33	954,47	254,75	3,27
Min M1	13,34	55,89	1343,22	663,91	256,42	0,71
Min F3	8,97	44,94	574,97	499,51	151,41	2,18
Min F3	29,93	40,18	574,14	270,34	498,88	2,19
Min F3	9,42	47,64	574,97	573,35	179,68	3,08
Min M2-F1	147,80	7,36	838,27	113,26	1516,96	4,19
Max M2	101,14	4,69	838,27	68,16	1103,13	3,35
Max F3	24,02	6,78	1493,82	119,76	362,00	1,00

CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE (SLV)
Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1	21,20	45,15	722,67	501,34	195,49	3,96

Max F2	11,58	53,36	644,83	428,35	112,53	3,89
Max F3	18,95	11,10	1183,96	175,43	173,53	1,85
Min M2-F1	55,60	12,28	834,29	183,88	516,55	3,99
min F3						
Min F3	18,77	43,09	411,82	494,87	177,32	3,96
Min F3	50,99	10,97	411,82	180,77	492,27	3,99
Max M2	55,60	12,28	839,19	183,88	516,55	3,99

Δ =	5,20	m	dislivello testa bicchiere / piano di imposta

Sollecitazioni sul piano di posa della fondazione

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
max M1	21,20	45,15	722,67	736,11	305,74	3,96
max F2	11,58	53,36	644,83	705,83	172,74	3,89
max F3	18,95	11,10	1183,96	233,17	272,09	1,85
max M2-F1	55,60	12,28	834,29	247,75	805,64	3,99
min F3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
min F3	18,77	43,09	411,82	718,94	274,94	3,96
min F3	50,99	10,97	411,82	237,83	757,41	3,99
max F3	55,60	12,28	839,19	247,75	805,64	3,99

Spinta delle terre e del sovraccarico

k0 =	0,50		coeff. di spinta a riposo
H =	5,60	m	altezza di spinta
q =	20,00	kN/mq	sovraccarico variabile
B =	1,30	m	larghezza bicchiere - spessore muro
γt =	18,50	kN/mc	peso specifico terre a tergo
St =	145,04	kN/m	spinta delle terre
Sq =	56,00	kN/m	spinta del sovraccarico
ag =	0,115		accelerazione sismica SLV
Ss =	1,50		coeff. sottosuolo tipo "C"
St =	1,00		coeff. topografico

Mt_slu =	457,55	kNm	momento totale sul piano di posa SLU - Terre
Mq_slu =	305,76	kNm	momento totale sul piano di posa SLU - Sovracc.
Vt_slu =	245,12	kN	taglio totale sul piano di posa SLU - Terre
Vq_slu =	109,20	kN	taglio totale sul piano di posa SLU - Sovracc.

Mt_slv =	351,96	kNm	momento totale sul piano di posa SLV - Terre
Mq_slv =	163,07	kNm	momento totale sul piano di posa SLV - Sovracc.
Vt_slv =	188,55	kN	taglio totale sul piano di posa SLV - Terre
Vq_slv =	58,24	kN	taglio totale sul piano di posa SLV - Sovracc.
Sw =	130,10	kN	spinta di Wood
Si =	69,79	kN	Spinta inerziale
Ms =	559,70	kNm	momento totale sul piano di posa SLV - Wood e Inerzia
Vs =	199,89	kN	taglio totale sul piano di posa SLV - Wood e Inerzia

Statica - SLU (sollecitazioni sul piano di imposta della fondazione)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1-F2	14,71	451,46	1023,33	1717,78	254,75	3,27
Min M1	13,34	410,21	1343,22	1427,22	256,42	0,71
Min F3	8,97	399,26	574,97	1262,82	151,41	2,18
Min F3	384,25	40,18	574,14	270,34	1262,19	2,19
Min F3	9,42	401,96	574,97	1336,67	179,68	3,08
Min M2-F1	502,12	7,36	838,27	113,26	2280,27	4,19
Max M2	455,45	4,69	838,27	68,16	1866,44	3,35
Max F3	378,34	6,78	1493,82	119,76	1125,31	1,00

Sismica - SLV (sollecitazioni sul piano di imposta della fondazione)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
max M1	21,20	491,83	722,67	1810,85	305,74	3,96
max F2	11,58	500,05	644,83	1780,57	172,74	3,89
max F3	18,95	457,79	1183,96	1307,91	272,09	1,85
max M2-F1	502,28	12,28	834,29	247,75	1880,38	3,99
min F3	446,69	0,00	0,00	0,00	1074,74	0,00
min F3	18,77	489,78	411,82	1793,68	274,94	3,96
min F3	497,67	10,97	411,82	237,83	1832,15	3,99
max F3	502,28	12,28	839,19	247,75	1880,38	3,99

Verifiche SLU plinto esterno con pilastro singolo

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	m
B_y =	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	m
H =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
$p.p._{fond}$ =	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max F3**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1023,33	1343,22	574,97	574,14	574,97	838,27	838,27	1493,82	kN
$H_{G;x}$ =	14,71	13,34	8,97	384,25	9,42	502,12	455,45	378,34	kN
$M_{G;x}$ =	254,75	256,42	151,41	1262,19	179,68	2280,27	1866,44	1125,31	kNm
$H_{G;y}$ =	451,46	410,21	399,26	40,18	401,96	7,36	4,69	6,78	kN
$M_{G;y}$ =	1717,78	1427,22	1262,82	270,34	1336,67	113,26	68,16	119,76	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	2429,75	2749,64	1981,39	1980,56	1981,39	2244,69	2244,69	3322,16	kN
$H_{G;x}$ =	14,71	13,34	8,97	384,25	9,42	502,12	455,45	378,34	kN
$M_{G;x}$ =	254,75	256,42	151,41	1262,19	179,68	2280,27	1866,44	1125,31	kNm
$H_{G;y}$ =	451,46	410,21	399,26	40,18	401,96	7,36	4,69	6,78	kN
$M_{G;y}$ =	1717,78	1427,22	1262,82	270,34	1336,67	113,26	68,16	119,76	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	2429,75	2749,64	1981,39	1980,56	1981,39	2244,69	2244,69	3322,16	kN
$H_{Ed;x}$ =	14,71	13,34	8,97	384,25	9,42	502,12	455,45	378,34	kN
$M_{Ed;x}$ =	254,75	256,42	151,41	1262,19	179,68	2280,27	1866,44	1125,31	kNm
e_x =	0,10	0,09	0,08	0,64	0,09	1,02	0,83	0,34	m
B'x =	3,29	3,31	3,35	2,23	3,32	1,47	1,84	2,82	m
$H_{Ed;y}$ =	451,46	410,21	399,26	40,18	401,96	7,36	4,69	6,78	kN
$M_{Ed;y}$ =	1717,78	1427,22	1262,82	270,34	1336,67	113,26	68,16	119,76	kNm
e_y =	0,71	0,52	0,64	0,14	0,67	0,05	0,03	0,04	m
B'y =	2,09	2,46	2,23	3,23	2,15	3,40	3,44	3,43	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max F3**	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_{γ} =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	2,09	2,46	2,23	2,23	2,15	1,47	1,84	2,82	m
L' =	3,29	3,31	3,35	3,23	3,32	3,40	3,44	3,43	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max F3**	
N_{Ed} =	2429,75	2749,64	1981,39	1980,56	1981,39	2244,69	2244,69	3322,16	kN
V_{Ed} =	14,71	13,34	8,97	384,25	9,42	502,12	455,45	378,34	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,43	1,50	1,45	1,47	1,44	1,29	1,36	1,56	
s_γ=	0,75	0,70	0,73	0,72	0,74	0,83	0,79	0,67	
s_c=s_c^0=	1,44	1,52	1,46	1,48	1,45	1,30	1,37	1,57	
m=m^0=	1,39	1,43	1,40	1,59	1,39	1,70	1,65	1,55	
i_q=	0,99	0,99	0,99	0,72	0,99	0,66	0,69	0,83	
i_γ=	0,99	0,99	0,99	0,58	0,99	0,51	0,56	0,74	
i_c=	0,99	0,99	0,99	0,71	0,99	0,64	0,68	0,83	
d_q=	1,19	1,19	1,19	1,22	1,19	1,27	1,24	1,22	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,29	1,29	1,29	1,33	1,29	1,41	1,37	1,34	

ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	15934,62	19574,24	17499,83	11483,64	16677,88	6577,38	9208,48	19640,56
R_d=	6928,09	8510,54	7608,62	4992,89	7251,25	2859,73	4003,69	8539,37
N_{Ed}=	2429,75	2749,64	1981,39	1980,56	1981,39	2244,69	2244,69	3322,16
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	2,85	3,10	3,84	2,52	3,66	1,27	1,78	2,57

Verifica in direzione y

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max F3**	
NEd =	2429,75	2749,64	1981,39	1980,56	1981,39	2244,69	2244,69	3322,16	kN
VEd =	451,46	410,21	399,26	40,18	401,96	7,36	4,69	6,78	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,43	1,50	1,45	1,47	1,44	1,29	1,36	1,56	
s_γ=	0,75	0,70	0,73	0,72	0,74	0,83	0,79	0,67	
s_c=s_c^0=	1,44	1,52	1,46	1,48	1,45	1,30	1,37	1,57	
m=m^0=	1,61	1,57	1,60	1,41	1,61	1,30	1,35	1,45	
i_q=	0,72	0,78	0,71	0,97	0,70	1,00	1,00	1,00	
i_γ=	0,59	0,67	0,57	0,95	0,56	0,99	1,00	1,00	
i_c=	0,71	0,77	0,69	0,97	0,69	1,00	1,00	1,00	
d_q=	1,22	1,26	1,22	1,19	1,22	1,19	1,18	1,18	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,34	1,39	1,33	1,30	1,34	1,28	1,28	1,28	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	10869,08	15179,25	11605,75	16559,02	11002,38	10986,61	14373,54	23856,65	
Rd=	4725,69	6599,67	5045,98	7199,58	4783,64	4776,79	6249,37	10372,46	
Nd=	2429,75	2749,64	1981,39	1980,56	1981,39	2244,69	2244,69	3322,16	

Verifica	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
CS =	1,94	2,40	2,55	3,64	2,41	2,13	2,78	3,12

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max F3**
Verifica	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
CS =	1,94	2,40	2,55	2,52	2,41	1,27	1,78	2,57

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max F3**	
Dir. X-Y	354,00	337,07	266,01	275,79	277,60	449,76	355,28	343,36	kN/mq

Max = 449,76 kN/mq

Verifiche SLV plinto esterno con pilastro singolo

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	m
B_y =	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	m
H =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
$p.p._{.fond}$ =	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	1406,42	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**max M1**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M2**	**min F3**	**min F3**	**min F3**	**Max F3**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	722,67	644,83	1183,96	834,29	0,00	411,82	411,82	839,19	kN
$H_{G;x}$ =	21,20	11,58	18,95	502,28	0,00	18,77	497,67	502,28	kN
$M_{G;x}$ =	305,74	172,74	272,09	1880,38	0,00	274,94	1832,15	1880,38	kNm
$H_{G;y}$ =	491,83	500,05	457,79	12,28	0,00	489,78	10,97	12,28	kN
$M_{G;y}$ =	1810,85	1780,57	1307,91	247,75	0,00	1793,68	237,83	247,75	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	2129,09	2051,25	2590,38	2240,71	1406,42	1818,24	1818,24	2245,61	kN
$H_{G;x}$ =	21,20	11,58	18,95	502,28	0,00	18,77	497,67	502,28	kN

$M_{G;x}$ =	305,74	172,74	272,09	1880,38	0,00	274,94	1832,15	1880,38	kNm
$H_{G;y}$ =	491,83	500,05	457,79	12,28	0,00	489,78	10,97	12,28	kN
$M_{G;y}$ =	1810,85	1780,57	1307,91	247,75	0,00	1793,68	237,83	247,75	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	2129,09	2051,25	2590,38	2240,71	1406,42	1818,24	1818,24	2245,61	kN
$H_{Ed;x}$ =	21,20	11,58	18,95	502,28	0,00	18,77	497,67	502,28	kN
$M_{Ed;x}$ =	305,74	172,74	272,09	1880,38	0,00	274,94	1832,15	1880,38	kNm
e_x =	0,14	0,08	0,11	0,84	0,00	0,15	1,01	0,84	m
B'x =	3,21	3,33	3,29	1,82	3,50	3,20	1,48	1,83	m
$H_{Ed;y}$ =	491,83	500,05	457,79	12,28	0,00	489,78	10,97	12,28	kN
$M_{Ed;y}$ =	1810,85	1780,57	1307,91	247,75	0,00	1793,68	237,83	247,75	kNm
e_y =	0,85	0,87	0,50	0,11	0,00	0,99	0,13	0,11	m
B'y =	1,80	1,76	2,49	3,28	3,50	1,53	3,24	3,28	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	max M1	Max F2	Max F3	Max M2	min F3	min F3	min F3	Max F3	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	1,80	1,76	2,49	1,82	3,50	1,53	1,48	1,83	m
L' =	3,21	3,33	3,29	3,28	3,50	3,20	3,24	3,28	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**max M1**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M2**	**min F3**	**min F3**	**min F3**	**Max F3**	
N_{Ed} =	2129,09	2051,25	2590,38	2240,71	1406,42	1818,24	1818,24	2245,61	kN
V_{Ed} =	21,20	11,58	18,95	502,28	0,00	18,77	497,67	502,28	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,38	1,36	1,51	1,37	1,67	1,32	1,31	1,38	
s_γ=	0,78	0,79	0,70	0,78	0,60	0,81	0,82	0,78	
s_c=s_c^0=	1,39	1,37	1,53	1,39	1,70	1,33	1,32	1,39	
m=m^0=	1,36	1,35	1,43	1,64	1,50	1,32	1,69	1,64	
i_q=	0,99	0,99	0,99	0,67	1,00	0,99	0,59	0,67	
i_γ=	0,98	0,99	0,98	0,52	1,00	0,98	0,43	0,52	
i_c=	0,99	0,99	0,99	0,65	1,00	0,99	0,58	0,65	
d_q=	1,20	1,19	1,19	1,24	1,18	1,20	1,27	1,24	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,30	1,29	1,29	1,37	1,27	1,30	1,41	1,37	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	13037,13	13249,82	19655,64	8397,40	31736,30	10734,56	5736,53	8428,84	
R_d=	5668,32	5760,79	8545,93	3651,04	13798,39	4667,20	2494,15	3664,71	
N_{Ed}=	2129,09	2051,25	2590,38	2240,71	1406,42	1818,24	1818,24	2245,61	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	2,66	2,81	3,30	1,63	9,81	2,57	1,37	1,63	

Verifica in direzione y

Comb	**max M1**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M2**	**min F3**	**min F3**	**min F3**	**Max F3**	
NEd =	2129,09	2051,25	2590,38	2240,71	1406,42	1818,24	1818,24	2245,61	kN
VEd =	491,83	500,05	457,79	12,28	0,00	489,78	10,97	12,28	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,38	1,36	1,51	1,37	1,67	1,32	1,31	1,38	
s_γ=	0,78	0,79	0,70	0,78	0,60	0,81	0,82	0,78	

$s_c=s_c^0=$	1,39	1,37	1,53	1,39	1,70	1,33	1,32	1,39
$m=m^0=$	1,64	1,65	1,57	1,36	1,50	1,68	1,31	1,36
$i_q=$	0,66	0,64	0,74	0,99	1,00	0,60	0,99	0,99
$i_\gamma=$	0,51	0,48	0,61	0,99	1,00	0,44	0,99	0,99
$i_c=$	0,64	0,62	0,73	0,99	1,00	0,58	0,99	0,99
$d_q=$	1,24	1,25	1,25	1,19	1,18	1,26	1,19	1,19
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_c=d_c^0=$	1,37	1,37	1,39	1,29	1,27	1,40	1,30	1,29
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$g_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$Q_{lim}=$	8024,07	7810,53	14512,60	13561,84	31736,30	5950,46	10585,45	13595,63
Rd=	3488,73	3395,88	6309,83	5896,45	13798,39	2587,15	4602,37	5911,14
Nd=	2129,09	2051,25	2590,38	2240,71	1406,42	1818,24	1818,24	2245,61
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,64	1,66	2,44	2,63	9,81	1,42	2,53	2,63

Riepilogo generale verifiche

Comb	**max M1**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M2**	**min F3**	**min F3**	**min F3**	**Max F3**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,64	1,66	2,44	1,63	9,81	1,42	1,37	1,63

Pressioni massime in fondazione

Comb	**max M1**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M2**	**min F3**	**min F3**	**min F3**	**Max F3**	
Dir. X-Y	368,38	349,05	316,19	375,15	114,81	372,38	378,17	375,16	kN/mq

Max = 378,17 kN/mq

Verifiche SLU plinto interno con pilastro singolo

CONFERIMENTO RAFFINAZIONE FINALE (SLU)

Combinazioni di verifica

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max F3	25,41	7,22	1493,83	-60,11	172,44	-0,60
Max M1-F2	14,71	-97,15	1023,33	449,31	178,23	-3,27
Min M1	13,34	55,89	1343,22	-373,28	187,07	0,71
Min F3	-28,48	39,98	574,14	-65,31	-280,09	1,68
Min F3	8,97	-44,94	574,97	265,80	104,77	-2,18
Min F3	-29,93	40,18	574,14	-61,38	-343,22	2,19
Min F3	9,42	-47,64	574,97	325,63	130,68	-3,08
Min M2-F1	-147,80	7,36	838,27	-74,97	-748,39	4,19
Max M2	101,14	-4,69	838,27	43,76	577,22	-3,35
Max F3	24,02	6,78	1493,82	-84,48	237,08	-1,00

Combinazioni utilizzate per verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	m
$p.p._{fond}$ =	868,38	868,38	868,38	868,38	868,38	868,38	868,38	868,38	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	Max M1	Min M1	Min F3	Min F3	Min F3	Min M2	Max M2	Max F3	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1023,33	1343,22	574,97	574,14	574,97	838,27	838,27	1493,82	kN
$H_{G;x}$ =	14,71	13,34	8,97	29,93	9,42	147,80	101,14	24,02	kN
$M_{G;x}$ =	178,23	187,07	104,77	343,22	130,68	748,39	577,22	237,08	kNm
$H_{G;y}$ =	97,15	55,89	44,94	40,18	47,64	7,36	4,69	6,78	kN
$M_{G;y}$ =	449,31	373,28	265,80	61,38	325,63	74,97	43,76	84,48	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m

d_y =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1891,71	2211,60	1443,35	1442,52	1443,35	1706,65	1706,65	2622,72	kN
$H_{G;x}$ =	14,71	13,34	8,97	29,93	9,42	147,80	101,14	24,02	kN
$M_{G;x}$ =	254,72	256,44	151,41	498,86	179,66	1516,95	1103,15	361,98	kNm
$H_{G;y}$ =	97,15	55,89	44,94	40,18	47,64	7,36	4,69	6,78	kN
$M_{G;y}$ =	954,49	663,91	499,49	270,32	573,36	113,24	68,15	119,74	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	1891,71	2211,60	1443,35	1442,52	1443,35	1706,65	1706,65	2622,72	kN
$H_{Ed;x}$ =	14,71	13,34	8,97	29,93	9,42	147,80	101,14	24,02	kN
$M_{Ed;x}$ =	254,72	256,44	151,41	498,86	179,66	1516,95	1103,15	361,98	kNm
e_x =	0,13	0,12	0,10	0,35	0,12	0,89	0,65	0,14	m
B'x =	2,43	2,47	2,49	2,01	2,45	0,92	1,41	2,42	m
$H_{Ed;y}$ =	97,15	55,89	44,94	40,18	47,64	7,36	4,69	6,78	kN
$M_{Ed;y}$ =	954,49	663,91	499,49	270,32	573,36	113,24	68,15	119,74	kNm
e_y =	0,50	0,30	0,35	0,19	0,40	0,07	0,04	0,05	m
B'y =	1,69	2,10	2,01	2,33	1,91	2,57	2,62	2,61	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max F3**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50

γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	
q' = q_0=	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	
B' =	1,69	2,10	2,01	2,01	1,91	0,92	1,41	2,42	m
L' =	2,43	2,47	2,49	2,33	2,45	2,57	2,62	2,61	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max F3**	
N_{Ed} =	1891,71	2211,60	1443,35	1442,52	1443,35	1706,65	1706,65	2622,72	kN
V_{Ed} =	14,71	13,34	8,97	29,93	9,42	147,80	101,14	24,02	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,47	1,57	1,54	1,58	1,52	1,24	1,36	1,63	
s_γ=	0,72	0,66	0,68	0,65	0,69	0,86	0,79	0,63	
s_c=s_c^0=	1,49	1,59	1,56	1,60	1,54	1,25	1,38	1,65	
m=m^0=	1,41	1,46	1,45	1,54	1,44	1,74	1,65	1,52	
i_q=	0,99	0,99	0,99	0,97	0,99	0,86	0,91	0,99	
i_γ=	0,98	0,99	0,99	0,95	0,98	0,78	0,85	0,98	
i_c=	0,99	0,99	0,99	0,97	0,99	0,85	0,90	0,99	
d_q=	1,30	1,30	1,30	1,32	1,30	1,37	1,35	1,30	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,46	1,46	1,46	1,49	1,46	1,56	1,53	1,46	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	16312,19	21838,13	20730,39	19342,61	19151,62	6930,74	12472,84	27264,77	
R_d=	7092,26	9494,84	9013,21	8409,83	8326,79	3013,37	5422,97	11854,25	
N_{Ed}=	1891,71	2211,60	1443,35	1442,52	1443,35	1706,65	1706,65	2622,72	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	3,75	4,29	6,24	5,83	5,77	1,77	3,18	4,52	

Verifica in direzione y

Comb	Max M1	Min M1	Min F3	Min F3	Min F3	Min M2	Max M2	Max F3	
NEd =	1891,71	2211,60	1443,35	1442,52	1443,35	1706,65	1706,65	2622,72	kN
VEd =	97,15	55,89	44,94	40,18	47,64	7,36	4,69	6,78	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,47	1,57	1,54	1,58	1,52	1,24	1,36	1,63	
s_γ=	0,72	0,66	0,68	0,65	0,69	0,86	0,79	0,63	
s_c=s_c^0=	1,49	1,59	1,56	1,60	1,54	1,25	1,38	1,65	
m=m^0=	1,59	1,54	1,55	1,46	1,56	1,26	1,35	1,48	
i_q=	0,92	0,96	0,95	0,96	0,95	0,99	1,00	1,00	
i_γ=	0,87	0,94	0,92	0,93	0,92	0,99	0,99	0,99	
i_c=	0,92	0,96	0,95	0,96	0,95	0,99	1,00	1,00	
d_q=	1,33	1,32	1,32	1,31	1,33	1,30	1,30	1,30	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,51	1,48	1,49	1,47	1,50	1,46	1,45	1,45	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	15138,04	21190,12	19923,57	19136,12	18348,10	8249,04	13870,02	27527,74	
Rd=	6581,76	9213,10	8662,42	8320,05	7977,44	3586,54	6030,45	11968,58	
Nd=	1891,71	2211,60	1443,35	1442,52	1443,35	1706,65	1706,65	2622,72	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	3,48	4,17	6,00	5,77	5,53	2,10	3,53	4,56	

Riepilogo generale verifiche

Comb	Max M1	Min M1	Min F3	Min F3	Min F3	Min M2	Max M2	Max F3
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	3,48	4,17	6,00	5,77	5,53	1,77	3,18	4,52

Pressioni massime in fondazione

Comb	Max M1	Min M1	Min F3	Min F3	Min F3	Min M2	Max M2	Max F3	
Dir. X-Y	460,27	426,78	288,67	308,90	309,03	720,76	462,86	414,77	kN/mq

Max = 720,76 kN/mq

Verifiche SLV plinto interno con pilastro singolo

CONFERIMENTO (SLV)
Combinazioni di verifica

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max F3	9,84	10,14	1076,33	159,18	96,06	1,62
Max F3	17,23	10,10	1076,33	159,48	157,75	1,69
Max F3	9,84	17,53	1076,33	97,61	96,06	1,62
Max F3	17,23	17,48	1076,33	97,91	157,75	1,69
Min M2-F1	-50,54	-18,55	834,29	-105,59	-469,59	-3,63
Min M2-F1	-50,54	-11,17	834,29	-167,16	-469,59	-3,63
Max M2	50,54	11,17	839,19	167,16	469,59	3,63
Max M2	50,54	18,55	839,19	105,59	469,59	3,63
Max M1	11,27	41,01	607,34	456,02	110,77	3,54
Max M1	18,70	41,04	607,34	455,77	172,75	3,60
Min M1	-18,70	-41,04	607,30	-455,77	-172,75	-3,60
Min M1	-11,27	-41,01	607,30	-456,02	-110,77	-3,54
Max M2	11,94	41,01	722,67	456,02	116,57	3,54
Max M2	19,28	41,04	722,67	455,77	177,72	3,60
Min M1	-19,28	-41,04	717,78	-455,77	-177,72	-3,60
Min M1	-11,94	-41,01	717,78	-456,02	-116,57	-3,54
Min F3	-46,35	-17,36	411,79	-102,77	-447,52	-3,63
Min F3	46,35	9,98	411,82	164,34	447,52	3,63
Min F3	9,70	39,15	411,82	450,09	99,77	3,54
Min F3	17,07	39,17	411,82	449,89	161,20	3,60
Max F2	-10,53	-48,51	644,82	-389,40	-102,30	-3,54
Max F2	10,53	48,51	644,83	389,40	102,30	3,54

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B")

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max F3	10,82	11,16	1183,96	175,10	105,67	1,78
Max F3	18,95	11,10	1183,96	175,43	173,53	1,85
Max F3	10,82	19,28	1183,96	107,37	105,67	1,78
Max F3	18,95	19,22	1183,96	107,70	173,53	1,85
Min M2-F1	-55,60	-20,40	834,29	-116,15	-516,55	-3,99
Min M2-F1	-55,60	-12,28	834,29	-183,88	-516,55	-3,99
Max M2	55,60	12,28	839,19	183,88	516,55	3,99

Max M2	55,60	20,40	839,19	116,15	516,55	3,99
Max M1	12,40	45,11	607,34	501,62	121,85	3,89
Max M1	20,57	45,15	607,34	501,34	190,02	3,96
Min M1	-20,57	-45,15	607,30	-501,34	-190,02	-3,96
Min M1	-12,40	-45,11	607,30	-501,62	-121,85	-3,89
Max M2	13,14	45,11	722,67	501,62	128,23	3,89
Max M2	21,20	45,15	722,67	501,34	195,49	3,96
Min M1	-21,20	-45,15	717,78	-501,34	-195,49	-3,96
Min M1	-13,14	-45,11	717,78	-501,62	-128,23	-3,89
Min F3	-50,99	-19,09	411,79	-113,04	-492,27	-3,99
Min F3	50,99	10,97	411,82	180,77	492,27	3,99
Min F3	10,67	43,07	411,82	495,09	109,75	3,89
Min F3	18,77	43,09	411,82	494,87	177,32	3,96
Max F2	-11,58	-53,36	644,82	-428,35	-112,53	-3,89
Max F2	11,58	53,36	644,83	428,35	112,53	3,89

NON amplificato (minimizza N - massimizza M)

Combinazioni utilizzate per verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	m
$p.p._{fond}$ =	868,38	868,38	868,38	868,38	868,38	868,38	868,38	868,38	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Max F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max M2**	**Min F3**	**Min F3**	**Max F2**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1183,96	834,29	839,19	722,67	411,82	411,82	644,83	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	18,95	55,60	55,60	21,20	50,99	18,77	11,58	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	173,53	516,55	516,55	195,49	492,27	177,32	112,53	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	11,10	12,28	12,28	45,15	10,97	43,09	53,36	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	175,43	183,88	183,88	501,34	180,77	494,87	428,35	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m

d_y =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	2052,34	1702,67	1707,57	1591,05	1280,20	1280,20	1513,21	868,38	kN
$H_{G;x}$ =	18,95	55,60	55,60	21,20	50,99	18,77	11,58	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	272,07	805,67	805,67	305,73	757,42	274,92	172,75	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	11,10	12,28	12,28	45,15	10,97	43,09	53,36	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	233,15	247,74	247,74	736,12	237,81	718,94	705,82	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	2052,34	1702,67	1707,57	1591,05	1280,20	1280,20	1513,21	868,38	kN
$H_{Ed;x}$ =	18,95	55,60	55,60	21,20	50,99	18,77	11,58	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	272,07	805,67	805,67	305,73	757,42	274,92	172,75	0,00	kNm
e_x =	0,13	0,47	0,47	0,19	0,59	0,21	0,11	0,00	m
B'x =	2,43	1,75	1,76	2,32	1,52	2,27	2,47	2,70	m
$H_{Ed;y}$ =	11,10	12,28	12,28	45,15	10,97	43,09	53,36	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	233,15	247,74	247,74	736,12	237,81	718,94	705,82	0,00	kNm
e_y =	0,11	0,15	0,15	0,46	0,19	0,56	0,47	0,00	m
B'y =	2,47	2,41	2,41	1,77	2,33	1,58	1,77	2,70	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Max F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max M2**	**Min F3**	**Min F3**	**Max F2**	**0**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50

γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	5,60	
q' = q_0=	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	57,60	
B' =	2,43	1,75	1,76	1,77	1,52	1,58	1,77	2,70	m
L' =	2,47	2,41	2,41	2,32	2,33	2,27	2,47	2,70	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Max F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max M2**	**Min F3**	**Min F3**	**Max F2**	**0**	
N_{Ed} =	2052,34	1702,67	1707,57	1591,05	1280,20	1280,20	1513,21	868,38	kN
V_{Ed} =	18,95	55,60	55,60	21,20	50,99	18,77	11,58	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,66	1,49	1,49	1,52	1,44	1,47	1,48	1,67	
s_γ=	0,61	0,71	0,71	0,69	0,74	0,72	0,71	0,60	
s_c=s_c^0=	1,69	1,51	1,51	1,54	1,45	1,48	1,50	1,70	
m=m^0=	1,50	1,58	1,58	1,43	1,61	1,41	1,42	1,50	
i_q=	0,99	0,95	0,95	0,98	0,94	0,98	0,99	1,00	
i_γ=	0,98	0,92	0,92	0,97	0,90	0,97	0,98	1,00	
i_c=	0,99	0,95	0,95	0,98	0,94	0,98	0,99	1,00	
d_q=	1,30	1,33	1,33	1,31	1,34	1,31	1,30	1,29	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,46	1,51	1,51	1,47	1,52	1,47	1,46	1,45	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	26468,18	16277,48	16316,64	16613,14	13021,59	14056,86	17468,07	32627,51	
R_d=	11507,90	7077,16	7094,19	7223,10	5661,56	6111,68	7594,81	14185,87	
N_{Ed}=	2052,34	1702,67	1707,57	1591,05	1280,20	1280,20	1513,21	868,38	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	5,61	4,16	4,15	4,54	4,42	4,77	5,02	16,34	

Verifica in direzione y

Comb	**Max F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max M2**	**Min F3**	**Min F3**	**Max F2**	**0**	
NEd =	2052,34	1702,67	1707,57	1591,05	1280,20	1280,20	1513,21	868,38	kN
VEd =	11,10	12,28	12,28	45,15	10,97	43,09	53,36	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,66	1,49	1,49	1,52	1,44	1,47	1,48	1,67	
s_γ=	0,61	0,71	0,71	0,69	0,74	0,72	0,71	0,60	
s_c=s_c^0=	1,69	1,51	1,51	1,54	1,45	1,48	1,50	1,70	
m=m^0=	1,50	1,42	1,42	1,57	1,39	1,59	1,58	1,50	
i_q=	0,99	0,99	0,99	0,96	0,99	0,95	0,95	1,00	
i_γ=	0,99	0,98	0,98	0,93	0,98	0,92	0,91	1,00	
i_c=	0,99	0,99	0,99	0,96	0,99	0,95	0,94	1,00	
d_q=	1,30	1,31	1,31	1,33	1,31	1,34	1,33	1,29	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,46	1,47	1,47	1,51	1,47	1,52	1,51	1,45	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	26620,07	16987,47	17025,82	16198,12	13760,71	13586,97	16669,01	32627,51	
Rd=	11573,95	7385,86	7402,53	7042,66	5982,92	5907,38	7247,39	14185,87	
Nd=	2052,34	1702,67	1707,57	1591,05	1280,20	1280,20	1513,21	868,38	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	5,64	4,34	4,34	4,43	4,67	4,61	4,79	16,34	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Max F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max M2**	**Min F3**	**Min F3**	**Max F2**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,61	4,16	4,15	4,43	4,42	4,61	4,79	16,34

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Max F3**	**Min M2**	**Max M2**	**Max M2**	**Min F3**	**Min F3**	**Max F2**	**0**	
Dir. X-Y	340,87	403,04	403,44	387,16	362,49	357,58	346,45	119,12	kN/mq

Max = 403,44 kN/mq

6.8.3 Verifiche geotecniche plinti "Raffinazione finale"

Verifiche SLU

RAFFINAZIONE FINALE (SLU)

Combinazioni di verifica

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	-11,34	-69,80	695,37	586,44	-118,22	-1,41
Min F3	-10,76	-75,33	695,37	641,40	-111,63	-0,17
Min F3	-16,26	-88,89	695,38	1042,72	-224,30	-3,39
Min F3	-15,74	-97,29	695,38	1150,23	-216,53	-1,39
Max M2	23,61	51,00	1047,70	-710,22	404,30	3,57
Min M2-F1	-30,62	-5,57	1088,02	245,04	-546,82	-1,05
Max F2	-10,80	-151,43	1577,31	825,65	-111,78	-0,17
Max F3	-11,47	11,70	2516,36	20,61	-119,47	0,09
Max F3	-0,71	17,50	2516,41	207,87	-493,06	-1,05
Max M1	-10,21	-144,50	1488,08	1409,77	-225,59	-1,79
Min M1	21,25	58,62	1198,60	-813,49	399,96	3,57
Max M2	-7,32	-7,56	2121,23	391,93	-404,45	-1,50

Combinazioni utilizzate per verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	m
B_y =	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	498,02	498,02	498,02	498,02	498,02	498,02	498,02	498,02	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	Min F3	Max M2	Min M2	Max F2	Max F3	Max M1	Min M1	Max M2	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	695,38	1047,70	1088,02	1577,31	2516,41	1488,08	1198,60	2121,23	kN
$H_{G;x}$ =	15,74	23,61	30,62	10,80	0,71	10,21	21,25	7,32	kN
$M_{G;x}$ =	216,53	404,30	546,82	111,78	493,06	225,59	399,96	404,45	kNm
$H_{G;y}$ =	97,29	51,00	5,57	151,43	17,50	144,50	58,62	7,56	kN
$M_{G;y}$ =	1150,23	710,22	245,04	825,65	207,87	1409,77	813,49	391,93	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm

$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1193,40	1545,72	1586,04	2075,33	3163,84	1986,10	1696,62	2619,25	kN
$H_{G;x}$ =	15,74	23,61	30,62	10,80	0,71	10,21	21,25	7,32	kN
$M_{G;x}$ =	251,16	456,24	614,18	135,54	494,62	248,05	446,71	420,55	kNm
$H_{G;y}$ =	97,29	51,00	5,57	151,43	17,50	144,50	58,62	7,56	kN
$M_{G;y}$ =	1364,27	822,42	257,29	1158,80	246,37	1727,67	942,45	408,56	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	1193,40	1545,72	1586,04	2075,33	3163,84	1986,10	1696,62	2619,25	kN
$H_{Ed;x}$ =	15,74	23,61	30,62	10,80	0,71	10,21	21,25	7,32	kN
$M_{Ed;x}$ =	251,16	456,24	614,18	135,54	494,62	248,05	446,71	420,55	kNm
e_x =	0,21	0,30	0,39	0,07	0,16	0,12	0,26	0,16	m
B'x =	2,58	2,41	2,23	2,87	2,69	2,75	2,47	2,68	m
$H_{Ed;y}$ =	97,29	51,00	5,57	151,43	17,50	144,50	58,62	7,56	kN
$M_{Ed;y}$ =	1364,27	822,42	257,29	1158,80	246,37	1727,67	942,45	408,56	kNm
e_y =	1,14	0,53	0,16	0,56	0,08	0,87	0,56	0,16	m
B'y =	0,71	1,94	2,68	1,88	2,84	1,26	1,89	2,69	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min M1**	**Max M2**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50

c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	0,71	1,94	2,23	1,88	2,69	1,26	1,89	2,68	m
L' =	2,58	2,41	2,68	2,87	2,84	2,75	2,47	2,69	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min M1**	**Max M2**	
N_{Ed} =	1193,40	1545,72	1586,04	2075,33	3163,84	1986,10	1696,62	2619,25	kN
V_{Ed} =	15,74	23,61	30,62	10,80	0,71	10,21	21,25	7,32	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,19	1,54	1,56	1,44	1,64	1,31	1,52	1,67	
s_γ=	0,89	0,68	0,67	0,74	0,62	0,82	0,69	0,60	
s_c=s_c^0=	1,19	1,56	1,58	1,46	1,66	1,32	1,53	1,70	
m=m^0=	1,22	1,45	1,55	1,40	1,51	1,31	1,43	1,50	
i_q=	0,98	0,98	0,97	0,99	1,00	0,99	0,98	1,00	
i_γ=	0,97	0,96	0,95	0,99	1,00	0,99	0,97	0,99	
i_c=	0,98	0,98	0,97	0,99	1,00	0,99	0,98	1,00	
d_q=	1,24	1,26	1,22	1,22	1,23	1,23	1,25	1,23	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,37	1,40	1,33	1,33	1,36	1,35	1,39	1,36	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	3733,47	11325,06	13851,03	12618,48	19674,80	7591,11	11225,43	18745,68	
R_d=	1623,25	4923,94	6022,19	5486,30	8554,26	3300,48	4880,62	8150,30	
N_{Ed}=	1193,40	1545,72	1586,04	2075,33	3163,84	1986,10	1696,62	2619,25	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	

CS =	1,36	3,19	3,80	2,64	2,70	1,66	2,88	3,11

Verifica in direzione y

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min M1**	**Max M2**	
NEd =	1193,40	1545,72	1586,04	2075,33	3163,84	1986,10	1696,62	2619,25	kN
VEd =	97,29	51,00	5,57	151,43	17,50	144,50	58,62	7,56	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,19	1,54	1,56	1,44	1,64	1,31	1,52	1,67	
s_γ=	0,89	0,68	0,67	0,74	0,62	0,82	0,69	0,60	
s_c=s_c^0=	1,19	1,56	1,58	1,46	1,66	1,32	1,53	1,70	
m=m^0=	1,78	1,55	1,45	1,60	1,49	1,69	1,57	1,50	
i_q=	0,86	0,95	1,00	0,89	0,99	0,88	0,95	1,00	
i_γ=	0,79	0,92	0,99	0,82	0,99	0,82	0,92	0,99	
i_c=	0,86	0,95	0,99	0,88	0,99	0,88	0,95	1,00	
d_q=	1,34	1,23	1,24	1,24	1,22	1,29	1,24	1,23	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,51	1,36	1,36	1,36	1,34	1,43	1,36	1,36	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	3008,81	10506,69	14746,32	10743,16	19442,86	6326,19	10348,98	18738,20	
Rd=	1308,18	4568,13	6411,44	4670,94	8453,42	2750,52	4499,56	8147,04	
Nd=	1193,40	1545,72	1586,04	2075,33	3163,84	1986,10	1696,62	2619,25	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	1,10	2,96	4,04	2,25	2,67	1,38	2,65	3,11	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min M1**	**Max M2**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,10	2,96	3,80	2,25	2,67	1,38	2,65	3,11

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min M1**	**Max M2**	
Dir. X-Y	648,39	331,36	266,36	384,05	413,93	573,04	363,12	363,74	kN/mq

Max = 648,39 kN/mq

Verifiche SLV

RAFFINAZIONE FINALE (SLV)

Combinazioni di verifica

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	-19,87	-20,55	753,72	-39,83	-217,12	-1,19
Min F3	-19,96	-4,79	753,72	-204,04	-218,11	-1,37
Min F3	-20,20	-4,89	753,72	-203,04	-220,88	-1,30
Min F3	-20,09	-4,79	753,72	-204,04	-219,54	-1,37
Min F3	-20,39	-4,89	753,72	-203,06	-223,09	-1,30
Max F3	5,81	4,82	1699,74	212,39	68,38	1,45
Max F3	20,19	4,82	1699,74	212,39	217,03	1,45
Max M2	50,65	4,03	1540,29	227,85	552,06	3,23
Min M2-F1	-51,03	-19,20	1578,52	-66,10	-551,32	-2,02
Max M1	7,47	38,27	871,07	591,13	89,92	5,16
Max F2	-21,45	-53,83	866,36	-426,88	-234,51	-4,43
Max M1	21,78	38,27	871,07	591,13	238,36	5,16
Max M1	7,12	38,27	871,07	591,13	85,87	5,16
Max F2	-21,77	-53,83	866,36	-426,88	-238,16	-4,43
Max M1	21,43	38,27	871,07	591,13	234,31	5,16
Min F3	21,75	29,75	762,62	527,61	238,23	5,16

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B")

Combinazioni di verifica amplificate del 14% per "Non linearità geometriche"

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	-24,92	-25,76	753,72	-49,95	-272,27	-1,49
Min F3	-25,03	-6,00	753,72	-255,87	-273,51	-1,72
Min F3	-25,33	-6,13	753,72	-254,61	-276,99	-1,63
Min F3	-25,19	-6,00	753,72	-255,87	-275,31	-1,72
Min F3	-25,57	-6,13	753,72	-254,63	-279,75	-1,63
Max F3	7,29	6,04	2131,47	266,34	85,75	1,81
Max F3	25,31	6,04	2131,47	266,34	272,16	1,81
Max M2	63,52	5,06	1540,29	285,72	692,28	4,05
Min M2-F1	-63,99	-24,08	1578,52	-82,89	-691,35	-2,54
Max M1	9,36	47,98	871,07	741,27	112,75	6,47
Max F2	-26,90	-67,50	866,36	-535,30	-294,08	-5,56

Max M1	27,32	47,98	871,07	741,27	298,91	6,47
Max M1	8,92	47,98	871,07	741,27	107,68	6,47
Max F2	-27,30	-67,50	866,36	-535,30	-298,65	-5,56
Max M1	26,88	47,98	871,07	741,27	293,83	6,47
Min F3	27,27	37,30	762,62	661,63	298,74	6,47

NON amplificato (minimizza N - massimizza M)

Combinazioni utilizzate per le verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	m
B_y =	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	498,02	498,02	498,02	498,02	498,02	498,02	498,02	498,02	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Min F3**	**Max F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max M1**	**Max F2**	**Min F3**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	753,72	2131,47	1540,29	1578,52	866,36	871,07	866,36	762,62	kN
$H_{G;x}$ =	25,57	25,31	63,52	63,99	26,90	27,32	27,30	27,27	kN
$M_{G;x}$ =	279,75	272,16	692,28	691,35	294,08	298,91	298,65	298,74	kNm
$H_{G;y}$ =	6,13	6,04	5,06	24,08	67,50	47,98	67,50	37,30	kN
$M_{G;y}$ =	254,63	266,34	285,72	82,89	535,30	741,27	535,30	661,63	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1251,74	2629,49	2038,31	2076,54	1364,38	1369,09	1364,38	1260,64	kN
$H_{G;x}$ =	25,57	25,31	63,52	63,99	26,90	27,32	27,30	27,27	kN
$M_{G;x}$ =	336,00	327,84	832,02	832,13	353,26	359,01	358,71	358,73	kNm
$H_{G;y}$ =	6,13	6,04	5,06	24,08	67,50	47,98	67,50	37,30	kN
$M_{G;y}$ =	268,12	279,63	296,85	135,87	683,80	846,83	683,80	743,69	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN

$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	1251,74	2629,49	2038,31	2076,54	1364,38	1369,09	1364,38	1260,64	kN
$H_{Ed;x}$ =	25,57	25,31	63,52	63,99	26,90	27,32	27,30	27,27	kN
$M_{Ed;x}$ =	336,00	327,84	832,02	832,13	353,26	359,01	358,71	358,73	kNm
e_x =	0,27	0,12	0,41	0,40	0,26	0,26	0,26	0,28	m
B'x =	2,46	2,75	2,18	2,20	2,48	2,48	2,47	2,43	m
$H_{Ed;y}$ =	6,13	6,04	5,06	24,08	67,50	47,98	67,50	37,30	kN
$M_{Ed;y}$ =	268,12	279,63	296,85	135,87	683,80	846,83	683,80	743,69	kNm
e_y =	0,21	0,11	0,15	0,07	0,50	0,62	0,50	0,59	m
B'y =	2,57	2,79	2,71	2,87	2,00	1,76	2,00	1,82	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Min F3**	**Max F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max M1**	**Max F2**	**Min F3**	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	2,46	2,75	2,18	2,20	2,00	1,76	2,00	1,82	m
L' =	2,57	2,79	2,71	2,87	2,48	2,48	2,47	2,43	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Min F3**	**Max F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max M1**	**Max F2**	**Min F3**	
N_{Ed} =	1251,74	2629,49	2038,31	2076,54	1364,38	1369,09	1364,38	1260,64	kN

V_{Ed} =	25,57	25,31	63,52	63,99	26,90	27,32	27,30	27,27	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,65	1,67	1,54	1,52	1,54	1,48	1,54	1,51	
s_γ=	0,62	0,61	0,68	0,69	0,68	0,72	0,68	0,70	
s_c=s_c^0=	1,67	1,69	1,56	1,54	1,56	1,50	1,56	1,52	
m=m^0=	1,51	1,50	1,55	1,57	1,45	1,42	1,45	1,43	
i_q=	0,97	0,99	0,95	0,95	0,97	0,97	0,97	0,97	
i_γ=	0,95	0,98	0,92	0,92	0,95	0,95	0,95	0,95	
i_c=	0,97	0,99	0,95	0,95	0,97	0,97	0,97	0,97	
d_q=	1,26	1,23	1,22	1,22	1,25	1,25	1,25	1,26	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,39	1,35	1,33	1,33	1,39	1,39	1,39	1,39	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	15968,01	19648,98	13370,06	14075,10	11933,22	10195,15	11901,98	10445,66	
R_d=	6942,61	8543,03	5813,07	6119,61	5188,36	4432,67	5174,78	4541,59	
N_{Ed}=	1251,74	2629,49	2038,31	2076,54	1364,38	1369,09	1364,38	1260,64	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	5,55	3,25	2,85	2,95	3,80	3,24	3,79	3,60	

Verifica in direzione y

Comb	**Min F3**	**Max F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max M1**	**Max F2**	**Min F3**	
NEd =	1251,74	2629,49	2038,31	2076,54	1364,38	1369,09	1364,38	1260,64	kN
VEd =	6,13	6,04	5,06	24,08	67,50	47,98	67,50	37,30	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,65	1,67	1,54	1,52	1,54	1,48	1,54	1,51	
s_γ=	0,62	0,61	0,68	0,69	0,68	0,72	0,68	0,70	
s_c=s_c^0=	1,67	1,69	1,56	1,54	1,56	1,50	1,56	1,52	
m=m^0=	1,49	1,50	1,45	1,43	1,55	1,58	1,55	1,57	
i_q=	0,99	1,00	1,00	0,98	0,93	0,95	0,93	0,96	
i_γ=	0,99	0,99	0,99	0,97	0,88	0,91	0,88	0,93	

i_c=	0,99	1,00	1,00	0,98	0,92	0,94	0,92	0,95
d_q=	1,24	1,23	1,23	1,22	1,23	1,25	1,23	1,24
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_c=d_c^0$=	1,37	1,34	1,35	1,33	1,35	1,37	1,35	1,37
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	16303,89	19863,68	14547,69	15080,62	10868,01	9482,16	10842,99	9834,24
Rd=	7088,65	8636,38	6325,08	6556,79	4725,22	4122,68	4714,35	4275,76
Nd=	1251,74	2629,49	2038,31	2076,54	1364,38	1369,09	1364,38	1260,64
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,66	3,28	3,10	3,16	3,46	3,01	3,46	3,39

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Min F3**	**Max F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max M1**	**Max F2**	**Min F3**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,55	3,25	2,85	2,95	3,46	3,01	3,46	3,39

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Min F3**	**Max F3**	**Max M2**	**Min M2**	**Max F2**	**Max M1**	**Max F2**	**Min F3**	
Dir. X-Y	197,61	342,97	344,61	329,19	275,16	313,71	276,05	284,92	kN/mq

Max = 344,61 kN/mq

6.8.4 Verifiche geotecniche plinti "Maturazione secondaria"

Verifiche SLU plinto con pilastro singolo

MATURAZIONE SECONDARIA (SLU)

Combinazioni di verifica

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1	10,08	-68,69	1470,98	743,54	192,26	3,69
Min M1	8,38	135,86	1626,42	-989,05	181,66	-2,48
Max F3	-15,47	2,81	1957,59	-20,20	-165,80	-1,38
Max F3	-4,06	1,65	1957,58	-40,36	-342,06	-1,57
Min F3	49,94	32,13	567,12	-357,39	176,99	-1,63
Min F3	-73,15	-20,56	567,12	254,07	-475,26	-3,15
Min F3	53,13	46,56	567,12	-593,25	230,52	-2,15
Min F3	-96,18	40,16	567,12	-509,85	-340,25	-1,94
Min F3	-31,78	42,28	567,12	-537,42	23,97	-2,15
Min M2	-144,14	0,34	888,05	10,79	-761,23	-3,00
Max M2-F1	146,36	-6,83	888,05	112,53	788,68	-5,07
Max F2	8,78	137,70	1189,56	-812,54	141,66	-2,15

Combinazioni utilizzate per verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	Max M1	Min M1	Max F3	Min F3	Min F3	Min F3	Max M2	Max F2	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1470,98	1626,42	1957,58	567,12	567,12	567,12	888,08	1189,56	kN
$H_{G;x}$ =	10,08	8,38	4,06	73,15	53,13	96,18	146,36	8,78	kN
$M_{G;x}$ =	192,26	181,66	342,06	475,26	230,52	340,25	788,68	141,66	kNm
$H_{G;y}$ =	68,69	135,86	1,65	20,56	46,56	40,16	6,83	137,70	kN
$M_{G;y}$ =	743,54	989,05	40,36	254,07	593,25	509,85	112,53	812,54	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN

$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1878,41	2033,85	2487,24	974,55	974,55	974,55	1295,51	1596,99	kN
$H_{G;x}$ =	10,08	8,38	4,06	73,15	53,13	96,18	146,36	8,78	kN
$M_{G;x}$ =	214,44	200,10	350,99	636,19	347,41	551,85	1110,67	160,98	kNm
$H_{G;y}$ =	68,69	135,86	1,65	20,56	46,56	40,16	6,83	137,70	kN
$M_{G;y}$ =	894,66	1287,94	43,99	299,30	695,68	598,20	127,56	1115,48	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	1878,41	2033,85	2487,24	974,55	974,55	974,55	1295,51	1596,99	kN
$H_{Ed;x}$ =	10,08	8,38	4,06	73,15	53,13	96,18	146,36	8,78	kN
$M_{Ed;x}$ =	214,44	200,10	350,99	636,19	347,41	551,85	1110,67	160,98	kNm
e_x =	0,11	0,10	0,14	0,65	0,36	0,57	0,86	0,10	m
B'x =	2,47	2,50	2,42	1,39	1,99	1,57	0,99	2,50	m
$H_{Ed;y}$ =	68,69	135,86	1,65	20,56	46,56	40,16	6,83	137,70	kN
$M_{Ed;y}$ =	894,66	1287,94	43,99	299,30	695,68	598,20	127,56	1115,48	kNm
e_y =	0,48	0,63	0,02	0,31	0,71	0,61	0,10	0,70	m
B'y =	1,75	1,43	2,66	2,09	1,27	1,47	2,50	1,30	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Max M2**	**Max F2**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	1,75	1,43	2,42	1,39	1,27	1,47	0,99	1,30	m
L' =	2,47	2,50	2,66	2,09	1,99	1,57	2,50	2,50	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Max M2**	**Max F2**	
N_{Ed} =	1878,41	2033,85	2487,24	974,55	974,55	974,55	1295,51	1596,99	kN
V_{Ed} =	10,08	8,38	4,06	73,15	53,13	96,18	146,36	8,78	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,48	1,39	1,61	1,45	1,43	1,63	1,27	1,35	
s_γ=	0,72	0,77	0,64	0,73	0,74	0,62	0,84	0,79	
s_c=s_c^0=	1,49	1,40	1,63	1,47	1,45	1,66	1,27	1,36	
m=m^0=	1,41	1,36	1,52	1,60	1,39	1,48	1,72	1,34	
i_q=	0,99	0,99	1,00	0,89	0,93	0,86	0,82	0,99	
i_γ=	0,99	0,99	1,00	0,82	0,88	0,78	0,73	0,99	
i_c=	0,99	0,99	1,00	0,88	0,92	0,85	0,81	0,99	
d_q=	1,25	1,25	1,26	1,27	1,23	1,26	1,31	1,25	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,39	1,38	1,40	1,42	1,35	1,40	1,47	1,38	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	10301,36	8193,59	16501,01	5806,94	5228,10	4921,84	4036,53	7289,78	
R_d=	4478,85	3562,43	7174,35	2524,76	2273,09	2139,93	1755,01	3169,47	
N_{Ed}=	1878,41	2033,85	2487,24	974,55	974,55	974,55	1295,51	1596,99	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	2,38	1,75	2,88	2,59	2,33	2,20	1,35	1,98	

Verifica in direzione y

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Max M2**	**Max F2**	
NEd =	1878,41	2033,85	2487,24	974,55	974,55	974,55	1295,51	1596,99	kN
VEd =	68,69	135,86	1,65	20,56	46,56	40,16	6,83	137,70	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,48	1,39	1,61	1,45	1,43	1,63	1,27	1,35	
s_γ=	0,72	0,77	0,64	0,73	0,74	0,62	0,84	0,79	
s_c=s_c^0=	1,49	1,40	1,63	1,47	1,45	1,66	1,27	1,36	
m=m^0=	1,59	1,64	1,48	1,40	1,61	1,52	1,28	1,66	
i_q=	0,94	0,89	1,00	0,97	0,93	0,94	0,99	0,86	
i_γ=	0,91	0,84	1,00	0,95	0,88	0,90	0,99	0,79	
i_c=	0,94	0,89	1,00	0,97	0,92	0,94	0,99	0,86	
d_q=	1,25	1,27	1,24	1,22	1,28	1,27	1,25	1,28	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,38	1,41	1,36	1,34	1,43	1,41	1,38	1,43	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	9338,24	6970,40	16398,45	6399,05	5239,22	5413,85	5280,13	5967,78	
Rd=	4060,10	3030,61	7129,76	2782,20	2277,92	2353,85	2295,71	2594,69	
Nd=	1878,41	2033,85	2487,24	974,55	974,55	974,55	1295,51	1596,99	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	2,16	1,49	2,87	2,85	2,34	2,42	1,77	1,62	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Max M2**	**Max F2**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	2,16	1,49	2,87	2,59	2,33	2,20	1,35	1,62

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Max M1**	**Min M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Min F3**	**Max M2**	**Max F2**	
Dir. X-Y	434,91	566,79	386,07	335,08	385,48	422,27	525,26	490,56	kN/mq

Verifiche SLV plinto con pilastro singolo

MATURAZIONE SECONDARIA (SLV)

Combinazioni di verifica

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min M2-F1	-49,78	-23,19	995,92	-131,75	-537,29	-3,28
Min M2	-49,78	-12,26	995,92	-241,18	-537,29	-3,28
Max M2	49,78	12,26	1001,84	241,18	537,29	3,28
Max M2	49,78	23,19	1001,84	131,75	537,29	3,28
Max F2	-19,32	-50,65	995,92	-435,08	-205,22	-1,73
Min M2	-49,78	-23,01	995,99	-133,54	-537,29	-3,28
Min M2	-49,78	-12,09	995,99	-242,97	-537,29	-3,28
Max M2	49,78	12,09	1001,90	242,97	537,29	3,28
Max M2	49,78	23,01	1001,90	133,54	537,29	3,28
Max M1	19,32	39,55	1001,90	546,33	205,22	1,73
Min M1	-19,32	-39,55	995,99	-546,33	-205,22	-1,73
Max F3	6,67	6,72	1301,32	192,24	82,35	1,25
Max F3	17,59	6,72	1301,32	192,24	191,72	1,12
Max F3	17,59	17,64	1301,32	82,81	191,72	1,12
Min F3	36,24	11,16	581,82	239,36	404,18	3,41
Min F3	-47,13	-11,31	581,81	-237,69	-513,19	-3,28
Min F3	7,29	38,74	581,82	543,22	85,63	1,85
Min F3	18,18	38,89	581,82	541,55	194,65	1,73
Min F3	-47,13	-11,16	581,81	-239,37	-513,19	-3,28
Min F3	-18,18	-38,75	581,81	-543,25	-194,65	-1,73

