



**C 129 - VALORIZZAZIONE AREA CAMPI - IKEA
SPOSTAMENTO SOTTOSERVIZI
NELL'AREA "EX ILVA LAMINATI PIANI" A GENOVA CAMPI**

OGGETTO:

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO:

**RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURALE
CAMERA DI AVAMPOZZO N.4**

N. DOC.

C129/PES/129.2/R006

TIMBRO E FIRMA DEL PROFESSIONISTA:

SVILUPPO GENOVA:

Rev.	Data	Redatto	Verificato	Validato	Descrizione
1	30/09/15	MOG	RE	SG	Emissione

INDICE

1	PREMESSA	3
2	ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
4	PROPRIETÀ MECCANICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI E DURABILITA'	11
5	PROPRIETÀ GEOMECCANICHE DELLE ROCCE E DEI TERRENI	12
6	ANALISI DEI CARICHI	13
	7.1 PESI DEI MATERIALI STRUTTURALI (G1)	13
	7.2 SPINTA DEL TERRAPIENO (G2B)	13
	7.3 AZIONI VARIABILI	15
7	ANALISI STRUTTURALE	25
	8.1 COMBINAZIONI DI CARICO	25
	8.2 ANALISI STRUTTURALE	34
	8.3 VERIFICHE STRUTTURALI GLOBALI	35
8	VERIFICHE STRUTTURALI – ELEMENTI IN C.A.	36
	9.1 VERIFICHE RELATIVE ALLE PARETI - SLU	36
	9.2 VERIFICHE RELATIVE ALLE PLATEE DI FONDAZIONE - SLU	47
	9.3 VERIFICHE RELATIVE ALLE PARETI - SLE	55
	9.4 VERIFICHE RELATIVE ALLE PLATEE DI FONDAZIONE - SLE	66
9	VERIFICHE STRUTTURALI – ELEMENTI IN ACCIAIO	77
10	PRESSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE	79

11 ALLEGATI	80
ALLEGATO 1 – TABULATI INPUT - OUTPUT	81
ALLEGATO 2 – VALIDAZIONE MODELLO STRUTTURALE	85
ALLEGATO 3 – DIMENSIONAMENTO PIASTRA DI COPERTURA	89

1 - PREMESSA

Sviluppo Genova S.p.A. è proprietaria di un'area di circa 8250 mq in località Genova-Campi destinata al futuro ampliamento del punto vendita Ikea, promissaria acquirente dell'area.

Nell'ambito di tali accordi, Sviluppo Genova ha già provveduto alla ri-ubicazione di uno dei due pozzi industriali insistenti nell'area di interesse (Pozzo 4Bis) e svolgerà anche lo spostamento del sistema di piping che porta l'acqua emunta da due pozzi presenti sull'area allo stabilimento ILVA.

Scopo della presente relazione è fornire i calcoli e le verifiche strutturali ai sensi della normativa vigente (NTC2008) per la camera di avampozzo prevista per il **Pozzo 4**, nell'ambito della progettazione Esecutiva dello spostamento del pozzo industriale.

2 - ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

A) DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO

La presente relazione di calcolo riguarda il progetto strutturale della camera in c.a a servizio del nuovo pozzo n.4 (già realizzato) e suo collettamento, da realizzarsi nell'area di proprietà di Sviluppo Genova ed in posizione non interferente con il futuro ampliamento dello Store Ikea.

Ai fini della determinazione della classe d'uso per la definizione delle azioni sismiche e della determinazione dei carichi stradali agenti, la rete viaria di localizzazione dei manufatti è assimilabile, ai sensi del D.M. 05.11.2001 - cap. 2, a rete viaria "*tipo locale - tutte le componenti di traffico*".

Ai fini sismici quindi ne deriverà una "classe d'uso II" ed ai fini dei carichi stradali "schema di carico n. 1 e n.2".

Le caratteristiche geomeccaniche del sedime delle opere oggetto della presente relazione strutturale, sono contenute nella Relazione specialistica geotecnica allegata al progetto.

B) DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

Trattasi di manufatto in cemento armato gettato in opera, con sezione tipica scatolare, utile all'alloggiamento di pozzi, dimensioni nette interne massime pari a 2.0 x 4.80 m x 2.20 m di altezza netta interna sottotrave.

La copertura è realizzata con piastre in acciaio dello spessore di 15 mm, poggianti su putrelle in acciaio profili HEB220.

Lo spessore dei muri è pari a 30 cm; lo spessore della platea di fondazione è pari a 30 cm.

Al fine di limitare il cedimento verticale indotto dai carichi permanenti e variabili la platea di fondazione fuoriesce rispetto all'ingombro lordo del manufatto, di 80 cm per parte in direzione longitudinale e di 40 cm per parte in direzione trasversale.

C) **NORMATIVA TECNICA**

La normativa di riferimento utilizzata è compiutamente elencata al **capitolo 4** seguente della presente relazione, che qui si richiama integralmente.

Nella relazione i riferimenti alla Normativa vengono indicati tra parentesi quadre, indicando la Norma citata ed il paragrafo o punto considerato.

D) **PARAMETRI DI PROGETTO PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA**

Ai fini della valutazione della sicurezza, in accordo alla destinazione d'uso, l'opera viene classificata come segue:

[NTC§2.4.1]	Vita nominale:	$V_N = 50$ anni
[NTC§2.4.2]	Classe d'uso:	III (reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV)
[NTC§2.4.3]	Periodo di riferimento:	$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.50 = 75$ anni
[NCT tab 3.2.II]	Categoria di sottosuolo:	C - <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti</i>
[NCT tab 3.2.VI]	Categoria topografica:	T1
[NCT tab 3.2.VI]	Amplificazione topografica:	$S_T = 1.0$
[OPCM 3274/2003]	Zona sismica del sito:	Zona 4
	Coordinate geografiche del sito	longitudine: 8°,88 latitudine: 44°,42

Le azioni considerate sulla costruzione sono compiutamente descritte al **capitolo 7** seguente della presente relazione, che qui si richiama integralmente.

E) **MATERIALI PER USO STRUTTURALE**

Si richiama integralmente il **capitolo 5** seguente della presente relazione.

F) **CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE**

Si considera un modello agli E.F. di tipo tridimensionale che rappresenta in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidità e resistenza.

Non sono presenti situazioni ove le azioni orizzontali dovute al sisma possano produrre forze d'inerzia verticali, quali travi di grande luce, sbalzi significativi, ecc.

Il tipo di modellazione è compiutamente descritto al **capitolo 8.2** seguente della presente relazione, che qui si richiama integralmente.

Si precisa quanto segue:

[NTC§7.2.1]	Classe di duttilità	Bassa: CDB
[NTC§7.3.1]	Regolarità in pianta	Manufatto a forma irregolare

[NTC§7.3.1]	Regolarità in altezza	Manufatto regolare in altezza $K_R = 1.0$
	Tipologia strutturale	Trattasi di manufatto scatolare. Ai soli fini della individuazione del fattore di struttura, si assimila a struttura a pareti non accoppiate.
[NTC§7.3.1]	Fattore di struttura verticale	$q = 1.5$
[NTC§7.3.1] [NTC§7.4.3.2]	Fattore di struttura orizzontale	$q_0 = 3.0$ A favore di sicurezza si considera $q_0 = 2.5$ $q = K_R \times q_0 = 1.0 \times 2.5 = 2.5$
[NTC§2.6.1] [NTC§3.2.1]	Stati limite indagati	SLU: stato limite di resistenza, compresi gli elementi di fondazione SLU: Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) SLU: stato limite di prevenzione del collasso (SLC) SLE: verifica di fessurazione SLE: Stato limite di danno (SLD) SLE: Stato limite di operatività (SLO) - non applicabile al caso
[NTC§7.2.2]	Giunti	Si considera il manufatto come unica struttura.
	criteri di valutazione degli elementi non strutturali e degli impianti	Unico elemento non strutturale è costituito dalla tubazione di mandata e dal pozzo. L'elemento di valutazione della conformità tubazione/struttura è dato dai cedimenti differenziali tra i due appoggi della tubazione. Si veda il successivo capitolo 8.3
	Requisiti delle fondazioni	Le fondazioni sono considerate un'unica piastra.
	Vincoli interni e/o esterni	I vincoli esterni sono forniti dalle molle alla Winkler in direzione verticale e nelle due direzioni orizzontali.
	Schemi statici adottati	Essendo il modello sviluppato in 3D con elementi piastra, si considerano vincoli di continuità tra i singoli elementi. Per gli elementi trave di appoggio della piastra carrabile di copertura, si sono considerati svincoli interni a rotazione. Per le fondazioni si avranno quindi piastre su suolo alla Winkler; per gli elementi in elevazione, mutui incastri.

G) COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Si rimanda al **capitolo 8.1** seguente, ove sono indicati anche i coefficienti parziali per le azioni.

I coefficienti di combinazione sono mostrati al **capitolo 7.3.1** seguente.

H) METODO DI ANALISI

Si è considerata un'analisi lineare, ai sensi di NTC§7.3.1.

Tale analisi lineare è del tipo dinamico, ai sensi di NTC§7.3.3.1.

Per gli spettri dell'azione sismica si rimanda al successivo **capitolo 7.3.2.**

Si sono determinati 12 modi di vibrare, qui nel seguito elencati come da output del calcolo automatico:

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,403653	2,4774	15,566	242,29
MODAL	Mode	2	0,267001	3,7453	23,532	553,78
MODAL	Mode	3	0,207192	4,8265	30,325	919,64
MODAL	Mode	4	0,167933	5,9547	37,415	1399,9
MODAL	Mode	5	0,154557	6,4701	40,653	1652,7
MODAL	Mode	6	0,139375	7,1749	45,081	2032,3
MODAL	Mode	7	0,05131	19,489	122,46	14995
MODAL	Mode	8	0,038454	26,005	163,4	26699
MODAL	Mode	9	0,035841	27,901	175,31	30733
MODAL	Mode	10	0,035606	28,086	176,47	31140
MODAL	Mode	11	0,034575	28,922	181,72	33024
MODAL	Mode	12	0,022847	43,77	275,01	75633

Si mostrano i valori delle masse partecipanti ai modi calcolati:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,403653	3,082E-07	0,67126	2,729E-09	3,082E-07	0,67126	2,729E-09
MODAL	Mode	2	0,267001	0,89187	0,00002877	0,00153	0,89187	0,67126	0,00153
MODAL	Mode	3	0,207192	7,921E-08	0,00061	3,694E-08	0,89187	0,67187	0,00153
MODAL	Mode	4	0,167933	0,00775	0,00004525	0,97365	0,89962	0,67187	0,97518
MODAL	Mode	5	0,154557	0,00004608	0,3279	0,00003907	0,89967	0,99978	0,97522
MODAL	Mode	6	0,139375	0,10032	0,00008508	0,02476	0,99999	0,99986	0,99997
MODAL	Mode	7	0,05131	1,512E-08	0,000008537	1,468E-07	0,99999	0,99987	0,99997
MODAL	Mode	8	0,038454	6,195E-09	0,00012	1,667E-10	0,99999	1	0,99997
MODAL	Mode	9	0,035841	3,845E-09	2,03E-12	5,325E-08	0,99999	1	0,99997
MODAL	Mode	10	0,035606	2,715E-07	2,743E-12	3,894E-09	0,99999	1	0,99997
MODAL	Mode	11	0,034575	0,00001152	4,6E-11	2,352E-07	1	1	0,99997
MODAL	Mode	12	0,022847	3,304E-07	5,23E-12	0,00000086	1	1	0,99998

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,403653	0,3275	0,00001108	0,00366	0,3275	0,00001108	0,00366
MODAL	Mode	2	0,267001	0,000001486	0,10657	4,122E-08	0,3275	0,10658	0,00366
MODAL	Mode	3	0,207192	0,00051	1,822E-07	0,99405	0,32802	0,10658	0,99771
MODAL	Mode	4	0,167933	0,000008535	0,01857	7,785E-11	0,32803	0,12515	0,99771
MODAL	Mode	5	0,154557	0,67173	0,00034	0,0019	0,99976	0,12549	0,99961
MODAL	Mode	6	0,139375	0,00019	0,87449	3,045E-07	0,99995	0,99998	0,99961
MODAL	Mode	7	0,05131	0,00002894	1,854E-07	0,00038	0,99998	0,99998	0,99999
MODAL	Mode	8	0,038454	0,00001927	6,973E-08	0,000005239	1	0,99998	1
MODAL	Mode	9	0,035841	2,892E-12	1,982E-09	7,427E-11	1	0,99998	1
MODAL	Mode	10	0,035606	3,044E-11	0,000000222	5,213E-11	1	0,99998	1
MODAL	Mode	11	0,034575	7,09E-10	0,00001171	2,408E-11	1	0,99999	1
MODAL	Mode	12	0,022847	3,706E-11	0,000006563	1,907E-13	1	0,99999	1

Si osserva che si raggiunge il 99% per ciascuna componente del moto.

I) CRITERI DI VERIFICA

Si considerano i criteri di verifica di cui alle NTC§7.3.6 e NTC§7.3.7, ove applicabili.

J) CONFIGURAZIONI DEFORMATE E CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

Per quanto riguarda le principali caratteristiche di sollecitazione, si rimanda ai **capitoli 9 e 10** seguenti.

Tutte le sezioni maggiormente sollecitate risultano verificate.

Le deformate strutturali risultano trascurabili data la rigidità del manufatto.

Per le verifiche geotecniche relative alla stabilità globale del manufatto, al calcolo dei cedimenti e delle rotazioni ammissibili del manufatto, si rimanda alla Relazione specialistica geotecnica in atti.

Gli elementi non strutturali, quali tubazioni e cavidotti, sono dotati di giunti flessibili. Pertanto, non risulta necessario approfondire il comportamento strutturale relativo agli stati deformativi indotti dall'azione sismica.

K) CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO

L'analisi di calcolo con modello tridimensionale viene condotta con il codice di calcolo SAP2000 ver.15.2.0 Computer Structure Inc. – Berkeley – CA.

Tale codice di calcolo è internazionalmente riconosciuto.

Si rimanda al **capitolo 8** ed all'**allegato 2** seguenti.

L) STRUTTURE GEOTECNICHE DI FONDAZIONE

Per la valutazione delle massime pressioni e cedimenti attesi, si rimanda alla Relazione Specialistica Geotecnica in atti.

Per le verifiche si rimanda al **capitolo 11** seguente.

3 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si elencano le principali Norme di riferimento considerate:

- * Legge 26 maggio 1965, n.595 Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici
- * Legge 5 novembre 1971, n.1086 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica
- * Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14.01.2008
- * Circolare 02.02.2009 n. 617
- * D.G.R. Liguria 19.11.2010 n.1362
- * Eurocodici EC2, EC3, EC7, EC8

4 - PROPRIETÀ MECCANICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI E DURABILITÀ

Calcestruzzo per opere di fondazione

C25/30 – XC2 – CEM I 32.5 R – S4 – Dmax 25 mm – a/c ≤ 0.50

copriferro 30 mm (min. 25 mm secondo EC2)

$$R_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2 \quad [\text{NTC} \S 11.2.1]$$

$$f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \quad [\text{NTC} \S 11.2.10.1]$$

$$f_{cm} = 25.0 + 8.0 = 33.0 \text{ N/mm}^2 \quad [\text{NTC} \S 11.2.10.1]$$

$$f_{ctm} = 0.30 * 25.0^{2/3} = 2.565 \text{ N/mm}^2 \quad [\text{NTC} \S 11.2.10.2]$$

$$f_{ctk,0.05} = 0.70 * f_{ctm} = 1.796 \text{ N/mm}^2 \quad [\text{NTC} \S 11.2.10.2]$$

$$E_{cm} = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} = 31476 \text{ MPa} \quad [\text{NTC} \S 11.2.10.3]$$

Acciaio per barre di armatura/rete elettrosaldata

B450C: $f_{yk} = 450.0 \text{ N/mm}^2$ [NTC § 11.3.Ia]

$f_{tk} = 540.0 \text{ N/mm}^2$ [NTC § 11.3.Ia]

Acciaio strutturale

S235 per $t \leq 40 \text{ mm}$: $f_{yk} = 235.0 \text{ N/mm}^2$ [NTC § 11.3.IX]

$f_{tk} = 360.0 \text{ N/mm}^2$ [NTC § 11.3.IX]

Condizioni ambientali: ai fini delle verifiche di durabilità del c.a. agli stati limite di esercizio, si considerano le seguenti condizioni ambientali [NTC § 4.1.2.2.4.3]:

- * condizione ambientale: AGGRESSIVE
- * classe di esposizione: XC2
- * armature: POCO SENSIBILI
- * copriferro: 30 mm > 25 mm [EC2 § 4.4.1 - classe strutturale S4]

5 - PROPRIETÀ GEOMECCANICHE DELLE ROCCE E DEI TERRENI

Le presenti proprietà geomeccaniche del terreno di fondazione sono riportate nella Relazione Specialistica Geotecnica in atti.

Ai fini delle verifiche di sicurezza si considerano i seguenti parametri meccanici:

Peso specifico secco:	γ	=	18 kN/m ³
Angolo di attrito interno del rinterro:	Φ	=	26° a favore di sicurezza
Resistenza di progetto:	q_a	=	300 kN/m ²
Kw verticale zona centrale:	K_{wv}	=	4500 kN/m ³
Kw orizzontale = Kw verticale / 2:	K_{wh}	=	2250 kN/m ³

6 - ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si analizzano i valori caratteristici dei carichi agenti sulla struttura oggetto di verifica, preventivamente approvati dal Committente.

Tutti i carichi elementari non sono fattorizzati.

6.1 PESI DEI MATERIALI STRUTTURALI (G1)

Il peso proprio degli elementi strutturali modellati nel software di calcolo è tenuto in conto direttamente dal programma di calcolo, secondo le dimensioni degli elementi ed i relativi pesi specifici, che qui di seguito si elencano:

Cemento armato C25/30:	25.0	kN/m ³
Acciaio strutturale S235:	78.5	kN/m ³

Le sezioni tipiche di calcestruzzo sono le seguenti:

- * muri 0.30 m
- * platea di fondazione 0.30 m

6.2 SPINTA E PESO DEL TERRAPIENO (G2B)

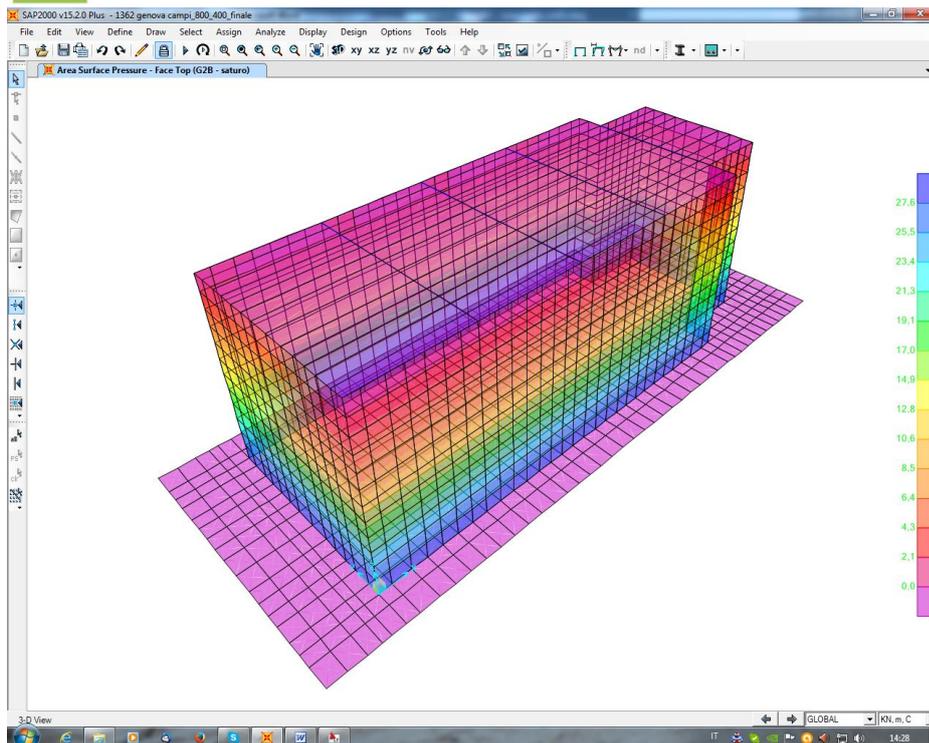
Si considera a favore di sicurezza la spinta a riposo del terrapieno.

$$K_0 = 1 - \sin \Phi = 1 - \sin 26^\circ \approx 0.56$$

Si considera il peso del terreno saturo $\gamma_{\text{sat}} = 21 \text{ kN/m}^3$

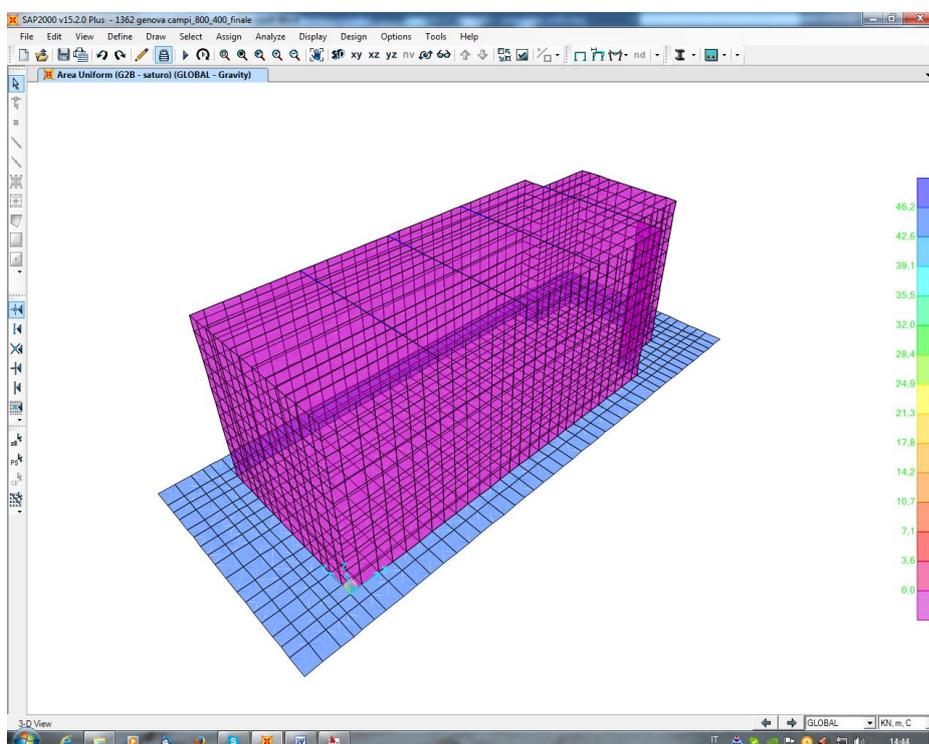
La spinta massima alla base del muro più alto sarà quindi pari a:

$$p_b = K_0 \gamma_{\text{sat}} H = 0.56 \times 21 \times 2.50 = 29.40 \text{ kN/m}^2$$



