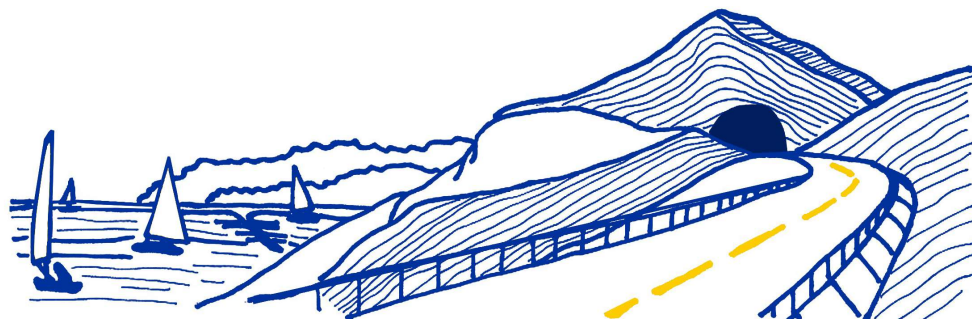


**VARIANTE ALLA S.S.1 AURELIA (AURELIA BIS)
VIABILITA' DI ACCESSO ALL' HUB PORTUALE DI LA SPEZIA
INTERCONNESSIONE TRA I CASELLI DELLA A-12 E IL PORTO DI LA SPEZIA
3° LOTTO TRA FELETTINO E IL RACCORDO AUTOSTRADALE**

PROGETTO ESECUTIVO DI STRALCIO E COMPLETAMENTO C - 3° TRATTO

PROGETTO ESECUTIVO

GE265



VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE
DELL'INTEGRAZIONE DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

PROGETTISTA SPECIALISTA

IL COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio CARDONE

Ing. Alessandro RODINO

Ing. Paolo Alberto COLETTI

Dott. Domenico TRIMBOLI

**OPERE MINORI
RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA
PRESIDI IDRAULICI
RELAZIONE DI CALCOLO**

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

0000_T00PS00IDRRE02_A

DPGE0265 E 20

CODICE ELAB. T00PS00IDRRE02

A

-

C

B

A

EMISSIONE

Marzo 2021

M. Barale

A. Rodino

D. Morgera

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE	pag.
1. PREMESSA	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3. MATERIALI	4
4. ANALISI STRUTTURALE.....	6
4.1 Calcolo vasca V2	7
4.1.1 Descrizione modello per analisi agli elementi finiti.....	7
4.1.2 Analisi dei carichi.....	10
4.1.3 Combinazioni di carico.....	12
4.1.4 Risultati modello	13
4.1.5 Verifiche strutturali	30
4.2 Calcolo vasca V2bis.....	33
4.2.1 Descrizione modello per analisi agli elementi finiti.....	33
4.2.2 Analisi dei carichi.....	36
4.2.3 Combinazioni di carico.....	38
4.2.4 Risultati modello	39
4.2.5 Verifiche strutturali	56
4.3 Calcolo vasca di recapito acque di stillicidio.....	59
4.3.1 Descrizione modello per analisi agli elementi finiti.....	59
4.3.2 Analisi dei carichi.....	62
4.3.3 Combinazioni di carico.....	65
4.3.4 Risultati modello	66
4.3.5 Verifiche strutturali	81

1. Premessa

La presente Relazione viene redatta nell'ambito del Contratto applicativo per la progettazione esecutiva dell'intervento S.S. 1 "Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Aurelia (Aurelia bis), viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia, interconnessione tra i caselli della A 12 e il porto di La Spezia – 3. lotto tra Felettino ed il raccordo autostradale - Progetto Esecutivo di stralcio e completamento C – 3. tratto".

Nella presente relazione si riportano i calcoli delle vasche di presidio idraulico presenti nel progetto.

Ai fini del calcolo si è considerata una sezione con un ricoprimento di terreno gravante sulla soletta superiore di ciascuna vasca di altezza pari a 0.20 m e peso specifico $\gamma_{\text{terr}} = 20$ kN/m³.

Si è altresì tenuto in conto della presenza del carico da folla presente sulla soletta superiore della vasca e del carico mobile da traffico presente sulla piattaforma stradale transitante a lato della vasca.

Nelle zone interessate dalla presenza delle vasche la falda non è presente.

2. Normativa di riferimento

Con riferimento al quadro normativo di riferimento progettuale per le strutture, si evidenzia che, il D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”, prevede, all’Art. 2 “Ambito di applicazione e disposizioni transitorie”, che *“per le opere pubbliche o di pubblica utilità in corso di esecuzione, per i contratti pubblici di lavori già affidati, nonché per i progetti definitivi o esecutivi già affidati prima della data di entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni, si possono continuare ad applicare le previgenti norme tecniche per le costruzioni fino all’ultimazione dei lavori ed al collaudo statico degli stessi”*.

Pertanto, essendo l’attività da svolgere il progetto di completamento di opere già parzialmente realizzate il riferimento normativo di riferimento restano le Norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

Per quanto sopra la normativa di riferimento per il calcolo e la verifica delle strutture risulta essere la seguente:

- Decreto 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 2 Febbraio 2009 - “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008”.
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Circolare Ministero dei Lavori pubblici 14 febbraio 1974, n.11951 – Applicazione delle norme sul cemento armato.
- Eurocodici UNI EN 1990:2006; UNI EN 1991; UNI EN 1992; UNI EN 1993; UNI EN 1994; UNI EN 1997; UNI EN 1998
- Calcestruzzo - specificazione, prestazione, produzione e conformità (UNI EN 2061:2006);
- UNI EN 1992-1-1:2005 - EC 2: PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO;
- D.M. LL. PP. 11 marzo 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” e le relative istruzioni (Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988, N. 30483 - Circolare Ministero Lavori Pubblici 9 gennaio 1996, N. 218/24/3).

- D.M. LL. PP. 14 febbraio 1992 “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” e le relative istruzioni (Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 giugno 1993, N. 37406/STC).
- D.M. LL. PP. 9 gennaio 1996 “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche” e le relative istruzioni (Circolare Ministero Lavori Pubblici 15 ottobre 1996, N. 252).
- D.M. LL. PP. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi»” e le relative istruzioni (Circolare Ministero Lavori Pubblici 4 luglio 1996, N. 156AA.GG./STC).
- Legge 2 Febbraio 1974 n° 64 - “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- D.M. LL. PP. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” e le relative istruzioni (Circolare Ministero Lavori Pubblici 10 aprile 1997, N. 65/AA.GG.).
- Ordinanza n. 3274 20 marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e s.m.i.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri – Ordinanza n. 3519 del 28 Aprile 2006 - “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.

3. Materiali

Calcestruzzo:

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/mc

Classe di resistenza = C30/37

Rck = resistenza cubica = 37.00 N/mm²

fck = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 Rck = 30.71 N/mm²

fcm = resistenza cilindrica media = fck + 8 = 38.71 N/mm²

fctm = resistenza a trazione media = 0.30 x fck^(2/3) = 2.94 N/mm²

fcfm = resistenza a traz. per flessione media = 1.20 x fctm = 3.53 N/mm²

fcfk = resistenza a traz. per flessione caratt. = 0.70 x fcfm = 2.47 N/mm²

Ecm = modulo elast. tra 0 e 0.40fcm = 22000 x (fcm/10)^{0.3} = 33019 N/mm²

ν_1 = coefficiente di Poisson per calcestruzzo non fessurato = 0.00

ν_2 = coefficiente di Poisson per calcestruzzo fessurato = 0.20

α_T = coefficiente di dilatazione termica = 0.00001 °C⁻¹

VN = vita nominale della struttura = 50 anni

Tolleranza di posa del copriferro = 0 mm

CARATTERISTICHE PER LA DURABILITA'						
CLASSE DI ESPOSIZIONE		XC2				
Classe di esposizione vecchia		2a				
RAPPORTO a/c (max)	0,60					
COPRIFERRO (min)	elementi a piastra:	30	altri elementi:	35		
CLASSE DI RESIST. PER ESPOSIZ.	C30/37					
CONTENUTO DI ARIA (min)	0%					
CONTENUTO DI CEMENTO kg/mc (min)	280					
CLASSE DI CONSISTENZA	S4					

Copriferro = 35 mm

Tipo di ambiente (ved. tabella 4.1.III delle NTC) = Aggressivo

Velocità di maturazione = Normale

N = numero min. di giorni di maturazione per togliere i casseri = 28 gg

Acciaio di armatura - barre:

Tipo = B 450 C

γ_a = peso specifico = 78.50 kN/mc

f_y nom = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm²

f_t nom = tensione nominale di rottura = 540 N/mm²

f_{yk} min = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²

f_{tk} min = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²

(f_t/f_y)_k min = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.15

$(f_t/f_y)_k \text{ max} = \text{massimo rapporto tra i valori caratteristici} = 1.35$

$(f_y/f_y \text{ nom})_k = \text{massimo rapporto tra i valori nominali} = 1.25$

$(A_{gt})_k = \text{allungamento caratteristico sotto carico massimo} = 7.5 \%$

$\phi \text{ min} = \text{minimo diametro consentito delle barre} = 6 \text{ mm}$

$\phi \text{ max} = \text{massimo diametro consentito delle barre} = 40 \text{ mm}$

$E = \text{modulo di elasticità dell'acciaio} = 206000 \text{ N/mm}^2$

$\alpha_T = \text{coefficiente di dilatazione termica} = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12 \text{ mm}$ 4 ϕ

$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$ 5 ϕ

$16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$ 8 ϕ

$25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$ 10 ϕ

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\phi \leq 16 \text{ mm}$.

4. Analisi strutturale

La presente Relazione Tecnica riporta l'analisi strutturale delle Vasche site in corrispondenza dello Svincolo Via del Forno, dello Svincolo San Venerio e dello Svincolo Melara.

Il sito di appartenenza dell'opera è:

Regione: Liguria,

Provincia: La Spezia,

Comune: La Spezia.

Il sito di appartenenza dell'opera è classificato sismico.

L'analisi strutturale mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi,
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio.

Gli stati limite ultimi analizzati sono:

- perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte;
- spostamenti o deformazioni eccessive;
- raggiungimento della capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
- raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni.

Gli stati limite di esercizio analizzati sono:

- danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione;

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

- R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche;
- E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma F_j$ delle azioni.

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione: Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale

La cui vita nominale è pari a 50 anni.

Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

“Classe III”: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Il coefficiente d'uso è pari a 1,50.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso Cu.

Pertanto $VR = 75$ anni.

4.1 Calcolo vasca V2

4.1.1 Descrizione modello per analisi agli elementi finiti

Al fine di calcolare la struttura della Vasca V2 è stato implementato un modello agli elementi finiti mediante l'utilizzo del software SAP2000 v.10.0.1 della Computers and Structures Inc., Berkeley.

Il modello è costituito da 6 elementi Joints e 6 elementi Frames. I vincoli sono rappresentati da 1 vincolo traslazionale in direzione trasversale e un letto di molle verticali poste in corrispondenza della soletta inferiore del tombino e di rigidità pari alla KWINKLER = 20000 kN/m³.

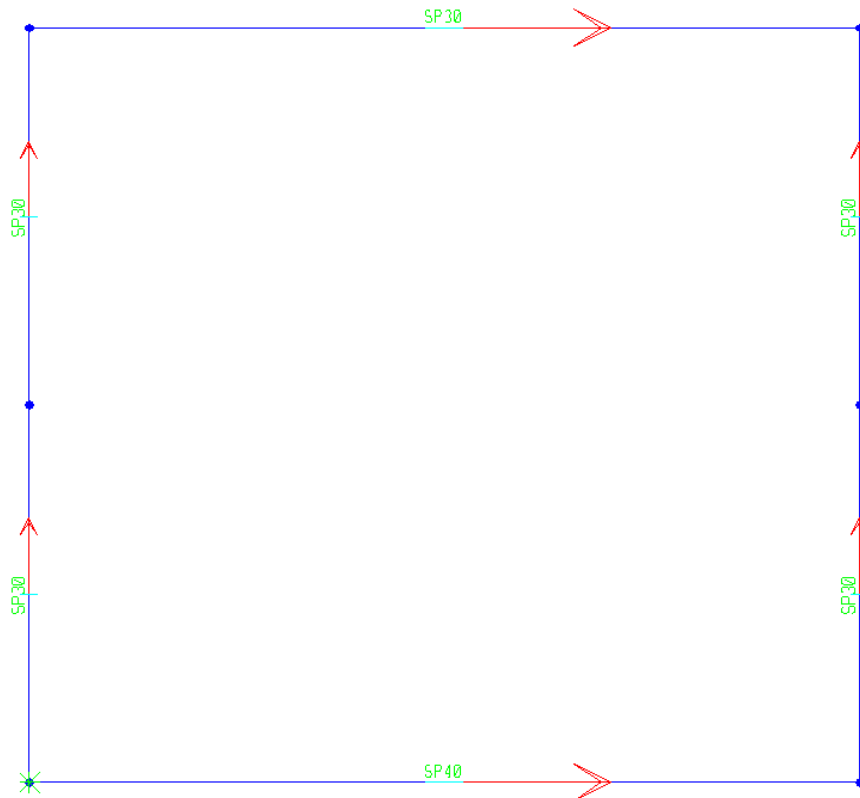
A ciascun frame è stata assegnata la corrispondente sezione trasversale e precisamente:

- soletta inferiore = sezione rettangolare 100 x 40 cm,
- soletta superiore = sezione rettangolare 100 x 30 cm,

- pareti verticali = sezione rettangolare 100 x 30 cm.

I carichi considerati sono illustrati nel seguente par. 4.2.2.

Le combinazioni di carico considerate sono illustrate nel seguente par. 4.2.3.



Modello agli Elementi Finiti

Rectangular Section

Section Name

Properties
 Property Modifiers
 Material

Dimensions
 Depth (t3)
 Width (t2)

Display Color

Rectangular Section

Section Name

Properties
 Property Modifiers
 Material

Dimensions
 Depth (t3)
 Width (t2)

Display Color

Frame Sections

4.1.2 Analisi dei carichi

I carichi considerati agenti sul modello considerato sono:

- Peso proprio: calcolato in automatico dal programma previa definizione di geometria delle sezioni e materiale ad esse associato ($\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$).
- Permanenti portati: viene considerato un ricoprimento di terreno gravante sulla soletta superiore del tombino di altezza pari a 0.20 m e peso specifico $\gamma_{terr} = 20 \text{ kN/m}^3$ per cui:

$$h_{terr} \times \gamma_{terr} = 4 \text{ kN/m}$$

- Spinta delle terre: in corrispondenza dei piedritti viene considerata un carico distribuito variabile con la profondità pari a:

$$St = K_0 \times \gamma_{terr} \times z$$

dove:

$$K_0 = 1 - \text{sen } \phi$$

$$\phi = 30^\circ \text{ (angolo di attrito del terreno)}$$

z = profondità rispetto alla quale è ubicata la struttura in oggetto.

z	$\sigma_{o,t \text{ triang}}$
[m]	[kN/m ²]
0,2	2,00
1,825	18,25
3,55	35,50

- Carico da folla: viene considerato un carico da folla agente sulla soletta superiore della vasca pari a 5 kN/m^2 .

Questo riportato sulla vasca genera altresì una spinta orizzontale sulle pareti pari a:

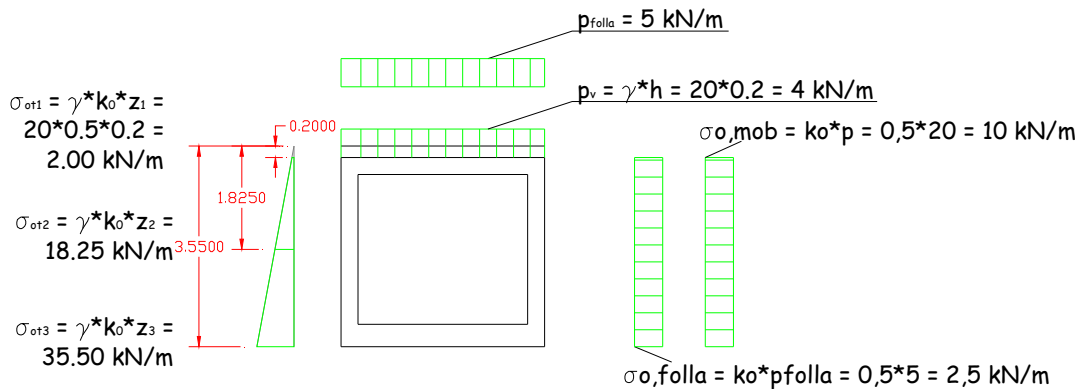
$$\sigma_{o,folia} = q_{folia} \times k_0 = \quad \quad \quad \mathbf{2,50 \text{ kN/m}^2}$$

- Carichi mobili da traffico: viene considerato l'effetto prodotto sul tombino dalla presenza del carico mobile da traffico presente sulla piattaforma stradale transitante a lato della parete verticale della vasca. Il carico considerato è un carico uniformemente distribuito pari a 20 kN/m^2 .

Questo riportato sulla vasca si traduce in una spinta orizzontale sulle pareti verticali pari a:

$$q_{mob.} = \quad \quad \quad 20,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{o,mob.} = q_{mob.} \times k_0 = \quad \quad \quad \mathbf{10,00 \text{ kN/m}^2}$$



ANALISI SISMICA

Vengono considerati due contributi: la Spinta Inerziale e la Sovrappinta Sismica delle Terre.