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B")

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min M2-F1	-54,75	-25,51	995,92	-144,92	-591,02	-3,61
Min M2	-54,75	-13,49	995,92	-265,29	-591,02	-3,61
Max M2	54,75	13,49	1001,84	265,29	591,02	3,61
Max M2	54,75	25,51	1001,84	144,92	591,02	3,61
Max F2	-21,25	-55,71	995,92	-478,59	-225,74	-1,90
Min M2	-54,75	-25,31	995,99	-146,90	-591,02	-3,61
Min M2	-54,75	-13,30	995,99	-267,27	-591,02	-3,61
Max M2	54,75	13,30	1001,90	267,27	591,02	3,61
Max M2	54,75	25,31	1001,90	146,90	591,02	3,61
Max M1	21,25	43,51	1001,90	600,96	225,74	1,90

Min M1	-21,25	-43,51	995,99	-600,96	-225,74	-1,90
Max F3	7,34	7,39	1431,45	211,47	90,59	1,37
Max F3	19,35	7,39	1431,45	211,47	210,89	1,23
Max F3	19,35	19,40	1431,45	91,10	210,89	1,23
Min F3	39,86	12,28	581,82	263,30	444,59	3,75
Min F3	-51,84	-12,44	581,81	-261,46	-564,51	-3,61
Min F3	8,02	42,62	581,82	597,54	94,19	2,04
Min F3	19,99	42,78	581,82	595,70	214,12	1,90
Min F3	-51,84	-12,28	581,81	-263,31	-564,51	-3,61
Min F3	-19,99	-42,62	581,81	-597,58	-214,12	-1,90

NON amplificato (minimizza N - massimizza M)

Combinazioni utilizzate per verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Min M2**	**Max F2**	**Max M2**	**Max M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	995,92	995,92	1001,90	1001,90	1431,45	581,82	581,81	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	54,75	21,25	54,75	21,25	19,35	19,99	51,84	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	591,02	225,74	591,02	225,74	210,89	214,12	564,51	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	13,49	55,71	13,30	43,51	7,39	42,78	12,28	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	265,29	478,59	267,27	600,96	211,47	595,70	263,31	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1403,35	1403,35	1409,33	1409,33	1838,88	989,25	989,24	407,43	kN

$H_{G;x}$ =	54,75	21,25	54,75	21,25	19,35	19,99	51,84	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	711,47	272,49	711,47	272,49	253,46	258,10	678,56	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	13,49	55,71	13,30	43,51	7,39	42,78	12,28	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	294,97	601,15	296,53	696,68	227,73	689,82	290,33	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	1403,35	1403,35	1409,33	1409,33	1838,88	989,25	989,24	407,43	kN
$H_{Ed;x}$ =	54,75	21,25	54,75	21,25	19,35	19,99	51,84	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	711,47	272,49	711,47	272,49	253,46	258,10	678,56	0,00	kNm
e_x =	0,51	0,19	0,50	0,19	0,14	0,26	0,69	0,00	m
B'x =	1,69	2,31	1,69	2,31	2,42	2,18	1,33	2,70	m
$H_{Ed;y}$ =	13,49	55,71	13,30	43,51	7,39	42,78	12,28	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	294,97	601,15	296,53	696,68	227,73	689,82	290,33	0,00	kNm
e_y =	0,21	0,43	0,21	0,49	0,12	0,70	0,29	0,00	m
B'y =	2,28	1,84	2,28	1,71	2,45	1,31	2,11	2,70	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Min M2**	**Max F2**	**Max M2**	**Max M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**0**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40

B' =	1,69	1,84	1,69	1,71	2,42	1,31	1,33	2,70	m
L' =	2,28	2,31	2,28	2,31	2,45	2,18	2,11	2,70	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Min M2**	**Max F2**	**Max M2**	**Max M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**0**	
N_{Ed} =	1403,35	1403,35	1409,33	1409,33	1838,88	989,25	989,24	407,43	kN
V_{Ed} =	54,75	21,25	54,75	21,25	19,35	19,99	51,84	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,50	1,54	1,50	1,50	1,67	1,40	1,42	1,67	
s_γ=	0,70	0,68	0,70	0,70	0,60	0,76	0,75	0,60	
s_c=s_c^0=	1,52	1,56	1,52	1,52	1,69	1,42	1,44	1,70	
m=m^0=	1,57	1,44	1,57	1,43	1,50	1,37	1,61	1,50	
i_q=	0,94	0,98	0,94	0,98	0,98	0,97	0,92	1,00	
i_γ=	0,90	0,96	0,90	0,96	0,97	0,95	0,87	1,00	
i_c=	0,94	0,98	0,94	0,98	0,98	0,97	0,92	1,00	
d_q=	1,25	1,21	1,25	1,21	1,26	1,22	1,28	1,23	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,38	1,32	1,38	1,32	1,40	1,33	1,43	1,36	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	8382,30	9885,65	8410,63	9016,75	15390,31	6122,13	5738,07	19069,61	
R_d=	3644,48	4298,11	3656,80	3920,33	6691,44	2661,80	2494,81	8291,13	
N_{Ed}=	1403,35	1403,35	1409,33	1409,33	1838,88	989,25	989,24	407,43	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	2,60	3,06	2,59	2,78	3,64	2,69	2,52	20,35	

Verifica in direzione y

Comb	**Min M2**	**Max F2**	**Max M2**	**Max M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**0**	
NEd =	1403,35	1403,35	1409,33	1409,33	1838,88	989,25	989,24	407,43	kN
VEd =	13,49	55,71	13,30	43,51	7,39	42,78	12,28	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	

s_q=	1,50	1,54	1,50	1,50	1,67	1,40	1,42	1,67
s_γ=	0,70	0,68	0,70	0,70	0,60	0,76	0,75	0,60
s_c=s_c^0=	1,52	1,56	1,52	1,52	1,69	1,42	1,44	1,70
m=m^0=	1,43	1,56	1,43	1,57	1,50	1,63	1,39	1,50
i_q=	0,99	0,94	0,99	0,95	0,99	0,93	0,98	1,00
i_γ=	0,98	0,90	0,98	0,92	0,99	0,89	0,97	1,00
i_c=	0,99	0,94	0,99	0,95	0,99	0,93	0,98	1,00
d_q=	1,21	1,24	1,21	1,25	1,26	1,28	1,22	1,23
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
d_c=d_c^0=	1,32	1,37	1,32	1,38	1,39	1,43	1,34	1,36
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	8825,49	9473,89	8854,57	8753,28	15531,71	5836,52	6171,69	19069,61
Rd=	3837,17	4119,08	3849,81	3805,77	6752,92	2537,62	2683,34	8291,13
Nd=	1403,35	1403,35	1409,33	1409,33	1838,88	989,25	989,24	407,43
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	2,73	2,94	2,73	2,70	3,67	2,57	2,71	20,35

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Min M2**	**Max F2**	**Max M2**	**Max M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	2,60	2,94	2,59	2,70	3,64	2,57	2,52	20,35

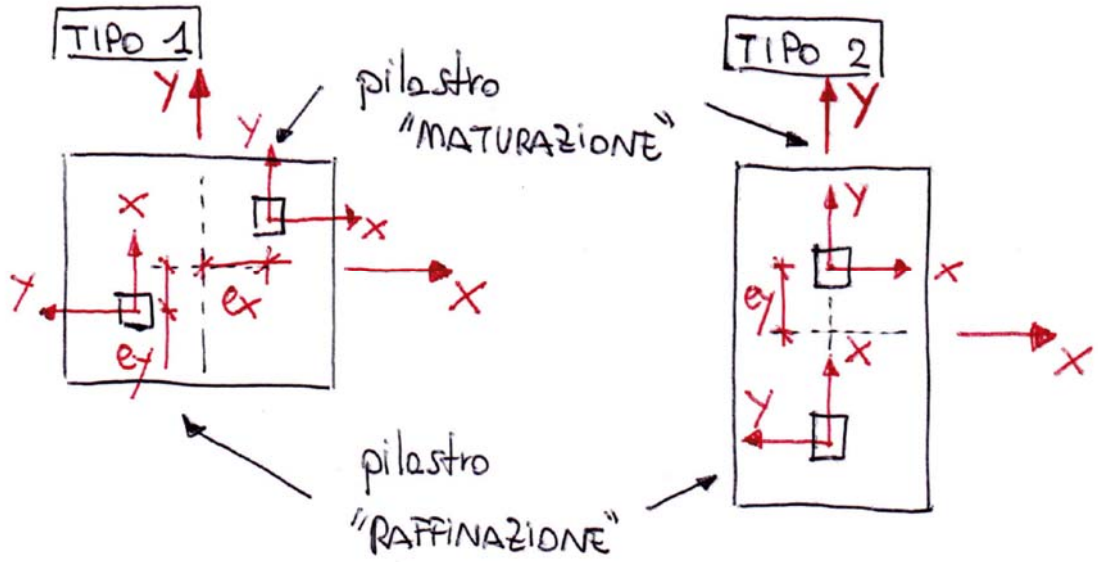
Pressioni massime in fondazione

Comb	**Min M2**	**Max F2**	**Max M2**	**Max M1**	**Max F3**	**Min F3**	**Min F3**	**0**	
Dir. X-Y	365,12	329,35	365,81	356,00	309,30	347,92	352,50	55,89	kN/mq

Max = 365,81 kN/mq

Sollecitazioni SLU/SLV plinto con pilastro doppio "Tipo 1"

Plinto con 2 pilastri posto tra MATURAZIONE SECONDARIA e RAFFINAZIONE (tipo 1)



MATURAZIONE SECONDARIA (SLU)

Combinazioni di verifica (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1	10,08	68,69	1470,98	743,54	192,26	3,69
Min M1	8,38	135,86	1626,42	989,05	181,66	2,48
Max F3	4,06	1,65	1957,58	40,36	342,06	1,57
Min F3	73,15	20,56	567,12	254,07	475,26	3,15
Min F3	53,13	46,56	567,12	593,25	230,52	2,15
Min F3	96,18	40,16	567,12	509,85	340,25	1,94
Max M2-F1	146,36	6,83	888,05	112,53	788,68	5,07
Max F2	8,78	137,70	1189,56	812,54	141,66	2,15

MATURAZIONE SECONDARIA (SLV)

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F1						
Max M2	54,75	13,30	1001,90	267,27	591,02	3,61

Min M2	54,75	13,49	995,92	265,29	591,02	3,61
Max F2	21,25	55,71	995,92	478,59	225,74	1,90
Max M1	21,25	43,51	1001,90	600,96	225,74	1,90
Max F3	19,35	7,39	1431,45	211,47	210,89	1,23
Min F3	51,84	12,28	581,81	263,31	564,51	3,61
Min F3	19,99	42,78	581,82	595,70	214,12	1,90

RAFFINAZIONE FINALE (SLU)

Combinazioni di verifica (valore assoluto)

Le azioni F1/F2 e M1/M2 sono state invertite in quanto i sistemi di riferimento in SAP sono ruotati rispetto a quanto previsto pe il modello "MATURAZIONE".

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	97,29	15,74	695,38	216,53	1150,23	1,39
Max M2	51,00	23,61	1047,70	404,30	710,22	3,57
Min M2-F1	5,57	30,62	1088,02	546,82	245,04	1,05
Max F2	151,43	10,80	1577,31	111,78	825,65	0,17
Max F3	17,50	0,71	2516,41	493,06	207,87	1,05
Max M1	144,50	10,21	1488,08	225,59	1409,77	1,79
Min M1	58,62	21,25	1198,60	399,96	813,49	3,57
Max M2	7,56	7,32	2121,23	404,45	391,93	1,50

RAFFINAZIONE FINALE (SLV)

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

Le azioni F1/F2 e M1/M2 sono state invertite in quanto i sistemi di riferimento in SAP sono ruotati rispetto a quanto previsto pe il modello "MATURAZIONE".

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	6,13	25,57	753,72	279,75	254,63	1,63
Min F3						
Min F3	37,30	27,27	762,62	298,74	661,63	6,47
Max F3	6,04	25,31	2131,47	272,16	266,34	1,81
Max M2	5,06	63,52	1540,29	692,28	285,72	4,05
Max M1	47,98	27,32	871,07	298,91	741,27	6,47
Min M1						
Max F2	67,50	27,30	866,36	298,65	535,30	5,56

Geometria plinto composto

L plinto =	5,10	m	dimensione 1 plinto (in pianta)
B plinto =	3,80	m	dimensione 2 plinto (in pianta)
Lx =	--	m	distanza pilastro dal bordo lungo "L"
By =	--	m	distanza pilastro dal bordo lungo "B"
ex =	1,05	m	eccentricità lungo "L"
ey =	0,55	m	eccentricità lungo "B"

Combinazioni utlizzate per la verifica GEO del plinto composto:

Combo_1 = Min F3 pilastro 1 + Min F3 pilastro 2
Combo_2 = Min F3 pilastro 1 + Max F3 pilastro 2
Combo_3 = Max F3 pilastro 1 + Min F3 pilastro 2
Combo_4 = Max F3 pilastro 1 + Max F3 pilastro 2
Combo_5 = Max M1 pilastro 1 + Max M1 pilastro 2
Combo_6 = Max M2 pilastro 1 + Max M2 pilastro 2

Statica - SLU

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Combo_1	170,43	36,29	1262,50	541,13	1760,16	4,54
Combo_2	90,64	21,26	3083,53	1819,24	2729,88	4,20
Combo_3	101,35	17,38	2652,97	951,09	2817,60	2,96
Combo_4	21,56	2,36	4473,99	840,77	1136,69	2,62
Combo_5	13,96	166,48	2714,44	1831,99	992,02	3,53
Combo_6	290,86	17,04	2376,13	668,13	2828,47	6,86

Sismica - SLV

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Combo_1	57,29	70,05	1344,44	993,88	1065,58	8,37
Combo_2	26,04	68,09	2713,29	1720,17	2107,59	3,71
Combo_3	56,65	34,66	2194,07	878,07	1574,80	7,70
Combo_4	25,39	32,70	3562,92	868,64	1212,25	3,05
Combo_5	26,31	107,02	2542,20	1589,36	1076,77	5,95
Combo_6	102,74	40,81	1866,98	632,87	1463,39	10,08

Verifiche SLU plinto con pilastro doppio "Tipo 1"

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	m
B_y =	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1262,50	3083,53	2652,97	4473,99	2714,44	2376,13	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	170,43	90,64	101,35	21,56	13,96	290,86	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1760,16	2729,88	2817,60	1136,69	992,02	2828,47	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	36,29	21,26	17,38	2,36	166,48	17,04	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	541,13	1819,24	951,09	840,77	1831,99	668,13	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	2331,64	4152,67	3722,11	5863,88	3783,58	3445,27	1069,14	1069,14	kN
$H_{G;x}$ =	170,43	90,64	101,35	21,56	13,96	290,86	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	2135,11	2929,29	3040,57	1184,12	1022,73	3468,36	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	36,29	21,26	17,38	2,36	166,48	17,04	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	620,97	1866,01	989,33	845,96	2198,25	705,62	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	2331,64	4152,67	3722,11	5863,88	3783,58	3445,27	1069,14	1069,14	kN

$H_{Ed;x}$ =	170,43	90,64	101,35	21,56	13,96	290,86	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	2135,11	2929,29	3040,57	1184,12	1022,73	3468,36	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,92	0,71	0,82	0,20	0,27	1,01	0,00	0,00	m
B'x =	3,27	3,69	3,47	4,70	4,56	3,09	5,10	5,10	m
$H_{Ed;y}$ =	36,29	21,26	17,38	2,36	166,48	17,04	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	620,97	1866,01	989,33	845,96	2198,25	705,62	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,27	0,45	0,27	0,14	0,58	0,20	0,00	0,00	m
B'y =	3,27	2,90	3,27	3,51	2,64	3,39	3,80	3,80	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	Combo1	Combo2	Combo3	Combo4	Combo5	Combo6	0	0	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_{γ} =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	3,27	2,90	3,27	3,51	2,64	3,09	3,80	3,80	m
L' =	3,27	3,69	3,47	4,70	4,56	3,39	5,10	5,10	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	Combo1	Combo2	Combo3	Combo4	Combo5	Combo6	0	0	
N_{Ed} =	2331,64	4152,67	3722,11	5863,88	3783,58	3445,27	1069,14	1069,14	kN
V_{Ed} =	170,43	90,64	101,35	21,56	13,96	290,86	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_{γ}=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,67	1,53	1,64	1,50	1,39	1,61	1,50	1,50	coefficie
s_{γ}=	0,60	0,69	0,62	0,70	0,77	0,64	0,70	0,70	
s_c=s_c^0=	1,70	1,55	1,66	1,52	1,40	1,64	1,52	1,52	

$m=m^0=$	1,50	1,44	1,49	1,43	1,37	1,52	1,43	1,43
$i_q=$	0,90	0,97	0,96	0,99	1,00	0,88	1,00	1,00
$i_\gamma=$	0,83	0,95	0,94	0,99	0,99	0,80	1,00	1,00
$i_c=$	0,89	0,97	0,96	0,99	0,99	0,87	1,00	1,00
$d_q=$	1,19	1,17	1,18	1,13	1,14	1,20	1,12	1,12
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_c=d_c^0=$	1,29	1,26	1,28	1,20	1,21	1,31	1,19	1,19
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\omega =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$g_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$Q_{lim}=$	24551,65	25379,46	27671,78	40776,02	28527,13	22971,26	48764,97	48764,97
$R_d=$	10674,63	11034,55	12031,21	17728,71	12403,10	9987,51	21202,16	21202,16
$N_{Ed}=$	2331,64	4152,67	3722,11	5863,88	3783,58	3445,27	1069,14	1069,14
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	4,58	2,66	3,23	3,02	3,28	2,90	19,83	19,83

Verifica in direzione y

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
NEd =	2331,64	4152,67	3722,11	5863,88	3783,58	3445,27	1069,14	1069,14	kN
VEd =	36,29	21,26	17,38	2,36	166,48	17,04	0,00	0,00	kN
$N_q=$	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
$N_\gamma=$	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
$N_c=$	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
$s_q=$	1,67	1,53	1,64	1,50	1,39	1,61	1,50	1,50	
$s_\gamma=$	0,60	0,69	0,62	0,70	0,77	0,64	0,70	0,70	
$s_c=s_c^0=$	1,70	1,55	1,66	1,52	1,40	1,64	1,52	1,52	
$m=m^0=$	1,50	1,56	1,51	1,57	1,63	1,48	1,57	1,57	
$i_q=$	0,98	0,99	0,99	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	
$i_\gamma=$	0,96	0,99	0,99	1,00	0,89	0,99	1,00	1,00	
$i_c=$	0,98	0,99	0,99	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	
$d_q=$	1,19	1,22	1,19	1,18	1,24	1,19	1,17	1,17	
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$d_c=d_c^0=$	1,29	1,33	1,29	1,27	1,36	1,28	1,25	1,25	
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	27004,03	25981,66	28710,20	39972,90	25548,93	26280,18	47178,30	47178,30
Rd=	11740,88	11296,37	12482,70	17379,52	11108,23	11426,17	20512,31	20512,31
Nd=	2331,64	4152,67	3722,11	5863,88	3783,58	3445,27	1069,14	1069,14
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,04	2,72	3,35	2,96	2,94	3,32	19,19	19,19

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	4,58	2,66	3,23	2,96	2,94	2,90	19,19	19,19

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	218,33	387,97	328,55	355,60	314,57	329,23	55,17	55,17	kN/mq

Max = 387,97 kN/mq

Verifiche SLV plinto con pilastro doppio "Tipo 1"

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	m
B_y =	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	1069,14	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1344,44	2713,29	2194,07	3562,92	2542,20	1866,98	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	57,29	26,04	56,65	25,39	26,31	102,74	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1065,58	2107,59	1574,80	1212,25	1076,77	1463,39	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	70,05	68,09	34,66	32,70	107,02	40,81	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	993,88	1720,17	878,07	868,64	1589,36	632,87	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm

$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	2413,58	3782,43	3263,21	4632,06	3611,34	2936,12	1069,14	1069,14	kN
$H_{G;x}$ =	57,29	26,04	56,65	25,39	26,31	102,74	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1191,62	2164,88	1699,43	1268,11	1134,65	1689,42	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	70,05	68,09	34,66	32,70	107,02	40,81	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	1147,99	1869,97	954,32	940,58	1824,80	722,65	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	2413,58	3782,43	3263,21	4632,06	3611,34	2936,12	1069,14	1069,14	kN
$H_{Ed;x}$ =	57,29	26,04	56,65	25,39	26,31	102,74	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	1191,62	2164,88	1699,43	1268,11	1134,65	1689,42	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,49	0,57	0,52	0,27	0,31	0,58	0,00	0,00	m
B'x =	4,11	3,96	4,06	4,55	4,47	3,95	5,10	5,10	m
$H_{Ed;y}$ =	70,05	68,09	34,66	32,70	107,02	40,81	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	1147,99	1869,97	954,32	940,58	1824,80	722,65	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,48	0,49	0,29	0,20	0,51	0,25	0,00	0,00	m
B'y =	2,85	2,81	3,22	3,39	2,79	3,31	3,80	3,80	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50

c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	2,85	2,81	3,22	3,39	2,79	3,31	3,80	3,80	m
L' =	4,11	3,96	4,06	4,55	4,47	3,95	5,10	5,10	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	2413,58	3782,43	3263,21	4632,06	3611,34	2936,12	1069,14	1069,14	kN
V_{Ed} =	57,29	26,04	56,65	25,39	26,31	102,74	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,47	1,48	1,53	1,50	1,42	1,56	1,50	1,50	
s_γ=	0,72	0,72	0,68	0,70	0,75	0,66	0,70	0,70	
s_c=s_c^0=	1,48	1,50	1,55	1,52	1,44	1,58	1,52	1,52	
m=m^0=	1,41	1,42	1,44	1,43	1,38	1,46	1,43	1,43	
i_q=	0,97	0,99	0,98	0,99	0,99	0,95	1,00	1,00	
i_γ=	0,95	0,98	0,96	0,99	0,98	0,92	1,00	1,00	
i_c=	0,97	0,99	0,97	0,99	0,99	0,95	1,00	1,00	
d_q=	1,15	1,16	1,16	1,14	1,14	1,16	1,12	1,12	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,23	1,24	1,24	1,21	1,21	1,24	1,19	1,19	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	27285,42	26621,48	31401,07	37925,76	29634,50	30824,24	48764,97	48764,97	
R_d=	11863,23	11574,56	13652,64	16489,46	12884,57	13401,84	21202,16	21202,16	
N_{Ed}=	2413,58	3782,43	3263,21	4632,06	3611,34	2936,12	1069,14	1069,14	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	

CS =	4,92	3,06	4,18	3,56	3,57	4,56	19,83	19,83

Verifica in direzione y

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
NEd =	2413,58	3782,43	3263,21	4632,06	3611,34	2936,12	1069,14	1069,14	kN
VEd =	70,05	68,09	34,66	32,70	107,02	40,81	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,47	1,48	1,53	1,50	1,42	1,56	1,50	1,50	
s_γ=	0,72	0,72	0,68	0,70	0,75	0,66	0,70	0,70	
s_c=s_c^0=	1,48	1,50	1,55	1,52	1,44	1,58	1,52	1,52	
m=m^0=	1,59	1,58	1,56	1,57	1,62	1,54	1,57	1,57	
i_q=	0,96	0,97	0,98	0,99	0,95	0,98	1,00	1,00	
i_γ=	0,93	0,96	0,97	0,98	0,93	0,97	1,00	1,00	
i_c=	0,95	0,97	0,98	0,99	0,95	0,98	1,00	1,00	
d_q=	1,22	1,22	1,20	1,19	1,23	1,19	1,17	1,17	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,34	1,34	1,30	1,28	1,34	1,29	1,25	1,25	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	26538,35	25815,47	31407,09	36958,54	27589,21	31679,88	47178,30	47178,30	
Rd=	11538,41	11224,12	13655,26	16068,93	11995,31	13773,86	20512,31	20512,31	
Nd=	2413,58	3782,43	3263,21	4632,06	3611,34	2936,12	1069,14	1069,14	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	4,78	2,97	4,18	3,47	3,32	4,69	19,19	19,19	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	4,78	2,97	4,18	3,47	3,32	4,56	19,19	19,19

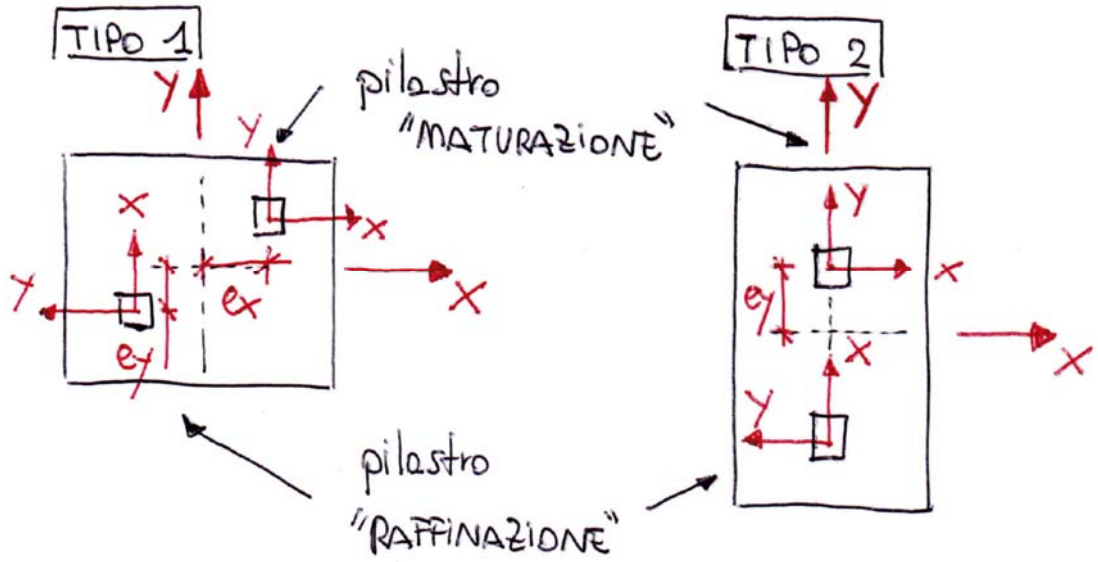
Pressioni massime in fondazione

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	206,01	340,17	250,09	299,80	289,53	224,77	55,17	55,17	kN/mq

Max = 340,17 kN/mq

Sollecitazioni SLU/SLV plinto con pilastro doppio "Tipo 2"

Plinto con 2 pilastri posto tra MATURAZIONE SECONDARIA e RAFFINAZIONE (tipo 2)



MATURAZIONE SECONDARIA (SLU)

Combinazioni di verifica (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M1	10,08	68,69	1470,98	743,54	192,26	3,69
Min M1	8,38	135,86	1626,42	989,05	181,66	2,48
Max F3	4,06	1,65	1957,58	40,36	342,06	1,57
Min F3	73,15	20,56	567,12	254,07	475,26	3,15
Min F3	53,13	46,56	567,12	593,25	230,52	2,15
Min F3	96,18	40,16	567,12	509,85	340,25	1,94
Max M2-F1	146,36	6,83	888,05	112,53	788,68	5,07
Max F2	8,78	137,70	1189,56	812,54	141,66	2,15

MATURAZIONE SECONDARIA (SLV)

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F1						
Max M2	54,75	13,30	1001,90	267,27	591,02	3,61

Min M2	54,75	13,49	995,92	265,29	591,02	3,61
Max F2	21,25	55,71	995,92	478,59	225,74	1,90
Max M1	21,25	43,51	1001,90	600,96	225,74	1,90
Max F3	19,35	7,39	1431,45	211,47	210,89	1,23
Min F3	51,84	12,28	581,81	263,31	564,51	3,61
Min F3	19,99	42,78	581,82	595,70	214,12	1,90

RAFFINAZIONE FINALE (SLU)

Combinazioni di verifica (valore assoluto)

Le azioni F1/F2 e M1/M2 sono state invertite in quanto i sistemi di riferimento in SAP sono ruotati rispetto a quanto previsto pe il modello "MATURAZIONE".

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	97,29	15,74	695,38	216,53	1150,23	1,39
Max M2	51,00	23,61	1047,70	404,30	710,22	3,57
Min M2-F1	5,57	30,62	1088,02	546,82	245,04	1,05
Max F2	151,43	10,80	1577,31	111,78	825,65	0,17
Max F3	17,50	0,71	2516,41	493,06	207,87	1,05
Max M1	144,50	10,21	1488,08	225,59	1409,77	1,79
Min M1	58,62	21,25	1198,60	399,96	813,49	3,57
Max M2	7,56	7,32	2121,23	404,45	391,93	1,50

RAFFINAZIONE FINALE (SLV)

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

Le azioni F1/F2 e M1/M2 sono state invertite in quanto i sistemi di riferimento in SAP sono ruotati rispetto a quanto previsto pe il modello "MATURAZIONE".

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	6,13	25,57	753,72	279,75	254,63	1,63
Min F3						
Min F3	37,30	27,27	762,62	298,74	661,63	6,47
Max F3	6,04	25,31	2131,47	272,16	266,34	1,81
Max M2	5,06	63,52	1540,29	692,28	285,72	4,05
Max M1	47,98	27,32	871,07	298,91	741,27	6,47
Min M1						
Max F2	67,50	27,30	866,36	298,65	535,30	5,56

Geometria plinto composto

L plinto =	3,20	m	dimensione 1 plinto (in pianta)
B plinto =	4,30	m	dimensione 2 plinto (in pianta)
Lx =	1,60	m	distanza pilastro dal bordo lungo "L"
By =	1,60	m	distanza pilastro dal bordo lungo "B"
ex =	0,00	m	eccentricità lungo "L"
ey =	0,55	m	eccentricità lungo "B"

Combinazioni utlizzate per la verifica GEO del plinto composto:

Combo_1 = Min F3 pilastro 1 + Min F3 pilastro 2
Combo_2 = Min F3 pilastro 1 + Max F3 pilastro 2
Combo_3 = Max F3 pilastro 1 + Min F3 pilastro 2
Combo_4 = Max F3 pilastro 1 + Max F3 pilastro 2
Combo_5 = Max M1 pilastro 1 + Max M1 pilastro 2
Combo_6 = Max M2 pilastro 1 + Max M2 pilastro 2

Statica - SLU

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Combo_1	170,43	36,29	1262,50	541,13	1625,49	4,54
Combo_2	90,64	21,26	3083,53	1819,24	683,13	4,20
Combo_3	101,35	17,38	2652,97	951,09	1492,29	2,96
Combo_4	21,56	2,36	4473,99	840,77	549,92	2,62
Combo_5	13,96	166,48	2714,44	1831,99	426,70	3,53
Combo_6	290,86	17,04	2376,13	668,13	2198,45	6,86

Sismica - SLV

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Combo_1	57,29	70,05	1344,44	993,88	875,74	3,53
Combo_2	26,04	68,09	2713,29	1720,17	480,46	3,71
Combo_3	56,65	34,66	2194,07	878,07	872,52	2,86
Combo_4	25,39	32,70	3562,92	868,64	477,24	3,05
Combo_5	26,31	107,02	2542,20	1589,36	511,46	5,95
Combo_6	102,74	40,81	1866,98	632,87	1332,30	10,08

Verifiche SLU plinto con pilastro doppio "Tipo 2"

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	m
B_y =	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	761,81	761,81	761,81	761,81	761,81	761,81	761,81	761,81	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1262,50	3083,53	2652,97	4473,99	2714,44	2376,13	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	170,43	90,64	101,35	21,56	13,96	290,86	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1625,49	683,13	1492,29	549,92	426,70	2198,45	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	36,29	21,26	17,38	2,36	166,48	17,04	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	541,13	1819,24	951,09	840,77	1831,99	668,13	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	2024,31	3845,34	3414,78	5464,34	3476,25	3137,94	761,81	761,81	kN
$H_{G;x}$ =	170,43	90,64	101,35	21,56	13,96	290,86	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	2000,44	882,54	1715,26	597,35	457,41	2838,34	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	36,29	21,26	17,38	2,36	166,48	17,04	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	620,97	1866,01	989,33	845,96	2198,25	705,62	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	2024,31	3845,34	3414,78	5464,34	3476,25	3137,94	761,81	761,81	kN

$H_{Ed;x}$ =	170,43	90,64	101,35	21,56	13,96	290,86	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	2000,44	882,54	1715,26	597,35	457,41	2838,34	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,99	0,23	0,50	0,11	0,13	0,90	0,00	0,00	m
B'x =	1,22	2,74	2,20	2,98	2,94	1,39	3,20	3,20	m
$H_{Ed;y}$ =	36,29	21,26	17,38	2,36	166,48	17,04	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	620,97	1866,01	989,33	845,96	2198,25	705,62	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,31	0,49	0,29	0,15	0,63	0,22	0,00	0,00	m
B'y =	3,69	3,33	3,72	3,99	3,04	3,85	4,30	4,30	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_{γ} =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	1,22	2,74	2,20	2,98	2,94	1,39	3,20	3,20	m
L' =	3,69	3,33	3,72	3,99	3,04	3,85	4,30	4,30	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	2024,31	3845,34	3414,78	5464,34	3476,25	3137,94	761,81	761,81	kN
V_{Ed} =	170,43	90,64	101,35	21,56	13,96	290,86	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,22	1,56	1,40	1,50	1,65	1,24	1,50	1,50	
s_γ=	0,87	0,67	0,76	0,70	0,61	0,86	0,70	0,70	
s_c=s_c^0=	1,23	1,57	1,41	1,52	1,68	1,25	1,52	1,52	

$m=m^0=$	1,75	1,55	1,63	1,57	1,51	1,73	1,57	1,57
$i_q=$	0,86	0,96	0,95	0,99	0,99	0,85	1,00	1,00
$i_\gamma=$	0,79	0,94	0,93	0,99	0,99	0,77	1,00	1,00
$i_c=$	0,85	0,96	0,95	0,99	0,99	0,84	1,00	1,00
$d_q=$	1,29	1,23	1,22	1,21	1,21	1,27	1,20	1,20
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_c=d_c^0=$	1,44	1,35	1,33	1,32	1,33	1,42	1,30	1,30
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\omega =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$g_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$Q_{lim}=$	7570,23	21760,02	17149,95	28583,95	22839,15	8971,87	33260,29	33260,29
$R_d=$	3291,41	9460,88	7456,50	12427,81	9930,07	3900,81	14460,99	14460,99
$N_{Ed}=$	2024,31	3845,34	3414,78	5464,34	3476,25	3137,94	761,81	761,81
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,63	2,46	2,18	2,27	2,86	1,24	18,98	18,98

Verifica in direzione y

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
NEd =	2024,31	3845,34	3414,78	5464,34	3476,25	3137,94	761,81	761,81	kN
VEd =	36,29	21,26	17,38	2,36	166,48	17,04	0,00	0,00	kN
$N_q=$	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
$N_\gamma=$	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
$N_c=$	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
$s_q=$	1,22	1,56	1,40	1,50	1,65	1,24	1,50	1,50	
$s_\gamma=$	0,87	0,67	0,76	0,70	0,61	0,86	0,70	0,70	
$s_c=s_c^0=$	1,23	1,57	1,41	1,52	1,68	1,25	1,52	1,52	
$m=m^0=$	1,25	1,45	1,37	1,43	1,49	1,27	1,43	1,43	
$i_q=$	0,98	0,99	0,99	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	
$i_\gamma=$	0,96	0,99	0,99	1,00	0,89	0,99	1,00	1,00	
$i_c=$	0,98	0,99	0,99	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	
$d_q=$	1,17	1,19	1,17	1,16	1,21	1,16	1,15	1,15	
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$d_c=d_c^0=$	1,26	1,29	1,26	1,24	1,32	1,25	1,22	1,22	
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	9517,60	22365,11	18907,01	29060,78	21228,99	11683,28	33847,00	33847,00
Rd=	4138,09	9723,96	8220,44	12635,12	9230,00	5079,69	14716,08	14716,08
Nd=	2024,31	3845,34	3414,78	5464,34	3476,25	3137,94	761,81	761,81
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	2,04	2,53	2,41	2,31	2,66	1,62	19,32	19,32

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	1,63	2,46	2,18	2,27	2,66	1,24	18,98	18,98

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	448,78	421,36	418,06	459,31	389,97	585,92	55,36	55,36	kN/mq

Max = 585,92 kN/mq

Verifiche SLV plinto con pilastro doppio "Tipo 2"

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	m
B_y =	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	761,81	761,81	761,81	761,81	761,81	761,81	761,81	761,81	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1344,44	2713,29	2194,07	3562,92	2542,20	1866,98	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	57,29	26,04	56,65	25,39	26,31	102,74	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	875,74	480,46	872,52	477,24	511,46	1332,30	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	70,05	68,09	34,66	32,70	107,02	40,81	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	993,88	1720,17	878,07	868,64	1589,36	632,87	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN

$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	2106,25	3475,10	2955,88	4324,73	3304,01	2628,79	761,81	761,81	kN
$H_{G;x}$ =	57,29	26,04	56,65	25,39	26,31	102,74	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1001,78	537,75	997,15	533,10	569,34	1558,33	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	70,05	68,09	34,66	32,70	107,02	40,81	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	1147,99	1869,97	954,32	940,58	1824,80	722,65	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	2106,25	3475,10	2955,88	4324,73	3304,01	2628,79	761,81	761,81	kN
$H_{Ed;x}$ =	57,29	26,04	56,65	25,39	26,31	102,74	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	1001,78	537,75	997,15	533,10	569,34	1558,33	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,48	0,15	0,34	0,12	0,17	0,59	0,00	0,00	m
B'x =	2,25	2,89	2,53	2,95	2,86	2,01	3,20	3,20	m
$H_{Ed;y}$ =	70,05	68,09	34,66	32,70	107,02	40,81	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	1147,99	1869,97	954,32	940,58	1824,80	722,65	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,55	0,54	0,32	0,22	0,55	0,27	0,00	0,00	m
B'y =	3,21	3,22	3,65	3,87	3,20	3,75	4,30	4,30	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	2,25	2,89	2,53	2,95	2,86	2,01	3,20	3,20	m
L' =	3,21	3,22	3,65	3,87	3,20	3,75	4,30	4,30	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	2106,25	3475,10	2955,88	4324,73	3304,01	2628,79	761,81	761,81	kN
V_{Ed} =	57,29	26,04	56,65	25,39	26,31	102,74	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,47	1,60	1,47	1,52	1,60	1,36	1,50	1,50	
s_γ=	0,72	0,64	0,72	0,69	0,64	0,79	0,70	0,70	
s_c=s_c^0=	1,49	1,63	1,48	1,53	1,62	1,38	1,52	1,52	
m=m^0=	1,59	1,53	1,59	1,57	1,53	1,65	1,57	1,57	
i_q=	0,96	0,99	0,97	0,99	0,99	0,94	1,00	1,00	
i_γ=	0,93	0,98	0,95	0,99	0,98	0,90	1,00	1,00	
i_c=	0,96	0,99	0,97	0,99	0,99	0,94	1,00	1,00	
d_q=	1,21	1,22	1,25	1,21	1,22	1,23	1,20	1,20	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,33	1,33	1,38	1,33	1,34	1,35	1,30	1,30	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	15849,00	23278,77	21337,43	27480,46	22767,61	15255,13	33260,29	33260,29	
R_d=	6890,87	10121,20	9277,14	11948,03	9898,96	6632,67	14460,99	14460,99	
N_{Ed}=	2106,25	3475,10	2955,88	4324,73	3304,01	2628,79	761,81	761,81	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	3,27	2,91	3,14	2,76	3,00	2,52	18,98	18,98	

Verifica in direzione y

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
NEd =	2106,25	3475,10	2955,88	4324,73	3304,01	2628,79	761,81	761,81	kN
VEd =	70,05	68,09	34,66	32,70	107,02	40,81	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,47	1,60	1,47	1,52	1,60	1,36	1,50	1,50	
s_γ=	0,72	0,64	0,72	0,69	0,64	0,79	0,70	0,70	
s_c=s_c^0=	1,49	1,63	1,48	1,53	1,62	1,38	1,52	1,52	
m=m^0=	1,41	1,47	1,41	1,43	1,47	1,35	1,43	1,43	
i_q=	0,95	0,97	0,98	0,99	0,95	0,98	1,00	1,00	
i_γ=	0,92	0,95	0,97	0,98	0,92	0,96	1,00	1,00	
i_c=	0,95	0,97	0,98	0,99	0,95	0,98	1,00	1,00	
d_q=	1,20	1,20	1,17	1,16	1,20	1,17	1,15	1,15	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,30	1,30	1,26	1,25	1,30	1,26	1,22	1,22	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	16353,06	22774,22	21687,69	27617,96	21823,83	16972,73	33847,00	33847,00	
Rd=	7110,02	9901,84	9429,43	12007,81	9488,62	7379,45	14716,08	14716,08	
Nd=	2106,25	3475,10	2955,88	4324,73	3304,01	2628,79	761,81	761,81	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	3,38	2,85	3,19	2,78	2,87	2,81	19,32	19,32	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	3,27	2,85	3,14	2,76	2,87	2,52	18,98	18,98

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	291,79	372,93	320,31	378,86	362,12	347,98	55,36	55,36	kN/mq

Max = 378,86 kN/mq

6.8.5 Verifiche geotecniche plinti "Stoccaggio"

Verifiche SLU

STOCCAGGIO (SLU)

Combinazioni di verifica

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
F1 M2 Max - F3 Min	64.23	4.93	436.11	-31.83	177.01	0.00
F1 M2 Max - F3 Max	64.23	4.93	568.94	-31.83	177.01	0.00
F2 M1 Max - F3 Min	4.93	80.52	802.54	-289.15	31.83	0.00
F2 M1 Max - F3 Max	4.93	-80.52	1099.39	289.15	31.83	0.00
F3 Max - M Min	-10.09	-6.54	1191.48	-13.40	-70.50	0.00
F3 Max - M Max	-10.09	16.40	1191.48	-50.25	-70.50	0.00
F3 Min - M Min	0.00	0.00	436.11	0.00	0.00	0.00
F3 Min - F1 M2 Max	-64.23	4.93	436.11	-31.83	-177.01	0.00
F3 Min - F2 M1 Max	49.58	-28.00	436.11	204.81	54.96	0.00

Combinazioni utilizzate per verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	F1 M2 Max - F3 Min	F1 M2 Max - F3 Max	F2 M1 Max - F3 Min	F2 M1 Max - F3 Max	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - F2 M1 Max	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione								
N_G =	436.11	568.94	802.54	1099.39	1191.48	1191.48	436.11	kN
$H_{G;x}$ =	64.23	64.23	4.93	4.93	10.09	10.09	49.58	kN
$M_{G;x}$ =	177.01	177.01	31.83	31.83	70.50	70.50	54.96	kNm
$H_{G;y}$ =	4.93	4.93	80.52	80.52	-6.54	16.40	28.00	kN

$M_{G;y}$ =	31.83	31.83	289.15	289.15	13.40	50.25	204.81	kNm
N_Q =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$H_{Q;x}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$M_{Q;x}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$M_{Q;y}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kNm
d_x =	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	m
e_x =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m
d_y =	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	m
e_y =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto								
N_G =	843.54	1098.60	1209.97	1629.05	1721.14	1721.14	843.54	kN
$H_{G;x}$ =	64.23	64.23	4.93	4.93	10.09	10.09	49.58	kN
$M_{G;x}$ =	318.31	318.31	42.68	42.68	92.70	92.70	164.03	kNm
$H_{G;y}$ =	4.93	4.93	80.52	80.52	-6.54	16.40	28.00	kN
$M_{G;y}$ =	42.68	42.68	466.29	466.29	-0.98	86.34	266.40	kNm
N_Q =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$H_{Q;x}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$M_{Q;x}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$M_{Q;y}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kNm
Sollecitazioni di verifica:								
γ_G =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
γ_Q =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
N_{Ed} =	843.54	1098.60	1209.97	1629.05	1721.14	1721.14	843.54	kN
$H_{Ed;x}$ =	64.23	64.23	4.93	4.93	10.09	10.09	49.58	kN
$M_{Ed;x}$ =	318.31	318.31	42.68	42.68	92.70	92.70	164.03	kNm
e_x =	0.38	0.29	0.04	0.03	0.05	0.05	0.19	m
B'x =	1.95	2.12	2.63	2.65	2.59	2.59	2.31	m
$H_{Ed;y}$ =	4.93	4.93	80.52	80.52	6.54	16.40	28.00	kN
$M_{Ed;y}$ =	42.68	42.68	466.29	466.29	0.98	86.34	266.40	kNm
e_y =	0.05	0.04	0.39	0.29	0.00	0.05	0.32	m
B'y =	2.60	2.62	1.93	2.13	2.70	2.60	2.07	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	F1 M2 Max - F3 Min	F1 M2 Max - F3 Max	F2 M1 Max - F3 Min	F2 M1 Max - F3 Max	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - F2 M1 Max
$\gamma_{c'}$ =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$\gamma_{\phi'}$ =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$\gamma_{R;v}$ =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
γ_γ =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
c'_k =	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

φ_k =	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	
γ_{ak} =	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
γ_{1k}=	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	
γ_{2k} =	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	
c'_d =	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
γ_{1d}=	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	
γ_{2d} =	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	1,95	2,12	1,93	2,13	2,59	2,59	2,07	m
L' =	2,60	2,62	2,63	2,65	2,70	2,60	2,31	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	F1 M2 Max - F3 Min	F1 M2 Max - F3 Max	F2 M1 Max - F3 Min	F2 M1 Max - F3 Max	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - F2 M1 Max	
N_{Ed} =	843,54	1098,60	1209,97	1629,05	1721,14	1721,14	843,54	kN
V_{Ed} =	64,23	64,23	4,93	4,93	10,09	10,09	49,58	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,50	1,55	1,49	1,54	1,65	1,67	1,60	
s_γ=	0,70	0,68	0,71	0,68	0,62	0,60	0,64	
s_c=s_c^0=	1,52	1,56	1,51	1,56	1,67	1,70	1,62	
m=m^0=	1,57	1,55	1,42	1,45	1,51	1,50	1,47	
i_q=	0,89	0,91	0,99	1,00	0,99	0,99	0,92	
i_γ=	0,82	0,86	0,99	0,99	0,99	0,99	0,87	
i_c=	0,88	0,91	0,99	1,00	0,99	0,99	0,92	
d_q=	1,23	1,22	1,24	1,24	1,24	1,24	1,21	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,36	1,34	1,37	1,36	1,37	1,37	1,32	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Q_{lim}=	10389,28	12026,74	12187,47	13848,03	17979,97	17508,94	10679,64
R_d=	4517,08	5229,02	5298,90	6020,88	7817,38	7612,58	4643,32
N_{Ed}=	843,54	1098,60	1209,97	1629,05	1721,14	1721,14	843,54
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,35	4,76	4,38	3,70	4,54	4,42	5,50

Verifica in direzione y

Comb	**F1 M2 Max - F3 Min**	**F1 M2 Max - F3 Max**	**F2 M1 Max - F3 Min**	**F2 M1 Max - F3 Max**	**F3 Max - M Min**	**F3 Max - M Max**	**F3 Min - F2 M1 Max**	
NEd =	843,54	1098,60	1209,97	1629,05	1721,14	1721,14	843,54	kN
VEd =	4,93	4,93	80,52	80,52	6,54	16,40	28,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,50	1,55	1,49	1,54	1,65	1,67	1,60	
s_γ=	0,70	0,68	0,71	0,68	0,62	0,60	0,64	
s_c=s_c^0=	1,52	1,56	1,51	1,56	1,67	1,70	1,62	
m=m^0=	1,43	1,45	1,58	1,55	1,49	1,50	1,53	
i_q=	0,99	0,99	0,90	0,93	0,99	0,99	0,95	
i_γ=	0,99	0,99	0,84	0,88	0,99	0,98	0,92	
i_c=	0,99	0,99	0,90	0,92	0,99	0,99	0,95	
d_q=	1,24	1,24	1,23	1,22	1,23	1,24	1,23	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,37	1,37	1,36	1,34	1,36	1,37	1,34	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	12178,08	13669,38	10525,22	12336,77	17985,49	17403,70	11112,11	
Rd=	5294,82	5943,21	4576,18	5363,81	7819,78	7566,83	4831,35	
Nd=	843,54	1098,60	1209,97	1629,05	1721,14	1721,14	843,54	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	6,28	5,41	3,78	3,29	4,54	4,40	5,73	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**F1 M2 Max - F3 Min**	**F1 M2 Max - F3 Max**	**F2 M1 Max - F3 Min**	**F2 M1 Max - F3 Max**	**F3 Max - M Min**	**F3 Max - M Max**	**F3 Min - F2 M1 Max**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,35	4,76	3,78	3,29	4,54	4,40	5,50

Pressioni massime in fondazione

Comb	F1 M2 Max - F3 Min	F1 M2 Max - F3 Max	F2 M1 Max - F3 Min	F2 M1 Max - F3 Max	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - F2 M1 Max	
Dir. X-Y	166.86	197.57	238.52	289.20	246.01	255.40	176.47	kN/mq

Max = 289.20 kN/mq

Verifiche SLV

STOCCAGGIO (SLV)

Combinazioni di verifica

	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
F3 MAX	Max	16.184	16.07	854.727	160.067	118.5561	0.5856
	|Min|	22.761	22.647	812.974	117.63	160.9931	0.5856
	Max	22.761	16.07	854.727	160.067	160.9931	0.5856
	|Min|	16.184	22.647	812.974	117.63	118.5561	0.5856
	Max	16.184	22.647	854.727	117.63	118.5561	0.5856
	|Min|	22.761	16.07	812.974	160.067	160.9931	0.5856
	Max	22.761	22.647	854.727	117.63	160.9931	0.5856
	|Min|	16.184	16.07	812.974	160.067	118.5561	0.5856
F3 MIN	Max	15.861	16.734	436.152	165.0431	116.0722	0.5856
	|Min|	22.438	23.31	436.068	122.6062	158.5092	0.5856
	Max	22.438	16.734	436.152	165.0431	158.5092	0.5856
	|Min|	15.861	23.31	436.068	122.6062	116.0722	0.5856
	Max	15.861	23.31	436.152	122.6062	116.0722	0.5856
	|Min|	22.438	16.734	436.068	165.0431	158.5092	0.5856
	Max	22.438	23.31	436.152	122.6062	158.5092	0.5856
	|Min|	15.861	16.734	436.068	165.0431	116.0722	0.5856
F1-M2 MAX	Max	61.344	17.676	634.441	170.1629	441.2205	0.9768
	|Min|	67.921	24.253	628.528	127.7259	483.6575	0.9768
	Max	61.344	24.253	634.441	127.7259	441.2205	0.9768
	|Min|	67.921	17.676	628.528	170.1629	483.6575	0.9768
	Max	67.921	17.676	634.441	170.1629	483.6575	0.9768
	|Min|	61.344	24.253	628.528	127.7259	441.2205	0.9768
	Max	67.921	24.253	634.441	127.7259	483.6575	0.9768
	|Min|	61.344	17.676	628.528	170.1629	441.2205	0.9768
F2-M1 MAX	Max	17.058	63.555	634.441	498.1113	123.524	1.5607
	|Min|	23.635	70.132	628.528	455.6743	165.961	1.5607
	Max	23.635	63.555	634.441	498.1113	165.961	1.5607
	|Min|	17.058	70.132	628.528	455.6743	123.524	1.5607
	Max	17.058	70.132	634.441	455.6743	123.524	1.5607

	|Min|	23.635	63.555	628.528	498.1113	165.961	1.5607
	Max	23.635	70.132	634.441	455.6743	165.961	1.5607
	|Min|	17.058	63.555	628.528	498.1113	123.524	1.5607

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
F3 Max - M Min	16.18	16.07	854.73	117.63	118.56	0.59
F3 Max - M Max	22.76	22.65	854.73	160.07	160.99	0.59
F3 Min - M Min	15.86	16.73	436.07	122.61	116.07	0.59
F3 Min - M Max	22.44	23.31	436.07	165.04	158.51	0.59
F1-M2 Max - F3 Max	67.92	24.25	634.44	170.16	483.66	0.98
F1-M2 Max - F3 Min	67.92	24.25	628.53	170.16	483.66	0.98
F2-M1 Max - F3 Max	23.64	70.13	634.44	498.11	165.96	1.56
F2-M1 Max - F3 Min	23.64	70.13	628.53	498.11	165.96	1.56

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B")

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
F3 Max - M Min	17.80	17.68	940.20	129.39	130.41	0.64
F3 Max - M Max	25.04	24.91	940.20	176.07	177.09	0.64
F3 Min - M Min	17.45	18.41	436.07	134.87	127.68	0.64
F3 Min - M Max	24.68	25.64	436.07	181.55	174.36	0.64
F1-M2 Max - F3 Max	74.71	26.68	697.89	187.18	532.02	1.07
F1-M2 Max - F3 Min	74.71	26.68	628.53	187.18	532.02	1.07
F2-M1 Max - F3 Max	26.00	77.15	697.89	547.92	182.56	1.72
F2-M1 Max - F3 Min	26.00	77.15	628.53	547.92	182.56	1.72

NON amplificato (minimizza N - massimizza M)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - M Min	F3 Min - M Max	F1-M2 Max - F3 Max	F1-M2 Max - F3 Min	F2-M1 Max - F3 Max	F2-M1 Max - F3 Min	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	940.20	940.20	436.07	436.07	697.89	628.53	697.89	628.53	kN
$H_{G;x}$ =	17.80	25.04	17.45	24.68	74.71	74.71	26.00	26.00	kN
$M_{G;x}$ =	130.41	177.09	127.68	174.36	532.02	532.02	182.56	182.56	kNm
$H_{G;y}$ =	17.68	24.91	18.41	25.64	26.68	26.68	77.15	77.15	kN
$M_{G;y}$ =	129.39	176.07	134.87	181.55	187.18	187.18	547.92	547.92	kNm
N_Q =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$H_{Q;x}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$M_{Q;x}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$M_{Q;y}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kNm
d_x =	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	m
e_x =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m
d_y =	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	m
e_y =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1347.63	1347.63	843.50	843.50	1105.32	1035.96	1105.32	1035.96	kN
$H_{G;x}$ =	17.80	25.04	17.45	24.68	74.71	74.71	26.00	26.00	kN
$M_{G;x}$ =	169.58	232.17	166.06	228.66	696.39	696.39	239.75	239.75	kNm
$H_{G;y}$ =	17.68	24.91	18.41	25.64	26.68	26.68	77.15	77.15	kN
$M_{G;y}$ =	168.28	230.88	175.36	237.96	245.87	245.87	717.64	717.64	kNm
N_Q =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$H_{Q;x}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$M_{Q;x}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kN
$M_{Q;y}$ =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
γ_Q =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
N_{Ed} =	1347.63	1347.63	843.50	843.50	1105.32	1035.96	1105.32	1035.96	kN
$H_{Ed;x}$ =	17.80	25.04	17.45	24.68	74.71	74.71	26.00	26.00	kN
$M_{Ed;x}$ =	169.58	232.17	166.06	228.66	696.39	696.39	239.75	239.75	kNm
e_x =	0.13	0.17	0.20	0.27	0.63	0.67	0.22	0.23	m
B'x =	2.45	2.36	2.31	2.16	1.44	1.36	2.27	2.24	m
$H_{Ed;y}$ =	17.68	24.91	18.41	25.64	26.68	26.68	77.15	77.15	kN
$M_{Ed;y}$ =	168.28	230.88	175.36	237.96	245.87	245.87	717.64	717.64	kNm
e_y =	0.12	0.17	0.21	0.28	0.22	0.24	0.65	0.69	m
B'y =	2.45	2.36	2.28	2.14	2.26	2.23	1.40	1.31	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - M Min	F3 Min - M Max	F1-M2 Max - F3 Max	F1-M2 Max - F3 Min	F2-M1 Max - F3 Max	F2-M1 Max - F3 Min	
$\gamma_{c'}$ =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
$\gamma_{R;v}$ =	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	
γ_{γ} =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
c'_k =	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
φ_k =	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	
γ_{ak} =	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
γ_{1k}=	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	
γ_{2k} =	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	
c'_d =	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
γ_{1d}=	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	
γ_{2d} =	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	2,45	2,36	2,28	2,14	1,44	1,36	1,40	1,31	m
L' =	2,45	2,36	2,31	2,16	2,26	2,23	2,27	2,24	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - M Min	F3 Min - M Max	F1-M2 Max - F3 Max	F1-M2 Max - F3 Min	F2-M1 Max - F3 Max	F2-M1 Max - F3 Min	
N_{Ed} =	1347,63	1347,63	843,50	843,50	1105,32	1035,96	1105,32	1035,96	kN
V_{Ed} =	17,80	25,04	17,45	24,68	74,71	74,71	26,00	26,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,67	1,67	1,67	1,67	1,43	1,41	1,42	1,40	
s_γ=	0,60	0,60	0,60	0,60	0,74	0,76	0,75	0,76	
s_c=s_c^0=	1,70	1,70	1,69	1,69	1,45	1,43	1,43	1,41	
m=m^0=	1,50	1,50	1,50	1,50	1,61	1,62	1,38	1,37	
i_q=	0,98	0,97	0,97	0,96	0,90	0,89	0,97	0,97	
i_γ=	0,97	0,96	0,95	0,93	0,84	0,83	0,95	0,94	
i_c=	0,98	0,97	0,97	0,96	0,89	0,88	0,97	0,97	
d_q=	1,26	1,21	1,21	1,22	1,27	1,28	1,21	1,22	

d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_c=d_c^0$=	1,39	1,32	1,32	1,34	1,41	1,42	1,33	1,33
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	15500,71	13636,34	12869,87	11114,70	6484,58	5905,19	6856,24	6264,80
R_d=	6739,44	5928,84	5595,59	4832,48	2819,38	2567,47	2980,98	2723,82
N_{Ed}=	1347,63	1347,63	843,50	843,50	1105,32	1035,96	1105,32	1035,96
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,00	4,40	6,63	5,73	2,55	2,48	2,70	2,63