All'estradosso della platea di fondazione grava il peso del terreno pari a:

$$g_b = \gamma_{\text{sat}} H = 21 \times 2.20 = 46.20 \text{ kN/m}^2$$



6.3 AZIONI VARIABILI

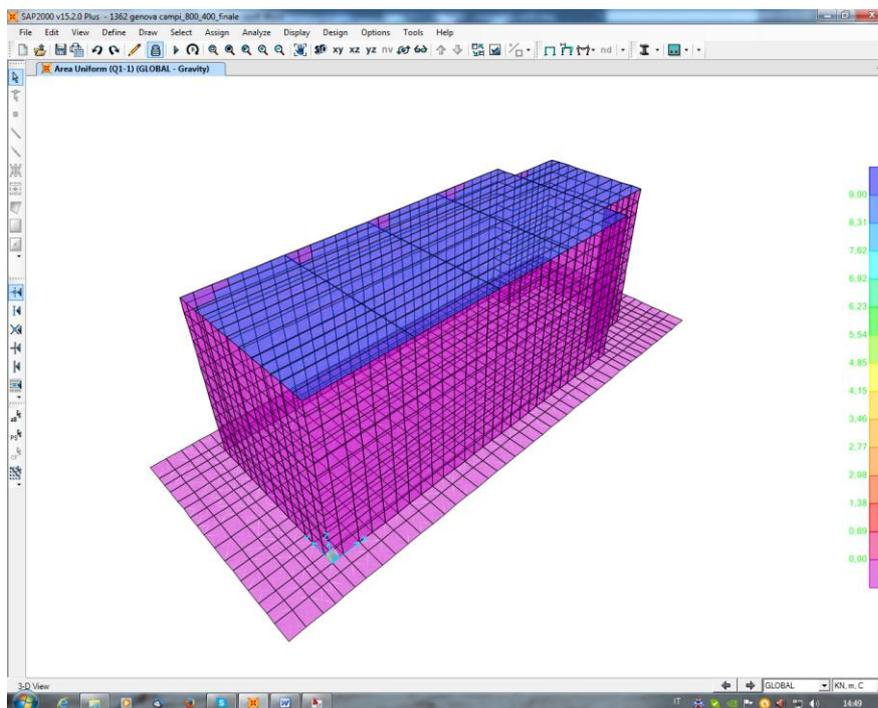
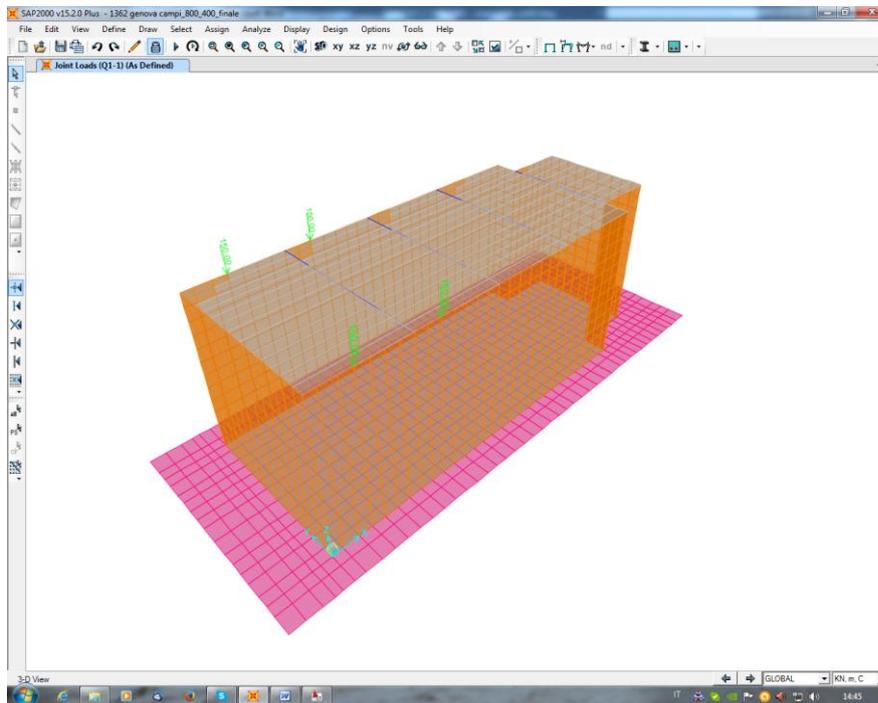
6.3.1 CARICHI VARIABILI DOVUTI AL TRAFFICO STRADALE (Q)

I carichi variabili previsti dovuti al traffico stradale sono quelli per Schema di Carico n. 1 e n. 2 [NCT§5.1.3.3.3], essendo la via di circolazione classificata di tipo locale senza limitazione di carico:

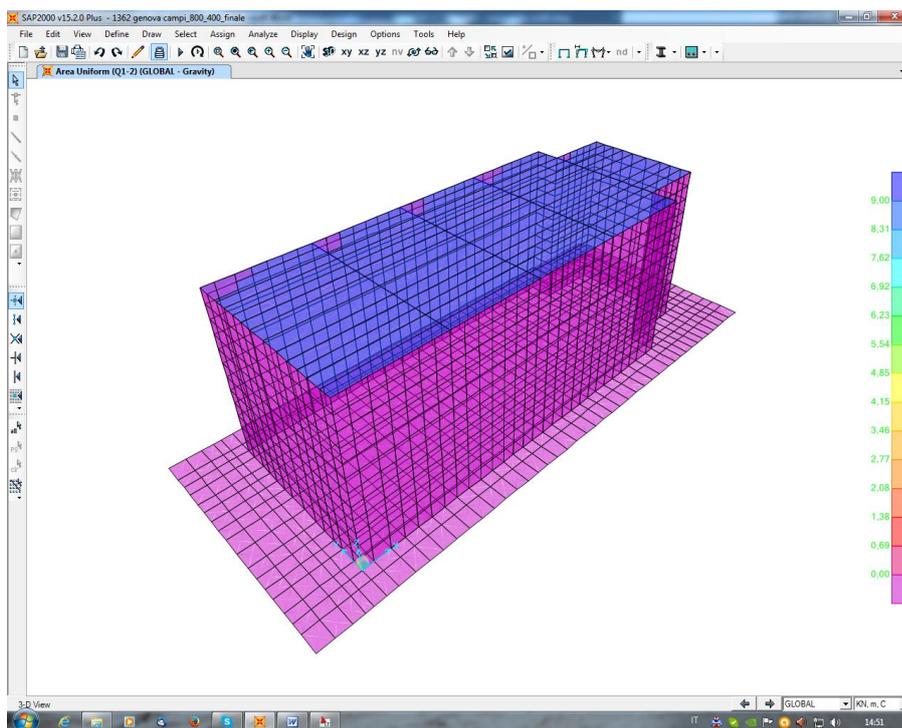
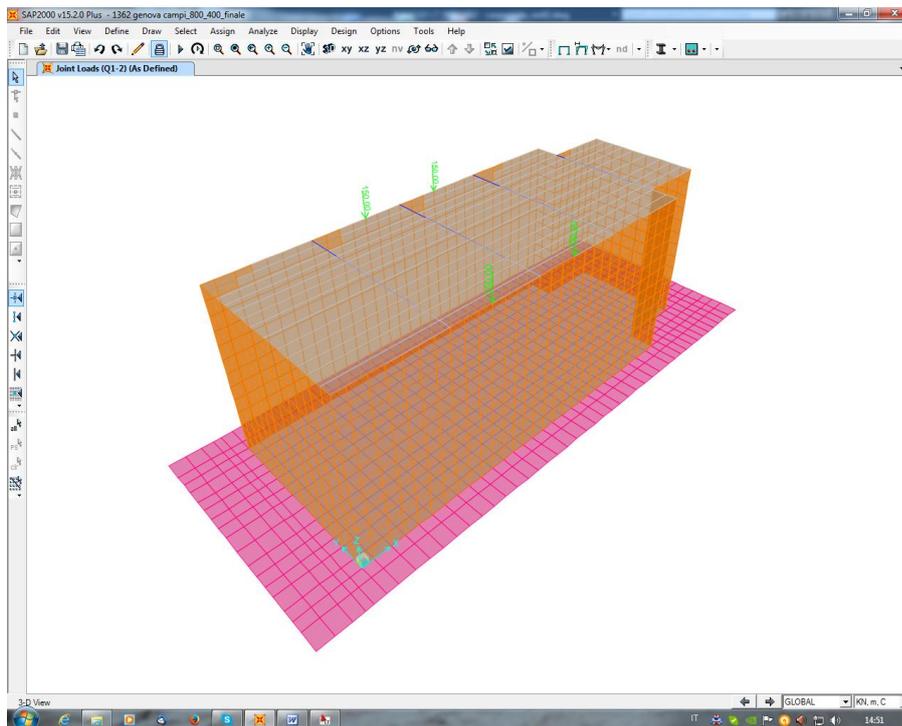
tipo	Azioni variabili [NCT tab 5.1.II - Fig. 5.1.2]		Coefficienti di combinazione [NCT tab 2.5.I]		
	Qk - [kN]	qk - [kN/m ²]	γ_{0i}	γ_{1i}	γ_{2i}
Schema di carico 1 - corsia 1 Q1 per asse	300	9.00	0.7	0.7	0.6
Schema di carico 2 Q2 per asse	200	--	0.7	0.7	0.6
Q3 = sovraccarico su terrapieno ai lati del manufatto	--	5.00	0.7	0.7	0.6

Si considerano le seguenti posizioni dei carichi variabili:

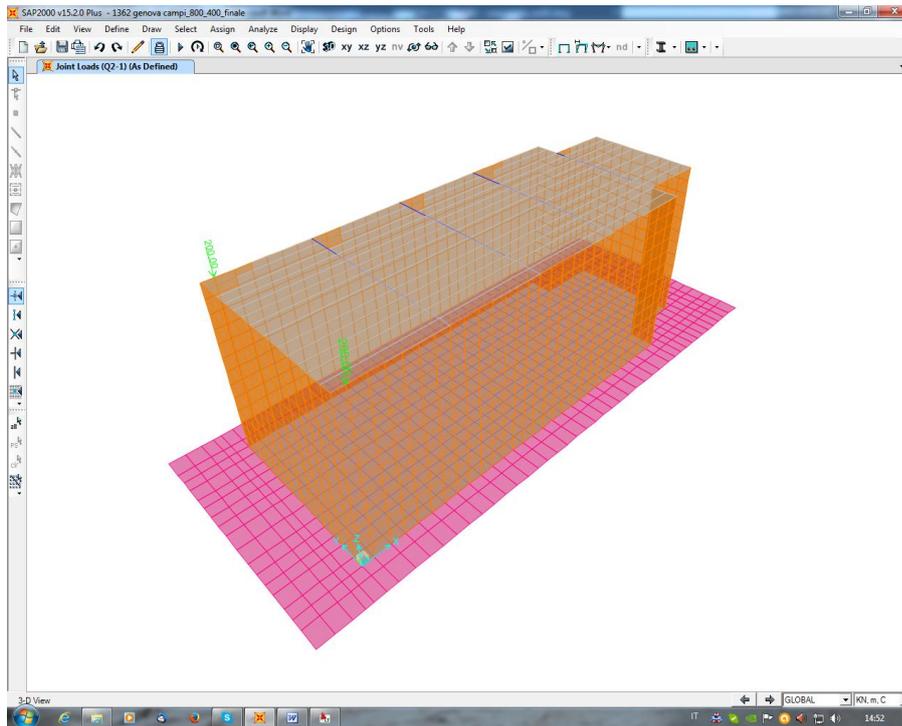
caso di carico Q1-1: schema di carico 1 - corsia 1 - posizione del carico tandem all'estremità



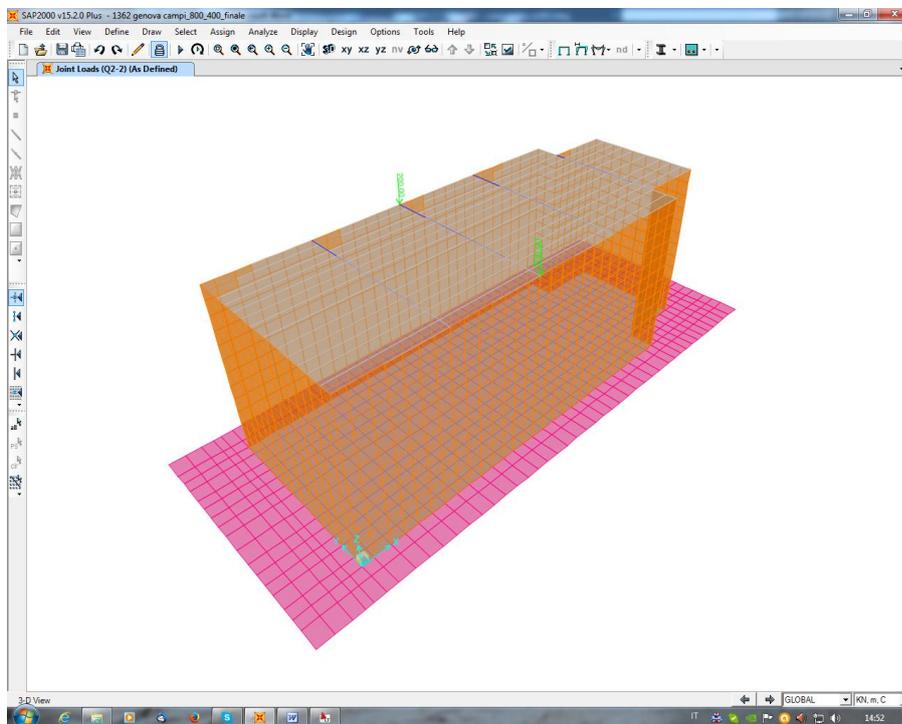
caso di carico Q1-2: schema di carico 1 - corsia 1 - posizione del carico tandem centrale



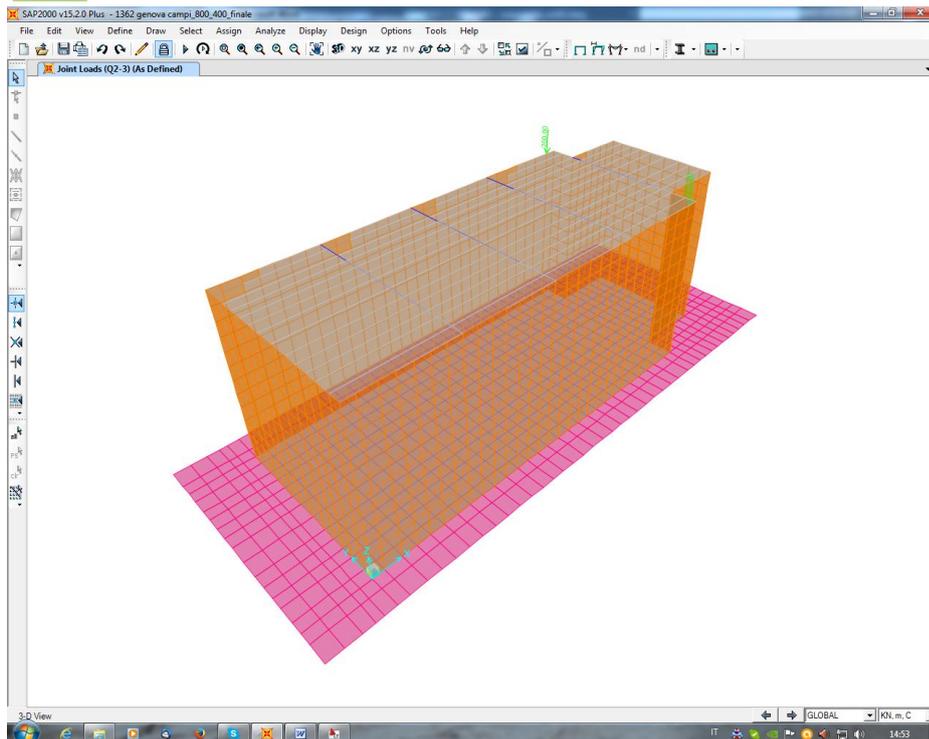
caso di carico Q2-1: schema di carico 2 - posizione dell'asse all'estremità sinistra



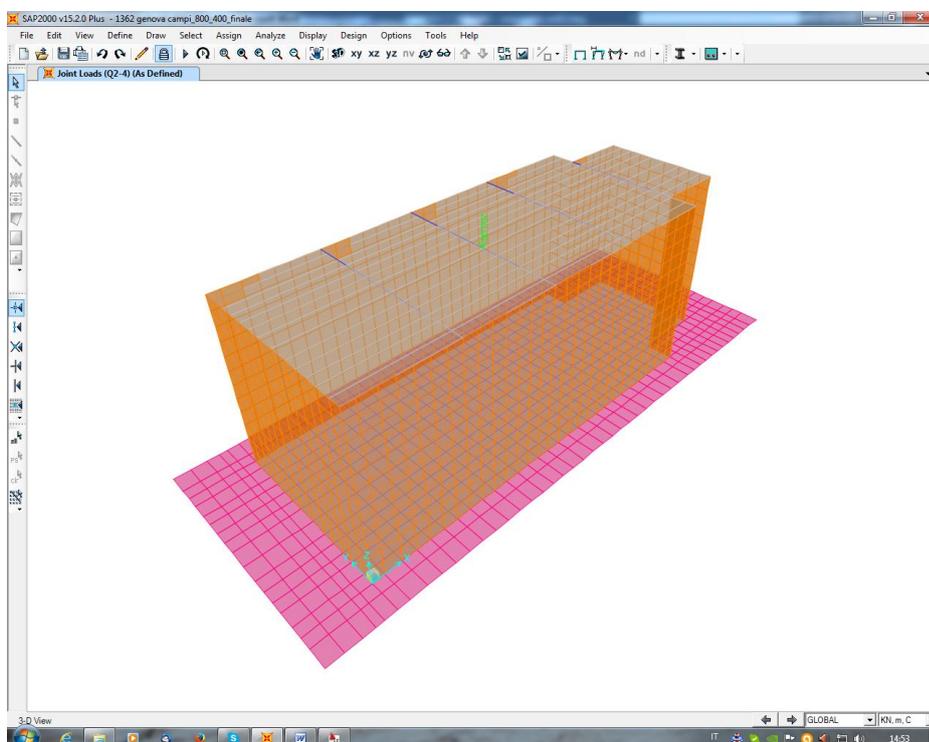
caso di carico Q2-2: schema di carico 2 - posizione dell'asse centrale



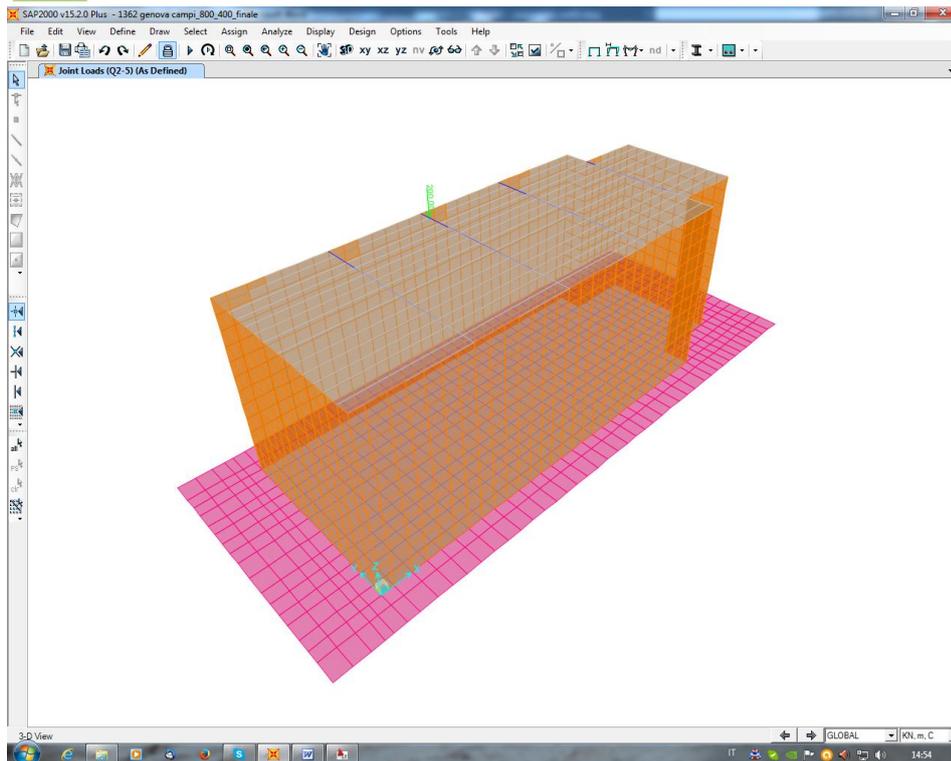
caso di carico Q2-3: schema di carico 2 - posizione dell'asse all'estremità destra



caso di carico Q2-4: schema di carico 2 - posizione di una sola ruota in mezzeria ad una putrella di copertura



caso di carico Q2-5: schema di carico 2 - posizione di una sola ruota in prossimità dell'appoggio di una putrella di copertura



A favore di sicurezza i carichi delle ruote sono stati considerati puntuali, anziché distribuiti sull'impronta di carico.

6.3.2 AZIONE SISMICA (E)

Il calcolo sismico della struttura, viene eseguito secondo le modalità previste in NTC par. 7.

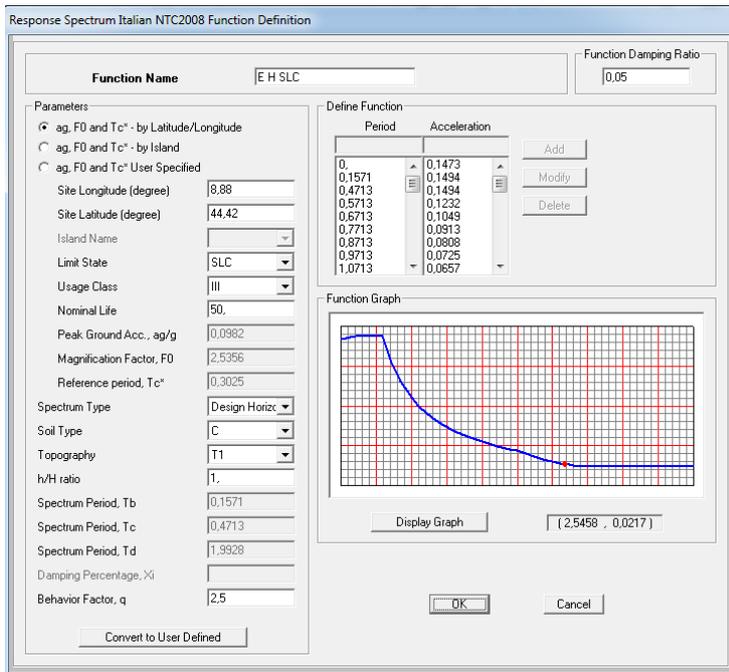
Si considera la struttura in classe di duttilità B.

Zona:	4	
latitudine:	44°.42	
longitudine:	8°.88	
Spettro:	orizzontale di progetto per SLU orizzontale elastico per SLE	
Tipo di suolo:	C	[NCT tab 3.2.II]
Categoria topografica:	T1	[NCT tab 3.2.VI]
Analisi lineare dinamica		[NCT§7.3.3.1]
Coefficiente di struttura:	2.50 per sisma orizzontale	

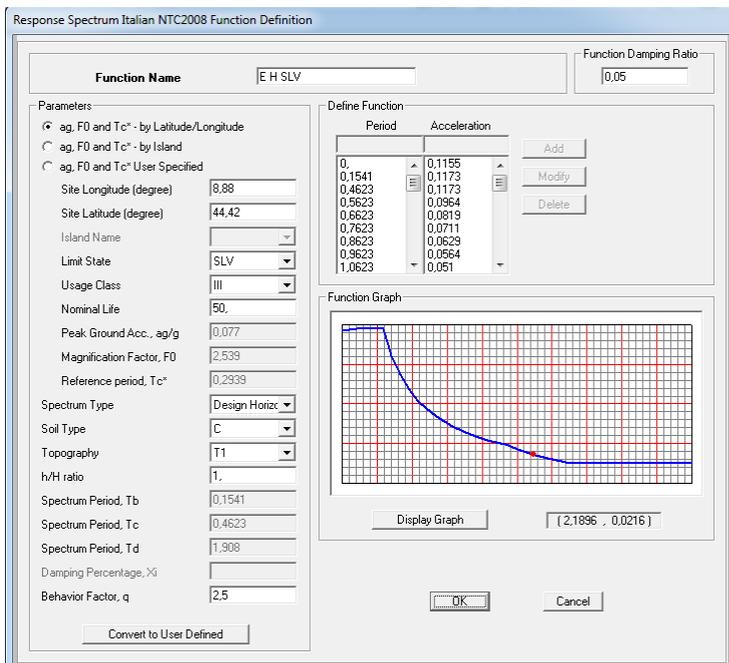
Gli spettri orizzontali e verticali di progetto ed elastico vengono generati automaticamente dal codice di calcolo per gli stati limite SLV (stato limite ultimo di salvaguardia della vita), SLC (stato limite ultimo di prevenzione del collasso, SLD (stato limite di esercizio di danno) e SLO (stato limite di esercizio di operatività).

Da analisi preliminari, lo SLO risulta non significativo per il tipo di manufatto, in quanto il contributo tensionale risulta ampiamente inferiore a quello delle spinte geostatiche e dei sovraccarichi applicati; quindi non è riportato nelle successive analisi.

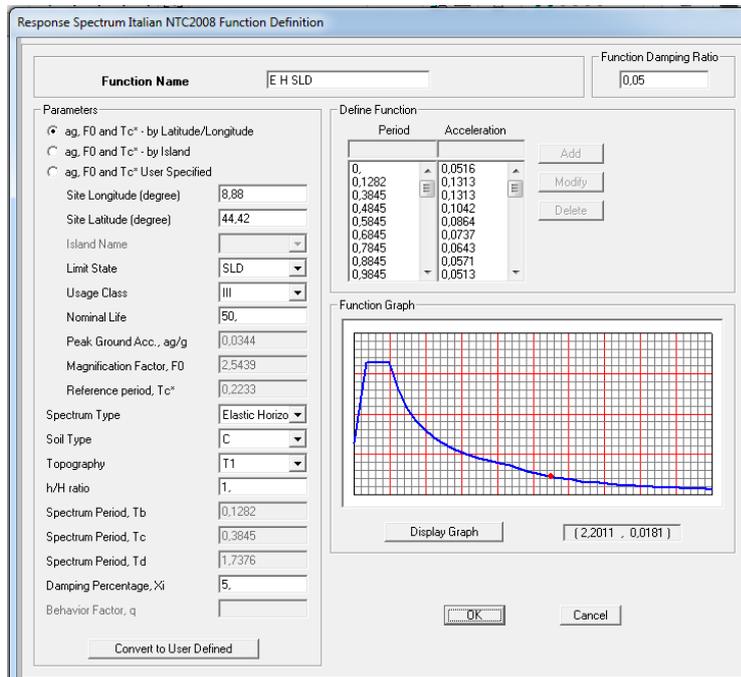
spettro di progetto sisma orizzontale SLC:



spettro di progetto sisma orizzontale SLV:



spettro elastico sisma orizzontale SLD:



Si considera il sisma orizzontale agente secondo le due direzioni principali X ed Y.