Spinta inerziale (SLD)

La spinta inerziale viene calcolata secondo l'analisi pseudostatica:

a_g = accelerazione al suolo =	0,142 g
S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica =	1,200
S_t = coefficiente di amplificazione topografica =	1,000
S = coefficiente di amplificazione = $S_s \times S_t$ =	1,20
k_h = coefficiente di spinta sismica = $a/g \times S$ =	0,170 g

Elemento1 =	parete verticale
V_1 = volume elemento =	0,80 mc
γ_1 = peso specifico elemento =	25,00 kN/mc
p = spinta inerziale = $\gamma_1 \times V_1 \times k_h$ =	3,39 kN

Elemento2 =	Solettone sup.
V_2 = volume elemento =	1,08 mc
γ_2 = peso specifico elemento =	25,00 kN/mc
p = spinta inerziale = $\gamma_2 \times V_2 \times k_h$ =	4,60 kN

Spinta sismica terreno (SLV)

H1 = altezza parete =	3,35	m
H2 = altezza ricoprimento parete =	0,00	m
λ = inclinazione del filo di monte rispetto all'asse verticale =	0,0	gradi
i = inclinazione del p.c. a monte rispetto all'asse orizzontale =	0,0	gradi
γ t = peso specifico del terreno =	20,00	kN/mc
ϕ = angolo di attrito del terreno =	30,00	gradi
perm = peso del sovraccarico permanente =	0,00	kN/mq
ag = accelerazione al suolo =	0,142	g
Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica =	1,200	
St = coefficiente di amplificazione topografica =	1,000	
d = angolo di attrito terreno/calcestruzzo = $1/2f$ =	9	gradi
k = coefficiente di spinta statica del terreno =	0,310	
k' = coefficiente di spinta statica orizz. del terreno = $k \cos d$ =	0,306	
S = coefficiente di amplificazione = $Ss \times St$ =	1,20	
Tipo di sostegno =	non può subire spostamenti relativi rispetto al terreno	
Categoria di sottosuolo =	B	
bm = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima =	1,00	
kh = coefficiente di spinta sismica = $bm \times a/g \times S$ =	0,170	g
q = $\arctan(kh)$ =	9,670	rad
ka = coefficiente di Mononobe - Okabe =	0,430	
ka' = coefficiente di spinta orizzontale del terreno = $ka \cos d$ =	0,424	
Dk' = incremento dinamico = $ka' - k'$ =	0,118	
Ds sup = pressione sismica sup. = $Dk' \times (gt \times H2 + perm)$ =	3,95	kN/mq
Ds inf = pressione sismica inf. = $Dk' \times [gt \times (H2 + H1) + perm]$ =	3,95	kN/mq
Ssism = spinta sismica = $(Ds \text{ sup} + Ds \text{ inf}) \times H1 / 2$ =	13,23	kN/m

4.1.3 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

		PESO PROPRIO			PERMANENTI			FOLLA (VERT.)			FOLLA (ORIZZ.)			TRAFFICO			SISMA		
		ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$
SLU1	1	1,00	1,35	1,35	1,00	1,50	1,50	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00
SLU2	2	1,00	1,35	1,35	1,00	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00
SLU_S	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
SLE_F1	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00
SLE_F2	5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00
SLE_QP	6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.1.4 Risultati modello

Di seguito si riportano i principali risultati dell'analisi strutturale effettuata:
 Combinazione di carico 1: SLU1

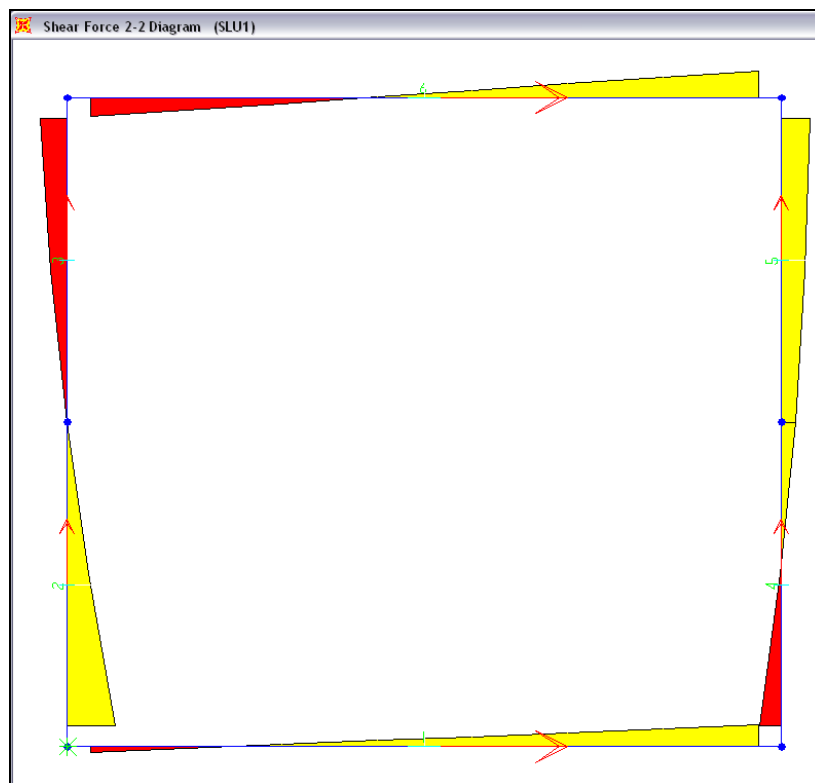
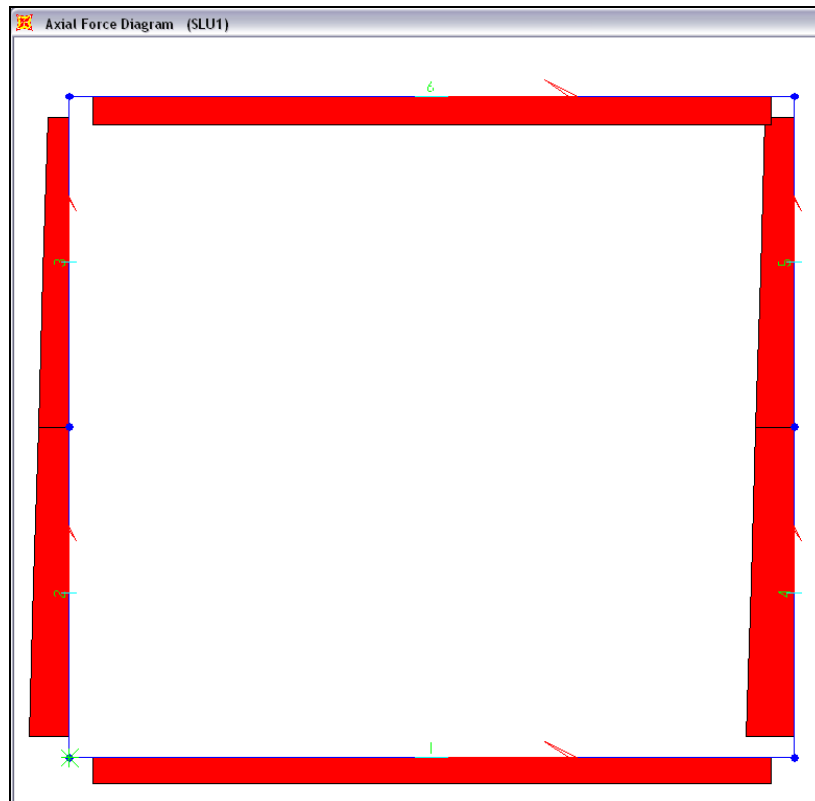
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,10761	SLU1	Combination	-39,33	-8,27	33,84
1	0,54829	SLU1	Combination	-39,33	-2,32	36,17
1	0,98898	SLU1	Combination	-39,33	3,63	35,88
1	1,42966	SLU1	Combination	-39,33	9,58	32,97
1	1,87034	SLU1	Combination	-39,33	15,53	27,43
1	2,31102	SLU1	Combination	-39,33	21,48	19,28
1	2,75171	SLU1	Combination	-39,33	27,43	8,50
1	3,19239	SLU1	Combination	-39,33	33,38	-4,90
2	0,09783	SLU1	Combination	-61,28	73,39	25,38
2	0,79891	SLU1	Combination	-54,18	32,01	-11,08
2	1,5	SLU1	Combination	-47,08	-0,89	-21,49
3	0	SLU1	Combination	-47,08	-0,89	-21,49
3	0,70109	SLU1	Combination	-39,98	-25,55	-11,76
3	1,40217	SLU1	Combination	-32,88	-42,23	12,47
4	0,09783	SLU1	Combination	-72,98	-34,21	12,16
4	0,79891	SLU1	Combination	-65,88	-2,30	24,47
4	1,5	SLU1	Combination	-58,78	21,14	17,37
5	0	SLU1	Combination	-58,78	21,14	17,37
5	0,70109	SLU1	Combination	-51,69	36,33	-3,25
5	1,40217	SLU1	Combination	-44,59	43,55	-31,71
6	0,10761	SLU1	Combination	-43,92	-29,43	-13,38
6	0,54829	SLU1	Combination	-43,92	-19,35	-2,63
6	0,98898	SLU1	Combination	-43,92	-9,27	3,67
6	1,42966	SLU1	Combination	-43,92	0,81	5,54
6	1,87034	SLU1	Combination	-43,92	10,89	2,96
6	2,31102	SLU1	Combination	-43,92	20,97	-4,06
6	2,75171	SLU1	Combination	-43,92	31,05	-15,53
6	3,19239	SLU1	Combination	-43,92	41,13	-31,43

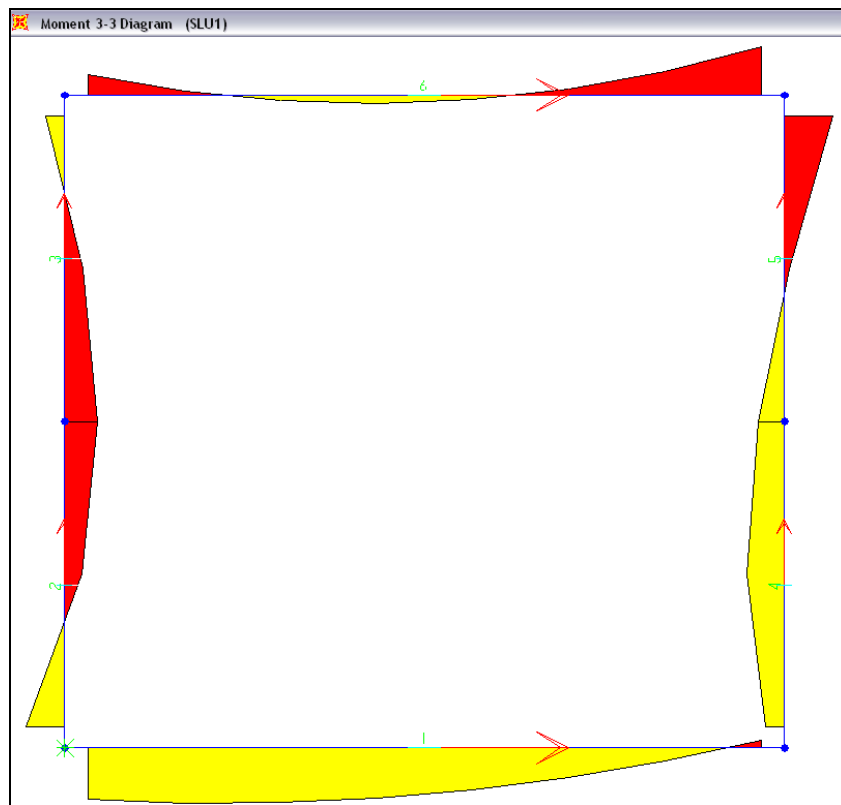
SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





Combinazione di carico 2: SLU2

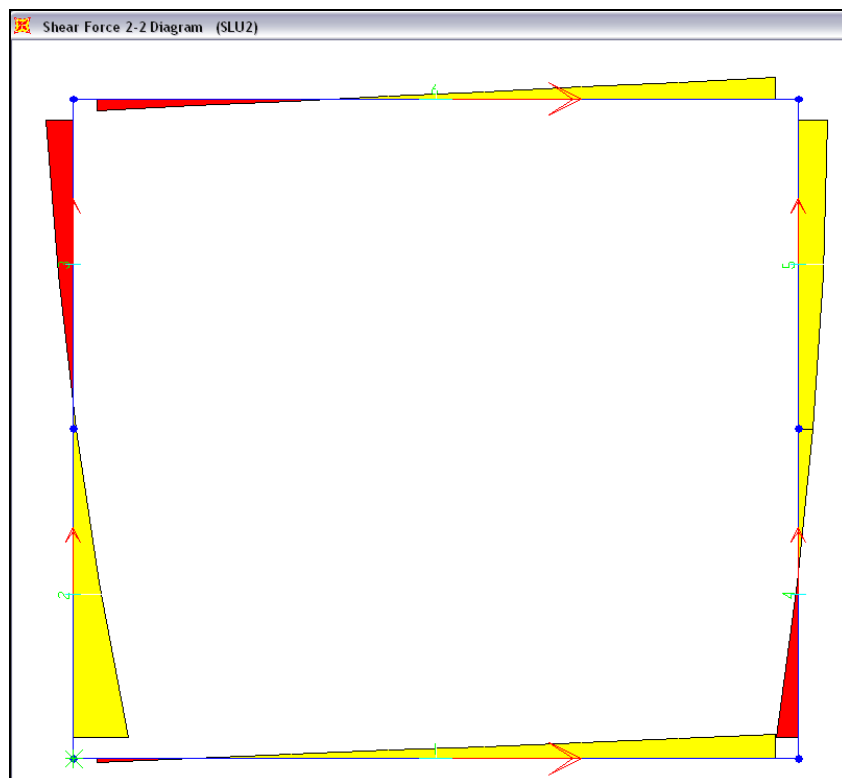
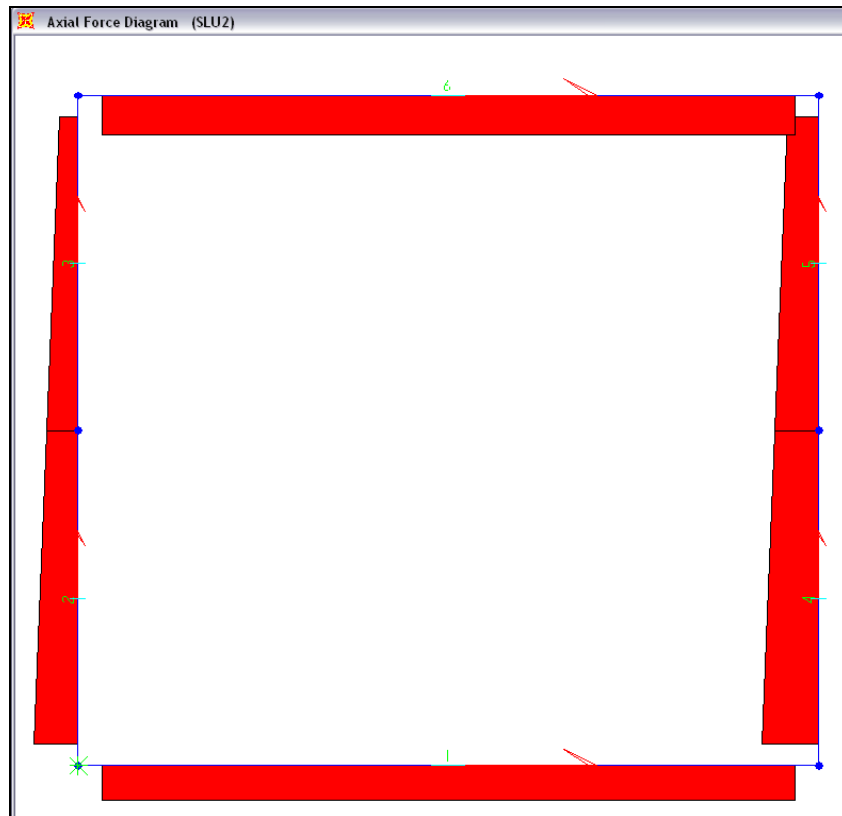
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,10761	SLU2	Combination	-38,87	-5,13	41,08
1	0,54829	SLU2	Combination	-38,87	0,82	42,03
1	0,98898	SLU2	Combination	-38,87	6,77	40,36
1	1,42966	SLU2	Combination	-38,87	12,72	36,06
1	1,87034	SLU2	Combination	-38,87	18,67	29,14
1	2,31102	SLU2	Combination	-38,87	24,62	19,60
1	2,75171	SLU2	Combination	-38,87	30,57	7,44
1	3,19239	SLU2	Combination	-38,87	36,52	-7,34
2	0,09783	SLU2	Combination	-48,68	82,72	32,03
2	0,79891	SLU2	Combination	-41,58	38,98	-10,14
2	1,5	SLU2	Combination	-34,48	3,72	-24,61
3	0	SLU2	Combination	-34,48	3,72	-24,61
3	0,70109	SLU2	Combination	-27,38	-23,31	-17,27
3	1,40217	SLU2	Combination	-20,28	-42,36	6,22
4	0,09783	SLU2	Combination	-63,31	-33,75	14,90
4	0,79891	SLU2	Combination	-56,21	-1,83	26,87
4	1,5	SLU2	Combination	-49,11	21,60	19,45
5	0	SLU2	Combination	-49,11	21,60	19,45
5	0,70109	SLU2	Combination	-42,01	36,80	-1,49
5	1,40217	SLU2	Combination	-34,91	44,01	-30,28
6	0,10761	SLU2	Combination	-44,38	-17,56	-8,48
6	0,54829	SLU2	Combination	-44,38	-10,45	-2,31
6	0,98898	SLU2	Combination	-44,38	-3,34	0,73
6	1,42966	SLU2	Combination	-44,38	3,76	0,64
6	1,87034	SLU2	Combination	-44,38	10,87	-2,59
6	2,31102	SLU2	Combination	-44,38	17,97	-8,94
6	2,75171	SLU2	Combination	-44,38	25,08	-18,43
6	3,19239	SLU2	Combination	-44,38	32,19	-31,05

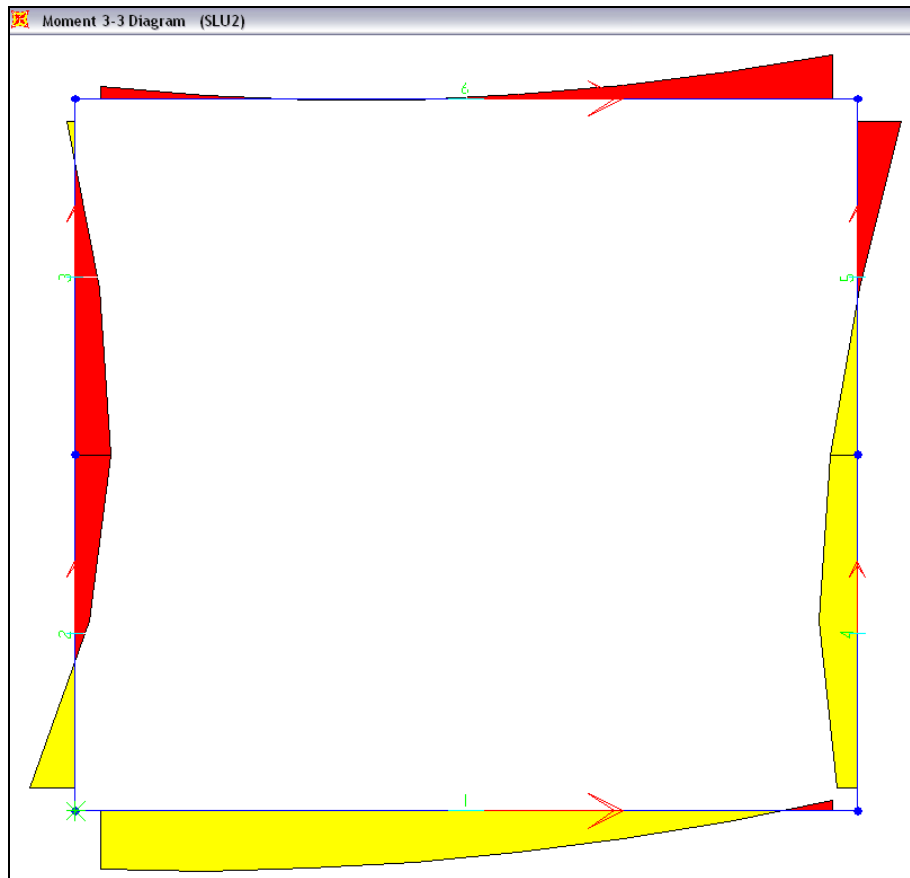
SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