Verifica in direzione y

Comb	**F3 Max - M Min**	**F3 Max - M Max**	**F3 Min - M Min**	**F3 Min - M Max**	**F1-M2 Max - F3 Max**	**F1-M2 Max - F3 Min**	**F2-M1 Max - F3 Max**	**F2-M1 Max - F3 Min**	
NEd =	1347,63	1347,63	843,50	843,50	1105,32	1035,96	1105,32	1035,96	kN
VEd =	17,68	24,91	18,41	25,64	26,68	26,68	77,15	77,15	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,67	1,67	1,67	1,67	1,43	1,41	1,42	1,40	
s_γ=	0,60	0,60	0,60	0,60	0,74	0,76	0,75	0,76	
$s_c=s_c^0$=	1,70	1,70	1,69	1,69	1,45	1,43	1,43	1,41	
$m=m^0$=	1,50	1,50	1,50	1,50	1,39	1,38	1,62	1,63	
i_q=	0,98	0,97	0,97	0,96	0,97	0,97	0,89	0,88	
i_γ=	0,97	0,96	0,95	0,93	0,94	0,94	0,83	0,82	
i_c=	0,98	0,97	0,97	0,95	0,97	0,96	0,89	0,88	
d_q=	1,26	1,21	1,21	1,22	1,21	1,22	1,27	1,28	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$d_c=d_c^0$=	1,39	1,32	1,32	1,34	1,33	1,33	1,42	1,43	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Q_{lim}=	15501,81	13638,35	12847,13	11095,12	7050,07	6466,33	6265,58	5680,44
Rd=	6739,92	5929,72	5585,71	4823,97	3065,25	2811,45	2724,17	2469,76
Nd=	1347,63	1347,63	843,50	843,50	1105,32	1035,96	1105,32	1035,96
Verifica	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
CS =	5,00	4,40	6,62	5,72	2,77	2,71	2,46	2,38

Riepilogo generale verifiche

Comb	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - M Min	F3 Min - M Max	F1-M2 Max - F3 Max	F1-M2 Max - F3 Min	F2-M1 Max - F3 Max	F2-M1 Max - F3 Min
Verifica	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
CS =	5,00	4,40	6,62	5,72	2,55	2,48	2,46	2,38

Pressioni massime in fondazione

Comb	F3 Max - M Min	F3 Max - M Max	F3 Min - M Min	F3 Min - M Max	F1-M2 Max - F3 Max	F1-M2 Max - F3 Min	F2-M1 Max - F3 Max	F2-M1 Max - F3 Min	
Dir. X-Y	224.64	242.70	160.12	183.02	340.39	343.42	348.02	352.27	kN/mq

Max = 352.27 kN/mq

6.8.6 Verifiche geotecniche plinti "Corridoio"

Verifiche SLU plinto con pilastro singolo

CORRIDOIO (SLU)

Combinazioni di verifica

CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M2-F1	18,01	-13,91	855,10	92,45	105,42	-0,98
Max F3	-8,31	0,00	998,32	0,00	-74,27	0,00
Max F3	7,89	-9,01	998,32	80,57	70,55	-0,98
Max F3	8,72	-9,44	998,32	84,43	77,99	-0,98
Max F3	8,72	-9,88	998,32	88,29	77,99	-0,98
Max F3	8,72	-10,31	998,32	92,15	77,99	-0,98
Max M1-F2	-0,56	-17,17	710,74	115,01	50,56	-0,98
Min F3	4,50	-15,69	432,57	110,63	65,51	-0,98
Min M1	-9,02	6,44	661,94	-19,01	-26,63	0,00
Min M2-F1	-19,37	6,44	710,74	-19,01	-106,95	0,00

Combinazioni utilizzate per verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{.fond}$ =	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Max M2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min F3**	**Min M1**	**Min M2**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	855,10	998,32	710,74	432,57	661,94	710,74	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	18,01	8,72	0,56	4,50	9,02	19,37	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	105,42	77,99	50,56	65,51	26,63	106,95	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	13,91	10,31	17,17	15,69	6,44	6,44	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	92,45	92,15	115,01	110,63	19,01	19,01	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1262,53	1527,98	1118,17	840,00	1069,37	1118,17	407,43	407,43	kN
$H_{G;x}$ =	18,01	8,72	0,56	4,50	9,02	19,37	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	145,04	97,17	51,79	75,41	46,47	149,56	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	13,91	10,31	17,17	15,69	6,44	6,44	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	123,05	114,83	152,78	145,15	33,18	33,18	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	1262,53	1527,98	1118,17	840,00	1069,37	1118,17	407,43	407,43	kN
$H_{Ed;x}$ =	18,01	8,72	0,56	4,50	9,02	19,37	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	145,04	97,17	51,79	75,41	46,47	149,56	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,11	0,06	0,05	0,09	0,04	0,13	0,00	0,00	m

B'x =	2,47	2,57	2,61	2,52	2,61	2,43	2,70	2,70	m
$H_{Ed;y}$ =	13,91	10,31	17,17	15,69	6,44	6,44	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	123,05	114,83	152,78	145,15	33,18	33,18	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,10	0,08	0,14	0,17	0,03	0,03	0,00	0,00	m
B'y =	2,51	2,55	2,43	2,35	2,64	2,64	2,70	2,70	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Max M2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min F3**	**Min M1**	**Min M2**	**0**	**0**	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_{γ} =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	2,47	2,55	2,43	2,35	2,61	2,43	2,70	2,70	m
L' =	2,51	2,57	2,61	2,52	2,64	2,64	2,70	2,70	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Max M2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min F3**	**Min M1**	**Min M2**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	1262,53	1527,98	1118,17	840,00	1069,37	1118,17	407,43	407,43	kN
V_{Ed} =	18,01	8,72	0,56	4,50	9,02	19,37	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,67	1,67	1,63	1,63	1,67	1,62	1,67	1,67	
s_γ=	0,61	0,60	0,63	0,63	0,60	0,63	0,60	0,60	
s_c=s_c^0=	1,69	1,69	1,65	1,65	1,69	1,64	1,70	1,70	
m=m^0=	1,50	1,50	1,48	1,48	1,50	1,52	1,50	1,50	
i_q=	0,98	0,99	1,00	0,99	0,99	0,97	1,00	1,00	
i_γ=	0,97	0,99	1,00	0,99	0,98	0,96	1,00	1,00	

i_c=	0,98	0,99	1,00	0,99	0,99	0,97	1,00	1,00
d_q=	1,25	1,24	1,24	1,25	1,24	1,26	1,23	1,23
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_c=d_c^0$=	1,39	1,37	1,37	1,38	1,37	1,39	1,36	1,36
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	15885,66	17028,44	16247,71	15182,82	17794,07	16109,44	19069,61	19069,61
R_d=	6906,81	7403,67	7064,22	6601,23	7736,55	7004,10	8291,13	8291,13
N_{Ed}=	1262,53	1527,98	1118,17	840,00	1069,37	1118,17	407,43	407,43
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,47	4,85	6,32	7,86	7,23	6,26	20,35	20,35

Verifica in direzione y

Comb	**Max M2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min F3**	**Min M1**	**Min M2**	**0**	**0**	
NEd =	1262,53	1527,98	1118,17	840,00	1069,37	1118,17	407,43	407,43	kN
VEd =	13,91	10,31	17,17	15,69	6,44	6,44	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,67	1,67	1,63	1,63	1,67	1,62	1,67	1,67	
s_γ=	0,61	0,60	0,63	0,63	0,60	0,63	0,60	0,60	
$s_c=s_c^0$=	1,69	1,69	1,65	1,65	1,69	1,64	1,70	1,70	
$m=m^0$=	1,50	1,50	1,52	1,52	1,50	1,48	1,50	1,50	
i_q=	0,98	0,99	0,98	0,97	0,99	0,99	1,00	1,00	
i_γ=	0,97	0,98	0,96	0,96	0,99	0,99	1,00	1,00	
i_c=	0,98	0,99	0,98	0,97	0,99	0,99	1,00	1,00	
d_q=	1,25	1,25	1,26	1,21	1,24	1,24	1,23	1,23	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$d_c=d_c^0$=	1,38	1,38	1,40	1,32	1,36	1,36	1,36	1,36	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	15946,64	17013,75	15969,65	14289,49	17847,61	16299,32	19069,61	19069,61
Rd=	6933,32	7397,28	6943,33	6212,82	7759,83	7086,66	8291,13	8291,13
Nd=	1262,53	1527,98	1118,17	840,00	1069,37	1118,17	407,43	407,43
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,49	4,84	6,21	7,40	7,26	6,34	20,35	20,35

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Max M2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min F3**	**Min M1**	**Min M2**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	5,47	4,84	6,21	7,40	7,23	6,26	20,35	20,35

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Max M2**	**Max F3**	**Max M1**	**Min F3**	**Min M1**	**Min M2**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	204,03	232,93	176,72	141,55	155,13	174,08	55,89	55,89	kN/mq

Max = 232,93 kN/mq

Verifiche SLV plinto con pilastro singolo

CORRIDOIO (SLV)

Combinazioni di verifica

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	12,92	31,80	173,52	407,68	115,47	14,62
Max M2-F1	52,24	15,86	557,20	65,83	428,61	-1,83
Max M2	52,24	7,36	556,17	141,75	428,61	6,53
Max F3	13,91	12,05	702,03	107,76	124,38	2,35
Max F3	14,99	13,51	702,03	94,73	133,99	-0,18
Max F3	12,84	10,60	702,03	120,80	114,77	4,88
Max F3	13,91	12,05	702,03	107,76	124,38	2,35
Max F3	12,84	13,51	702,03	94,73	114,77	-0,18
Max F3	14,99	10,60	702,03	120,80	133,99	4,88
Max F3	13,91	12,57	702,03	112,36	124,38	2,35
Max F3	14,99	12,91	702,03	109,29	133,99	-0,18
Max F3	12,84	12,23	702,03	115,42	114,77	4,88
Max F3	13,91	12,57	702,03	112,36	124,38	2,35
Max F3	12,84	12,91	702,03	109,29	114,77	-0,18
Max F3	14,99	12,23	702,03	115,42	133,99	4,88
Max F3	13,91	13,14	702,03	117,50	124,38	2,35
Max F3	14,99	12,37	702,03	124,40	133,99	-0,18

Max F3	12,84	13,92	702,03	110,60	114,77	4,88
Max F3	13,91	13,14	702,03	117,50	124,38	2,35
Max F3	12,84	12,37	702,03	124,40	114,77	-0,18
Max F3	14,99	13,92	702,03	110,60	133,99	4,88
Max F3	13,91	13,77	702,03	123,13	124,38	2,35
Max F3	14,99	11,89	702,03	139,99	133,99	-0,18
Max F3	12,84	15,66	702,03	106,26	114,77	4,88
Max F3	13,91	13,77	702,03	123,13	124,38	2,35
Max F3	12,84	11,89	702,03	139,99	114,77	-0,18
Max F3	14,99	15,66	702,03	106,26	133,99	4,88
Max M1	12,82	40,11	438,37	502,56	152,35	1,04
Max F2	-19,65	-56,22	438,37	-358,56	-138,00	-14,62
Max M1	12,71	40,11	443,35	502,56	152,00	1,04
Min M2	-52,24	-9,49	443,35	-173,46	-428,61	1,83
Min M1	-25,42	-40,11	438,37	-502,56	-189,55	-1,04
Min M1	-25,54	-40,11	443,35	-502,56	-189,90	-1,04
Min M2	-52,24	-19,40	443,35	-84,88	-428,61	-6,53
Max M2	7,06	40,11	438,37	502,56	100,80	1,04
Max M2	6,94	40,11	443,35	502,56	100,45	1,04
Min M2	-19,65	-40,11	438,37	-502,56	-138,00	-1,04
Min M2	-19,77	-40,11	443,35	-502,56	-138,35	-1,04

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B")

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	14,21	34,98	173,52	448,45	127,01	16,08
Max M2-F1	57,46	17,44	557,20	72,41	471,47	-2,01
Max M2	57,46	8,10	556,17	155,93	471,47	7,18
Max F3	15,30	13,26	772,23	118,54	136,82	2,58
Max F3	16,49	14,86	772,23	104,20	147,39	-0,20
Max F3	14,12	11,66	772,23	132,88	126,25	5,37
Max F3	15,30	13,26	772,23	118,54	136,82	2,58
Max F3	14,12	14,86	772,23	104,20	126,25	-0,20
Max F3	16,49	11,66	772,23	132,88	147,39	5,37
Max F3	15,30	13,82	772,23	123,59	136,82	2,58
Max F3	16,49	14,20	772,23	120,22	147,39	-0,20
Max F3	14,12	13,45	772,23	126,97	126,25	5,37
Max F3	15,30	13,82	772,23	123,59	136,82	2,58
Max F3	14,12	14,20	772,23	120,22	126,25	-0,20
Max F3	16,49	13,45	772,23	126,97	147,39	5,37

Max F3	15,30	14,46	772,23	129,25	136,82	2,58
Max F3	16,49	13,61	772,23	136,84	147,39	-0,20
Max F3	14,12	15,31	772,23	121,66	126,25	5,37
Max F3	15,30	14,46	772,23	129,25	136,82	2,58
Max F3	14,12	13,61	772,23	136,84	126,25	-0,20
Max F3	16,49	15,31	772,23	121,66	147,39	5,37
Max F3	15,30	15,15	772,23	135,44	136,82	2,58
Max F3	16,49	13,07	772,23	153,99	147,39	-0,20
Max F3	14,12	17,22	772,23	116,88	126,25	5,37
Max F3	15,30	15,15	772,23	135,44	136,82	2,58
Max F3	14,12	13,07	772,23	153,99	126,25	-0,20
Max F3	16,49	17,22	772,23	116,88	147,39	5,37
Max M1	14,11	44,12	438,37	552,81	167,58	1,14
Max F2	-21,62	-61,84	438,37	-394,42	-151,80	-16,08
Max M1	13,98	44,12	443,35	552,81	167,20	1,14
Min M2	-57,46	-10,44	443,35	-190,80	-471,47	2,01
Min M1	-27,96	-44,12	438,37	-552,81	-208,51	-1,14
Min M1	-28,09	-44,12	443,35	-552,81	-208,89	-1,14
Min M2	-57,46	-21,34	443,35	-93,37	-471,47	-7,18
Max M1	7,76	44,12	438,37	552,81	110,88	1,14
Max M1	7,63	44,12	443,35	552,81	110,49	1,14
Min M1	-21,62	-44,12	438,37	-552,81	-151,80	-1,14
Min M1	-21,75	-44,12	443,35	-552,81	-152,18	-1,14

NON amplificato (minimizza N - massimizza M)
Combinazioni utilizzate per verifiche GEO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	407,43	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Max F3**	**Max F2**	**Min M2**	**Min M1**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	173,52	557,20	772,23	438,37	443,35	438,37	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	14,21	57,46	16,49	21,62	57,46	27,96	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	127,01	471,47	147,39	151,80	471,47	208,51	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	34,98	17,44	13,07	61,84	10,44	44,12	0,00	0,00	kN

$M_{G;y}$ =	448,45	72,41	153,99	394,42	190,80	552,81	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	580,95	964,63	1179,66	845,80	850,78	845,80	407,43	407,43	kN
$H_{G;x}$ =	14,21	57,46	16,49	21,62	57,46	27,96	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	158,27	597,88	183,67	199,36	597,88	270,02	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	34,98	17,44	13,07	61,84	10,44	44,12	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	525,41	110,78	182,74	530,47	213,77	649,87	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	580,95	964,63	1179,66	845,80	850,78	845,80	407,43	407,43	kN
$H_{Ed;x}$ =	14,21	57,46	16,49	21,62	57,46	27,96	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	158,27	597,88	183,67	199,36	597,88	270,02	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,27	0,62	0,16	0,24	0,70	0,32	0,00	0,00	m
B'x =	2,16	1,46	2,39	2,23	1,29	2,06	2,70	2,70	m
$H_{Ed;y}$ =	34,98	17,44	13,07	61,84	10,44	44,12	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	525,41	110,78	182,74	530,47	213,77	649,87	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,90	0,11	0,15	0,63	0,25	0,77	0,00	0,00	m
B'y =	0,89	2,47	2,39	1,45	2,20	1,16	2,70	2,70	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Max F3**	**Max F2**	**Min M2**	**Min M1**	**0**	**0**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	0,89	1,46	2,39	1,45	1,29	1,16	2,70	2,70	m
L' =	2,16	2,47	2,39	2,23	2,20	2,06	2,70	2,70	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Max F3**	**Max F2**	**Min M2**	**Min M1**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	580,95	964,63	1179,66	845,80	850,78	845,80	407,43	407,43	kN
V_{Ed} =	14,21	57,46	16,49	21,62	57,46	27,96	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,28	1,40	1,67	1,44	1,40	1,38	1,67	1,67	
s_γ=	0,83	0,76	0,60	0,74	0,76	0,77	0,60	0,60	
s_c=s_c^0=	1,29	1,41	1,70	1,45	1,41	1,39	1,70	1,70	
m=m^0=	1,29	1,63	1,50	1,39	1,63	1,36	1,50	1,50	
i_q=	0,97	0,91	0,98	0,97	0,89	0,96	1,00	1,00	
i_γ=	0,95	0,85	0,97	0,94	0,84	0,93	1,00	1,00	
i_c=	0,97	0,90	0,98	0,96	0,89	0,95	1,00	1,00	
d_q=	1,22	1,27	1,21	1,22	1,28	1,23	1,23	1,23	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,34	1,41	1,32	1,33	1,43	1,34	1,36	1,36	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Q_{lim}=	3844,68	7167,31	14123,97	7003,15	5571,06	4995,63	19069,61	19069,61
R_d=	1671,60	3116,22	6140,86	3044,85	2422,20	2172,01	8291,13	8291,13
N_{Ed}=	580,95	964,63	1179,66	845,80	850,78	845,80	407,43	407,43
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	2,88	3,23	5,21	3,60	2,85	2,57	20,35	20,35

Verifica in direzione y

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Max F3**	**Max F2**	**Min M2**	**Min M1**	**0**	**0**	
NEd =	580,95	964,63	1179,66	845,80	850,78	845,80	407,43	407,43	kN
VEd =	34,98	17,44	13,07	61,84	10,44	44,12	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,28	1,40	1,67	1,44	1,40	1,38	1,67	1,67	
s_γ=	0,83	0,76	0,60	0,74	0,76	0,77	0,60	0,60	
s_c=s_c^0=	1,29	1,41	1,70	1,45	1,41	1,39	1,70	1,70	
m=m^0=	1,71	1,37	1,50	1,61	1,37	1,64	1,50	1,50	
i_q=	0,90	0,98	0,98	0,89	0,98	0,92	1,00	1,00	
i_γ=	0,85	0,96	0,97	0,83	0,97	0,87	1,00	1,00	
i_c=	0,90	0,98	0,98	0,88	0,98	0,91	1,00	1,00	
d_q=	1,32	1,25	1,21	1,27	1,22	1,29	1,23	1,23	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,49	1,39	1,31	1,41	1,33	1,45	1,36	1,36	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	3522,13	8123,57	14188,44	6402,89	6178,48	4778,57	19069,61	19069,61	
Rd=	1531,36	3531,99	6168,89	2783,86	2686,30	2077,64	8291,13	8291,13	
Nd=	580,95	964,63	1179,66	845,80	850,78	845,80	407,43	407,43	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	2,64	3,66	5,23	3,29	3,16	2,46	20,35	20,35	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Max F3**	**Max F2**	**Min M2**	**Min M1**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	2,64	3,23	5,21	3,29	2,85	2,46	20,35	20,35

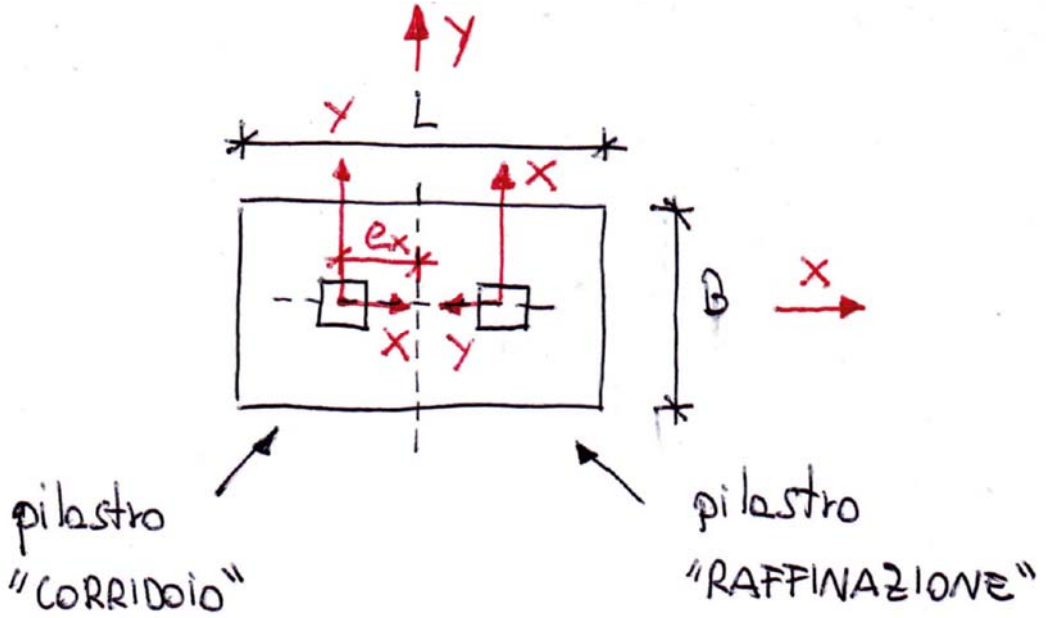
Pressioni massime in fondazione

Comb	**Min F3**	**Max M2**	**Max F3**	**Max F2**	**Min M2**	**Min M1**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	302,47	267,39	206,62	262,53	299,08	352,69	55,89	55,89	kN/mq

Max = 352,69 kN/mq

Sollecitazioni SLU/SLV plinto con doppio pilastro

Plinto con 2 pilastri posto tra CORRIDOIO e RAFFINAZIONE



CORRIDOIO (SLU)

Combinazioni di verifica (valore assoluto)

CaseType	**F1**	**F2**	**F3**	**M1**	**M2**	**M3**
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M2-F1	18,01	13,91	855,10	92,45	105,42	0,98
Max F3	8,72	10,31	998,32	92,15	77,99	0,98
Max M1-F2	0,56	17,17	710,74	115,01	50,56	0,98
Min F3	4,50	15,69	432,57	110,63	65,51	0,98
Min M1	9,02	6,44	661,94	19,01	26,63	0,00
Min M2-F1	19,37	6,44	710,74	19,01	106,95	0,00

CORRIDOIO (SLV)

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	14,21	34,98	173,52	448,45	127,01	16,08
Max M2-F1	57,46	17,44	557,20	72,41	471,47	2,01
Max F3	16,49	13,07	772,23	153,99	147,39	0,20
Min M1	27,96	44,12	438,37	552,81	208,51	1,14
Max F2	21,62	61,84	438,37	394,42	151,80	16,08
Min M2	57,46	10,44	443,35	190,80	471,47	2,01

RAFFINAZIONE FINALE (SLU)

Combinazioni di verifica (valore assoluto)

Le azioni F1/F2 e M1/M2 sono state invertite in quanto i sistemi di riferimento in SAP sono ruotati rispetto a quanto previsto pe il modello "CORRIDOIO".

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	97,29	15,74	695,38	216,53	1150,23	1,39
Max M2	51,00	23,61	1047,70	404,30	710,22	3,57
Min M2-F1	5,57	30,62	1088,02	546,82	245,04	1,05
Max F2	151,43	10,80	1577,31	111,78	825,65	0,17
Max F3	17,50	0,71	2516,41	493,06	207,87	1,05
Max M1	144,50	10,21	1488,08	225,59	1409,77	1,79
Min M1	58,62	21,25	1198,60	399,96	813,49	3,57
Max M2	7,56	7,32	2121,23	404,45	391,93	1,50

RAFFINAZIONE FINALE (SLV)

Combinazioni di verifica amplificate del 10% (CD "B") (valore assoluto)

Le azioni F1/F2 e M1/M2 sono state invertite in quanto i sistemi di riferimento in SAP sono ruotati rispetto a quanto previsto pe il modello "CORRIDOIO".

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min F3	6,13	25,57	753,72	279,75	254,63	1,63
Min F3						
Min F3	37,30	27,27	762,62	298,74	661,63	6,47
Max F3	6,04	25,31	2131,47	272,16	266,34	1,81

Max M2	5,06	63,52	1540,29	692,28	285,72	4,05
Max M1	47,98	27,32	871,07	298,91	741,27	6,47
Min M1						
Max F2	67,50	27,30	866,36	298,65	535,30	5,56

Geometria plinto composto

L plinto =	4,85	m	dimensione 1 plinto (in pianta)
B plinto =	2,70	m	dimensione 2 plinto (in pianta)
Lx =	--	m	distanza pilastro dal bordo lungo "L"
By =	--	m	distanza pilastro dal bordo lungo "B"
ex =	0,93	m	eccentricità lungo "L"
ey =	0,00	m	eccentricità lungo "B"

Combinazioni utlizzate per la verifica GEO del plinto composto:
Combo_1 = Min F3 pilastro 1 + Min F3 pilastro 2
Combo_2 = Min F3 pilastro 1 + Max F3 pilastro 2
Combo_3 = Max F3 pilastro 1 + Min F3 pilastro 2
Combo_4 = Max F3 pilastro 1 + Max F3 pilastro 2
Combo_5 = Max M1 pilastro 1 + Max M1 pilastro 2
Combo_6 = Max M2 pilastro 1 + Max M2 pilastro 2

Statica - SLU

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Combo_1	101,79	31,42	1127,95	327,15	1460,16	2,37
Combo_2	22,00	16,40	2948,98	603,69	2211,35	2,03
Combo_3	106,01	26,04	1693,70	308,67	1509,95	2,37
Combo_4	26,22	11,01	3514,72	585,21	1697,68	2,03
Combo_5	6,13	47,79	1798,76	661,84	646,46	2,03
Combo_6	163,88	16,64	2198,82	244,60	2239,64	1,79

Sismica - SLV

StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Combo_1	51,51	62,25	936,13	747,19	1336,51	22,55
Combo_2	20,25	60,29	2304,99	720,61	2214,25	17,89
Combo_3	53,79	40,35	1534,84	452,73	817,95	6,67
Combo_4	22,53	38,39	2903,70	426,15	1677,82	2,02
Combo_5	33,02	107,64	1978,66	1245,10	1519,02	5,19
Combo_6	105,45	37,76	1314,41	489,71	1610,52	8,48

Verifiche SLU plinto con pilastro doppio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	738,60	738,60	738,60	738,60	738,60	738,60	738,60	738,60	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	1127,95	2948,98	1693,70	3514,72	1798,76	2198,82	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	101,79	22,00	106,01	26,22	6,13	163,88	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1458,84	2200,93	1508,43	1690,09	644,58	2235,76	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	31,42	16,40	26,04	11,01	47,79	16,64	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	327,15	603,69	308,67	585,21	661,84	244,60	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1866,55	3687,58	2432,30	4474,90	2537,36	2937,42	738,60	738,60	kN
$H_{G;x}$ =	101,79	22,00	106,01	26,22	6,13	163,88	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1682,78	2249,33	1741,65	1747,77	658,07	2596,30	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	31,42	16,40	26,04	11,01	47,79	16,64	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	396,27	639,77	365,96	609,43	766,98	281,21	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	1866,55	3687,58	2432,30	4474,90	2537,36	2937,42	738,60	738,60	kN

$H_{Ed;x}$ =	101,79	22,00	106,01	26,22	6,13	163,88	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	1682,78	2249,33	1741,65	1747,77	658,07	2596,30	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,90	0,61	0,72	0,39	0,26	0,88	0,00	0,00	m
B'x =	3,05	3,63	3,42	4,07	4,33	3,08	4,85	4,85	m
$H_{Ed;y}$ =	31,42	16,40	26,04	11,01	47,79	16,64	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	396,27	639,77	365,96	609,43	766,98	281,21	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,21	0,17	0,15	0,14	0,30	0,10	0,00	0,00	m
B'y =	2,28	2,35	2,40	2,43	2,10	2,51	2,70	2,70	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_{γ} =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	2,28	2,35	2,40	2,43	2,10	2,51	2,70	2,70	m
L' =	3,05	3,63	3,42	4,07	4,33	3,08	4,85	4,85	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	1866,55	3687,58	2432,30	4474,90	2537,36	2937,42	738,60	738,60	kN
V_{Ed} =	101,79	22,00	106,01	26,22	6,13	163,88	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,50	1,44	1,47	1,40	1,33	1,55	1,38	1,38	
s_γ=	0,70	0,74	0,72	0,76	0,81	0,67	0,78	0,78	
s_c=s_c^0=	1,52	1,45	1,49	1,42	1,34	1,57	1,39	1,39	

$m=m^0=$	1,43	1,39	1,41	1,37	1,33	1,45	1,36	1,36
$i_q=$	0,93	0,99	0,94	0,99	1,00	0,92	1,00	1,00
$i_\gamma=$	0,88	0,99	0,90	0,99	0,99	0,87	1,00	1,00
$i_c=$	0,92	0,99	0,94	0,99	1,00	0,92	1,00	1,00
$d_q=$	1,21	1,17	1,18	1,15	1,15	1,20	1,13	1,13
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_c=d_c^0=$	1,32	1,26	1,28	1,24	1,22	1,31	1,20	1,20
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$b_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\omega =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$g_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$g_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$Q_{lim}=$	15375,97	20017,27	18305,06	23084,86	20919,42	17420,70	31419,75	31419,75
$R_d=$	6685,20	8703,16	7958,72	10036,89	9095,40	7574,22	13660,76	13660,76
$N_{Ed}=$	1866,55	3687,58	2432,30	4474,90	2537,36	2937,42	738,60	738,60
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	3,58	2,36	3,27	2,24	3,58	2,58	18,50	18,50

Verifica in direzione y

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
NEd =	1866,55	3687,58	2432,30	4474,90	2537,36	2937,42	738,60	738,60	kN
VEd =	31,42	16,40	26,04	11,01	47,79	16,64	0,00	0,00	kN
$N_q=$	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
$N_\gamma=$	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
$N_c=$	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
$s_q=$	1,50	1,44	1,47	1,40	1,33	1,55	1,38	1,38	
$s_\gamma=$	0,70	0,74	0,72	0,76	0,81	0,67	0,78	0,78	
$s_c=s_c^0=$	1,52	1,45	1,49	1,42	1,34	1,57	1,39	1,39	
$m=m^0=$	1,57	1,61	1,59	1,63	1,67	1,55	1,64	1,64	
$i_q=$	0,97	0,99	0,98	1,00	0,97	0,99	1,00	1,00	
$i_\gamma=$	0,96	0,99	0,97	0,99	0,95	0,99	1,00	1,00	
$i_c=$	0,97	0,99	0,98	1,00	0,97	0,99	1,00	1,00	
$d_q=$	1,21	1,21	1,21	1,26	1,22	1,25	1,23	1,23	
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$d_c=d_c^0=$	1,32	1,32	1,31	1,40	1,34	1,38	1,36	1,36	
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q_{lim}=	15744,25	19175,35	18554,65	22814,79	18652,21	19045,20	29869,72	29869,72
Rd=	6845,32	8337,11	8067,24	9919,48	8109,66	8280,52	12986,83	12986,83
Nd=	1866,55	3687,58	2432,30	4474,90	2537,36	2937,42	738,60	738,60
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	3,67	2,26	3,32	2,22	3,20	2,82	17,58	17,58

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	3,58	2,26	3,27	2,22	3,20	2,58	17,58	17,58

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	269,23	431,72	296,63	453,03	279,57	379,91	56,40	56,40	kN/mq

Max = 453,03 kN/mq

Verifiche SLV plinto con pilastro doppio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

B_x =	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	m
B_y =	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	m
H =	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	m
$p.p._{fond}$ =	738,60	738,60	738,60	738,60	738,60	738,60	738,60	738,60	kN

SOLLECITAZIONI

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Sollecitazioni e punto di applicazione ad estradosso fondazione									
N_G =	936,13	2304,99	1534,84	2903,70	1978,66	1314,41	0,00	0,00	kN
$H_{G;x}$ =	51,51	20,25	53,79	22,53	33,02	105,45	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1336,51	2214,25	817,95	1677,82	1519,02	1610,52	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	62,25	60,29	40,35	38,39	107,64	37,76	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	747,19	720,61	452,73	426,15	1245,10	489,71	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN

$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
d_x =	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione ad imposta plinto									
N_G =	1674,73	3043,59	2273,44	3642,30	2717,26	2053,01	738,60	738,60	kN
$H_{G;x}$ =	51,51	20,25	53,79	22,53	33,02	105,45	0,00	0,00	kN
$M_{G;x}$ =	1449,83	2258,80	936,29	1727,39	1591,66	1842,51	0,00	0,00	kNm
$H_{G;y}$ =	62,25	60,29	40,35	38,39	107,64	37,76	0,00	0,00	kN
$M_{G;y}$ =	884,14	853,25	541,50	510,61	1481,91	572,78	0,00	0,00	kNm
N_Q =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$H_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;x}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
$H_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kN
$M_{Q;y}$ =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	kNm
Sollecitazioni di verifica:									
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
N_{Ed} =	1674,73	3043,59	2273,44	3642,30	2717,26	2053,01	738,60	738,60	kN
$H_{Ed;x}$ =	51,51	20,25	53,79	22,53	33,02	105,45	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;x}$ =	1449,83	2258,80	936,29	1727,39	1591,66	1842,51	0,00	0,00	kNm
e_x =	0,87	0,74	0,41	0,47	0,59	0,90	0,00	0,00	m
B'x =	3,12	3,37	4,03	3,90	3,68	3,06	4,85	4,85	m
$H_{Ed;y}$ =	62,25	60,29	40,35	38,39	107,64	37,76	0,00	0,00	kN
$M_{Ed;y}$ =	884,14	853,25	541,50	510,61	1481,91	572,78	0,00	0,00	kNm
e_y =	0,53	0,28	0,24	0,14	0,55	0,28	0,00	0,00	m
B'y =	1,64	2,14	2,22	2,42	1,61	2,14	2,70	2,70	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
γ_γ =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
c'_k =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
c'_d =	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

φ_d =	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Df =	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
q' = q_0=	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	
B' =	1,64	2,14	2,22	2,42	1,61	2,14	2,70	2,70	m
L' =	3,12	3,37	4,03	3,90	3,68	3,06	4,85	4,85	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
N_{Ed} =	1674,73	3043,59	2273,44	3642,30	2717,26	2053,01	738,60	738,60	kN
V_{Ed} =	51,51	20,25	53,79	22,53	33,02	105,45	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,36	1,43	1,37	1,42	1,30	1,47	1,38	1,38	
s_γ=	0,79	0,75	0,78	0,75	0,83	0,72	0,78	0,78	
s_c=s_c^0=	1,37	1,44	1,39	1,43	1,31	1,49	1,39	1,39	
m=m^0=	1,35	1,39	1,36	1,38	1,30	1,41	1,36	1,36	
i_q=	0,96	0,99	0,97	0,99	0,98	0,93	1,00	1,00	
i_γ=	0,93	0,98	0,95	0,99	0,97	0,88	1,00	1,00	
i_c=	0,96	0,99	0,97	0,99	0,98	0,93	1,00	1,00	
d_q=	1,20	1,19	1,16	1,16	1,17	1,21	1,13	1,13	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,31	1,29	1,24	1,25	1,26	1,31	1,20	1,20	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	11078,16	16723,96	20096,03	22084,83	12980,31	14395,38	31419,75	31419,75	
R_d=	4816,59	7271,29	8737,41	9602,10	5643,61	6258,86	13660,76	13660,76	
N_{Ed}=	1674,73	3043,59	2273,44	3642,30	2717,26	2053,01	738,60	738,60	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	2,88	2,39	3,84	2,64	2,08	3,05	18,50	18,50	

Verifica in direzione y

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
NEd =	1674,73	3043,59	2273,44	3642,30	2717,26	2053,01	738,60	738,60	kN
VEd =	62,25	60,29	40,35	38,39	107,64	37,76	0,00	0,00	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,36	1,43	1,37	1,42	1,30	1,47	1,38	1,38	
s_γ=	0,79	0,75	0,78	0,75	0,83	0,72	0,78	0,78	
s_c=s_c^0=	1,37	1,44	1,39	1,43	1,31	1,49	1,39	1,39	
m=m^0=	1,65	1,61	1,64	1,62	1,70	1,59	1,64	1,64	
i_q=	0,94	0,97	0,97	0,98	0,93	0,97	1,00	1,00	
i_γ=	0,91	0,95	0,96	0,97	0,90	0,95	1,00	1,00	
i_c=	0,94	0,97	0,97	0,98	0,93	0,97	1,00	1,00	
d_q=	1,25	1,22	1,22	1,26	1,26	1,22	1,23	1,23	
d_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
d_c=d_c^0=	1,39	1,34	1,33	1,40	1,39	1,34	1,36	1,36	
ε =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
b_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	10317,74	15630,51	18955,07	21678,41	11408,69	14577,84	29869,72	29869,72	
Rd=	4485,98	6795,88	8241,33	9425,39	4960,30	6338,19	12986,83	12986,83	
Nd=	1674,73	3043,59	2273,44	3642,30	2717,26	2053,01	738,60	738,60	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	2,68	2,23	3,63	2,59	1,83	3,09	17,58	17,58	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	2,68	2,23	3,63	2,59	1,83	3,05	17,58	17,58

Pressioni massime in fondazione

Comb	**Combo1**	**Combo2**	**Combo3**	**Combo4**	**Combo5**	**Combo6**	**0**	**0**	
Dir. X-Y	326,62	422,70	253,93	385,83	459,02	313,73	56,40	56,40	kN/mq

Max = 459,02 kN/mq

6.8.7 Verifiche strutturali plinti

Si riportano le verifiche strutturali preliminari relativamente agli sbalzi della platea di fondazione maggiormente sollecitata. Di seguito il calcolo delle sollecitazioni a partire dalle pressioni massime sul piano di posa. Cautelativamente non è stato considerato il peso proprio della mensola di fondazione e del terreno soprastante.

Sollecitazioni platea plinti di fondazione

Plinto	p max	s max	M max	V max
	[kN/mq]	[m]	[kNm/m]	[kN/m]
Maturazione SLU	566,79	0,50	70,85	283,40
Maturazione SLV	365,81	0,50	45,73	182,91
Raffinazione SLU	648,39	0,65	136,97	421,45
Raffinazione SLV	344,61	0,65	72,80	224,00
Corridoio SLU	232,93	0,50	29,12	116,47
Corridoio SLV	352,69	0,50	44,09	176,35
Stoccaggio SLU	289,20	0,50	36,15	144,60
Stoccaggio SLV	352,27	0,50	44,03	176,14
Conferimento int. SLU	720,76	0,50	90,10	360,38
Conferimento int. SLV	403,44	0,50	50,43	201,72
Conferimento ext. SLU	449,76	0,90	182,15	404,78
Conferimento ext. SLV	378,17	0,90	153,16	340,35
Doppio tra Conf. e Raff SLU	585,36	0,90	237,07	526,82
Doppio tra Conf. e Raff SLV	515,77	0,90	208,89	464,19
Doppio tra Corr. e Raff. SLU	453,03	0,65	95,70	294,47
Doppio tra Corr. e Raff. SLV	459,02	0,65	96,97	298,36
Doppio tra Mat. e Raff. 1 SLU	387,97	1,60	496,60	620,75
Doppio tra Mat. e Raff. 1 SLV	340,17	1,60	435,42	544,27
Doppio tra Mat. e Raff. 2 SLU	585,92	0,75	164,79	439,44
Doppio tra Mat. e Raff. 2 SLV	378,86	0,75	106,55	284,15
		MAX	**496,60**	**620,75**

p max = pressione massima in fondazione
s max = sbalzo massimo di fondazione
M max = momento flettente
V max = taglio

Relativamente alle verifiche SLE è stata cautelativamente determinata la combinazione RARA dividendo per 1.30 le sollecitazioni SLU. Tale sollecitazione è stata altresì utilizzata per le verifiche in combinazione FREQUENTE e QUASI PERMANENTE.

SUOLA DI FONDAZIONE

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C25/30	R_{ck} =	30	N/mm²	f_{ck} =	25	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	14,17	N/mm²
		E_c =	31476	N/mm²	f_{ctm} =	2,56	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base
H =	750	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
5	16	1005	50
		-	700
10	20	3142	700
		-	
	Σ	4147	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV			496,60	620,75	807,31	**1,63**

Taglio

ϕ_{staffe} =	10	mm	α =	90	° inclinazione staffa
n_b =	5,00	n° braccia	s =	200	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		288,57	1210,11	1538,79	1210,11	**1,95**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 15,0 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			382,00	712,53	**1,87**

Comb. Quasi perm. σ_c = 11,3 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			382,00	712,53	**1,87**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali ordinarie armatura poco sensibile

α_e = 6,35 ϕ_{eq} = 20,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,4 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			382,00	192	205	3142

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	125000	0,03	0,06%	271,28	0,16	**OK**

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			382,00	192	205	3142

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	125000	0,03	0,07%	271,28	0,20	**OK**

7 BIOTUNNEL

7.1 Premessa

Nell'immagine di seguito riportata si evidenzia la sezione trasversale del biotunnel (si vedano i disegni di dettaglio sulle specifiche tavole grafiche). Come si può notare dallo schema, la platea di fondazione del biotunnel si sovrappone parzialmente ai plinti dei capannoni adiacenti. Al fine di evitare trasferimenti di carico dalle fondazioni del biotunnel ai plinti dei pilastri delle adiacenti strutture, si prevede l'interposizione di uno stato di polistirolo che, in virtù dell'alta compressibilità garantisce l'assenza di sollecitazioni parassite sui plinti a bicchiere. Lo scarico della fondazione graverà quindi al di fuori dell'ingombro dei plinti.

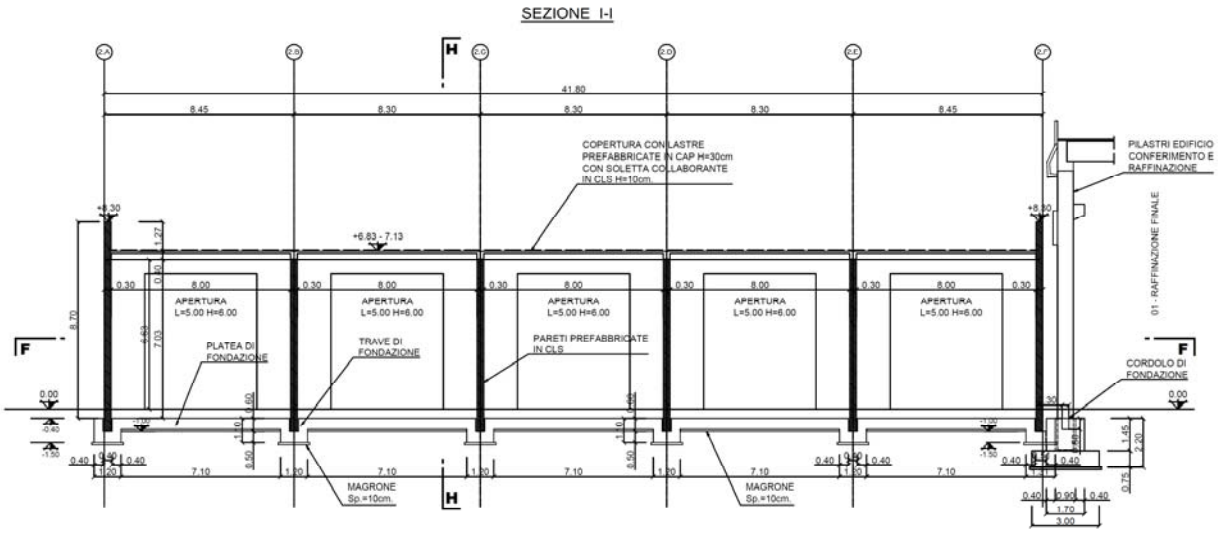


FIGURA 7-1 – SEZIONE LONGITUDINALE

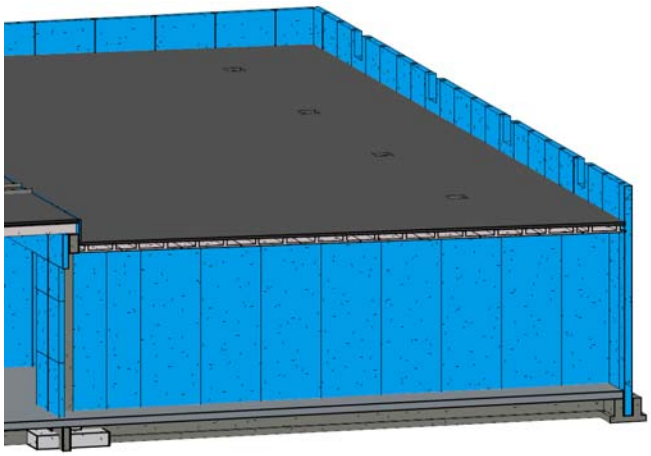


FIGURA 7-2 – SCHEMA TIPICO STRUTTURA PREFABBRICATA A PANNELLI

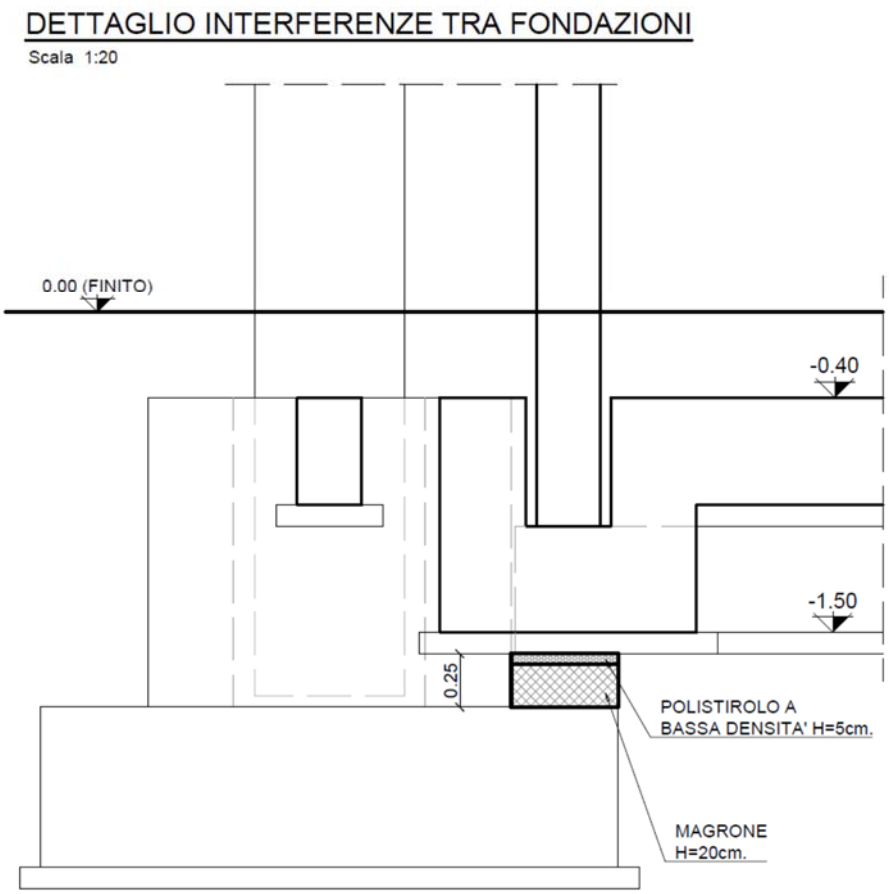


FIGURA 7-3 – PARTICOLARE INTERFERENZA PLINTI

7.2 Descrizione modello

La struttura del "biotunnel", in virtù della regolarità in pianta e in elevazione, viene schematizzata mediante un modello piano di profondità unitaria come di seguito rappresentato. A tale modello saranno poi applicati i carichi derivanti dalle azioni ambientali quali neve, vento e sisma oltre che dalle azioni derivanti dal materiale contenuto all'interno. Dal punto di vista realizzativo troviamo una platea gettata in opera di spessore pari a 0.40m, pareti prefabbricate di spessore pari a 0.30m e "incastrate" alla platea per mezzo di opportuni incavi ed una soletta di copertura prefabbricata appoggiata sulle pareti sottostanti. Per maggiori dettagli circa le caratteristiche geometriche del "biotunnel", si rimanda a quanto contenuto sulle tavole grafiche.

Nei paragrafi successivi si riporta l'analisi dei carichi, il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari. Trattandosi di un Progetto Definitivo le verifiche SLE sono state eseguite in via semplificata dividendo per il fattore 1.30 le sollecitazioni SLU ed adottando questo valore come combinazione "Rara", "Frequente" e "Quasi permanente". Tale assunzione risulta essere ovviamente cautelativa.

Modello di calcolo "piano". Profondità unitaria.

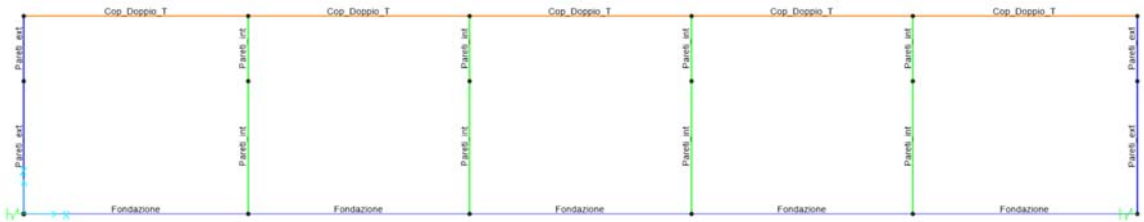


FIGURA 7-4 – SEZIONI ASTE

Spessori assunti per le varie aste che compongono la struttura:

Cop_Doppio_T = 0.40m

Parete_int = 0.30m

Parete_ext = 0.30m

Fondazione = 0.40m

Svincoli interni e vincoli esterni ipotizzati (presente un vincolo fisso orizzontale al piede del terzo setto):

FIGURA 7-5 – VINCOLI E SVINCOLI

Vincolamento verticale schematizzato tramite "molle" alla Winkler

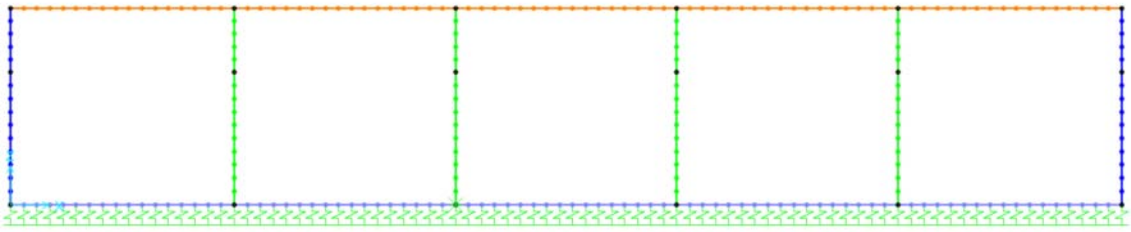


FIGURA 7-6 – SUOLO ELASTICO ALLA WINCKLER

Stima costante di sottofondo:

B =	8,30	m	larghezza fondazione
H =	0,40	m	spessore fondazione
Eb =	32000000	Mpa	modulo elastico fondazione
Ib =	0,044267	m^4	inerzia fondazione
Es =	15000	Mpa	modulo elastico terreno
νs =	0,35		coeff. Poisson terreno

$$k_s = \frac{0{,}65}{B} \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_b I_b}} \cdot \frac{E_s}{1-\nu_s^2}$$

ks =	1652,94	kN/m^3	Costante sottofondo

Si assume ks = 1500 kN/mc

Sezione assunta per la soletta di copertura:

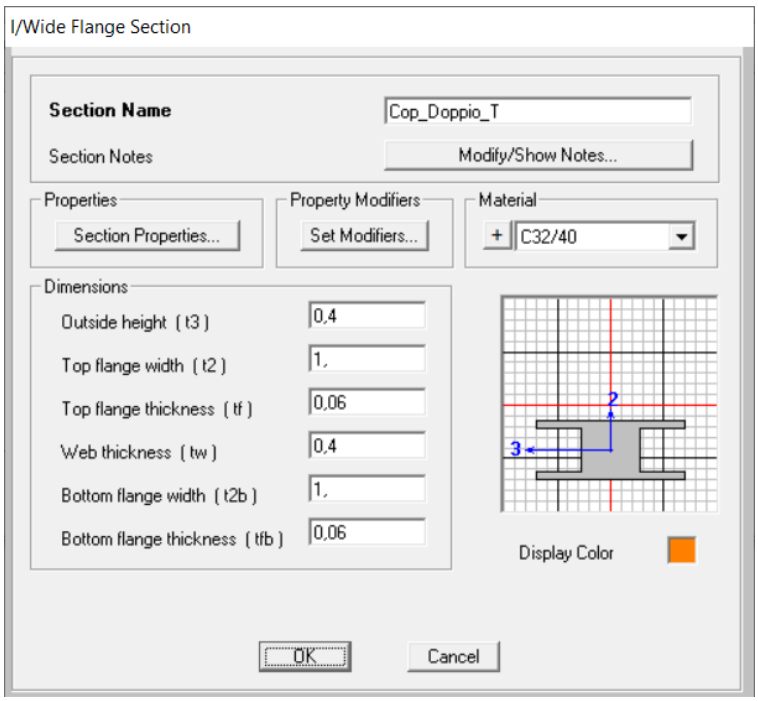


FIGURA 7-7 – SOLETTA DI COPERTURA

7.3 Analisi dei carichi statici

Nel presente paragrafo si riportano i carichi assunti per il dimensionamento delle strutture afferenti al "biotunnel".