6.3.3 AZIONE DEL VENTO

Essendo la struttura confinata lateralmente dal terrapieno, non si considera il carico dovuto al vento.

6.3.4 AZIONE DELLA NEVE

La struttura oggetto di intervento è sita ad una quota inferiore a 200 m s.l.m.m. in Zona II, pertanto il valore caratteristico del carico neve al suolo è pari a:

$$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Tale valore è notevolmente inferiore ai carichi variabili assunti dovuti al traffico stradale.

Non si considererà dunque il carico da neve.

6.3.5 AZIONI ECCEZIONALI

Non agiscono azioni eccezionali.

6.3.6 CASI DI CARICO

I casi di carico implementati sono i seguenti, ove i carichi variabili Q1 e Q2, sono tra loro alternativi e non combinabili ed il carico Q3 considerato contemporaneo ai precedenti:

TABLE: Load Case Definitions				
Case	Type	InitialCond	ModalCase	DesignType
Text	Text	Text	Text	Text
G1- DEAD	LinStatic	Zero		DEAD
MODAL	LinModal	Zero		OTHER
G2B - saturo	LinStatic	Zero		OTHER
Q1-1	LinStatic	Zero		LIVE
Q1-2	LinStatic	Zero		LIVE
Q2-1	LinStatic	Zero		LIVE
Q2-2	LinStatic	Zero		LIVE
Q2-3	LinStatic	Zero		LIVE
Q2-4	LinStatic	Zero		LIVE
Q2-5	LinStatic	Zero		LIVE
Q3	LinStatic	Zero		LIVE
EH SLV str X	LinRespSpec		MODAL	QUAKE
EH SLC str X	LinRespSpec		MODAL	QUAKE
EH SLD str X	LinRespSpec		MODAL	QUAKE
EH SLV str Y	LinRespSpec		MODAL	QUAKE
EH SLC str Y	LinRespSpec		MODAL	QUAKE
EH SLD str Y	LinRespSpec		MODAL	QUAKE

7 - ANALISI STRUTTURALE

Data la notevole mole di pagine, la descrizione completa (geometria, vincoli, materiali, carichi, ecc.) del modello strutturale tridimensionale non viene allegata; il file è disponibile presso lo scrivente progettista.

Il software utilizzato per la modellazione è SAP2000 Advanced versione 15.2.0.

Il software ha passato tutti i tests NAFEMS e contiene numerosi esempi di VERIFICATIONS, ovvero di calcoli analitici eseguiti manualmente per strutture elementari e il confronto con i risultati dell'analogo modello ad elementi finiti, i quali mostrano che il software riproduce fedelmente il comportamento strutturale statico e/o dinamico del prototipo.

La validazione del modello strutturale realizzato è effettuata in **Allegato 2**, con esempi mostranti la congruenza tra le ipotesi effettuate ed i risultati ottenuti.

7.1 COMBINAZIONI DI CARICO

I valori dei moltiplicatori dei carichi ai fini delle combinazioni di carico, sono in accordo alla Tabella 2.6.I del D.M. 14.01.2008 - colonna "A1 STR":

carichi permanenti	FAVOREVOLI	γ_{G1}	1.0
	SFAVOREVOLI		1.3
carichi permanenti non strutturali	FAVOREVOLI	γ_{G2}	1.0
	SFAVOREVOLI		1.3
Carichi variabili	FAVOREVOLI	γ_{Qi}	0.0
	SFAVOREVOLI		1.5

Per i carichi variabili secondari negli SLU: $\gamma_{Qi} \psi_0 = 1.50 \times 0.7 = 1.05$

Si considera che il carico Q3 sia contemporaneo agli altri carichi variabili dovuti al carico stradale e che quindi non ci siano carichi variabili secondari.

Poichè i carichi permanenti non strutturali sono compiutamente definiti, si assumono per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

STATI LIMITE ULTIMI

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
Dtot	Linear Add	No	Linear Static	G1- DEAD	1
Dtot			Linear Static	G2B - saturo	1
SLU F1	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1,3
SLU F1			Linear Static	Q3	1,5
SLU F1			Linear Static	Q1-1	1,5
SLU F2	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1,3
SLU F2			Linear Static	Q3	1,5
SLU F2			Linear Static	Q1-2	1,5
SLU F3	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1,3
SLU F3			Linear Static	Q3	1,5
SLU F3			Linear Static	Q2-1	1,5
SLU F4	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1,3
SLU F4			Linear Static	Q3	1,5
SLU F4			Linear Static	Q2-2	1,5
SLU F5	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1,3
SLU F5			Linear Static	Q3	1,5
SLU F5			Linear Static	Q2-3	1,5
SLU F6	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1,3
SLU F6			Linear Static	Q3	1,5
SLU F6			Linear Static	Q2-4	1,5
SLU F7	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1,3
SLU F7			Linear Static	Q3	1,5
SLU F7			Linear Static	Q2-5	1,5
SLU F8	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV1	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV1			Response Spectrum	EH SLV str X	1
SLU SLV1			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV1			Linear Static	Q1-1	0,6
SLU SLV2	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV2			Response Spectrum	EH SLV str X	1
SLU SLV2			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV2			Linear Static	Q1-2	0,6
SLU SLV3	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV3			Response Spectrum	EH SLV str X	1
SLU SLV3			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV3			Linear Static	Q2-1	0,6
SLU SLV4	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV4			Response Spectrum	EH SLV str X	1
SLU SLV4			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV4			Linear Static	Q2-2	0,6
SLU SLV5	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV5			Response Spectrum	EH SLV str X	1
SLU SLV5			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV5			Linear Static	Q2-3	0,6
SLU SLV6	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV6			Response Spectrum	EH SLV str X	1
SLU SLV6			Linear Static	Q3	0,6

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLU SLV6			Linear Static	Q2-4	0,6
SLU SLV7	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV7			Response Spectrum	EH SLV str X	1
SLU SLV7			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV7			Linear Static	Q2-5	0,6
SLU SLV8	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV8			Response Spectrum	EH SLV str Y	1
SLU SLV8			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV8			Linear Static	Q1-1	0,6
SLU SLV9	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV9			Response Spectrum	EH SLV str Y	1
SLU SLV9			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV9			Linear Static	Q1-2	0,6
SLU SLV10	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV10			Response Spectrum	EH SLV str Y	1
SLU SLV10			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV10			Linear Static	Q2-1	0,6
SLU SLV11	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV11			Response Spectrum	EH SLV str Y	1
SLU SLV11			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV11			Linear Static	Q2-2	0,6
SLU SLV12	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV12			Response Spectrum	EH SLV str Y	1
SLU SLV12			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV12			Linear Static	Q2-3	0,6
SLU SLV13	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV13			Response Spectrum	EH SLV str Y	1
SLU SLV13			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV13			Linear Static	Q2-4	0,6
SLU SLV14	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLV14			Response Spectrum	EH SLV str Y	1
SLU SLV14			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLV14			Linear Static	Q2-5	0,6
SLU SLC1	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC1			Response Spectrum	EH SLC str X	1
SLU SLC1			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC1			Linear Static	Q1-1	0,6
SLU SLC2	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC2			Response Spectrum	EH SLC str X	1
SLU SLC2			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC2			Linear Static	Q1-2	0,6
SLU SLC3	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC3			Response Spectrum	EH SLC str X	1
SLU SLC3			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC3			Linear Static	Q2-1	0,6
SLU SLC4	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC4			Response Spectrum	EH SLC str X	1
SLU SLC4			Linear Static	Q3	0,6

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLU SLC4			Linear Static	Q2-2	0,6
SLU SLC5	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC5			Response Spectrum	EH SLC str X	1
SLU SLC5			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC5			Linear Static	Q2-3	0,6
SLU SLC6	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC6			Response Spectrum	EH SLC str X	1
SLU SLC6			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC6			Linear Static	Q2-4	0,6
SLU SLC7	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC7			Response Spectrum	EH SLC str X	1
SLU SLC7			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC7			Linear Static	Q2-5	0,6
SLU SLC8	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC8			Response Spectrum	EH SLC str Y	1
SLU SLC8			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC8			Linear Static	Q1-1	0,6
SLU SLC9	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC9			Response Spectrum	EH SLC str Y	1
SLU SLC9			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC9			Linear Static	Q1-2	0,6
SLU SLC10	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC10			Response Spectrum	EH SLC str Y	1
SLU SLC10			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC10			Linear Static	Q2-1	0,6
SLU SLC11	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC11			Response Spectrum	EH SLC str Y	1
SLU SLC11			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC11			Linear Static	Q2-2	0,6
SLU SLC12	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC12			Response Spectrum	EH SLC str Y	1
SLU SLC12			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC12			Linear Static	Q2-3	0,6
SLU SLC13	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC13			Response Spectrum	EH SLC str Y	1
SLU SLC13			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC13			Linear Static	Q2-4	0,6
SLU SLC14	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLU SLC14			Response Spectrum	EH SLC str Y	1
SLU SLC14			Linear Static	Q3	0,6
SLU SLC14			Linear Static	Q2-5	0,6

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLE R1	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLE R1			Linear Static	Q3	1
SLE R1			Linear Static	Q1-1	1
SLE R2	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE R2			Linear Static	Q3	1
SLE R2			Linear Static	Q1-2	1
SLE R3	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE R3			Linear Static	Q3	1
SLE R3			Linear Static	Q2-1	1
SLE R4	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE R4			Linear Static	Q3	1
SLE R4			Linear Static	Q2-2	1
SLE R5	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE R5			Linear Static	Q3	1
SLE R5			Linear Static	Q2-3	1
SLE R6	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE R6			Linear Static	Q3	1
SLE R6			Linear Static	Q2-4	1
SLE R7	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE R7			Linear Static	Q3	1
SLE R7			Linear Static	Q2-5	1
SLE F1	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE F1			Linear Static	Q3	0,7
SLE F1			Linear Static	Q1-1	0,7
SLE F2	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE F2			Linear Static	Q3	0,7
SLE F2			Linear Static	Q1-2	0,7
SLE F3	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE F3			Linear Static	Q3	0,7
SLE F3			Linear Static	Q2-1	0,7
SLE F4	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE F4			Linear Static	Q3	0,7
SLE F4			Linear Static	Q2-2	0,7
SLE F5	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE F5			Linear Static	Q3	0,7
SLE F5			Linear Static	Q2-3	0,7
SLE F6	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE F6			Linear Static	Q3	0,7
SLE F6			Linear Static	Q2-4	0,7
SLE F7	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE F7			Linear Static	Q3	0,7
SLE F7			Linear Static	Q2-5	0,7
SLE P1	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE P1			Linear Static	Q3	0,6
SLE P1			Linear Static	Q1-1	0,6
SLE P2	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE P2			Linear Static	Q3	0,6
SLE P2			Linear Static	Q1-2	0,6
SLE P3	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLE P3			Linear Static	Q3	0,6
SLE P3			Linear Static	Q2-1	0,6
SLE P4	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE P4			Linear Static	Q3	0,6
SLE P4			Linear Static	Q2-2	0,6
SLE P5	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE P5			Linear Static	Q3	0,6
SLE P5			Linear Static	Q2-3	0,6
SLE P6	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE P6			Linear Static	Q3	0,6
SLE P6			Linear Static	Q2-4	0,6
SLE P7	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE P7			Linear Static	Q3	0,6
SLE P7			Linear Static	Q2-5	0,6
SLE SLD1	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD1			Response Spectrum	EH SLD str X	1
SLE SLD1			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD1			Linear Static	Q1-1	0,6
SLE LSD2	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE LSD2			Response Spectrum	EH SLD str X	1
SLE LSD2			Linear Static	Q3	0,6
SLE LSD2			Linear Static	Q1-2	0,6
SLE LSD3	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE LSD3			Response Spectrum	EH SLD str X	1
SLE LSD3			Linear Static	Q3	0,6
SLE LSD3			Linear Static	Q2-1	0,6
SLE SLD4	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD4			Response Spectrum	EH SLD str X	1
SLE SLD4			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD4			Linear Static	Q2-2	0,6
SLE LSD5	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE LSD5			Response Spectrum	EH SLD str X	1
SLE LSD5			Linear Static	Q3	0,6
SLE LSD5			Linear Static	Q2-3	0,6
SLE SLD6	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD6			Response Spectrum	EH SLD str X	1
SLE SLD6			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD6			Linear Static	Q2-4	0,6
SLE SLD7	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD7			Response Spectrum	EH SLD str X	1
SLE SLD7			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD7			Linear Static	Q2-5	0,6
SLE SLD8	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD8			Response Spectrum	EH SLD str Y	1
SLE SLD8			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD8			Linear Static	Q1-1	0,6
SLE SLD9	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD9			Response Spectrum	EH SLD str Y	1

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLE SLD9			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD9			Linear Static	Q1-2	0,6
SLE SLD10	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD10			Response Spectrum	EH SLD str Y	1
SLE SLD10			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD10			Linear Static	Q2-1	0,6
SLE SLD11	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD11			Response Spectrum	EH SLD str Y	1
SLE SLD11			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD11			Linear Static	Q2-2	0,6
SLE SLD12	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD12			Response Spectrum	EH SLD str Y	1
SLE SLD12			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD12			Linear Static	Q2-3	0,6
SLE SLD13	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD13			Response Spectrum	EH SLD str Y	1
SLE SLD13			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD13			Linear Static	Q2-4	0,6
SLE SLD14	Linear Add	No	Response Combo	Dtot	1
SLE SLD14			Response Spectrum	EH SLD str Y	1
SLE SLD14			Linear Static	Q3	0,6
SLE SLD14			Linear Static	Q2-5	0,6

INVILUPPI

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
INV-SLU	Envelope	No	Response Combo	SLU F1	1
INV-SLU			Response Combo	SLU F2	1
INV-SLU			Response Combo	SLU F3	1
INV-SLU			Response Combo	SLU F4	1
INV-SLU			Response Combo	SLU F5	1
INV-SLU			Response Combo	SLU F6	1
INV-SLU			Response Combo	SLU F7	1
INV-SLU			Response Combo	SLU F8	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC1	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC2	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC3	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC4	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC5	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC6	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC7	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC8	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC9	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC10	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC11	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC12	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC13	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLC14	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV1	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV2	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV3	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV4	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV5	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV6	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV7	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV8	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV9	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV10	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV11	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV12	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV13	1
INV-SLU			Response Combo	SLU SLV14	1
INV-SLE-F	Envelope	No	Response Combo	SLE F1	1
INV-SLE-F			Response Combo	SLE F2	1
INV-SLE-F			Response Combo	SLE F3	1
INV-SLE-F			Response Combo	SLE F4	1
INV-SLE-F			Response Combo	SLE F5	1
INV-SLE-F			Response Combo	SLE F6	1
INV-SLE-F			Response Combo	SLE F7	1
INV-SLE-R	Envelope	No	Response Combo	SLE R1	1
INV-SLE-R			Response Combo	SLE R2	1
INV-SLE-R			Response Combo	SLE R3	1
INV-SLE-R			Response Combo	SLE R4	1

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
INV-SLE-R			Response Combo	SLE R5	1
INV-SLE-R			Response Combo	SLE R6	1
INV-SLE-R			Response Combo	SLE R7	1
INV-SLE-P	Envelope	No	Response Combo	SLE P1	1
INV-SLE-P			Response Combo	SLE P2	1
INV-SLE-P			Response Combo	SLE P3	1
INV-SLE-P			Response Combo	SLE P4	1
INV-SLE-P			Response Combo	SLE P5	1
INV-SLE-P			Response Combo	SLE P6	1
INV-SLE-P			Response Combo	SLE P7	1
INV-SLE-SLD	Envelope	No	Response Combo	SLE SLD1	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE LSD2	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE LSD3	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD4	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE LSD5	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD6	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD7	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD8	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD9	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD10	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD11	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD12	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD13	1
INV-SLE-SLD			Response Combo	SLE SLD14	1

7.2 ANALISI STRUTTURALE

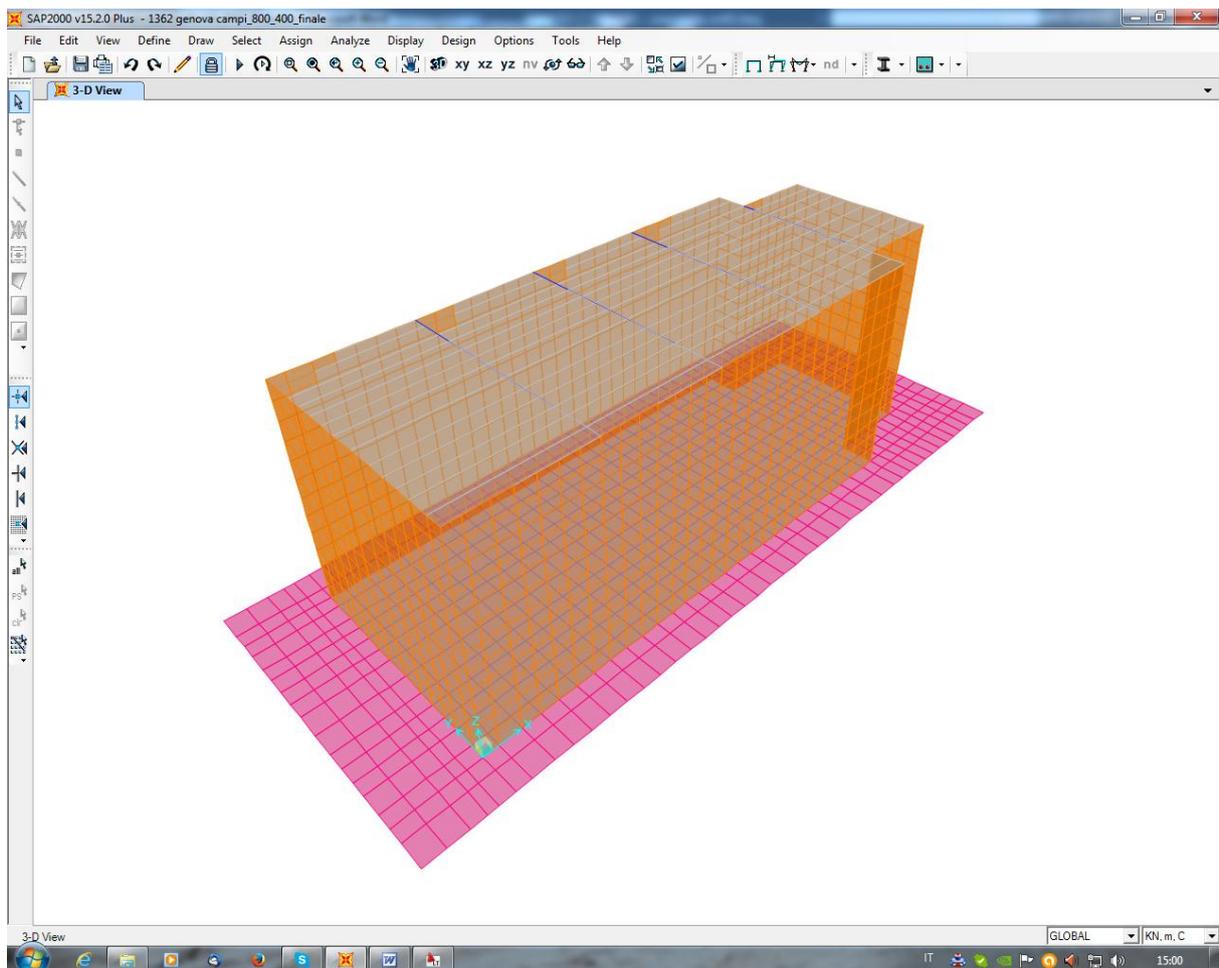
Il calcolo sismico viene condotto in base alle NCT capitolo 7, attraverso un'analisi di tipo "lineare dinamica" [NTC§7.3.3.1].

Il calcolo per i casi non sismici è di tipo statico lineare.

I legami sforzi-deformazioni dei materiali sono stati schematizzati come segue:

Calcestruzzo:	Modello Parabola-Rettangolo
Barre di armatura:	Modello Elastico-Perfettamente plastico indefinito
acciaio strutturale:	Modello Elastico-Perfettamente plastico indefinito

Nel seguito si mostra un'immagine del modello implementato, con elementi piastra in elevazione, elementi piastra su suolo alla Winkler per la platea di fondazione ed elementi trave per i puntoni in acciaio:



Assi globali del modello

- X direzione monte/valle del canale principale
- Y direzione destra/sinistra del canale principale
- Z direzione verticale verso l'alto

7.3 VERIFICHE STRUTTURALI GLOBALI

Per le verifiche di stabilità globale, si rimanda alla Relazione specialistica geotecnica in atti.

Contenimento del danno di elementi non strutturali:

Gli elementi non strutturali, quali tubazioni e cavidotti, sono dotati di giunti flessibili. Pertanto, non risulta necessario approfondire il comportamento strutturale relativo agli stati deformativi indotti dall'azione sismica.

Deformata massima della struttura:

Le deformate strutturali sono trascurabili, data la rigidità del manufatto.

8 - VERIFICHE STRUTTURALI – ELEMENTI IN C.A.

Nel presente paragrafo vengono condotte le verifiche strutturali di resistenza e di stabilità delle membrature in cemento armato normale.

8.1 VERIFICHE RELATIVE ALLE PARETI - SLU

F11 = carico assiale orizzontale

F22 = carico assiale verticale

M11, V13 momento flettente intorno all'asse verticale della parete e taglio associato

M22, V23 momento flettente intorno all'asse longitudinale della parete e taglio associato

I valori massimi delle azioni interne sono desunti dal calcolo automatico condotto.

I carichi assiali derivanti dal codice di calcolo automatico sono positivi se di trazione.

I calcoli dei domini resistenti delle sezioni viene condotto con il software "Calcolo rapido agli stati limite di sezioni in c.a." del dr. ing. Salvatore Palermo. Si considerano positive le compressioni.

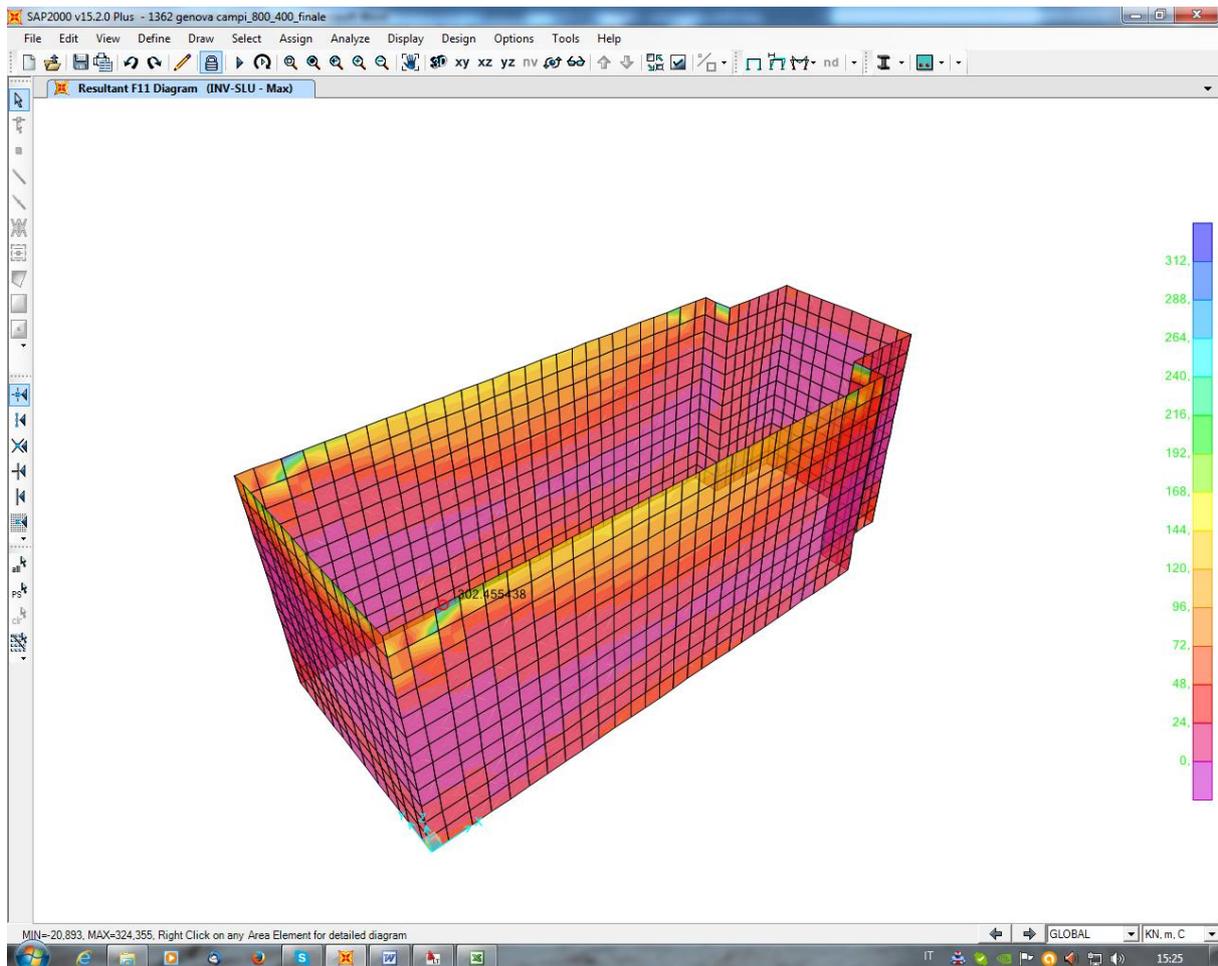
Nel seguito si indicano "monte" e "valle", relativamente al modello.