Combinazione di carico 3: SLUS

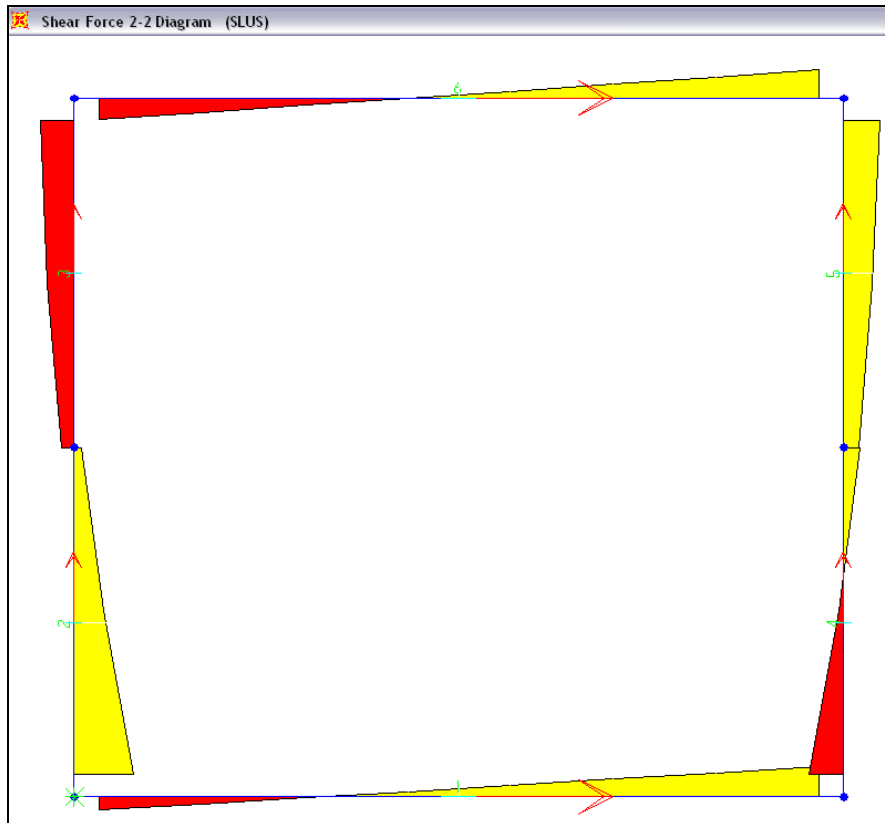
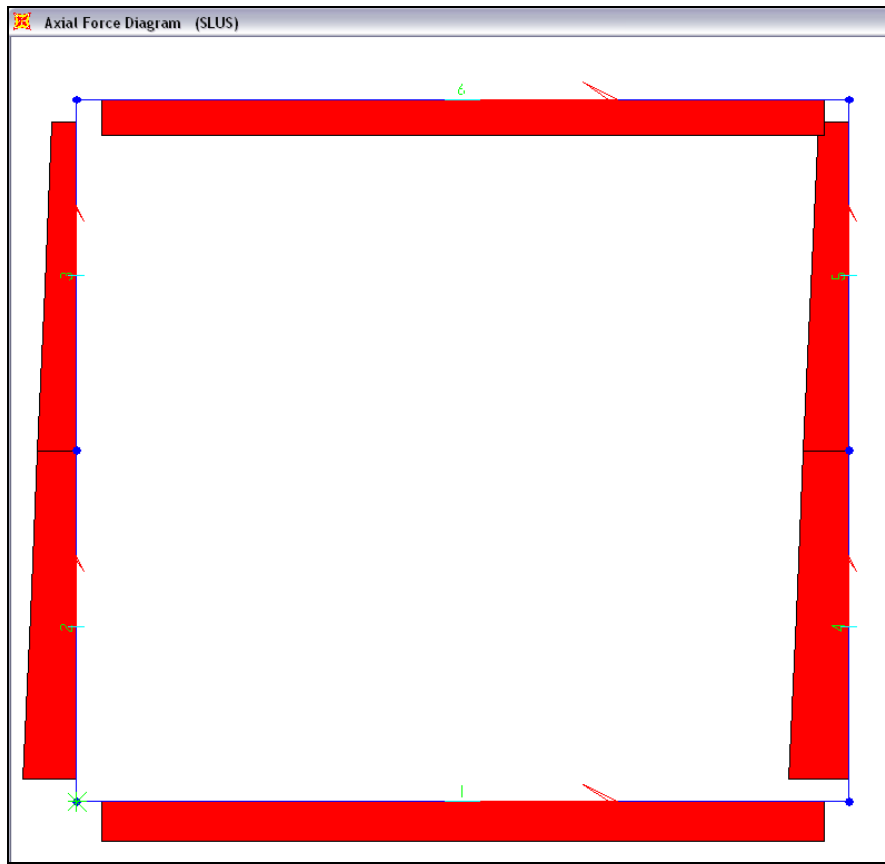
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,10761	SLUS	Combination	-28,52	-9,39	18,72
1	0,54829	SLUS	Combination	-28,52	-4,98	21,89
1	0,98898	SLUS	Combination	-28,52	-0,57	23,11
1	1,42966	SLUS	Combination	-28,52	3,84	22,39
1	1,87034	SLUS	Combination	-28,52	8,24	19,73
1	2,31102	SLUS	Combination	-28,52	12,65	15,13
1	2,75171	SLUS	Combination	-28,52	17,06	8,58
1	3,19239	SLUS	Combination	-28,52	21,46	0,09
2	0,09783	SLUS	Combination	-38,44	42,17	13,36
2	0,79891	SLUS	Combination	-33,18	20,89	-8,41
2	1,5	SLUS	Combination	-27,92	5,27	-17,26
3	0	SLUS	Combination	-27,92	-9,24	-17,26
3	0,70109	SLUS	Combination	-22,67	-19,37	-6,92
3	1,40217	SLUS	Combination	-17,41	-24,18	8,66
4	0,09783	SLUS	Combination	-43,04	-25,10	4,90
4	0,79891	SLUS	Combination	-37,79	-3,82	14,70
4	1,5	SLUS	Combination	-32,53	11,80	11,58
5	0	SLUS	Combination	-32,53	10,52	11,58
5	0,70109	SLUS	Combination	-27,27	20,65	0,34
5	1,40217	SLUS	Combination	-22,01	25,46	-16,13
6	0,10761	SLUS	Combination	-25,70	-15,44	-9,31
6	0,54829	SLUS	Combination	-25,70	-10,37	-3,62
6	0,98898	SLUS	Combination	-25,70	-5,30	-0,17
6	1,42966	SLUS	Combination	-25,70	-0,23	1,05
6	1,87034	SLUS	Combination	-25,70	4,84	0,03
6	2,31102	SLUS	Combination	-25,70	9,90	-3,21
6	2,75171	SLUS	Combination	-25,70	14,97	-8,70
6	3,19239	SLUS	Combination	-25,70	20,04	-16,41

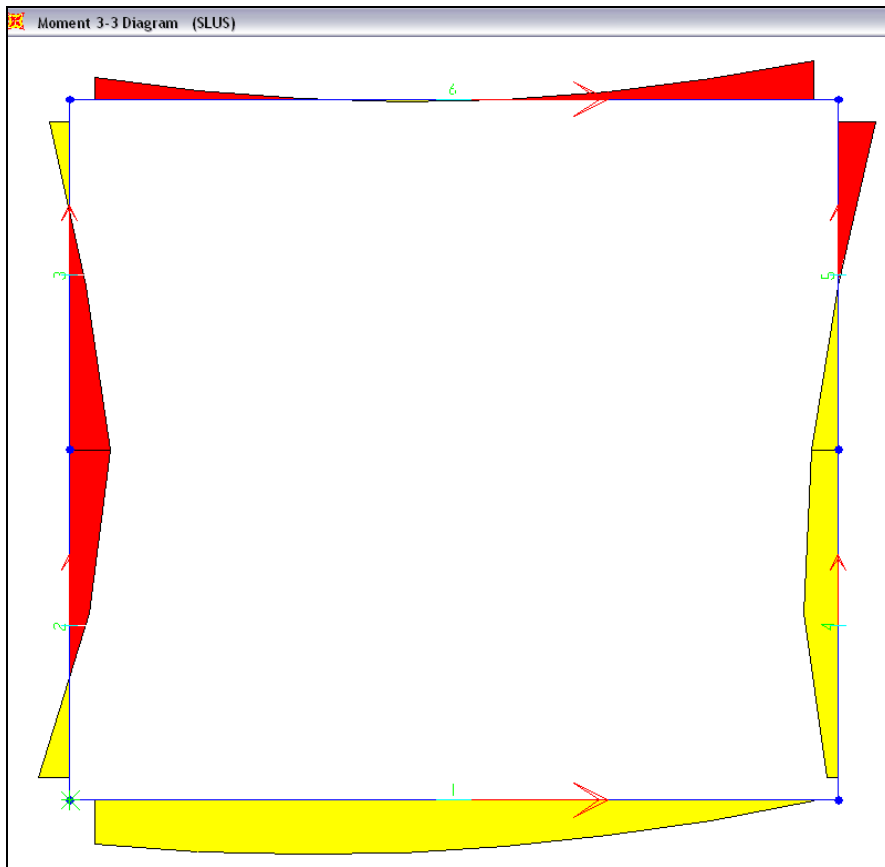
SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

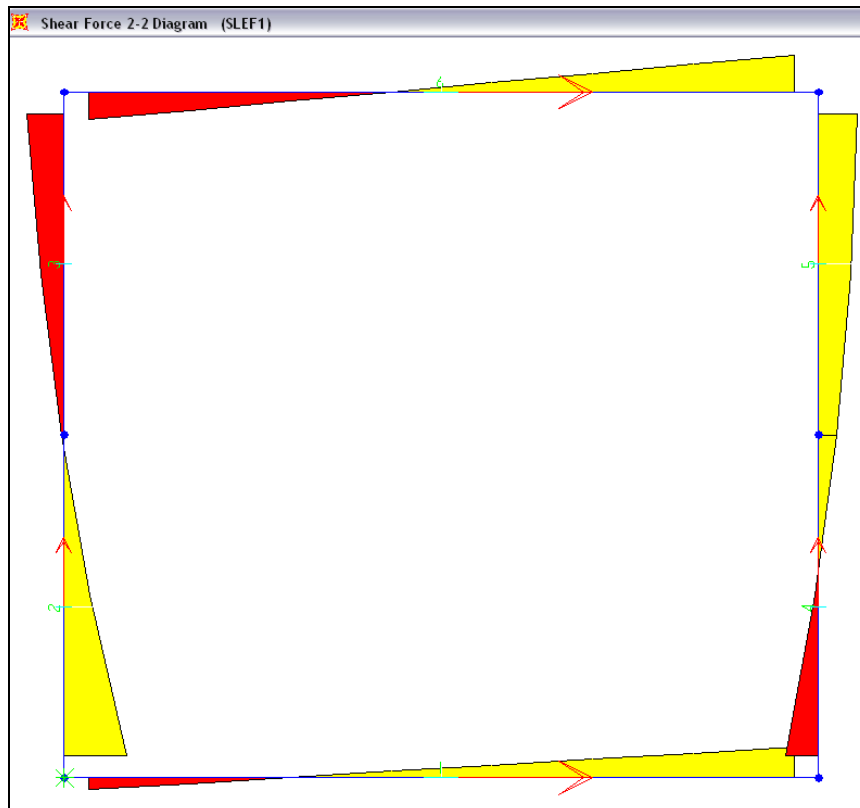
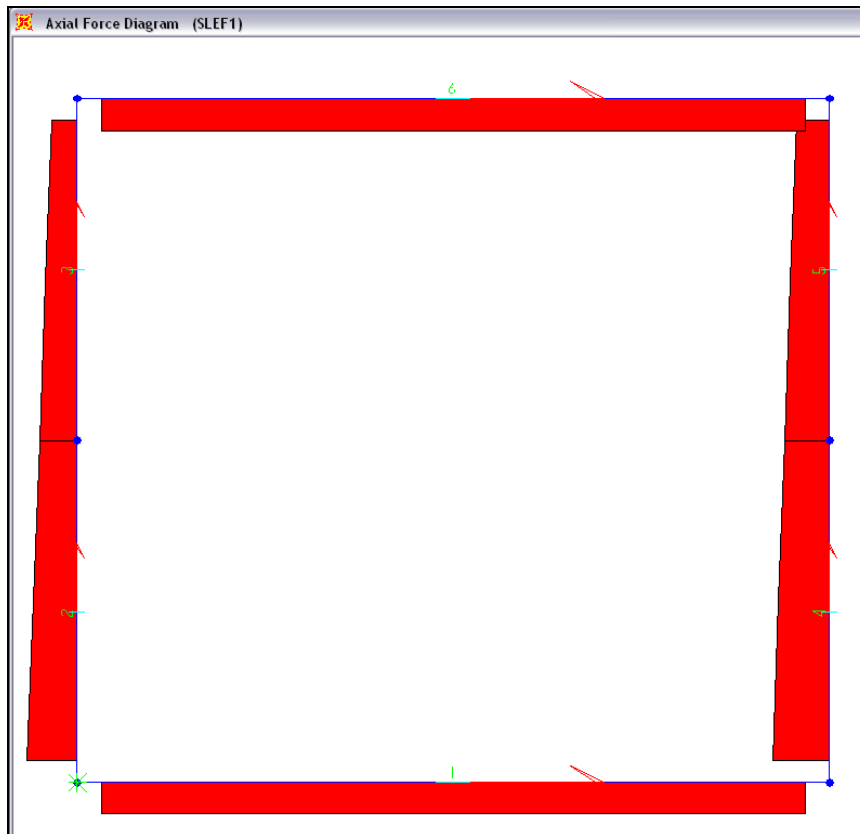
SOLETTA SUPERIORE

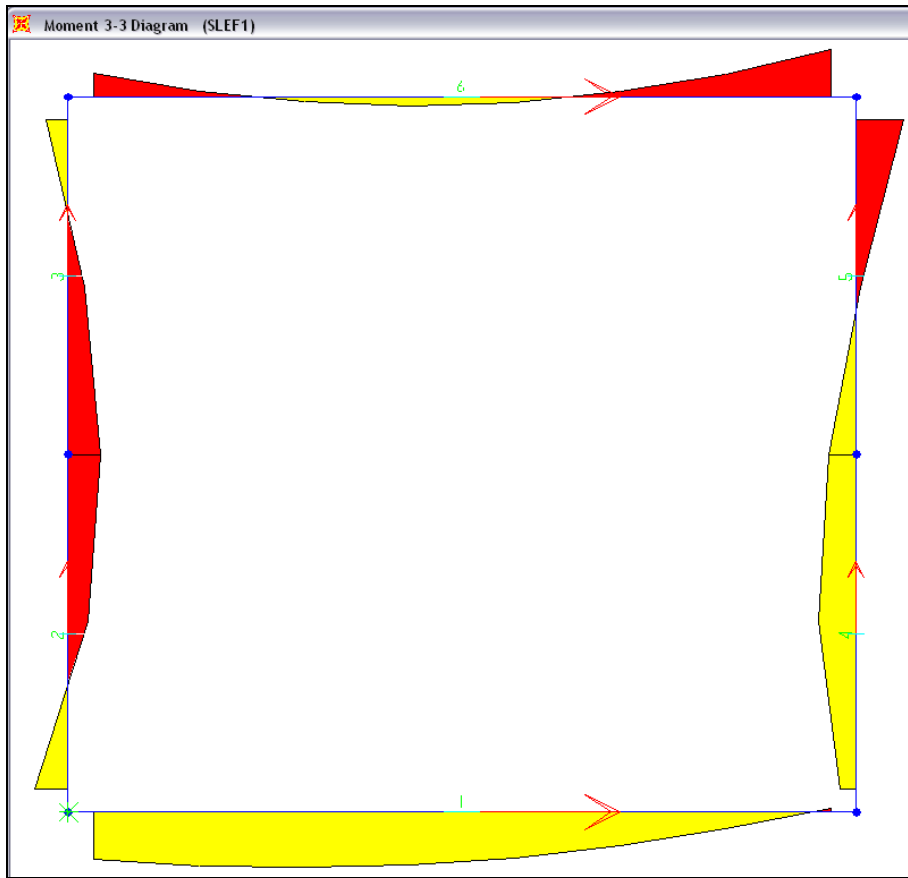




Combinazione di carico 4: SLEF1

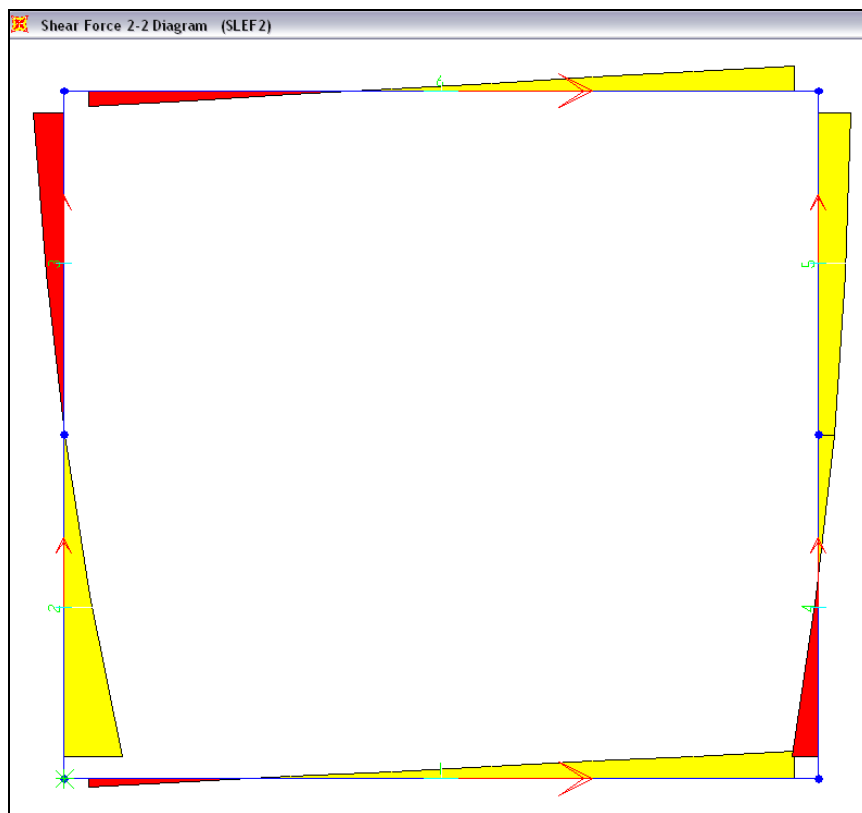
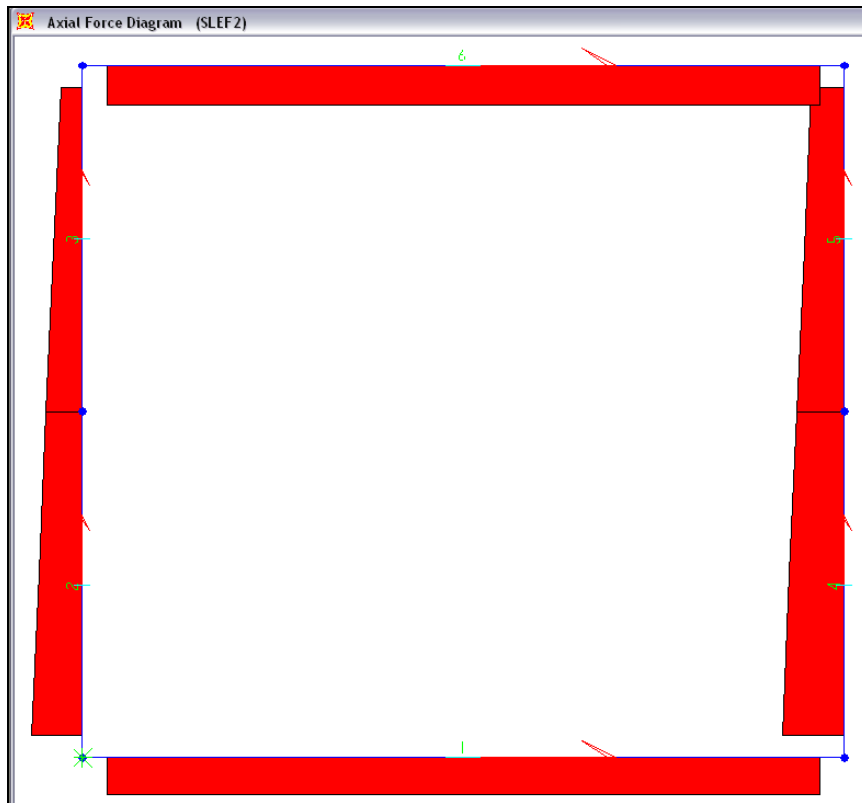
TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,10761	SLEF1	Combination	-27,10	-8,45	19,69	SOLETTA INFERIORE
1	0,54829	SLEF1	Combination	-27,10	-4,04	22,44	
1	0,98898	SLEF1	Combination	-27,10	0,37	23,25	
1	1,42966	SLEF1	Combination	-27,10	4,77	22,12	
1	1,87034	SLEF1	Combination	-27,10	9,18	19,04	
1	2,31102	SLEF1	Combination	-27,10	13,59	14,02	
1	2,75171	SLEF1	Combination	-27,10	17,99	7,07	
1	3,19239	SLEF1	Combination	-27,10	22,40	-1,83	
2	0,09783	SLEF1	Combination	-43,68	45,45	14,07	PIEDRITTO SX
2	0,79891	SLEF1	Combination	-38,42	18,92	-8,17	
2	1,5	SLEF1	Combination	-33,16	-1,96	-13,78	
3	0	SLEF1	Combination	-33,16	-1,96	-13,78	
3	0,70109	SLEF1	Combination	-27,90	-17,35	-6,70	
3	1,40217	SLEF1	Combination	-22,65	-27,42	9,30	
4	0,09783	SLEF1	Combination	-50,18	-23,69	6,79	PIEDRITTO DX
4	0,79891	SLEF1	Combination	-44,92	-2,41	15,60	
4	1,5	SLEF1	Combination	-39,66	13,21	11,49	
5	0	SLEF1	Combination	-39,66	13,21	11,49	
5	0,70109	SLEF1	Combination	-34,41	23,34	-1,63	
5	1,40217	SLEF1	Combination	-29,15	28,15	-20,00	
6	0,10761	SLEF1	Combination	-28,40	-20,27	-9,76	SOLETTA SUPERIORE
6	0,54829	SLEF1	Combination	-28,40	-13,55	-2,31	
6	0,98898	SLEF1	Combination	-28,40	-6,83	2,18	
6	1,42966	SLEF1	Combination	-28,40	-0,11	3,71	
6	1,87034	SLEF1	Combination	-28,40	6,61	2,28	
6	2,31102	SLEF1	Combination	-28,40	13,33	-2,12	
6	2,75171	SLEF1	Combination	-28,40	20,05	-9,47	
6	3,19239	SLEF1	Combination	-28,40	26,77	-19,79	