Carichi assunti in copertura:

Permanenti portati = 1.50 kN/mq

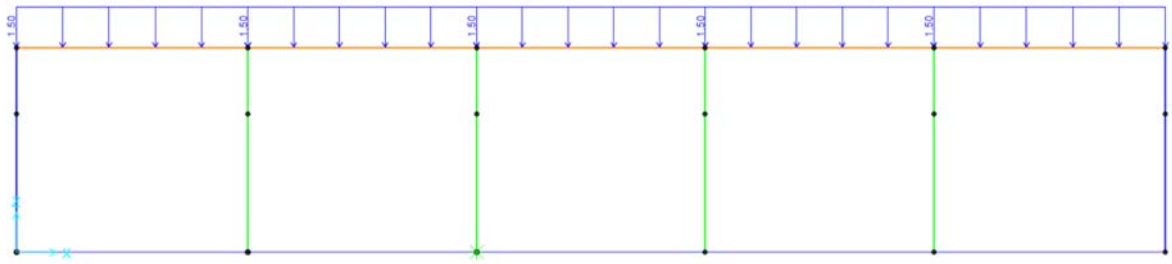


FIGURA 7-8 – CONDIZIONE DI CARICO "G2_COP"

Manutenzione = 0.50 kN/mq

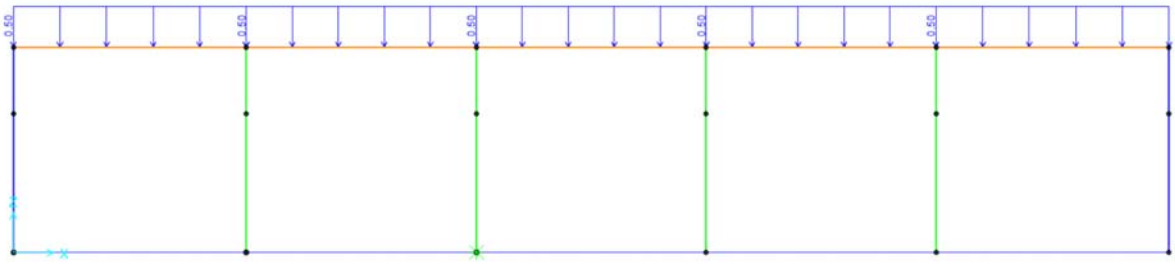


FIGURA 7-9 – CONDIZIONE DI CARICO "Q_COP"

Neve = 0.48 kN/mq

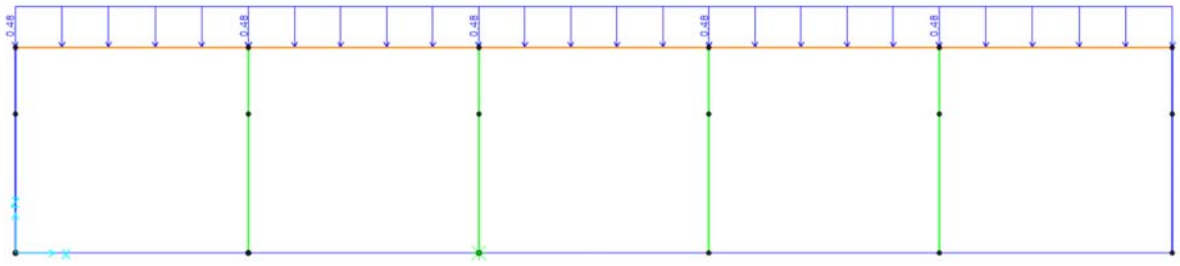


FIGURA 7-10 – CONDIZIONE DI CARICO "NEVE"

Carichi interni al fabbricato:

peso specifico compost = 5.00 kN/mc

coeff. di spinta compost = 0.50

altezza di spinta compost = 5.00 m

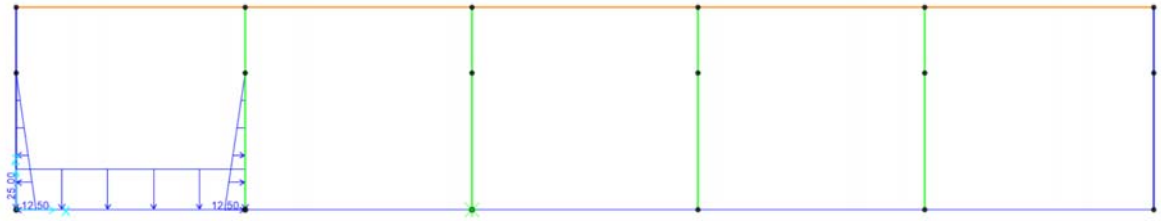


FIGURA 7-11 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C1"

FIGURA 7-12 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C2"

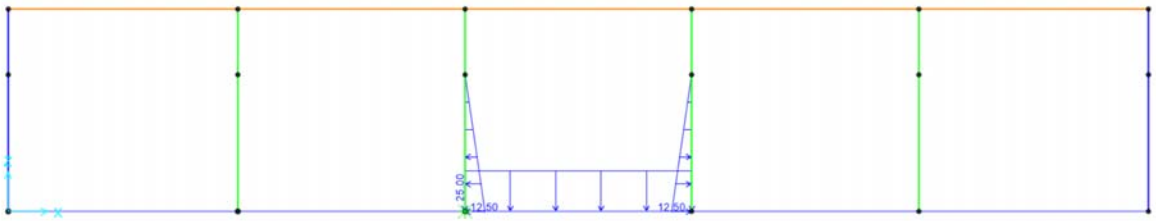


FIGURA 7-13 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C3"

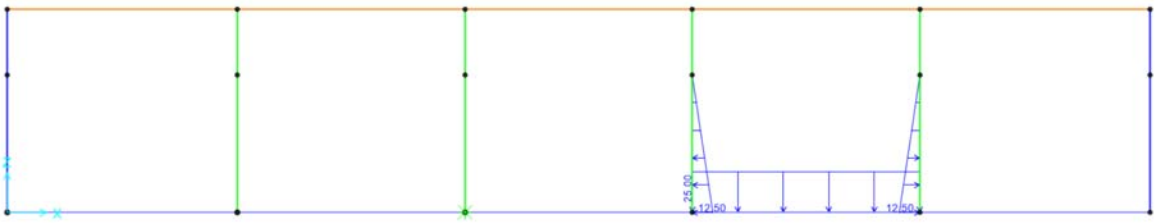


FIGURA 7-14 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C4"

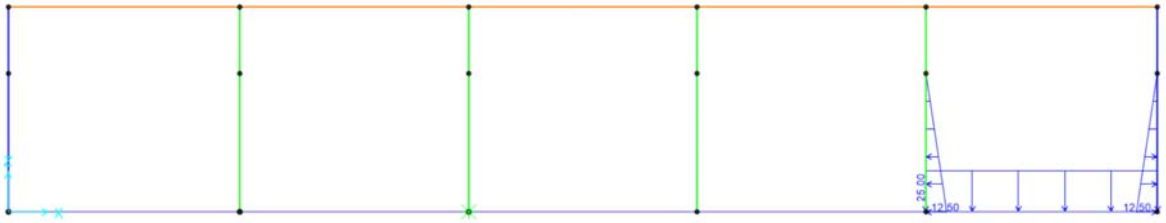


FIGURA 7-15 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C5"

Sovraccarico dovuto ai mezzi per la movimentazione del materiale = 5.00 kN/mq (in fase di Progetto Esecutivo sarà necessario verificare la quota massima di riempimento del "biotunnel" ed il peso effettivo dei mezzi ammessi all'ingresso del "biotunnel" stesso ed aggiornare le verifiche conseguenti)

coeff. di spinta mobili = 0.50

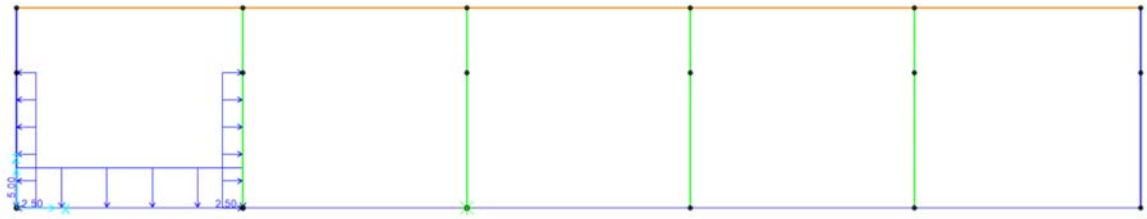


FIGURA 7-16 – CONDIZIONE DI CARICO "MOBILI_C1"

Analogamente a quanto fatto per le spinte del compost, anche le spinte dei mobili sono state applicate alle altre 4 celle (si omettono le figure).

Carichi sulle pareti:

Vento: vedasi quanto riportato per edificio "Corridoio" (1 kN/mq).

FIGURA 7-17 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO"

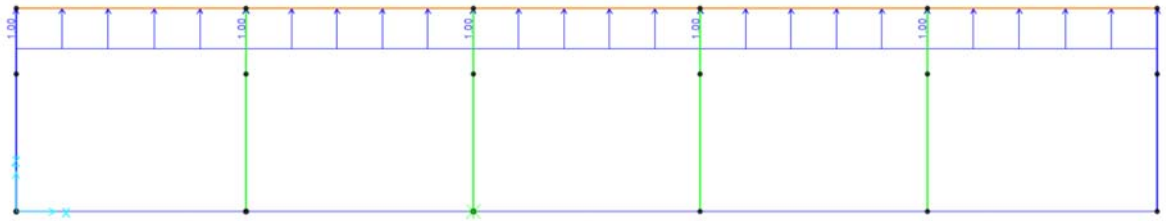


FIGURA 7-18 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO_Z"

Il peso proprio strutturale è computato direttamente dal software di calcolo.

7.4 Analisi del carico sismico

Tipologia: "struttura monolitica a cella" (q = 2 in CD"B")

Tab. 7.3.II – *Valori massimi del valore di base q_0 del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD*

	q_0	
Tipologia strutturale	CD"A"	CD"B"
Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	4,5 α_u/α_1	3,0 α_u/α_1
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	4,0 α_u/α_1	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5
Costruzioni con struttura prefabbricata (§ 7.4.5.1)		
Strutture a pannelli	4,0 α_u/α_1	3,0
Strutture monolitiche a cella	3,0	2,0
Strutture con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati	3,5	2,5
Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)		
Strutture intelaiate Strutture con controventi eccentrici	5,0 α_u/α_1	4,0
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva Strutture con controventi concentrici a V	4,0 2,5	4,0 2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	2,0 α_u/α_1	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	4,0 α_u/α_1	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0
Costruzioni di legno (§ 7.7.3)		
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni Strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati	3,0	2,0
Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico	4,0	2,5
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni.	5,0	3,0
Pannelli di tavole incollate a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni Strutture reticolari con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni o spinotti		2,5

Si considera un comportamento strutturale "Non dissipativo" in cui:

qND = 2/3 qCD"B" = 1.33

Si assume:

q Orizzontale SLV = 1.30

q Verticale SLV = 1.30

q Orizzontale SLD = 1.00

q Verticale SLD = 1.00

Terreno: C – T1

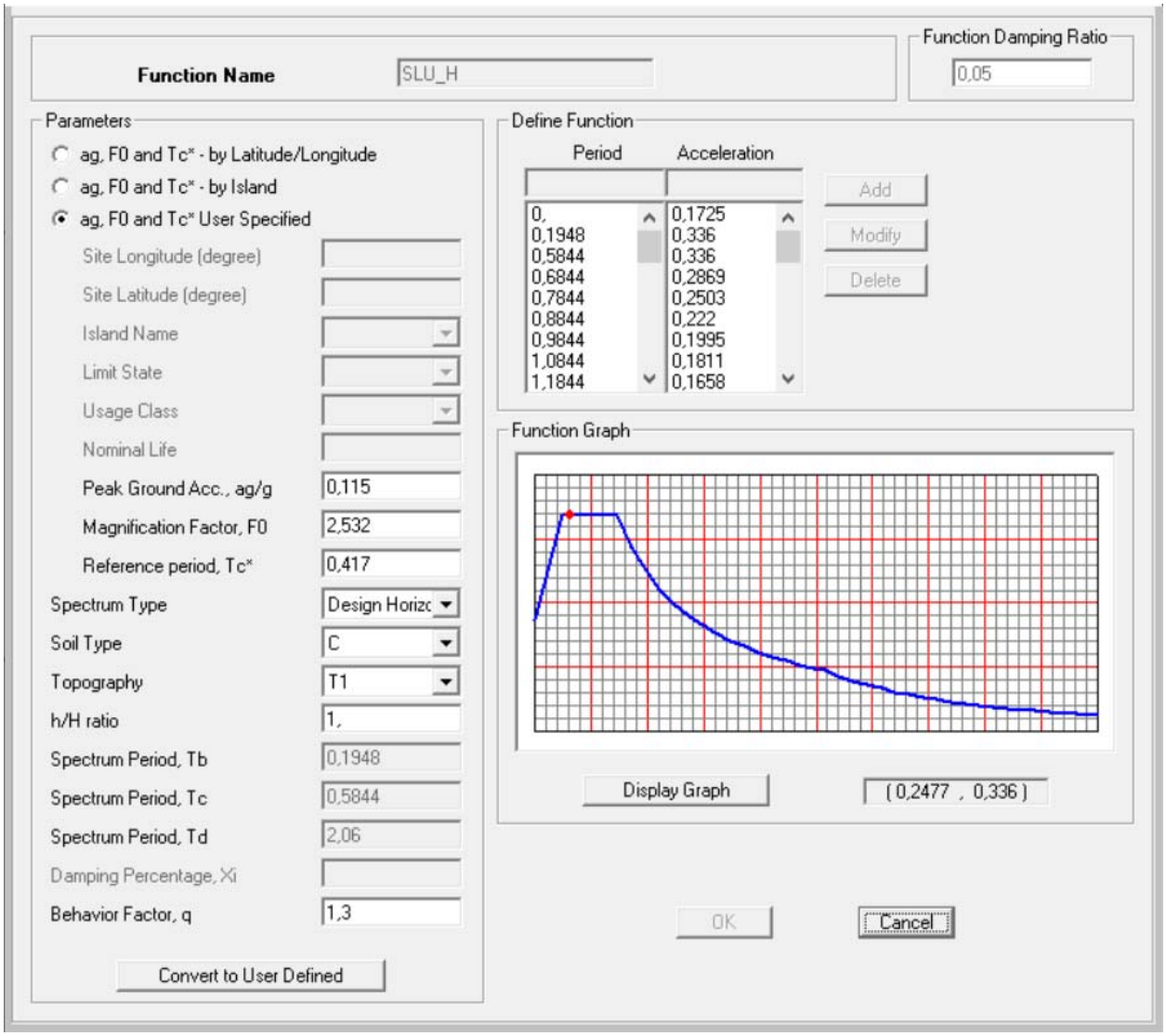


FIGURA 7-19 – SPETTRO ORIZZONTALE SLV

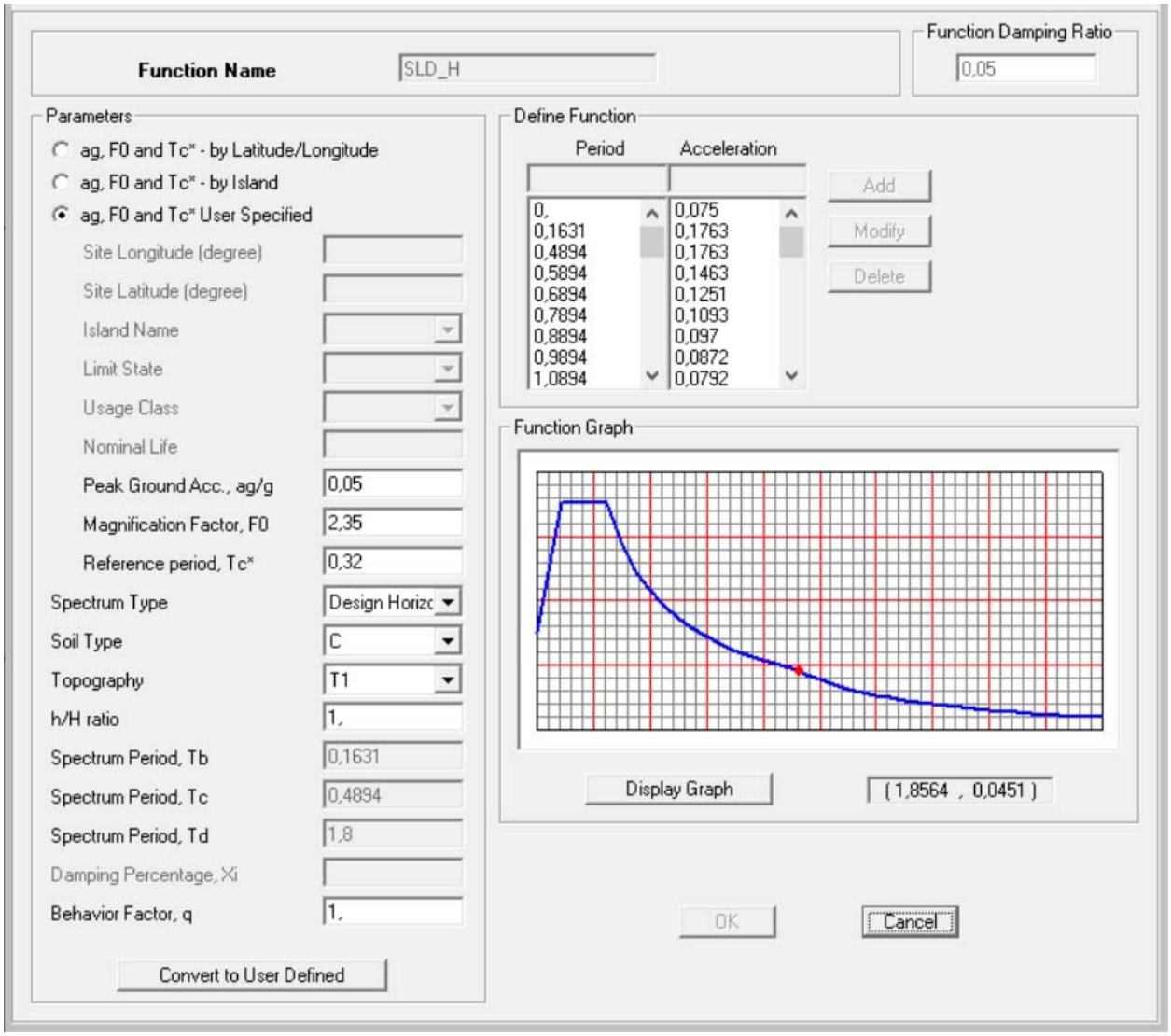
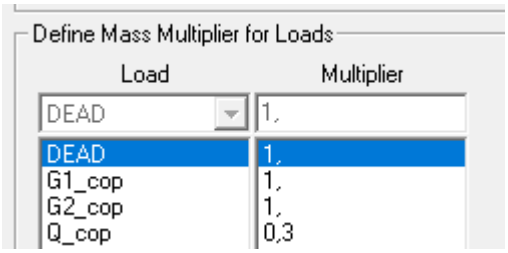


FIGURA 7-20 – SPETTRO ORIZZONTALE SLD

Masse sismiche:



Inerzia sismica e spinta di Wood SLV

ag = 0.115 g

Ss = 1.50

St = 1.00

Kh = 0.115 x 1.50 x 1.00 = 0.173 g

Inerzia compost singola cella = 8.30m x 5.00m x 0.173g x 5.00 kN/mc =35.89 kN/m

Ripartito sulla platea della singola cella = 35.89 kN/m / 8.30m = 4.32 kN/mq

Spinta di Wood = 0.173 x 5.00 kN/mc x 5.00^2 m = 21.62 kN/m

Ripartito sull'altezza di spinta = 21.62 kN/m / 5.00m = 4.32 kN/mq

Peso compost sulla platea di fondazione = 5.00 kN/mc x 5.00 m = 25.00 kN/mq

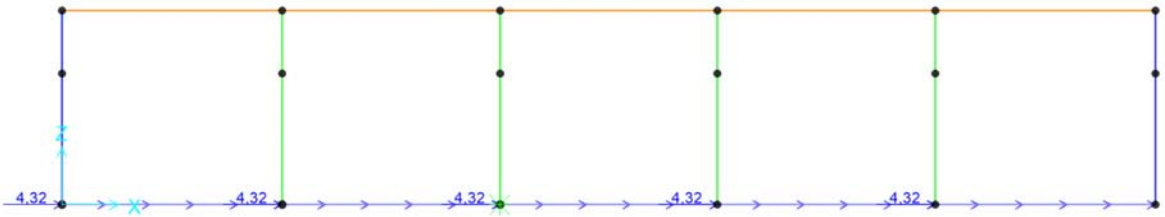


FIGURA 7-21 – CONDIZIONE DI CARICO "INERZIA_COMPOST_SLV"

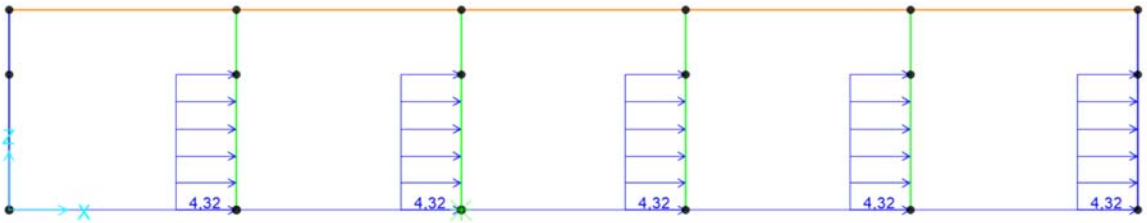


FIGURA 7-22 – CONDIZIONE DI CARICO "WOOD_COMPOST_SLV"

Inerzia sismica e spinta di Wood SLD

ag = 0.050 g

Ss = 1.50

St = 1.00

Kh = 0.050 x 1.50 x 1.00 = 0.075 g

Inerzia compost singola cella = 8.30m x5.00m x 0.075g x 5.00 kN/mc = 15.56 kN/m

Ripartito sulla platea della singola cella = 15.56 kN/m / 8.30m = 1.88 kN/mq

Spinta di Wood = 0.075 x 5.00 kN/mc x 5.00^2 m = 9.37 kN/m

Ripartito sull'altezza di spinta = 9.37 kN/m / 5.00m = 1.88 kN/mq

Peso compost sulla platea di fondazione = 5.00 kN/mc x 5.00 m = 25.00 kN/mq

7.5 Combinazioni di carico

Siano:

G1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P = pretensione e precompressione;

Qk = azioni variabili caratteristiche sulla struttura;

A = azioni eccezionali sulla struttura;

E = azioni derivanti dai terremoti.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si adottano le seguenti combinazioni delle azioni.

1) Fondamentale per gli stati limite ultimi (SLU)

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

2) Rara per gli stati limite di esercizio (SLE)

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

3) Frequente per gli stati limite di esercizio (SLE)

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

4) Quasi permanente per gli stati limite di esercizio (SLE)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots$$

5) Sismica per gli stati limite ultimi (SLU)

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

6) Eccezionale per gli stati limite ultimi (SLU)

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots$$

I fattori di tali combinazioni lineari sono riportati nelle seguenti tabelle.

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi permanenti non strutturali[1]	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3

[1]Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLU_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_01			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_01			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_01			Linear Static	Q_cop	1,5
SLU_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_02			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_02			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_02			Linear Static	Vento_X	1,5

SLU_02			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_02			Linear Static	Neve	1,5
SLU_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU_03			Linear Static	G1_cop	1
SLU_03			Linear Static	G2_cop	1
SLU_03			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_03			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_03			Linear Static	Neve	0
SLU_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU_04			Linear Static	G1_cop	1
SLU_04			Linear Static	G2_cop	1
SLU_04			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_04			Linear Static	Vento_Z	1,5
SLU_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_05			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_05			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_05			Linear Static	Q_cop	1,5
SLU_05			Linear Static	Compost_C1	1,5
SLU_05			Linear Static	Compost_C2	1,5
SLU_05			Linear Static	Compost_C3	1,5
SLU_05			Linear Static	Compost_C4	1,5
SLU_05			Linear Static	Compost_C5	1,5
SLU_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_06			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_06			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_06			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_06			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_06			Linear Static	Neve	1,5
SLU_06			Linear Static	Compost_C1	1,5
SLU_07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_07			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_07			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_07			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_07			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_07			Linear Static	Neve	1,5
SLU_07			Linear Static	Compost_C2	1,5
SLU_08	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_08			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_08			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_08			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_08			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_08			Linear Static	Neve	1,5
SLU_08			Linear Static	Compost_C3	1,5
SLU_09	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_09			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_09			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_09			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_09			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_09			Linear Static	Neve	1,5
SLU_09			Linear Static	Compost_C4	1,5
SLU_10	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_10			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_10			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_10			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_10			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_10			Linear Static	Neve	1,5
SLU_10			Linear Static	Compost_C5	1,5
SLU_11	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_11			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_11			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_11			Linear Static	Q_cop	1,5
SLU_11			Linear Static	Compost_C1	1,5
SLU_11			Linear Static	Compost_C2	1,5

SLU_11			Linear Static	Compost_C3	1,5
SLU_11			Linear Static	Compost_C4	1,5
SLU_11			Linear Static	Compost_C5	1,5
SLU_11			Linear Static	Mobili_C1	1,5
SLU_11			Linear Static	Mobili_C2	1,5
SLU_11			Linear Static	Mobili_C3	1,5
SLU_11			Linear Static	Mobili_C4	1,5
SLU_11			Linear Static	Mobili_C5	1,5
SLU_12	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_12			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_12			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_12			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_12			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_12			Linear Static	Neve	1,5
SLU_12			Linear Static	Compost_C1	1,5
SLU_12			Linear Static	Mobili_C1	1,5
SLU_13	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_13			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_13			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_13			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_13			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_13			Linear Static	Neve	1,5
SLU_13			Linear Static	Compost_C2	1,5
SLU_13			Linear Static	Mobili_C2	1,5
SLU_14	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_14			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_14			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_14			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_14			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_14			Linear Static	Neve	1,5
SLU_14			Linear Static	Compost_C3	1,5
SLU_14			Linear Static	Mobili_C3	1,5
SLU_15	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_15			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_15			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_15			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_15			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_15			Linear Static	Neve	1,5
SLU_15			Linear Static	Compost_C4	1,5
SLU_15			Linear Static	Mobili_C4	1,5
SLU_16	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_16			Linear Static	G1_cop	1,3
SLU_16			Linear Static	G2_cop	1,5
SLU_16			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_16			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_16			Linear Static	Neve	1,5
SLU_16			Linear Static	Compost_C5	1,5
SLU_16			Linear Static	Mobili_C5	1,5
ENV_SLU	Envelope	No	Response Combo	SLU_01	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_02	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_03	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_04	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_05	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_06	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_07	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_08	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_09	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_10	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_11	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_12	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_13	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_14	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_15	1

ENV_SLU			Response Combo	SLU_16	1
SLV_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_01			Linear Static	G1_cop	1
SLV_01			Linear Static	G2_cop	1
SLV_01			Linear Static	Q_cop	0,3
SLV_01			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	1
SLV_01			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	0,3
SLV_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_02			Linear Static	G1_cop	1
SLV_02			Linear Static	G2_cop	1
SLV_02			Linear Static	Q_cop	0,3
SLV_02			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	1
SLV_02			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	-0,3
SLV_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_03			Linear Static	G1_cop	1
SLV_03			Linear Static	G2_cop	1
SLV_03			Linear Static	Q_cop	0,3
SLV_03			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	0,3
SLV_03			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	1
SLV_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_04			Linear Static	G1_cop	1
SLV_04			Linear Static	G2_cop	1
SLV_04			Linear Static	Q_cop	0,3
SLV_04			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	0,3
SLV_04			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	-1
SLV_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_05			Linear Static	G1_cop	1
SLV_05			Linear Static	G2_cop	1
SLV_05			Linear Static	Q_cop	0,3
SLV_05			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	1
SLV_05			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	0,3
SLV_05			Linear Static	Inerzia_Compost_SLV	1
SLV_05			Linear Static	Wood_Compost_SLV	1
SLV_05			Linear Static	Compost_C1	1
SLV_05			Linear Static	Compost_C2	1
SLV_05			Linear Static	Compost_C3	1
SLV_05			Linear Static	Compost_C4	1
SLV_05			Linear Static	Compost_C5	1
SLV_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_06			Linear Static	G1_cop	1
SLV_06			Linear Static	G2_cop	1
SLV_06			Linear Static	Q_cop	0,3
SLV_06			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	1
SLV_06			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	-0,3
SLV_06			Linear Static	Inerzia_Compost_SLV	1
SLV_06			Linear Static	Wood_Compost_SLV	1
SLV_06			Linear Static	Compost_C1	1
SLV_06			Linear Static	Compost_C2	1
SLV_06			Linear Static	Compost_C3	1
SLV_06			Linear Static	Compost_C4	1
SLV_06			Linear Static	Compost_C5	1
SLV_07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_07			Linear Static	G1_cop	1
SLV_07			Linear Static	G2_cop	1
SLV_07			Linear Static	Q_cop	0,3
SLV_07			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	0,3
SLV_07			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	1
SLV_07			Linear Static	Inerzia_Compost_SLV	1
SLV_07			Linear Static	Wood_Compost_SLV	1
SLV_07			Linear Static	Compost_C1	1
SLV_07			Linear Static	Compost_C2	1
SLV_07			Linear Static	Compost_C3	1
SLV_07			Linear Static	Compost_C4	1

SLV_07			Linear Static	Compost_C5	1
SLV_08	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_08			Linear Static	G1_cop	1
SLV_08			Linear Static	G2_cop	1
SLV_08			Linear Static	Q_cop	0,3
SLV_08			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	0,3
SLV_08			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	-1
SLV_08			Linear Static	Inerzia_Compost_SLV	1
SLV_08			Linear Static	Wood_Compost_SLV	1
SLV_08			Linear Static	Compost_C1	1
SLV_08			Linear Static	Compost_C2	1
SLV_08			Linear Static	Compost_C3	1
SLV_08			Linear Static	Compost_C4	1
SLV_08			Linear Static	Compost_C5	1
ENV_SLV	Envelope	No	Response Combo	SLV_01	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_02	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_03	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_04	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_05	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_06	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_07	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_08	1
ENV_SLU_SLV	Envelope	No	Response Combo	ENV_SLU	1
ENV_SLU_SLV			Response Combo	ENV_SLV	1
SLD_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_01			Linear Static	G1_cop	1
SLD_01			Linear Static	G2_cop	1
SLD_01			Linear Static	Q_cop	0,3
SLD_01			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	1
SLD_01			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	0,3
SLD_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_02			Linear Static	G1_cop	1
SLD_02			Linear Static	G2_cop	1
SLD_02			Linear Static	Q_cop	0,3
SLD_02			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	1
SLD_02			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	-0,3
SLD_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_03			Linear Static	G1_cop	1
SLD_03			Linear Static	G2_cop	1
SLD_03			Linear Static	Q_cop	0,3
SLD_03			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	0,3
SLD_03			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	1
SLD_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_04			Linear Static	G1_cop	1
SLD_04			Linear Static	G2_cop	1
SLD_04			Linear Static	Q_cop	0,3
SLD_04			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	0,3
SLD_04			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	-1
SLD_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_05			Linear Static	G1_cop	1
SLD_05			Linear Static	G2_cop	1
SLD_05			Linear Static	Q_cop	0,3
SLD_05			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	1
SLD_05			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	0,3
SLD_05			Linear Static	Inerzia_Compost_SLD	1
SLD_05			Linear Static	Wood_Compost_SLD	1
SLD_05			Linear Static	Compost_C1	1
SLD_05			Linear Static	Compost_C2	1
SLD_05			Linear Static	Compost_C3	1
SLD_05			Linear Static	Compost_C4	1
SLD_05			Linear Static	Compost_C5	1
SLD_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_06			Linear Static	G1_cop	1

SLD_06			Linear Static	G2_cop	1
SLD_06			Linear Static	Q_cop	0,3
SLD_06			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	1
SLD_06			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	-0,3
SLD_06			Linear Static	Inerzia_Compost_SLD	1
SLD_06			Linear Static	Wood_Compost_SLD	1
SLD_06			Linear Static	Compost_C1	1
SLD_06			Linear Static	Compost_C2	1
SLD_06			Linear Static	Compost_C3	1
SLD_06			Linear Static	Compost_C4	1
SLD_06			Linear Static	Compost_C5	1
SLD_07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_07			Linear Static	G1_cop	1
SLD_07			Linear Static	G2_cop	1
SLD_07			Linear Static	Q_cop	0,3
SLD_07			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	0,3
SLD_07			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	1
SLD_07			Linear Static	Inerzia_Compost_SLD	1
SLD_07			Linear Static	Wood_Compost_SLD	1
SLD_07			Linear Static	Compost_C1	1
SLD_07			Linear Static	Compost_C2	1
SLD_07			Linear Static	Compost_C3	1
SLD_07			Linear Static	Compost_C4	1
SLD_07			Linear Static	Compost_C5	1
SLD_08	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_08			Linear Static	G1_cop	1
SLD_08			Linear Static	G2_cop	1
SLD_08			Linear Static	Q_cop	0,3
SLD_08			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	0,3
SLD_08			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	-1
SLD_08			Linear Static	Inerzia_Compost_SLD	1
SLD_08			Linear Static	Wood_Compost_SLD	1
SLD_08			Linear Static	Compost_C1	1
SLD_08			Linear Static	Compost_C2	1
SLD_08			Linear Static	Compost_C3	1
SLD_08			Linear Static	Compost_C4	1
SLD_08			Linear Static	Compost_C5	1
ENV_SLD	Envelope	No	Response Combo	SLD_01	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_02	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_03	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_04	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_05	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_06	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_07	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_08	1

7.6 Verifiche SLU/SLE soletta

Nel presente paragrafo si riportano le sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari relativamente alla soletta di copertura prefabbricata (spessore 0.40m).

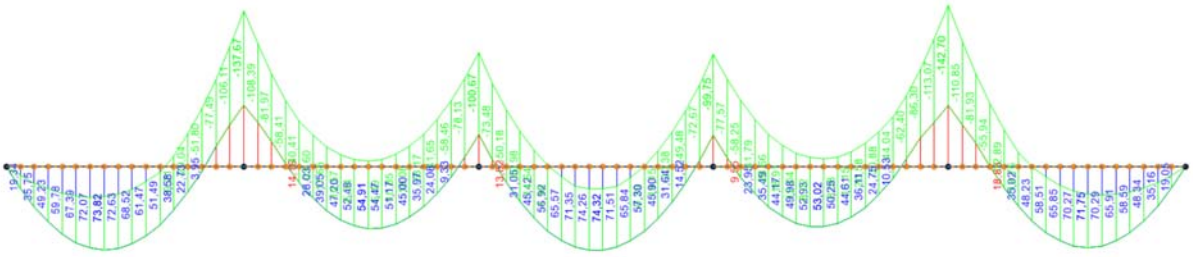


FIGURA 7-23 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE ENV_SLU_SLV

Med = -142.70 kNm/m momento sollecitante massimo SLU/SLV

Ved = -67.43 kN/m taglio sollecitante massimo SLU/SLV

SOLETTA SUPERIORE

Caratteristiche meccaniche dei materiali

cls	C32/40	R_{ck} =	40	N/mm²	f_{ck} =	32	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	18,13	N/mm²
		E_c =	33346	N/mm²	f_{ctm} =	3,02	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	400	mm base
H =	400	mm altezza
c =	45	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
7,5	16	1508	45
		-	355
7,5	16	1508	355
		-	
	Σ	3016	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV			142,70	67,43	188,89	**1,32**

Taglio

ϕ_{staffe} = 8 mm α = 90 ° inclinazione staffa

n_b = 2,00 n° braccia s = 150 mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		96,62	83,79	579,36	96,62	**1,43**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 19,2 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			109,77	168,53	**1,54**

Comb. Quasi perm. σ_c = 14,4 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			109,77	168,53	**1,54**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

α_e = 6,00 ϕ_{eq} = 16,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			109,77	234	128	1508

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	36293	0,04	0,09%	191,26	0,17	**OK**

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,2 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]

RARA			109,77	234	128	1508

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	36293	0,04	0,10%	191,26	0,19	OK

7.7 Verifiche SLU/SLE pareti

Nel presente paragrafo si riportano le sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari relativamente alle pareti di spessore pari a 0.30m (sia interne che esterne).

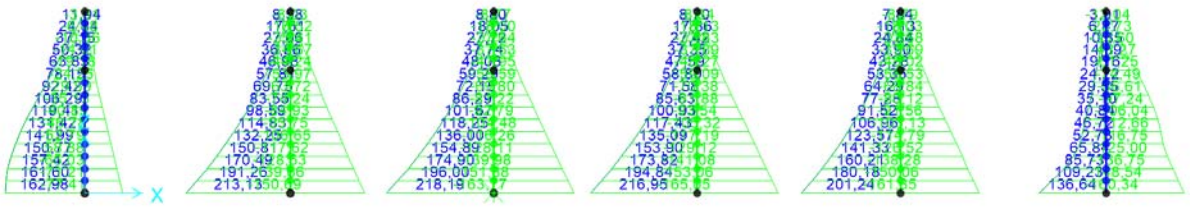


FIGURA 7-24 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE ENV_SLU_SLV

Med = 218.19 kNm/m momento sollecitante massimo SLU/SLV

Ved = 65.97 kN/m taglio sollecitante massimo SLU/SLV

Ned = 72.89 kN/m sforzo assiale dovuto al solo peso proprio (cautelativamente)

PARETI ESTERNE E INTERNE

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Cls =	C32/40	R_{ck} =	40	N/mm²	f_{ck} =	32	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	18,13	N/mm²
		E_c =	33346	N/mm²	f_{ctm} =	3,02	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base
H =	300	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
10	20	3142	50
		-	250
10	20	3142	250
		-	
	Σ	6283	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		72,89	218,19	65,97	274,06	**1,26**
ENV_SLU		72,89	100,13	49,84	274,06	**2,74**

Taglio

ϕ_{staffe} =	mm	α =	90	° inclinazione staffa	
n_b =	n° braccia	s =		mm passo	

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		203,82			203,82	**3,09**
ENV_SLU		203,82			203,82	**4,09**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 19,2 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA		72,89	77,02	246,27	**3,20**

Comb. Quasi perm. σ_c = 14,4 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			77,02	219,41	**2,85**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

α_e =	6,00	ϕ_{eq} =	20,00				
k_1 =	0,8	k_2 =	0,5	k_3 =	3,4	k_4 =	0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			77,02	116	99	3142

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	67162	0,05	0,03%	208,69	0,07	**OK**

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,2 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			77,02	116	99	3142

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	67162	0,05	0,04%	208,69	0,09	**OK**

Effetti delle non linearità geometriche

Secondo quanto previsto dal paragrafo 7.3.1 delle NTC2018:

$\theta = P \times der / (V \times h) < 0.1$

P = 139.85 kN

der = 0.073 m (spostamento SLV calcolato con modulo elastico del cls al 50%)

V = 38.75 kN (reazione vincolare minima in combinazione SLV)

h = 7.40 m

$\theta = 0.035 < 0.1$ → gli effetti delle non linearità geometriche possono essere trascurati.

7.8 Verifiche SLU/SLE platea

Nel presente paragrafo si riportano le sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari relativamente alla platea di fondazione (spessore 0.40m).

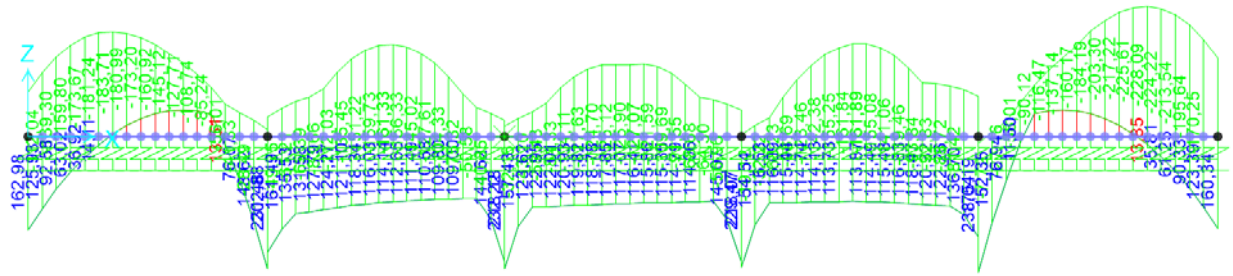


FIGURA 7-25 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE ENV_SLU_SLV

Med = 238.03 kNm/m momento sollecitante massimo SLU/SLV

Ved = 177.44 kN/m taglio sollecitante massimo SLU/SLV

PLATEA DI FONDAZIONE

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Cls =	C32/40	R_{ck} =	40	N/mm²	f_{ck} =	32	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	18,13	N/mm²
		E_c =	33346	N/mm²	f_{ctm} =	3,02	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base
H =	400	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
10	20	3142	50
		-	450
10	20	3142	350
		-	
		Σ 6283	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV			238,03	177,44	388,28	**1,63**

Taglio

ϕ_{staffe} = mm α = 90 ° inclinazione staffa

n_b = n° braccia s = mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		225,86			225,86	**1,27**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 19,2 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			183,10	344.98	**1.88**

Comb. Quasi perm. σ_c = 14,4 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			183,10	344.98	**1.88**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

α_e = 6,00 ϕ_{eq} = 20,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			183,10	190	122	3142

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	92808	0.03	0.06%	236.44	0.15	**OK**

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,2 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			183.10	190	122	3142

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	92808	0.03	0.07%	236.44	0.17	OK

7.9 Verifiche spostamenti SLD

Per le verifiche allo SLD si utilizza il medesimo modello descritto in precedenza, ma con modulo elastico del calcestruzzo dimezzato al fine di considerare gli effetti della fessurazione.

Spostamento dei nodi di testa della struttura in combinazione ENV_SLD:

TABLE: Joint Displacements				
Joint	**OutputCase**	**CaseType**	**StepType**	**U1**
Text	Text	Text	Text	mm
7	ENV_SLD	Combination	Max	31,77
7	ENV_SLD	Combination	Min	-25,16
8	ENV_SLD	Combination	Max	31,79
8	ENV_SLD	Combination	Min	-25,15
9	ENV_SLD	Combination	Max	31,81
9	ENV_SLD	Combination	Min	-25,14
10	ENV_SLD	Combination	Max	31,84
10	ENV_SLD	Combination	Min	-25,13
11	ENV_SLD	Combination	Max	31,86
11	ENV_SLD	Combination	Min	-25,12
12	ENV_SLD	Combination	Max	31,88
12	ENV_SLD	Combination	Min	-25,11
			Max	**31,88**
			Min	**-25,16**

Nel caso in esame:

CU: II

q (SLD) = 1.00

dr = 31.88 mm

h = 7400 mm

da cui (utilizzando il limite per "**tamponamenti fragili**"):

q x dr = 31.88 x 1.00 = 31.88 mm < 0.0050 x h = 37.00 mm. VERIFICATO.

Per le CU I e II ci si riferisce allo *SLD* (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$qd_r \le 0{,}0050 \cdot h \quad \text{per tamponature fragili} \qquad [7.3.11a]$$

$$qd_r \le 0{,}0075 \cdot h \quad \text{per tamponature duttili} \qquad [7.3.11b]$$

b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano d_{rp}, per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:

$$qd_r \le d_{rp} \le 0{,}0100 \cdot h \qquad [7.3.12]$$

c) per costruzioni con struttura portante di muratura ordinaria

$$qd_r \le 0{,}0020 \cdot h \qquad [7.3.13]$$

d) per costruzioni con struttura portante di muratura armata

$$qd_r \le 0{,}0030 \cdot h \qquad [7.3.14]$$

e) per costruzioni con struttura portante di muratura confinata

$$qd_r < 0{,}0025 \cdot h \qquad [7.3.15]$$

dove:

d_r è lo spostamento di interpiano, cioè la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e del solaio inferiore, calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4, sul modello di calcolo non comprensivo delle tamponature,

h è l'altezza del piano.

Per le CU III e IV ci si riferisce allo *SLO* (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

7.10 Validazione modello FEM

Nel presente paragrafo si riporta il calcolo "manuale" di alcune semplici quantità al fine di validare il modello FEM utilizzato per le analisi strutturali.

Tutte le quantità di seguito riportate si riferiscono ad una struttura con profondità unitaria.

Peso complessivo "Permanenti portati" = 1.50 kN/mq x 41.70m = 62.55 kN/m

Peso complessivo "Neve" = 0.48 kN/mq x 41.70m = 20.02 kN/m

Peso complessivo "Manutenzione" = 0.50 kN/mq x 41.70m = 20.85 kN/m

Peso complessivo "Compost" = 5.00 kN/mc x 5.00m x 41.70m = 1042.50 kN/m

Dal software di calcolo si ottengono i seguenti valori:

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	Case-Type	F3
Text	Text	Text	KN
Tot.	Compost_C1	LinStatic	210,00
Tot.	Compost_C2	LinStatic	207,50
Tot.	Compost_C3	LinStatic	207,50
Tot.	Compost_C4	LinStatic	207,50
Tot.	Compost_C5	LinStatic	210,00
			1042,50
Tot.	G2_cop	LinStatic	62,55
Tot.	Neve	LinStatic	20,02
Tot.	Q_cop	LinStatic	20,85

I valori ottenuti dal software sono i medesimi di quelli attesi. Si conclude quindi che il modello numerico risulta essere validato ed i risultati ottenuti sono quindi "accettabili".

8 BIOFILTRO

8.1 Premessa

Nel presente paragrafo si riporta il dimensionamento preliminare della struttura afferente al biofiltro di cui si riporta di seguito un'immagine di una singola cella.

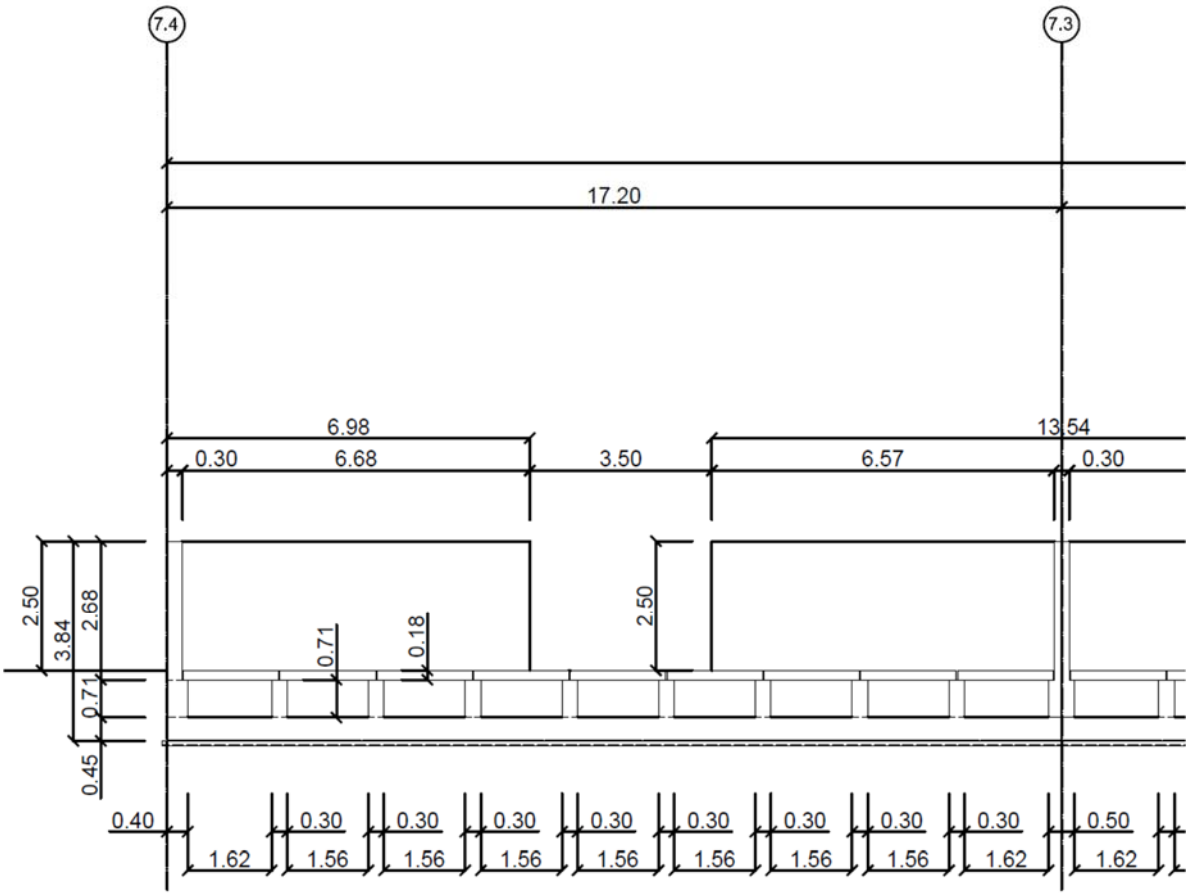


FIGURA 8-1 – SEZIONE TRASVERSALE

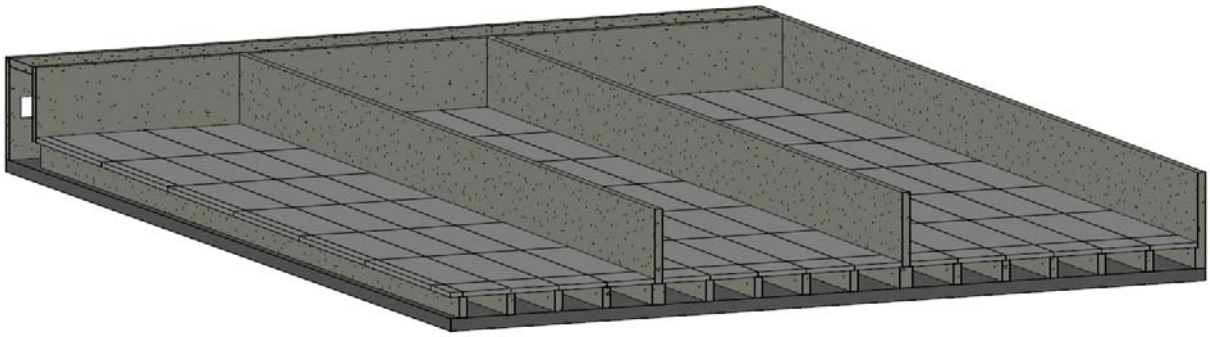


FIGURA 8-2 – SCHEMA TIPICO STRUTTURA BIOFILTRO

8.2 Descrizione modello

La struttura del "biofiltro", in virtù della regolarità in pianta e in elevazione, viene schematizzata mediante un modello piano di profondità unitaria come di seguito rappresentato. A tale modello saranno poi applicati i carichi derivanti dalle azioni ambientali quali neve, vento e sisma oltre che dalle azioni derivanti dal materiale contenuto all'interno. Dal punto di vista realizzativo troviamo una platea gettata in opera di spessore pari a 0.45m, pareti gettate in opera di spessore pari a 0.30m e "incastrate" alla platea ed una soletta di copertura delle celle sottostanti prefabbricata e appoggiata sulle pareti di sostegno (spessore 0.18m). Per maggiori dettagli circa le caratteristiche geometriche del "biofiltro", si rimanda a quanto contenuto sulle tavole grafiche.

Nei paragrafi successivi si riporta l'analisi dei carichi, il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari. Trattandosi di un Progetto Definitivo le verifiche SLE sono state eseguite in via semplificata dividendo per il fattore 1.30 le sollecitazioni SLU ed adottando questo valore come combinazione "Rara", "Frequente" e "Quasi permanente". Tale assunzione risulta essere ovviamente cautelativa.

Modello di calcolo "piano". Profondità unitaria.

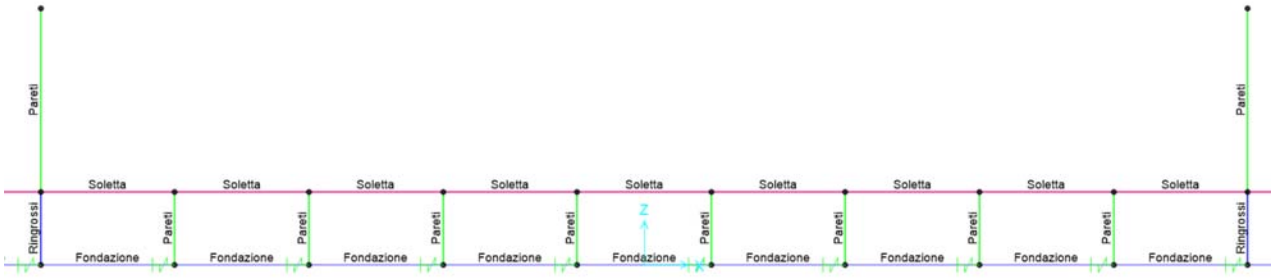


FIGURA 8-3 – SEZIONI ASTE (ZOOM SINGOLA CELLA)

Spessori assunti per le varie aste che compongono la struttura:

Soletta = 0.18m;

Parete = 0.30m;

Fondazione = 0.45m;

Ringrosso = 0.50m;

Svincoli interni e vincoli esterni ipotizzati:

FIGURA 8-4 – VINCOLI E SVINCOLI

Vincolamento verticale schematizzato tramite "molle" alla Winckler

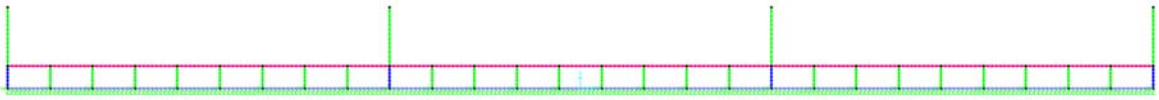


FIGURA 8-5 – SUOLO ELASTICO ALLA WINCKLER

Stima costante di sottofondo:

B =	1,85	m	larghezza fondazione
H =	0,45	m	spessore fondazione
Eb =	32000000	Mpa	modulo elastico fondazione
Ib =	0,014048	m^4	inerzia fodazione
Es =	15000	Mpa	modulo elastico terreno
νs =	0,35		coeff. Poisson terreno

$$k_s = \frac{0{,}65}{B} \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_b I_b}} \cdot \frac{E_s}{1-\nu_s^2}$$

ks = 4947,66 kN/m^3

Si assume ks = 4900 kN/mc

In virtù del fatto che la solettina superiore alle celle, risulta essere semplicemente appoggiata alle pareti sottostanti, è stata "annullata" la rigidezza assiale della stessa al fine di evitare un comportamento "a telaio" della struttura (vedasi figura seguente).

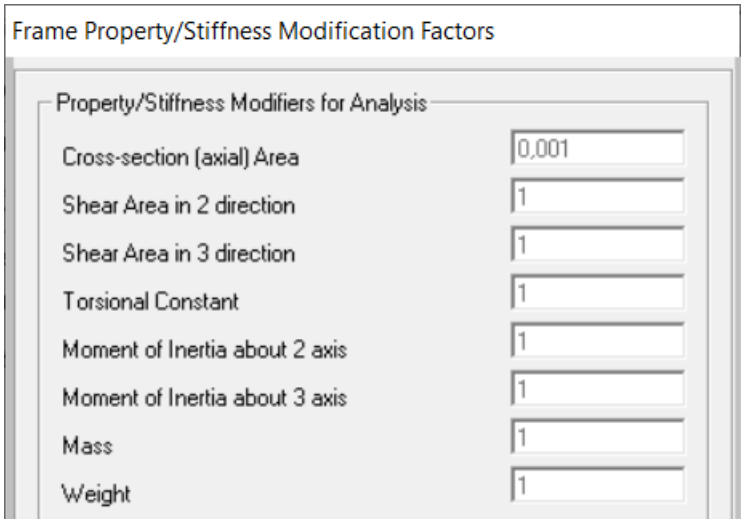


FIGURA 8-6 – PARAMETRI AMPLIFICATIVI PER "SOLETTA"

8.3 Analisi dei carichi statici

Nel presente paragrafo si riportano i carichi assunti per il dimensionamento delle strutture afferenti al "biofiltro".

Neve = 0.48 kN/mq

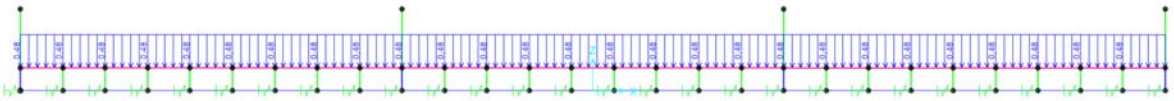


FIGURA 8-7 – CONDIZIONE DI CARICO "NEVE"

Carichi interni al "biofiltro":

peso specifico compost = 5.00 kN/mc

coeff. di spinta compost = 0.50

altezza di spinta compost = 3.00 m (avendo ipotizzato un'altezza di spinta maggiore dell'altezza massima dei muri, si intente considerare forfettariamente la spinta dovuta ai mezzi meccanici impiegati per lo stoccaggio del materiale. **In sede di Progetto Esecutivo sarà necessario verificare le altezze massime del materiale stoccabile ed il peso effettivo dei mezzi meccanici ammessi all'ingresso nel "biofiltro"**).