I massimi valori locali delle azioni interne sono così identificati:

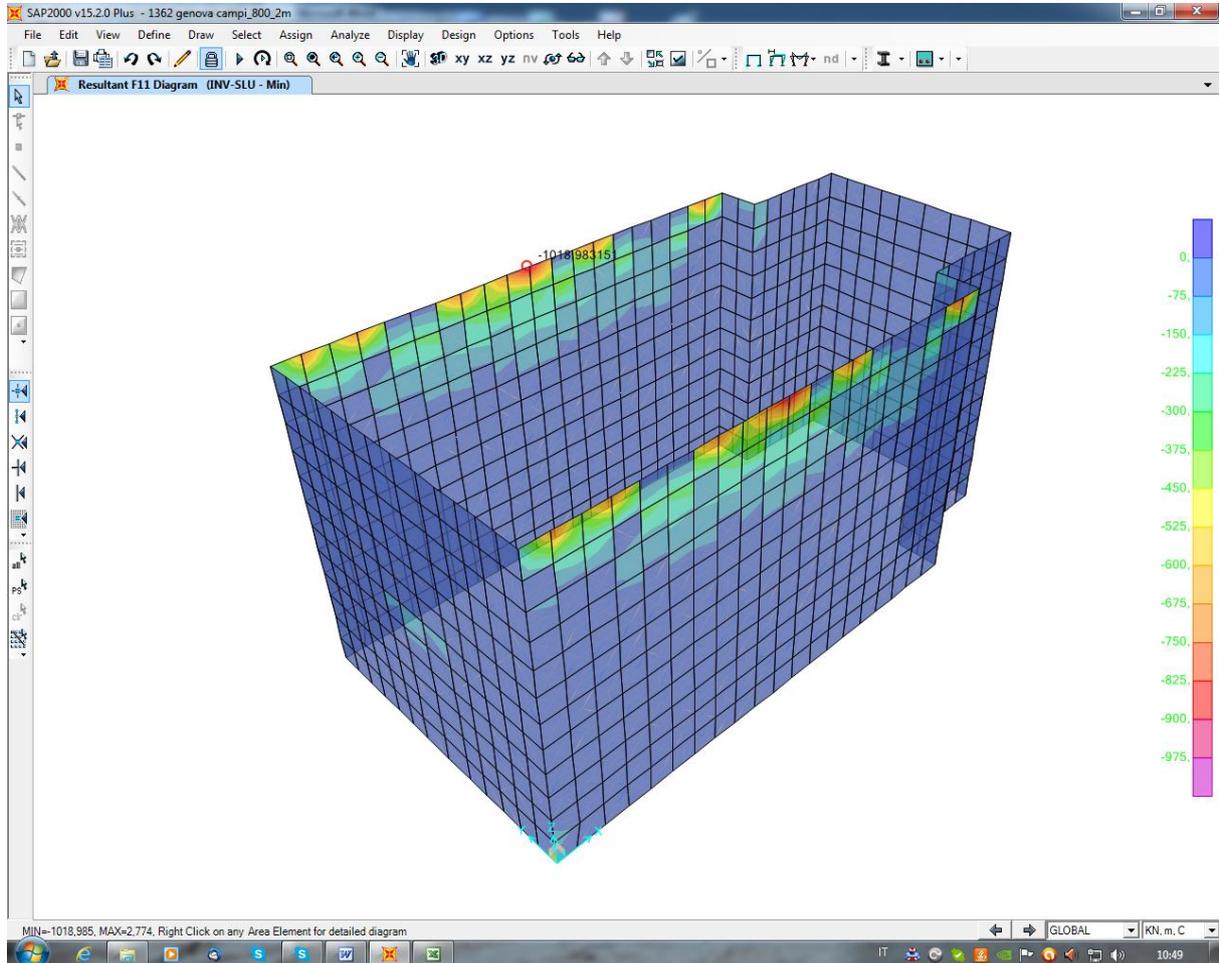
F11 [kN/m]	F22 [kN/m]	M11 [kNm/m]	M22 [kNm/m]	V13 [kN/m]	V23 [kN/m]
300	230	3	2		
250	263	6	1		
-1080	-1911	10	1		
-62	-517	22	27		
16	122	3	35		
				60	50

F11max: 300 kNm/m valore localizzato nella striscia superiore $h = 30$ cm e puntuale

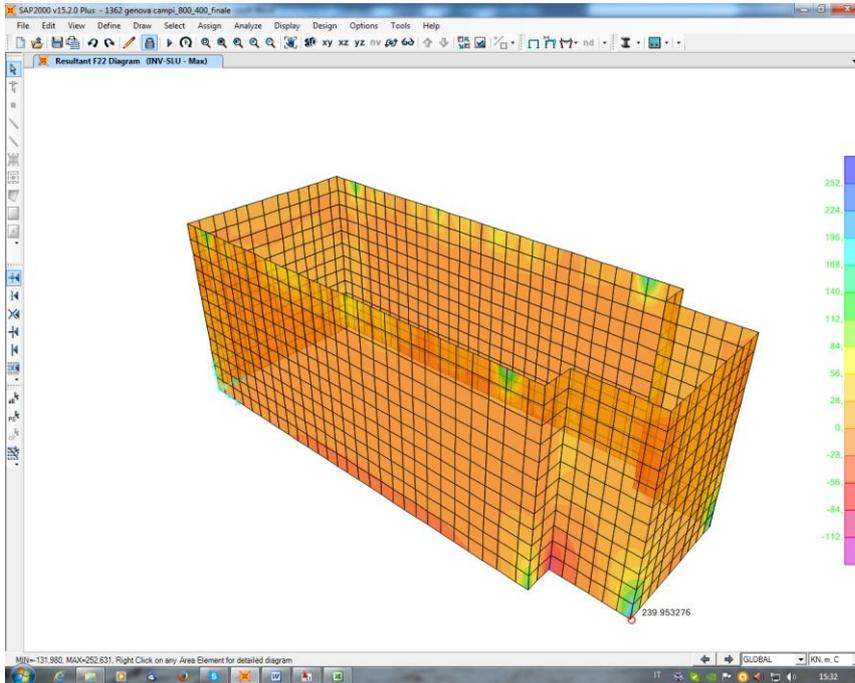
F11medio: 180 kNm/m valore medio nella striscia (lato trasversale di monte)



F11min: - 1080 kNm/m valore localizzato agli appoggi delle travi in acciaio e puntuale
F11medio: 655 kNm/m valore medio nella striscia (lato longitudinale sinistro)

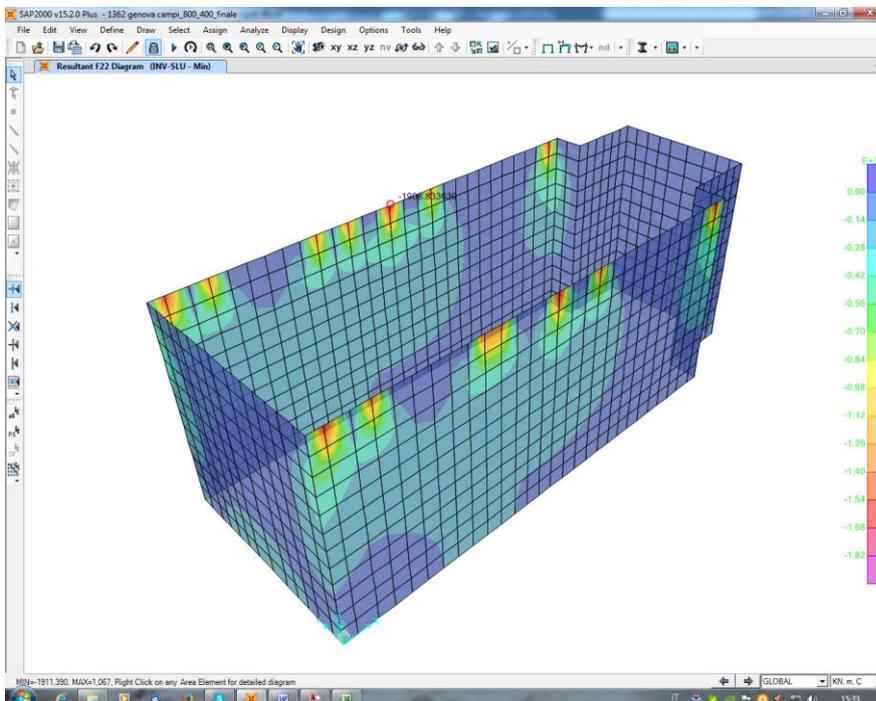


F22max: 263 kNm/m valore localizzato nello spigolo basso al cambio di forma del manufatto

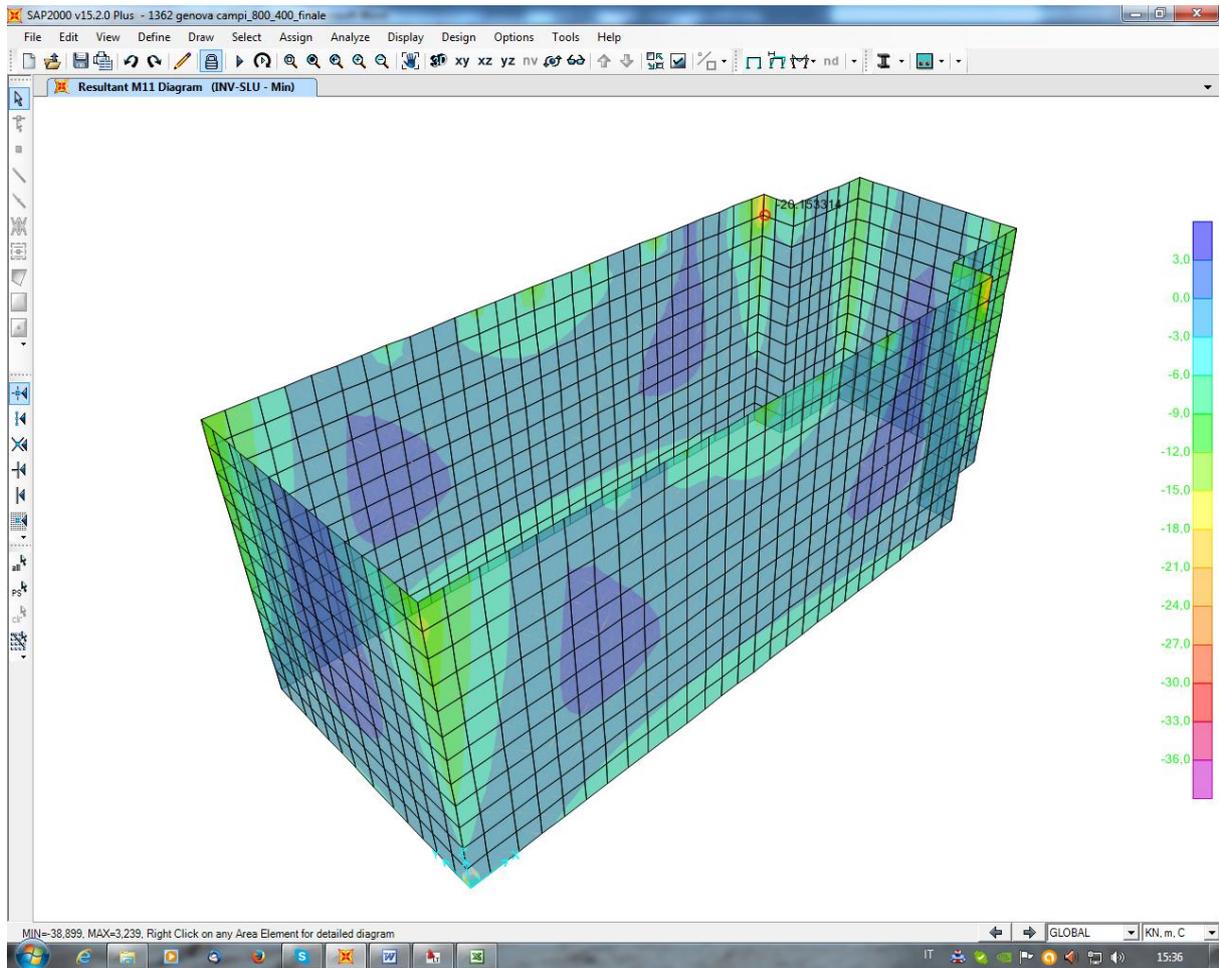


F22min: -1911 kNm/m valore localizzato agli appoggi delle travi in acciaio

F22min: -1140 kNm/m valore al di sotto della fascia superiore



M11max: 22 kNm/m nella zona spigolo cambio forma

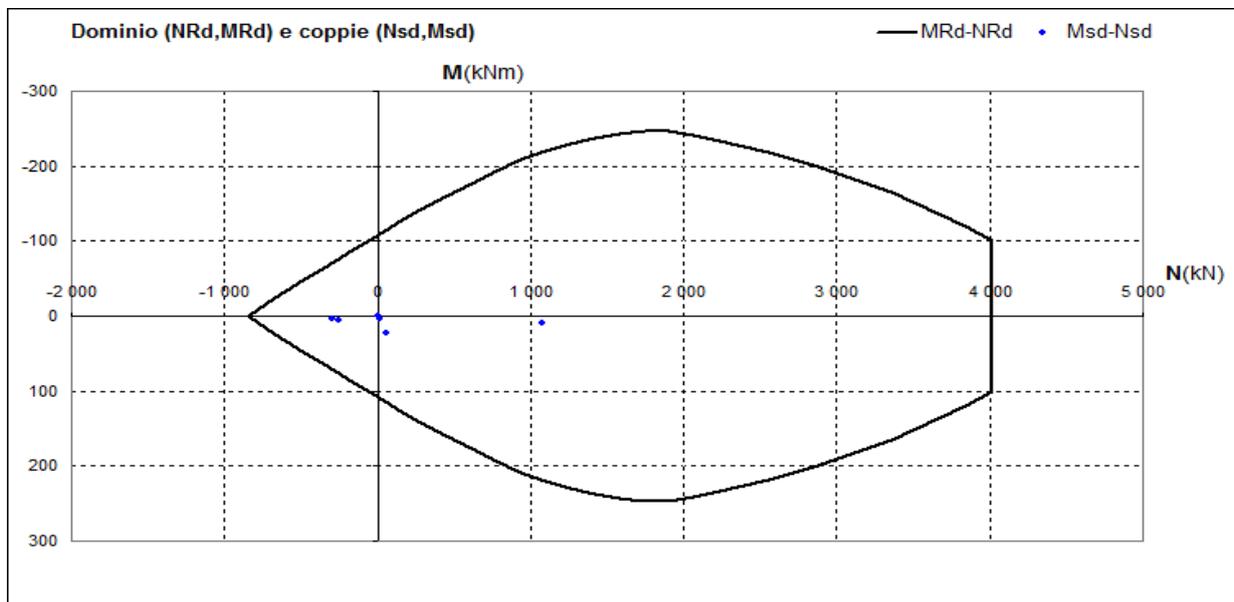


Si considera una sezione rettangolare 1000 x 300 mm.

L'armatura orizzontale corrente viene assunta pari a:

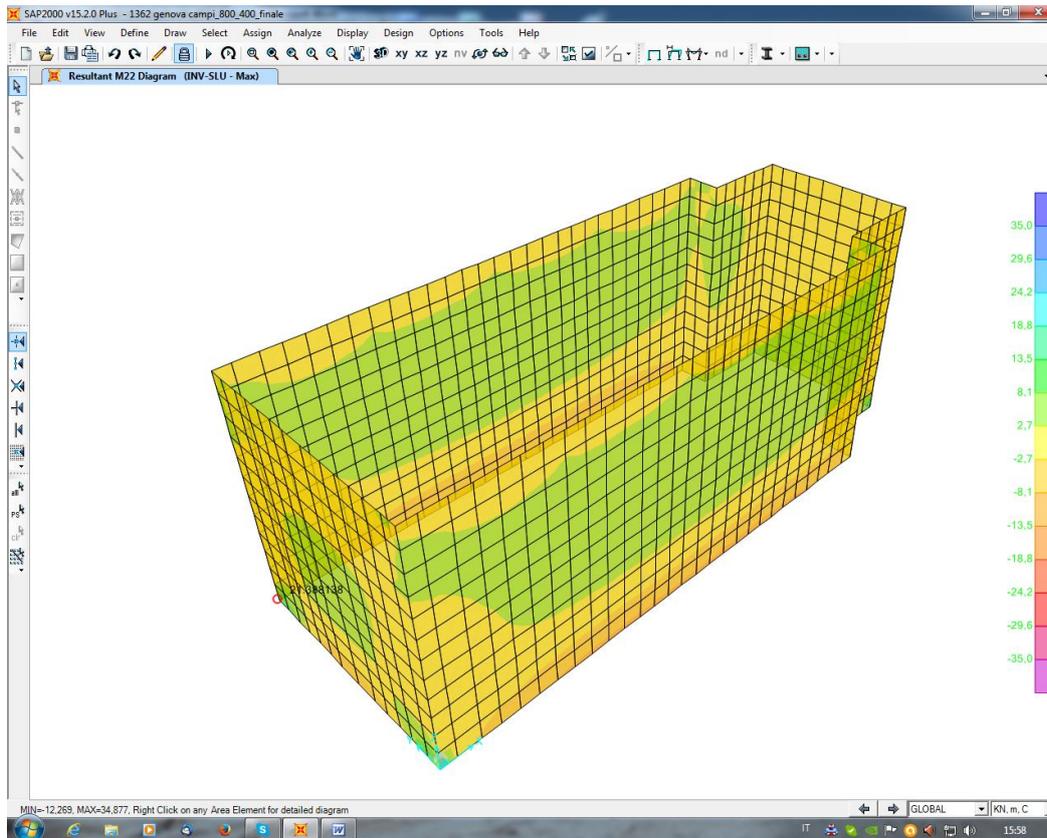
$$A_s = A'_s = \phi 12/100 \quad A_s = A'_s = 1131 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Coppie sollecitanti da verificare			Positive le compressioni	
	Nsd (kN)	Msd (kNm)		MRd per Nsd
1	- 300,00	3,00		70,90
2	- 250,00	6,00		77,02
3	1 080,00	10,00		218,72
4	62,00	22,00		114,87
5	16,00	3,00		109,35
NRd-max= (Ac - ΣAs)·(α fcd /1,25) + Σ(As fyd)=kN			4 009,26	



$$N_{max} = 1080 \text{ kN} < 40\% \text{ NRd} = 0.40 \times 4009 = 1604 \text{ kN}$$

M22 max: 35 kNm/m nella zona di spigolo inferiore

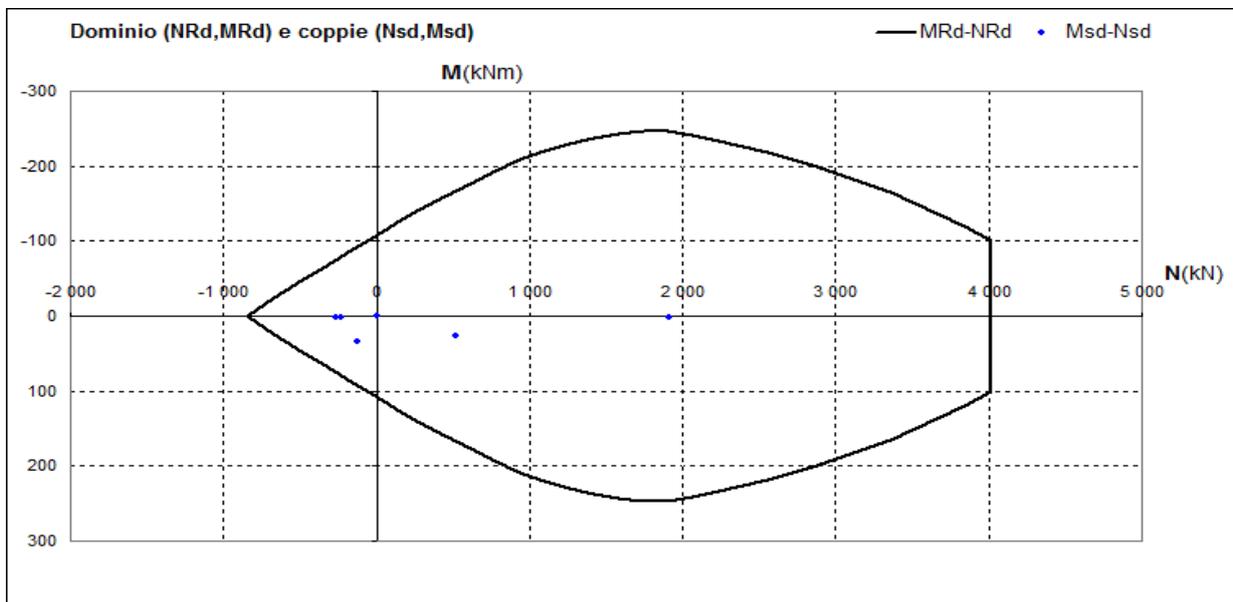


Si considera una sezione rettangolare 1000 x 300 mm.

L'armatura verticale corrente viene assunta pari a:

$$A_s = A'_s = \phi 12/100 \quad A_s = A'_s = 1131 \text{ mm}^2/\text{m}$$

	Coppie sollecitanti da verificare		MRd per Nsd
	Nsd (kN)	Msd (kNm)	
1	- 230,00	2,00	79,46
2	- 263,00	1,00	75,43
3	1 911,00	1,00	246,72
4	517,00	27,00	167,24
5	- 122,00	35,00	92,63
NRd-max= (Ac - ΣAs)·(α fcd /1,25) + Σ(As fyd)=kN			4 009,26



Per la **verifica locale a schiacciamento** nella zona di appoggio delle travi in acciaio si considera:

$$A_{\text{Carico norma}} = \text{area dell'impronta di carico secondo [NTC Figura 5.1.2]} = 0.35 \times 0.60 = 0.21 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Carico}} = \text{area dell'impronta di carico sul muro} = 0.35 \times 0.30 = 0.105 \text{ m}^2 = 105000 \text{ mm}^2$$

$$F_d = \text{carico massimo di progetto} = Q_{\text{max}} \times \gamma_{Q1} = 200 \times 1.5 = 300 \text{ kN}$$

$$f_{cd}^* = \text{resistenza di calcolo a compressione} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times 25 / 1.5 = 14.17 \text{ kN/mm}^2$$

[NTC§4.1.2.1.1]

$$F_{\text{res}} = f_{cd}^* \times A_{\text{Carico}} = 14.17 \times 105000 = 1.487 \text{ kN} > F_d$$

La verifica locale a schiacciamento è positiva.