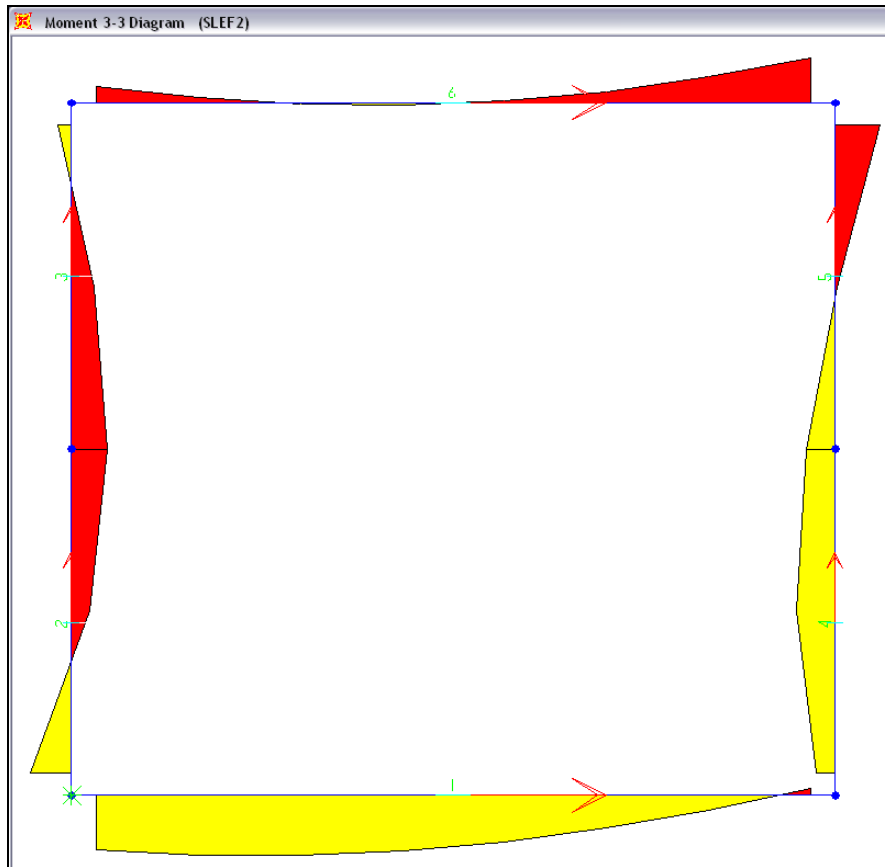




Combinazione di carico 5: SLEF2

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,10761	SLEF2	Combination	-26,85	-6,70	23,71	SOLETTA INFERIORE
1	0,54829	SLEF2	Combination	-26,85	-2,30	25,69	
1	0,98898	SLEF2	Combination	-26,85	2,11	25,73	
1	1,42966	SLEF2	Combination	-26,85	6,52	23,83	
1	1,87034	SLEF2	Combination	-26,85	10,92	19,99	
1	2,31102	SLEF2	Combination	-26,85	15,33	14,21	
1	2,75171	SLEF2	Combination	-26,85	19,74	6,48	
1	3,19239	SLEF2	Combination	-26,85	24,14	-3,19	
2	0,09783	SLEF2	Combination	-36,68	50,64	17,77	PIEDRITTO SX
2	0,79891	SLEF2	Combination	-31,42	22,79	-7,64	
2	1,5	SLEF2	Combination	-26,16	0,60	-15,51	
3	0	SLEF2	Combination	-26,16	0,60	-15,51	
3	0,70109	SLEF2	Combination	-20,90	-16,11	-9,76	
3	1,40217	SLEF2	Combination	-15,65	-27,49	5,83	
4	0,09783	SLEF2	Combination	-44,81	-23,43	8,30	PIEDRITTO DX
4	0,79891	SLEF2	Combination	-39,55	-2,16	16,94	
4	1,5	SLEF2	Combination	-34,29	13,47	12,65	
5	0	SLEF2	Combination	-34,29	13,47	12,65	
5	0,70109	SLEF2	Combination	-29,03	23,60	-0,66	
5	1,40217	SLEF2	Combination	-23,77	28,41	-19,20	
6	0,10761	SLEF2	Combination	-28,65	-13,67	-7,04	SOLETTA SUPERIORE
6	0,54829	SLEF2	Combination	-28,65	-8,61	-2,13	
6	0,98898	SLEF2	Combination	-28,65	-3,54	0,55	
6	1,42966	SLEF2	Combination	-28,65	1,53	0,99	
6	1,87034	SLEF2	Combination	-28,65	6,60	-0,80	
6	2,31102	SLEF2	Combination	-28,65	11,67	-4,83	
6	2,75171	SLEF2	Combination	-28,65	16,73	-11,09	
6	3,19239	SLEF2	Combination	-28,65	21,80	-19,58	





Combinazione di carico 6: SLEQP

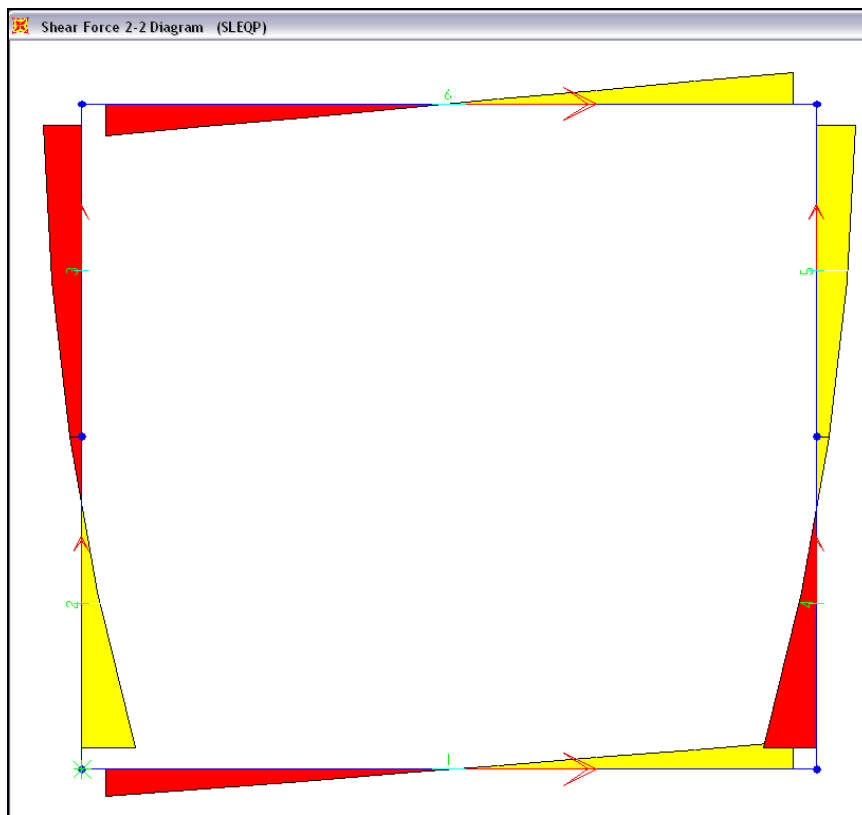
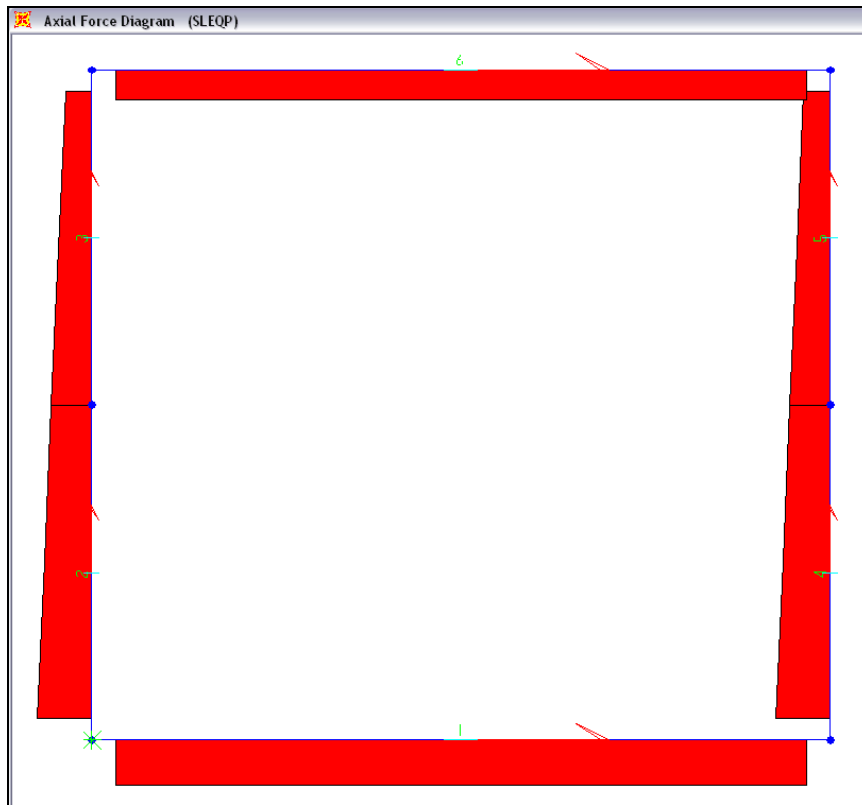
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,10761	SLEQP	Combination	-33,42	-15,42	7,36
1	0,54829	SLEQP	Combination	-33,42	-11,02	13,18
1	0,98898	SLEQP	Combination	-33,42	-6,61	17,07
1	1,42966	SLEQP	Combination	-33,42	-2,20	19,01
1	1,87034	SLEQP	Combination	-33,42	2,20	19,01
1	2,31102	SLEQP	Combination	-33,42	6,61	17,07
1	2,75171	SLEQP	Combination	-33,42	11,02	13,18
1	3,19239	SLEQP	Combination	-33,42	15,42	7,36
2	0,09783	SLEQP	Combination	-40,74	30,01	2,54
2	0,79891	SLEQP	Combination	-35,48	8,73	-10,71
2	1,5	SLEQP	Combination	-30,23	-6,89	-11,02
3	0	SLEQP	Combination	-30,23	-6,89	-11,02
3	0,70109	SLEQP	Combination	-24,97	-17,02	-2,33
3	1,40217	SLEQP	Combination	-19,71	-21,83	11,60
4	0,09783	SLEQP	Combination	-40,74	-30,01	-2,54
4	0,79891	SLEQP	Combination	-35,48	-8,73	10,71
4	1,5	SLEQP	Combination	-30,23	6,89	11,02
5	0	SLEQP	Combination	-30,23	6,89	11,02
5	0,70109	SLEQP	Combination	-24,97	17,02	2,33
5	1,40217	SLEQP	Combination	-19,71	21,83	-11,60
6	0,10761	SLEQP	Combination	-22,08	-17,74	-11,77
6	0,54829	SLEQP	Combination	-22,08	-12,67	-5,07
6	0,98898	SLEQP	Combination	-22,08	-7,60	-0,61
6	1,42966	SLEQP	Combination	-22,08	-2,53	1,63
6	1,87034	SLEQP	Combination	-22,08	2,53	1,63
6	2,31102	SLEQP	Combination	-22,08	7,60	-0,61
6	2,75171	SLEQP	Combination	-22,08	12,67	-5,07
6	3,19239	SLEQP	Combination	-22,08	17,74	-11,77

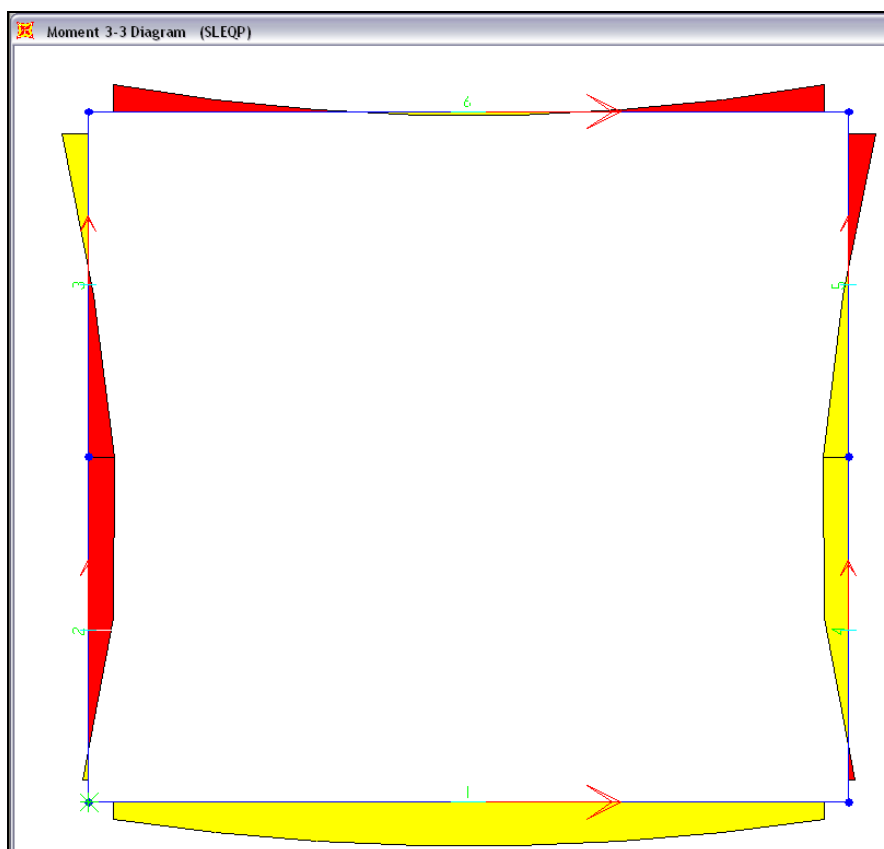
SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





4.1.5 Verifiche strutturali

Di seguito si riportano i principali risultati delle verifiche strutturali relative a: Presso-flessione, Fessurazione e Taglio.

L'armatura considerata, rispettosa dei minimi di Normativa, è la seguente:

Armatura Trasversale:

Soletta Superiore: $\Phi 16/20$ sup. + $\Phi 16/20$ inf.

Soletta Inferiore: $\Phi 16/20$ sup. + $\Phi 16/20$ inf.

Piedritti: $\Phi 14/20$ int. + $\Phi 14/20$ est.

Armatura Longitudinale: $\Phi 12/20$ correnti.

Armatura a Taglio:

Soletta Superiore: Spille $\Phi 8/40/40$.

Soletta Inferiore: Spille $\Phi 8/40/40$.

Piedritti: Spille $\Phi 8/40/40$.

4.2.5.1 Verifica a presso-flessione

SLU1		coeff.sicurezza	
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-39,33	-4,90	28,04
	-39,33	36,17	3,80
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-47,08	-21,49	3,74
	-61,28	25,38	3,23
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-44,59	-31,71	2,52
	-65,88	24,47	3,37
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-43,92	-31,43	3,16
	-43,92	5,54	17,93

SLU2		coeff.sicurezza	
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-38,87	-7,34	18,71
	-38,87	42,03	3,27
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-34,48	-24,61	3,21
	-48,68	32,03	2,51
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-34,91	-30,28	2,61
	-56,21	26,87	3,03
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-44,38	-31,05	3,20
	-44,38	0,73	111,84

SLUS		coeff.sicurezza	
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-28,52	0,09	222,82
	-28,52	23,11	5,87
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-27,92	-17,26	4,53
	-38,44	13,36	5,94
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-22,01	-16,13	4,80
	-37,79	14,70	5,39
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-25,70	-16,41	5,93
	-25,70	1,05	92,72

4.2.5.2 Verifica a fessurazione

SLEF1			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-27,10	-1,83	NON FESSURATA
	-27,10	23,25	NON FESSURATA
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-33,16	-13,78	NON FESSURATA
	-43,68	14,07	NON FESSURATA
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-29,15	-20,00	NON FESSURATA
	-44,92	15,60	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-28,40	-19,79	NON FESSURATA
	-28,40	3,71	NON FESSURATA

SLEF2			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-26,85	-3,19	NON FESSURATA
	-26,85	25,73	NON FESSURATA
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-26,16	-15,51	NON FESSURATA
	-36,68	17,77	NON FESSURATA
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-23,77	-19,20	NON FESSURATA
	-39,55	16,94	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-28,65	-19,58	NON FESSURATA
	-28,65	0,99	NON FESSURATA

SLEQP			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-33,42	7,36	NON FESSURATA
	-33,42	19,01	NON FESSURATA
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-30,23	-11,02	NON FESSURATA
	-19,71	11,60	NON FESSURATA
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-19,71	-11,60	NON FESSURATA
	-30,23	11,02	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-22,08	-11,77	NON FESSURATA
	-22,08	1,63	NON FESSURATA

4.2.5.3 Verifica a taglio

Soletta inferiore

$V_{cd} = 36,52 \text{ kN}$

$$V_{Rd} = \{0,18 \text{ k} (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}\} b_w d = 144,02 \text{ kN} \geq$$

$$(v_{\min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d = 162,17 \text{ kN} \quad \Rightarrow \quad V_{Rd} = 162,17 \text{ kN}$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,75271$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,44483$$

$$d = 353 \text{ mm}$$

$$\rho_1 = A_{sl} / (b_w d) = 0,002181$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,097175 \text{ N/mm}^2$$

$V_{Rd} > V_{cd}$: Non necessaria armatura specifica a taglio.