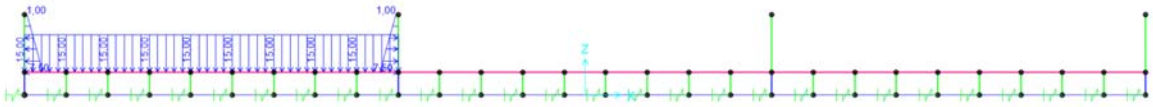


FIGURA 8-8 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C1"

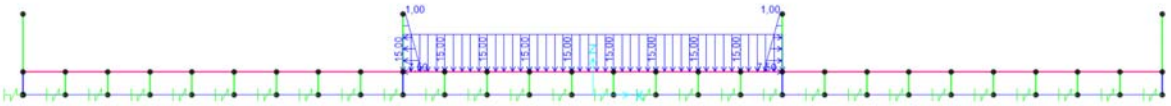


FIGURA 8-9 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C2"

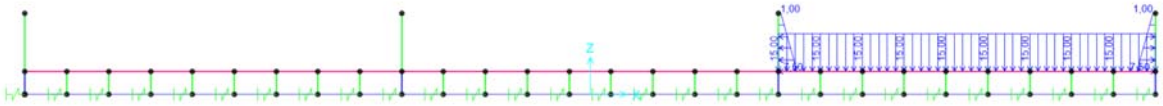


FIGURA 8-10 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C3"

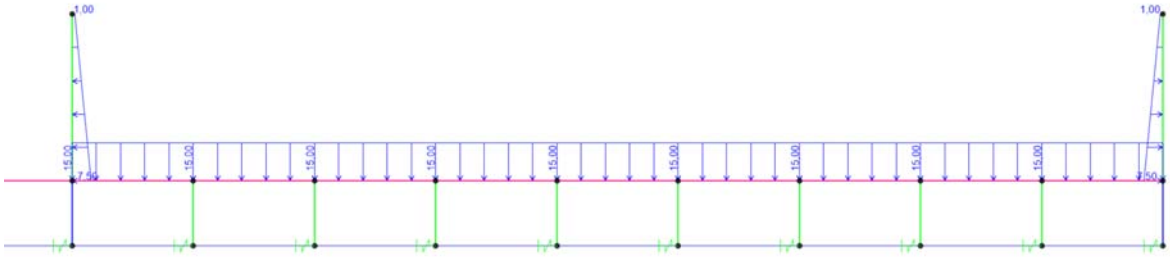


FIGURA 8-11 – CONDIZIONE DI CARICO "COMPOST_C3" - ZOOM

Carichi sulle pareti:

Vento: vedasi quanto riportato per edificio "Corridoio" (1 kN/mq).

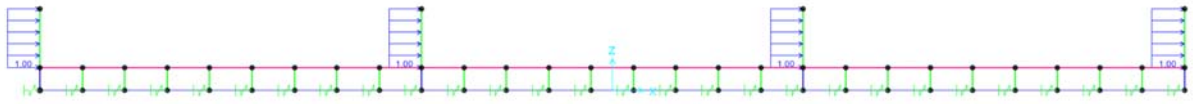


FIGURA 8-12 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO_X"

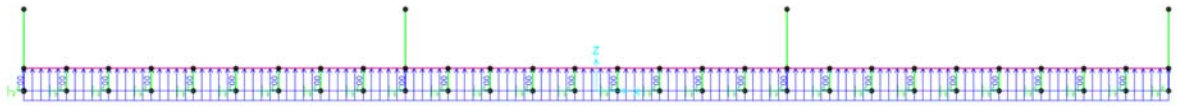


FIGURA 8-13 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO_Z"

Il peso proprio strutturale è computato direttamente dal software di calcolo.

8.4 Analisi del carico sismico

Tipologia: "struttura a pareti non accoppiate" (q = 3 in CD"B")

Tab. 7.3.II – *Valori massimi del valore di base q_0 del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD*

	q_0	
Tipologia strutturale	CD"A"	CD"B"
Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	4,5 α_u/α_1	3,0 α_u/α_1
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	4,0 α_u/α_1	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5
Costruzioni con struttura prefabbricata (§ 7.4.5.1)		
Strutture a pannelli	4,0 α_u/α_1	3,0
Strutture monolitiche a cella	3,0	2,0
Strutture con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati	3,5	2,5
Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)		
Strutture intelaiate Strutture con controventi eccentrici	5,0 α_u/α_1	4,0
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva Strutture con controventi concentrici a V	4,0 2,5	4,0 2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	2,0 α_u/α_1	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	4,0 α_u/α_1	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0
Costruzioni di legno (§ 7.7.3)		
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni Strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati	3,0	2,0
Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico	4,0	2,5
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni.	5,0	3,0
Pannelli di tavole incollate a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni Strutture reticolari con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni o spinotti		2,5

Si considera un comportamento strutturale "Non dissipativo" in cui:

qND = 2/3 qCD"B" = 2.00

cautelativamente si assume:

q Orizzontale SLV = 1.50

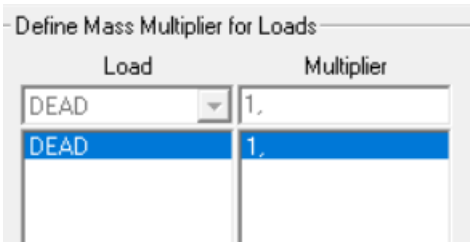
q Verticale SLV = 1.50

q Orizzontale SLD = 1.00

q Verticale SLD = 1.00

Terreno: B – T1

Masse sismiche:



Inerzia sismica e spinta di Wood SLV

ag = 0.115 g

Ss = 1.50

St = 1.00

Kh = 0.115 x 1.50 x 1.00 = 0.173 g

Inerzia compost singola cella = 17.05mx3.00m x 0.173g x 5.00 kN/mc =44.24 kN/m

Ripartito sulla platea della singola cella = 44.24 kN/m / 17.05 m = 2.59 kN/mq

Spinta di Wood = 0.173 x 5.00 kN/mc x 3.00^2 m = 7.78 kN/m

Ripartito sull'altezza di spinta = 7.78 kN/m / 2.60m = 2.99 kN/mq

Peso compost sulla platea di fondazione = 5.00 kN/mc x 3.00 m = 15.00 kN/mq

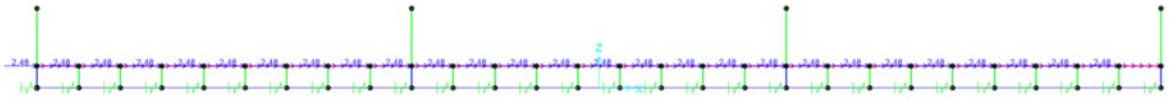


FIGURA 8-14 – CONDIZIONE DI CARICO "INERZIA_COMPOST_SLV"

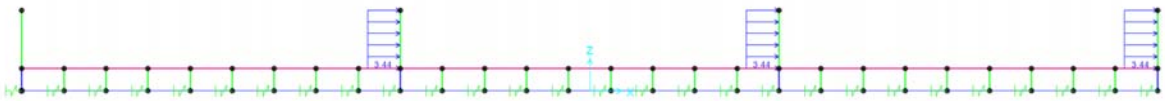


FIGURA 8-15 – CONDIZIONE DI CARICO "WOOD_COMPOST_SLV"

Inerzia sismica e spinta di Wood SLD

ag = 0.050 g

Ss = 1.50

St = 1.00

Kh = 0.050 x 1.50 x 1.00 = 0.075 g

Inerzia compost singola cella = 17.05mx3.00m x0.075g x 5.00 kN/mc = 19.18 kN/m

Ripartito sulla platea della singola cella = 19.18 kN/m / 17.05m = 1.12 kN/mq

Spinta di Wood = 0.075 x 5.00 kN/mc x 3.00^2 m = 3.37 kN/m

Ripartito sull'altezza di spinta = 3.37 kN/m / 2.60m = 1.30 kN/mq

Peso compost sulla platea di fondazione = 5.00 kN/mc x 3.00 m = 15.00 kN/mq

8.5 Combinazioni di carico

Siano:

- G1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P = pretensione e precompressione;
- Qk = azioni variabili caratteristiche sulla struttura;
- A = azioni eccezionali sulla struttura;
- E = azioni derivanti dai terremoti.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si adottano le seguenti combinazioni delle azioni.

1) Fondamentale per gli stati limite ultimi (SLU)

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

2) Rara per gli stati limite di esercizio (SLE)

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

3) Frequente per gli stati limite di esercizio (SLE)

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

4) Quasi permanente per gli stati limite di esercizio (SLE)

$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \ldots$

5) Sismica per gli stati limite ultimi (SLU)

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

6) Eccezionale per gli stati limite ultimi (SLU)

$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots$

I fattori di tali combinazioni lineari sono riportati nelle seguenti tabelle.

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi permanenti non strutturali[1]	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3

[1]Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLU_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_01			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_01			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_01			Linear Static	Neve	1,5
SLU_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU_02			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_02			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_02			Linear Static	Neve	0
SLU_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU_03			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_03			Linear Static	Vento_Z	1,5
SLU_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_04			Linear Static	Compost_C1	1,5
SLU_04			Linear Static	Compost_C2	1,5
SLU_04			Linear Static	Compost_C3	1,5
SLU_04			Linear Static	Neve	1,5
SLU_04			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_05			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_05			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_05			Linear Static	Neve	1,5
SLU_05			Linear Static	Compost_C1	1,5
SLU_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_06			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_06			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_06			Linear Static	Neve	1,5
SLU_06			Linear Static	Compost_C2	1,5
SLU_07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_07			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_07			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_07			Linear Static	Neve	1,5
SLU_07			Linear Static	Compost_C3	1,5
ENV_SLU	Envelope	No	Response Combo	SLU_01	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_02	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_03	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_04	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_05	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_06	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_07	1
SLV_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_01			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	1
SLV_01			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	0,3
SLV_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_02			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	1
SLV_02			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	-0,3
SLV_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_03			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	0,3
SLV_03			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	1
SLV_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_04			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	0,3
SLV_04			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	-1
SLV_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_05			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	1
SLV_05			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	0,3
SLV_05			Linear Static	Inerzia_Compost_SLV	1
SLV_05			Linear Static	Wood_Compost_SLV	1
SLV_05			Linear Static	Compost_C1	1
SLV_05			Linear Static	Compost_C2	1

SLV_05			Linear Static	Compost_C3	1
SLV_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_06			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	1
SLV_06			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	-0,3
SLV_06			Linear Static	Inerzia_Compost_SLV	1
SLV_06			Linear Static	Wood_Compost_SLV	1
SLV_06			Linear Static	Compost_C1	1
SLV_06			Linear Static	Compost_C2	1
SLV_06			Linear Static	Compost_C3	1
SLV_07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_07			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	0,3
SLV_07			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	1
SLV_07			Linear Static	Inerzia_Compost_SLV	1
SLV_07			Linear Static	Wood_Compost_SLV	1
SLV_07			Linear Static	Compost_C1	1
SLV_07			Linear Static	Compost_C2	1
SLV_07			Linear Static	Compost_C3	1
SLV_08	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_08			Response Spectrum	Sisma_SLU_X	0,3
SLV_08			Response Spectrum	Sisma_SLU_Z	-1
SLV_08			Linear Static	Inerzia_Compost_SLV	1
SLV_08			Linear Static	Wood_Compost_SLV	1
SLV_08			Linear Static	Compost_C1	1
SLV_08			Linear Static	Compost_C2	1
SLV_08			Linear Static	Compost_C3	1
ENV_SLV	Envelope	No	Response Combo	SLV_01	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_02	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_03	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_04	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_05	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_06	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_07	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_08	1
ENV_SLU_SLV	Envelope	No	Response Combo	ENV_SLU	1
ENV_SLU_SLV			Response Combo	ENV_SLV	1
SLD_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_01			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	1
SLD_01			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	0,3
SLD_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_02			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	1
SLD_02			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	-0,3
SLD_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_03			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	0,3
SLD_03			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	1
SLD_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_04			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	0,3
SLD_04			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	-1
SLD_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_05			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	1
SLD_05			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	0,3
SLD_05			Linear Static	Inerzia_Compost_SLD	1
SLD_05			Linear Static	Wood_Compost_SLD	1
SLD_05			Linear Static	Compost_C1	1
SLD_05			Linear Static	Compost_C2	1
SLD_05			Linear Static	Compost_C3	1
SLD_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_06			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	1
SLD_06			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	-0,3
SLD_06			Linear Static	Inerzia_Compost_SLD	1
SLD_06			Linear Static	Wood_Compost_SLD	1
SLD_06			Linear Static	Compost_C1	1
SLD_06			Linear Static	Compost_C2	1
SLD_06			Linear Static	Compost_C3	1

SLD_07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_07			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	0,3
SLD_07			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	1
SLD_07			Linear Static	Inerzia_Compost_SLD	1
SLD_07			Linear Static	Wood_Compost_SLD	1
SLD_07			Linear Static	Compost_C1	1
SLD_07			Linear Static	Compost_C2	1
SLD_07			Linear Static	Compost_C3	1
SLD_08	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_08			Response Spectrum	Sisma_SLD_X	0,3
SLD_08			Response Spectrum	Sisma_SLD_Z	-1
SLD_08			Linear Static	Inerzia_Compost_SLD	1
SLD_08			Linear Static	Wood_Compost_SLD	1
SLD_08			Linear Static	Compost_C1	1
SLD_08			Linear Static	Compost_C2	1
SLD_08			Linear Static	Compost_C3	1
ENV_SLD	Envelope	No	Response Combo	SLD_01	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_02	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_03	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_04	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_05	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_06	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_07	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_08	1

8.6 Verifiche SLU/SLE soletta

Nel presente paragrafo si riportano le sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari relativamente alla solettina di copertura delle celle sottostanti (spessore 0.18m).

FIGURA 8-16 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE ENV_SLU_SLV

Med = 13.73 kNm/m momento sollecitante massimo SLU/SLV

Ved = 28.97 kN/m taglio sollecitante massimo SLU_SLV

Si esegue inoltre una verifica locale ipotizzando la presenza dei mezzi necessari alla movimentazione del materiale ("biofiltro" vuoto a cui corrisponde la minima larghezza di diffusione dei carichi mobili). In tale ipotesi si assume un carico concentrato pari a P = 20.00 kN (singola ruota) agente in mezzeria alla soletta (larghezza di diffusione ipotizzata pari a 1.00m). In tale condizione le sollecitazioni conseguenti sono:

Med_mezzo = P x l / 4 x 1.50 = 20.00 kN x 1.90 / 4 x 1.50 = 14.25 kNm/m

(carico in mezzeria)

Ved_mezzo = 20.00 kN x 1.50 = 30.00 kN/m (carico all'appoggio)

A tali valori è necessario sommare il contributo dovuto al peso proprio della soletta ottenendo:

Med_mezzo+pp = 16.89 kNm/m

Ved_mezzo+pp = 35.55 kN/m

In sede di Progettazione Esecutiva sarà necessario verificare la tipologia di mezzi ammessi ad accedere al "biofiltro" ed aggiornare le verifiche conseguenti.

SOLETTA IN SEMPLICE APPOGGIO

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	R_{ck} =	40	N/mm²	f_{ck} =	32	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	18,13	N/mm²
		E_c =	33346	N/mm²	f_{ctm} =	3,02	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base
H =	180	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
5	12	565	50
		-	130
5	12	565	130
		-	
	Σ	1131	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV			13,73	28,97	33,70	**2,45**
MOBILI			16,89	35,55	33,70	**2,00**

Taglio

ϕ_{staffe} =	mm	α =	90	° inclinazione staffa	
n_b =	n° braccia	s =		mm passo	

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		75,05			75,05	**2,59**
MOBILI		75,05			75,05	**2,11**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 19,2 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			10,56	24,24	**2,30**
MOBILI			12,99	24,24	**1,87**

Comb. Quasi perm. σ_c = 14,4 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			10,56	24,24	**2,30**
MOBILI			12,99	24,24	**1,87**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

α_e = 6,00 ϕ_{eq} = 12,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			10,56	155	41	565
MOBILI			12,99	191	41	565

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	46387	0,01	0,05%	316,94	0,15	**OK**
MOBILI	46386	0,01	0,06%	316,94	0,18	**OK**

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,2 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			10,56	155	41	565
MOBILI			12,99	191	41	565

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	46387	0,01	0,05%	316,94	0,15	OK
MOBILI	46386	0,01	0,06%	316,94	0,18	OK

8.7 Verifiche SLU/SLE pareti

Nel presente paragrafo si riportano le sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari relativamente alle pareti di spessore pari a 0.30m.

FIGURA 8-17 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE ENV_SLU_SLV

Med = 33.42 kNm/m momento sollecitante massimo SLU/SLV

Ved = 27.33 kN/m taglio sollecitante massimo SLU_SLV

Ned = 19.50 kN/m sforzo assiale dovuto al solo peso proprio (cautelativamente)

PARETI SPESSORE 0.30m

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	R_{ck} =	40	N/mm²	f_{ck} =	32	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	18,13	N/mm²
		E_c =	33346	N/mm²	f_{ctm} =	3,02	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base
H =	300	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
5	14	770	50
		-	250
5	14	770	250
		-	
	Σ	1539	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		19,50	33,42	27,33	76,72	**2,30**

Taglio

ϕ_{staffe} = mm α = 90 ° inclinazione staffa

n_b = n° braccia s = mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		131,50			131,50	**4,81**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 19,2 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			25,71	62,30	**2,42**

Comb. Quasi perm. σ_c = 14,4 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			25,71	62,30	**2,42**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

α_e = 6,00 ϕ_{eq} = 14,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			25,71	147	63	770

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	78906	0,01	0,04%	390,19	0,17	**OK**

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,2 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			25,71	147	63	770

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	78906	0,01	0,04%	390,19	0,17	OK

8.8 Verifiche SLU/SLE platea

Nel presente paragrafo si riportano le sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari relativamente alla platea di fondazione (spessore 0.45m).

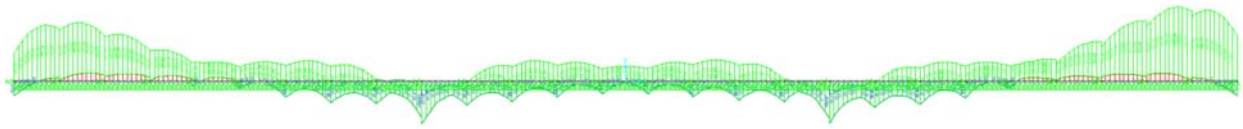


FIGURA 8-18 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE ENV_SLU_SLV

Med = 106.64 kNm/m momento sollecitante massimo SLU/SLV

Ved = 66.47 kN/m taglio sollecitante massimo SLU_SLV

PLATEA DI FONDAZIONE

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	R_{ck} =	40	N/mm²	f_{ck} =	32	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	18,13	N/mm²
		E_c =	33346	N/mm²	f_{ctm} =	3,02	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base
H =	450	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
7,5	16	1508	50
		-	400
7,5	16	1508	400
		-	
	Σ	3016	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV			106,64	66,47	221,99	**2,08**

Taglio

ϕ_{staffe} =	mm	α =	90	° inclinazione staffa	
n_b =	n° braccia	s =		mm passo	

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		187,93			187,93	**2,83**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 19,2 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			82,03	195,92	**2,39**

Comb. Quasi perm. σ_c = 14,4 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			82,03	195,92	**2,39**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

α_e =	6,00	ϕ_{eq} =	16,00				
k_1 =	0,8	k_2 =	0,5	k_3 =	3,4	k_4 =	0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed}	M_{Ed}	σ_s	x	A_s

		[kN]	[kNm]	[MPa]	[mm]	[mm²]
RARA			82,03	150	104	1508

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	115186	0,01	0,05%	350,57	0,16	OK

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,2 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			82,03	150	104	1508

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	115186	0,01	0,05%	350,57	0,16	OK

8.9 Verifiche SLU/SLE ringrossi pareti

Nel presente paragrafo si riportano le sollecitazioni e le verifiche strutturali preliminari relativamente ai ringrossi presenti alla bese delle pareti (spessore 0.40/0.50m).

FIGURA 8-19 – MOMENTO FLETTENTE COMBINAZIONE ENV_SLU_SLV

Med = 64.74 kNm/m momento sollecitante massimo SLU/SLV

Ved = 32.14 kN/m taglio sollecitante massimo SLU_SLV

Ned = 29.50 kN/m sforzo assiale dovuto al solo peso proprio (cautelativamente)

RINGROSSI PARETI

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C32/40	R_{ck} =	40	N/mm²	f_{ck} =	32	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	18,13	N/mm²

		E_c =	33346	N/mm²	f_{ctm} =	3,02	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	1000	mm base
H =	400	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
5	14	770	50
		-	350
5	14	770	350
		-	
	Σ	1539	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		29,50	64,74	32,14	106,27	**1,64**
ENV_SLU		29,50	41,50	19,97	106,27	**2,56**

Taglio

ϕ_{staffe} =	mm	α =	90	° inclinazione staffa	
n_b =	n° braccia	s =		mm passo	

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU_SLV		165,11			165,11	**5,14**
ENV_SLU		165,11			165,11	**8,27**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 19,2 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA		29,50	31,92	93,15	**2,92**

Comb. Quasi perm. σ_c = 14,4 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			31,92	88,44	**2,77**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali aggressive armatura poco sensibile

α_e = 6,00 ϕ_{eq} = 14,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			31,92	129	76	770

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	108083	0,01	0,04%	480,41	0,19	OK

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,2 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
RARA			31,92	129	76	770

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
RARA	108083	0,01	0,04%	480,41	0,19	OK

8.10 Verifiche spostamenti SLD

Vista la tipologia di opera, il calcolo preliminare degli spostamenti allo SLD non risulta significativo.

8.11 Validazione modello FEM

Al fine di validare i risultati ottenuti dal modello FEM, si calcolano alcune quantità con semplici calcoli manuali e si confrontano i risultati con quanto ottenuto dal software di calcolo.

In riferimento alla parete che divide le varie celle (muro a mensola):

Altezza = 2.60m

Spinta compost in testa = 0.40m x 5.00 kN/mc x 0.50 = 1.00 kN/mq (si considera un'altezza del compost 0.40m maggiore rispetto all'altezza delle pareti)

Spinta compost alla base = 3.00m x 5.00 kN/mc x 0.50 = 7.50 kN/mq

Spinta totale compost = (1.00 + 7.50) x 2.60 / 2 = 11.05 kN

Quota risultante spinte rispetto a base muro = [(1.00 x 2.60^2/2) + (6.50 x 2.60^2 /2/3)] / 11.05 kN = 0.97 m

Momento alla base del muro dovuto alla spinta del compost = 11.05kN x 0.97m = 10.72 kNm

Come si vede dalla figura di seguito riportata, il momento flettente alla base del muro e derivante dalla condizione di carico "Compost_C3" corrisponde perfettamente alle attese.

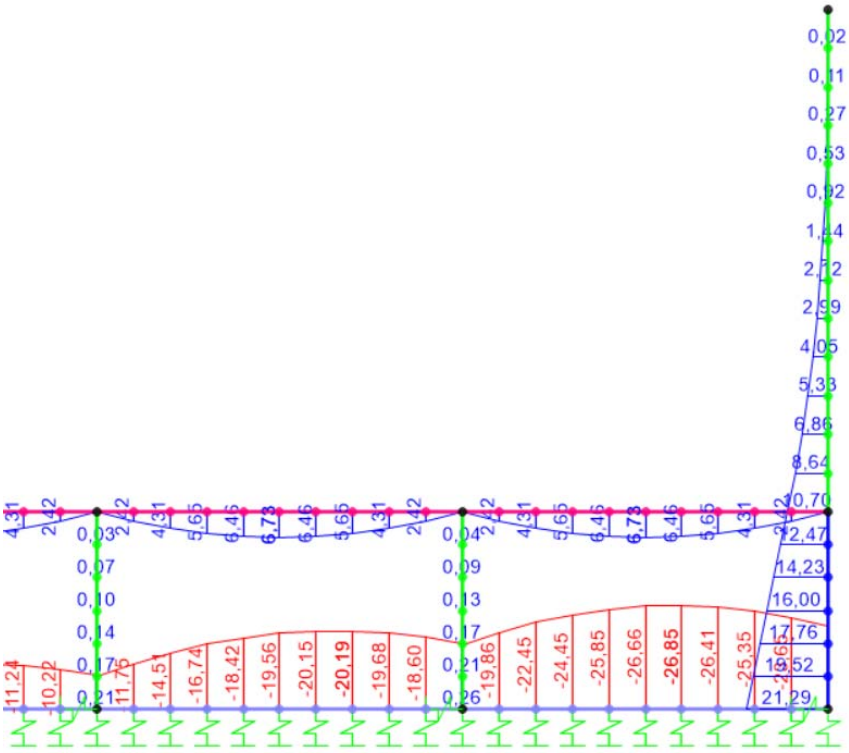


FIGURA 8-20 – MOMENTO FLETTENTE CONDIZIONE "COMPOST_C3"

Si determina ora il momento flettente in mezzeria dovuto alla medesima condizione di carico sopra riportata.

Peso compost su solettina = 3.00m x 5.00 kN/mc = 15.00 kN/mq

Luce di calcolo solettina = 1.90m

Momento flettente in mezzeria = 15.00 x 1.90^2 / 8 = 6.77 kNm

Anche in questo caso il valore calcolato dal software risulta pari al valore atteso.

Alla luce dei risultati ottenuti si può concludere che i risultati ottenuti dal modello FEM possono considerarsi accettabili ed il modello risulta quindi validato.

9 UFFICI

9.1 Premessa

La palazzina uffici presenta una pianta rettangolare di dimensioni 20.0x9.7m e altezza strutturale interna di 3.25m a piano terra e 3.45 a piano primo.

Il telaio strutturale è costituito da solai piani a lastra tipo predalle e getto integrativo che fungono da solaio di piano e da copertura.

La struttura portante principale è costituita da travi di sezione 30x50cm e pilastri di sezione 30x30cm e 30x60cm.

Le opere di fondazione prevedono un graticcio di travi di sezione 70x50cm.

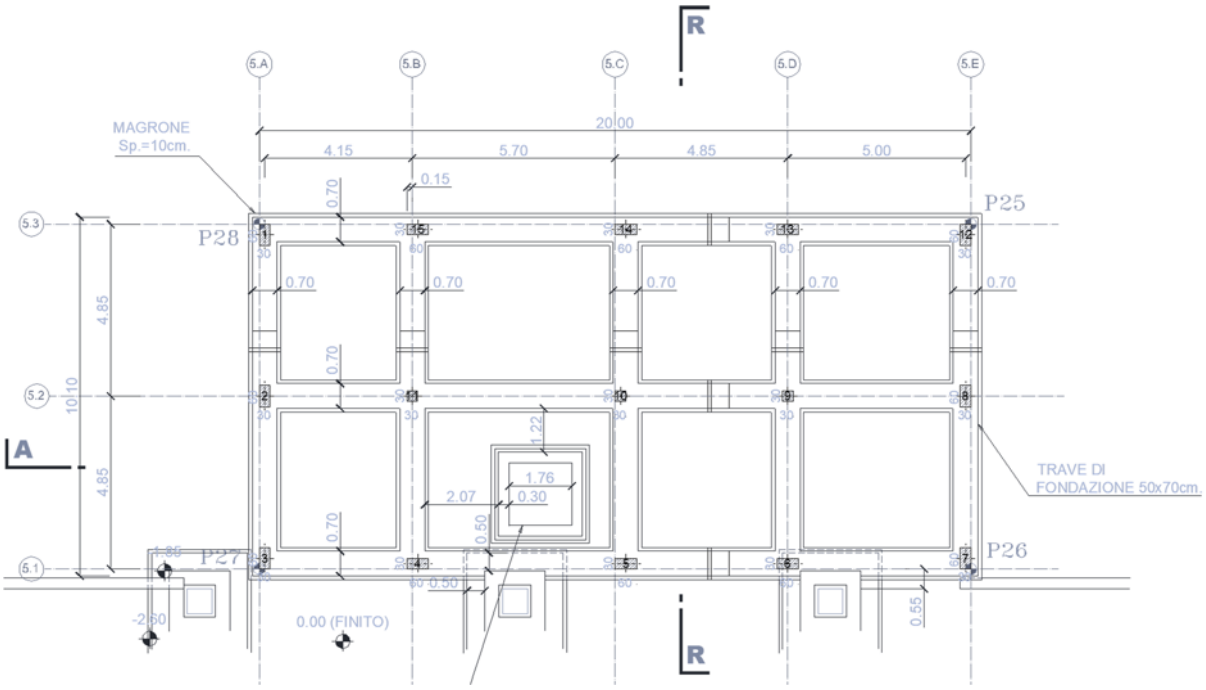


FIGURA 9-1 – PIANTA FONDAZIONI

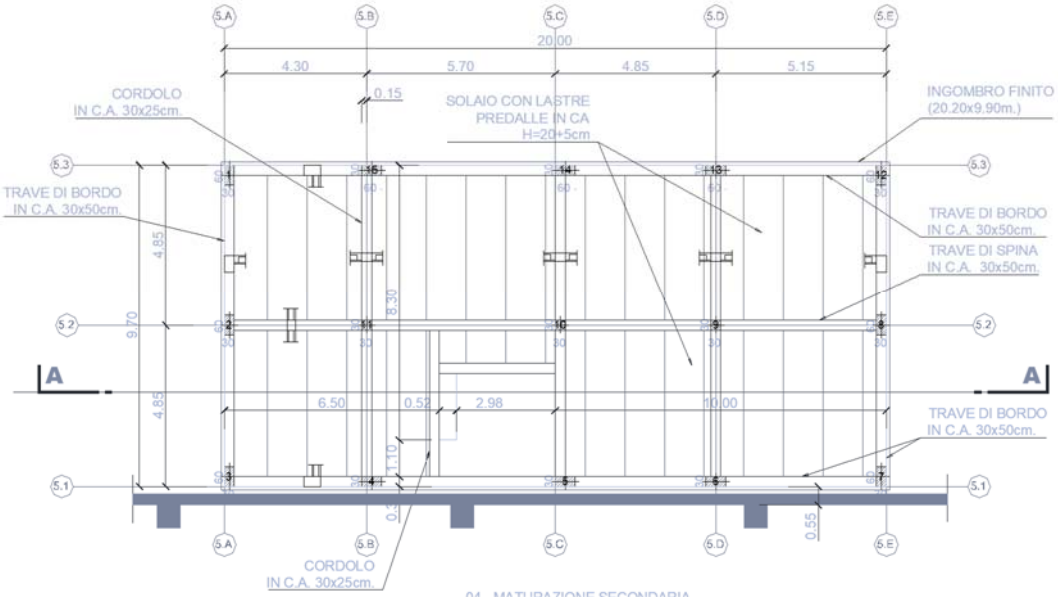


FIGURA 9-2 – PIANTA PRIMO SOLAIO

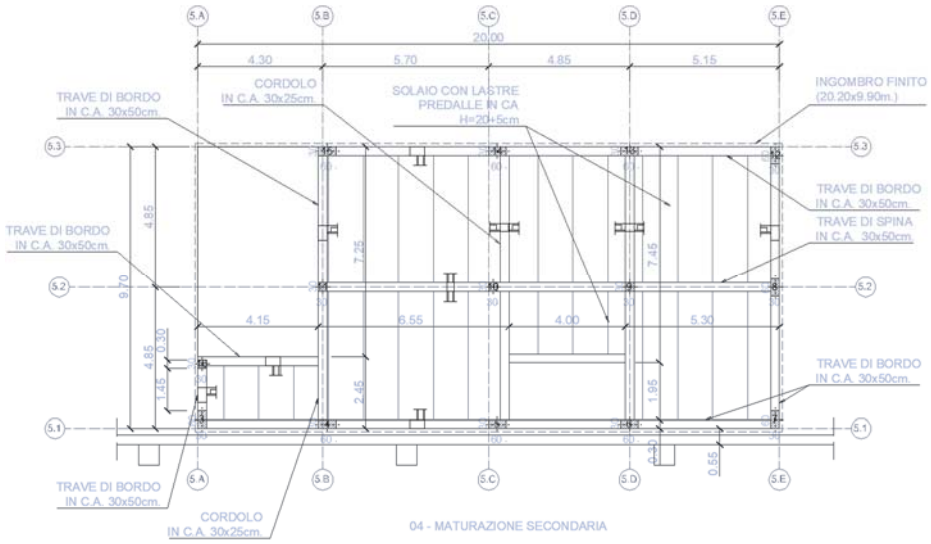


FIGURA 9-3 – PIANTA SECONDO SOLAIO

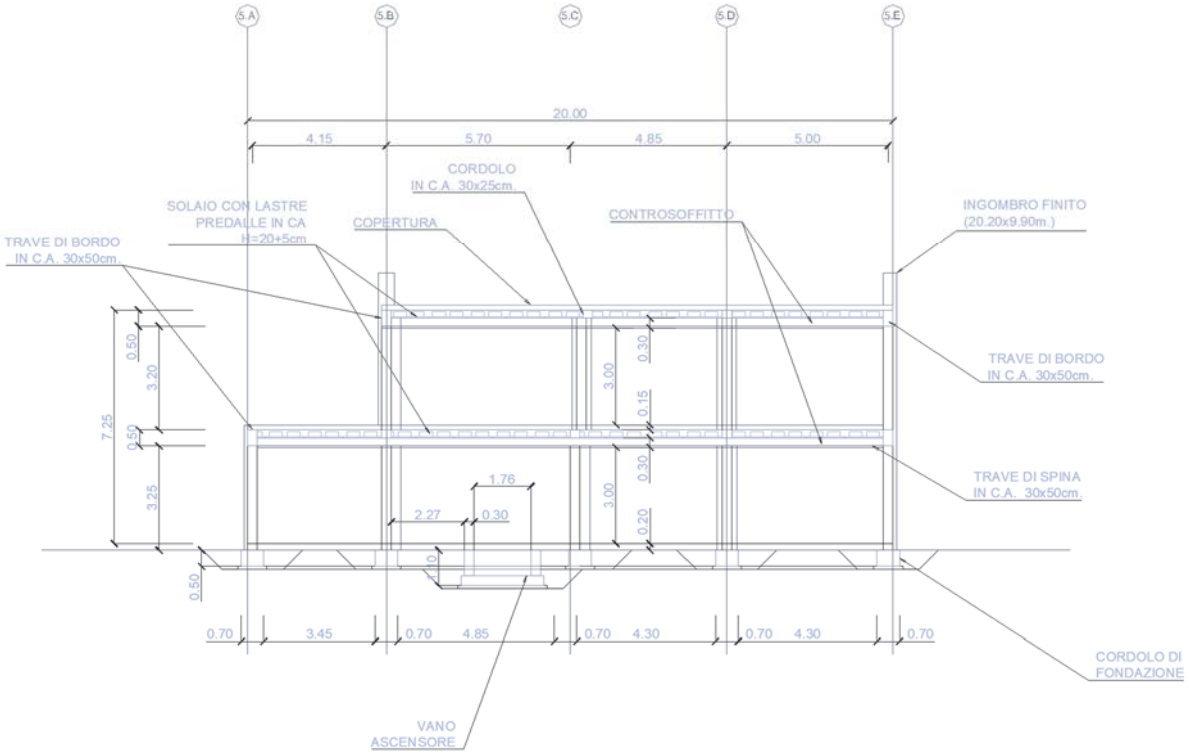


FIGURA 9-4 – SEZIONE LONGITUDINALE

9.2 Descrizione modello

Trattasi di una palazzina a 2 piani realizzata con struttura portante "a telaio" e solai in lastre predalles di spessore pari a 25 cm. I pilastri sismo-resistenti con sezione 60x30 cm risultano essere "incastrati" alle relative strutture orizzontali, mentre i pilastri di sezione 30x30 sono stati considerati come elementi secondari e quindi come elementi tipo "biella". Tali elementi non partecipano quindi alla resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e non seguono quindi le prescrizioni relative alla "Gerarchia delle resistenze". Le fondazioni sono realizzate con travi rovesce su suolo elastico e presentano sezione trasversale pari a 70x50cm.

Dal punto di vista sismico la struttura è stata dimensionata in CD"B" seguendo i dettami delle NTC2018.

Il modello FEM realizzato con SAP200 asseconda la geometria dell'edificio riportate sulle tavole specifiche.

Per i dettagli circa le dimensioni dell'edificio si rimanda alle tavole grafiche di progetto.

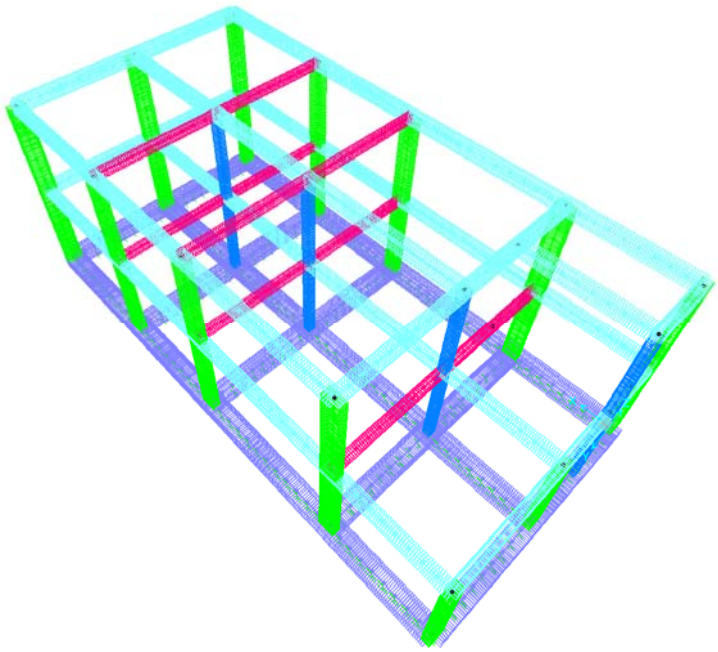


FIGURA 9-5 – VISTA 3D MODELLO AD ELEMENTI FINITI

Legenda:

Verde: pilastri 30x60

Blu: pilastri 30x30

Ciano: travi 30x50

Viola: travi di fondazione 70x50

Rosso: cordoli 30x25

Come specificato al capitolo 7.2.6 delle NTC 2018, per considerare lo stato fessurato del cls in condizione sismica, è possibile ridurre il modulo elastico dello stesso fino al 50%. Nel caso specifico è stato considerato un modulo elastico del calcestruzzo delle sole elevazioni ridotto del 25%.

7.2.6. CRITERI DI MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E DELL'AZIONE SISMICA

MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

Il modello della struttura deve essere tridimensionale e rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza, con particolare attenzione alle situazioni nelle quali componenti orizzontali dell'azione sismica possono produrre forze d'inerzia verticali (travi di grande luce, sbalzi significativi, ecc.).

Qualora si adotti un modello di comportamento non dissipativo , oppure un modello dissipativo che utilizza il coefficiente di comportamento q, si impiegheranno per i materiali leggi costitutive elastiche .

Qualora si adotti un modello di comportamento dissipativo tenendo esplicitamente conto della capacità dissipativa, il legame costitutivo utilizzato per modellare la non linearità di materiale dovrà essere giustificato, anche in relazione alla corretta rappresentazione dell'energia dissipata nei cicli di isteresi.

Delle non linearità geometriche, se significative, si terrà conto per ambedue i comportamenti.

Nel rappresentare la rigidezza degli elementi strutturali si deve tener conto della fessurazione. In caso non siano effettuate analisi specifiche, la rigidezza flessionale e a taglio di elementi in muratura, calcestruzzo armato, acciaio-calcestruzzo, può essere ridotta sino al 50% della rigidezza dei corrispondenti elementi non fessurati, tenendo debitamente conto dello stato limite considerato e dell'influenza della sollecitazione assiale permanente.

A meno di specifiche valutazioni e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidezza, gli orizzontamenti piani possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano medio a condizione che siano realizzati in calcestruzzo armato, oppure in latero-cemento con soletta in calcestruzzo armato di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in calcestruzzo armato di almeno 50 mm di spessore collegata agli elementi strutturali in acciaio o in legno da connettori a taglio opportunamente dimensionati.

Nella definizione del modello, gli elementi non strutturali non appositamente progettati come collaboranti (quali tamponature e tramezzi) possono essere rappresentati unicamente in termini di massa; il loro contributo al comportamento del sistema strutturale in termini di rigidezza e resistenza sarà considerato solo qualora abbia effetti negativi ai fini della sicurezza.

FIGURA 9-6 – ESTRATTO DI NORMA RIGIDEZZA FESSURATA

Stima costante di Winckler

B =	0,70	m	larghezza fondazione
H =	0,50	m	spessore fondazione
Eb =	31346000	Mpa	modulo elastico fondazione
Ib =	0,007292	m^4	inerzia fondazione
Es =	15000	Mpa	modulo elastico terreno
νs =	0,35		coeff. Poisson terreno

$$k_s = \frac{0{,}65}{B} \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_b I_b}} \cdot \frac{E_s}{1-\nu_s^2}$$

ks = 11231,79 kN/m^3

Dato che la fondazione presenta una larghezza di 0.70m, all'interno del software di calcolo si inserisce un valore di 11231 kN/mc x 0.70m = 7861 kN/mq.

9.3 Analisi dei carichi statici

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi statici afferenti alla struttura in studio:

Solaio di piano a lastra 5+15+5/120

Peso proprio (carichi permanenti strutturali G1)			
Soletta inferiore sp. 5 cm	125	daN/mq	
Travetti sp. 20 cm ,h = 15 cm , i = 60 cm	125	daN/mq	
Soletta superiore sp. 5 cm	125	daN/mq	
Totale peso proprio G1	**375**	**daN/mq**	
Carichi permanenti non strutturali G2			
Impiantistica appesa	40	daN/mq	
Isolante termico	10	daN/mq	
Intonaco di intradosso o controsoffitto	30	daN/mq	
Sottofondo alleggerito sp. cm 10 γ = 800 daN/mc	80	daN/mq	
Allettamento sp. cm 4 γ = 1800 daN/mc	72	daN/mq	
Pavimento	30	daN/mq	
Tramezze in cartongesso	80	daN/mq	
Totale permanenti G2	**342**	**daN/mq**	
Sovraccarichi			
Accidentale uffici aperti al pubblico (cat.B2)	**300**	**daN/mq**	

Solaio di copertura a lastra 5+15+5/120

Peso proprio (carichi permanenti strutturali G1)			
Soletta inferiore sp. 5 cm	125	daN/mq	
Travetti sp. 20 cm ,h = 15 cm , i = 60 cm	125	daN/mq	
Soletta superiore sp. 5 cm	125	daN/mq	
Totale peso proprio G1	**375**	**daN/mq**	
Carichi permanenti non strutturali G2			
Impiantistica appesa	40	daN/mq	
Isolante termico	10	daN/mq	
Intonaco di intradosso o controsoffitto	30	daN/mq	
Impermeabilizzazione	10	daN/mq	
Massetto (pend.) $sp._{med}$ cm 6 γ = 1800 daN/mc	110	daN/mq	
Totale permanenti G2	**200**	**daN/mq**	
Sovraccarichi			
- Coperture accessibili per sola manutenzione (cat.H)	**50**	**daN/mq**	
- Neve (vedi calcolo capannoni)	**48**	daN/mq	

Tamponamento

Peso proprio

Muratura in bimattoni sp. cm 25 + 2 intonaci		300	daN/mq
Isolante		20	daN/mq
Tramezza sp. cm 6		70	daN/mq
	Totale peso proprio	**390**	**daN/mq**

Considerando una percentuale di forature (porte e finestre) pari al 20% si ottiene:

Peso muro = 0.80 x 390 = 312 daN/mq

L'altezza netta delle murature di tamponamento è pari a 3.20m per cui il carico lineare corrispondente è pari a:

Peso muro / m = 312 daN/mq x 3.20m = 9.98 kN/m (si assume 10.00 kN/m)

PRESSIONE DEL VENTO D.M. 17/01/2018

Pressione del vento:

$$p = q_r\, c_e\, c_p\, c_d$$

Zona	3			posizione	10km da costa			
a_s =	20	m.l.m.m.	quota altimetrica rispetto al livello del mare					
z =	7,50	m	altezza costruzione					
Classe	D		Categoria	II				
$v_{b,0}$ =	27	m/s	c_a =	1,00		$v_b = v_{b,0}\, c_a$ =	27,0	m/s
T_R =	50	anni	c_r =	1,00		$v_r = v_b\, c_r$ =	27,0	m/s
ρ =	1,25	kg/m³	a_0 =	500	m	k_a =	0,37	1/s
q_r=	$1/2\rho v_r^2$ =	455,63	N/m²					

$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z_i/z_0)\,[7+c_t \ln(z_i/z_0)]$ = 2,17 coefficiente di esposizione

con:

$z_i = z$	per $z \geq z_{min}$	z_0 =	0,05	m	k_r =	0,19	
$z_i = z_{min}$	per $z < z_{min}$	z_{min} =	4,00	m	c_t =	1,00	

c_d = 1,00 coefficiente dinamico

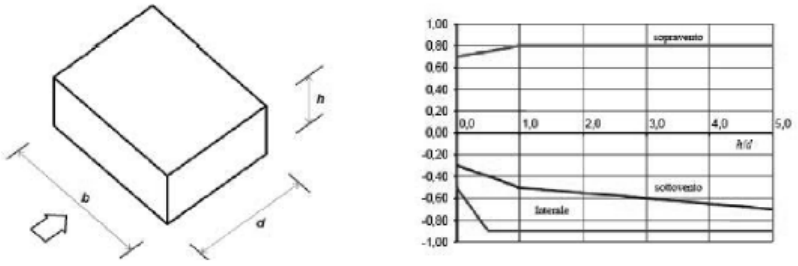
$p_{base} = q_b\, c_e\, c_d$ = 0,990 kN/mq Pressione base

Edifici a pianta rettangolare

h =	7,50	m	altezza massima
b =	19,70	m	dimensione maggiore in pianta
d =	9,70	m	dimensione minore in pianta

Pareti verticali

Schema di riferimento c_{pe}



(a) (b)

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Vento in direzione perpendicolare a "b" h/d = 0,77

z_e =	7,50	m	Eventuale quota intermedia (z_e = b)
$c_e(z_e)$ =	2,17		
$p_{base}(z_e)$ =	0,99	kN/mq	

Parete	c_{pe}	p (0-z_e) kN/m²	p (z_e-h) kN/m²	p_{i75}(0-z_e) kN/m²	p_{i90}(z_e-h) kN/m²
Parete sopravvento	0,78	0,77	0,77	+/- 0,58	+/- 0,69
Parete laterale	-0,90	-0,89	-0,89	+/- 0,67	+/- 0,80
Parete sottovento	-0,45	-0,45	-0,45	+/- 0,34	+/- 0,41

Vento in direzione perpendicolare a "d" h/b = 0,38

z_e =	7,50	m	Eventuale quota intermedia (z_e = d)
$c_e(z_e)$ =	2,17		
$p_{base}(z_e)$ =	0,99	kN/mq	

Parete	c_{pe}	p (0-z_e) kN/m²	p (z_e-h) kN/m²	p_{i75}(0-z_e) kN/m²	p_{i90}(z_e-h) kN/m²
Parete sopravento	0,74	0,73	0,73	+/- 0,55	+/- 0,66
Parete laterale	-0,80	-0,80	-0,80	+/- 0,60	+/- 0,72
Parete sottovento	-0,38	-0,37	-0,37	+/- 0,28	+/- 0,34

Coperture piane

Schema di riferimento c_{pe}

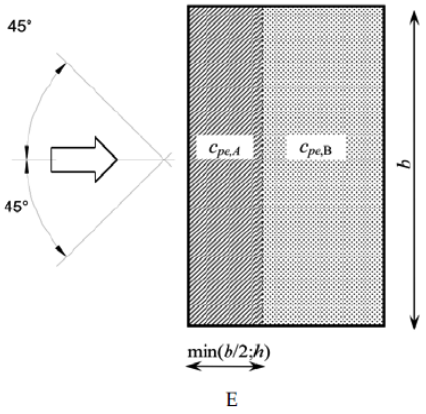


Figura C3.3.5 - *Schema di riferimento per coperture piane*

Vento in direzione perpendicolare a "b"

h =	7,50	m	altezza massima
h_p =	0,00	m	altezza parapetto
h' =	7,50	m	altezza costruzione escluso parapetto
r =	0,00	m	raggio di curvatura
α =	0	°	angolo di raccordo

Fascia	c_{pe}	p kN/m²	l m	p_{i75}(0-z_e) kN/m²	p_{i90}(z_e-h) kN/m²
Fascia sopravento	-0,80	-0,792	7,50	+/- 0,59	+/- 0,71
Restanti zone	+/- 0,20	+/- 0,198	2,20	+/- 0,15	+/- 0,18

Vento in direzione perpendicolare a "d"

h =	7,50	m	altezza massima

h_p =	0,00	m	altezza parapetto
h' =	7,50	m	altezza costruzione escluso parapetto
r =	0,00	m	raggio di curvatura
α =	0	°	angolo di raccordo

Fascia	c_{pe}	p kN/m²	l m	$p_{i75}(0\text{-}z_e)$ kN/m²	$p_{i90}(z_e\text{-}h)$ kN/m²
Fascia sopravento	-0,80	-0,792	4,85	+/- 0,59	+/- 0,71
Restanti zone	+/- 0,20	+/- 0,198	14,85	+/- 0,15	+/- 0,18

I carichi sopra descritti sono applicati al modello FEM tramite elementi tipo "Shell none" che distribuisco i carichi agli elementi portanti secondo le rispettive "aree di influenza".

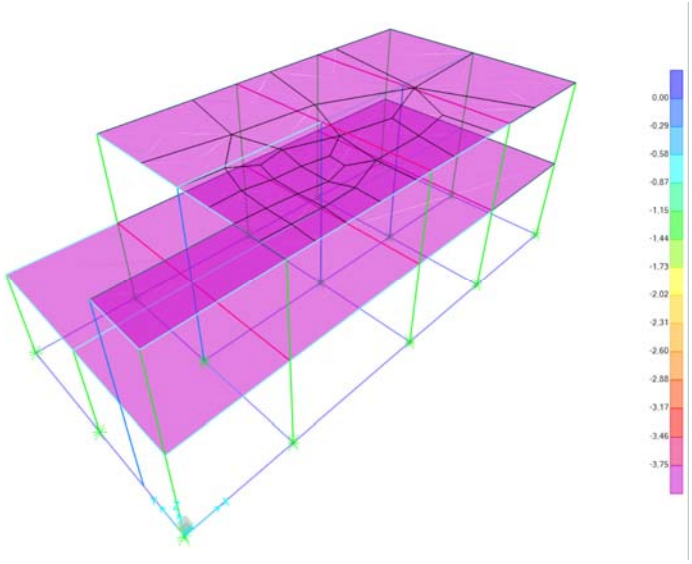


FIGURA 9-7 – CONDIZIONE DI CARICO "PREDALLE"

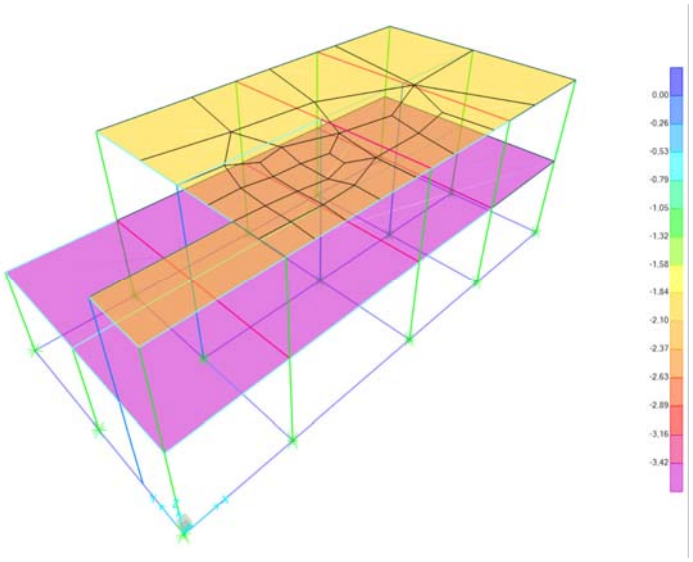


FIGURA 9-8 – CONDIZIONE DI CARICO "PERMANENTI"

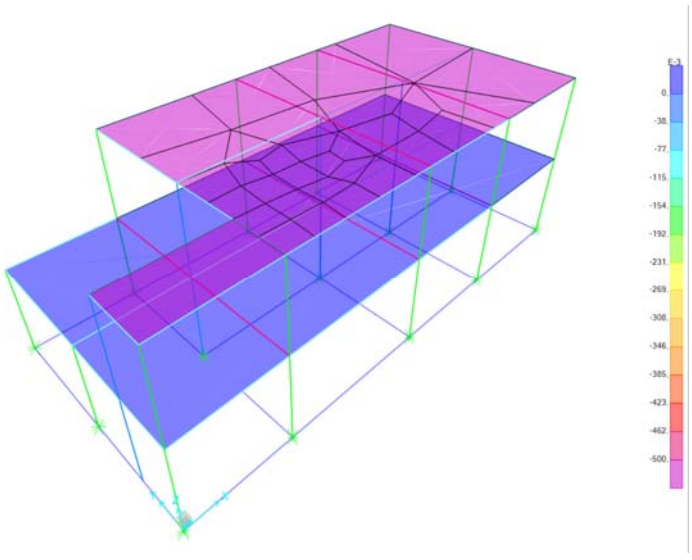


FIGURA 9-9 – CONDIZIONE DI CARICO "MANUTENZIONE"

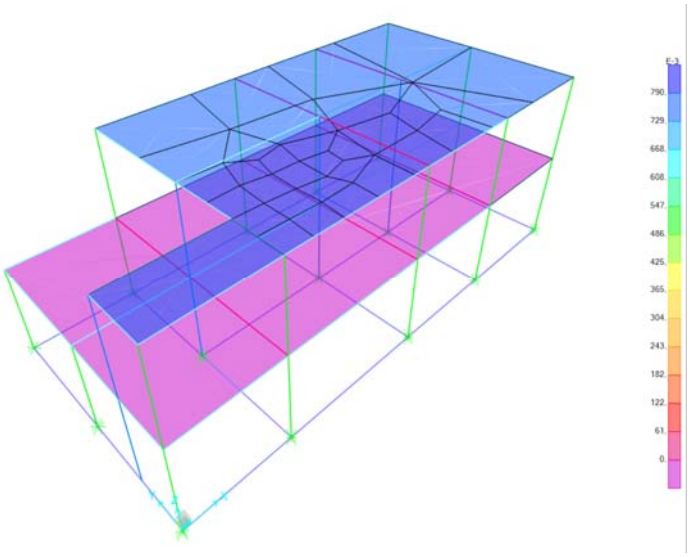


FIGURA 9-10 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO_Z"

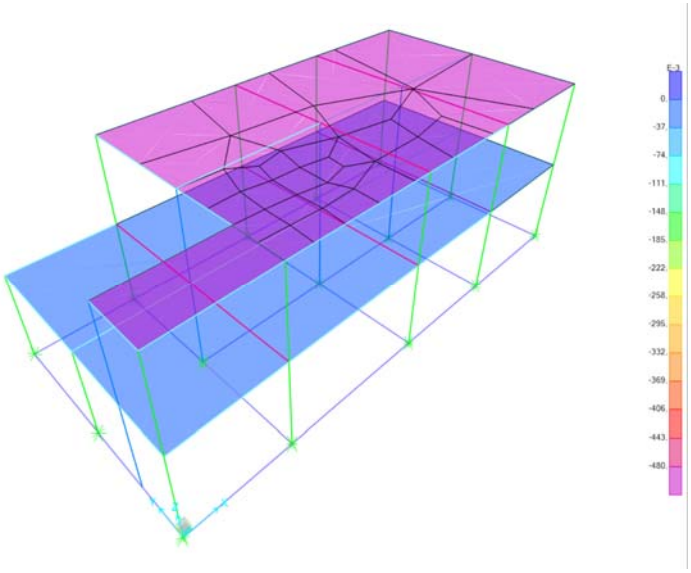


FIGURA 9-11 – CONDIZIONE DI CARICO "NEVE"

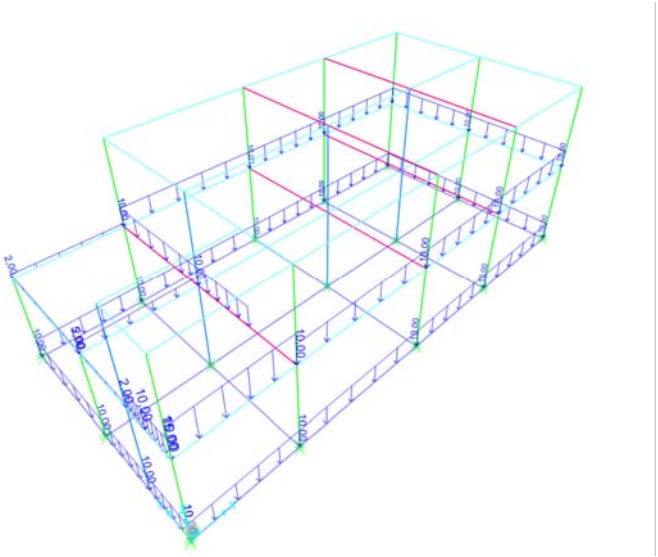


FIGURA 9-12 – CONDIZIONE DI CARICO "MURI"

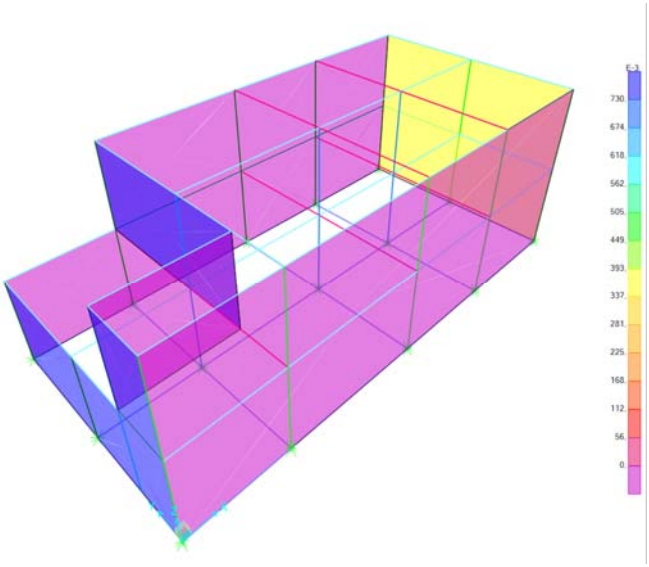


FIGURA 9-13 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO_X" – DIREZIONE X

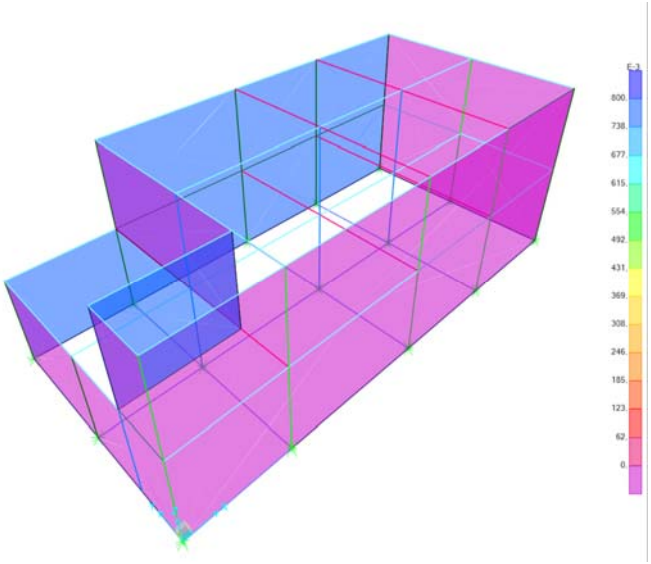


FIGURA 9-14 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO_X" – DIREZIONE Y

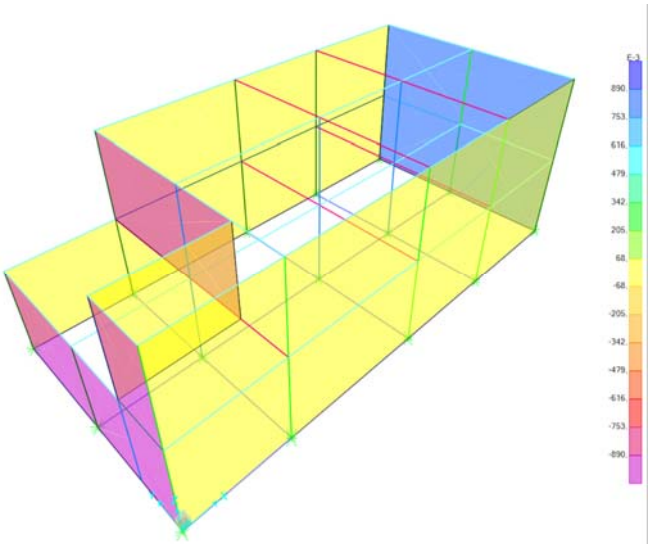


FIGURA 9-15 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO_Y" – DIREZIONE X

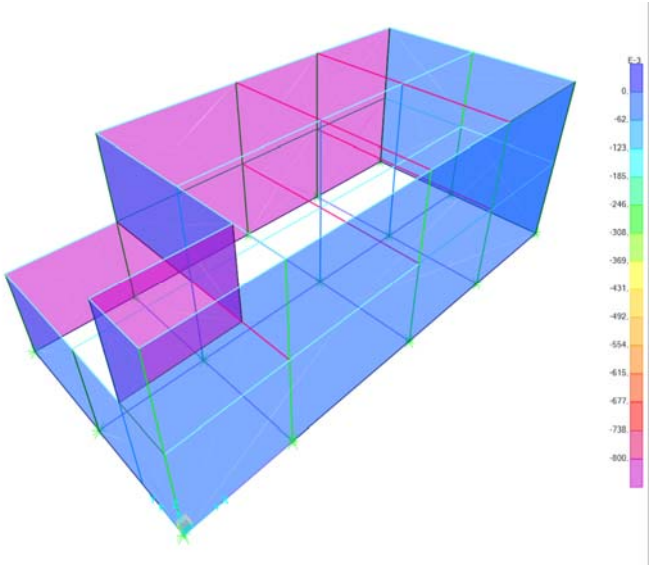


FIGURA 9-16 – CONDIZIONE DI CARICO "VENTO_Y" – DIREZIONE Y

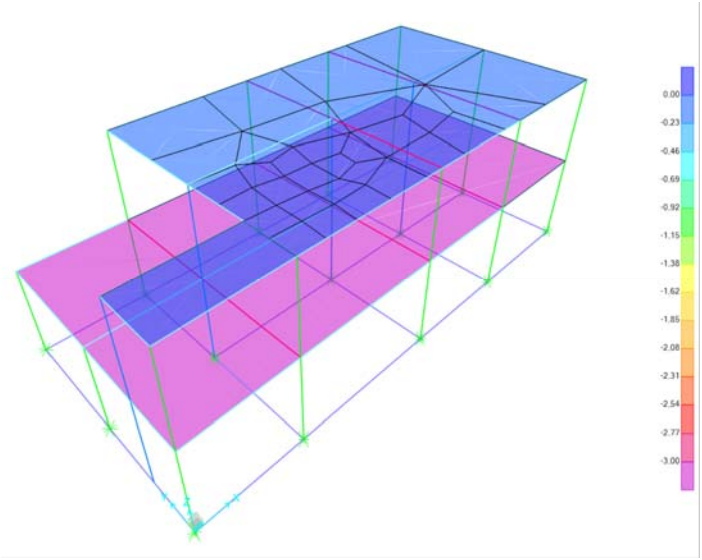


FIGURA 9-17 – CONDIZIONE DI CARICO "VARIABILE"

9.4 Analisi del carico sismico

Relativamente al carico di tipo sismico, si sono adottate le ipotesi seguenti.