Verifica a pressoflessione deviata

[NCT 7.4.4.5.2.1 - 7.4.4.2.2 - 4.1.2.1.2]

Si assume a favore di sicurezza $\alpha = 1$

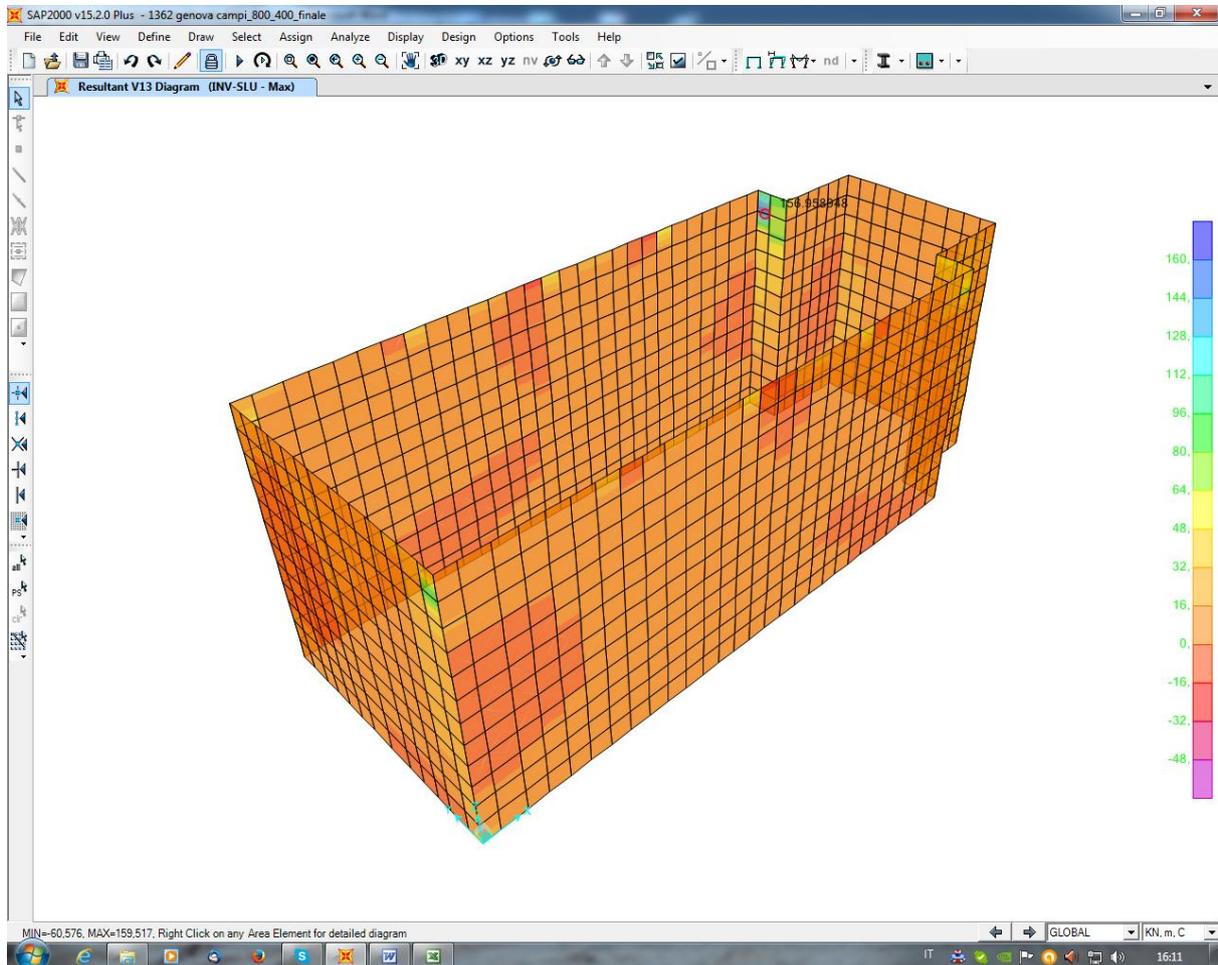
M11				M22			M11 + M22		
MRd per Nsd	M'Rd = 70% di MRd	Msd (kNm)	cs1 = Msd/M'Rd	MRd per Nsd	M'Rd = 70% di MRd	Msd (kNm)	cs2 = Msd/M'Rd	cs = cs1 + cs2	
70,9	49,63	3	0,060	79,46	55,622	2	0,036	0,096	cs<=1
77,02	53,914	6	0,111	75,43	52,801	1	0,019	0,130	cs<=1
218,72	153,104	10	0,065	246,72	172,704	1	0,006	0,071	cs<=1
114,87	80,409	22	0,274	167,24	117,068	27	0,231	0,504	cs<=1
109,35	76,545	3	0,039	92,63	64,841	35	0,540	0,579	cs<=1

La sezione è verificata.

V13 max: 159 kN/m valore puntuale striscia alta nella zona di spigolo

V13 medio: 116 kN/m valore medio striscia alta nella zona di spigolo

V13 < 60 kN/m altrove



Si verifica il valore medio della striscia alta

$$V_{Rd} = v_{min} b d = 0.4442 \times 1000 \times 270 = 119 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \times 1.8607^{3/2} \times 25^{1/2} = 0.4442 \text{ N/mm}^2$$

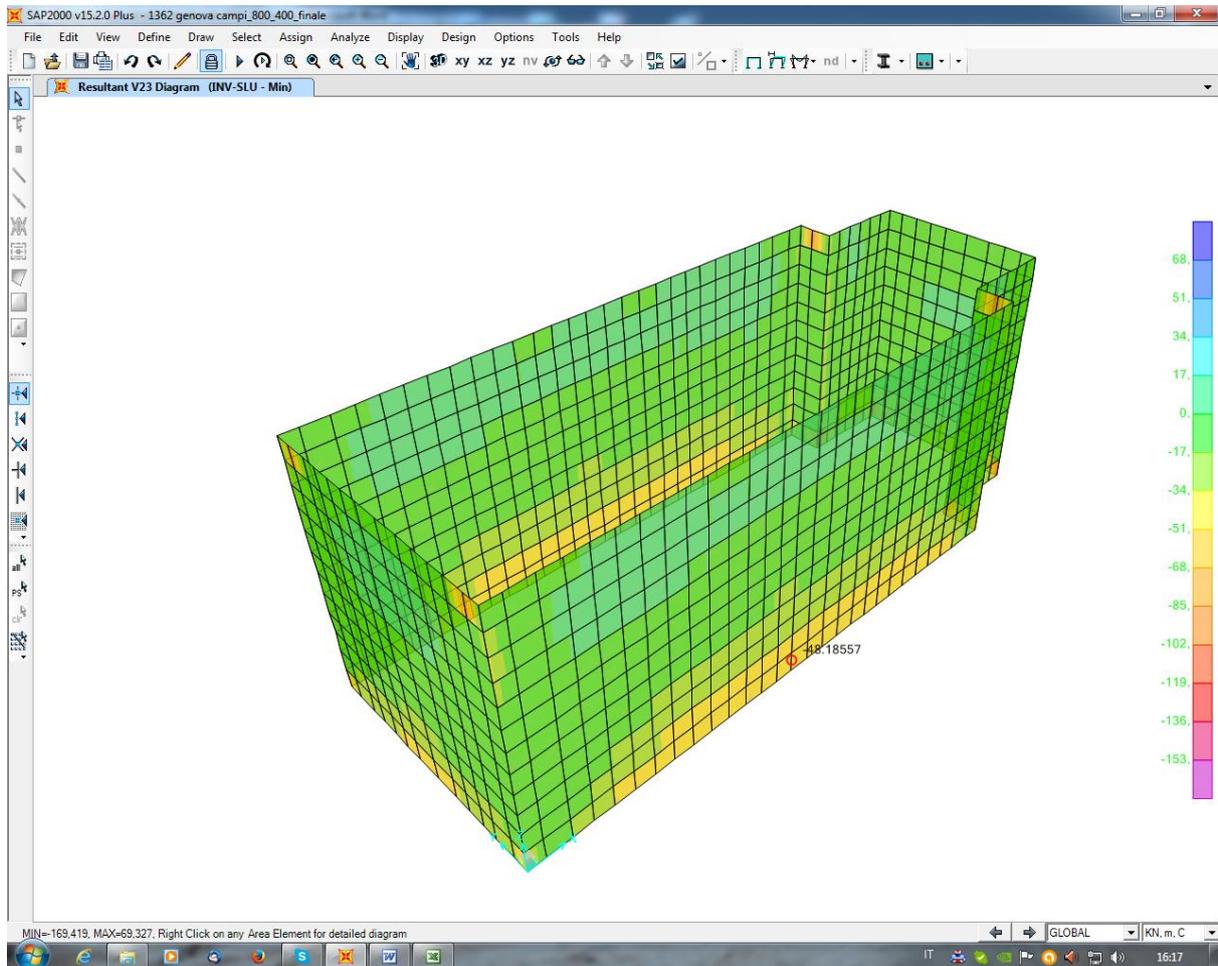
$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/270)^{1/2} = 1.8607 < 2.0$$

✓

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

Non è dunque necessario armare a taglio

V23 max: 45 kN/m al di fuori delle zone di picco puntuale e localizzato



$$V_{Rd} = v_{\min} b d = 0.4442 \times 1000 \times 270 = 119 \text{ kN}$$

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \times 1.8607^{3/2} \times 25^{1/2} = 0.4442 \text{ N/mm}^2$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/270)^{1/2} = 1.8607 < 2.0 \quad \checkmark$$

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

Non è dunque necessario armare a taglio.

8.2 VERIFICHE RELATIVE ALLE PLATEE DI FONDAZIONE - SLU

F11 = carico assiale orizzontale longitudinale

F22 = carico assiale orizzontale trasversale

M11, V13 momento flettente intorno all'asse Y e taglio associato - inflessione nel piano XZ

M22, V23 momento flettente intorno all'asse X e taglio associato - inflessione nel piano YZ

I valori massimi delle azioni interne sono desunti dal calcolo automatico condotto.

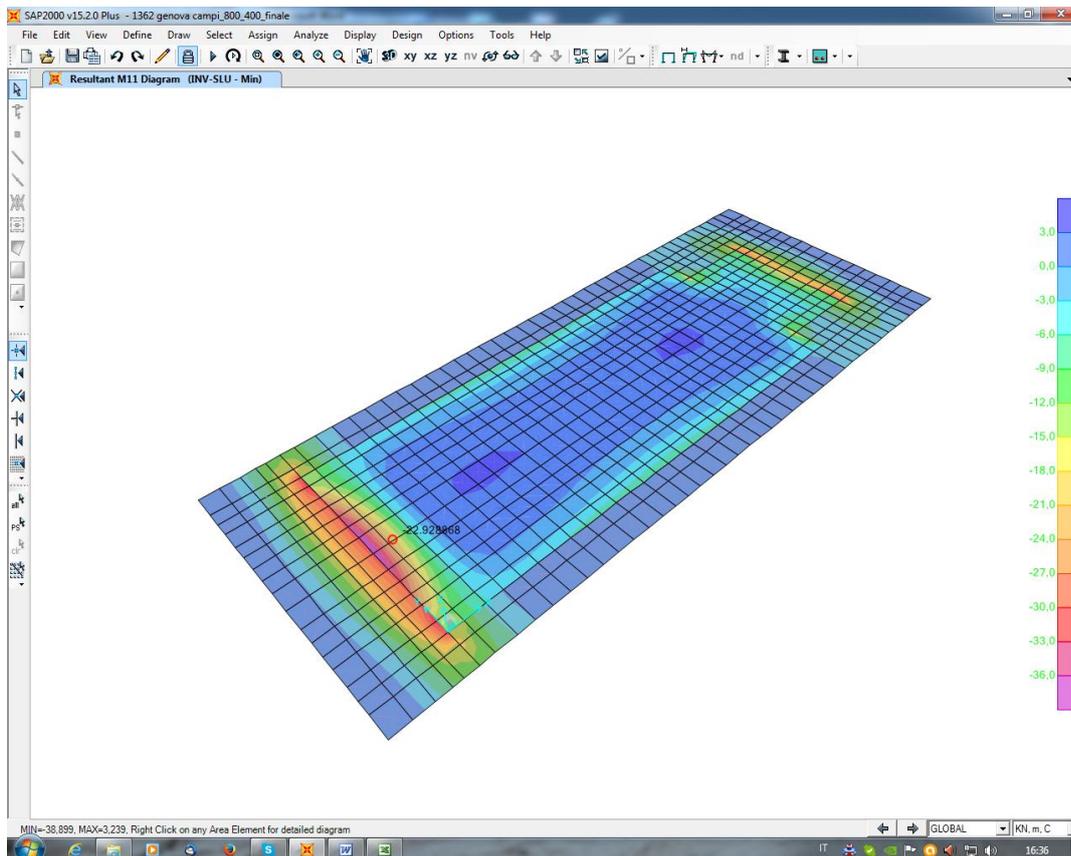
I carichi assiali derivanti dal codice di calcolo automatico sono positivi se di trazione.

I calcoli dei domini resistenti delle sezioni viene condotto con il software "Calcolo rapido agli stati limite di sezioni in c.a." del dr. ing. Salvatore Palermo. Si considerano positive le compressioni.

I massimi valori locali delle azioni interne sono così identificati:

F11 [kN/m]	F22 [kN/m]	M11 [kNm/m]	M22 [kNm/m]	V13 [kN/m]	V23 [kN/m]
74	2	1	2		
-93	-92	23	23		
35	28	9	7		
-39	-43	23	6		
-76	-50	8	23		
				110	110

M11max: 23 kNm/m – valore in posizione al netto dello spessore del muro



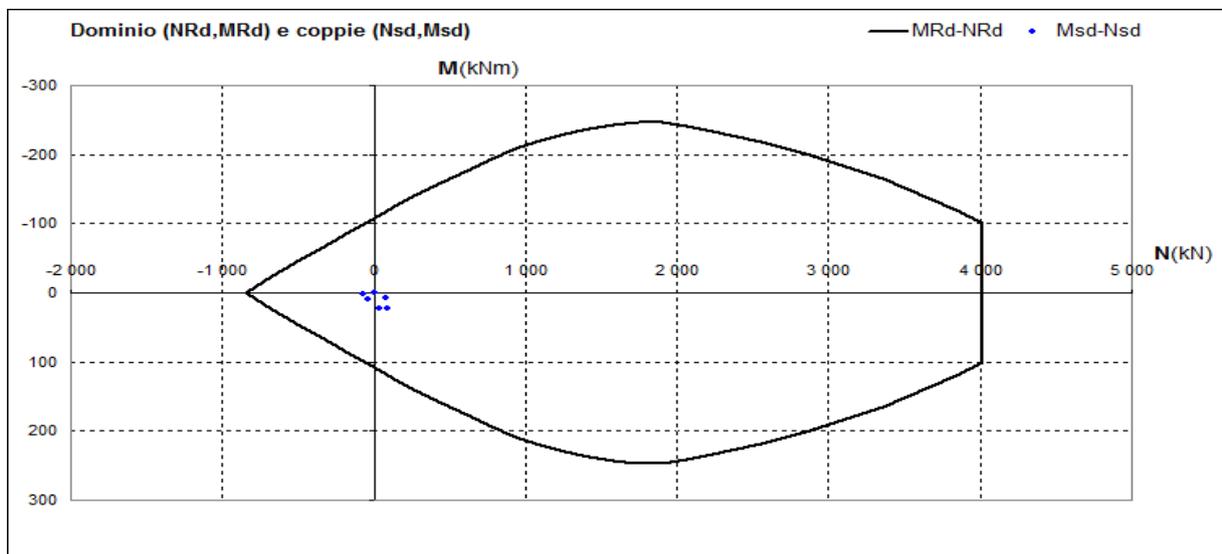
Si considera una sezione rettangolare 1000 x 300 mm.

L'armatura longitudinale corrente viene assunta pari a:

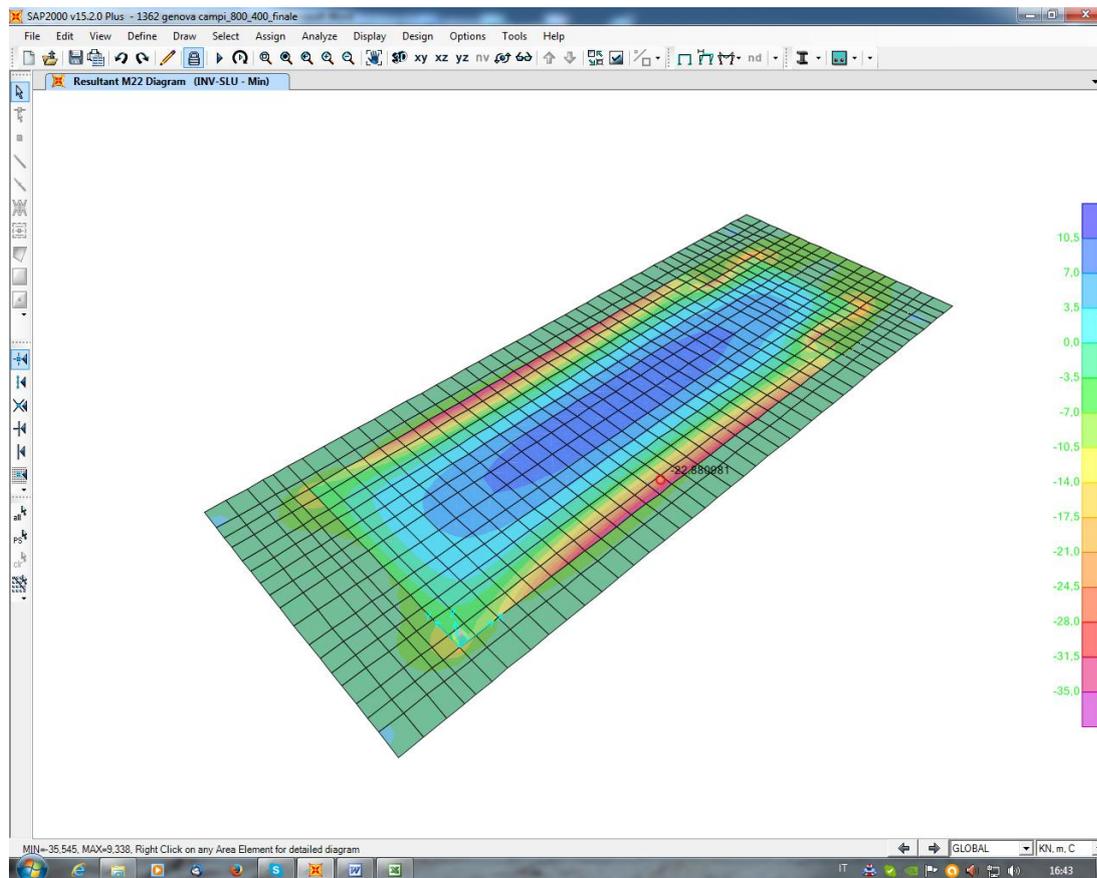
$$A_s = A'_s = \phi 12/100 \quad A_s = A'_s = 1131 \text{ mm}^2/\text{m}$$

	Coppie sollecitanti da verificare		Positive le compressioni	MRd per Nsd
	Nsd (kN)	Msd (kNm)		
1	- 74,00	1,00		98,47
2	93,00	23,00		118,60
3	- 35,00	9,00		103,22
4	39,00	23,00		112,11
5	76,00	8,00		116,56
NRd-max= (Ac - ΣAs)·(α fcd /1,25) + Σ(As fyd)=kN			4 009,26	

$N_{max} = 93 \text{ kN} < 40\% \text{ NRd} = 0.40 \times 4009 = 1604 \text{ kN}$



M22max: 23 kNm/m – valore in posizione al netto dello spessore del muro



Si considera una sezione rettangolare 1000 x 300 mm.

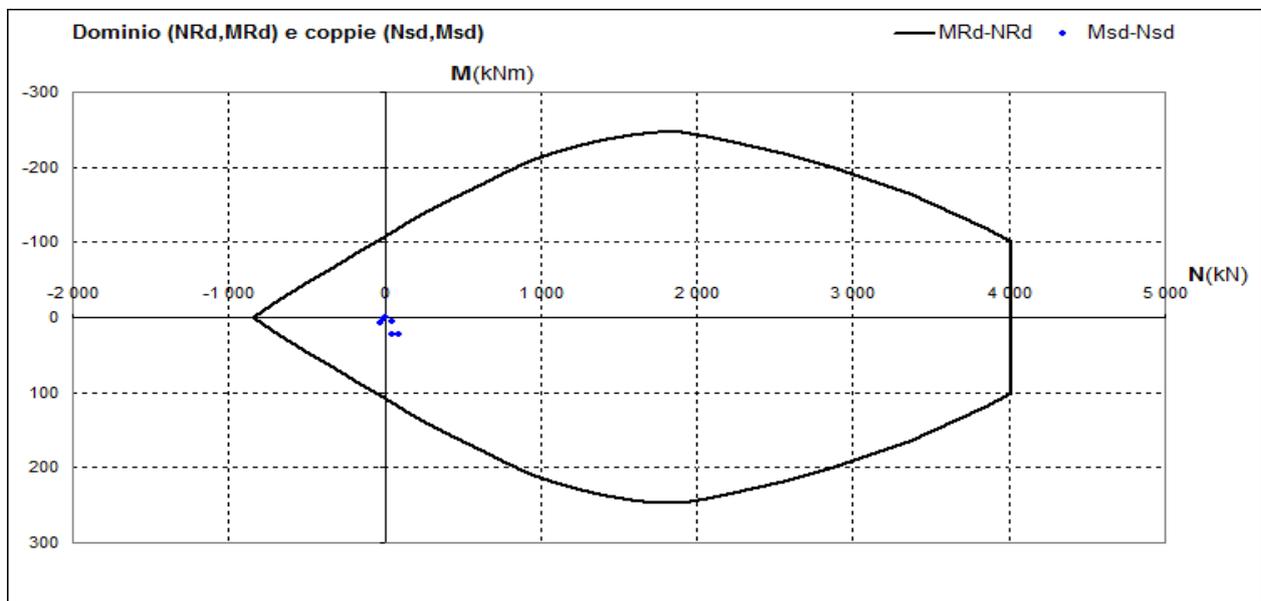
L'armatura trasversale corrente viene assunta parti a:

$$A_s = A's = \phi 12/100$$

$$A_s = A's = 1131 \text{ mm}^2/\text{m}$$

	Coppie sollecitanti da verificare		Positive le compressioni	MRd per Nsd
	Nsd (kN)	Msd (kNm)		
1	- 2,00	2,00		107,18
2	92,00	23,00		118,48
3	- 28,00	7,00		104,06
4	43,00	6,00		112,59
5	50,00	23,00		113,43
NRd-max= (Ac - ΣAs)·(α fcd /1,25) + Σ(As fyd)=kN			4 009,26	

N_{max} = 82 kN < 40% NRd = 0.40 x 4009 = 1604 kN



Verifica a pressoflessione deviata

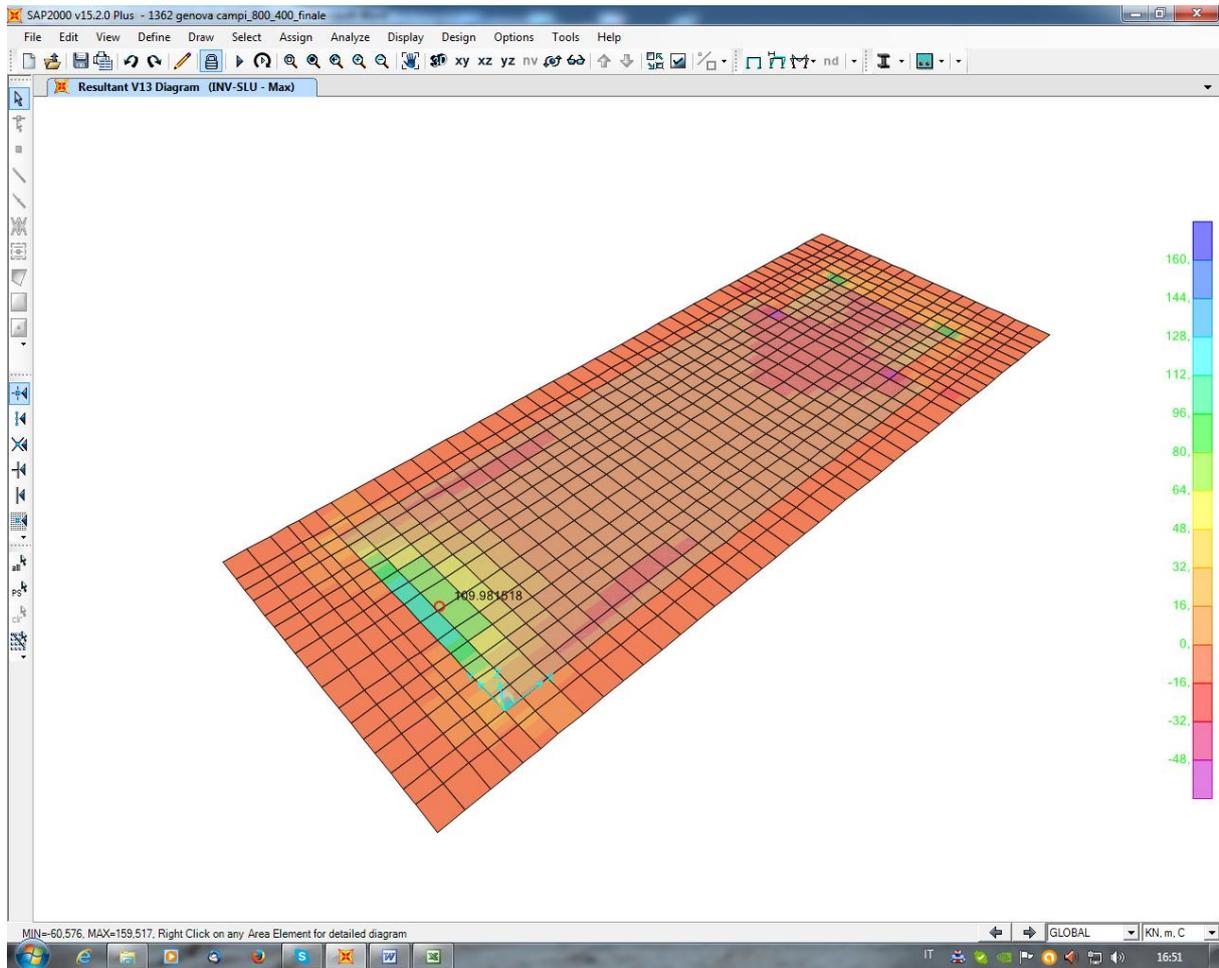
[NCT 7.4.4.5.2.1 - 7.4.4.2.2 - 4.1.2.1.2]

Si assume a favore di sicurezza $\alpha = 1$

M11				M22			M11 + M22		
MRd per Nsd	M'Rd = 70% di MRd	Msd (kNm)	cs1 = Msd/M'Rd	MRd per Nsd	M'Rd = 70% di MRd	Msd (kNm)	cs2 = Msd/M'Rd	cs = cs1 + cs2	
98,47	68,929	1	0,015	107,18	75,026	2	0,027	0,041	cs<=1
118,6	83,02	23	0,277	118,48	82,936	23	0,277	0,554	cs<=1
103,22	72,254	9	0,125	104,06	72,842	7	0,096	0,221	cs<=1
112,11	78,477	23	0,293	112,59	78,813	6	0,076	0,369	cs<=1
116,56	81,592	8	0,098	113,43	79,401	23	0,290	0,388	cs<=1

La sezione è verificata.