Inserisco un'armatura a taglio pari a: Spille $\Phi 8/40/40$

Soletta superiore

$$V_{cd} = 41,13 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \{0,18 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}\} b_w d = 125,43 \text{ kN} \quad \geq$$

$$(v_{\min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d = 131,49 \text{ kN} \quad \Rightarrow \quad V_{Rd} = 131,49 \text{ kN}$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,889108$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,497753$$

$$d = 253 \text{ mm}$$

$$\rho_1 = A_{sl} / (b_w d) = 0,003043$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,1464 \text{ N/mm}^2$$

$V_{Rd} > V_{cd}$: Non necessaria armatura specifica a taglio.

Inserisco un'armatura a taglio pari a: Spille $\Phi 8/40/40$

4.2 Calcolo vasca V2bis

4.2.1 Descrizione modello per analisi agli elementi finiti

Al fine di calcolare la struttura della Vasca V2bis è stato implementato un modello agli elementi finiti mediante l'utilizzo del software SAP2000 v.10.0.1 della Computers and Structures Inc., Berkeley.

Il modello è costituito da 6 elementi Joints e 6 elementi Frames. I vincoli sono rappresentati da 1 vincolo traslazionale in direzione trasversale e un letto di molle verticali poste in corrispondenza della soletta inferiore del tombino e di rigidezza pari alla KWINKLER = 20000 kN/m³.

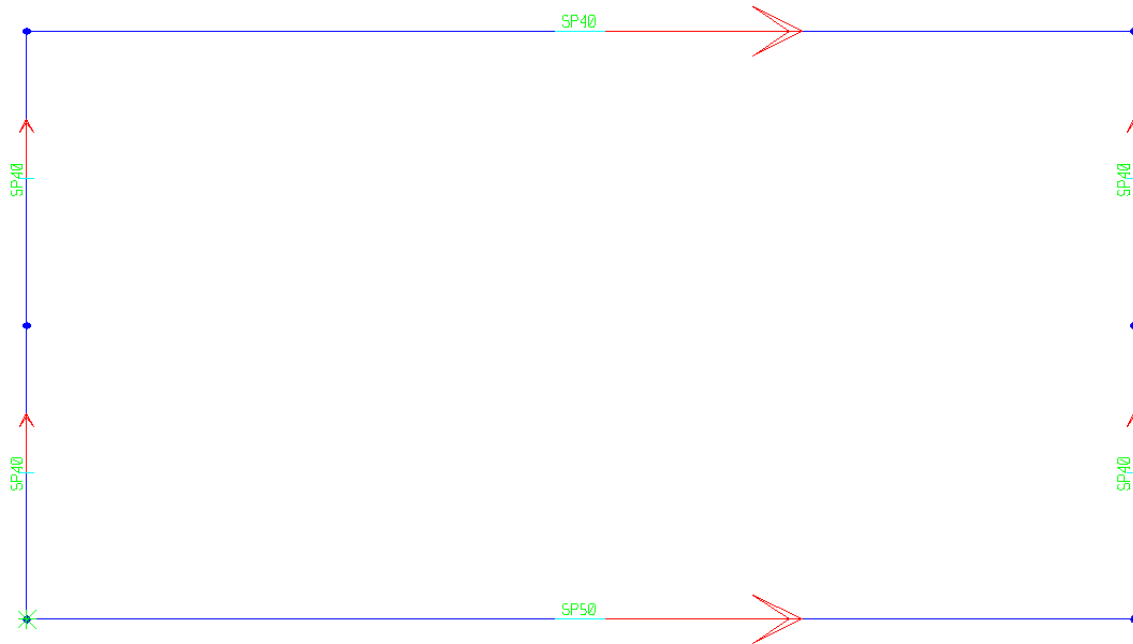
A ciascun frame è stata assegnata la corrispondente sezione trasversale e precisamente:

- soletta inferiore = sezione rettangolare 100 x 50 cm,

- soletta superiore = sezione rettangolare 100 x 40 cm,
- pareti verticali = sezione rettangolare 100 x 40 cm.

I carichi considerati sono illustrati nel seguente par. 4.3.2.

Le combinazioni di carico considerate sono illustrate nel seguente par. 4.3.3.



Modello agli Elementi Finiti

Rectangular Section

Section Name

Properties Property Modifiers Material

Dimensions

Depth (t3)

Width (t2)

Display Color

Rectangular Section

Section Name

Properties Property Modifiers Material

Dimensions

Depth (t3)

Width (t2)

Display Color

Frame Sections

4.2.2 Analisi dei carichi

I carichi considerati agenti sul modello considerato sono:

- Peso proprio: calcolato in automatico dal programma previa definizione di geometria delle sezioni e materiale ad esse associato ($\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$).
- Permanenti portati: viene considerato un ricoprimento di terreno gravante sulla soletta superiore del tombino di altezza pari a 0.20 m e peso specifico $\gamma_{terr} = 20 \text{ kN/m}^3$ per cui:

$$h_{terr} \times \gamma_{terr} = 4 \text{ kN/m}$$

- Spinta delle terre: in corrispondenza dei piedritti viene considerata un carico distribuito variabile con la profondità pari a:

$$St = K_0 \times \gamma_{terr} \times z$$

dove:

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

$$\phi = 30^\circ \text{ (angolo di attrito del terreno)}$$

z = profondità rispetto alla quale è ubicata la struttura in oggetto.

z	$\sigma_{o,t \text{ triang}}$
[m]	[kN/m ²]
0,2	2,00
1,7	17,00
3,25	32,50

- Carico da folla: viene considerato un carico da folla agente sulla soletta superiore della vasca pari a 5 kN/m^2 .

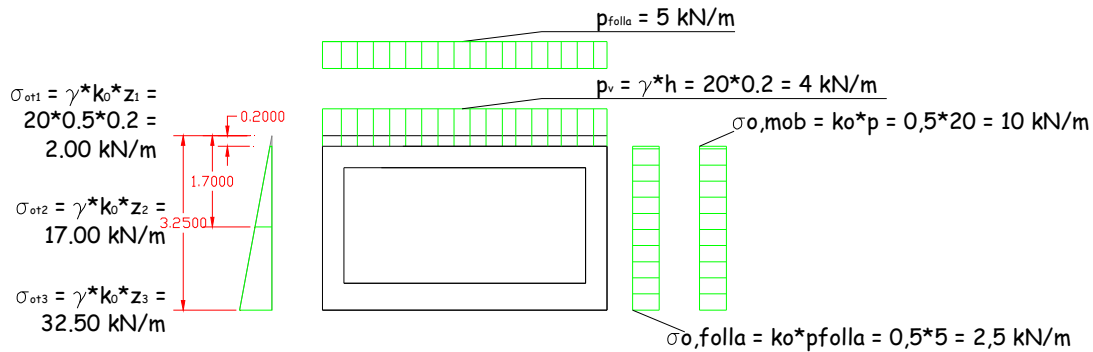
Questo riportato sulla vasca genera altresì una spinta orizzontale sulle pareti pari a:

- Carichi mobili da traffico: viene considerato l'effetto prodotto sul tombino dalla presenza del carico mobile da traffico presente sulla piattaforma stradale transitante a lato della parete verticale della vasca. Il carico considerato è un carico uniformemente distribuito pari a 20 kN/m^2 .

Questo riportato sulla vasca si traduce in una spinta orizzontale sulle pareti verticali pari a:

$$q_{mob.} = 20,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{o,mob.} = q_{mob.} \times k_0 = 10,00 \text{ kN/m}^2$$



ANALISI SISMICA

Vengono considerati due contributi: la Spinta Inerziale e la Sovrappinta Sismica delle Terre.

Spinta inerziale (SLD)

La spinta inerziale viene calcolata secondo l'analisi pseudostatica:

ag = accelerazione al suolo =	0,142 g
Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica =	1,200
St = coefficiente di amplificazione topografica =	1,000
S = coefficiente di amplificazione = Ss x St =	1,20
kh = coefficiente di spinta sismica = a/g x S =	0,170 g
Elemento1 =	parete verticale
V1 = volume elemento =	0,86 mc
γ1 = peso specifico elemento =	25,00 kN/mc
p = spinta inerziale = γ1 x V1 x kh =	3,66 kN
Elemento2 =	Solettone sup.
V2 = volume elemento =	2,12 mc
γ2 = peso specifico elemento =	25,00 kN/mc
p = spinta inerziale = γ2 x V2 x kh =	9,03 kN

Spinta sismica terreno (SLV)

H1 = altezza parete =	3,05	m
H2 = altezza ricoprimento parete =	0,00	m
λ = inclinazione del filo di monte rispetto all'asse verticale =	0,0	gradi
i = inclinazione del p.c. a monte rispetto all'asse orizzontale =	0,0	gradi
γ t = peso specifico del terreno =	20,00	kN/mc
ϕ = angolo di attrito del terreno =	30,00	gradi
perm = peso del sovraccarico permanente =	0,00	kN/mq
ag = accelerazione al suolo =	0,142	g
Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica =	1,200	
St = coefficiente di amplificazione topografica =	1,000	
d = angolo di attrito terreno/calcestruzzo = $1/2\phi$ =	9	gradi
k = coefficiente di spinta statica del terreno =	0,310	
k' = coefficiente di spinta statica orizz. del terreno = $k \cos d$ =	0,306	
S = coefficiente di amplificazione = $Ss \times St$ =	1,20	
Tipo di sostegno =	non può subire spostamenti relativi rispetto al terreno	
Categoria di sottosuolo =	B	
β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima =	1,00	
kh = coefficiente di spinta sismica = $\beta_m \times a/g \times S$ =	0,170	g
q = $\arctan(k_s)$ =	9,670	rad
ka = coefficiente di Mononobe - Okabe =	0,430	
ka' = coefficiente di spinta orizzontale del terreno = $ka \cos d$ =	0,424	
Dk' = incremento dinamico = $ka' - k'$ =	0,118	
Ds sup = pressione sismica sup. = $Dk' \times (\gamma t \times H2 + perm)$ =	3,60	kN/mq
Ds inf = pressione sismica inf. = $Dk' \times [\gamma t \times (H2 + H1) + perm]$ =	3,60	kN/mq
Ssism = spinta sismica = $(Ds \text{ sup} + Ds \text{ inf}) \times H1 / 2$ =	10,97	kN/m

4.2.3 Combinazioni di carico

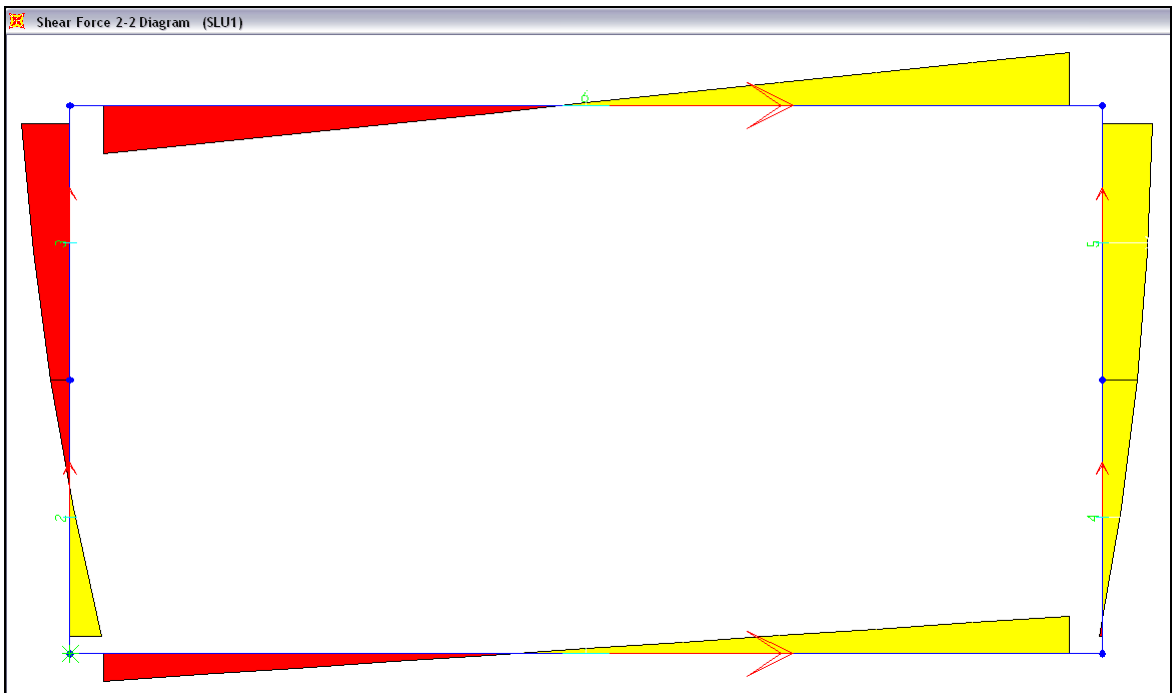
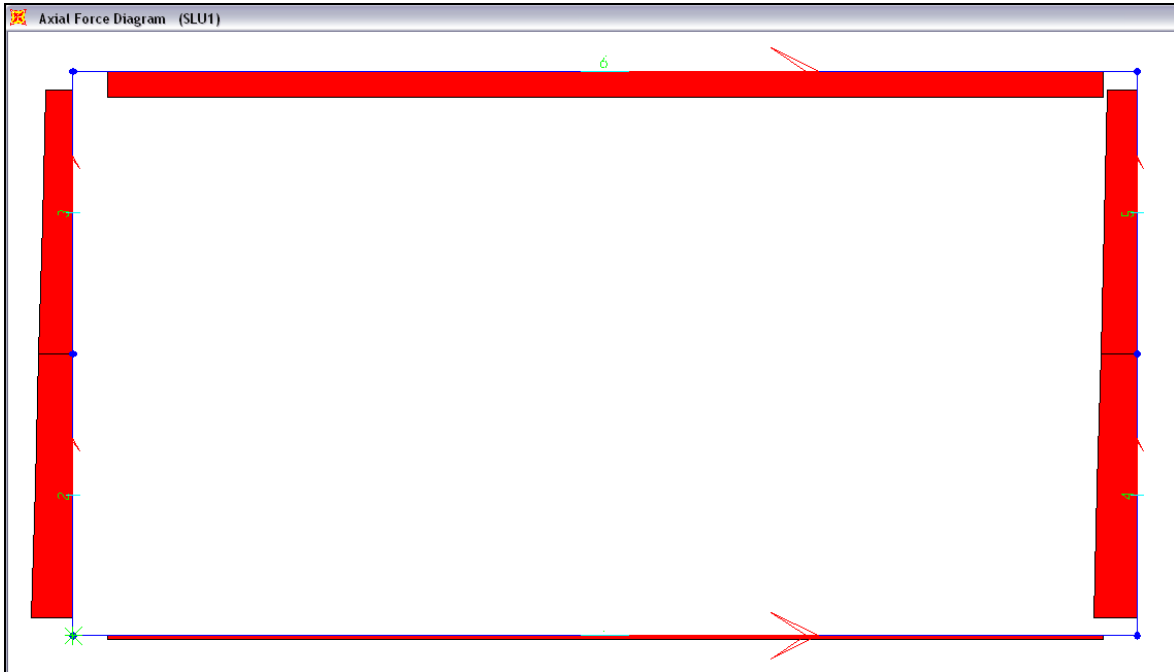
Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

		PESO PROPRIO			PERMANENTI			FOLLA (VERT.)			FOLLA (ORIZZ.)			TRAFFICO			SISMA		
		ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$	ψ	γ	$\psi \cdot \gamma$
SLU1	1	1,00	1,35	1,35	1,00	1,50	1,50	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00
SLU2	2	1,00	1,35	1,35	1,00	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00
SLU_S	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
SLE_F1	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00
SLE_F2	5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00
SLE_QP	6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.2.4 Risultati modello

Di seguito si riportano i principali risultati dell'analisi strutturale effettuata:
 Combinazione di carico 1: SLU1

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,15978	SLU1	Combination	-7,47	-32,39	1,44	SOLETTA INFERIORE
1	0,61783	SLU1	Combination	-7,47	-24,66	14,50	
1	1,07587	SLU1	Combination	-7,47	-16,93	24,02	
1	1,53391	SLU1	Combination	-7,47	-9,20	30,01	
1	1,99196	SLU1	Combination	-7,47	-1,47	32,45	
1	2,45	SLU1	Combination	-7,47	6,26	31,35	
1	2,90804	SLU1	Combination	-7,47	13,99	26,72	
1	3,36609	SLU1	Combination	-7,47	21,72	18,54	
1	3,82413	SLU1	Combination	-7,47	29,45	6,82	
1	4,28217	SLU1	Combination	-7,47	37,18	-8,44	
1	4,74022	SLU1	Combination	-7,47	44,91	-27,24	PIEDRITTO SX
2	0,08478	SLU1	Combination	-95,22	37,36	-7,34	
2	0,69239	SLU1	Combination	-87,01	3,76	-19,50	
2	1,3	SLU1	Combination	-78,81	-23,24	-13,25	PIEDRITTO DX
3	0	SLU1	Combination	-78,81	-23,24	-13,25	
3	0,60761	SLU1	Combination	-70,61	-43,74	7,43	
3	1,21522	SLU1	Combination	-62,41	-57,85	38,62	SOLETTA SUPERIORE
4	0,08478	SLU1	Combination	-101,32	-3,40	35,09	
4	0,69239	SLU1	Combination	-93,12	22,00	29,11	
4	1,3	SLU1	Combination	-84,92	40,79	9,70	
5	0	SLU1	Combination	-84,92	40,79	9,70	
5	0,60761	SLU1	Combination	-76,71	53,09	-19,15	
5	1,21522	SLU1	Combination	-68,51	59,00	-53,52	
6	0,15978	SLU1	Combination	-59,32	-57,07	-34,13	
6	0,61783	SLU1	Combination	-59,32	-45,04	-10,75	
6	1,07587	SLU1	Combination	-59,32	-33,02	7,13	
6	1,53391	SLU1	Combination	-59,32	-21,00	19,50	
6	1,99196	SLU1	Combination	-59,32	-8,97	26,37	
6	2,45	SLU1	Combination	-59,32	3,05	27,72	
6	2,90804	SLU1	Combination	-59,32	15,08	23,57	
6	3,36609	SLU1	Combination	-59,32	27,10	13,91	
6	3,82413	SLU1	Combination	-59,32	39,12	-1,26	
6	4,28217	SLU1	Combination	-59,32	51,15	-21,93	
6	4,74022	SLU1	Combination	-59,32	63,17	-48,11	