Struttura NON regolare in pianta, NON regolare in elevazione

Struttura "a telaio" CD"B" → q0 = 3.00 αu/α1

αu/α1 = (1.00 + 1.30) / 2 = 1.15

qlim = q0 x kr = 3.00 x 0.80 x 1.15 = 2.76

Tab. 7.3.II – *Valori massimi del valore di base q_0 del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD*

	q_0	
Tipologia strutturale	CD"A"	CD"B"
Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	4,5 α_u/α_1	3,0 α_u/α_1
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	4,0 α_u/α_1	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5
Costruzioni con struttura prefabbricata (§ 7.4.5.1)		
Strutture a pannelli	4,0 α_u/α_1	3,0
Strutture monolitiche a cella	3,0	2,0
Strutture con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati	3,5	2,5
Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)		
Strutture intelaiate Strutture con controventi eccentrici	5,0 α_u/α_1	4,0
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva Strutture con controventi concentrici a V	4,0 2,5	4,0 2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	2,0 α_u/α_1	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	4,0 α_u/α_1	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0
Costruzioni di legno (§ 7.7.3)		
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni Strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati	3,0	2,0
Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico	4,0	2,5
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni.	5,0	3,0
Pannelli di tavole incollate a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni Strutture reticolari con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni o spinotti		2,5

Si assume:

q Orizzontale SLV = 2.76

q Verticale SLV = 1.50

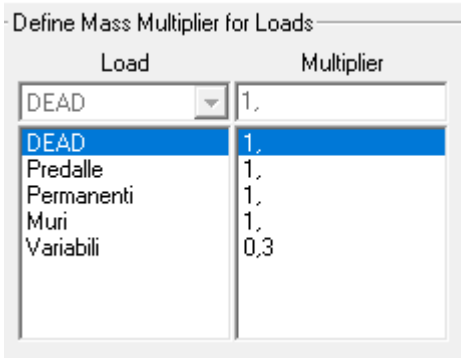
q Orizzontale SLD = 1.50

q Verticale SLD = 1.50

Terreno: C – T1

Modulo elastico cls elevazione = 75% E(C28/35) = 24231000 kN/mq

Masse sismiche:



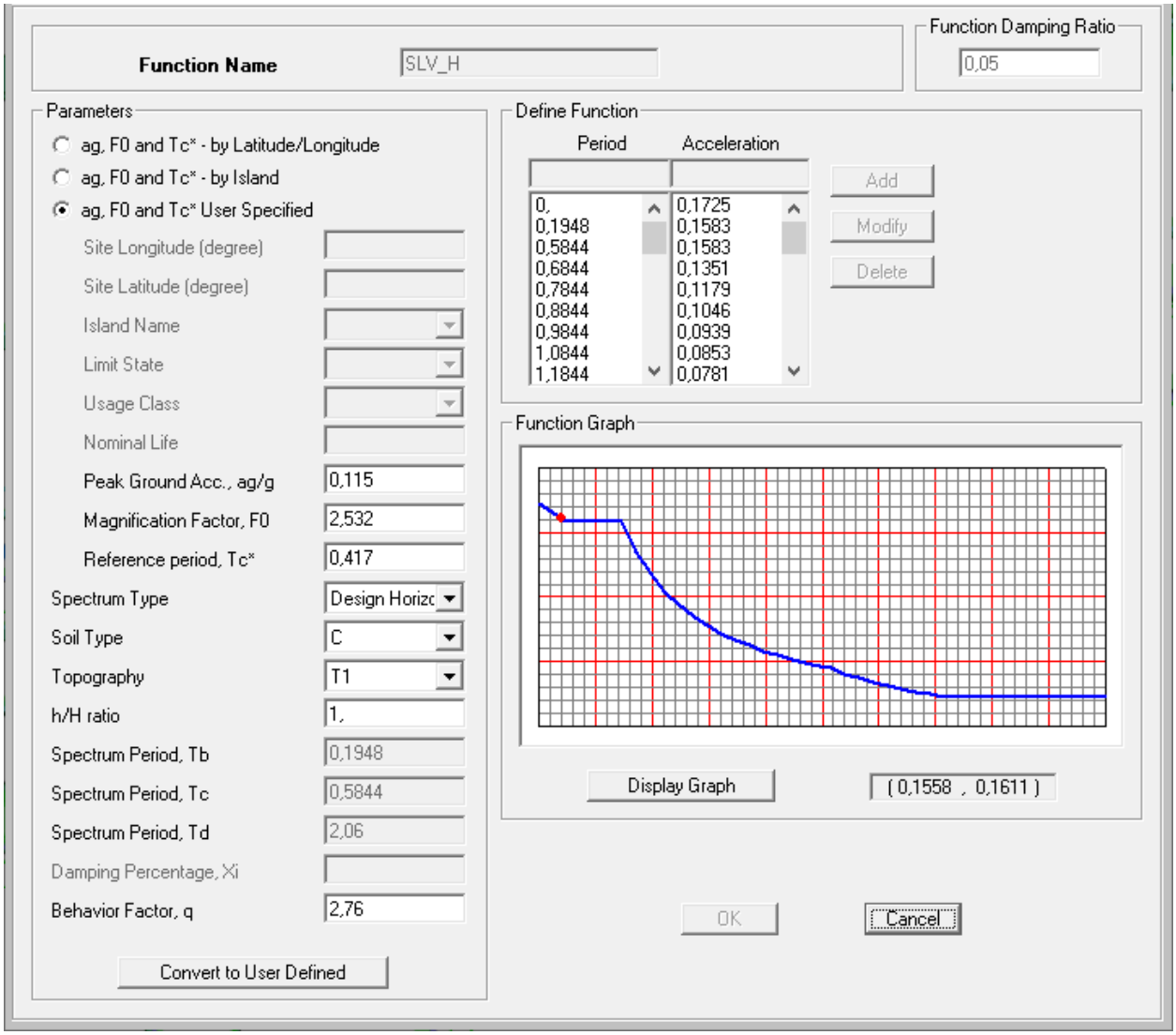


FIGURA 9-18 – SPETTRO ORIZZONTALE SLV

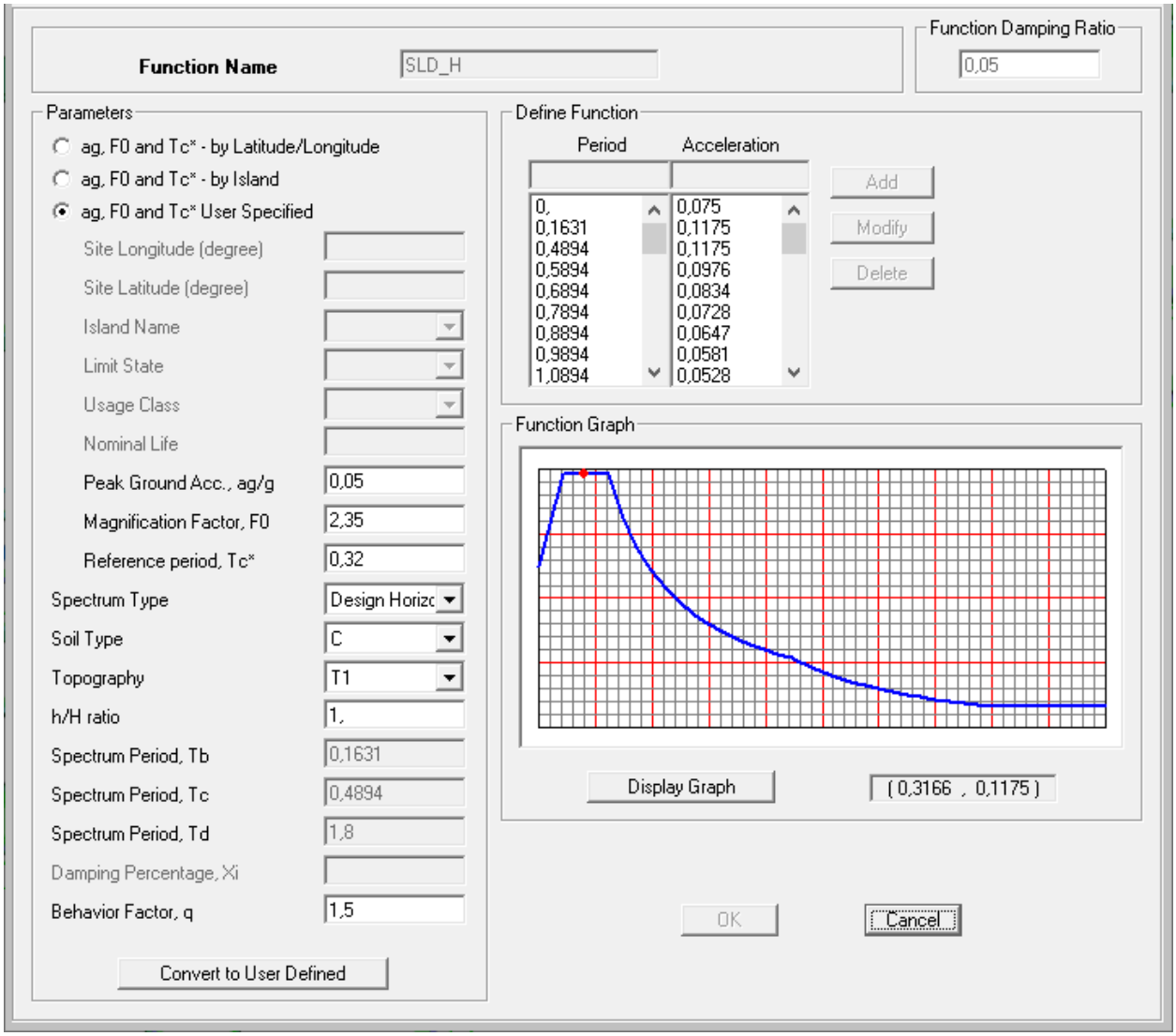


FIGURA 9-19 – SPETTRO ORIZZONTALE SLD

Eccentricità accidentale masse SLV

a_g =	0,115	g	0,2 a_g =	0,023	g
F_o =	2,532				
T^*_c =	0,417	s			
	T1	Categoria topografica			
	C	Categoria del sottosuolo			
ξ =	5,0%				
η_{el} =	$[10/(5+\xi)]^{0,5}$ =	1,00			

Sisma orizzontale

S_S = 1,500

C_c = 1,401
S_T = 1,000
q_0 = 3,45
K_R = 0,80 costruzione NON regolare in altezza
q = 2,76
η_{SLV} = 1/q = 0,36

S = S_S S_T = 1,50
T_B = $T_C/3$ = 0,19 s
T_C = C_c T^*_c = 0,58 s
T_D = $4,0+a_g/g+1,6$ = 2,06 s

Analisi statica lineare - edifici multipiano

C_1 = 0,05 tipo di struttura altro
H = 7,50 m altezza della costruzione
T_1 = 0,23 s < 2,5 T_C e T_D
$S_d(T_1)$ = 0,158 g
W = 2386,69 kN peso sismico
λ = 1,00 altro
F_h = $S_d(T_1)$ W λ/g = 377,69 kN

d = 0,03 m distanza minima fra fabbricati

piano N°	G_1 [kN]	G_2 [kN]	ψ_{2i}	Q_{ki} [kN]	W_i [kN]	z_i [m]	F_i [kN]
1	694,43	633,32	0,30	555,54	1494,40	3,80	173,38
2	581,93	310,36	0,00	77,59	892,29	7,50	204,32
						Σ	377,69

eccentricità accidentali

piano N°	F_i [kN]	B_x [m]	B_y [m]	e_x [m]	e_y [m]	M_{Tx} [kNm]	M_{Ty} [kNm]
1	173,38	19,70	9,40	0,99	0,47	81,49	170,78
2	204,32	19,70	9,40	0,99	0,47	96,03	201,25

dove:

W_i = massa al piano i
z_i = quota rispetto al piano fondazione (§ 3.2.3.1)
B_x = dimensione massima lungo x
B_y = dimensione massima lungo y
e_x = eccentricità in direzione x
e_y = eccentricità in direzione y
M_{Tx} = momento torcente accidentale per sisma lungo x

M_{Ty} = momento torcente accidentale per sisma lungo y

Eccentricità accidentale masse SLD

a_g =	0,050	g	0,2 a_g =	0,010	g
F_o =	2,350				
T^*_c =	0,320	s			
	T1	Categoria topografica			
	C	Categoria del sottosuolo			
ξ =	5,0%				
η_{el} =	$[10/(5+\xi)]^{0,5}$ =	1,00			

Sisma orizzontale

S_S =	1,500			
C_c =	1,529			
S_T =	1,000			
q_0 =	1,88			
K_R =	0,80	costruzione NON regolare in altezza		
q =	1,50			
η_{SLV} =	1/q =	0,66		
S =	S_S S_T =	1,50		
T_B =	$T_C/3$ =	0,16	s	
T_C =	C_c T^*_c =	0,49	s	
T_D =	$4,0+a_g/g+1,6$ =	1,80	s	

Analisi statica lineare - edifici multipiano

C_1 =	0,05		tipo di struttura	altro
H =	7,50	m	altezza della costruzione	
T_1 =	0,23	s	<	2,5 T_C e T_D
$S_d(T_1)$ =	0,117	g		
W =	2386,69	kN	peso sismico	
λ =	1,00	altro		
F_h =	$S_d(T_1)$ W λ/g =	279,69	kN	

d = 0,01 m distanza minima fra fabbricati

piano N°	G_1 [kN]	G_2 [kN]	ψ_{2i}	Q_{ki} [kN]	W_i [kN]	z_i [m]	F_i [kN]
1	694,43	633,32	0,30	555,54	1494,40	3,80	128,39
2	581,93	310,36	0,00	77,59	892,29	7,50	151,30
						Σ	279,69

eccentricità accidentali

piano N°	F_i [kN]	B_x [m]	B_y [m]	e_x [m]	e_y [m]	M_{Tx} [kNm]	M_{Ty} [kNm]
1	128,39	19,70	9,40	0,99	0,47	60,34	126,46
2	151,30	19,70	9,40	0,99	0,47	71,11	149,03

dove:

W_i = massa al piano i
z_i = quota rispetto al piano fondazione (§ 3.2.3.1)
B_x = dimensione massima lungo x
B_y = dimensione massima lungo y
e_x = eccentricità in direzione x
e_y = eccentricità in direzione y
M_{Tx} = momento torcente accidentale per sisma lungo x
M_{Ty} = momento torcente accidentale per sisma lungo y

Valori inseriti nel software di calcolo:

TABLE: Joint Loads - Force								
Joint	LoadPat	CoordSys	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
6	Ecc_X_SLV	GLOBAL	0	0	0	0	0	170,78
6	Ecc_Y_SLV	GLOBAL	0	0	0	0	0	81,49
6	Ecc_X_SLD	GLOBAL	0	0	0	0	0	126,46
6	Ecc_Y_SLD	GLOBAL	0	0	0	0	0	60,34
39	Ecc_X_SLV	GLOBAL	0	0	0	0	0	201,25
39	Ecc_Y_SLV	GLOBAL	0	0	0	0	0	96,03
39	Ecc_X_SLD	GLOBAL	0	0	0	0	0	149,03
39	Ecc_Y_SLD	GLOBAL	0	0	0	0	0	71,11

9.5 Combinazioni di carico

Siano:

G1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
G2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
P = pretensione e precompressione;
Qk = azioni variabili caratteristiche sulla struttura;
A = azioni eccezionali sulla struttura;

E = azioni derivanti dai terremoti.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si adottano le seguenti combinazioni delle azioni.

1) Fondamentale per gli stati limite ultimi (SLU)

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

2) Rara per gli stati limite di esercizio (SLE)

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

3) Frequente per gli stati limite di esercizio (SLE)

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

4) Quasi permanente per gli stati limite di esercizio (SLE)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots$$

5) Sismica per gli stati limite ultimi (SLU)

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

6) Eccezionale per gli stati limite ultimi (SLU)

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots$$

I fattori di tali combinazioni lineari sono riportati nelle seguenti tabelle.

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi permanenti non strutturali[1]	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3

[1]Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLV_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_01			Linear Static	Muri	1
SLV_01			Linear Static	Permanenti	1
SLV_01			Linear Static	Predalle	1
SLV_01			Response Spectrum	Sisma_X_SLV	1
SLV_01			Response Spectrum	Sisma_Y_SLV	0,3
SLV_01			Response Spectrum	Sisma_Z_SLV	0,3
SLV_01			Linear Static	Variabili	0,3
SLV_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_02			Linear Static	Muri	1
SLV_02			Linear Static	Permanenti	1
SLV_02			Linear Static	Predalle	1
SLV_02			Response Spectrum	Sisma_X_SLV	0,3
SLV_02			Response Spectrum	Sisma_Y_SLV	1
SLV_02			Response Spectrum	Sisma_Z_SLV	0,3
SLV_02			Linear Static	Variabili	0,3
SLV_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_03			Linear Static	Muri	1
SLV_03			Linear Static	Permanenti	1
SLV_03			Linear Static	Predalle	1

SLV_03			Response Spectrum	Sisma_X_SLV	0,3
SLV_03			Response Spectrum	Sisma_Y_SLV	0,3
SLV_03			Response Spectrum	Sisma_Z_SLV	1
SLV_03			Linear Static	Variabili	0,3
SLV_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_04			Linear Static	Muri	1
SLV_04			Linear Static	Permanenti	1
SLV_04			Linear Static	Predalle	1
SLV_04			Response Spectrum	Sisma_X_SLV	1
SLV_04			Response Spectrum	Sisma_Y_SLV	0,3
SLV_04			Response Spectrum	Sisma_Z_SLV	0,3
SLV_04			Linear Static	Ecc_Y_SLV	1
SLV_04			Linear Static	Ecc_X_SLV	0,3
SLV_04			Linear Static	Variabili	0,3
SLV_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_05			Linear Static	Muri	1
SLV_05			Linear Static	Permanenti	1
SLV_05			Linear Static	Predalle	1
SLV_05			Response Spectrum	Sisma_X_SLV	0,3
SLV_05			Response Spectrum	Sisma_Y_SLV	1
SLV_05			Response Spectrum	Sisma_Z_SLV	0,3
SLV_05			Linear Static	Ecc_X_SLV	1
SLV_05			Linear Static	Ecc_Y_SLV	0,3
SLV_05			Linear Static	Variabili	0,3
SLV_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_06			Linear Static	Muri	1
SLV_06			Linear Static	Permanenti	1
SLV_06			Linear Static	Predalle	1
SLV_06			Response Spectrum	Sisma_X_SLV	1
SLV_06			Response Spectrum	Sisma_Y_SLV	0,3
SLV_06			Response Spectrum	Sisma_Z_SLV	0,3
SLV_06			Linear Static	Ecc_Y_SLV	-1
SLV_06			Linear Static	Ecc_X_SLV	-0,3
SLV_06			Linear Static	Variabili	0,3
SLV_07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLV_07			Linear Static	Muri	1
SLV_07			Linear Static	Permanenti	1
SLV_07			Linear Static	Predalle	1
SLV_07			Response Spectrum	Sisma_X_SLV	0,3
SLV_07			Response Spectrum	Sisma_Y_SLV	1
SLV_07			Response Spectrum	Sisma_Z_SLV	0,3

SLV_07			Linear Static	Ecc_X_SLV	-1
SLV_07			Linear Static	Ecc_Y_SLV	-0,3
SLV_07			Linear Static	Variabili	0,3
ENV_SLV	Envelope	No	Response Combo	SLV_01	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_02	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_03	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_04	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_05	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_06	1
ENV_SLV			Response Combo	SLV_07	1
PERM	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
PERM			Linear Static	Muri	1
PERM			Linear Static	Permanenti	1
PERM			Linear Static	Predalle	1
SLD_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_01			Linear Static	Muri	1
SLD_01			Linear Static	Permanenti	1
SLD_01			Linear Static	Predalle	1
SLD_01			Response Spectrum	Sisma_X_SLD	1
SLD_01			Response Spectrum	Sisma_Y_SLD	0,3
SLD_01			Response Spectrum	Sisma_Z_SLD	0,3
SLD_01			Linear Static	Variabili	0,3
SLD_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_02			Linear Static	Muri	1
SLD_02			Linear Static	Permanenti	1
SLD_02			Linear Static	Predalle	1
SLD_02			Response Spectrum	Sisma_X_SLD	0,3
SLD_02			Response Spectrum	Sisma_Y_SLD	1
SLD_02			Response Spectrum	Sisma_Z_SLD	0,3
SLD_02			Linear Static	Variabili	0,3
SLD_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_03			Linear Static	Muri	1
SLD_03			Linear Static	Permanenti	1
SLD_03			Linear Static	Predalle	1
SLD_03			Response Spectrum	Sisma_X_SLD	0,3
SLD_03			Response Spectrum	Sisma_Y_SLD	0,3
SLD_03			Response Spectrum	Sisma_Z_SLD	1
SLD_03			Linear Static	Variabili	0,3
SLD_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_04			Linear Static	Muri	1
SLD_04			Linear Static	Permanenti	1

SLD_04			Linear Static	Predalle	1
SLD_04			Response Spectrum	Sisma_X_SLD	1
SLD_04			Response Spectrum	Sisma_Y_SLD	0,3
SLD_04			Response Spectrum	Sisma_Z_SLD	0,3
SLD_04			Linear Static	Ecc_Y_SLD	1
SLD_04			Linear Static	Ecc_X_SLD	0,3
SLD_04			Linear Static	Variabili	0,3
SLD_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_05			Linear Static	Muri	1
SLD_05			Linear Static	Permanenti	1
SLD_05			Linear Static	Predalle	1
SLD_05			Response Spectrum	Sisma_X_SLD	0,3
SLD_05			Response Spectrum	Sisma_Y_SLD	1
SLD_05			Response Spectrum	Sisma_Z_SLD	0,3
SLD_05			Linear Static	Ecc_X_SLD	1
SLD_05			Linear Static	Ecc_Y_SLD	0,3
SLD_05			Linear Static	Variabili	0,3
SLD_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_06			Linear Static	Muri	1
SLD_06			Linear Static	Permanenti	1
SLD_06			Linear Static	Predalle	1
SLD_06			Response Spectrum	Sisma_X_SLD	1
SLD_06			Response Spectrum	Sisma_Y_SLD	0,3
SLD_06			Response Spectrum	Sisma_Z_SLD	0,3
SLD_06			Linear Static	Ecc_Y_SLD	-1
SLD_06			Linear Static	Ecc_X_SLD	-0,3
SLD_06			Linear Static	Variabili	0,3
SLD_07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLD_07			Linear Static	Muri	1
SLD_07			Linear Static	Permanenti	1
SLD_07			Linear Static	Predalle	1
SLD_07			Response Spectrum	Sisma_X_SLD	0,3
SLD_07			Response Spectrum	Sisma_Y_SLD	1
SLD_07			Response Spectrum	Sisma_Z_SLD	0,3
SLD_07			Linear Static	Ecc_X_SLD	-1
SLD_07			Linear Static	Ecc_Y_SLD	-0,3
SLD_07			Linear Static	Variabili	0,3
ENV_SLD	Envelope	No	Response Combo	SLD_01	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_02	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_03	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_04	1

ENV_SLD			Response Combo	SLD_05	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_06	1
ENV_SLD			Response Combo	SLD_07	1
SLU_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_01			Linear Static	Muri	1,5
SLU_01			Linear Static	Predalle	1,3
SLU_01			Linear Static	Variabili	1,5
SLU_01			Linear Static	Manutenzione	1,5
SLU_01			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_01			Linear Static	Neve	1,5
SLU_01			Linear Static	Permanenti	1,5
SLU_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_02			Linear Static	Muri	1,5
SLU_02			Linear Static	Predalle	1,3
SLU_02			Linear Static	Variabili	1,5
SLU_02			Linear Static	Manutenzione	1,5
SLU_02			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_02			Linear Static	Neve	1,5
SLU_02			Linear Static	Permanenti	1,5
SLU_02			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,3
SLU_03			Linear Static	Muri	1,5
SLU_03			Linear Static	Predalle	1,3
SLU_03			Linear Static	Variabili	1,5
SLU_03			Linear Static	Manutenzione	1,5
SLU_03			Linear Static	Vento_Z	-1,5
SLU_03			Linear Static	Neve	1,5
SLU_03			Linear Static	Permanenti	1,5
SLU_03			Linear Static	Vento_Y	1,5
SLU_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU_04			Linear Static	Muri	1
SLU_04			Linear Static	Predalle	1
SLU_04			Linear Static	Vento_Z	1,5
SLU_04			Linear Static	Permanenti	1
SLU_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
SLU_05			Linear Static	Muri	1
SLU_05			Linear Static	Predalle	1
SLU_05			Linear Static	Vento_Z	1,5
SLU_05			Linear Static	Permanenti	1
SLU_05			Linear Static	Vento_X	1,5
SLU_06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1

SLU_06			Linear Static	Muri	1
SLU_06			Linear Static	Predalle	1
SLU_06			Linear Static	Vento_Z	1,5
SLU_06			Linear Static	Permanenti	1
SLU_06			Linear Static	Vento_Y	1,5
ENV_SLU	Envelope	No	Response Combo	SLU_01	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_02	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_03	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_04	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_05	1
ENV_SLU			Response Combo	SLU_06	1
RARA_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RARA_01			Linear Static	Muri	1
RARA_01			Linear Static	Predalle	1
RARA_01			Linear Static	Permanenti	1
RARA_01			Linear Static	Variabili	1
RARA_01			Linear Static	Neve	0,5
RARA_01			Linear Static	Vento_Z	-0,6
RARA_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RARA_02			Linear Static	Muri	1
RARA_02			Linear Static	Predalle	1
RARA_02			Linear Static	Permanenti	1
RARA_02			Linear Static	Variabili	1
RARA_02			Linear Static	Neve	0,5
RARA_02			Linear Static	Vento_Z	-0,6
RARA_02			Linear Static	Vento_X	0,6
RARA_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RARA_03			Linear Static	Muri	1
RARA_03			Linear Static	Predalle	1
RARA_03			Linear Static	Permanenti	1
RARA_03			Linear Static	Variabili	1
RARA_03			Linear Static	Neve	0,5
RARA_03			Linear Static	Vento_Z	-0,6
RARA_03			Linear Static	Vento_Y	0,6
RARA_04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
RARA_04			Linear Static	Muri	1
RARA_04			Linear Static	Predalle	1
RARA_04			Linear Static	Permanenti	1
RARA_04			Linear Static	Vento_Z	1
RARA_04			Linear Static	Vento_X	1
RARA_05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1

RARA_05			Linear Static	Muri	1
RARA_05			Linear Static	Predalle	1
RARA_05			Linear Static	Permanenti	1
RARA_05			Linear Static	Vento_Z	1
RARA_05			Linear Static	Vento_Y	1
FREQ_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
FREQ_01			Linear Static	Muri	1
FREQ_01			Linear Static	Predalle	1
FREQ_01			Linear Static	Permanenti	1
FREQ_01			Linear Static	Variabili	0,5
FREQ_02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
FREQ_02			Linear Static	Muri	1
FREQ_02			Linear Static	Predalle	1
FREQ_02			Linear Static	Permanenti	1
FREQ_02			Linear Static	Vento_Z	0,2
FREQ_02			Linear Static	Vento_X	0,2
FREQ_03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
FREQ_03			Linear Static	Muri	1
FREQ_03			Linear Static	Predalle	1
FREQ_03			Linear Static	Permanenti	1
FREQ_03			Linear Static	Vento_Z	0,2
FREQ_03			Linear Static	Vento_Y	0,2
QPERM_01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
QPERM_01			Linear Static	Muri	1
QPERM_01			Linear Static	Predalle	1
QPERM_01			Linear Static	Permanenti	1
QPERM_01			Linear Static	Variabili	0,3
ENV_RARA	Envelope	No	Response Combo	RARA_01	1
ENV_RARA			Response Combo	RARA_02	1
ENV_RARA			Response Combo	RARA_03	1
ENV_RARA			Response Combo	RARA_04	1
ENV_RARA			Response Combo	RARA_05	1
ENV_FREQ	Envelope	No	Response Combo	FREQ_01	1
ENV_FREQ			Response Combo	FREQ_02	1
ENV_FREQ			Response Combo	FREQ_03	1
ENV_SLU_SLV	Envelope	No	Response Combo	ENV_SLU	1
ENV_SLU_SLV			Response Combo	ENV_SLV	1

9.6 Sollecitazioni

Nel presente paragrafo si riporta l'andamento qualitativo delle sollecitazioni. I valori numerici saranno riportati nei paragrafi successivi in occasione delle verifiche strutturali.

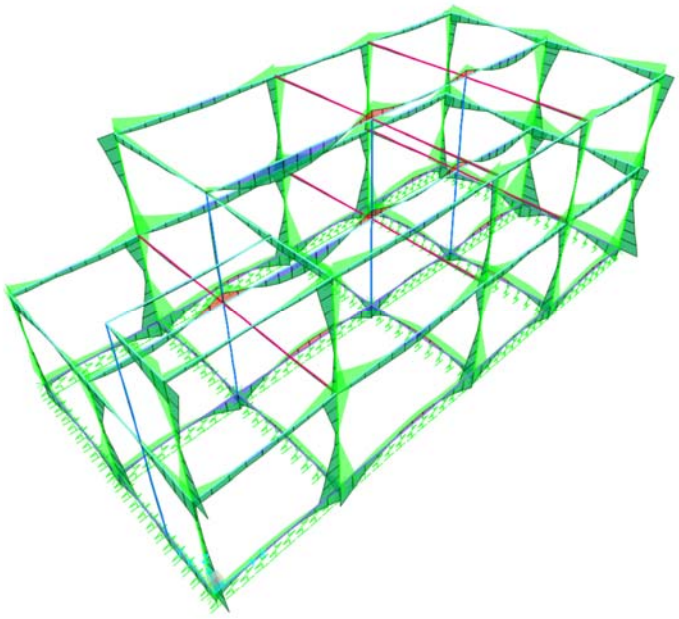


FIGURA 9-20 – ANDAMENTO QUALITATIVO M3 – ENV_SLU_SLV

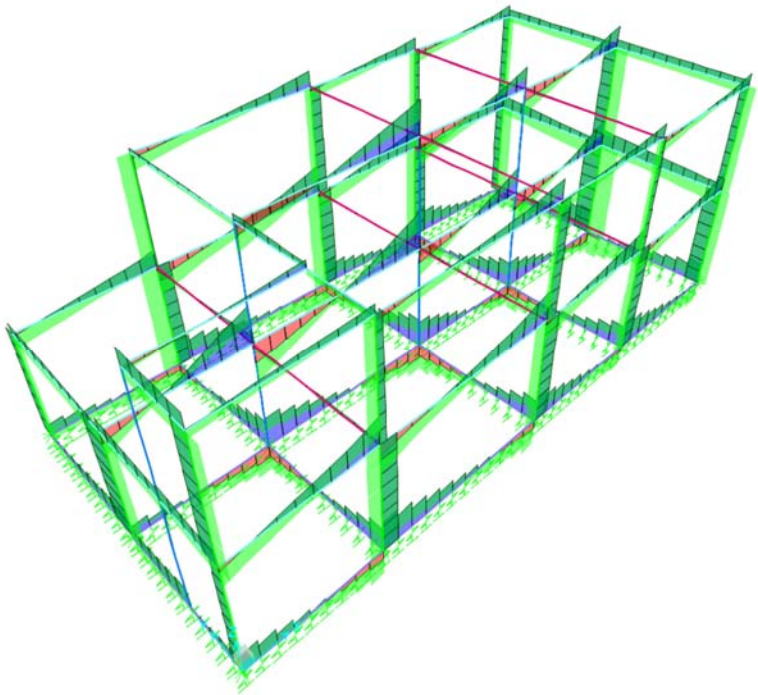


FIGURA 9-21 – ANDAMENTO QUALITATIVO V2 – ENV_SLU_SLV

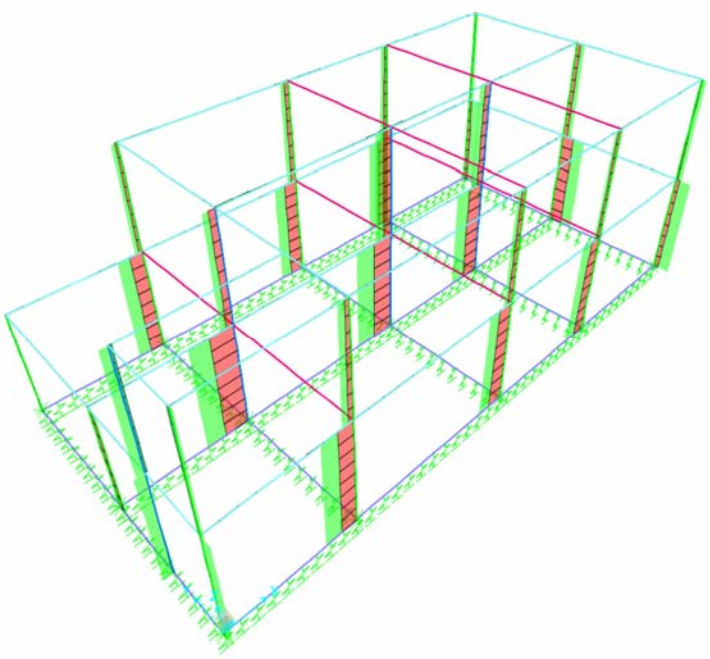


FIGURA 9-22 – ANDAMENTO QUALITATIVO N – ENV_SLU_SLV

9.7 Verifiche SLU/SLE travi di fondazione 70x50

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche strutturali relative alle travi rovesce di fondazione. Nella tabella sotto riportata sono evidenziati gli inviluppi delle sollecitazioni SLU-SLV / SLE utilizzati per le successive verifiche. Si noti che le sollecitazioni relative allo SLV sono state amplificate secondo il fattore 1.10 come previsto dalla norma per le opere in CD"B". Si specifica inoltre che le sollecitazioni statiche sono state dedotte dal modello FEM realizzato con modulo elastico del cls al valore nominale, mentre le sollecitazioni sismiche sono state dedotte dal modello con modulo elastico del cls delle elevazioni ridotto del 25%. Nel caso specifico si ottiene:

OutputCase	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
ENV_SLU	Max	0,00	188,80	2,86	24,59	4,52	198,49
	Min	0,00	-180,42	-3,14	-25,67	-3,66	-135,08
ENV_SLV	Max	0,09	168,73	0,37	45,73	0,70	228,90
	Min	-0,09	-171,65	-0,26	-45,54	-0,66	-137,99
ENV_SLV+10%	Max	0,09	185,60	0,41	50,31	0,77	251,79
	Min	-0,09	-188,81	-0,28	-50,10	-0,73	-151,79

ENV_RARA	Max	0,00	129,11	1,90	17,04	3,01	134,72
	Min	0,00	-121,90	-2,07	-17,96	-2,44	-91,40
ENV_FREQ	Max	0,00	116,99	0,43	13,74	0,65	121,06
	Min	0,00	-109,24	-0,36	-15,35	-0,50	-82,41
QPERM_01	Max	0,00	114,24	0,07	12,78	0,14	118,19
	Min	0,00	-105,87	0,00	-14,54	-0,13	-80,52

TRAVE DI FONDAZIONE 70x50

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C25/30	R_{ck} =	30	N/mm²	f_{ck} =	25	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	14,17	N/mm²
		E_c =	31476	N/mm²	f_{ctm} =	2,56	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	700	mm base
H =	500	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
8	16	1608	50
		-	450
8	16	1608	450
		-	
	Σ	3217	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU			198,49	188,80	262,55	**1,32**
ENV_SLV+10%			251,79	188,81	262,55	**1,04**

Taglio

ϕ_{staffe} =	8	mm	α =	90	° inclinazione staffa
n_b =	2,00	n° braccia	s =	150	mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$

ENV_SLU		147,24	265,53	692,46	265,53	**1,41**
ENV_SLV+10%		147,24	265,53	692,46	265,53	**1,41**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 15,0 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_RARA			134,72	233,90	**1,74**

Comb. Quasi perm. σ_c = 11,3 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPERM_01			118,19	233,90	**1,98**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali ordinarie armatura poco sensibile

α_e = 6,35 ϕ_{eq} = 16,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,4 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
ENV_FREQ			121,06	186	129	1608

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
ENV_FREQ	86543	0,02	0,06%	289,15	0,16	**OK**

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
QPERM_01			118,19	181	129	1608

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
QPERM_01	86544	0,02	0,06%	289,15	0,17	**OK**

9.8 Verifiche SLU/SLE travi 30x50

Le sollecitazioni massime (inviluppi) riscontrabili sulle travi 30x50 sono di seguito riportate (inviluppo riferito alla totalità delle travi presenti nell'edificio). Si specifica che le sollecitazioni statiche sono state dedotte dal modello FEM realizzato con modulo elastico del cls al valore nominale, mentre le sollecitazioni sismiche sono state dedotte dal modello con modulo elastico del cls delle elevazioni ridotto del 25%. Nel caso specifico si ottiene:

OutputCase	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
ENV_SLU	Max	4,93	216,53	4,04	30,58	4,96	146,21
	Min	-4,97	-222,13	-4,93	-16,71	-5,48	-192,98
ENV_SLV	Max	18,08	137,37	18,81	21,06	20,50	171,68
	Min	-18,08	-140,65	-18,81	-15,16	-20,50	-193,98
ENV_RARA	Max	3,29	152,88	2,69	19,02	3,30	101,94
	Min	-3,31	-156,56	-3,29	-10,41	-3,65	-135,87
ENV_FREQ	Max	0,67	131,78	0,54	17,07	0,66	87,56
	Min	-0,65	-135,22	-0,66	-9,14	-0,73	-117,84
QPERM_01	Max	0,01	123,33	0,02	17,16	0,05	82,15
	Min	-0,03	-126,74	-0,03	-9,08	-0,03	-110,72

Tutte le travi 30x50 presenteranno la medesima armatura composta da 5ϕ18 inferiori e 5ϕ18 superiori come di seguito riportato.

Geometria trave

B =	0,30	m	base			
H =	0,50	m	altezza			
As =	1271,7	mmq	armatura tesa	5	ϕ	18
As' =	1271,7	mmq	armatura compressa	5	ϕ	18
ρ =	0,008478		rapporto geometrico armatura tesa			
ρ' =	0,008478		rapporto geometrico armatura compressa			
fyk =	450	Mpa	svervamento acciaio			
ρ min =	0,00311		rapporto d'armatura minimo			
ρ max =	0,01626		rapporto d'armatura massimo			

Rapporto geometrico d'armatura tesa ?	Verificato
Rapporto geometrico d'armatura compressa ?	Verificato

ds =	8	mm	diametro staffe
ps =	113	mm	passo max staffa

Taglio travi

(ipotesi di armatura flessionale simmetrica)

L =	6,00	m	luce trave massima
γrd =	1,10		fattore di sovraresistenza
G1 =	22,84	kN/m	carico perm. compiutamente definito
G2 =	8,29	kN/m	carico perm. non compiutamente definito
Q =	2,18	kN/m	sovraccarico variabile in combinazione sismica
Mrd,sx =	203,67	kNm	momento resistente trave estremo di destra
Mrd,dx =	203,67	kNm	momento resistente trave estremo di sinistra
Vsd =	184,62	kN	taglio di progetto (gerarchia resistenze)

Per le strutture in CD"B" la capacità a taglio è valutata come indicato al paragrafo 4.1.2.3.5 delle NTC2018.

TRAVE 30x50

Caratteristiche meccaniche dei materiali

cls	C28/35	R_{ck} =	35	N/mm²	f_{ck} =	28	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	15,87	N/mm²
		E_c =	32308	N/mm²	f_{ctm} =	2,77	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	300	mm base
H =	500	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
5	18	1272	50
		-	450
5	18	1272	450
		-	
	Σ	2545	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_SLU			192,98	222,13	203,67	**1,06**
ENV_SLV			193,98	140,65	203,67	**1,05**
Taglio G.R.				184,62		

Taglio

ϕ_{staffe} = 8 mm α = 90 ° inclinazione staffa

n_b = 2,00 n° braccia s = 100 mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
ENV_SLU		80,38	358,03	358,03	358,03	**1,61**
ENV_SLV		80,38	358,03	358,03	358,03	**2,55**
Taglio G.R.		80,38	358,03	358,03	358,03	**1,94**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 16,8 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
ENV_RARA			136,08	181,97	**1,34**

Comb. Quasi perm. σ_c = 12,6 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPERM_01			115,24	181,26	**1,57**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali ordinarie armatura poco sensibile

α_e = 6,19 ϕ_{eq} = 18,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,4 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
ENV_FREQ			121,47	239	155	1272

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
ENV_FREQ	34473	0,04	0,09%	222,31	0,20	OK

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
QPERM_01			115,24	227	155	1272

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
QPERM_01	34474	0,04	0,10%	222,31	0,21	OK

9.9 Verifiche SLU/SLE pilastri 30x60

Le sollecitazioni massime relative alle combinazioni SLU e SLV relative a tutti i pilastri 30x60 presenti nell'edificio sono di seguito riportate (si specifica che le sollecitazioni statiche sono state dedotte dal modello FEM realizzato con modulo elastico del cls al valore nominale, mentre le sollecitazioni sismiche sono state dedotte dal modello con modulo elastico del cls delle elevazioni ridotto del 25%):

Combinazioni sismiche

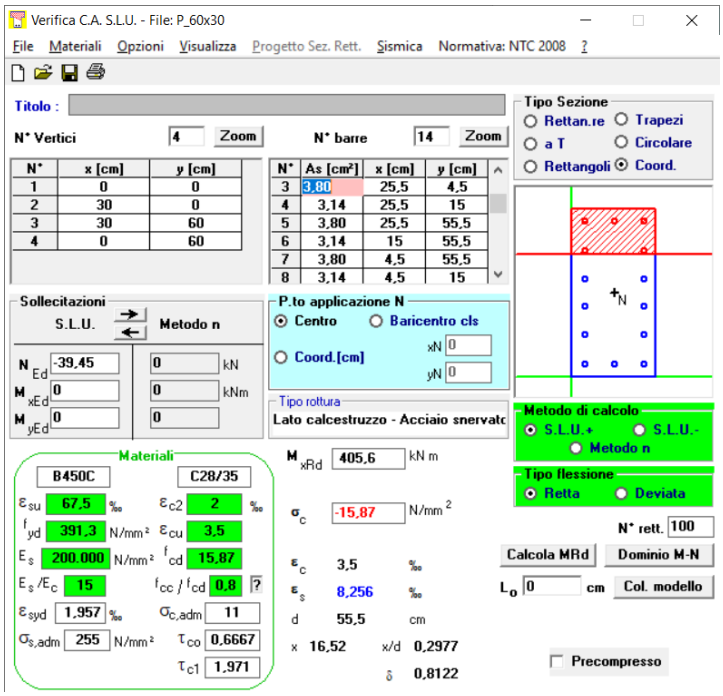
StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max M3	-117,35	128,72	15,75	0,33	24,32	274,79
Min M3	-324,55	-110,46	-6,50	-0,88	-1,93	-252,00
Max P	-379,39	-18,73	-7,35	0,09	-26,65	-38,11
Min M2	-345,61	-34,17	-26,61	-0,88	-75,78	-62,24
Max M2	-251,68	53,20	25,02	1,30	71,37	120,94
Min P	39,45	76,72	21,88	0,94	14,21	108,86

Combinazioni statiche (inviluppo)

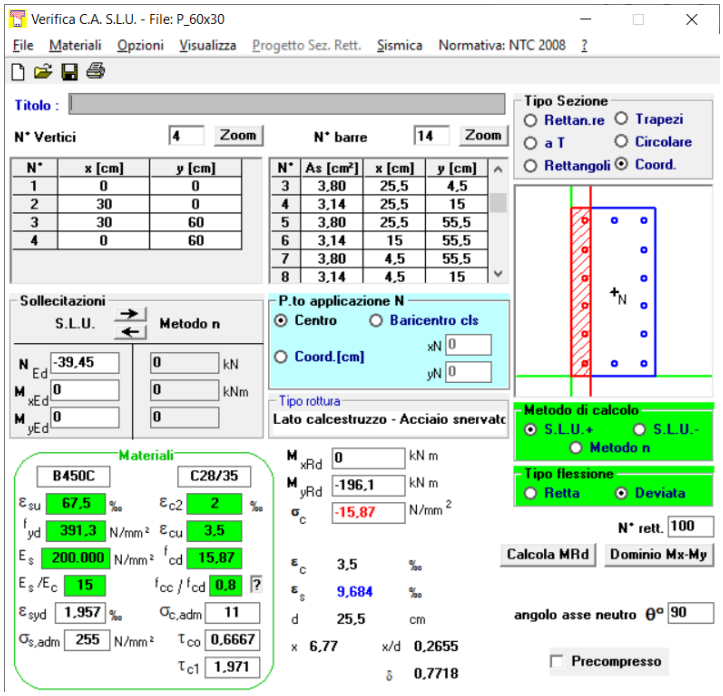
CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-1,88	37,27	26,94	0,75	57,85	105,86
Min	-524,87	-60,36	-44,28	-0,10	-68,67	-115,35

Predisponendo 10ϕ20 + 4ϕ22 si ottengono i seguenti momenti resistenti (calcolati in corrispondenza a N minimo):

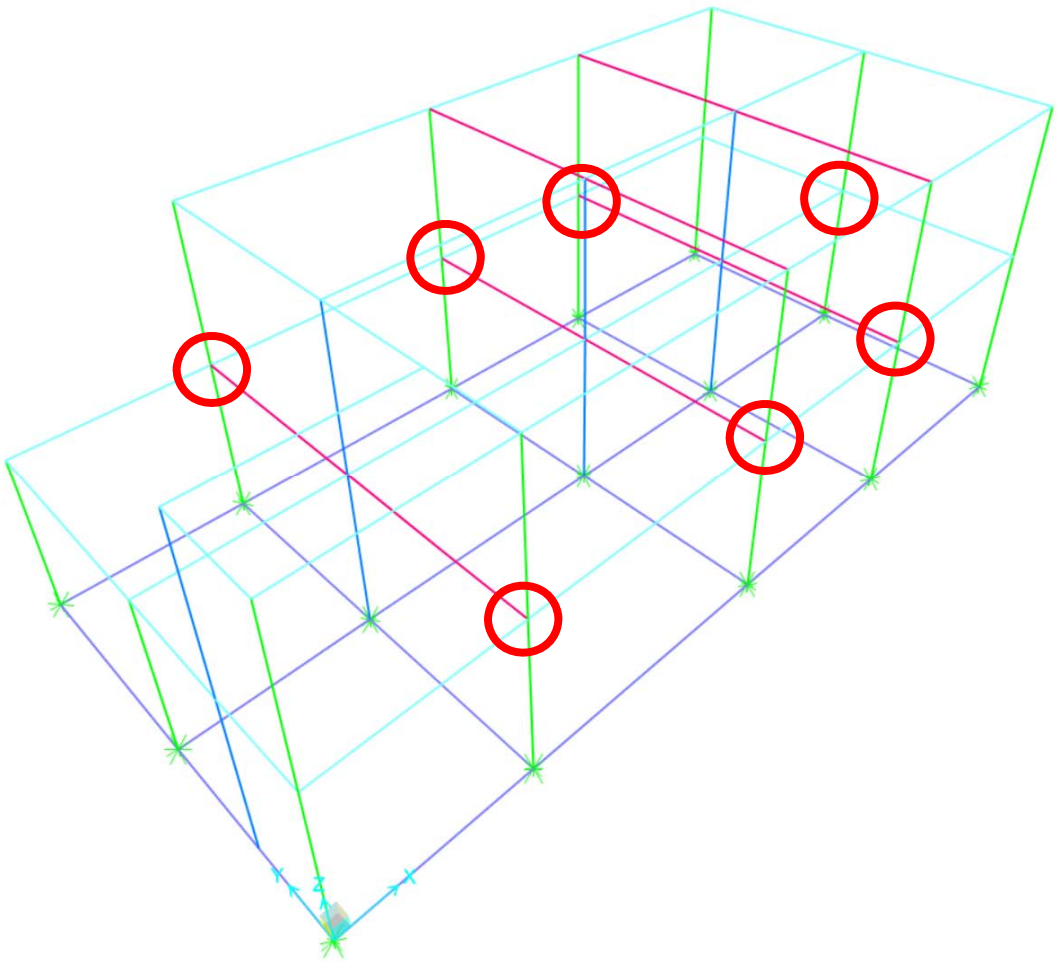
Direzione "forte"



Direzione "debole"



Si riporta la verifica con la gerarchia delle resistenze dei pilastri concorrenti nei nodi maggiormente significativi evidenziati in figura (pilastri 30x60 con travi su entrambi i lati verificati secondo la direzione forte):



Geometria pilastro

L1 =	0,30	m	lato pilastro			
L2 =	0,60	m	lato pilastro			
As =	4396	mmq	armatura totale	14	ϕ	20
ρ =	0,0244		rapporto geometrico armatura			
ρ min =	0,01		rapporto d'armatura minimo			
ρ max =	0,04		rapporto d'armatura massimo			

Rapporto geometrico d'armatura ? Verificato

Presso-flessione pilastri - Direzione X

Mrd,sx =	203,67	kNm	momento resistente trave estremo di destra

Mrd,dx =	203,67	kNm	momento resistente trave estremo di sinistra
Mrd,sup =	283,92	kNm	momento resistente pilastro superiore *
Mrd,inf =	283,92	kNm	momento resistente pilastro inferiore *
γrd =	1,30		fattore di sovraresistenza

* calcolato in flessione retta e ridotto del 30%

Momenti pilastri concordi

ΣMc,rd =	567,84	kNm	capacità a flessione del pilastro
ΣMb,rd =	407,34	kNm	capacità a flessione della trave
ΣMc,rd >= γrd x ΣMb,rd			Verificato

Taglio pilastri - Direzione X

lp =	3,80	m	altezza pilastro
γrd =	1,10		fattore di sovraresistenza

Momenti pilastri concordi

Mi,d,sup =	203,67	kNm	M pilastro superiore per formazione cerniera trave
Mi,d,inf =	203,67	kNm	M pilastro inferiore per formazione cerniera trave
Vsd =	117,91	kN	taglio di progetto (gerarchia resistenze)

La capacità a taglio è valutata come indicato al paragrafo 4.1.2.3.5 delle NTC2018.