V13 max: 110 kN/m – valore in posizione al netto dello spessore del muro



$$V_{Rd} = v_{min} b d = 0.4442 \times 1000 \times 270 = 119 \text{ kN}$$

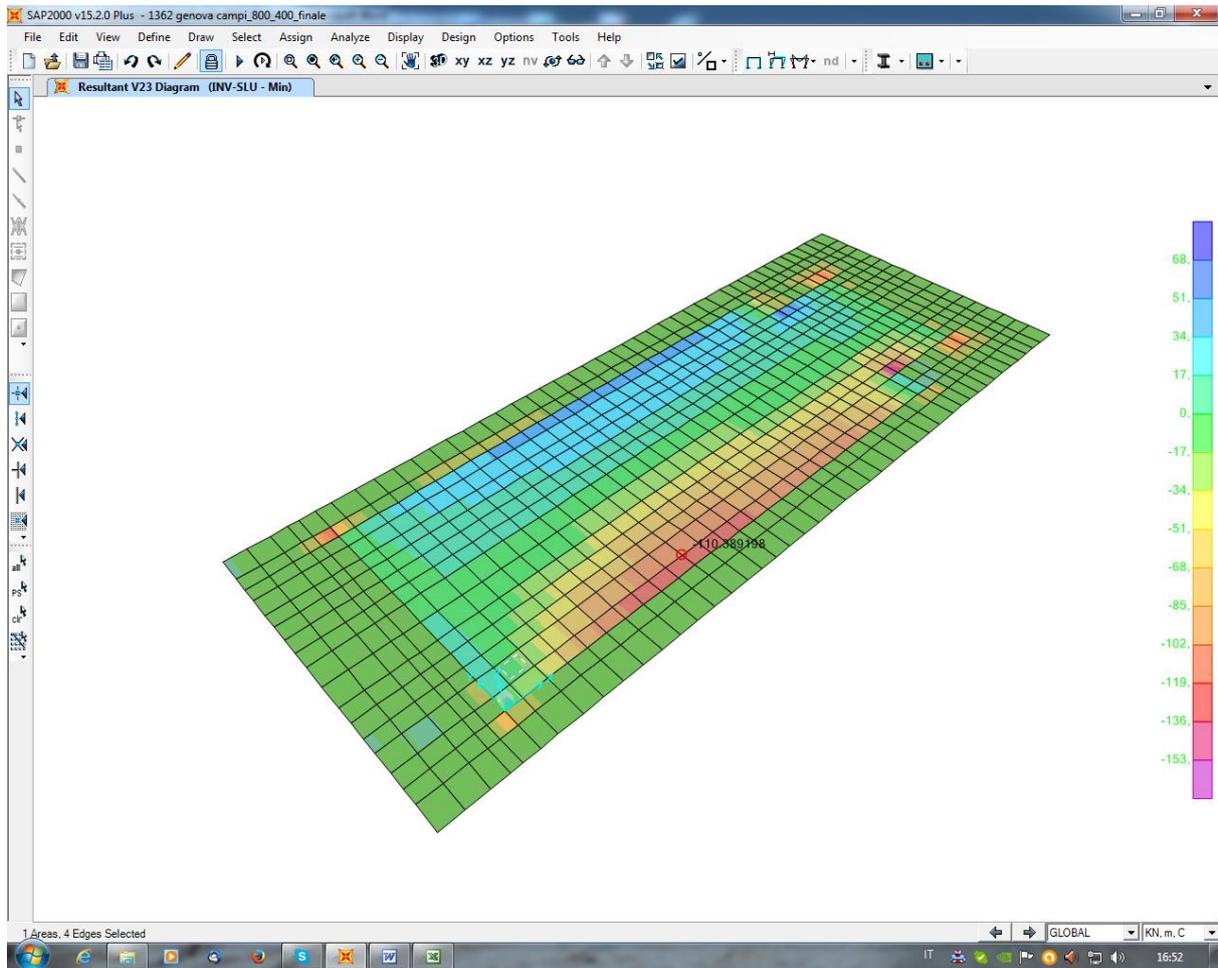
$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \times 1.8607^{3/2} \times 25^{1/2} = 0.4442 \text{ N/mm}^2$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/270)^{1/2} = 1.8607 < 2.0 \quad \checkmark$$

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

Non è dunque necessario armare a taglio.

V23 max: 110 kN/m – valore in posizione al netto dello spessore del muro



$$V_{Rd} = v_{min} b d = 0.4442 \times 1000 \times 270 = 119 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \times 1.8607^{3/2} \times 25^{1/2} = 0.4442 \text{ N/mm}^2$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/270)^{1/2} = 1.8607 < 2.0 \quad \checkmark$$

Risulta $V_{Rd} < V_{Ed}$

Non è dunque necessario armare a taglio.

8.3 VERIFICHE RELATIVE ALLE PARETI - SLE

I valori massimi delle azioni interne sono desunti dal calcolo automatico condotto.

I carichi assiali derivanti dal codice di calcolo automatico sono positivi se di trazione.

Nel software proprietario di verifica delle sezioni agli stati limite di esercizio, si intende N_{ed} negativa se di compressione.

I massimi valori locali sono così identificati:

involuppo SLE combinazioni rare

	F11 [kN/m]	F22 [kN/m]	M11 [kNm/m]	M22 [kNm/m]
1	217	158	--	--
2	-716	-1276	8	--
3	35	175	--	18
4	-43	-347	14	18
5	-50	-205	2	25

involuppo SLE combinazioni frequenti

	F11 [kN/m]	F22 [kN/m]	M11 [kNm/m]	M22 [kNm/m]
1	153	110	--	--
2	-493	-899	7	--
3	30	146	--	--
4	-33	-248	10	12
5	-45	-183	2	21

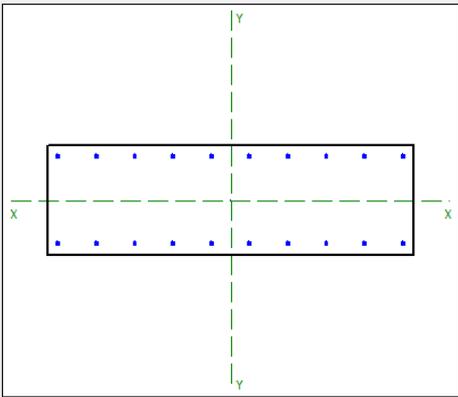
involuppo SLE combinazioni quasi permanenti

	F11 [kN/m]	F22 [kN/m]	M11 [kNm/m]	M22 [kNm/m]
1	132	95	--	--
2	-420	-774	6	--
3	36	138	--	--
4	-30	-215	8	10
5	-42	-175	2	20

Verifica per F11 - M11 - caso 1):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,8
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;



File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (t)
1	-500,0	-150,0	14,37
2	-500,0	150,0	14,37
3	500,0	150,0	14,37
4	500,0	-150,0	14,37
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (t)
1	-470,0	120,0	12,0	95,90
2	-365,6	120,0	12,0	95,90
3	-261,1	120,0	12,0	95,90
4	-156,7	120,0	12,0	95,90
5	-52,2	120,0	12,0	95,90
6	52,2	120,0	12,0	95,90
7	156,7	120,0	12,0	95,90
8	261,1	120,0	12,0	95,90
9	365,6	120,0	12,0	95,90
10	470,0	120,0	12,0	95,90
11	0,0	0,0	1,0	95,90
12	-470,0	-120,0	12,0	95,90
13	-365,6	-120,0	12,0	95,90
14	-261,1	-120,0	12,0	95,90
15	-156,7	-120,0	12,0	95,90
16	-52,2	-120,0	12,0	95,90
17	52,2	-120,0	12,0	95,90
18	156,7	-120,0	12,0	95,90
19	261,1	-120,0	12,0	95,90
20	365,6	-120,0	12,0	95,90

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	217	0	
c. FREQ	153	0	
c. Q.PERM.	132	0	

Azzera tutto
Calcola

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	-3,124E09	1E04	-3,124E09	0,00	-15,00	95,9	360,0					
c. FREQ	-1E04	-2,202E09	1E04	-2,202E09	0,00		67,6		216,398	0,000193	0,07	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-1,9E09	1E04	-1,9E09	0,00	-11,25	58,3		216,398	0,000167	0,06	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F11 - M11 - caso 2):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) f_{cd}=14,167 - f_{ctm}=2,5650 - E_c=31475,8
 Acciaio: B450Cf_{yd}=391,3 N/mm² - E_s=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI X (mm) Y (mm) s_{c,r} (N/mm²)

1	-500,0	-150,0	-1,786
2	-500,0	150,0	-2,756
3	500,0	150,0	-2,756
4	500,0	-150,0	-1,786
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE X (mm) Y (mm) Diam. (mm) s_{s,r} (N/mm²)

1	-470,0	120,0	12,0	-17,76
2	-365,6	120,0	12,0	-17,76
3	-261,1	120,0	12,0	-17,76
4	-156,7	120,0	12,0	-17,76
5	-52,2	120,0	12,0	-17,76
6	52,2	120,0	12,0	-17,76
7	156,7	120,0	12,0	-17,76
8	261,1	120,0	12,0	-17,76
9	365,6	120,0	12,0	-17,76
10	470,0	120,0	12,0	-17,76
11	0,0	0,0	1,0	-15,16
12	-470,0	-120,0	12,0	-12,56
13	-365,6	-120,0	12,0	-12,56
14	-261,1	-120,0	12,0	-12,56
15	-156,7	-120,0	12,0	-12,56
16	-52,2	-120,0	12,0	-12,56
17	52,2	-120,0	12,0	-12,56
18	156,7	-120,0	12,0	-12,56
19	261,1	-120,0	12,0	-12,56
20	365,6	-120,0	12,0	-12,56

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-716	8	
c. FREQ	-493	7	
c. Q.PERM.	-420	6	

Azzera tutto
Calcola

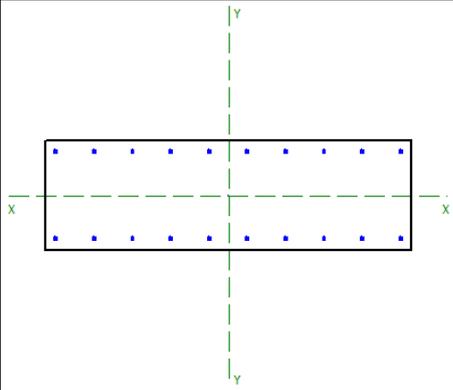
RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	-700,80	1E04	-700,80	-2,76	-15,00	-12,6	360,0					
c. FREQ	-1E04	-551,50	1E04	-551,50	-1,99		-8,2		0,000	0,000000	0,00	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-548,10	1E04	-548,10	-1,70	-11,25	-6,9		0,000	0,000000	0,00	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F11 - M11 - caso 3):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,4
 Acciaio: B450CFyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;



POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	35	0	
c. FREQ	30	0	
c. Q.PERM.	36	0	

VERTICI X (mm) Y (mm) sc,r (N)

1	-500,0	-150,0	2,318
2	-500,0	150,0	2,318
3	500,0	150,0	2,318
4	500,0	-150,0	2,318
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE X (mm) Y (mm) Diam. (mm) ss,r (N)

1	-470,0	120,0	12,0	15,47
2	-365,6	120,0	12,0	15,47
3	-261,1	120,0	12,0	15,47
4	-156,7	120,0	12,0	15,47
5	-52,2	120,0	12,0	15,47
6	52,2	120,0	12,0	15,47
7	156,7	120,0	12,0	15,47
8	261,1	120,0	12,0	15,47
9	365,6	120,0	12,0	15,47
10	470,0	120,0	12,0	15,47
11	0,0	0,0	1,0	15,47
12	-470,0	-120,0	12,0	15,47
13	-365,6	-120,0	12,0	15,47
14	-261,1	-120,0	12,0	15,47
15	-156,7	-120,0	12,0	15,47
16	-52,2	-120,0	12,0	15,47
17	52,2	-120,0	12,0	15,47
18	156,7	-120,0	12,0	15,47
19	261,1	-120,0	12,0	15,47
20	365,6	-120,0	12,0	15,47

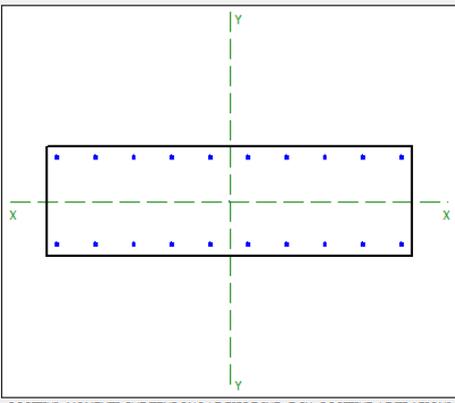
RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	-5,038E08	1E04	-5,038E08	0,00	-15,00	15,5	360,0					
c. FREQ	-1E04	-4,319E08	1E04	-4,319E08	0,00		13,3		216,398	0,000038	0,01	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-5,182E08	1E04	-5,182E08	0,00	-11,25	15,9		216,398	0,000045	0,02	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F11 - M11 - caso 4):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) f_{cd}=14,167 - f_{ctm}=2,5650 - E_c=31475,8
 Acciaio: B450Cf_{yd}=391,3 N/mm² - E_s=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;



VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (N)
1	-500,0	-150,0	5,428
2	-500,0	150,0	-1,843
3	500,0	150,0	-1,843
4	500,0	-150,0	5,428
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (N)
1	-470,0	120,0	12,0	-7,44
2	-365,6	120,0	12,0	-7,44
3	-261,1	120,0	12,0	-7,44
4	-156,7	120,0	12,0	-7,44
5	-52,2	120,0	12,0	-7,44
6	52,2	120,0	12,0	-7,44
7	156,7	120,0	12,0	-7,44
8	261,1	120,0	12,0	-7,44
9	365,6	120,0	12,0	-7,44
10	470,0	120,0	12,0	-7,44
11	0,0	0,0	1,0	11,96
12	-470,0	-120,0	12,0	31,36
13	-365,6	-120,0	12,0	31,36
14	-261,1	-120,0	12,0	31,36
15	-156,7	-120,0	12,0	31,36
16	-52,2	-120,0	12,0	31,36
17	52,2	-120,0	12,0	31,36
18	156,7	-120,0	12,0	31,36
19	261,1	-120,0	12,0	31,36
20	365,6	-120,0	12,0	31,36

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-43	14	
c. FREQ	-33	10	
c. Q.PERM.	-30	8	

Azzera tutto
Calcola

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	73,96	1E04	73,96	-1,84	-15,00	31,4	360,0					
c. FREQ	-1E04	71,89	1E04	71,89	-1,31		21,5		346,377	0,000061	0,04	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	67,59	1E04	67,59	-1,04	-11,25	15,8		341,247	0,000045	0,03	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F11 - M11 - caso 5):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30+NTC/EC2 (N/mm²) f_{cd}=14,167 - f_{ctm}=2,5650 - E_c=31475,8
 Acciaio: B450CFyd=391,3 N/mm² - E_s=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-50	2	
c. FREQ	-45	2	
c. Q.PERM.	-42	2	

Calcola

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (N)
1	-500,0	-150,0	-0,037
2	-500,0	150,0	-0,280
3	500,0	150,0	-0,280
4	500,0	-150,0	-0,037
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (N)
1	-470,0	120,0	12,0	-1,71
2	-365,6	120,0	12,0	-1,71
3	-261,1	120,0	12,0	-1,71
4	-156,7	120,0	12,0	-1,71
5	-52,2	120,0	12,0	-1,71
6	52,2	120,0	12,0	-1,71
7	156,7	120,0	12,0	-1,71
8	261,1	120,0	12,0	-1,71
9	365,6	120,0	12,0	-1,71
10	470,0	120,0	12,0	-1,71
11	0,0	0,0	1,0	-1,06
12	-470,0	-120,0	12,0	-0,41
13	-365,6	-120,0	12,0	-0,41
14	-261,1	-120,0	12,0	-0,41
15	-156,7	-120,0	12,0	-0,41
16	-52,2	-120,0	12,0	-0,41
17	52,2	-120,0	12,0	-0,41
18	156,7	-120,0	12,0	-0,41
19	261,1	-120,0	12,0	-0,41
20	365,6	-120,0	12,0	-0,41

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	-195,80	1E04	-195,80	-0,28	-15,00	-0,4	360,0					
c. FREQ	-1E04	-176,20	1E04	-176,20	-0,26		-0,3		0,000	0,000000	0,00	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-164,40	1E04	-164,40	-0,25	-11,25	-0,2		0,000	0,000000	0,00	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 1):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,8
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (N/mm ²)
1	-500,0	-150,0	10,46
2	-500,0	150,0	10,46
3	500,0	150,0	10,46
4	500,0	-150,0	10,46
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (N/mm ²)
1	-470,0	120,0	12,0	69,83
2	-365,6	120,0	12,0	69,83
3	-261,1	120,0	12,0	69,83
4	-156,7	120,0	12,0	69,83
5	-52,2	120,0	12,0	69,83
6	52,2	120,0	12,0	69,83
7	156,7	120,0	12,0	69,83
8	261,1	120,0	12,0	69,83
9	365,6	120,0	12,0	69,83
10	470,0	120,0	12,0	69,83
11	0,0	0,0	1,0	69,83
12	-470,0	-120,0	12,0	69,83
13	-365,6	-120,0	12,0	69,83
14	-261,1	-120,0	12,0	69,83
15	-156,7	-120,0	12,0	69,83
16	-52,2	-120,0	12,0	69,83
17	52,2	-120,0	12,0	69,83
18	156,7	-120,0	12,0	69,83
19	261,1	-120,0	12,0	69,83
20	365,6	-120,0	12,0	69,83

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	158	0	
c. FREQ	110	0	
c. Q.PERM.	95	0	

Azzerà tutto

Calcola

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	-2,274E09	1E04	-2,274E09	0,00	-15,00	69,8	360,0					
c. FREQ	-1E04	-1,583E09	1E04	-1,583E09	0,00		48,6		216,398	0,000139	0,05	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-1,368E09	1E04	-1,368E09	0,00	-11,25	42,0		216,398	0,000120	0,04	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 2):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) f_{cd}=14,167 - f_{ctm}=2,5650 - E_c=31475,6
 Acciaio: B450Cf_{yd}=391,3 N/mm² - E_s=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI X (mm) Y (mm) sc,r (N/mm²)

1	-500,0	-150,0	-4,050
2	-500,0	150,0	-4,050
3	500,0	150,0	-4,050
4	500,0	-150,0	-4,050
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE X (mm) Y (mm) Diam. (mm) ss,r (N/mm²)

1	-470,0	120,0	12,0	-27,0
2	-365,6	120,0	12,0	-27,0
3	-261,1	120,0	12,0	-27,0
4	-156,7	120,0	12,0	-27,0
5	-52,2	120,0	12,0	-27,0
6	52,2	120,0	12,0	-27,0
7	156,7	120,0	12,0	-27,0
8	261,1	120,0	12,0	-27,0
9	365,6	120,0	12,0	-27,0
10	470,0	120,0	12,0	-27,0
11	0,0	0,0	1,0	-27,0
12	-470,0	-120,0	12,0	-27,0
13	-365,6	-120,0	12,0	-27,0
14	-261,1	-120,0	12,0	-27,0
15	-156,7	-120,0	12,0	-27,0
16	-52,2	-120,0	12,0	-27,0
17	52,2	-120,0	12,0	-27,0
18	156,7	-120,0	12,0	-27,0
19	261,1	-120,0	12,0	-27,0
20	365,6	-120,0	12,0	-27,0

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-1276	0	
c. FREQ	-899	0	
c. Q.PERM.	-771	0	

Azzera tutto
Calcola

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	9,992E09	1E04	9,992E09	-4,05	-15,00	-27,0	360,0					
c. FREQ	-1E04	7,039E09	1E04	7,039E09	-2,85		-19,0		0,000	0,000000	0,00	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	6,037E09	1E04	6,037E09	-2,45	-11,25	-16,3		0,000	0,000000	0,00	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 3):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,6
 Acciaio: B450CFyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI X (mm) Y (mm) sc,r (N/mm²)

1	-500,0	-150,0	23,95
2	-500,0	150,0	-0,53
3	500,0	150,0	-0,53
4	500,0	-150,0	23,95
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE X (mm) Y (mm) Diam. (mm) ss,r (N/mm²)

1	-470,0	120,0	12,0	12,76
2	-365,6	120,0	12,0	12,76
3	-261,1	120,0	12,0	12,76
4	-156,7	120,0	12,0	12,76
5	-52,2	120,0	12,0	12,76
6	52,2	120,0	12,0	12,76
7	156,7	120,0	12,0	12,76
8	261,1	120,0	12,0	12,76
9	365,6	120,0	12,0	12,76
10	470,0	120,0	12,0	12,76
11	0,0	0,0	1,0	78,12
12	-470,0	-120,0	12,0	143,4
13	-365,6	-120,0	12,0	143,4
14	-261,1	-120,0	12,0	143,4
15	-156,7	-120,0	12,0	143,4
16	-52,2	-120,0	12,0	143,4
17	52,2	-120,0	12,0	143,4
18	156,7	-120,0	12,0	143,4
19	261,1	-120,0	12,0	143,4
20	365,6	-120,0	12,0	143,4

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	175	18	
c. FREQ	143	0	
c. Q.PERM.	138	0	

Azzera tutto
Calcola

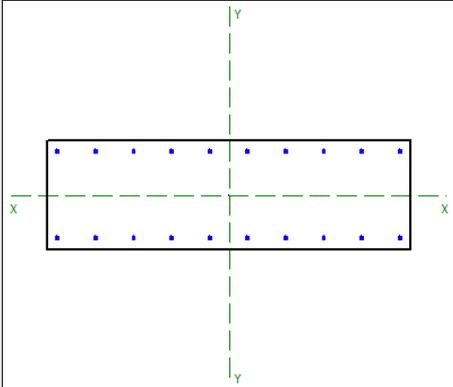
RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	143,40	1E04	143,40	-0,54	-15,00	143,5	360,0					
c. FREQ	-1E04	-2,058E09	1E04	-2,058E09	0,00		63,2		216,398	0,000181	0,07	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-1,987E09	1E04	-1,987E09	0,00	-11,25	61,0		216,398	0,000174	0,06	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 4):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,6
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;



POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-347	18	
c. FREQ	-248	12	
c. Q.PERM.	-215	10	

Calcola

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (N/mm ²)
1	-500,0	-150,0	-0,00
2	-500,0	150,0	-2,19
3	500,0	150,0	-2,19
4	500,0	-150,0	-0,00
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (N/mm ²)
1	-470,0	120,0	12,0	-13,15
2	-365,6	120,0	12,0	-13,15
3	-261,1	120,0	12,0	-13,15
4	-156,7	120,0	12,0	-13,15
5	-52,2	120,0	12,0	-13,15
6	52,2	120,0	12,0	-13,15
7	156,7	120,0	12,0	-13,15
8	261,1	120,0	12,0	-13,15
9	365,6	120,0	12,0	-13,15
10	470,0	120,0	12,0	-13,15
11	0,0	0,0	1,0	-7,35
12	-470,0	-120,0	12,0	-1,51
13	-365,6	-120,0	12,0	-1,51
14	-261,1	-120,0	12,0	-1,51
15	-156,7	-120,0	12,0	-1,51
16	-52,2	-120,0	12,0	-1,51
17	52,2	-120,0	12,0	-1,51
18	156,7	-120,0	12,0	-1,51
19	261,1	-120,0	12,0	-1,51
20	365,6	-120,0	12,0	-1,51

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	-151,00	1E04	-151,00	-2,20	-15,00	-1,5	360,0					
c. FREQ	-1E04	-161,80	1E04	-161,80	-1,52				0,000	0,000000	0,00	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-168,40	1E04	-168,40	-1,29	-11,25	-1,3		0,000	0,000000	0,00	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 5):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,4
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (N)
1	-500,0	-150,0	2,941
2	-500,0	150,0	-2,811
3	500,0	150,0	-2,811
4	500,0	-150,0	2,941
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (N)
1	-470,0	120,0	12,0	-14,9:
2	-365,6	120,0	12,0	-14,9:
3	-261,1	120,0	12,0	-14,9:
4	-156,7	120,0	12,0	-14,9:
5	-52,2	120,0	12,0	-14,9:
6	52,2	120,0	12,0	-14,9:
7	156,7	120,0	12,0	-14,9:
8	261,1	120,0	12,0	-14,9:
9	365,6	120,0	12,0	-14,9:
10	470,0	120,0	12,0	-14,9:
11	0,0	0,0	1,0	0,44
12	-470,0	-120,0	12,0	15,79
13	-365,6	-120,0	12,0	15,79
14	-261,1	-120,0	12,0	15,79
15	-156,7	-120,0	12,0	15,79
16	-52,2	-120,0	12,0	15,79
17	52,2	-120,0	12,0	15,79
18	156,7	-120,0	12,0	15,79
19	261,1	-120,0	12,0	15,79
20	365,6	-120,0	12,0	15,79

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-205	25	
c. FREQ	-183	21	
c. Q.PERM.	-175	20	

Azzeramento tutto

Calcola

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	3,42	1E04	3,42	-2,81	-15,00	15,8	360,0					
c. FREQ	-1E04	-6,36	1E04	-6,36	-2,32		11,3		269,627	0,000032	0,01	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-7,05	1E04	-7,05	-2,21	-11,25	10,6		270,452	0,000030	0,01	0,20	

La sezione è verificata.