Combinazione di carico 2: SLU2

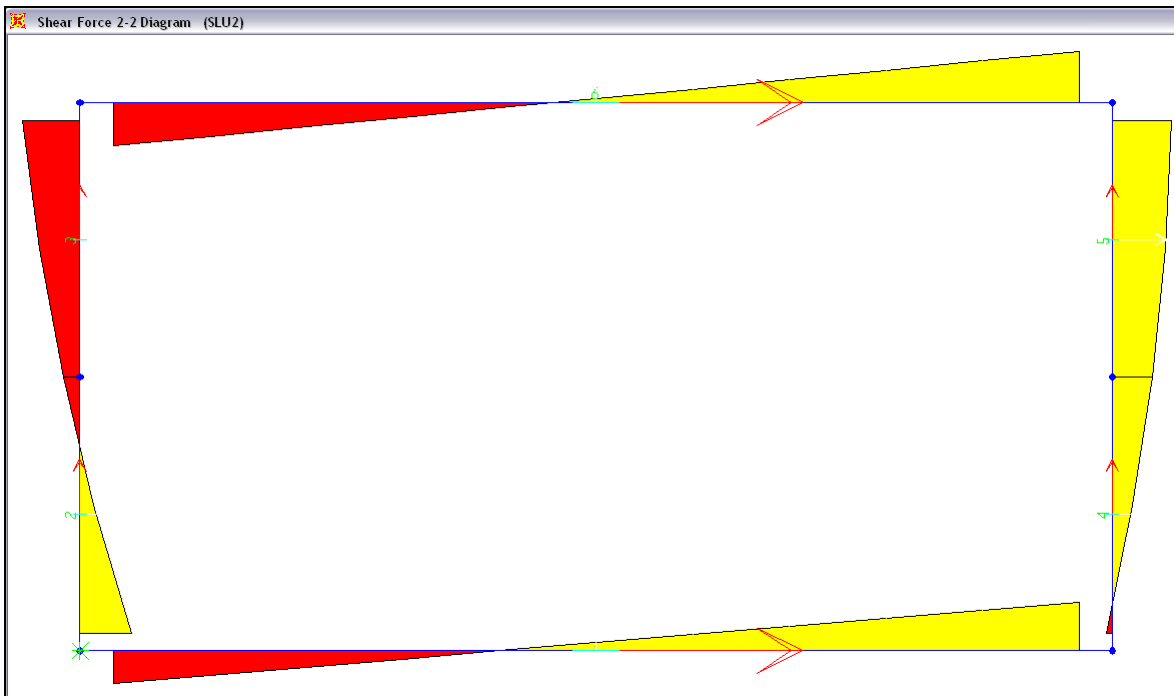
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,15978	SLU2	Combination	-10,45	-30,82	7,85
1	0,61783	SLU2	Combination	-10,45	-23,09	20,20
1	1,07587	SLU2	Combination	-10,45	-15,36	29,01
1	1,53391	SLU2	Combination	-10,45	-7,63	34,27
1	1,99196	SLU2	Combination	-10,45	0,10	36,00
1	2,45	SLU2	Combination	-10,45	7,83	34,19
1	2,90804	SLU2	Combination	-10,45	15,55	28,83
1	3,36609	SLU2	Combination	-10,45	23,28	19,94
1	3,82413	SLU2	Combination	-10,45	31,01	7,50
1	4,28217	SLU2	Combination	-10,45	38,74	-8,47
1	4,74022	SLU2	Combination	-10,45	46,47	-27,99
2	0,08478	SLU2	Combination	-77,92	48,82	-1,66
2	0,69239	SLU2	Combination	-69,71	13,17	-20,16
2	1,3	SLU2	Combination	-61,51	-15,88	-19,00
3	0	SLU2	Combination	-61,51	-15,88	-19,00
3	0,60761	SLU2	Combination	-53,31	-38,43	-2,18
3	1,21522	SLU2	Combination	-45,10	-54,59	26,40
4	0,08478	SLU2	Combination	-85,55	-6,38	36,34
4	0,69239	SLU2	Combination	-77,34	19,02	32,17
4	1,3	SLU2	Combination	-69,14	37,81	14,57
5	0	SLU2	Combination	-69,14	37,81	14,57
5	0,60761	SLU2	Combination	-60,94	50,11	-12,47
5	1,21522	SLU2	Combination	-52,74	56,02	-45,04
6	0,15978	SLU2	Combination	-56,34	-40,84	-24,33
6	0,61783	SLU2	Combination	-56,34	-31,91	-7,67
6	1,07587	SLU2	Combination	-56,34	-22,98	4,90
6	1,53391	SLU2	Combination	-56,34	-14,05	13,38
6	1,99196	SLU2	Combination	-56,34	-5,12	17,77
6	2,45	SLU2	Combination	-56,34	3,82	18,07
6	2,90804	SLU2	Combination	-56,34	12,75	14,28
6	3,36609	SLU2	Combination	-56,34	21,68	6,39
6	3,82413	SLU2	Combination	-56,34	30,61	-5,58
6	4,28217	SLU2	Combination	-56,34	39,54	-21,65
6	4,74022	SLU2	Combination	-56,34	48,48	-41,81

SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





Combinazione di carico 3: SLUS

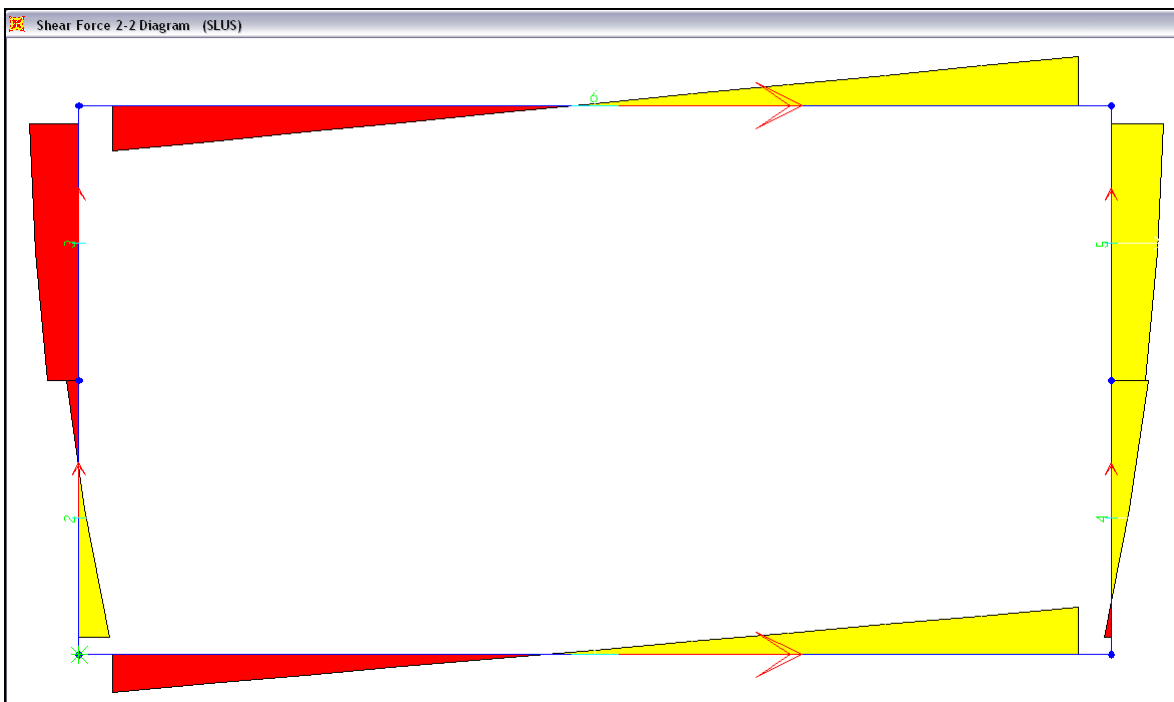
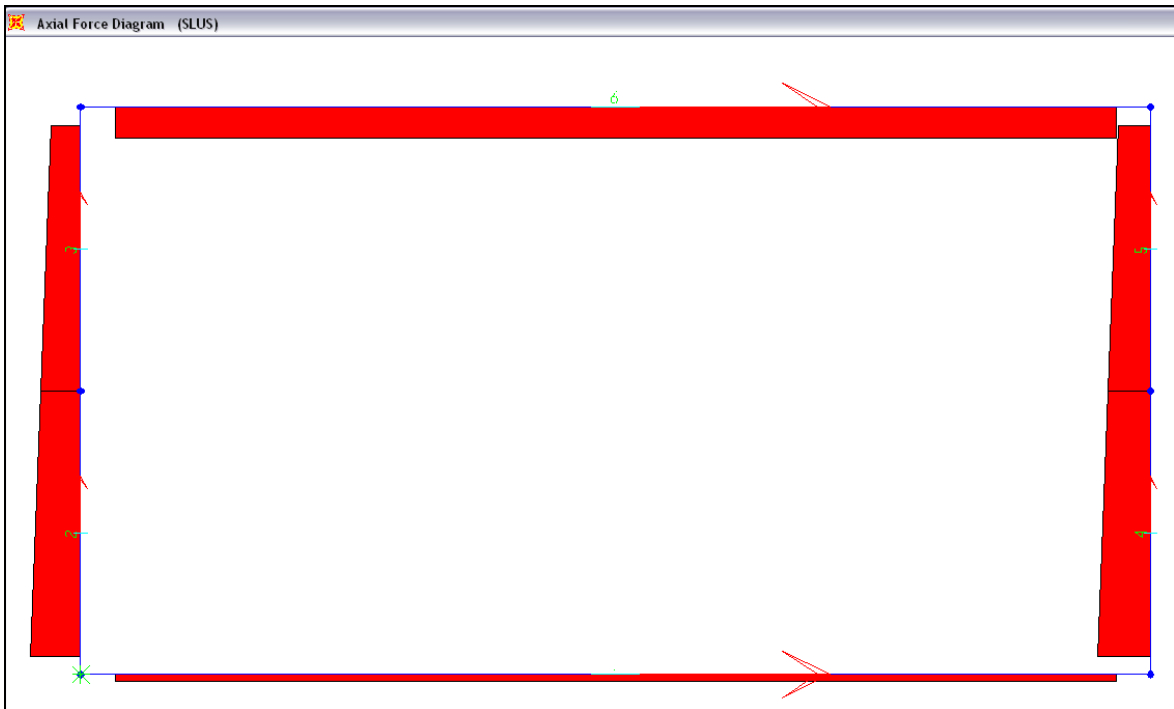
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,15978	SLUS	Combination	-7,38	-25,33	-1,49
1	0,61783	SLUS	Combination	-7,38	-19,61	8,80
1	1,07587	SLUS	Combination	-7,38	-13,88	16,47
1	1,53391	SLUS	Combination	-7,38	-8,16	21,52
1	1,99196	SLUS	Combination	-7,38	-2,43	23,94
1	2,45	SLUS	Combination	-7,38	3,30	23,75
1	2,90804	SLUS	Combination	-7,38	9,02	20,93
1	3,36609	SLUS	Combination	-7,38	14,75	15,48
1	3,82413	SLUS	Combination	-7,38	20,47	7,42
1	4,28217	SLUS	Combination	-7,38	26,20	-3,27
1	4,74022	SLUS	Combination	-7,38	31,92	-16,58
2	0,08478	SLUS	Combination	-58,03	20,73	-7,57
2	0,69239	SLUS	Combination	-51,96	3,80	-14,80
2	1,3	SLUS	Combination	-45,88	-8,73	-13,08
3	0	SLUS	Combination	-45,88	-21,40	-13,08
3	0,60761	SLUS	Combination	-39,81	-29,60	2,63
3	1,21522	SLUS	Combination	-33,73	-33,54	22,02
4	0,08478	SLUS	Combination	-60,87	-4,66	22,35
4	0,69239	SLUS	Combination	-54,80	12,27	19,82
4	1,3	SLUS	Combination	-48,72	24,80	8,34
5	0	SLUS	Combination	-48,72	23,10	8,34
5	0,60761	SLUS	Combination	-42,64	31,30	-8,41
5	1,21522	SLUS	Combination	-36,57	35,24	-28,84
6	0,15978	SLUS	Combination	-35,45	-30,64	-19,80
6	0,61783	SLUS	Combination	-35,45	-24,23	-7,24
6	1,07587	SLUS	Combination	-35,45	-17,82	2,40
6	1,53391	SLUS	Combination	-35,45	-11,41	9,09
6	1,99196	SLUS	Combination	-35,45	-4,99	12,84
6	2,45	SLUS	Combination	-35,45	1,42	13,66
6	2,90804	SLUS	Combination	-35,45	7,83	11,54
6	3,36609	SLUS	Combination	-35,45	14,25	6,49
6	3,82413	SLUS	Combination	-35,45	20,66	-1,51
6	4,28217	SLUS	Combination	-35,45	27,07	-12,44
6	4,74022	SLUS	Combination	-35,45	33,48	-26,30

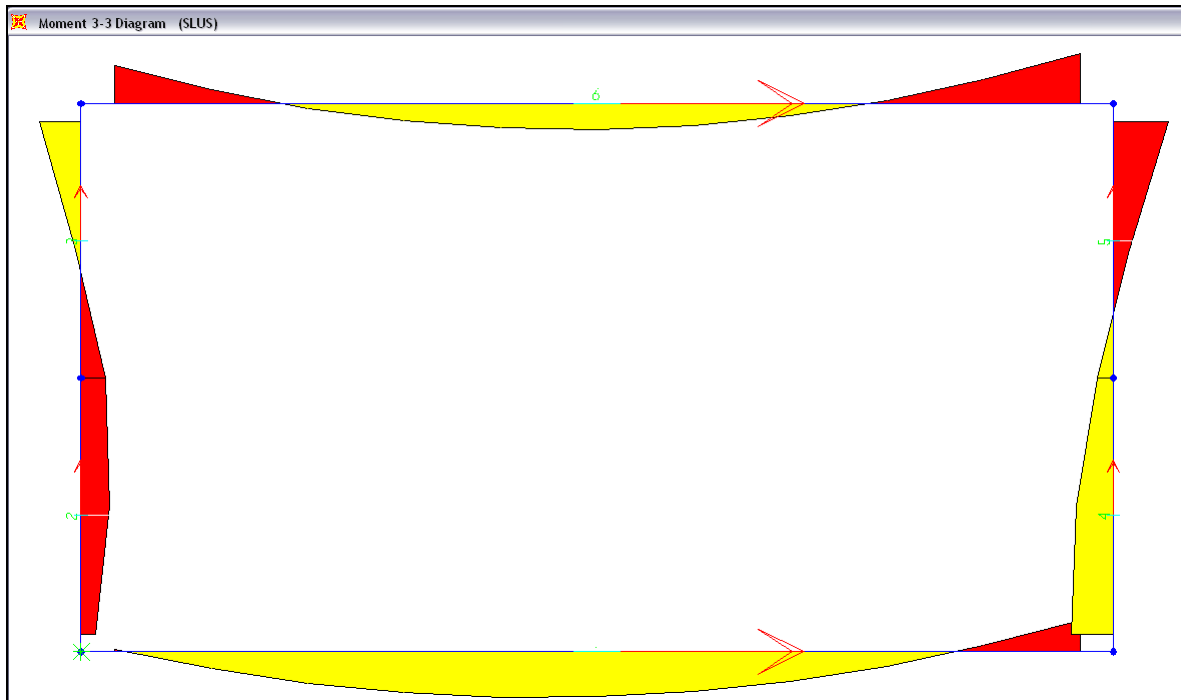
SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





Combinazione di carico 4: SLEF1

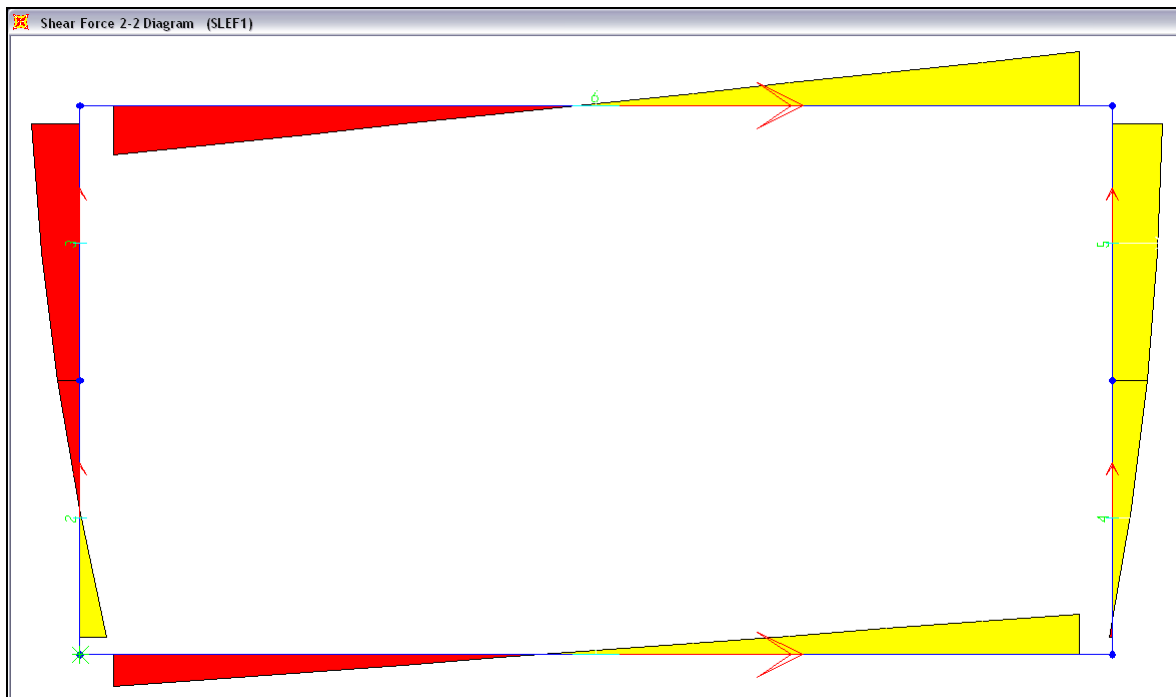
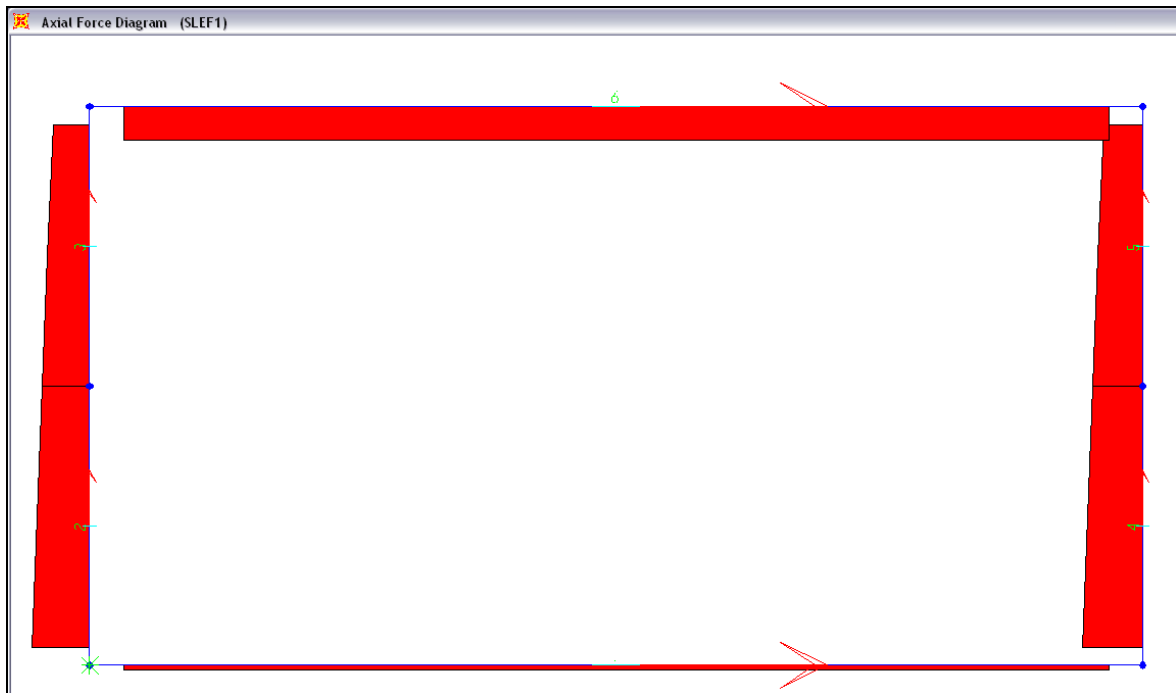
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,15978	SLEF1	Combination	-5,02	-25,15	-2,12
1	0,61783	SLEF1	Combination	-5,02	-19,43	8,08
1	1,07587	SLEF1	Combination	-5,02	-13,70	15,67
1	1,53391	SLEF1	Combination	-5,02	-7,97	20,63
1	1,99196	SLEF1	Combination	-5,02	-2,25	22,98
1	2,45	SLEF1	Combination	-5,02	3,48	22,69
1	2,90804	SLEF1	Combination	-5,02	9,20	19,79
1	3,36609	SLEF1	Combination	-5,02	14,93	14,26
1	3,82413	SLEF1	Combination	-5,02	20,65	6,11
1	4,28217	SLEF1	Combination	-5,02	26,38	-4,66
1	4,74022	SLEF1	Combination	-5,02	32,11	-18,05
2	0,08478	SLEF1	Combination	-66,94	21,17	-8,24
2	0,69239	SLEF1	Combination	-60,87	-0,32	-14,35
2	1,3	SLEF1	Combination	-54,79	-17,41	-8,74
3	0	SLEF1	Combination	-54,79	-17,41	-8,74
3	0,60761	SLEF1	Combination	-48,72	-30,17	5,93
3	1,21522	SLEF1	Combination	-42,64	-38,66	27,05
4	0,08478	SLEF1	Combination	-70,34	-2,30	23,65
4	0,69239	SLEF1	Combination	-64,26	14,63	19,69
4	1,3	SLEF1	Combination	-58,18	27,16	6,77
5	0	SLEF1	Combination	-58,18	27,16	6,77
5	0,60761	SLEF1	Combination	-52,11	35,36	-12,44
5	1,21522	SLEF1	Combination	-46,03	39,30	-35,34
6	0,15978	SLEF1	Combination	-39,51	-38,96	-23,92
6	0,61783	SLEF1	Combination	-39,51	-30,83	-7,94
6	1,07587	SLEF1	Combination	-39,51	-22,70	4,32
6	1,53391	SLEF1	Combination	-39,51	-14,57	12,85
6	1,99196	SLEF1	Combination	-39,51	-6,43	17,66
6	2,45	SLEF1	Combination	-39,51	1,70	18,75
6	2,90804	SLEF1	Combination	-39,51	9,83	16,11
6	3,36609	SLEF1	Combination	-39,51	17,96	9,75
6	3,82413	SLEF1	Combination	-39,51	26,09	-0,34
6	4,28217	SLEF1	Combination	-39,51	34,22	-14,15
6	4,74022	SLEF1	Combination	-39,51	42,35	-31,69

SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





Combinazione di carico 5: SLEF2

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,15978	SLEF2	Combination	-6,67	-24,28	1,44
1	0,61783	SLEF2	Combination	-6,67	-18,56	11,25
1	1,07587	SLEF2	Combination	-6,67	-12,83	18,44
1	1,53391	SLEF2	Combination	-6,67	-7,10	23,00
1	1,99196	SLEF2	Combination	-6,67	-1,38	24,95
1	2,45	SLEF2	Combination	-6,67	4,35	24,27
1	2,90804	SLEF2	Combination	-6,67	10,07	20,96
1	3,36609	SLEF2	Combination	-6,67	15,80	15,04
1	3,82413	SLEF2	Combination	-6,67	21,52	6,49
1	4,28217	SLEF2	Combination	-6,67	27,25	-4,68
1	4,74022	SLEF2	Combination	-6,67	32,98	-18,47
2	0,08478	SLEF2	Combination	-57,33	27,54	-5,08
2	0,69239	SLEF2	Combination	-51,26	4,91	-14,72
2	1,3	SLEF2	Combination	-45,18	-13,32	-11,94
3	0	SLEF2	Combination	-45,18	-13,32	-11,94
3	0,60761	SLEF2	Combination	-39,10	-27,21	0,59
3	1,21522	SLEF2	Combination	-33,03	-36,85	20,27
4	0,08478	SLEF2	Combination	-61,57	-3,96	24,35
4	0,69239	SLEF2	Combination	-55,50	12,98	21,39
4	1,3	SLEF2	Combination	-49,42	25,51	9,47
5	0	SLEF2	Combination	-49,42	25,51	9,47
5	0,60761	SLEF2	Combination	-43,34	33,70	-8,73
5	1,21522	SLEF2	Combination	-37,27	37,64	-30,62
6	0,15978	SLEF2	Combination	-37,86	-29,94	-18,47
6	0,61783	SLEF2	Combination	-37,86	-23,53	-6,23
6	1,07587	SLEF2	Combination	-37,86	-17,12	3,08
6	1,53391	SLEF2	Combination	-37,86	-10,71	9,45
6	1,99196	SLEF2	Combination	-37,86	-4,29	12,89
6	2,45	SLEF2	Combination	-37,86	2,12	13,39
6	2,90804	SLEF2	Combination	-37,86	8,53	10,95
6	3,36609	SLEF2	Combination	-37,86	14,95	5,57
6	3,82413	SLEF2	Combination	-37,86	21,36	-2,74
6	4,28217	SLEF2	Combination	-37,86	27,77	-13,99
6	4,74022	SLEF2	Combination	-37,86	34,18	-28,18

SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





Combinazione di carico 6: SLEQP

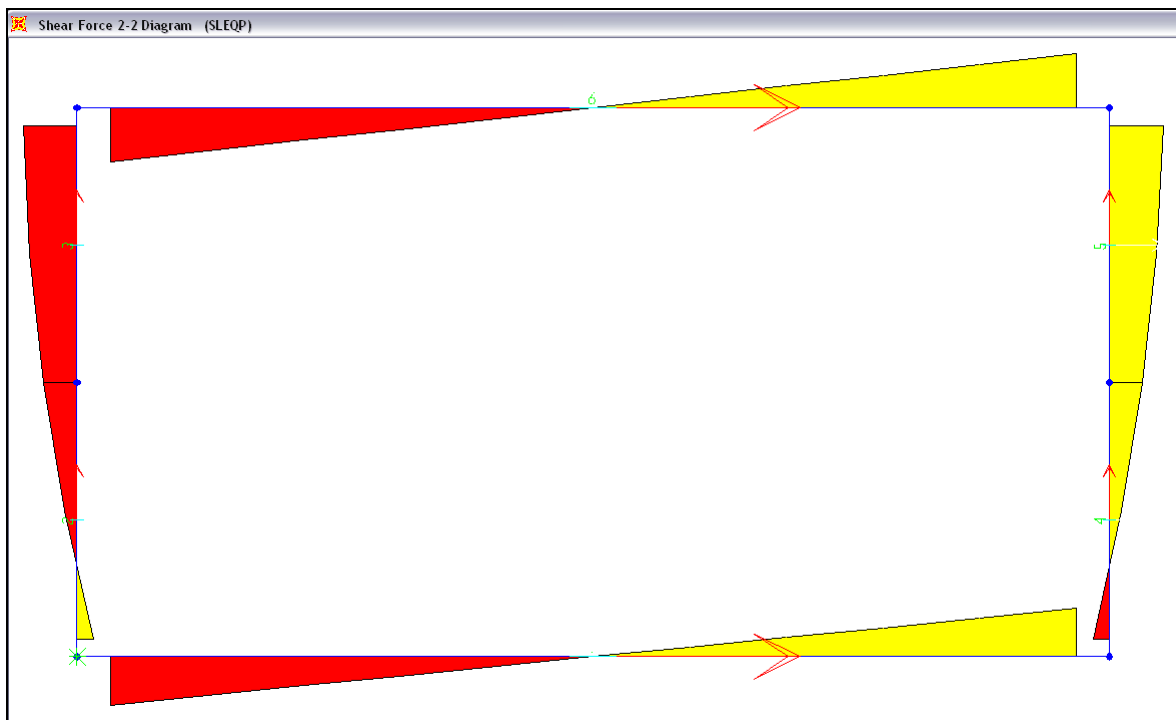
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,15978	SLEQP	Combination	-12,47	-28,63	-10,13
1	0,61783	SLEQP	Combination	-12,47	-22,90	1,67
1	1,07587	SLEQP	Combination	-12,47	-17,18	10,85
1	1,53391	SLEQP	Combination	-12,47	-11,45	17,40
1	1,99196	SLEQP	Combination	-12,47	-5,73	21,34
1	2,45	SLEQP	Combination	-12,47	0,00	22,65
1	2,90804	SLEQP	Combination	-12,47	5,73	21,34
1	3,36609	SLEQP	Combination	-12,47	11,45	17,40
1	3,82413	SLEQP	Combination	-12,47	17,18	10,85
1	4,28217	SLEQP	Combination	-12,47	22,90	1,67
1	4,74022	SLEQP	Combination	-12,47	28,63	-10,13
2	0,08478	SLEQP	Combination	-59,45	9,75	-15,81
2	0,69239	SLEQP	Combination	-53,38	-7,18	-16,37
2	1,3	SLEQP	Combination	-47,30	-19,71	-7,98
3	0	SLEQP	Combination	-47,30	-19,71	-7,98
3	0,60761	SLEQP	Combination	-41,22	-27,91	6,71
3	1,21522	SLEQP	Combination	-35,15	-31,85	25,08
4	0,08478	SLEQP	Combination	-59,45	-9,75	15,81
4	0,69239	SLEQP	Combination	-53,38	7,18	16,37
4	1,3	SLEQP	Combination	-47,30	19,71	7,98
5	0	SLEQP	Combination	-47,30	19,71	7,98
5	0,60761	SLEQP	Combination	-41,22	27,91	-6,71
5	1,21522	SLEQP	Combination	-35,15	31,85	-25,08
6	0,15978	SLEQP	Combination	-32,06	-32,06	-22,48
6	0,61783	SLEQP	Combination	-32,06	-25,65	-9,27
6	1,07587	SLEQP	Combination	-32,06	-19,24	1,01
6	1,53391	SLEQP	Combination	-32,06	-12,83	8,36
6	1,99196	SLEQP	Combination	-32,06	-6,41	12,76
6	2,45	SLEQP	Combination	-32,06	0,00	14,23
6	2,90804	SLEQP	Combination	-32,06	6,41	12,76
6	3,36609	SLEQP	Combination	-32,06	12,83	8,36
6	3,82413	SLEQP	Combination	-32,06	19,24	1,01
6	4,28217	SLEQP	Combination	-32,06	25,65	-9,27
6	4,74022	SLEQP	Combination	-32,06	32,06	-22,48

SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





4.2.5 Verifiche strutturali

Di seguito si riportano i principali risultati delle verifiche strutturali relative a: Pressoflessione, Fessurazione e Taglio.

L'armatura considerata, rispettosa dei minimi di Normativa, è la seguente:

Armatura Trasversale:

Soletta Superiore: $\Phi 16/20$ sup. + $\Phi 16/20$ inf.

Soletta Inferiore: $\Phi 16/20$ sup. + $\Phi 16/20$ inf.

Piedritti: $\Phi 14/20$ int. + $\Phi 14/20$ est.

Armatura Longitudinale: $\Phi 12/20$ correnti.

Armatura a Taglio:

Soletta Superiore: Spille $\Phi 8/40/40$.

Soletta Inferiore: Spille $\Phi 8/40/40$.

Piedritti: Spille $\Phi 8/40/40$.

4.3.5.1 Verifica a presso-flessione

SLU1		coeff.sicurezza	
	P[kN]	M3[kNm]	
sol inf	-7,47	-27,24	6,24
	-7,47	32,45	5,24
pedr sx	-95,22	-19,50	6,05
	-62,41	38,62	2,91
pedr dx	-68,51	-53,52	2,12
	-101,32	35,09	3,39
sol sup	-59,32	-48,11	2,92
	-59,32	27,72	5,07

SLU2		coeff.sicurezza	
	P[kN]	M3[kNm]	
sol inf	-10,45	-27,99	6,09
	-10,45	36,00	4,74
pedr sx	-77,92	-20,16	5,71
	-45,10	26,40	4,16
pedr dx	-52,74	-45,04	2,46
	-85,55	36,34	3,20
sol sup	-56,34	-41,81	3,35
	-56,34	18,07	7,76

SLUS		coeff.sicurezza	
	P[kN]	M3[kNm]	
sol inf	-7,38	-16,58	10,25
	-7,38	23,94	7,10
pedr sx	-58,03	-14,80	7,56
	-33,73	22,02	4,90
pedr dx	-36,57	-28,84	3,75
	-60,87	22,35	5,03
sol sup	-35,45	-26,30	5,20
	-35,45	13,66	10,01

4.3.5.2 Verifica a fessurazione

SLEF1			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-5,02	-18,05	NON FESSURATA
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-5,02	22,98	NON FESSURATA
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-66,94	-14,35	NON FESSURATA
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-42,64	27,05	NON FESSURATA
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-46,03	-35,34	NON FESSURATA
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-70,34	23,65	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-39,51	-31,69	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-39,51	18,75	NON FESSURATA

SLEF2			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-6,67	-18,47	NON FESSURATA
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-6,67	24,95	NON FESSURATA
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-57,33	-14,72	NON FESSURATA
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-33,03	20,27	NON FESSURATA
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-37,27	-30,62	NON FESSURATA
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-61,57	24,35	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-37,86	-28,18	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-37,86	13,39	NON FESSURATA

SLEQP			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-12,47	-10,13	NON FESSURATA
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-12,47	22,65	NON FESSURATA
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-59,45	-16,37	NON FESSURATA
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-35,15	25,08	NON FESSURATA
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-35,15	-25,08	NON FESSURATA
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-59,45	16,37	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-32,06	-22,48	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-32,06	14,23	NON FESSURATA

4.3.5.3 Verifica a taglio

Soletta inferiore

V_{cd} = 46,47 kN

$$V_{Rd} = \{0,18 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}\} b_w d = 157,16 \text{ kN} \geq$$

$$(v_{\min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d = 187,90 \text{ kN} \quad \Rightarrow \quad V_{Rd} = 187,90 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} k &= 1+(200/d)^{1/2} = 1,664455 \\ v_{\min} &= 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,411658 \\ d &= 453 \text{ mm} \\ \rho_1 &= A_{sl} / (b_w d) = 0,0017 \\ \sigma_{cp} &= N_{Ed} / A_c = 0,0209 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$V_{Rd} > V_{cd}$: Non necessaria armatura specifica a taglio.

Inserisco un'armatura a taglio pari a: Spille $\Phi 8/40/40$

Soletta superiore

$$V_{cd} = 63,17 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \{0,18 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}\} b_w d = 146,72 \text{ kN} \quad \geq$$

$$(v_{\min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d = 164,88 \text{ kN} \quad \Rightarrow \quad V_{Rd} = 164,88 \text{ kN}$$

dove:

$$\begin{aligned} k &= 1+(200/d)^{1/2} = 1,75271 \\ v_{\min} &= 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,44483 \\ d &= 353 \text{ mm} \\ \rho_1 &= A_{sl} / (b_w d) = 0,002181 \\ \sigma_{cp} &= N_{Ed} / A_c = 0,1483 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$V_{Rd} > V_{cd}$: Non necessaria armatura specifica a taglio.

Inserisco un'armatura a taglio pari a: Spille $\Phi 8/40/40$

4.3 Calcolo vasca di recapito acque di stillicidio

4.3.1 Descrizione modello per analisi agli elementi finiti

Al fine di calcolare la struttura della Vasca di recapito delle acque di stillicidio è stato implementato un modello agli elementi finiti mediante l'utilizzo del software SAP2000 v.10.0.1 della Computers and Structures Inc., Berkeley.

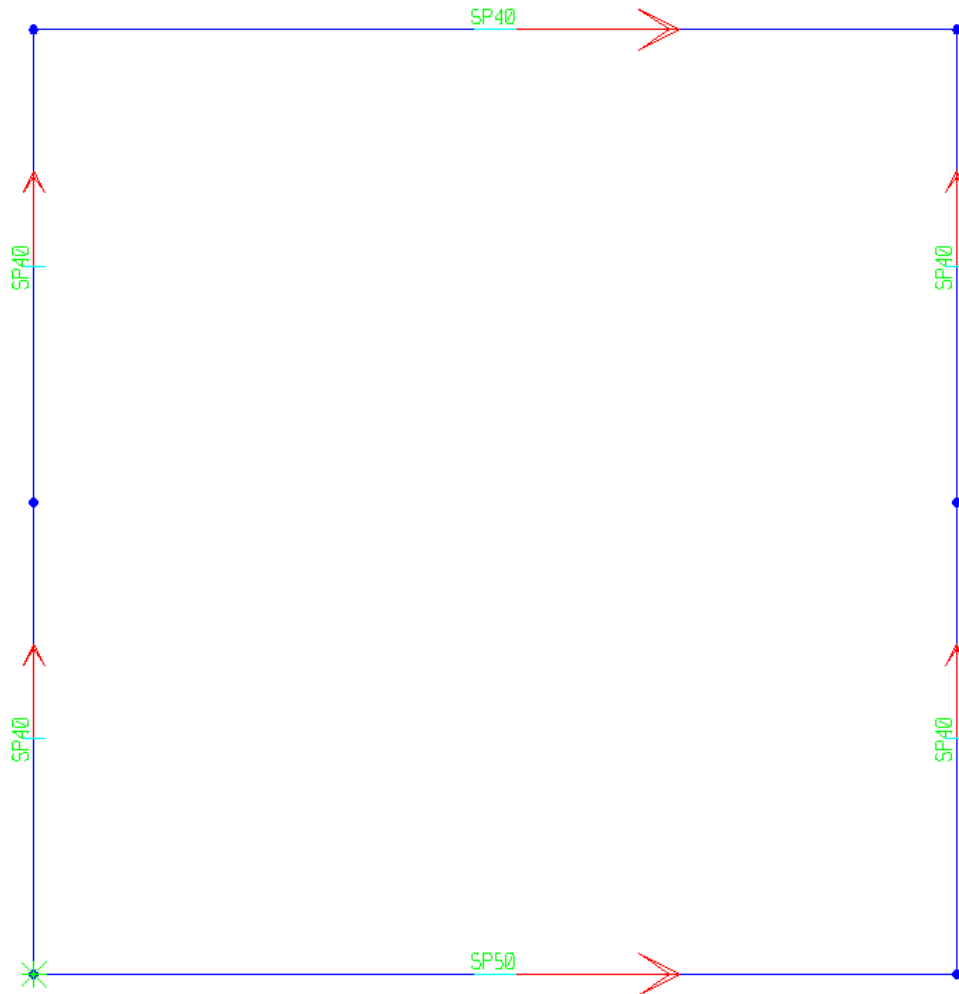
Il modello è costituito da 6 elementi Joints e 6 elementi Frames. I vincoli sono rappresentati da 1 vincolo traslazionale in direzione trasversale e un letto di molle verticali poste in corrispondenza della soletta inferiore del tombino e di rigidezza pari alla $KWINKLER = 20000 \text{ kN/m}^3$.