PILASTRI 30x60

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C28/35	R_{ck} =	35	N/mm²	f_{ck} =	28	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	15,87	N/mm²
		E_c =	32308	N/mm²	f_{ctm} =	2,77	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	300	mm base
H =	600	mm altezza
c =	50	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
3	20	942	50
		-	550
3	20	942	550
		-	
		Σ 1885	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
Taglio G.R.				117,91		

Taglio

ϕ_{staffe} = 8 mm — α = 90 ° inclinazione staffa

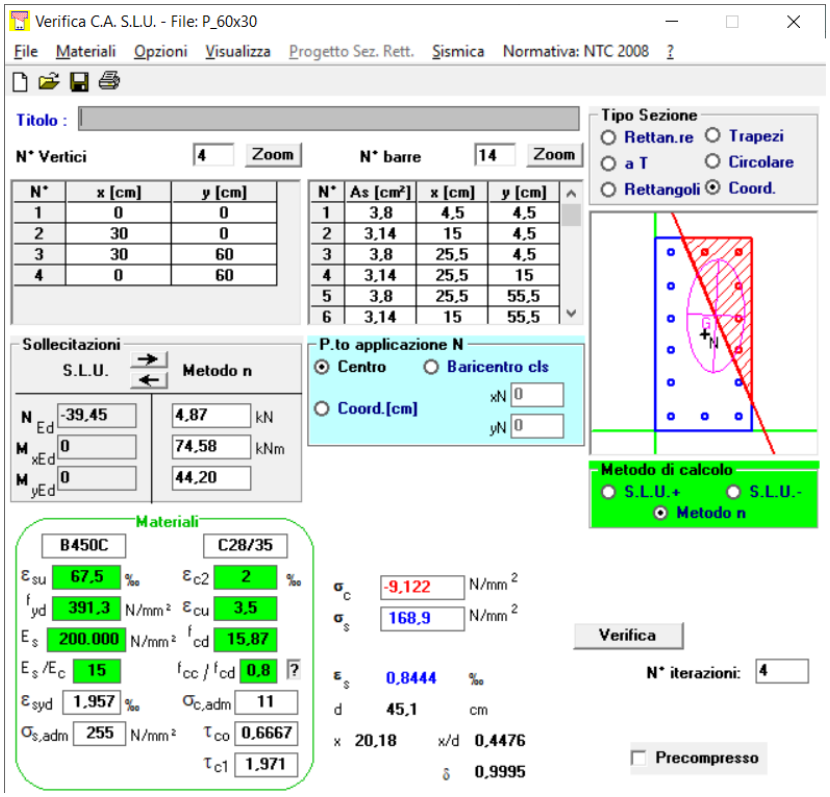
n_b = 2,00 n° braccia — s = 100 mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
Taglio G.R.		79,97	437,59	437,59	437,59	**3,71**

Le sollecitazioni in combinazioni RARA (inviluppo) sono le seguenti:

StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-4,87	24,61	15,73	0,47	36,47	68,51
Min	-360,05	-36,97	-25,84	0,02	-44,20	-74,58

Considerando il max M3, il max M2 e il min P contemporaneamente (ampiamente cautelativo), le tensioni sui materiali sono quelle di seguito riportate. Visti i bassi livelli tensionali non risulta necessario eseguire le altre verifiche SLE.



9.10 Verifiche SLU/SLE pilastri 30x30

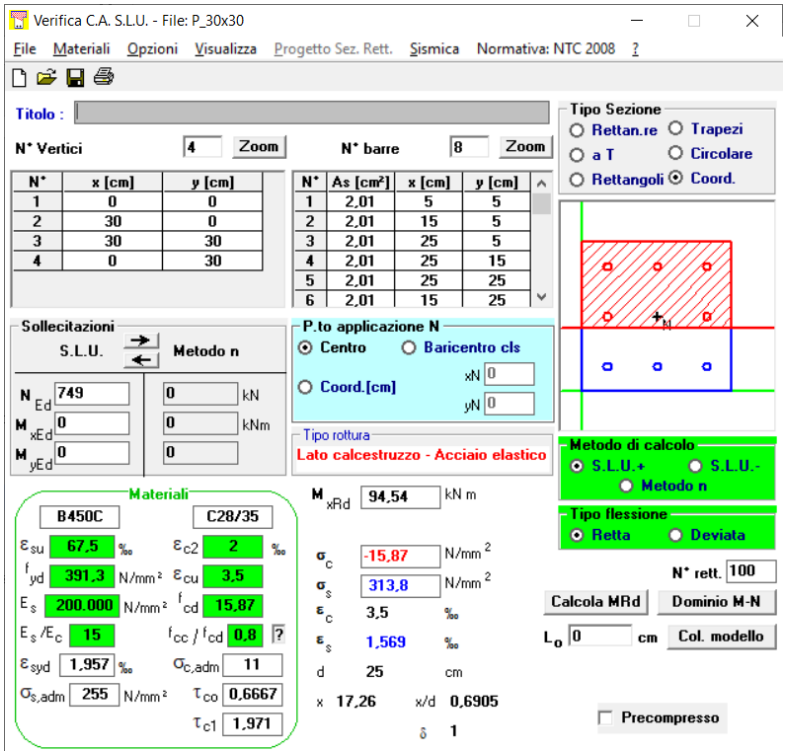
I pilastri interni 30x30 sono stati considerati all'interno del modello FEM come elementi tipo "biella". Tali pilastri non reagiscono quindi alle azioni sismiche e non sono quindi soggetti al calcolo secondo la gerarchia delle resistenze. Si prevede quindi un'armatura pari a 8ϕ16.

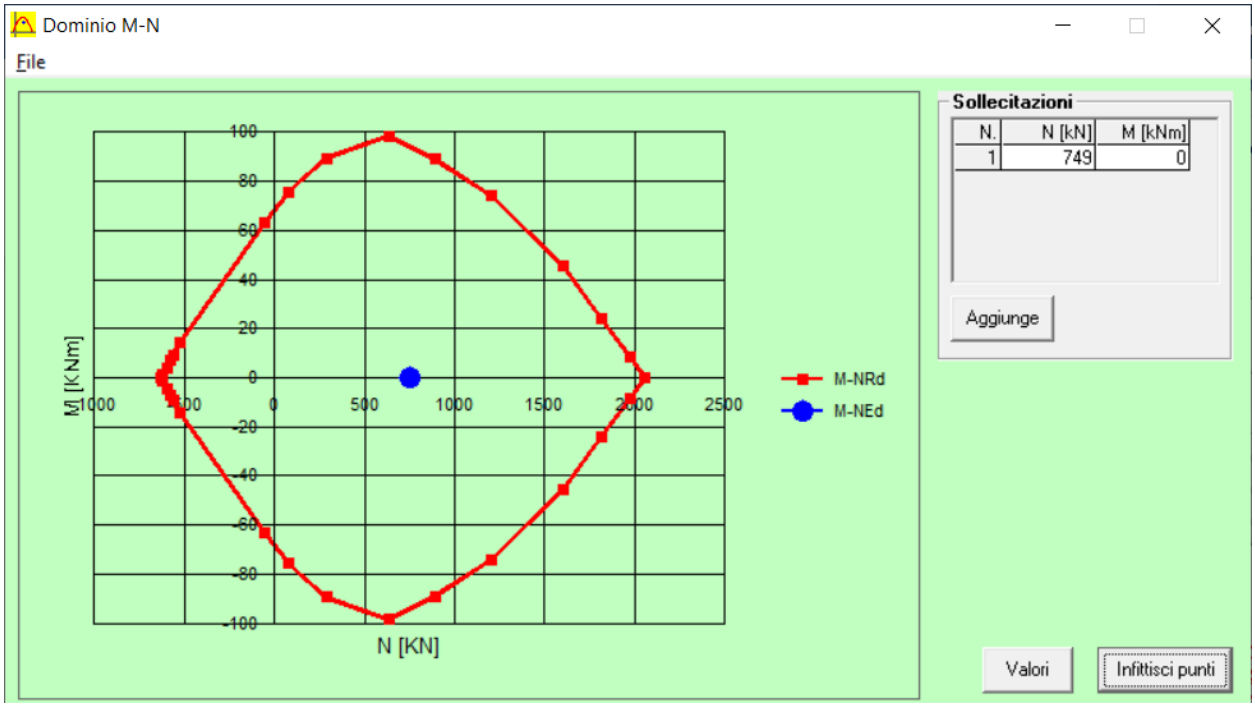
Inviluppo SLU

StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-17,94	9,02	4,61	0,23	4,26	8,34
Min	-749,00	-9,02	-4,61	-0,03	-4,26	-6,84

Inviluppo SLV

StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	34,21	0,63	0,60	0,62	0,57	0,62
Min	-477,71	-0,63	-0,60	-0,49	-0,57	-0,62





Come si vede dalle figure sopra riportate la verifica risulta ampiamente soddisfatta. Le verifiche SLE, in questo caso non risultano significative.

9.11 Verifiche SLU/SLE solaio

In riferimento al primo solaio:

G1 = 3.75 kN/mq

G2 = 3.42 kN/mq

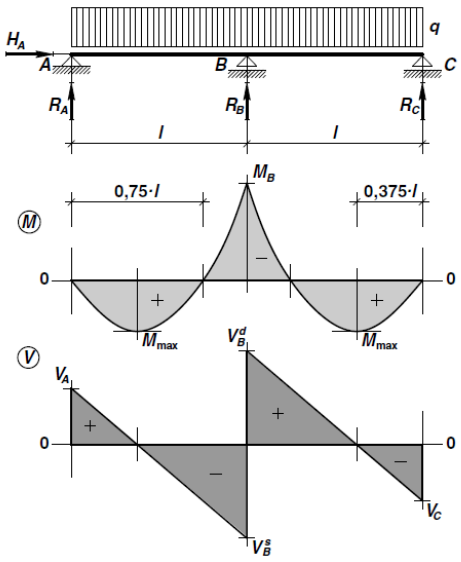
Q = 3.00 kN/mq

L = 4.85m

In riferimento all'appoggio centrale:

M = ql^2/8

V = 5ql/8

3 	Reazioni $R_A = R_C = \frac{3}{8}\cdot q\cdot l \qquad R_B = \frac{5}{4}\cdot q\cdot l \qquad H_A = 0$
	Taglio $V_A = \frac{3}{8}\cdot q\cdot l \qquad V_B^s = -\frac{5}{8}\cdot q\cdot l \qquad V_B^d = \frac{5}{8}\cdot q\cdot l$ $V_C^s = -\frac{3}{8}\cdot q\cdot l$
	Momenti flettenti $M_A = M_C = 0 \qquad M_B = -\frac{1}{8}\cdot q\cdot l^2$ campate AB e BC: $M_{max}^{+} = \frac{9}{128}\cdot q\cdot l^2$
	Freccia $\qquad f_{\frac{l}{2}} = 0{,}0054\cdot\frac{q\cdot l^4}{E\cdot I}$

Calcolo sollecitazioni

G1 =	3,75	kN/mq
G2 =	3,42	kN/mq
Q =	3,00	kN/mq
L =	4,85	m
γG1 =	1,30	
γG2 =	1,50	
γQ	1,50	
ψ0 =	0,70	

$\psi 1$ =	0,50			
$\psi 2$ =	0,30			
Mslu =	42,65	kNm/m	51,18	kNm/lastra
Vslu =	43,97	kN/m	52,76	kN/lastra
Mrara =	29,90	kNm/m	35,88	kNm/lastra
Mfreq =	25,49	kNm/m	30,59	kNm/lastra
Mqperm =	23,73	kNm/m	28,47	kNm/lastra

SOLAIO PREDALLE SP=25cm (lastra 120cm)

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C28/35	R_{ck} =	35	N/mm²	f_{ck} =	28	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	15,87	N/mm²
		E_c =	32308	N/mm²	f_{ctm} =	2,77	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B =	400	mm base
H =	250	mm altezza
c =	55	mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
		-	55
		-	195
4	16	804	195
		-	
	Σ	804	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU			51,18	52,76	53,29	**1,04**

Taglio

ϕ_{staffe} =	mm	α =	90	° inclinazione staffa	
n_b =	n° braccia	s =		mm passo	

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU		57,43			57,43	**1,09**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Tensioni in esercizio

Comb. caratteristica σ_c = 16,8 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
RARA			35,88	45,91	**1,28**

Comb. Quasi perm. σ_c = 12,6 N/mm² σ_s = 360,0 N/mm²

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
QPERM			28,47	34,43	**1,21**

Verifiche agli Stati Limite Esercizio - Fessurazione

Condizioni ambientali ordinarie armatura poco sensibile

α_e = 6,19 ϕ_{eq} = 16,00

k_1 = 0,8 k_2 = 0,5 k_3 = 3,4 k_4 = 0,425

Comb. Frequente k_t = 0,6 w_{lim} = 0,4 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
FREQ			30,59	227	82	804

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
FREQ	22345	0,04	0,09%	235,37	0,20	**OK**

Comb. Quasi perm. k_t = 0,4 w_{lim} = 0,3 mm

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	σ_s [MPa]	x [mm]	A_s [mm²]
QPERM			28,47	211	82	804

Combinazione	$A_{c,eff}$ [mm²]	ρ_{eff}	ε_{sm}	Δ_{smax} [mm]	w_d [mm]	Verifica
QPERM	22345	0,04	0,09%	235,37	0,20	**OK**

9.12 Verifiche spostamenti SLD

In riferimento ai quattro nodi di vertice del solaio di copertura si ottengono i seguenti spostamenti allo SLD (modulo elastico cls elevazioni ridotto del 25%):

TABLE: Joint Displacements					
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2
Text	Text	Text	Text	mm	mm
43	SLD_01	Combination	Max	8,13	2,65
43	SLD_01	Combination	Min	-7,55	-5,12
43	SLD_02	Combination	Max	3,10	10,83
43	SLD_02	Combination	Min	-2,51	-13,30
43	SLD_03	Combination	Max	2,76	2,46
43	SLD_03	Combination	Min	-2,17	-4,93
43	SLD_04	Combination	Max	7,87	2,28
43	SLD_04	Combination	Min	-7,81	-5,49
43	SLD_05	Combination	Max	2,72	10,29
43	SLD_05	Combination	Min	-2,89	-13,84
43	SLD_06	Combination	Max	8,39	3,02
43	SLD_06	Combination	Min	-7,29	-4,75
43	SLD_07	Combination	Max	3,48	11,37
43	SLD_07	Combination	Min	-2,13	-12,75
44	SLD_01	Combination	Max	8,13	3,11
44	SLD_01	Combination	Min	-7,55	-4,24
44	SLD_02	Combination	Max	3,10	10,91
44	SLD_02	Combination	Min	-2,51	-12,03
44	SLD_03	Combination	Max	2,76	2,94
44	SLD_03	Combination	Min	-2,17	-4,07
44	SLD_04	Combination	Max	7,87	3,55
44	SLD_04	Combination	Min	-7,81	-3,80
44	SLD_05	Combination	Max	2,72	11,56
44	SLD_05	Combination	Min	-2,89	-11,38
44	SLD_06	Combination	Max	8,39	2,67
44	SLD_06	Combination	Min	-7,29	-4,68
44	SLD_07	Combination	Max	3,48	10,26
44	SLD_07	Combination	Min	-2,13	-12,68
46	SLD_01	Combination	Max	8,49	3,11
46	SLD_01	Combination	Min	-7,09	-4,24
46	SLD_02	Combination	Max	3,25	10,91
46	SLD_02	Combination	Min	-1,86	-12,03
46	SLD_03	Combination	Max	3,10	2,94
46	SLD_03	Combination	Min	-1,70	-4,07
46	SLD_04	Combination	Max	8,72	3,55
46	SLD_04	Combination	Min	-6,86	-3,80

46	SLD_05	Combination	Max	3,59	11,56
46	SLD_05	Combination	Min	-1,52	-11,38
46	SLD_06	Combination	Max	8,26	2,67
46	SLD_06	Combination	Min	-7,33	-4,68
46	SLD_07	Combination	Max	2,91	10,26
46	SLD_07	Combination	Min	-2,20	-12,68
48	SLD_01	Combination	Max	8,49	2,53
48	SLD_01	Combination	Min	-7,09	-5,36
48	SLD_02	Combination	Max	3,25	10,81
48	SLD_02	Combination	Min	-1,86	-13,64
48	SLD_03	Combination	Max	3,10	2,33
48	SLD_03	Combination	Min	-1,70	-5,16
48	SLD_04	Combination	Max	8,72	1,94
48	SLD_04	Combination	Min	-6,86	-5,94
48	SLD_05	Combination	Max	3,59	9,95
48	SLD_05	Combination	Min	-1,52	-14,50
48	SLD_06	Combination	Max	8,26	3,12
48	SLD_06	Combination	Min	-7,33	-4,77
48	SLD_07	Combination	Max	2,91	11,67
48	SLD_07	Combination	Min	-2,20	-12,78
			Max	**8,72**	**11,67**
			Min	**-7,81**	**-14,50**

Nel caso in esame:

CU: II

q (SLD) = 1.50

dr = 14.50 mm

h = 7500 mm

da cui (utilizzando il limite per "**tamponamenti fragili**"):

q x dr = 14.50 x 1.50 = 21.75 mm < 0.0050 x h = 37.50 mm. VERIFICATO.

Per le CU I e II ci si riferisce allo *SLD* (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$qd_r \le 0{,}0050 \cdot h \quad \text{per tamponature fragili} \qquad [7.3.11a]$$

$$qd_r \le 0{,}0075 \cdot h \quad \text{per tamponature duttili} \qquad [7.3.11b]$$

b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano d_{rp}, per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:

$$qd_r \le d_{rp} \le 0{,}0100 \cdot h \qquad [7.3.12]$$

c) per costruzioni con struttura portante di muratura ordinaria

$$qd_r \le 0{,}0020 \cdot h \qquad [7.3.13]$$

d) per costruzioni con struttura portante di muratura armata

$$qd_r \le 0{,}0030 \cdot h \qquad [7.3.14]$$

e) per costruzioni con struttura portante di muratura confinata

$$qd_r < 0{,}0025 \cdot h \qquad [7.3.15]$$

dove:

d_r è lo spostamento di interpiano, cioè la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e del solaio inferiore, calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4, sul modello di calcolo non comprensivo delle tamponature,

h è l'altezza del piano.

Per le CU III e IV ci si riferisce allo *SLO* (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

FIGURA 9-23 – ESTRATTO NTC2018

9.13 Verifica capacità portante fondazione

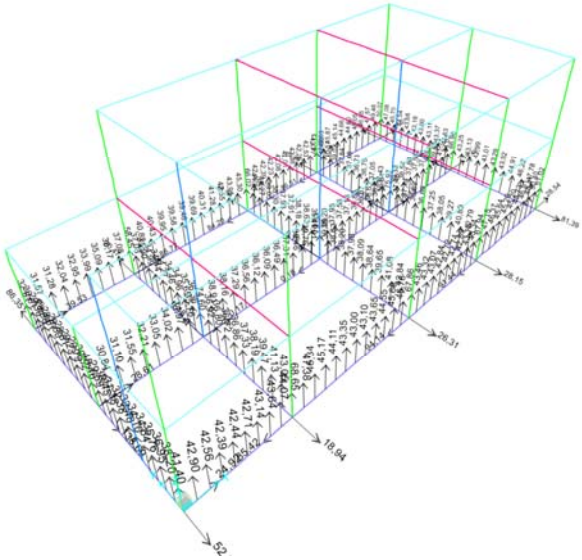


FIGURA 9-24 – REAZIONI IN FONDAZIONE – ENV_SLU_SLV

La reazione verticale massima registrata in fondazione in combinazione SLU è pari a 79.95kN. Dato che i nodi delle travi di fondazione distano circa 0.50m, la pressione massima sul terreno di posa sarà (B fondazione = 0.70m):

pmax = 79.95 kN / 0.70m / 0.50m = 228.43 kN/mq

La pressione limite sul piano di posa della fondazione sarà invece calcolata come segue:

B_x =	1,00	Lato 1 fondazione
B_y =	0,70	Lato 2 fondazione
H =	0,50	Spessore fondazione
$p.p._{fond}$ =	8,75	Peso fondazione

Comb	**ENV**	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	Fattore di sicurezza capacità portante
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	
γ_{γ} =	1,00	
c'_k =	0,00	Coesione terreno
φ_k =	34,00	Angolo di attrito terreno
γ_{ak} =	10,00	Peso specifico acqua
γ_{1k}=	18,50	Peso specifico terreno sopra piano di posa

γ_{2k} =	18,50	Peso specifico terreno sotto piano di posa
z =	1,00	Profondità falda
Df =	0,70	Profondità piano di posa
q' = q_0=	12,95	Pressione sul piano di posa
B' =	0,70	
L' =	1,00	

Verifica in direzione x

Comb	**ENV**	Fattori di capacità portante
N_q=	29,44	
N_γ=	41,06	
N_c=	42,16	
s_q=	1,47	
s_γ=	0,72	
s_c=s_c^0=	1,49	
m=m^0=	1,41	
i_q=	1,00	
i_γ=	1,00	
i_c=	0,00	
d_q=	1,18	
d_γ=	1,00	
d_c=d_c^0=	1,28	
ε =	0,00	
b_q=	1,00	
b_γ=	1,00	
b_c=	1,00	
ω =	0,00	
g_q=	1,00	
g_γ=	1,00	
g_c=	1,00	
Q_{lim}=	552,92	Pressione limite
R_d=	240,40	Pressione limite / 2.30

La resistenza limite risulta essere 240,40 kN per una fondazione L= 1.00m / B= 0.70m a cui corrisponde q limite = 240.40 kN / 1.00m / 0.70m = 343.43 kN/mq > 228.43 kN/mq

La verifica risulta quindi soddisfatta.

9.14 Validazione modello FEM

Al fine di verificare la bontà del modello FEM impiegato per le analisi, si replicano manualmente alcune quantità e si confrontano con i risultati del modello.

Superficie primo solaio = 19.70 x 9.40 = 185.18 mq

Superficie secondo solaio = 15.55 x 9.40 + 4.15 x 2.10 = 154.88 mq

Peso complessivo predalle = (185.18 + 154.88) x 3.75 kN/mq = 1275.22 kN

Carico variabile su primo solaio = 185.18 mq x 3.00 kN/mq = 555.54 kN

Carico da neve in copertura = 154.88 mq x 0.48 kN/mq = 74.34 kN

Carichi permanenti totali = 185.18 mq x 3.42 kN/mq + 154.88 x 2.00 kN/mq = 943.07 kN

Come si vede dai risultati ottenuti dal software di calcolo di seguito riportati, i valori ottenuti sono esattamente i valori attesi. Si conclude quindi che il modello di calcolo è "validato" e i risultati ottenuti sono accettabili.

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	F3
Text	Text	Text	KN
	Neve	LinStatic	74,35
	Permanenti	LinStatic	943,09
	Predalle	LinStatic	1275,24
	Variabili	LinStatic	555,54

10 MURI DI SOSTEGNO

10.1 Premessa

Nel presente capitolo si riporta il dimensionamento dei muri di sostegno presenti all'interno dell'intervento di cui alla presente relazione di calcolo.

Nello specifico, trattasi del muro di sostegno della rampa di accesso al "Conferimento", del muro di sostegno posto tra "Conferimento" e "Raffinazione" e del muro di sostegno del piazzale posto lateralmente al "Biotunnel".

In virtù del fatto che in prossimità dei muri di sostegno della rampa e del piazzale possono transitare carichi mobili di tipo "Stradale", si è considerato a tergo dei muri stessi un sovraccarico distribuito pari a 20 kN/mq, oltre ad un carico (in condizione eccezionale) dovuto all'urto accidentale dei veicoli. Tale urto assunto pari a 100 kN e agente ad 1.00m al di sopra del piano viabile, è stato diffuso a 45° sull'altezza del paramento (H = 3.40m), ottenendo quindi un valore equivalente a metro pari a 100 kN / (3.40m x 2) = 14.70 kN/m. Dato che tale valore sarà applicato ad un metro di altezza, a testa muro sarà anche presente un momento flettente pari a 14.70 kN/m x 1.00 m = 14.70 kNm/m.

Tutti i dettagli del calcolo sono riportati nei paragrafi seguenti.

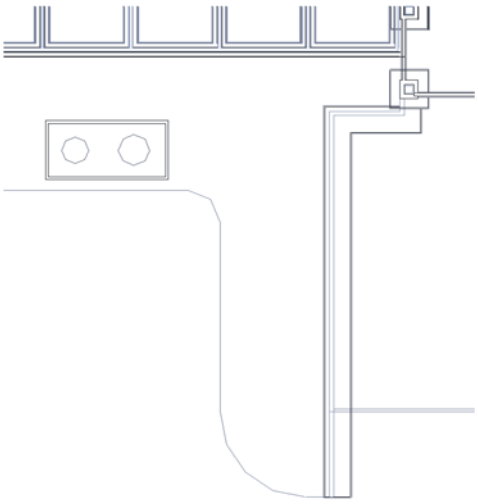


FIGURA 10-1 – MURO DI SOSTEGNO DEL PIAZZALE – PIANTA

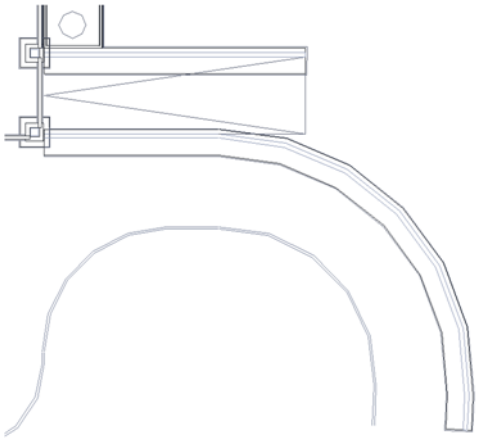


FIGURA 10-2 – MURO DI SOSTEGNO DELLA RAMPA DI ACCESSO AL "CONFERIMENTO" – PIANTA

10.2 Descrizione modello

Per le verifiche in oggetto si utilizza il Software Max 15 della Aztec Informatica.

Normativa usata: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018)

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favolevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavolevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.30	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favolevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavolevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.30	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favolevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavolevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favolevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavolevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unita di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γR per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	3.40	[m]
Altezza paramento libero	3.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.40	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	C25/30	
Lunghezza mensola di valle	0.40	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.60	[m]
Lunghezza totale	2.40	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca	Cesp	τl	
		[kN/mc]	*[kN/mc]*	*[°]*	*[°]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*		*[N/mmq]*	
1	Spingente	18.5000	18.5000	34.000	11.330	0.000	0.000			
2	Fondazione	18.5000	18.5000	34.000	34.000	0.000	0.000			

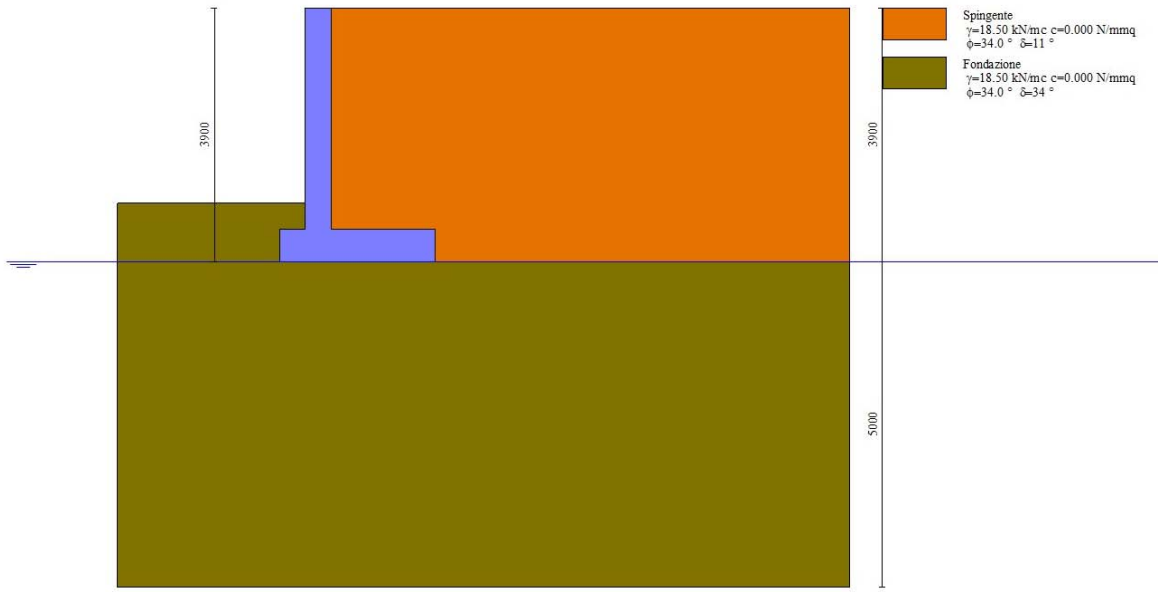


FIGURA 10-3 – STRATIGRAFIA

Condizioni di carico

Simbologia adottata
Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Mobili 1) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=0.90$ - $\Psi_2=0.80$
Indice di raggruppamento 1

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kN]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[m]*	*[m]*	*[kN]*	*[kN]*
1	Distribuito					0.00	8.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (Mobili 2) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=0.90$ - $\Psi_2=0.80$
Indice di raggruppamento 2

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kN]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[m]*	*[m]*	*[kN]*	*[kN]*
1	Distribuito					1.50	8.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 3 (Urto) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
			[m]	*[kN]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[m]*	*[m]*	*[kN]*	*[kN]*
1	Concentrato	Paramento	0.00; 0.00	14.7000	0.0000	14.7000				

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kN]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[m]*	*[m]*	*[kN]*	*[kN]*
1	Distribuito					0.00	8.00	20.0000	20.0000

Dati sismici

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s²]		1.128	0.490
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.115	0.050
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.532	2.350
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.417	0.320
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	
Coeff. di riduzione	β_m			0.380	0.470
Coeff. di riduzione verifica a ribaltamento	β_m			0.000	0.000
Coeff. di intensità sismica orizzontale	k_h	[%]		5.243	2.817
Coeff. di intensità sismica verticale	$k_v=0.50\ k_h$	[%]		2.622	1.409

10.3 Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Vesic
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Fattori di inclinazione e fattori di forma

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

10.4 Combinazioni

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 21 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 23 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 24 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 25 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 26 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 27 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 28 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 29 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 30 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 31 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 32 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.90	Sfavorevole

Combinazione n° 33 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 34 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 35 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.90	Sfavorevole

Combinazione n° 36 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 37 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 38 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 39 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

Combinazione n° 40 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Mobili_2	1.00	0.80	Sfavorevole

10.5 Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C_X, C_Y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P_X, P_Y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C_X	C_Y	P_X	P_Y
		[kN]	*[°]*	*[kN]*	*[kN]*	*[m]*	*[m]*
1	Spinta statica	75.40	11.33	73.93	14.81	1.60	-2.36

Ic	A	V	I	C_X	C_Y	P_X	P_Y
		[kN]	*[°]*	*[kN]*	*[kN]*	*[m]*	*[m]*
	Peso/Inerzia muro			0.00	64.00/0.00	0.08	-2.61
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	143.84/0.00	0.80	-1.70
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
3	Spinta statica	53.14	11.33	52.10	10.44	1.60	-2.40
	Incremento di spinta sismica		7.39	7.25	1.45	1.60	-2.60
	Peso/Inerzia muro			3.36	64.00/1.68	0.08	-2.61
	Peso/Inerzia terrapieno			6.62	126.24/3.31	0.80	-1.70
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

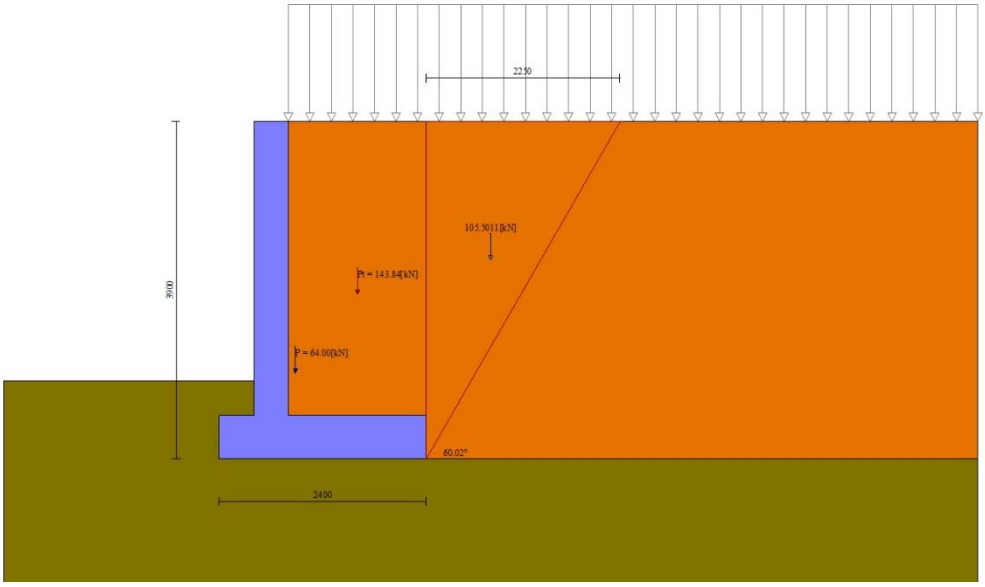


FIGURA 10-4 – CUNEO DI SPINTA (COMBINAZIONE STATICA) (COMBINAZIONE N° 1)

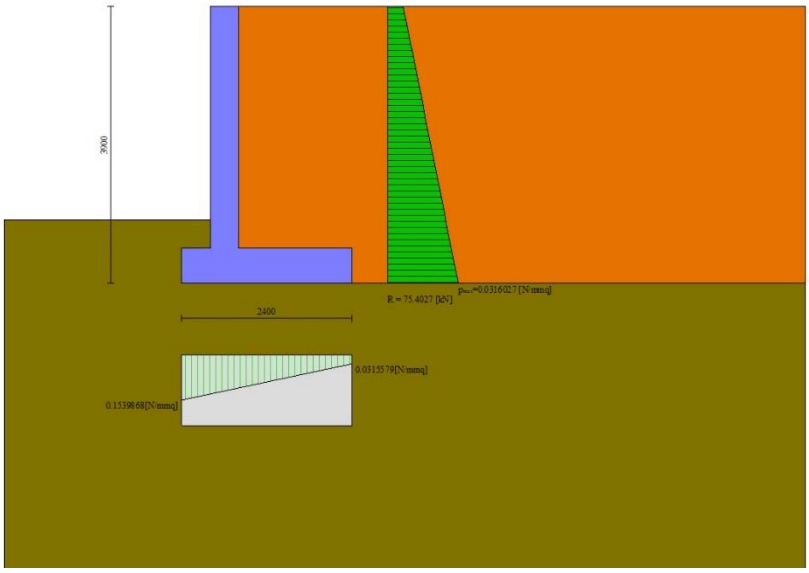


FIGURA 10-5 – DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI (COMBINAZIONE STATICA) (COMBINAZIONE N° 1)

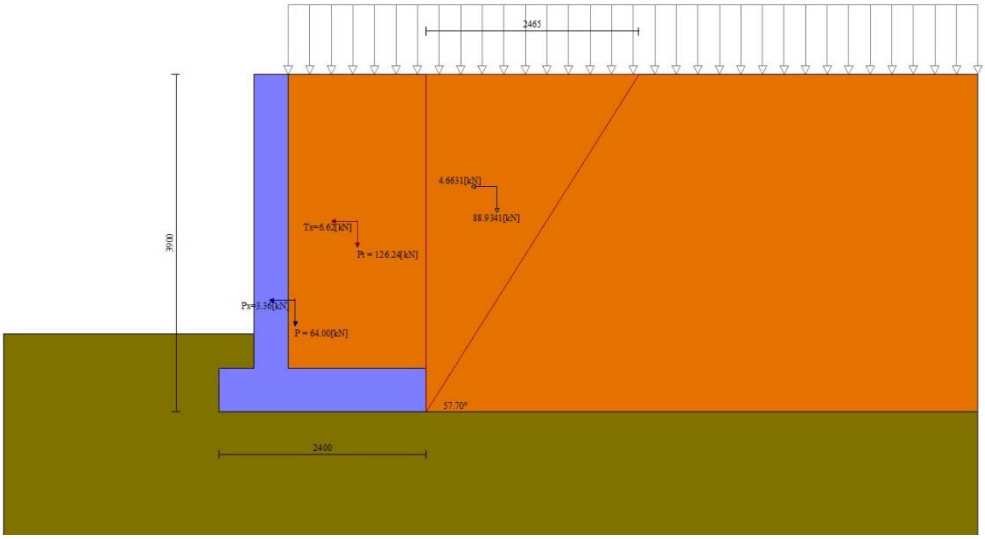


FIGURA 10-6 – CUNEO DI SPINTA (COMBINAZIONE SISMICA) (COMBINAZIONE N° 3)

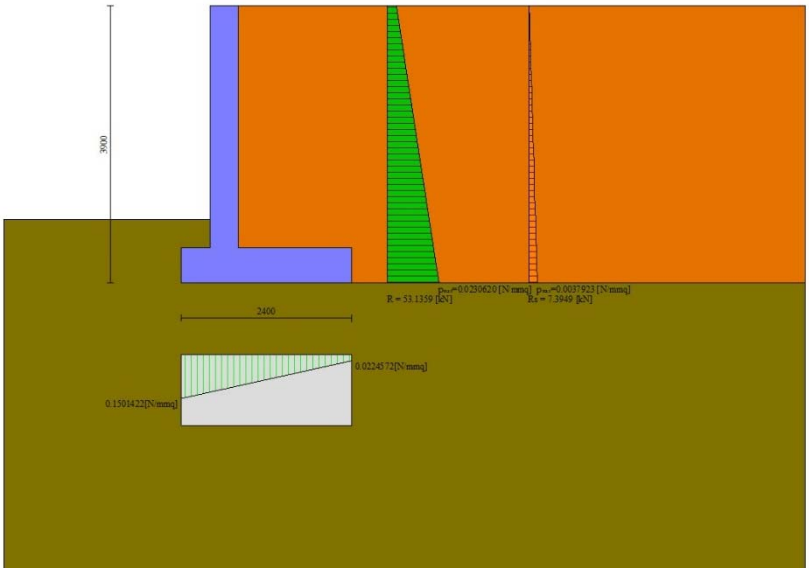


FIGURA 10-7 – DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI (COMBINAZIONE SISMICA) (COMBINAZIONE N° 3)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.031		3.233			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.662		2.458			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.910		2.942			
4 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.720		2.584			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.736		1.629			
6 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.876		3.011			
7 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.691		2.632			
8 - STR (A1-M1-R3)		2.482		3.503			
9 - STR (A1-M1-R3)		2.307		3.594			
10 - STR (A1-M1-R3)		2.206		3.208			
11 - STR (A1-M1-R3)		2.112		3.075			
12 - STR (A1-M1-R3)		1.937		3.071			
13 - STR (A1-M1-R3)		1.837		2.572			
14 - STR (A1-M1-R3)		2.144		2.165			
15 - STR (A1-M1-R3)		1.985		2.122			
16 - STR (A1-M1-R3)		1.894		1.740			
17 - GEO (A2-M2-R2)					1.506		
18 - GEO (A2-M2-R2)					1.500		
19 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.738		
20 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.741		
21 - GEO (A2-M2-R2)					1.535		
22 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.715		
23 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.718		
24 - EQU (A1-M1-R3)			2.833				
25 - EQU (A1-M1-R3)			2.263				
26 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.297				
27 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.073				
28 - EQU (A1-M1-R3)			1.748				
29 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.085				
30 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.904				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	
2 - STR (A1-M1-R3)	122.86	0.00	0.00	--	--	122.86	73.93	1.662
7 - STR (A1-M1-R3) H - V	116.28	0.00	0.00	--	--	116.28	68.77	1.691

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	*[kN]*	*[kN]*	
5 - STR (A1-M1-R3)	210.05	342.14	244.39	1.629
4 - STR (A1-M1-R3) H + V	183.96	475.39	396.15	2.584

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indece combinazione
Nc, Nq, N_γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i_γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d_γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g_γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b_γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s_γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p_γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r_γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [N/mmq]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Vesic).

n°	Nc Nq Nγ	ic iq iγ	dc dq dγ	gc gq gγ	bc bq bγ	sc sq sγ	pc pq pγ	rγ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	*[m]*	*[kN/mc]*	*[°]*	*[N/mmq]*
5	42.164 29.440 41.064	0.373 0.394 0.241	1.150 1.098 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	1.086 1.083 0.951	-- -- --	0.980	0.90	1.23 2.26	8.69	34.00	0.000
4	42.164 29.440 41.064	0.374 0.396 0.240	1.150 1.098 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	1.111 1.107 0.936	-- -- --	0.980	0.90	1.59 2.26	8.69	34.00	0.000

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	*[kNm]*	
28 - EQU (A1-M1-R3)	300.81	172.05	1.748
30 - EQU (A1-M1-R3) H - V	249.41	130.97	1.904

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	*[m]*	
18 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 1.00	5.56	1.500
22 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.50; 2.00	6.67	1.715

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kN]
Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mmq]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [N/mmq]

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	*[kN]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[kN]*
1	4.18	8.59	4.47 - 0.37	72.849	28.352	0.000	0.0000	
2	10.83	8.59	0.37	62.400	28.352	0.000	0.0000	
3	15.14	8.59	0.37	54.889	28.352	0.000	0.0000	
4	18.44	8.59	0.37	48.624	28.352	0.000	0.0000	
5	21.11	8.59	0.37	43.072	28.352	0.000	0.0000	
6	23.33	8.59	0.37	37.991	28.352	0.000	0.0000	
7	25.18	8.59	0.37	33.243	28.352	0.000	0.0000	
8	27.12	8.21	0.37	28.743	28.352	0.000	0.0000	
9	29.25	0.00	0.37	24.430	28.352	0.000	0.0015	
10	30.31	0.00	0.37	20.261	28.352	0.000	0.0030	
11	31.16	0.00	0.37	16.202	28.352	0.000	0.0042	
12	30.60	0.00	0.37	12.225	28.352	0.000	0.0052	
13	40.54	0.00	0.37	8.308	28.352	0.000	0.0058	
14	11.50	0.00	0.37	4.429	28.352	0.000	0.0063	
15	10.87	0.00	0.37	0.571	28.352	0.000	0.0064	
16	10.68	0.00	0.37	-3.284	28.352	0.000	0.0063	
17	10.44	0.00	0.37	-7.155	28.352	0.000	0.0060	
18	10.03	0.00	0.37	-11.059	28.352	0.000	0.0054	
19	9.43	0.00	0.37	-15.016	28.352	0.000	0.0046	
20	8.64	0.00	0.37	-19.048	28.352	0.000	0.0034	
21	7.64	0.00	0.37	-23.181	28.352	0.000	0.0020	
22	6.41	0.00	0.37	-27.447	28.352	0.000	0.0003	
23	4.94	0.00	0.37	-31.887	28.352	0.000	0.0000	
24	3.18	0.00	0.37	-36.553	28.352	0.000	0.0000	
25	1.08	0.00	-4.87 - 0.37	-40.727	28.352	0.000	0.0000	

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	*[kN]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[kN]*
1	4.16	6.92	4.87 - 0.43	67.422	34.000	0.000	0.0000	
2	11.23	6.92	0.43	59.273	34.000	0.000	0.0000	
3	16.40	6.92	0.43	52.583	34.000	0.000	0.0000	
4	20.50	6.92	0.43	46.815	34.000	0.000	0.0000	
5	23.88	6.92	0.43	41.619	34.000	0.000	0.0000	
6	26.71	6.92	0.43	36.817	34.000	0.000	0.0000	
7	29.10	6.92	0.43	32.302	34.000	0.000	0.0000	
8	31.71	6.92	0.43	28.004	34.000	0.000	0.0000	
9	34.20	6.92	0.43	23.872	34.000	0.000	0.0020	
10	35.59	6.92	0.43	19.868	34.000	0.000	0.0037	
11	36.71	6.92	0.43	15.964	34.000	0.000	0.0050	
12	44.51	1.90	0.43	12.135	34.000	0.000	0.0061	
13	17.59	0.00	0.43	8.360	34.000	0.000	0.0069	

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[N/mmq]	[N/mmq]	[kN]
14	13.37	0.00	0.43	4.622	34.000	0.000	0.0074	
15	13.36	0.00	0.43	0.904	34.000	0.000	0.0076	
16	13.30	0.00	0.43	-2.811	34.000	0.000	0.0075	
17	13.02	0.00	0.43	-6.537	34.000	0.000	0.0071	
18	12.51	0.00	0.43	-10.292	34.000	0.000	0.0065	
19	11.76	0.00	0.43	-14.092	34.000	0.000	0.0056	
20	10.77	0.00	0.43	-17.957	34.000	0.000	0.0044	
21	9.51	0.00	0.43	-21.909	34.000	0.000	0.0028	
22	7.97	0.00	0.43	-25.974	34.000	0.000	0.0009	
23	6.12	0.00	0.43	-30.187	34.000	0.000	0.0000	
24	3.93	0.00	0.43	-34.589	34.000	0.000	0.0000	
25	1.32	0.00	-5.93 - 0.43	-38.319	34.000	0.000	0.0000	

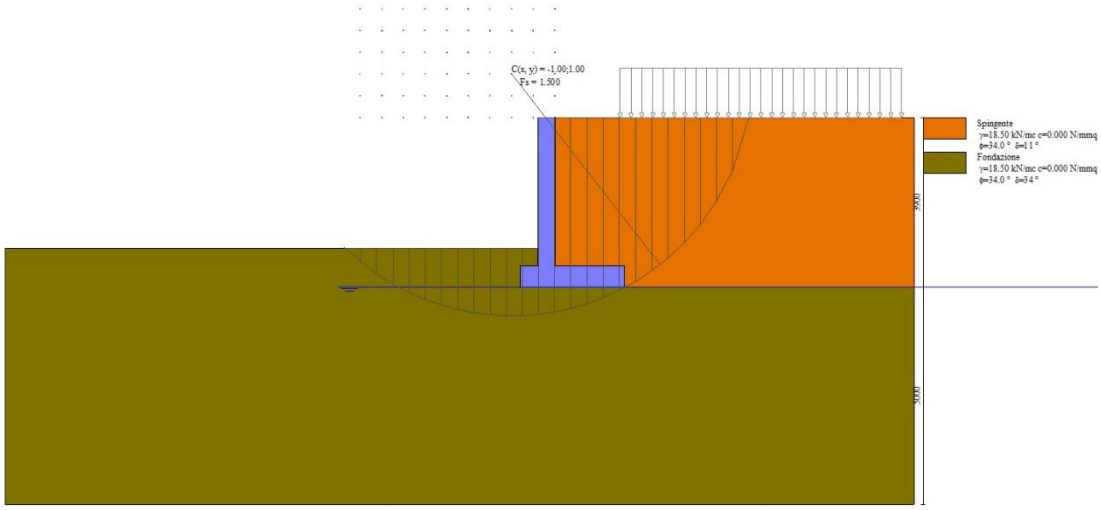


FIGURA 10-8 – STABILITÀ FRONTE DI SCAVO - CERCHIO CRITICO (COMBINAZIONE N° 18)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X	N_{min}	N_{max}	T_{min}	T_{max}	M_{min}	M_{max}
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	14.70	0.00	14.70
2	-0.10	1.00	1.45	0.02	15.24	0.00	16.17
3	-0.20	2.02	2.90	0.10	15.85	0.00	17.70
4	-0.30	3.04	4.37	0.22	16.52	0.01	19.30
5	-0.40	4.08	5.85	0.38	17.25	0.04	20.95
6	-0.50	5.12	7.35	0.60	18.04	0.08	22.69
7	-0.60	6.17	8.86	0.86	18.89	0.14	24.50
8	-0.70	7.23	10.37	1.17	19.81	0.23	26.40
9	-0.80	8.30	11.91	1.52	20.78	0.35	28.39
10	-0.90	9.39	13.45	1.92	21.82	0.50	30.47

n°	X	N_{min}	N_{max}	T_{min}	T_{max}	M_{min}	M_{max}
	[m]	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[kNm]*
11	-1.00	10.48	15.01	2.38	22.92	0.70	32.67
12	-1.10	11.58	16.57	2.87	24.08	0.94	34.97
13	-1.20	12.69	18.16	3.42	25.30	1.23	37.39
14	-1.30	13.80	19.75	4.01	26.59	1.58	39.93
15	-1.40	14.93	21.35	4.65	27.93	1.99	42.60
16	-1.50	16.07	22.97	5.34	29.34	2.46	45.41
17	-1.60	17.22	24.60	6.08	30.81	3.00	48.36
18	-1.70	18.37	26.25	6.86	32.34	3.61	51.45
19	-1.80	19.54	27.90	7.69	33.93	4.31	54.70
20	-1.90	20.72	29.57	8.58	35.59	5.09	58.11
21	-2.00	21.92	31.25	9.56	37.30	5.95	61.69
22	-2.10	23.13	32.94	10.64	39.08	6.92	65.43
23	-2.20	24.37	34.65	11.83	40.92	7.99	69.36
24	-2.30	25.63	36.36	13.14	42.82	9.19	73.47
25	-2.40	26.91	38.09	14.55	44.78	10.52	77.77
26	-2.50	28.21	39.83	16.02	46.81	11.99	82.27
27	-2.60	29.52	41.59	17.55	48.89	13.60	86.97
28	-2.70	30.84	43.35	19.14	51.04	15.37	91.88
29	-2.80	32.16	45.13	20.78	53.25	17.30	97.01
30	-2.90	33.50	46.92	22.48	55.52	19.40	102.35
31	-3.00	34.85	48.73	24.22	57.86	21.66	107.93
32	-3.10	36.21	50.54	26.02	60.25	24.10	113.74
33	-3.20	37.58	52.37	27.87	62.71	26.72	119.79
34	-3.30	38.97	54.21	29.77	65.23	29.53	126.08
35	-3.40	40.36	56.06	31.73	67.81	32.52	132.63

Fondazione

n°	X	N_{min}	N_{max}	T_{min}	T_{max}	M_{min}	M_{max}
	[m]	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[kNm]*
1	-0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.70	0.00	0.00	10.62	21.80	0.53	1.10
3	-0.60	0.00	0.00	20.84	42.33	2.11	4.32
4	-0.50	0.00	0.00	30.67	61.60	4.69	9.52
5	-0.40	0.00	0.00	40.11	79.61	8.23	16.60
6	0.00	0.00	0.00	-115.79	-29.52	-123.05	-36.27
7	0.10	0.00	0.00	-116.64	-30.71	-111.41	-33.04
8	0.20	0.00	0.00	-116.26	-31.51	-100.00	-29.79
9	0.30	0.00	0.00	-114.63	-31.92	-88.70	-26.55
10	0.40	0.00	0.00	-111.77	-31.54	-77.56	-23.36
11	0.50	0.00	0.00	-107.66	-30.61	-66.71	-20.25
12	0.60	0.00	0.00	-102.30	-29.37	-56.28	-17.25
13	0.70	0.00	0.00	-95.80	-27.82	-46.39	-14.39
14	0.80	0.00	0.00	-88.50	-25.96	-37.16	-11.70
15	0.90	0.00	0.00	-79.93	-23.79	-28.73	-9.21
16	1.00	0.00	0.00	-70.10	-21.32	-21.22	-6.95
17	1.10	0.00	0.00	-59.01	-18.54	-14.75	-4.96
18	1.20	0.00	0.00	-47.21	-15.45	-9.44	-3.25
19	1.30	0.00	0.00	-35.41	-12.05	-5.31	-1.88
20	1.40	0.00	0.00	-23.60	-8.34	-2.36	-0.85
21	1.50	0.00	0.00	-12.20	-4.32	-0.62	-0.22
22	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

10.6 Verifiche strutturali

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave
Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [mm]
H	altezza sezione espressa in [mm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [mmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [mmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[kN]*	
1	1000	400	1005	1407	14.70	0.00	192.09	0.00	13.067
2	1000	400	1005	1407	16.17	1.11	194.34	13.33	12.015
3	1000	400	1005	1407	17.70	2.23	196.27	24.73	11.085
4	1000	400	1005	1407	19.30	3.36	197.92	34.51	10.257
5	1000	400	1005	1407	20.95	4.51	199.34	42.91	9.513
6	1000	400	1005	1407	22.69	5.67	200.56	50.12	8.840
7	1000	400	1005	1407	24.50	6.84	201.60	56.29	8.229
8	1000	400	1005	1407	26.40	8.02	202.45	61.53	7.670
9	1000	400	1005	1407	28.39	9.22	203.16	65.98	7.157
10	1000	400	1005	1407	30.47	10.43	203.75	69.71	6.686
11	1000	400	1005	1407	32.67	11.65	204.25	72.82	6.253
12	1000	400	1005	1407	34.97	12.88	204.66	75.38	5.852
13	1000	400	1005	1407	37.39	14.12	204.99	77.44	5.483
14	1000	400	1005	1407	39.93	15.38	205.24	79.06	5.140
15	1000	400	1005	1407	42.60	16.65	205.44	80.30	4.822
16	1000	400	1005	1407	45.41	17.93	205.58	81.19	4.527
17	1000	400	1005	1407	48.36	19.23	205.68	81.78	4.253
18	1000	400	1005	1407	51.45	20.53	205.73	82.10	3.998
19	1000	400	1005	1407	54.70	21.85	205.74	82.19	3.761
20	1000	400	1005	1407	58.11	23.18	205.73	82.08	3.540
21	1000	400	1005	1407	61.69	24.53	205.68	81.79	3.334
22	1000	400	1005	1407	65.43	25.88	205.61	81.34	3.142
23	1000	400	1005	1407	69.36	27.25	205.51	80.75	2.963
24	1000	400	1005	1407	73.47	28.63	205.40	80.05	2.796
25	1000	400	1005	1407	77.77	30.03	205.28	79.26	2.639
26	1000	400	1005	1407	82.27	31.43	205.14	78.38	2.493
27	1000	400	1005	1407	86.97	32.85	204.98	77.43	2.357
28	1000	400	0	1407	91.88	34.28	202.93	75.72	2.209
29	1000	400	1005	1407	97.01	35.72	204.66	75.37	2.110
30	1000	400	1005	1407	102.35	37.18	204.48	74.28	1.998
31	1000	400	1005	1407	107.93	38.65	204.30	73.16	1.893
32	1000	400	1005	1407	113.74	40.13	204.12	72.01	1.795
33	1000	400	1005	1407	119.79	41.62	203.94	70.86	1.702
34	1000	400	1005	1407	126.08	43.12	203.75	69.69	1.616
35	1000	400	1005	1407	132.63	44.64	203.56	68.52	1.535

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[kN]*	
1	1000	500	1005	1005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	1000	500	1005	1005	1.10	0.00	177.15	0.00	161.003
3	1000	500	1005	1005	4.32	0.00	177.15	0.00	41.035
4	1000	500	1005	1005	9.52	0.00	177.15	0.00	18.600
5	1000	500	1005	1005	16.60	0.00	177.15	0.00	10.675
6	1000	500	1005	1005	-123.05	0.00	-177.15	0.00	1.440
7	1000	500	1005	1005	-111.41	0.00	-177.15	0.00	1.590
8	1000	500	1005	1005	-100.00	0.00	-177.15	0.00	1.771
9	1000	500	1005	1005	-88.70	0.00	-177.15	0.00	1.997
10	1000	500	1005	1005	-77.56	0.00	-177.15	0.00	2.284
11	1000	500	1005	1005	-66.71	0.00	-177.15	0.00	2.655