8.4 VERIFICHE RELATIVE ALLE PLATEE DI FONDAZIONE - SLE

I valori massimi delle azioni interne sono desunti dal calcolo automatico condotto.

I carichi assiali derivanti dal codice di calcolo automatico sono positivi se di trazione.

Nel software proprietario di verifica delle sezioni agli stati limite di esercizio, si intende N_{ed} negativa se di compressione.

I massimi valori locali sono così identificati:

involuppo SLE combinazioni rare

	F11 [kN/m]	F22 [kN/m]	M11 [kNm/m]	M22 [kNm/m]
1	46	1	1	--
2	-67	-65	16	21
3	22	16	7	5
4	-30	-30	27	4
5	-60	-40	6	25

involuppo SLE combinazioni frequenti

	F11 [kN/m]	F22 [kN/m]	M11 [kNm/m]	M22 [kNm/m]
1	25	--	1	--
2	-60	-55	14	18
3	20	9	1	2
4	-27	-24	21	3
5	-48	-35	5	21

involuppo SLE combinazioni quasi permanenti

	F11 [kN/m]	F22 [kN/m]	M11 [kNm/m]	M22 [kNm/m]
1	18	8	13	11
2	-58	-52	13	17
3	-27	-22	19	3
4	-48	-34	4	20

Verifica per F11 - M11 - caso 1):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5690 - Ec=31475,8
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI X (mm)

1	-500,0
2	-500,0
3	500,0
4	500,0
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Calcestruzzo
Acciaio
Fessurazione

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (t)
1	-470,0	120,0	12,0	16,65
2	-365,6	120,0	12,0	16,65
3	-261,1	120,0	12,0	16,65
4	-156,7	120,0	12,0	16,65
5	-52,2	120,0	12,0	16,65
6	52,2	120,0	12,0	16,65
7	156,7	120,0	12,0	16,65
8	261,1	120,0	12,0	16,65
9	365,6	120,0	12,0	16,65
10	470,0	120,0	12,0	16,65
11	-470,0	-120,0	12,0	24,02
12	-365,6	-120,0	12,0	24,02
13	-261,1	-120,0	12,0	24,02
14	-156,7	-120,0	12,0	24,02
15	-52,2	-120,0	12,0	24,02
16	52,2	-120,0	12,0	24,02
17	156,7	-120,0	12,0	24,02
18	261,1	-120,0	12,0	24,02
19	365,6	-120,0	12,0	24,02
20	470,0	-120,0	12,0	24,02

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	46	1	
c. FREQ	25	1	
c. Q.PERM.	18	13	

Azzerà tutto
Calcola

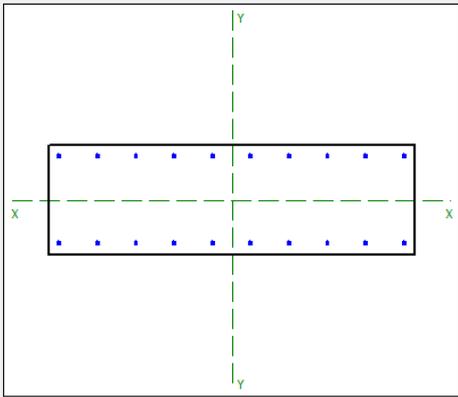
RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	662,40	1E04	662,40	0,00	-15,00	24,0	360,0					
c. FREQ	-1E04	360,00	1E04	360,00	0,00		14,7		216,882	0,000042	0,02	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	103,80	1E04	103,80	-1,66	-11,25	53,8		352,163	0,000154	0,09	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F11 - M11 - caso 2):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,6
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;



POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-67	16	
c. FREQ	-60	14	
c. Q.PERM.	-58	13	

VERTICI X (mm) Y (mm) sc,r (t)

1	-500,0	-150,0	5,056
2	-500,0	150,0	-2,062
3	500,0	150,0	-2,062
4	500,0	-150,0	5,056
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE X (mm) Y (mm) Diam. (mm) ss,r (t)

1	-470,0	120,0	12,0	-9,01
2	-365,6	120,0	12,0	-9,01
3	-261,1	120,0	12,0	-9,01
4	-156,7	120,0	12,0	-9,01
5	-52,2	120,0	12,0	-9,01
6	52,2	120,0	12,0	-9,01
7	156,7	120,0	12,0	-9,01
8	261,1	120,0	12,0	-9,01
9	365,6	120,0	12,0	-9,01
10	470,0	120,0	12,0	-9,01
11	-470,0	-120,0	12,0	28,98
12	-365,6	-120,0	12,0	28,98
13	-261,1	-120,0	12,0	28,98
14	-156,7	-120,0	12,0	28,98
15	-52,2	-120,0	12,0	28,98
16	52,2	-120,0	12,0	28,98
17	156,7	-120,0	12,0	28,98
18	261,1	-120,0	12,0	28,98
19	365,6	-120,0	12,0	28,98
20	470,0	-120,0	12,0	28,98

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	63,10	1E04	63,10	-2,06	-15,00	29,0	360,0					
c. FREQ	-1E04	62,04	1E04	62,04	-1,80		24,9		336,581	0,000071	0,04	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	60,11	1E04	60,11	-1,66	-11,25	22,2		334,253	0,000064	0,04	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F11 - M11 - caso 3):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,6
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI X (mm) Y (mm) sc,r (t)

1	-500,0	-150,0	5,839
2	-500,0	150,0	-0,837
3	500,0	150,0	-0,837
4	500,0	-150,0	5,839
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE X (mm) Y (mm) Diam. (mm) ss,r (t)

1	-470,0	120,0	12,0	-1,13
2	-365,6	120,0	12,0	-1,13
3	-261,1	120,0	12,0	-1,13
4	-156,7	120,0	12,0	-1,13
5	-52,2	120,0	12,0	-1,13
6	52,2	120,0	12,0	-1,13
7	156,7	120,0	12,0	-1,13
8	261,1	120,0	12,0	-1,13
9	365,6	120,0	12,0	-1,13
10	470,0	120,0	12,0	-1,13
11	-470,0	-120,0	12,0	34,50
12	-365,6	-120,0	12,0	34,50
13	-261,1	-120,0	12,0	34,50
14	-156,7	-120,0	12,0	34,50
15	-52,2	-120,0	12,0	34,50
16	52,2	-120,0	12,0	34,50
17	156,7	-120,0	12,0	34,50
18	261,1	-120,0	12,0	34,50
19	365,6	-120,0	12,0	34,50
20	470,0	-120,0	12,0	34,50

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	22	7	
c. FREQ	20	1	
c. Q.PERM.	-27	19	

Azzera tutto
Calcola

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	112,40	1E04	112,40	-0,84	-15,00	34,5	360,0					
c. FREQ	-1E04	288,00	1E04	288,00	0,00		12,5		216,882	0,000036	0,01	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	86,98	1E04	86,98	-2,53	-11,25	55,4		352,163	0,000158	0,09	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F11 - M11 - caso 4):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) f_{cd}=14,167 - f_{ctm}=2,5650 - E_c=31475,6
 Acciaio: B450Cf_{yd}=391,3 N/mm² - E_s=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (t)
1	-500,0	-150,0	14,10
2	-500,0	150,0	-3,591
3	500,0	150,0	-3,591
4	500,0	-150,0	14,10
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (t)
1	-470,0	120,0	12,0	-12,11
2	-365,6	120,0	12,0	-12,11
3	-261,1	120,0	12,0	-12,11
4	-156,7	120,0	12,0	-12,11
5	-52,2	120,0	12,0	-12,11
6	52,2	120,0	12,0	-12,11
7	156,7	120,0	12,0	-12,11
8	261,1	120,0	12,0	-12,11
9	365,6	120,0	12,0	-12,11
10	470,0	120,0	12,0	-12,11
11	-470,0	-120,0	12,0	82,30
12	-365,6	-120,0	12,0	82,30
13	-261,1	-120,0	12,0	82,30
14	-156,7	-120,0	12,0	82,30
15	-52,2	-120,0	12,0	82,30
16	52,2	-120,0	12,0	82,30
17	156,7	-120,0	12,0	82,30
18	261,1	-120,0	12,0	82,30
19	365,6	-120,0	12,0	82,30
20	470,0	-120,0	12,0	82,30

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-30	27	
c. FREQ	-27	21	
c. Q.PERM.	-48	4	

Azzerà tutto

Calcola

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	89,12	1E04	89,12	-3,59	-15,00	82,3	360,0					
c. FREQ	-1E04	87,93	1E04	87,93	-2,79		62,5		352,163	0,000178	0,11	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-66,96	1E04	-66,96	-0,42	-11,25	0,7		342,501	0,000002	0,00	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F11 - M11 - caso 5):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5690 - Ec=31475,8
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (t)
1	-500,0	-150,0	0,423
2	-500,0	150,0	-0,644
3	500,0	150,0	-0,644
4	500,0	-150,0	0,423
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (t)
1	-470,0	120,0	12,0	-3,59
2	-365,6	120,0	12,0	-3,59
3	-261,1	120,0	12,0	-3,59
4	-156,7	120,0	12,0	-3,59
5	-52,2	120,0	12,0	-3,59
6	52,2	120,0	12,0	-3,59
7	156,7	120,0	12,0	-3,59
8	261,1	120,0	12,0	-3,59
9	365,6	120,0	12,0	-3,59
10	470,0	120,0	12,0	-3,59
11	-470,0	-120,0	12,0	2,11
12	-365,6	-120,0	12,0	2,11
13	-261,1	-120,0	12,0	2,11
14	-156,7	-120,0	12,0	2,11
15	-52,2	-120,0	12,0	2,11
16	52,2	-120,0	12,0	2,11
17	156,7	-120,0	12,0	2,11
18	261,1	-120,0	12,0	2,11
19	365,6	-120,0	12,0	2,11
20	470,0	-120,0	12,0	2,11

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-60	6	
c. FREQ	-48	5	
c. Q.PERM.	0	0	

Azzera tutto

Calcola

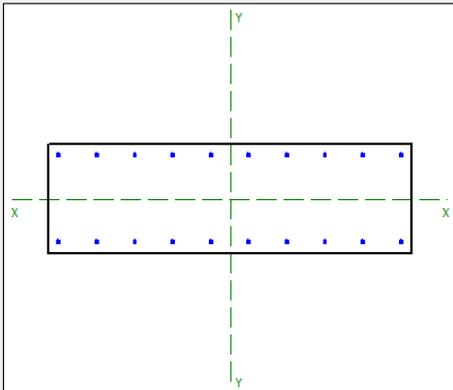
RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	-31,14	1E04	-31,14	-0,64	-15,00	2,1	360,0					
c. FREQ	-1E04	-23,47	1E04	-23,47	-0,54		2,0		290,201	0,000006	0,00	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	-66,96	1E04	-66,96	-0,42	-11,25	0,7		342,501	0,000002	0,00	0,2	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 1):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,8
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;



POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	1	0	
c. FREQ	0	0	
c. Q.PERM.	8	11	

Calcola

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (N/mm ²)
1	-500,0	-150,0	0,066
2	-500,0	150,0	0,066
3	500,0	150,0	0,066
4	500,0	-150,0	0,066
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (N/mm ²)
1	-470,0	120,0	12,0	0,44
2	-365,6	120,0	12,0	0,44
3	-261,1	120,0	12,0	0,44
4	-156,7	120,0	12,0	0,44
5	-52,2	120,0	12,0	0,44
6	52,2	120,0	12,0	0,44
7	156,7	120,0	12,0	0,44
8	261,1	120,0	12,0	0,44
9	365,6	120,0	12,0	0,44
10	470,0	120,0	12,0	0,44
11	-470,0	-120,0	12,0	0,44
12	-365,6	-120,0	12,0	0,44
13	-261,1	-120,0	12,0	0,44
14	-156,7	-120,0	12,0	0,44
15	-52,2	-120,0	12,0	0,44
16	52,2	-120,0	12,0	0,44
17	156,7	-120,0	12,0	0,44
18	261,1	-120,0	12,0	0,44
19	365,6	-120,0	12,0	0,44
20	470,0	-120,0	12,0	0,44

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	-1,44E07	1E04	-1,44E07	0,00	-15,00	0,4	360,0					
c. FREQ	-1E04	-23,47	1E04	-23,47	-0,54		2,0		290,201	0,000006	0,00	0,3	
c. Q.PERM.	-1E04	100,30	1E04	100,30	-1,43	-11,25	42,3		352,163	0,000121	0,07	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 2):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5690 - Ec=31475,8
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (t)	BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (t)
1	-500,0	-150,0	8,110	1	-470,0	120,0	12,0	-11,18
2	-500,0	150,0	-2,76	2	-365,6	120,0	12,0	-11,18
3	500,0	150,0	-2,76	3	-261,1	120,0	12,0	-11,18
4	500,0	-150,0	8,110	4	-156,7	120,0	12,0	-11,18
5				5	-52,2	120,0	12,0	-11,18
6				6	52,2	120,0	12,0	-11,18
7				7	156,7	120,0	12,0	-11,18
8				8	261,1	120,0	12,0	-11,18
9				9	365,6	120,0	12,0	-11,18
10				10	470,0	120,0	12,0	-11,18
11				11	-470,0	-120,0	12,0	46,85
12				12	-365,6	-120,0	12,0	46,85
13				13	-261,1	-120,0	12,0	46,85
14				14	-156,7	-120,0	12,0	46,85
15				15	-52,2	-120,0	12,0	46,85
16				16	52,2	-120,0	12,0	46,85
17				17	156,7	-120,0	12,0	46,85
18				18	261,1	-120,0	12,0	46,85
19				19	365,6	-120,0	12,0	46,85
20				20	470,0	-120,0	12,0	46,85

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-65	21	
c. FREQ	-55	18	
c. Q.PERM.	-52	17	

Calcola

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	73,76	1E04	73,76	-2,76	-15,00	46,9	360,0					
c. FREQ	-1E04	74,11	1E04	74,11	-2,37		40,4		351,093	0,000116	0,07	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	74,08	1E04	74,08	-2,24	-11,25	38,2		351,058	0,000109	0,07	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 3):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,8
 Acciaio: B450CFyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

File Parametri Sezione Calcolo Grafico Aiuto

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (N)
1	-500,0	-150,0	4,192
2	-500,0	150,0	-0,59€
3	500,0	150,0	-0,59€
4	500,0	-150,0	4,192
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (N)
1	-470,0	120,0	12,0	-0,78
2	-365,6	120,0	12,0	-0,78
3	-261,1	120,0	12,0	-0,78
4	-156,7	120,0	12,0	-0,78
5	-52,2	120,0	12,0	-0,78
6	52,2	120,0	12,0	-0,78
7	156,7	120,0	12,0	-0,78
8	261,1	120,0	12,0	-0,78
9	365,6	120,0	12,0	-0,78
10	470,0	120,0	12,0	-0,78
11	-470,0	-120,0	12,0	24,77
12	-365,6	-120,0	12,0	24,77
13	-261,1	-120,0	12,0	24,77
14	-156,7	-120,0	12,0	24,77
15	-52,2	-120,0	12,0	24,77
16	52,2	-120,0	12,0	24,77
17	156,7	-120,0	12,0	24,77
18	261,1	-120,0	12,0	24,77
19	365,6	-120,0	12,0	24,77
20	470,0	-120,0	12,0	24,77

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	16	5	
c. FREQ	9	2	
c. Q.PERM.	-22	3	

Azzerà tutto

Calcola

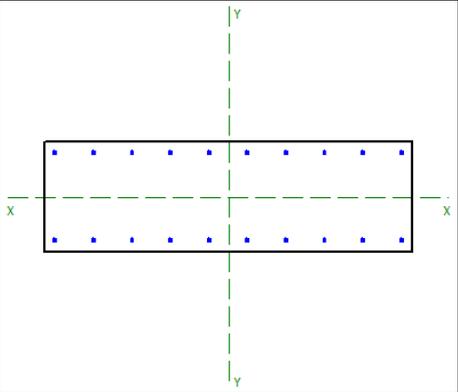
RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	112,60	1E04	112,60	-0,60	-15,00	24,8	360,0					
c. FREQ	-1E04	118,50	1E04	118,50	-0,22		11,1		352,163	0,000032	0,02	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	19,14	1E04	19,14	-0,35	-11,25	2,5		284,995	0,000007	0,00	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 4):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,6
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;



POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-30	4	
c. FREQ	-24	3	
c. Q.PERM.	-34	20	

Azzerare tutto
Calcola

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (t)
1	-500,0	-150,0	0,573
2	-500,0	150,0	-0,461
3	500,0	150,0	-0,461
4	500,0	-150,0	0,573
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (t)
1	-470,0	120,0	12,0	-2,39
2	-365,6	120,0	12,0	-2,39
3	-261,1	120,0	12,0	-2,39
4	-156,7	120,0	12,0	-2,39
5	-52,2	120,0	12,0	-2,39
6	52,2	120,0	12,0	-2,39
7	156,7	120,0	12,0	-2,39
8	261,1	120,0	12,0	-2,39
9	365,6	120,0	12,0	-2,39
10	470,0	120,0	12,0	-2,39
11	-470,0	-120,0	12,0	3,13
12	-365,6	-120,0	12,0	3,13
13	-261,1	-120,0	12,0	3,13
14	-156,7	-120,0	12,0	3,13
15	-52,2	-120,0	12,0	3,13
16	52,2	-120,0	12,0	3,13
17	156,7	-120,0	12,0	3,13
18	261,1	-120,0	12,0	3,13
19	365,6	-120,0	12,0	3,13
20	470,0	-120,0	12,0	3,13

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	16,21	1E04	16,21	-0,46	-15,00	3,1	360,0					
c. FREQ	-1E04	7,15	1E04	7,15	-0,34		2,0		270,568	0,000006	0,00	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	84,99	1E04	84,99	-2,66	-11,25	56,0		352,163	0,000160	0,10	0,20	

La sezione è verificata.

Verifica per F22 - M22 - caso 5):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO - VERIFICA SEZIONI IN CEMENTO ARMATO

Calcestruzzo: C25/30-NTC/EC2 (N/mm²) fcd=14,167 - fctm=2,5650 - Ec=31475,8
 Acciaio: B450Cfyd=391,3 N/mm² - Es=210000,0 N/mm²
 Sezione: RETTANGOLARE - B=1000,0mm - H=300,0mm - c=30,0 mm
 Fessurazione: Condizioni: Aggressive; Armature: Normali
 Fess. param.: kt=0,6; k1=0,8; k2=1,0; k3=3,4; k4=0,425;

POSITIVI: MOMENTI CHE TENDONO LE FIBRE INF. E SX; POSITIVE LE TRAZIONI

AZIONI	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
c. RARA	-40	25	
c. FREQ	-35	21	
c. Q.PERM.	0	0	

Azzera tutto
Calcola

VERTICI	X (mm)	Y (mm)	sc,r (t)
1	-500,0	-150,0	12,20
2	-500,0	150,0	-3,328
3	500,0	150,0	-3,328
4	500,0	-150,0	12,20
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

BARRE	X (mm)	Y (mm)	Diam. (mm)	ss,r (t)
1	-470,0	120,0	12,0	-11,84
2	-365,6	120,0	12,0	-11,84
3	-261,1	120,0	12,0	-11,84
4	-156,7	120,0	12,0	-11,84
5	-52,2	120,0	12,0	-11,84
6	52,2	120,0	12,0	-11,84
7	156,7	120,0	12,0	-11,84
8	261,1	120,0	12,0	-11,84
9	365,6	120,0	12,0	-11,84
10	470,0	120,0	12,0	-11,84
11	-470,0	-120,0	12,0	71,04
12	-365,6	-120,0	12,0	71,04
13	-261,1	-120,0	12,0	71,04
14	-156,7	-120,0	12,0	71,04
15	-52,2	-120,0	12,0	71,04
16	52,2	-120,0	12,0	71,04
17	156,7	-120,0	12,0	71,04
18	261,1	-120,0	12,0	71,04
19	365,6	-120,0	12,0	71,04
20	470,0	-120,0	12,0	71,04

RISULTATI	X1nn (mm)	Y1nn (mm)	X2nn (mm)	Y2nn (mm)	sc (N/mm ²)	sc,adm	ss (N/mm ²)	ss,adm	sr,max	delta sm	wd (mm)	w,adm	sc,lim
c. RARA	-1E04	85,71	1E04	85,71	-3,33	-15,00	71,0	360,0					
c. FREQ	-1E04	85,23	1E04	85,23	-2,79		59,1		352,163	0,000169	0,10	0,30	
c. Q.PERM.	-1E04	84,99	1E04	84,99	-2,66	-11,25	56,0		352,163	0,000160	0,10	0,2	

La sezione è verificata.

9 - VERIFICHE STRUTTURALI – ELEMENTI IN ACCIAIO

Nel presente paragrafo vengono condotte le verifiche strutturali di resistenza e di stabilità delle membrature in acciaio.