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[kNm]*	*[kN]*	
12	1000	500	1005	1005	-56.28	0.00	-177.15	0.00	3.148
13	1000	500	1005	1005	-46.39	0.00	-177.15	0.00	3.819
14	1000	500	1005	1005	-37.16	0.00	-177.15	0.00	4.767
15	1000	500	1005	1005	-28.73	0.00	-177.15	0.00	6.166
16	1000	500	1005	1005	-21.22	0.00	-177.15	0.00	8.349
17	1000	500	1005	1005	-14.75	0.00	-177.15	0.00	12.008
18	1000	500	1005	1005	-9.44	0.00	-177.15	0.00	18.763
19	1000	500	1005	1005	-5.31	0.00	-177.15	0.00	33.356
20	1000	500	1005	1005	-2.36	0.00	-177.15	0.00	75.051
21	1000	500	1005	1005	-0.62	0.00	-177.15	0.00	287.581
22	1000	500	1005	1005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [mm]
H	altezza sezione espressa in [mm]
A_{sw}	area ferri a taglio espresso in [mmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V_{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V_{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V_{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A_{sw}>0.0) V_{Rd}=min(V_{Rcd}, V_{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	A_{sw}	cotθ	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	T	FS
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*		*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	
1	1000	400	0	--	0.00	0.00	196.50	14.70	13.367
2	1000	400	0	--	0.00	0.00	196.64	15.24	12.899
3	1000	400	0	--	0.00	0.00	196.78	15.85	12.414
4	1000	400	0	--	0.00	0.00	196.92	16.52	11.921
5	1000	400	0	--	0.00	0.00	197.07	17.25	11.425
6	1000	400	0	--	0.00	0.00	197.21	18.04	10.932
7	1000	400	0	--	0.00	0.00	197.36	18.89	10.447
8	1000	400	0	--	0.00	0.00	197.51	19.81	9.972
9	1000	400	0	--	0.00	0.00	197.66	20.78	9.511
10	1000	400	0	--	0.00	0.00	197.81	21.82	9.066
11	1000	400	0	--	0.00	0.00	197.97	22.92	8.638
12	1000	400	0	--	0.00	0.00	198.12	24.08	8.228
13	1000	400	0	--	0.00	0.00	198.28	25.30	7.837
14	1000	400	0	--	0.00	0.00	198.44	26.59	7.464
15	1000	400	0	--	0.00	0.00	198.59	27.93	7.110
16	1000	400	0	--	0.00	0.00	198.76	29.34	6.774
17	1000	400	0	--	0.00	0.00	198.92	30.81	6.457
18	1000	400	0	--	0.00	0.00	199.08	32.34	6.156
19	1000	400	0	--	0.00	0.00	199.25	33.93	5.872
20	1000	400	0	--	0.00	0.00	199.42	35.59	5.604
21	1000	400	0	--	0.00	0.00	199.59	37.30	5.350
22	1000	400	0	--	0.00	0.00	199.76	39.08	5.111
23	1000	400	0	--	0.00	0.00	199.94	40.92	4.886
24	1000	400	0	--	0.00	0.00	200.12	42.82	4.673
25	1000	400	0	--	0.00	0.00	200.30	44.78	4.473
26	1000	400	0	--	0.00	0.00	200.49	46.81	4.283
27	1000	400	0	--	0.00	0.00	200.67	48.89	4.104
28	1000	400	0	--	0.00	0.00	168.55	51.04	3.302
29	1000	400	0	--	0.00	0.00	201.05	53.25	3.775
30	1000	400	0	--	0.00	0.00	201.24	55.52	3.624
31	1000	400	0	--	0.00	0.00	201.44	57.86	3.482
32	1000	400	0	--	0.00	0.00	201.63	60.25	3.347
33	1000	400	0	--	0.00	0.00	201.83	62.71	3.219

n°	B	H	A_{sw}	cotθ	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	T	FS
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*		*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	
34	1000	400	0	--	0.00	0.00	202.03	65.23	3.097
35	1000	400	0	--	0.00	0.00	202.23	67.81	2.982

Fondazione

n°	B	H	A_{sw}	cotθ	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	T	FS
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*		*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	
1	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	0.00	100.000
2	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-21.80	9.476
3	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-42.33	4.879
4	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-61.60	3.353
5	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-79.61	2.594
6	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-115.79	1.784
7	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-116.64	1.771
8	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-116.26	1.776
9	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-114.63	1.802
10	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-111.77	1.848
11	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-107.66	1.918
12	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-102.30	2.019
13	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-95.80	2.156
14	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-88.50	2.334
15	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-79.93	2.584
16	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-70.10	2.946
17	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-59.01	3.500
18	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-47.21	4.375
19	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-35.41	5.833
20	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-23.60	8.750
21	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	-12.20	16.922
22	1000	500	0	--	0.00	0.00	206.53	0.00	100.000

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [mm]
H	altezza sezione, espressa in [mm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [mmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [mmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σc	tensione di compressione nel cls, espressa in [N/mmq]
σfi	tensione nei ferri inferiori, espressa in [N/mmq]
σfs	tensione nei ferri superiori, espressa in [N/mmq]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14.940	[N/mmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.000	[N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*
1	1000	400	1005	1407	0.00	0.00	0.000 (31)	0.000 (31)	0.000 (31)
2	1000	400	1005	1407	0.00	1.11	0.003 (31)	0.035 (31)	0.041 (31)
3	1000	400	1005	1407	0.00	2.02	0.007 (31)	0.067 (34)	0.105 (31)
4	1000	400	1005	1407	0.01	3.04	0.014 (31)	0.097 (34)	0.192 (31)
5	1000	400	1005	1407	0.04	4.08	0.022 (31)	0.122 (34)	0.307 (31)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*
6	1000	400	1005	1407	0.08	5.12	0.034 (31)	0.141 (34)	0.463 (31)
7	1000	400	1005	1407	0.94	6.79	0.051 (31)	0.323 (31)	0.672 (31)
8	1000	400	1005	1407	1.34	7.95	0.072 (31)	0.714 (31)	0.934 (31)
9	1000	400	1005	1407	1.82	9.13	0.098 (31)	1.290 (31)	1.249 (31)
10	1000	400	1005	1407	2.39	10.31	0.129 (31)	2.061 (31)	1.614 (31)
11	1000	400	1005	1407	3.06	11.50	0.165 (31)	3.032 (31)	2.030 (31)
12	1000	400	1005	1407	3.82	12.71	0.206 (31)	4.211 (31)	2.497 (31)
13	1000	400	1005	1407	4.68	13.92	0.252 (31)	5.606 (31)	3.019 (31)
14	1000	400	1005	1407	5.65	15.14	0.303 (31)	7.224 (31)	3.596 (31)
15	1000	400	1005	1407	6.73	16.37	0.360 (31)	9.075 (31)	4.232 (31)
16	1000	400	1005	1407	7.92	17.61	0.423 (31)	11.169 (31)	4.928 (31)
17	1000	400	1005	1407	9.24	18.86	0.492 (31)	13.515 (31)	5.688 (31)
18	1000	400	1005	1407	10.68	20.12	0.567 (31)	16.123 (31)	6.514 (31)
19	1000	400	1005	1407	12.25	21.39	0.649 (31)	19.002 (31)	7.407 (31)
20	1000	400	1005	1407	13.96	22.67	0.738 (31)	22.162 (31)	8.371 (31)
21	1000	400	1005	1407	15.80	23.96	0.833 (31)	25.612 (31)	9.408 (31)
22	1000	400	1005	1407	17.79	25.26	0.936 (31)	29.364 (31)	10.520 (31)
23	1000	400	1005	1407	19.93	26.56	1.046 (31)	33.427 (31)	11.710 (31)
24	1000	400	1005	1407	22.22	27.88	1.164 (31)	37.810 (31)	12.981 (31)
25	1000	400	1005	1407	24.67	29.21	1.290 (31)	42.524 (31)	14.335 (31)
26	1000	400	1005	1407	27.29	30.54	1.424 (31)	47.578 (31)	15.774 (31)
27	1000	400	1005	1407	30.07	31.89	1.567 (31)	52.982 (31)	17.300 (31)
28	1000	400	1005	1407	33.03	33.24	1.718 (31)	58.747 (31)	18.917 (31)
29	1000	400	1005	1407	36.16	34.61	1.878 (31)	64.883 (31)	20.627 (31)
30	1000	400	1005	1407	39.47	35.98	2.047 (31)	71.398 (31)	22.431 (31)
31	1000	400	1005	1407	42.98	37.36	2.226 (31)	78.304 (31)	24.334 (31)
32	1000	400	1005	1407	46.67	38.76	2.414 (31)	85.610 (31)	26.336 (31)
33	1000	400	1005	1407	50.56	40.16	2.612 (31)	93.326 (31)	28.442 (31)
34	1000	400	1005	1407	54.65	41.57	2.821 (31)	101.463 (31)	30.652 (31)
35	1000	400	1005	1407	58.95	42.99	3.039 (31)	110.029 (31)	32.969 (31)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14.940	[N/mmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.000	[N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*
1	1000	500	1005	1005	0.00	0.00	0.000 (31)	0.000 (31)	0.000 (31)
2	1000	500	1005	1005	0.57	0.00	0.022 (31)	1.298 (31)	0.230 (31)
3	1000	500	1005	1005	2.27	0.00	0.088 (31)	5.142 (31)	0.912 (31)
4	1000	500	1005	1005	5.05	0.00	0.197 (31)	11.451 (31)	2.031 (31)
5	1000	500	1005	1005	8.88	0.00	0.346 (31)	20.148 (31)	3.574 (31)
6	1000	500	1005	1005	-41.61	0.00	1.622 (34)	16.752 (34)	94.443 (34)
7	1000	500	1005	1005	-38.35	0.00	1.495 (34)	15.440 (34)	87.046 (34)
8	1000	500	1005	1005	-34.97	0.00	1.363 (34)	14.079 (34)	79.373 (34)
9	1000	500	1005	1005	-31.51	0.00	1.229 (34)	12.687 (34)	71.524 (34)
10	1000	500	1005	1005	-28.02	0.00	1.093 (34)	11.282 (34)	63.602 (34)
11	1000	500	1005	1005	-24.55	0.00	0.957 (34)	9.882 (34)	55.710 (34)
12	1000	500	1005	1005	-21.13	0.00	0.824 (34)	8.505 (34)	47.948 (34)
13	1000	500	1005	1005	-17.81	0.00	0.694 (34)	7.170 (34)	40.420 (34)
14	1000	500	1005	1005	-14.64	0.00	0.571 (34)	5.894 (34)	33.227 (34)
15	1000	500	1005	1005	-11.66	0.00	0.455 (34)	4.696 (34)	26.471 (34)
16	1000	500	1005	1005	-8.92	0.00	0.348 (34)	3.593 (34)	20.255 (34)
17	1000	500	1005	1005	-6.47	0.00	0.252 (34)	2.604 (34)	14.681 (34)
18	1000	500	1005	1005	-4.34	0.00	0.169 (34)	1.747 (34)	9.849 (34)
19	1000	500	1005	1005	-2.58	0.00	0.101 (34)	1.040 (34)	5.864 (34)
20	1000	500	1005	1005	-1.24	0.00	0.049 (34)	0.501 (34)	2.825 (34)
21	1000	500	1005	1005	-0.37	0.00	0.014 (34)	0.148 (34)	0.837 (34)
22	1000	500	1005	1005	0.00	0.00	0.000 (31)	0.000 (31)	0.000 (31)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 24.900 [N/mmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450.000 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*
1	1000	400	1005	1407	0.00	0.00	0.000 (32)	0.000 (32)	0.000 (32)
2	1000	400	1005	1407	0.00	1.10	0.003 (32)	0.035 (32)	0.041 (32)
3	1000	400	1005	1407	0.00	2.02	0.007 (32)	0.067 (35)	0.101 (32)
4	1000	400	1005	1407	0.01	3.04	0.013 (32)	0.097 (35)	0.184 (32)
5	1000	400	1005	1407	0.04	4.08	0.021 (32)	0.122 (35)	0.291 (32)
6	1000	400	1005	1407	0.08	5.12	0.032 (32)	0.141 (35)	0.433 (32)
7	1000	400	1005	1407	0.86	6.73	0.047 (32)	0.237 (32)	0.623 (32)
8	1000	400	1005	1407	1.23	7.88	0.066 (32)	0.560 (32)	0.865 (32)
9	1000	400	1005	1407	1.67	9.04	0.090 (32)	1.056 (32)	1.157 (32)
10	1000	400	1005	1407	2.20	10.22	0.119 (32)	1.735 (32)	1.499 (32)
11	1000	400	1005	1407	2.82	11.40	0.152 (32)	2.606 (32)	1.889 (32)
12	1000	400	1005	1407	3.53	12.59	0.191 (32)	3.674 (32)	2.329 (32)
13	1000	400	1005	1407	4.33	13.80	0.234 (32)	4.949 (32)	2.820 (32)
14	1000	400	1005	1407	5.24	15.01	0.282 (32)	6.438 (32)	3.365 (32)
15	1000	400	1005	1407	6.25	16.23	0.336 (32)	8.149 (32)	3.965 (32)
16	1000	400	1005	1407	7.38	17.46	0.395 (32)	10.092 (32)	4.624 (32)
17	1000	400	1005	1407	8.61	18.70	0.460 (32)	12.277 (32)	5.343 (32)
18	1000	400	1005	1407	9.97	19.95	0.531 (32)	14.713 (32)	6.125 (32)
19	1000	400	1005	1407	11.46	21.21	0.608 (32)	17.409 (32)	6.973 (32)
20	1000	400	1005	1407	13.07	22.47	0.692 (32)	20.376 (32)	7.889 (32)
21	1000	400	1005	1407	14.82	23.75	0.783 (32)	23.624 (32)	8.874 (32)
22	1000	400	1005	1407	16.70	25.04	0.880 (32)	27.161 (32)	9.933 (32)
23	1000	400	1005	1407	18.73	26.34	0.985 (32)	30.999 (32)	11.067 (32)
24	1000	400	1005	1407	20.91	27.64	1.098 (32)	35.146 (32)	12.278 (32)
25	1000	400	1005	1407	23.25	28.96	1.217 (32)	39.614 (32)	13.570 (32)
26	1000	400	1005	1407	25.74	30.28	1.345 (32)	44.411 (32)	14.944 (32)
27	1000	400	1005	1407	28.39	31.62	1.482 (32)	49.547 (32)	16.403 (32)
28	1000	400	1005	1407	31.21	32.96	1.626 (32)	55.034 (32)	17.950 (32)
29	1000	400	1005	1407	34.21	34.32	1.779 (32)	60.880 (32)	19.587 (32)
30	1000	400	1005	1407	37.38	35.68	1.941 (32)	67.095 (32)	21.317 (32)
31	1000	400	1005	1407	40.73	37.05	2.112 (32)	73.690 (32)	23.141 (32)
32	1000	400	1005	1407	44.27	38.44	2.293 (32)	80.675 (32)	25.063 (32)
33	1000	400	1005	1407	48.00	39.83	2.483 (32)	88.059 (32)	27.085 (32)
34	1000	400	1005	1407	51.93	41.23	2.683 (32)	95.852 (32)	29.209 (32)
35	1000	400	1005	1407	56.06	42.64	2.893 (32)	104.064 (32)	31.438 (32)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 24.900 [N/mmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450.000 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*
1	1000	500	1005	1005	0.00	0.00	0.000 (32)	0.000 (32)	0.000 (32)
2	1000	500	1005	1005	0.55	0.00	0.022 (32)	1.257 (32)	0.223 (32)
3	1000	500	1005	1005	2.19	0.00	0.086 (32)	4.978 (32)	0.883 (32)
4	1000	500	1005	1005	4.89	0.00	0.190 (32)	11.089 (32)	1.967 (32)
5	1000	500	1005	1005	8.60	0.00	0.335 (32)	19.516 (32)	3.462 (32)
6	1000	500	1005	1005	-39.30	0.00	1.532 (35)	15.821 (35)	89.191 (35)
7	1000	500	1005	1005	-36.20	0.00	1.411 (35)	14.574 (35)	82.162 (35)
8	1000	500	1005	1005	-32.99	0.00	1.286 (35)	13.283 (35)	74.882 (35)
9	1000	500	1005	1005	-29.72	0.00	1.159 (35)	11.964 (35)	67.445 (35)
10	1000	500	1005	1005	-26.41	0.00	1.030 (35)	10.634 (35)	59.948 (35)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*
11	1000	500	1005	1005	-23.13	0.00	0.902 (35)	9.310 (35)	52.485 (35)
12	1000	500	1005	1005	-19.89	0.00	0.776 (35)	8.009 (35)	45.153 (35)
13	1000	500	1005	1005	-16.76	0.00	0.654 (35)	6.749 (35)	38.047 (35)
14	1000	500	1005	1005	-13.77	0.00	0.537 (35)	5.545 (35)	31.262 (35)
15	1000	500	1005	1005	-10.97	0.00	0.428 (35)	4.416 (35)	24.893 (35)
16	1000	500	1005	1005	-8.39	0.00	0.327 (35)	3.377 (35)	19.037 (35)
17	1000	500	1005	1005	-6.08	0.00	0.237 (35)	2.446 (35)	13.788 (35)
18	1000	500	1005	1005	-4.07	0.00	0.159 (35)	1.639 (35)	9.242 (35)
19	1000	500	1005	1005	-2.42	0.00	0.094 (35)	0.975 (35)	5.495 (35)
20	1000	500	1005	1005	-1.16	0.00	0.045 (35)	0.469 (35)	2.642 (35)
21	1000	500	1005	1005	-0.34	0.00	0.013 (35)	0.138 (35)	0.779 (35)
22	1000	500	1005	1005	0.00	0.00	0.000 (32)	0.000 (32)	0.000 (32)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11.205 [N/mmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450.000 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*
1	1000	400	1005	1407	0.00	0.00	0.000 (33)	0.000 (33)	0.000 (33)
2	1000	400	1005	1407	0.00	1.09	0.003 (33)	0.035 (33)	0.040 (33)
3	1000	400	1005	1407	0.00	2.02	0.007 (33)	0.067 (36)	0.098 (33)
4	1000	400	1005	1407	0.01	3.04	0.012 (33)	0.097 (36)	0.176 (33)
5	1000	400	1005	1407	0.04	4.08	0.020 (33)	0.122 (36)	0.277 (33)
6	1000	400	1005	1407	0.08	5.12	0.030 (33)	0.141 (36)	0.405 (33)
7	1000	400	1005	1407	0.78	6.67	0.043 (33)	0.161 (33)	0.576 (33)
8	1000	400	1005	1407	1.12	7.81	0.060 (33)	0.419 (33)	0.795 (33)
9	1000	400	1005	1407	1.53	8.96	0.082 (33)	0.833 (33)	1.065 (33)
10	1000	400	1005	1407	2.02	10.13	0.109 (33)	1.420 (33)	1.382 (33)
11	1000	400	1005	1407	2.59	11.30	0.140 (33)	2.188 (33)	1.746 (33)
12	1000	400	1005	1407	3.24	12.48	0.175 (33)	3.145 (33)	2.158 (33)
13	1000	400	1005	1407	3.99	13.67	0.215 (33)	4.299 (33)	2.619 (33)
14	1000	400	1005	1407	4.83	14.87	0.260 (33)	5.656 (33)	3.132 (33)
15	1000	400	1005	1407	5.78	16.08	0.311 (33)	7.227 (33)	3.697 (33)
16	1000	400	1005	1407	6.83	17.30	0.366 (33)	9.019 (33)	4.318 (33)
17	1000	400	1005	1407	7.99	18.53	0.427 (33)	11.042 (33)	4.997 (33)
18	1000	400	1005	1407	9.27	19.77	0.494 (33)	13.306 (33)	5.736 (33)
19	1000	400	1005	1407	10.66	21.02	0.567 (33)	15.820 (33)	6.538 (33)
20	1000	400	1005	1407	12.18	22.28	0.647 (33)	18.594 (33)	7.405 (33)
21	1000	400	1005	1407	13.83	23.55	0.732 (33)	21.637 (33)	8.339 (33)
22	1000	400	1005	1407	15.61	24.82	0.825 (33)	24.961 (33)	9.344 (33)
23	1000	400	1005	1407	17.54	26.11	0.924 (33)	28.573 (33)	10.421 (33)
24	1000	400	1005	1407	19.60	27.41	1.031 (33)	32.485 (33)	11.574 (33)
25	1000	400	1005	1407	21.82	28.71	1.145 (33)	36.705 (33)	12.804 (33)
26	1000	400	1005	1407	24.18	30.03	1.267 (33)	41.245 (33)	14.113 (33)
27	1000	400	1005	1407	26.71	31.35	1.396 (33)	46.114 (33)	15.506 (33)
28	1000	400	1005	1407	29.40	32.69	1.534 (33)	51.322 (33)	16.983 (33)
29	1000	400	1005	1407	32.25	34.03	1.680 (33)	56.878 (33)	18.547 (33)
30	1000	400	1005	1407	35.28	35.38	1.835 (33)	62.794 (33)	20.201 (33)
31	1000	400	1005	1407	38.48	36.75	1.999 (33)	69.078 (33)	21.948 (33)
32	1000	400	1005	1407	41.87	38.12	2.171 (33)	75.741 (33)	23.789 (33)
33	1000	400	1005	1407	45.44	39.50	2.354 (33)	82.792 (33)	25.728 (33)
34	1000	400	1005	1407	49.20	40.89	2.545 (33)	90.242 (33)	27.766 (33)
35	1000	400	1005	1407	53.16	42.29	2.747 (33)	98.100 (33)	29.907 (33)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11.205 [N/mmq]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450.000 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kN]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*	*[N/mmq]*
1	1000	500	1005	1005	0.00	0.00	0.000 (33)	0.000 (33)	0.000 (33)
2	1000	500	1005	1005	0.54	0.00	0.021 (33)	1.215 (33)	0.216 (33)
3	1000	500	1005	1005	2.12	0.00	0.083 (33)	4.814 (33)	0.854 (33)
4	1000	500	1005	1005	4.73	0.00	0.184 (33)	10.727 (33)	1.903 (33)
5	1000	500	1005	1005	8.32	0.00	0.324 (33)	18.884 (33)	3.350 (33)
6	1000	500	1005	1005	-36.98	0.00	1.442 (36)	14.889 (36)	83.939 (36)
7	1000	500	1005	1005	-34.05	0.00	1.327 (36)	13.708 (36)	77.278 (36)
8	1000	500	1005	1005	-31.01	0.00	1.209 (36)	12.486 (36)	70.391 (36)
9	1000	500	1005	1005	-27.92	0.00	1.088 (36)	11.240 (36)	63.367 (36)
10	1000	500	1005	1005	-24.80	0.00	0.967 (36)	9.985 (36)	56.294 (36)
11	1000	500	1005	1005	-21.70	0.00	0.846 (36)	8.738 (36)	49.261 (36)
12	1000	500	1005	1005	-18.66	0.00	0.728 (36)	7.514 (36)	42.358 (36)
13	1000	500	1005	1005	-15.72	0.00	0.613 (36)	6.328 (36)	35.674 (36)
14	1000	500	1005	1005	-12.91	0.00	0.503 (36)	5.197 (36)	29.296 (36)
15	1000	500	1005	1005	-10.27	0.00	0.400 (36)	4.136 (36)	23.315 (36)
16	1000	500	1005	1005	-7.85	0.00	0.306 (36)	3.161 (36)	17.818 (36)
17	1000	500	1005	1005	-5.68	0.00	0.222 (36)	2.287 (36)	12.895 (36)
18	1000	500	1005	1005	-3.80	0.00	0.148 (36)	1.532 (36)	8.635 (36)
19	1000	500	1005	1005	-2.26	0.00	0.088 (36)	0.909 (36)	5.127 (36)
20	1000	500	1005	1005	-1.08	0.00	0.042 (36)	0.436 (36)	2.459 (36)
21	1000	500	1005	1005	-0.32	0.00	0.012 (36)	0.128 (36)	0.720 (36)
22	1000	500	1005	1005	0.00	0.00	0.000 (33)	0.000 (33)	0.000 (33)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [mm]
H	altezza sezione espressa in [mm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [mmq]
Aeff	area efficace espressa in [mmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure w_{lim}=0.30

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kNm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
1	1000	400	0	0	0.00	0.00	0.0000000	0.00	0.000 (32)
2	1000	400	0	0	0.00	4.97	0.0000000	0.00	0.000 (32)
3	1000	400	0	0	0.06	48.25	0.0000000	0.00	0.000 (32)
4	1000	400	0	0	0.17	189.65	0.0000000	0.00	0.000 (32)
5	1000	400	0	0	0.33	2170.35	0.0000000	0.00	0.000 (32)
6	1000	400	1407	75000	0.56	290.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
7	1000	400	1407	75000	0.86	190.11	0.0000000	0.00	0.000 (32)
8	1000	400	1407	75000	1.23	154.23	0.0000000	0.00	0.000 (32)
9	1000	400	1407	75000	1.67	135.85	0.0000000	0.00	0.000 (32)
10	1000	400	1407	75000	2.20	124.71	0.0000000	0.00	0.000 (32)
11	1000	400	1407	75000	2.82	117.25	0.0000000	0.00	0.000 (32)
12	1000	400	1407	75000	3.53	111.91	0.0000000	0.00	0.000 (32)
13	1000	400	1407	75000	4.33	107.91	0.0000000	0.00	0.000 (32)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kNm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
14	1000	400	1407	75000	5.24	104.81	0.0000000	0.00	0.000 (32)
15	1000	400	1407	75000	6.25	102.34	0.0000000	0.00	0.000 (32)
16	1000	400	1407	75000	7.38	100.32	0.0000000	0.00	0.000 (32)
17	1000	400	1407	75000	8.61	98.65	0.0000000	0.00	0.000 (32)
18	1000	400	1407	75000	9.97	97.25	0.0000000	0.00	0.000 (32)
19	1000	400	1407	75000	11.46	96.05	0.0000000	0.00	0.000 (32)
20	1000	400	1407	75000	13.07	95.02	0.0000000	0.00	0.000 (32)
21	1000	400	1407	75000	14.82	94.12	0.0000000	0.00	0.000 (32)
22	1000	400	1407	75000	16.70	93.34	0.0000000	0.00	0.000 (32)
23	1000	400	1407	75000	18.73	92.64	0.0000000	0.00	0.000 (32)
24	1000	400	1407	75000	20.91	92.03	0.0000000	0.00	0.000 (32)
25	1000	400	1407	75000	23.25	91.48	0.0000000	0.00	0.000 (32)
26	1000	400	1407	75000	25.74	90.98	0.0000000	0.00	0.000 (32)
27	1000	400	1407	75000	28.39	90.54	0.0000000	0.00	0.000 (32)
28	1000	400	1407	75000	31.21	90.13	0.0000000	0.00	0.000 (32)
29	1000	400	1407	75000	34.21	89.77	0.0000000	0.00	0.000 (32)
30	1000	400	1407	75000	37.38	89.43	0.0000000	0.00	0.000 (32)
31	1000	400	1407	75000	40.73	89.12	0.0000000	0.00	0.000 (32)
32	1000	400	1407	75000	44.27	88.84	0.0000000	0.00	0.000 (32)
33	1000	400	1407	75000	48.00	88.58	0.0000000	0.00	0.000 (32)
34	1000	400	1407	75000	51.93	88.34	0.0000000	0.00	0.000 (32)
35	1000	400	1407	75000	56.06	88.12	0.0000000	0.00	0.000 (32)

Fondazione

Apertura limite fessure w_{lim}=0.30

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kNm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
1	1000	500	0	0	0.00	0.00	0.0000000	0.00	0.000 (32)
2	1000	500	1005	75000	0.55	122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
3	1000	500	1005	75000	2.19	122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
4	1000	500	1005	75000	4.89	122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
5	1000	500	1005	75000	8.60	122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
6	1000	500	1005	75000	-38.50	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
7	1000	500	1005	75000	-35.06	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
8	1000	500	1005	75000	-31.61	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
9	1000	500	1005	75000	-28.18	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
10	1000	500	1005	75000	-24.79	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
11	1000	500	1005	75000	-21.49	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
12	1000	500	1005	75000	-18.31	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
13	1000	500	1005	75000	-15.27	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
14	1000	500	1005	75000	-12.41	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
15	1000	500	1005	75000	-9.77	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
16	1000	500	1005	75000	-7.38	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
17	1000	500	1005	75000	-5.26	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
18	1000	500	1005	75000	-3.45	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
19	1000	500	1005	75000	-1.99	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
20	1000	500	1005	75000	-0.91	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
21	1000	500	1005	75000	-0.23	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (32)
22	1000	500	0	0	0.00	0.00	0.0000000	0.00	0.000 (32)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure w_{lim}=0.20

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[mm]	*[mm]*	*[mmq]*	*[mmq]*	*[kNm]*	*[kNm]*	*[%]*	*[mm]*	*[mm]*
1	1000	400	0	0	0.00	0.00	0.0000000	0.00	0.000 (33)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[mm]	[mm]	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
2	1000	400	0	0	0.00	4.41	0.0000000	0.00	0.000 (33)
3	1000	400	0	0	0.05	41.20	0.0000000	0.00	0.000 (33)
4	1000	400	0	0	0.15	141.55	0.0000000	0.00	0.000 (33)
5	1000	400	0	0	0.30	1448.28	0.0000000	0.00	0.000 (33)
6	1000	400	1407	75000	0.51	382.11	0.0000000	0.00	0.000 (33)
7	1000	400	1407	75000	0.78	215.77	0.0000000	0.00	0.000 (33)
8	1000	400	1407	75000	1.12	166.97	0.0000000	0.00	0.000 (33)
9	1000	400	1407	75000	1.53	143.72	0.0000000	0.00	0.000 (33)
10	1000	400	1407	75000	2.02	130.14	0.0000000	0.00	0.000 (33)
11	1000	400	1407	75000	2.59	121.27	0.0000000	0.00	0.000 (33)
12	1000	400	1407	75000	3.24	115.03	0.0000000	0.00	0.000 (33)
13	1000	400	1407	75000	3.99	110.41	0.0000000	0.00	0.000 (33)
14	1000	400	1407	75000	4.83	106.86	0.0000000	0.00	0.000 (33)
15	1000	400	1407	75000	5.78	104.06	0.0000000	0.00	0.000 (33)
16	1000	400	1407	75000	6.83	101.79	0.0000000	0.00	0.000 (33)
17	1000	400	1407	75000	7.99	99.91	0.0000000	0.00	0.000 (33)
18	1000	400	1407	75000	9.27	98.35	0.0000000	0.00	0.000 (33)
19	1000	400	1407	75000	10.66	97.02	0.0000000	0.00	0.000 (33)
20	1000	400	1407	75000	12.18	95.87	0.0000000	0.00	0.000 (33)
21	1000	400	1407	75000	13.83	94.88	0.0000000	0.00	0.000 (33)
22	1000	400	1407	75000	15.61	94.02	0.0000000	0.00	0.000 (33)
23	1000	400	1407	75000	17.54	93.26	0.0000000	0.00	0.000 (33)
24	1000	400	1407	75000	19.60	92.59	0.0000000	0.00	0.000 (33)
25	1000	400	1407	75000	21.82	91.99	0.0000000	0.00	0.000 (33)
26	1000	400	1407	75000	24.18	91.45	0.0000000	0.00	0.000 (33)
27	1000	400	1407	75000	26.71	90.96	0.0000000	0.00	0.000 (33)
28	1000	400	1407	75000	29.40	90.52	0.0000000	0.00	0.000 (33)
29	1000	400	1407	75000	32.25	90.13	0.0000000	0.00	0.000 (33)
30	1000	400	1407	75000	35.28	89.76	0.0000000	0.00	0.000 (33)
31	1000	400	1407	75000	38.48	89.43	0.0000000	0.00	0.000 (33)
32	1000	400	1407	75000	41.87	89.13	0.0000000	0.00	0.000 (33)
33	1000	400	1407	75000	45.44	88.85	0.0000000	0.00	0.000 (33)
34	1000	400	1407	75000	49.20	88.59	0.0000000	0.00	0.000 (33)
35	1000	400	1407	75000	53.16	88.35	0.0000000	0.00	0.000 (33)

Fondazione

Apertura limite fessure w_{lim}=0.20

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[mm]	[mm]	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	1000	500	0	0	0.00	0.00	0.0000000	0.00	0.000 (33)
2	1000	500	1005	75000	0.54	122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
3	1000	500	1005	75000	2.12	122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
4	1000	500	1005	75000	4.73	122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
5	1000	500	1005	75000	8.32	122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
6	1000	500	1005	75000	-36.27	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
7	1000	500	1005	75000	-33.04	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
8	1000	500	1005	75000	-29.79	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
9	1000	500	1005	75000	-26.55	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
10	1000	500	1005	75000	-23.36	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
11	1000	500	1005	75000	-20.25	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
12	1000	500	1005	75000	-17.25	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
13	1000	500	1005	75000	-14.39	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
14	1000	500	1005	75000	-11.70	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
15	1000	500	1005	75000	-9.21	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
16	1000	500	1005	75000	-6.95	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
17	1000	500	1005	75000	-4.96	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
18	1000	500	1005	75000	-3.25	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
19	1000	500	1005	75000	-1.88	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
20	1000	500	1005	75000	-0.85	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
21	1000	500	1005	75000	-0.22	-122.68	0.0000000	0.00	0.000 (33)
22	1000	500	0	0	0.00	0.00	0.0000000	0.00	0.000 (33)

10.7 Validazione software di calcolo

Verifica momento flettente a base muro

Al fine di testare la bontà del software adottato si replicano manualmente i risultati ottenuti per la combinazione n°1 (verifiche strutturali).

H paramento = 3.40m

Angolo d'attrito terreno = 34°

Peso specifico terreno = 18.50 kN/mc

Sovraccarico = 20.00 kN/mq

Ka = 0.25

Spinta terre = ½ x 18.50 x 3.40^2 x 0.25 = 26.73 kN/m

Spinta sovraccarico = 20.00 x 3.40 x 0.25 = 17.00 kN/m

Inclinazione spinte = cos (δ) = 0.98

Taglio a base muro SLU = (26.73 x 1.30 + 17.00 x 1.35) x 0.98 = 56.54 kN/m

Momento a base muro SLU = 26.73 x 0.98 x 3.40/3 x 1.30+ 17.00 x 0.98 x 3.40/2 x 1.35 = 76.83 kNm/m

Come si vede da quanto di seguito riportato ed ottenuto dal software di calcolo, i risultati sono in buon accordo.

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Mobili_1	1.35	1.00	Sfavorevole

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	*[kN]*	*[kN]*	*[kNm]*
35	-3.40	45.86	59.21	78.08

11 FONDAZIONI SERBATOI

11.1 Premessa

Nel presente capitolo si riportano le verifiche relative ai plinti di fondazione dei silos di contenimento del percolato. Nell'impianto in analisi sono presenti serbatoi da 50 mc e da 25 mc disposti in diverse configurazioni: plinti con serbatoi singoli, doppi e tripli. Nei paragrafi a seguire si riportano le calcolazioni preliminari relativamente al plinto di fondazione dei serbatoi TK1 e TK2, entrambi di capacità pari a 50mc.

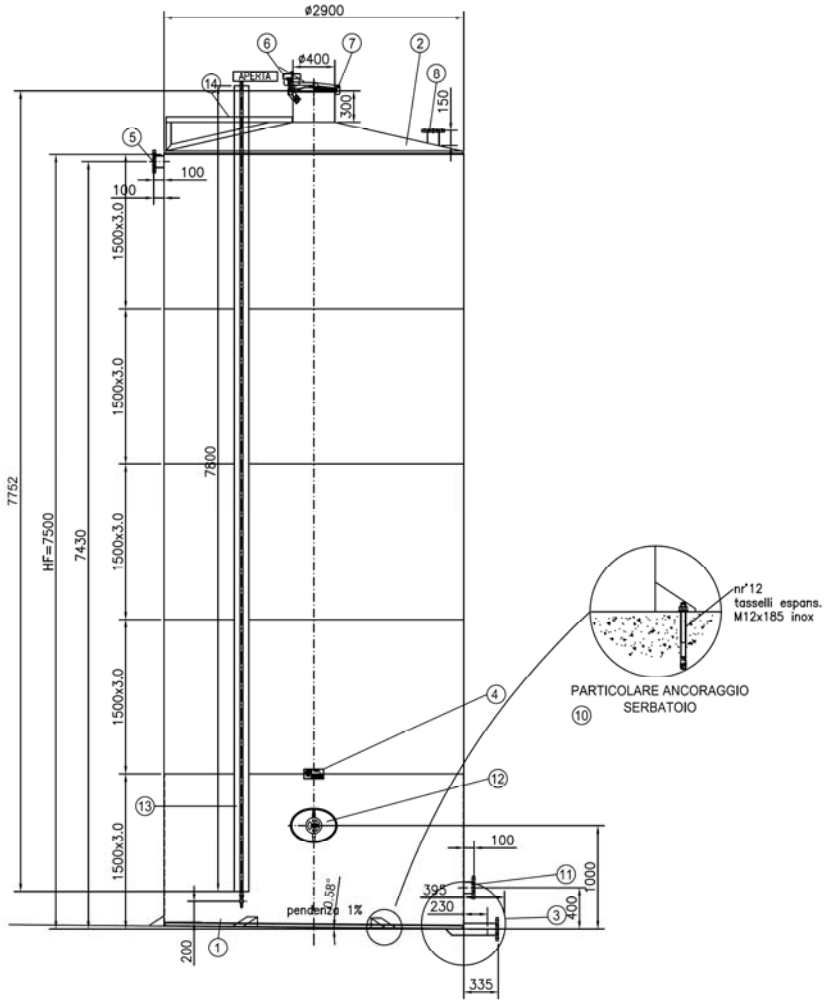


FIGURA 11-1 – VISTA FRONTALE SILOS DA 50 MC

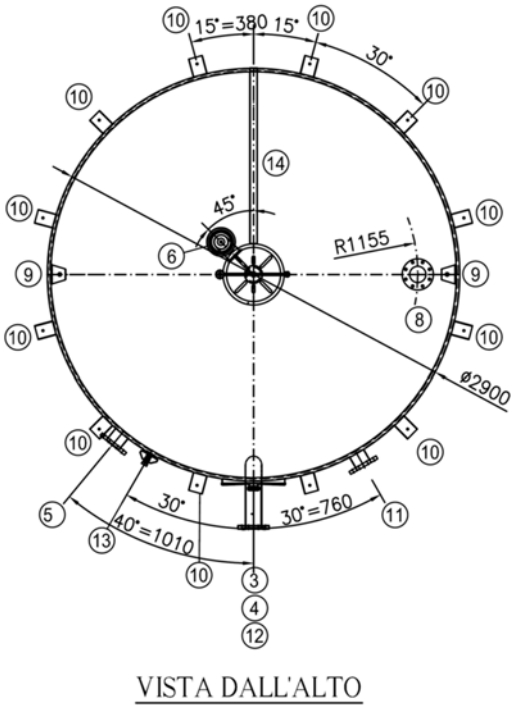


FIGURA 11-2 – VISTA IN PIANTA SILOS DA 50 MC

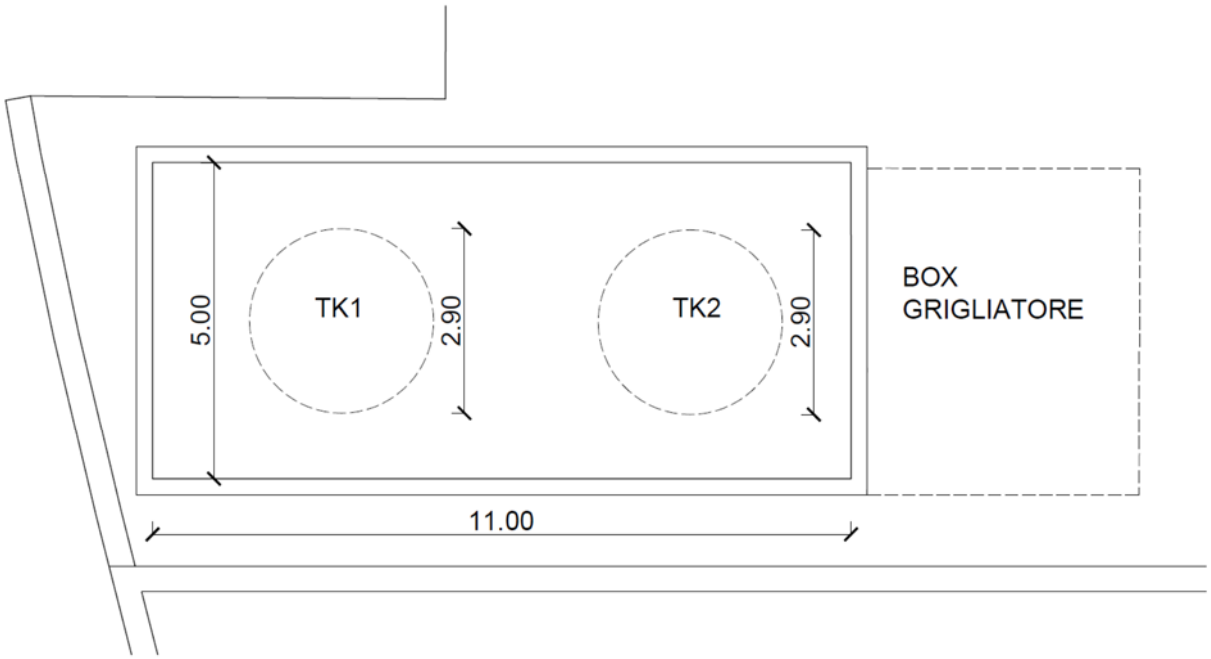


FIGURA 11-3 – CONFIGURAZIONE PLINTO IN ANALISI

11.2 Analisi dei carichi

Preliminarmente alle verifiche delle fondazioni si determina la pressione del vento agente sui serbatoi.

PRESSIONE DEL VENTO D.M. 17/01/2018

Pressione del vento:

$$p = q_r\, c_e\, c_p\, c_d$$

Zona	3				posizione	10km da costa		
a_s =	20	m.l.m.m.	quota altimetrica rispetto al livello del mare					
z =	8,00	m	altezza costruzione					
Classe	D		Categoria	II				
$v_{b,0}$ =	27	m/s	c_a =	1,00		$v_b = v_{b,0}\, c_a$ =	27,0	m/s
T_R =	50	anni	c_r =	1,00		$v_r = v_b\, c_r$ =	27,0	m/s
ρ =	1,25	kg/m³	a_0 =	500	m	k_a =	0,37	1/s
q_r=	$1/2\rho v_r^2$ =	455,63	N/m²					

$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z_i/z_0)\,[7+c_t \ln(z_i/z_0)]$ = 2,21 coefficiente di esposizione

con:

$z_i = z$	per $z \geq z_{min}$	z_0 =	0,05	m	k_r =	0,19	
$z_i = z_{min}$	per $z <$ z_{min}	z_{min} =	4,00	m	c_t =	1,00	

c_d = 1,00 coefficiente dinamico

$p_{base} = q_b\, c_e\, c_d$ = 1,01 kN/mq Pressione base

Per il calcolo del coeff. di pressione per i silos si è fatto riferimento a quanto riportato al paragrafo C.3.3.8.3. della Circolare 7/2019 "Coeff. di pressione per pareti verticali di edifici a pianta circolare".

cpe = cpeo x ψλα

Tabella C3.3.XVIII - *Valori indicativi dei parametri* c_{pm} , c_{pb} , α_m *e* α_b *per* $k/b \le 0{,}5 \cdot 10^{-3}$

Re	c_{pm}	c_{pb}	α_m [°]	α_b [°]
$5 \cdot 10^5$	-2,2	-0,4	85	135
$2 \cdot 10^6$	-1,9	-0,7	80	120
10^7	-1,5	-0,8	75	105

$$c_{peo}(\alpha_p) = 1 - (1 - c_{pm}) \cdot \sin^2\left(\frac{\pi \cdot \alpha_p}{2 \cdot \alpha_m}\right) \qquad \text{per } 0° \le \alpha_p \le \alpha_m$$

$$c_{peo}(\alpha_p) = c_{pb} - (c_{pb} - c_{pm}) \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\alpha_p - \alpha_m}{\alpha_b - \alpha_m}\right) \qquad \text{per } \alpha_m \le \alpha_p \le \alpha_b$$

$$c_{peo}(\alpha_p) = c_{pb} \qquad \text{per } \alpha_b \le \alpha_p \le 180°$$

αm = 85,00 °
αb = 135,00 °
cpb = -0,40
cpm = -2,20

$$\psi_{\lambda\alpha} = 1 \qquad \text{per } 0° \le \alpha_p \le \alpha_m$$

$$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_\lambda + (1 - \psi_\lambda) \cdot \cos\left[\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha_p - \alpha_m}{\alpha_b - \alpha_m}\right)\right] \qquad \text{per } \alpha_m \le \alpha_p \le \alpha_b$$

$$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_\lambda \qquad \text{per } \alpha_b \le \alpha_p \le 180°$$

ψλ = 0,67

Ponendo cautelativamente:
cpeo = cpm
ψλα = ψλ
Si ottiene: **cpe = -2,20**

Si considera una pressione agente sui serbatoi pari a p = 2.20 x 1.01 = 2.22 kN/mq

Geometria serbatoio 50 mc

H =	8,00	m	altezza massima da estradosso fondazione
D =	2,90	m	diametro esterno
V =	50,00	mc	capacità serbatoio
Pv =	36,54	kN	peso a vuoto serbatoio
Gl =	11,00	kN/mc	peso specifico liquido contenuto
Ptot =	586,54	kN	peso serbatoio pieno

Sisma

ag =	0,115		accelerazione sismica SLV
Ss =	1,50		terreno tipo "C"
St =	1,00		topografia "T1"
kh =	0,173		coeff. sismico orizzontale
Fs =	101,18	kN	forza sismica orizzontale (serbatoio pieno)
Ms =	404,71	kNm	momento sismico alla base (serbatoio pieno)

Vento

Pvento =	2,22	kN/mq	pressione del vento (cautelativo)
Fvento =	51,50	kN	forza dovuta al vento
Mvento =	206,02	kNm	momento dovuto al vento alla base

Combinazioni di verifica (per singolo serbatoio)

γG =	1,50	fattore di sicurezza carichi permanenti
γQ =	1,50	fattore di sicurezza carichi variabile

Combo	N [kN]	Vx [kN]	Vy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
SLU_01	36,54	77,26	77,26	309,02	309,02	Min N / Max V
SLU_02	879,81	77,26	77,26	309,02	309,02	Max N / Max V
SLV_01	586,54	101,18	30,35	404,71	121,41	Sisma X
SLV_02	586,54	30,35	101,18	121,41	404,71	Sisma Y

Combinazioni di verifica (per coppia di serbatoi)

Combo	N [kN]	Vx [kN]	Vy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
SLU_01	73,08	154,51	154,51	618,05	618,05	Min N / Max V
SLU_02	1759,62	154,51	154,51	618,05	618,05	Max N / Max V
SLV_01	1173,08	202,36	60,71	809,43	242,83	Sisma X
SLV_02	1173,08	60,71	202,36	242,83	809,43	Sisma Y

11.3 Verifiche geotecniche

Verifiche a capacità portante

B_x =	11,00	11,00	11,00	11,00	m
B_y =	5,00	5,00	5,00	5,00	m
H =	0,40	0,40	0,40	0,40	m
$p.p._{fond}$ =	550,00	550,00	550,00	550,00	kN

Comb	**SLU_01**	**SLU_02**	**SLV_01**	**SLV_02**	
N_G =	73,08	1759,62	1173,08	1173,08	kN
$H_{G;x}$ =	154,51	154,51	202,36	60,71	kN
$M_{G;x}$ =	618,05	618,05	809,43	242,83	kNm
$H_{G;y}$ =	154,51	154,51	60,71	202,36	kN
$M_{G;y}$ =	618,05	618,05	242,83	809,43	kNm
d_x =	5,50	5,50	5,50	5,50	m
e_x =	0,00	0,00	0,00	0,00	m
d_y =	2,50	2,50	2,50	2,50	m
e_y =	0,00	0,00	0,00	0,00	m
N_G =	623,08	2309,62	1723,08	1723,08	kN
$H_{G;x}$ =	154,51	154,51	202,36	60,71	kN
$M_{G;x}$ =	679,85	679,85	890,37	267,11	kNm
$H_{G;y}$ =	154,51	154,51	60,71	202,36	kN
$M_{G;y}$ =	679,85	679,85	267,11	890,37	kNm
Sollecitazioni di verifica:					
γ_G =	1,00	1,00	1,00	1,00	
γ_Q =	1,00	1,00	1,00	1,00	

N_{Ed} =	623,08	2309,62	1723,08	1723,08	kN
$H_{Ed;x}$ =	154,51	154,51	202,36	60,71	kN
$M_{Ed;x}$ =	679,85	679,85	890,37	267,11	kNm
e_x =	1,09	0,29	0,52	0,16	m
B'x =	8,82	10,41	9,97	10,69	m
$H_{Ed;y}$ =	154,51	154,51	60,71	202,36	kN
$M_{Ed;y}$ =	679,85	679,85	267,11	890,37	kNm
e_y =	1,09	0,29	0,16	0,52	m
B'y =	2,82	4,41	4,69	3,97	m

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Comb	**SLU_01**	**SLU_02**	**SLV_01**	**SLV_02**	
$\gamma_{c'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{\phi'}$ =	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\gamma_{R;v}$ =	2,30	2,30	2,30	2,30	
γ_{γ} =	1,00	1,00	1,00	1,00	
c'_k =	0,00	0,00	0,00	0,00	= coesione
φ_k =	34,00	34,00	34,00	34,00	= angolo di attrito del terreno
γ_{ak} =	10,00	10,00	10,00	10,00	= peso dell'acqua di falda
γ_{1k}=	18,50	18,50	18,50	18,50	= peso terreno SOPRA il piano di posa
γ_{2k} =	18,50	18,50	18,50	18,50	= peso terreno SOTTO il piano di posa
c'_d =	0,00	0,00	0,00	0,00	
φ_d =	34°	34°	34°	34°	
γ_{ad} =	10,00	10,00	10,00	10,00	
γ_{1d}=	18,50	18,50	18,50	18,50	
γ_{2d} =	18,50	18,50	18,50	18,50	
z =	0,40	0,40	0,40	0,40	= dislivello tra p.c. e quota falda
Df =	0,40	0,40	0,40	0,40	= dislivello tra p.c.
q' = q_0=	7,40	7,40	7,40	7,40	= pressione ai bordi della fondazione
B' =	2,82	4,41	4,69	3,97	m
L' =	8,82	10,41	9,97	10,69	m

VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica in direzione x

Comb	**SLU_01**	**SLU_02**	**SLV_01**	**SLV_02**	
N_{Ed} =	623,08	2309,62	1723,08	1723,08	kN
V_{Ed} =	154,51	154,51	202,36	60,71	kN
N_q=	29,44	29,44	29,44	29,44	
N_γ=	41,06	41,06	41,06	41,06	
N_c=	42,16	42,16	42,16	42,16	
s_q=	1,22	1,29	1,32	1,25	coefficienti di forma
s_γ=	0,87	0,83	0,81	0,85	

$s_c=s_c^0=$	1,22	1,30	1,33	1,26	
$m=m^0=$	1,24	1,30	1,32	1,27	inclinazione del carico
$i_q=$	0,70	0,91	0,85	0,96	
$i_\gamma=$	0,53	0,85	0,75	0,92	
$i_c=$	0,00	0,00	0,00	0,00	
$d_q=$	1,01	1,01	1,01	1,01	profondità piano di posa
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	
$d_c=d_c^0=$	1,02	1,02	1,02	1,01	
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	inclinazione piano di posa
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	
$b_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	
$b_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	
$\omega =$	0,00	0,00	0,00	0,00	inclinazione piano campagna
$g_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	
$g_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	
$g_c=$	1,00	1,00	1,00	1,00	
$Q_{lim}=$	22274,98	70990,43	60888,41	73239,23	
$R_d=$	9684,77	30865,40	26473,22	31843,14	
$N_{Ed}=$	623,08	2309,62	1723,08	1723,08	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	15,54	13,36	15,36	18,48	

Verifica in direzione y

Comb	**SLU_01**	**SLU_02**	**SLV_01**	**SLV_02**	
NEd =	623,08	2309,62	1723,08	1723,08	kN
VEd =	154,51	154,51	60,71	202,36	kN
$N_q=$	29,44	29,44	29,44	29,44	
$N_\gamma=$	41,06	41,06	41,06	41,06	
$N_c=$	42,16	42,16	42,16	42,16	
$s_q=$	1,22	1,29	1,32	1,25	coefficienti di forma
$s_\gamma=$	0,87	0,83	0,81	0,85	
$s_c=s_c^0=$	1,22	1,30	1,33	1,26	
$m=m^0=$	1,76	1,70	1,68	1,73	inclinazione del carico
$i_q=$	0,61	0,89	0,94	0,81	
$i_\gamma=$	0,46	0,83	0,91	0,71	
$i_c=$	0,00	0,00	0,00	0,00	
$d_q=$	1,04	1,02	1,02	1,03	profondità piano di posa
$d_\gamma=$	1,00	1,00	1,00	1,00	
$d_c=d_c^0=$	1,06	1,04	1,03	1,04	
$\varepsilon =$	0,00	0,00	0,00	0,00	inclinazione piano di posa rispetto l'orizzonta
$b_q=$	1,00	1,00	1,00	1,00	

b_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	
b_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	
ω =	0,00	0,00	0,00	0,00	inclinazione p.c. rispetto l'orizzontale
g_q=	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_γ=	1,00	1,00	1,00	1,00	
g_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	
Q_{lim}=	8991,32	36060,07	41123,88	27325,32	
Rd=	3909,27	15678,29	17879,95	11880,58	
Nd=	623,08	2309,62	1723,08	1723,08	
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***	
CS =	6,27	6,79	10,38	6,89	

Riepilogo generale verifiche

Comb	**SLU_01**	**SLU_02**	**SLV_01**	**SLV_02**
Verifica	***ok***	***ok***	***ok***	***ok***
CS =	6,27	6,79	10,38	6,89

Pressioni sul terreno SLU

Comb	**SLU_01**	**SLU_02**	**SLV_01**	**SLV_02**
Ned/L'B'	25,077	50,289	36,863	40,637

Verifiche a scorrimento

Nelle verifiche a scorrimento si considera un angolo di attrito terreno-fondazione pari a 1 ϕ

		M1	**M2**
Angolo di attrito terreno	ϕ_{fond}=	34,00	28,35
Angolo di attrito terra-muro	δ_{fond}=	34	28,35

Tipo	*Comb*	*Azione* ***N***	*Resistenza allo scorrimento*	*Azioni sollecitanti* ***Vx***	***Vy***	*Verifica* ***dir x***	***dir y***	*CS* ***dir x***	***dir y***
M1	SLU_01	-623,08	420,27	154,51	154,51	***ok***	***ok***	2,72	2,72
M1	SLU_02	-2309,62	1557,86	154,51	154,51	***ok***	***ok***	10,08	10,08
M1	SLV_01	-1723,08	1162,23	202,36	60,71	***ok***	***ok***	5,74	19,14
M1	SLV_02	-1723,08	1162,23	60,71	202,36	***ok***	***ok***	19,14	5,74

Verifiche a ribaltamento:

By = 5,00 m

Comb	Azione N	Mstab MRdx	Mstab MRdy	Mrib MEd,x	Mrib MEd,y	Verifica dir x	Verifica dir y	CS dir x	CS dir y
SLU_01	-623,08	3426,94	1557,70	679,85	679,85	ok	ok	5,04	2,29
SLU_02	-2309,62	12702,91	5774,05	679,85	679,85	ok	ok	18,68	8,49
SLV_01	-1723,08	9476,94	4307,70	890,37	267,11	ok	ok	10,64	16,13
SLV_02	-1723,08	9476,94	4307,70	267,11	890,37	ok	ok	35,48	4,84

11.4 Verifiche strutturali

Al fine di effettuare le verifiche strutturali preliminari dei plinti di fondazione dei silos, si considera lo sbalzo di fondazione massimo soggetto alla massima pressione in fondazione come sopra calcolato.

L = 1.50 m

P max = 50.29 kN/mq

M max = pl^2/2 = 56.57 kNm/m

V max = pl = 75.43 kN/m

FONDAZIONE SILOS

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Calcestruzzo	C25/30	R_{ck} =	30	N/mm²	f_{ck} =	25	N/mm²
γ_c =	1,5	α_{cc} =	0,85		f_{cd} =	14,17	N/mm²
		E_c =	31476	N/mm²	f_{ctm} =	2,56	N/mm²
Acciaio	B450C	E_s =	200000	N/mm²	f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1,15	ε'_{se}	1,96		f_{yd} =	391,3	N/mm²

Caratteristiche geometriche della sezione

B = 1000 mm base

H = 400 mm altezza

c = 50 mm coprifer.

N_{Ed} positivo di compressione

M_{Ed} positivo se tende le fibre inferiori della sezione

y distanza dell'armatura dal lembo superiore

n.	ø(mm)	A_s (mm²)	y (mm)
5	14	770	50
		-	350
5	14	770	350
		-	
		Σ 1539	mm²

Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Flessione

Combinazione	posizione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	M_{Rd} [kNm]	$\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}$
SLU / SLV			56,57	75,43	100,52	**1,78**

Taglio

ϕ_{staffe} = mm α = 90 ° inclinazione staffa

n_b = n° braccia s = mm passo

Combinazione	posizione	$V_{Rd,0}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{V_{Rd}}{V_{Ed}}$
SLU / SLV		142,52			142,52	**1,89**