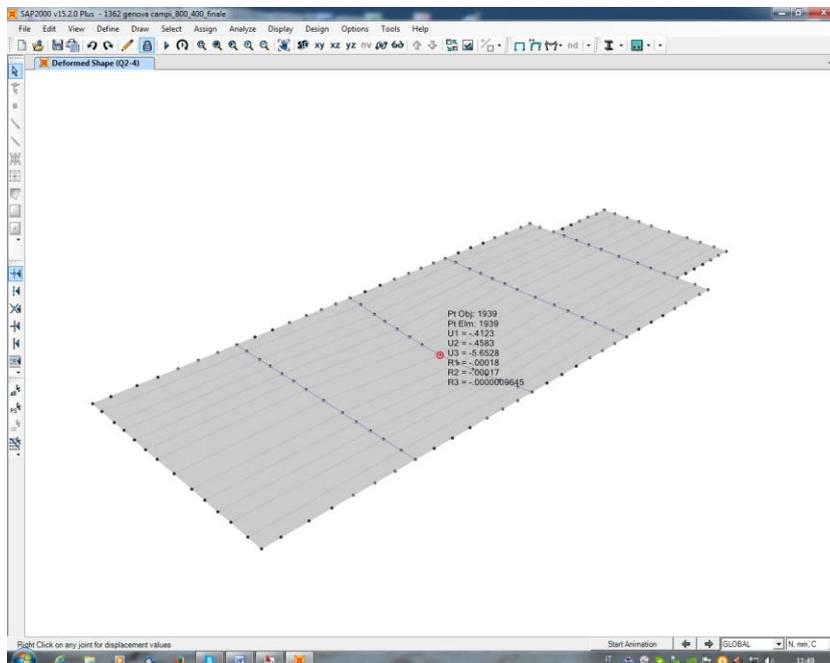
TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Eurocode 3-2005									
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m	Text	Text
1	HE220B	Beam	No Messages	0,086348	PMM	INV-SLU	2,15003	No Messages	No Messages
2	HE220B	Beam	No Messages	0,937173	PMM	INV-SLU	2,15003	No Messages	No Messages
3	HE220B	Beam	No Messages	0,090026	PMM	INV-SLU	0,5	No Messages	No Messages
4	HE220B	Beam	No Messages	0,040631	PMM	INV-SLU	0	No Messages	No Messages

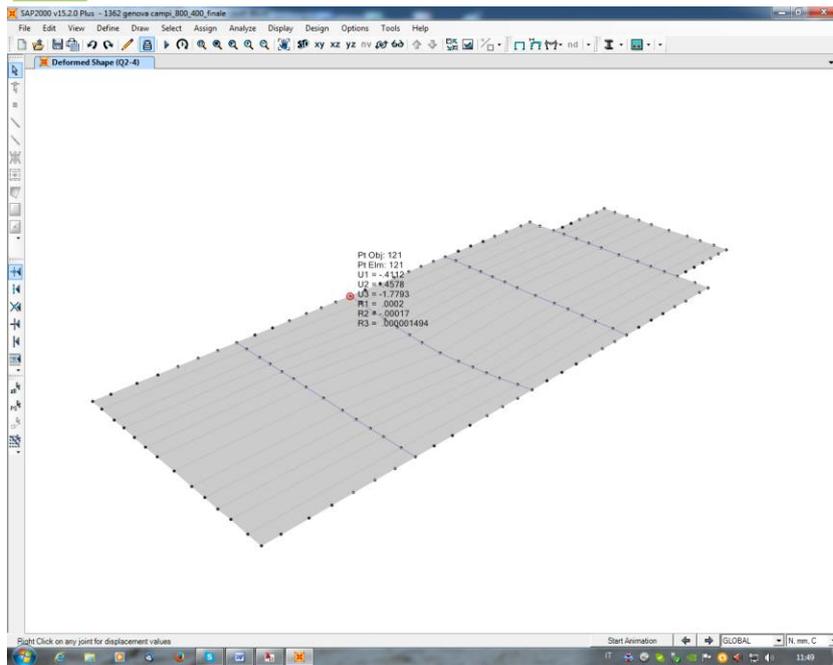
I profili sono verificati.

La deformata massima dovuta al carico stradale concentrato in mezzeria (caso di carico Q2-4) è pari a:

$$(5.75 - 1.78) = 3.97 \text{ mm} = lc / 528$$

con $lc = \text{luce di calcolo} = 2100 \text{ mm}$





10 - PRESSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE

Nel presente paragrafo vengono condotte le verifiche inerenti le pressioni sul terreno di fondazione.

Si evidenziano le massime reazioni nelle molle.

L'area di influenza pertinente al nodo 1908 è circa pari a: $(0.40 \times 0.467) / 4 = 0.0467 \text{ m}^2$

La pressione sul terreno allo SLU risulta quindi pari a $7.07 / 0.0467 = 151.40 \text{ kPa}$

Tale valore è inferiore al carico limite ultimo di 300 kPa, come definito in base al cedimento ammissibile nella relazione geotecnica.

TABLE: Joint Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
1637	INV-SLU	Combination	Max	0,167	0,162	6,063
1643	INV-SLU	Combination	Max	0,167	0,162	6,063
1646	INV-SLU	Combination	Max	0,167	0,162	6,062
1647	INV-SLU	Combination	Max	0,167	0,162	6,062
1893	INV-SLU	Combination	Max	0,181	0,166	5,729
1894	INV-SLU	Combination	Max	0,181	0,166	5,823
1895	INV-SLU	Combination	Max	0,198	0,184	6,505
1896	INV-SLU	Combination	Max	0,181	0,169	6,084
1906	INV-SLU	Combination	Max	0,17	0,163	6,059
1908	INV-SLU	Combination	Max	0,195	0,189	7,074
1637	INV-SLU	Combination	Max	0,167	0,162	6,063

11 - ALLEGATI

- Allegato 1: tabulati verifiche sezioni
- Allegato 2: validazione del modello strutturale
- Allegato 3: Dimensionamento piastra di copertura

ALLEGATO 1 – TABULATI INPUT - OUTPUT

NOTA: i tabulati dell'analisi strutturale automatica sono disponibili per la visione presso il progettista.

ALLEGATO 2 – VALIDAZIONE MODELLO STRUTTURALE

Qui di seguito si ottempera agli obblighi introdotti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni al punto 10.2, relativamente all'analisi strutturale con l'ausilio di codici di calcolo.

II.1 TIPO DI ANALISI SVOLTA

Per quanto concerne la tipologia di analisi svolta, riferirsi a quanto riportato in relazione.

II.2 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

I calcoli sono stati effettuati con:

SAP2000 rel.15.2.0 Plus

Distributore per l'Italia: CSI Italia srl

II.3 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

È stata esaminata tutta la documentazione a corredo del software, che contiene:

- descrizione delle basi teoriche di riferimento;
- descrizione degli algoritmi impiegati;
- individuazione dei campi d'impiego;
- casi prova risolti e commentati;
- diagnostiche di errore.

Tale documentazione risulta ricca di informazioni ed esaustiva allo scopo.

II.4 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I risultati prodotti dal software ed esposti in relazione sono descritti in modo sintetico e chiaro.

L'extrapolazione dei valori massimi e minimi delle azioni interne è stata fatta in modo automatico con l'ausilio di foglio di calcolo Excel ® e con ausilio grafico direttamente dal codice di calcolo.

Le verifiche agli SLU per le azioni taglianti sono state condotte manualmente e riportate in relazione, complete dei riferimenti normativi.

Le verifiche agli SLU per le azioni flettenti ed assiali per il calcolo dei domini resistenti, sono state condotte con l'ausilio di foglio di calcolo dell'ing. Salvatore Palermo, di cui si è verificata l'affidabilità.

Per gli stati limite di esercizio le verifiche delle tensioni nei materiali e del valore di apertura delle fessurazioni, sono state condotte con verificatore proprietario, di cui si è controllata l'affidabilità.

I valori degli spostamenti ai nodi sono stati estrapolati con l'ausilio di foglio di calcolo.

Essendo così numerose le combinazioni di carico e gli elementi del modello, le informazioni grafiche e di extrapolazione numerica relative agli andamenti delle azioni interne e degli spostamenti, restano disponibili su richiesta.

II.5 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE

Le elaborazioni svolte portano ad affermare che la struttura oggetto di calcolo, in base ai metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni e della geotecnica,

- lavora con sufficienti margini di sicurezza nei confronti della rottura;
- lavora in esercizio con deformate accettabili e con tensioni entro i limiti ammissibili;
- non provoca il collasso del terreno di fondazione e lavora con cedimenti assoluti accettabili.

II.6 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Sono state eseguite verifiche manuali, considerando schemi parziali semplificati della struttura.

Risulta congruo l'ordine di grandezza delle reazioni vincolari del modello EF, in rapporto alle risultanti dei carichi applicati alla struttura.

In particolare inoltre si considera il muro longitudinale, presentando altezza costante e schema statico riconducibile a quello di una piastra caricata con carico triangolare crescente con la profondità.

La condizione vincolare della piastra sarà intermedia tra l'appoggio e l'incastro lungo tre lati.

Si dovrà inoltre tenere in conto, oltre all'effettivo grado di vincolo, anche la non perfetta simmetria del manufatto.

Si confrontano i valori ottenuti dal modello di calcolo, con quelli ricavabili manualmente da:

Richard Bares' "Calcolo di lastre e piastre con teoria elastica lineare" - ed. Clup - Milano - 1983

Si considera la seguente tabella:

* Tab. 1.92, valida per $\mu = 0.15$ - piastra incastrata lungo tre lati

M_x = momento flettente per unità di lunghezza della sezione trasversale della piastra, perpendicolare all'asse X

M_y = momento flettente per unità di lunghezza della sezione trasversale della piastra, perpendicolare all'asse Y

M_{xs}, M_{ys} = momenti flettenti in centro alla piastra

Si controllano i valori delle azioni interne nel caso di carico G2B (spinta del terrapieno saturo).

caso G2B: H terrapieno = 2.35 m

$$q_{b \max} = K_0 \times \gamma_{\text{sat}} \times L = 0.56 \times 21 \times 2.35 = 27.64 \text{ kN/m}^2$$

a = altezza del muro = 2.35 m

b = larghezza del muro = 2.30 m

$$\gamma = a/b = 1.022 \approx 1.00$$

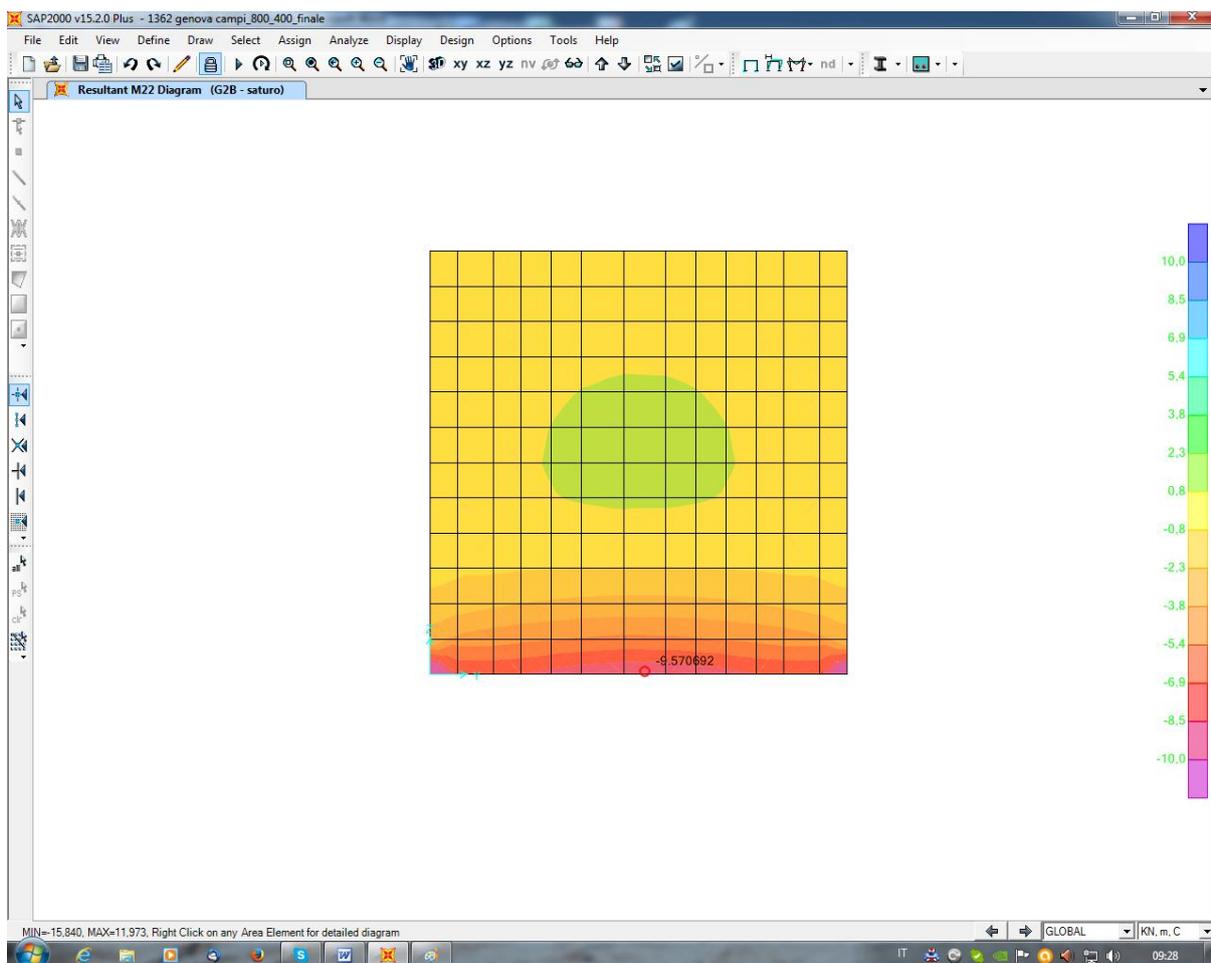
Si controlla l'ordine di grandezza dei momenti di incastro sui bordi orizzontale e verticale del lato corto (parete lungo l'asse Y nel FEM, in posizione $X = 0$), essendo la parete con vincoli simmetrici.

Tab. 1.92

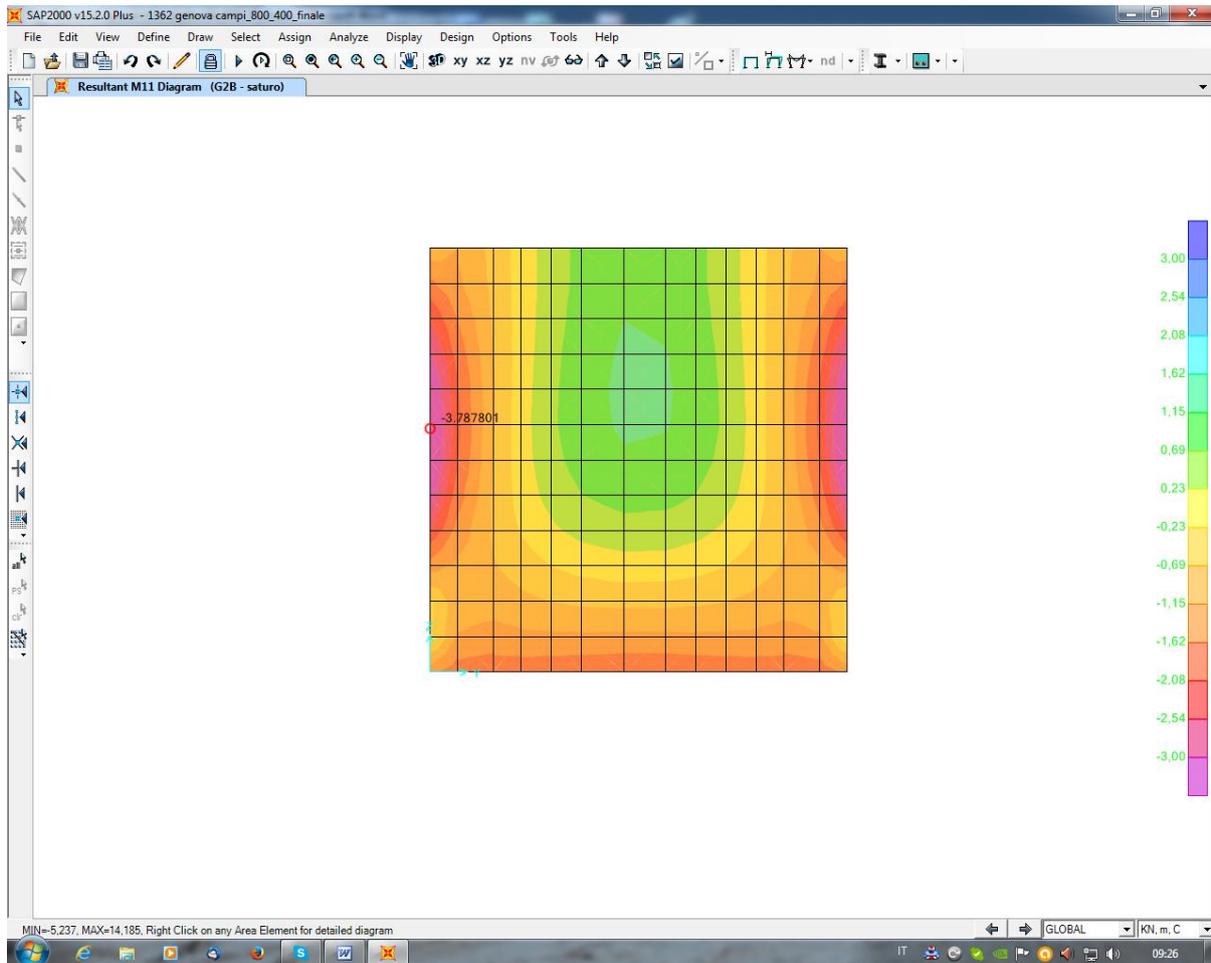
γ	β_x per M_{xvs}	β_y per M_{yvs}	$M_{xvs} = \beta_x qa^2$ kN/m ²	$M_{yvs} = \beta_y qb^2$ kN/m ²
1,00	-0,0345	-0,0301	-5,2661	-4,401

I risultati dell'analisi automatica sono i seguenti:

$M_{22} \text{ min} = -9,80 \text{ kNm/m} = \text{da confrontare con } M_{xvs}$

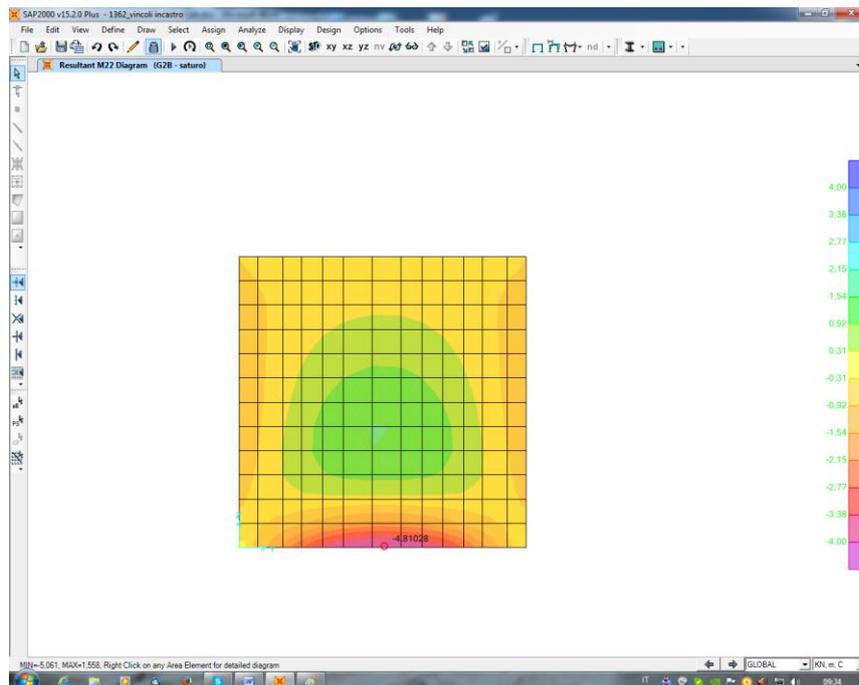


$M_{11} \text{ min} = -3,79 \text{ kNm/m} = \text{da confrontare con } M_{yvs}$

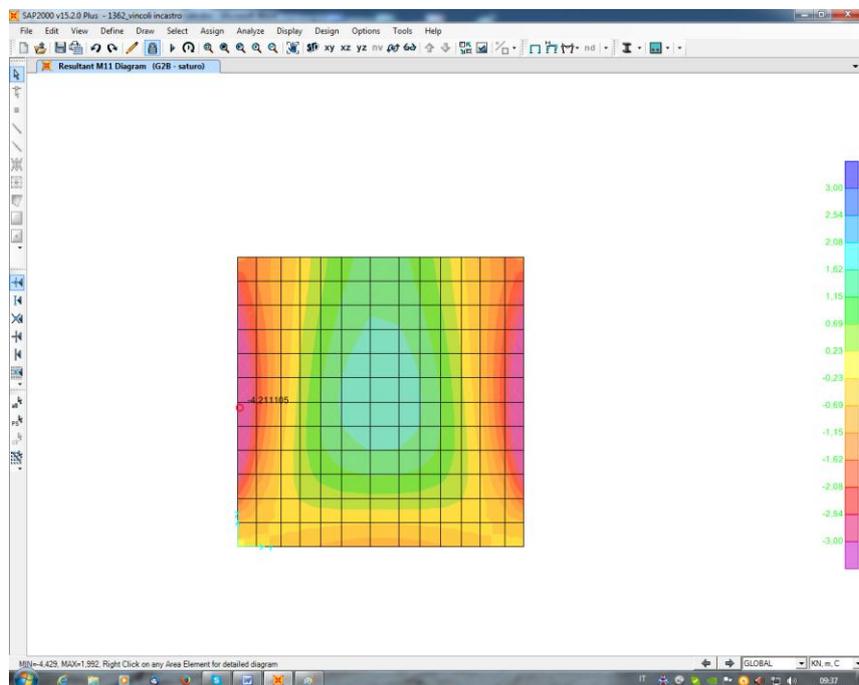


Estrapolando la medesima parete dal FEM, ovvero cancellando tutti gli altri elementi del FEM ed assegnando vincoli teorici ai nodi lungo i lati verticali ed il lato orizzontale di fondo (posizionato a $Z = 0$), si ottengono i seguenti risultati dal calcolo automatico:

$M_{22} \text{ min} = -4,80 \text{ kNm/m} = \text{da confrontare con } M_{xvs}$



$M_{11} \text{ min} = -4,20 \text{ kNm/m} = \text{da confrontare con } M_{yvs}$



I risultati dell'analisi automatica sono confrontabili, in quanto all'ordine di grandezza, con quelli teorici calcolati manualmente.

ALLEGATO 3 – DIMENSIONAMENTO PIASTRA DI COPERTURA

Qui di seguito si dimensiona lo spessore della piastra di copertura.

Si considera una piastra di larghezza unitaria $b = 1.0$ m e **spessore $t = 15$ mm**, in schema di semplice appoggio con luce di calcolo pari a $l_c = (1.25 - 2 \times 0.05) = 1.15$ m.

Si considera il **carico** uniformemente distribuito di schema 1 relativo ai ponti di prima categoria per la verifica globale dell'elemento di copertura:

$$q_{1k} = 9.0 \text{ kN/m}^2 \times 1.0 = 9.0 \text{ kN/m} \quad [\text{NCT Fig. 5.1.2}]$$

Si considera il **carico** concentrato di schema 2 relativo ai ponti di prima categoria per la verifica al punzonamento dell'elemento di copertura:

$$Q_{1k} = 200 \text{ kN} \quad [\text{NCT Fig. 5.1.2}]$$

Si calcolano le **azioni interne** nella piastra allo SLU:

$$\gamma_{Qi} = 1.50 \quad [\text{NCT Tab. 2.6.I}]$$

$$M_{Ed,max} = (1.5 \times 9.0) \times 1.15^2/8 = 2.23 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,max} = (1.5 \times 9.0) \times 1.15/2 = 7.76 \text{ kN}$$

Per la verifica al punzonamento, su un'impronta di carico di 0.60×0.35 m²:

$$V_{Ed,max,punz} = (1.5 \times 200) = 300 \text{ kN}$$

Si effettuano le **verifiche di resistenza** della piastra allo SLU:

$$\gamma_{M0} = 1.05 \quad [\text{NCT Tab. 4.2.V}]$$

$$W_{el,min} = b \times t^2 / 6 = 1000 \times 15^2 / 6 = 37500 \text{ mm}^3$$

$$M_{c,Rd} = f_{yk} W_{el,min} / \gamma_{M0} \quad [\text{NCT par. 4.2.4.1.2}]$$

$$= 235 \times 37500 / 1.05 = 8.39 \times 10^6 \text{ Nmm} = 8.39 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,max} / M_{c,Rd} = 2.23 / 8.39 = 0.266 < 1.00$$

$$A_v = b \times t = 1000 \times 15 = 15000 \text{ mm}^2$$

$$V_{c,Rd} = f_{yk} A_v / (\gamma_{M0} \sqrt{3}) \quad [\text{NCT par. 4.2.4.1.2}]$$

$$= 235 \times 15000 / (1.05 \sqrt{3}) = 1.93 \times 10^6 \text{ N} = 1938 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} / V_{c,Rd} = 7.76 / 1938 = 0.004 < 1.00$$

Per la verifica al punzonamento:

$$A_{v,punz} = u \times t = 2(600 + 350) \times 15 = 28500 \text{ mm}^2$$

$$V_{c,Rd} = f_{yk} A_{v,punz} / (\gamma_{M0} \sqrt{3}) \quad [\text{NCT par. 4.2.4.1.2}]$$

$$= 235 \times 28500 / (1.05 \sqrt{3}) = 3.68 \times 10^6 \text{ N} = 3680 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max,punz} / V_{c,Rd} = 300 / 3680 = 0.082 < 1.00$$

Si calcola la **deformata massima** in mezzeria allo SLE:

$$q = q_{Ik} = 9.0 = 9.00 \text{ kN/m} = 9.00 \text{ N/mm}$$

$$l_c = 1.15 \text{ m} = 1150 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$J = b \times t^3 / 12 = 1000 \times 15^3 / 12 = 281250 \text{ mm}^4$$

$$f_{max} = 5/384 (q \times l_c^4) / EJ = 5/384 \times (9.00 \times 1150^4) / (210000 \times 281250) = 3.47 \text{ mm}$$

$$f_{max} = l_c / 331 < l_c / 300$$