A ciascun frame è stata assegnata la corrispondente sezione trasversale e precisamente:

- soletta inferiore = sezione rettangolare 100 x 50 cm,
- soletta superiore = sezione rettangolare 100 x 40 cm,
- pareti verticali = sezione rettangolare 100 x 40 cm.

I carichi considerati sono illustrati nel seguente par. 3.4.2.

Le combinazioni di carico considerate sono illustrate nel seguente par. 3.4.3.



Modello agli Elementi Finiti

Rectangular Section

Section Name: SP50

Properties: Section Properties...
 Property Modifiers: Set Modifiers...
 Material: Rck370

Dimensions:
 Depth (t3): 0,5
 Width (t2): 1.

Display Color:

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

Rectangular Section

Section Name: SP40

Properties: Section Properties...
 Property Modifiers: Set Modifiers...
 Material: Rck370

Dimensions:
 Depth (t3): 0,4
 Width (t2): 1.

Display Color:

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

Frame Sections

4.3.2 Analisi dei carichi

I carichi considerati agenti sul modello considerato sono:

- Peso proprio: calcolato in automatico dal programma previa definizione di geometria delle sezioni e materiale ad esse associato ($\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$).
- Permanenti portati: viene considerato un ricoprimento di terreno gravante sulla soletta superiore del tombino di altezza pari a 0.20 m e peso specifico $\gamma_{terr} = 20 \text{ kN/m}^3$ per cui:

$$h_{terr} \times \gamma_{terr} = 4 \text{ kN/m}$$

- Spinta delle terre: in corrispondenza dei piedritti viene considerata un carico distribuito variabile con la profondità pari a:

$$St = K_0 \times \gamma_{terr} \times z$$

dove:

$$K_0 = 1 - \tan \phi$$

$$\phi = 30^\circ \text{ (angolo di attrito del terreno)}$$

z = profondità rispetto alla quale è ubicata la struttura in oggetto.

z	$\sigma_{o,t \text{ triang}}$
[m]	[kN/m ²]
0,2	2,00
1,65	16,50
3,1	31,00

- Carico da folla: viene considerato un carico da folla agente sulla soletta superiore della vasca pari a 5 kN/m².

Questo riportato sulla vasca genera altresì una spinta orizzontale sulle pareti pari a:

$$\sigma_{o,folia} = q_{folia} \times k_0 = \quad \quad \quad \mathbf{2,50 \text{ kN/m}^2}$$

- Carichi mobili da traffico: viene considerato l'effetto prodotto sul tombino dalla presenza del carico mobile da traffico presente sulla piattaforma stradale transitante a lato della parete verticale della vasca. Il carico considerato è un carico uniformemente distribuito pari a 20 kN/m².

Questo riportato sulla vasca si traduce in una spinta orizzontale sulle pareti verticali pari a:

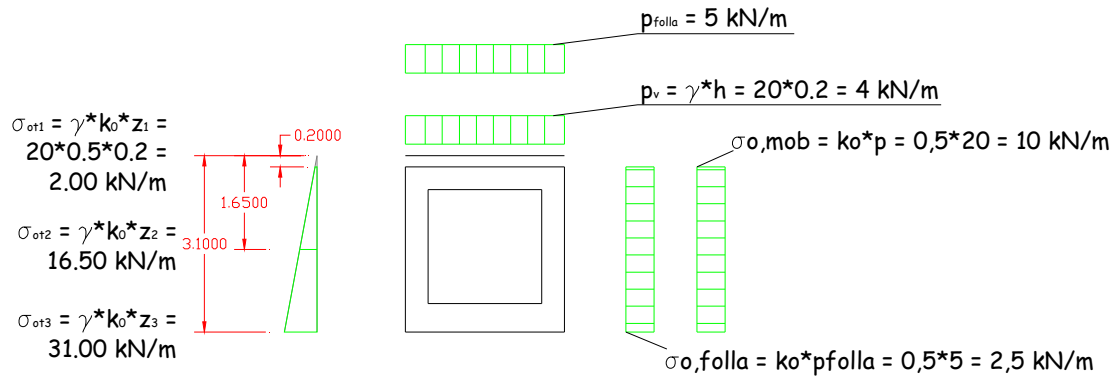
$$\sigma_{o,folia} = q_{folia} \times k_0 = \quad \quad \quad \mathbf{2,50 \text{ kN/m}^2}$$

- Carichi mobili da traffico: viene considerato l'effetto prodotto sul tombino dalla presenza del carico mobile da traffico presente sulla piattaforma stradale transitante a lato della parete verticale della vasca. Il carico considerato è un carico uniformemente distribuito pari a 20 kN/m².

Questo riportato sulla vasca si traduce in una spinta orizzontale sulle pareti verticali pari a:

$$q_{mob.} = 20,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{o,mob.} = q_{mob.} \times k_0 = 10,00 \text{ kN/m}^2$$



ANALISI SISMICA

Vengono considerati due contributi: la Spinta Inerziale e la Sovrappinta Sismica delle Terre.

Spinta inerziale (SLD)

La spinta inerziale viene calcolata secondo l'analisi pseudostatica:

ag = accelerazione al suolo =	0,142 g
Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica =	1,200
St = coefficiente di amplificazione topografica =	1,000
S = coefficiente di amplificazione = Ss x St =	1,20
kh = coefficiente di spinta sismica = a/g x S =	0,170 g

Elemento1 =	parete verticale
V1 = volume elemento =	0,80 mc
γ_1 = peso specifico elemento =	25,00 kN/mc
p = spinta inerziale = $\gamma_1 \times V1 \times kh$ =	3,41 kN

Elemento2 =	Solettone sup.
V2 = volume elemento =	1,12 mc
γ_2 = peso specifico elemento =	25,00 kN/mc
p = spinta inerziale = $\gamma_2 \times V2 \times kh$ =	4,77 kN

Spinta sismica terreno (SLV)

H1 = altezza parete =	2,90	m
H2 = altezza ricoprimento parete =	0,00	m
λ = inclinazione del filo di monte rispetto all'asse verticale =	0,0	gradi
i = inclinazione del p.c. a monte rispetto all'asse orizzontale =	0,0	gradi
γ t = peso specifico del terreno =	20,00	kN/mc
ϕ = angolo di attrito del terreno =	30,00	gradi
perm = peso del sovraccarico permanente =	0,00	kN/mq
ag = accelerazione al suolo =	0,142	g
Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica =	1,200	
St = coefficiente di amplificazione topografica =	1,000	
δ = angolo di attrito terreno/calcestruzzo = $1/2\phi$ =	9	gradi
k = coefficiente di spinta statica del terreno =	0,310	
k' = coefficiente di spinta statica orizz. del terreno = $k \cos\delta$ =	0,306	
S = coefficiente di amplificazione = $Ss \times St$ =	1,20	
Tipo di sostegno =	non può subire spostamenti relativi rispetto al terreno	
Categoria di sottosuolo =	B	
β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima =	1,00	
kh = coefficiente di spinta sismica = $\beta_m \times a/g \times S$ =	0,170	g
q = arctan(kh) =	9,670	rad
ka = coefficiente di Mononobe - Okabe =	0,430	
ka' = coefficiente di spinta orizzontale del terreno = $ka \cos\delta$ =	0,424	
Dk' = incremento dinamico = $ka' - k'$ =	0,118	
Ds sup = pressione sismica sup. = $Dk' \times (\gamma t \times H2 + perm)$ =	3,42	kN/mq
Ds inf = pressione sismica inf. = $Dk' \times [\gamma t \times (H2 + H1) + perm]$ =	3,42	kN/mq
Ssism = spinta sismica = $(Ds \text{ sup} + Ds \text{ inf}) \times H1 / 2$ =	9,91	kN/m

4.3.3 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

		PESO PROPRIO			PERMANENTI			FOLLA (VERT.)			FOLLA (ORIZZ.)			TRAFFICO			SISMA		
		ψ	γ	$\psi*\gamma$	ψ	γ	$\psi*\gamma$	ψ	γ	$\psi*\gamma$	ψ	γ	$\psi*\gamma$	ψ	γ	$\psi*\gamma$	ψ	γ	$\psi*\gamma$
SLU1	1	1,00	1,35	1,35	1,00	1,50	1,50	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00
SLU2	2	1,00	1,35	1,35	1,00	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00
SLU_S	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
SLE_F1	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00
SLE_F2	5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00
SLE_QP	6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.3.4 Risultati modello

Di seguito si riportano i principali risultati dell'analisi strutturale effettuata:
 Combinazione di carico 1: SLU1

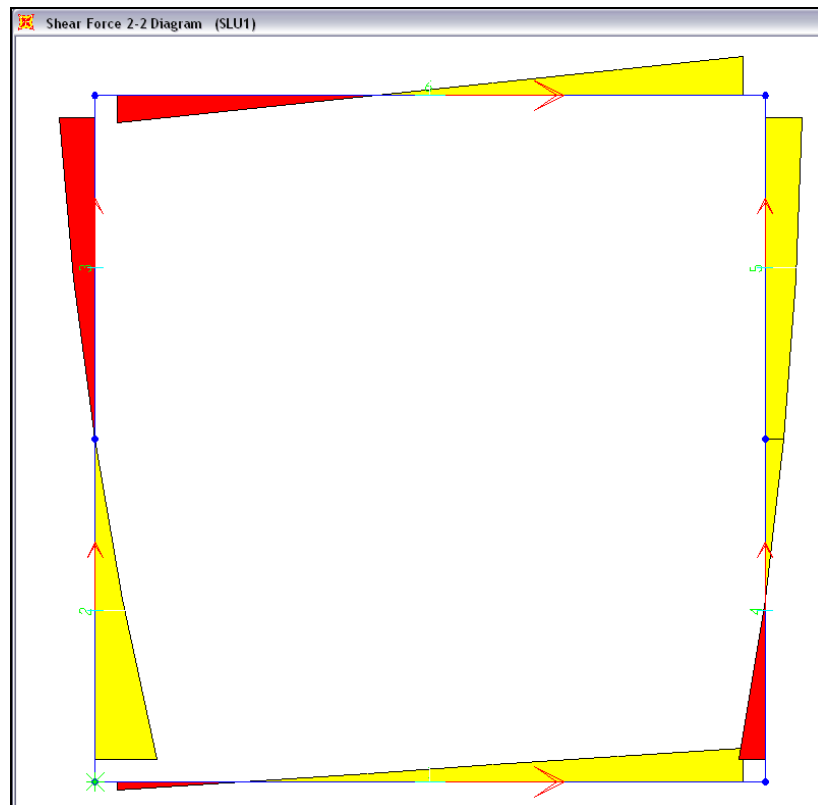
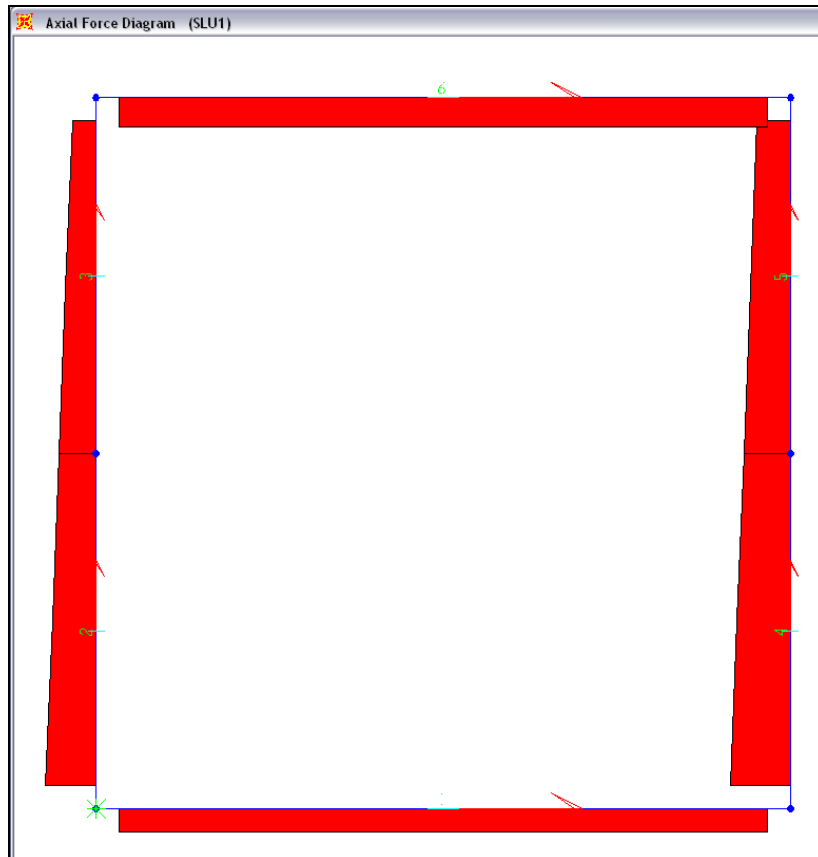
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,07826	SLU1	Combination	-26,72	-7,54	20,85
1	0,52696	SLU1	Combination	-26,72	0,03	22,53
1	0,97565	SLU1	Combination	-26,72	7,61	20,82
1	1,42435	SLU1	Combination	-26,72	15,18	15,71
1	1,87304	SLU1	Combination	-26,72	22,75	7,20
1	2,32174	SLU1	Combination	-26,72	30,32	-4,71
2	0,07989	SLU1	Combination	-58,01	55,06	15,62
2	0,65245	SLU1	Combination	-50,28	24,50	-6,87
2	1,225	SLU1	Combination	-42,55	-0,15	-13,56
3	0	SLU1	Combination	-42,55	-0,15	-13,56
3	0,57255	SLU1	Combination	-34,82	-18,98	-7,81
3	1,14511	SLU1	Combination	-27,09	-32,08	7,08
4	0,07989	SLU1	Combination	-68,99	-23,07	9,12
4	0,65245	SLU1	Combination	-61,26	-0,23	15,50
4	1,225	SLU1	Combination	-53,53	16,69	10,51
5	0	SLU1	Combination	-53,53	16,69	10,51
5	0,57255	SLU1	Combination	-45,80	27,78	-2,49
5	1,14511	SLU1	Combination	-38,07	33,16	-20,21
6	0,07826	SLU1	Combination	-33,45	-23,95	-7,74
6	0,52696	SLU1	Combination	-33,45	-12,18	0,37
6	0,97565	SLU1	Combination	-33,45	-0,40	3,19
6	1,42435	SLU1	Combination	-33,45	11,38	0,72
6	1,87304	SLU1	Combination	-33,45	23,16	-7,03
6	2,32174	SLU1	Combination	-33,45	34,94	-20,06

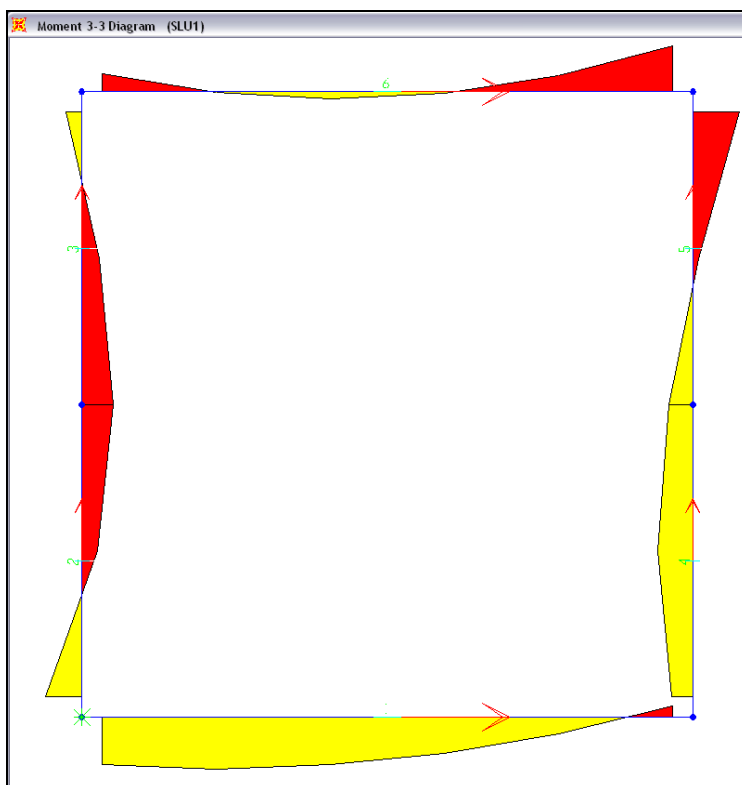
SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE





Combinazione di carico 2: SLU2

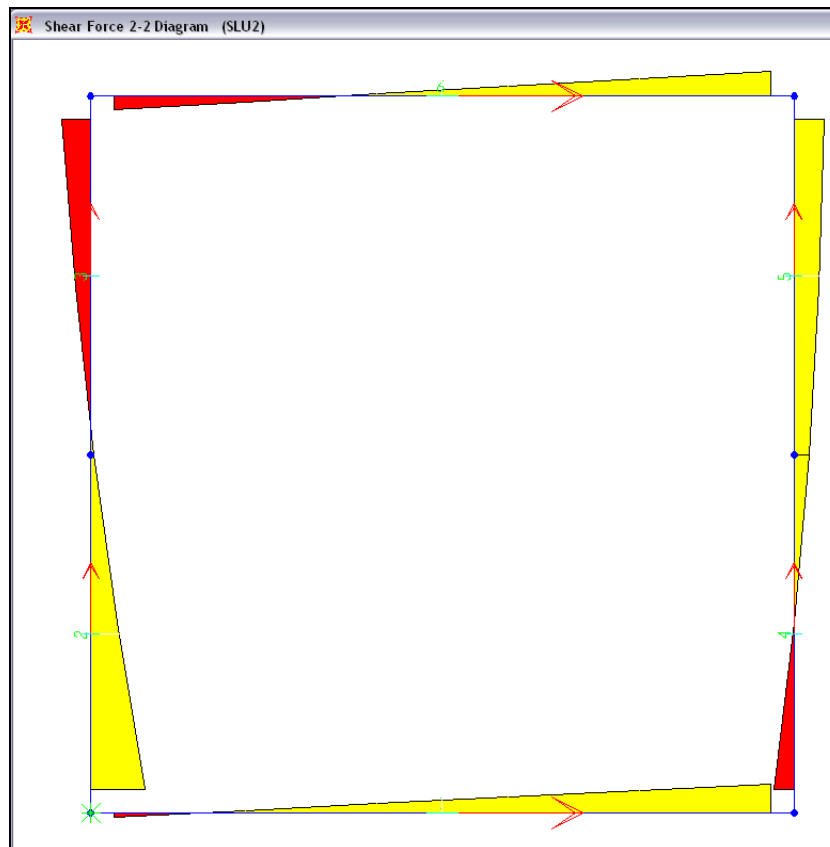
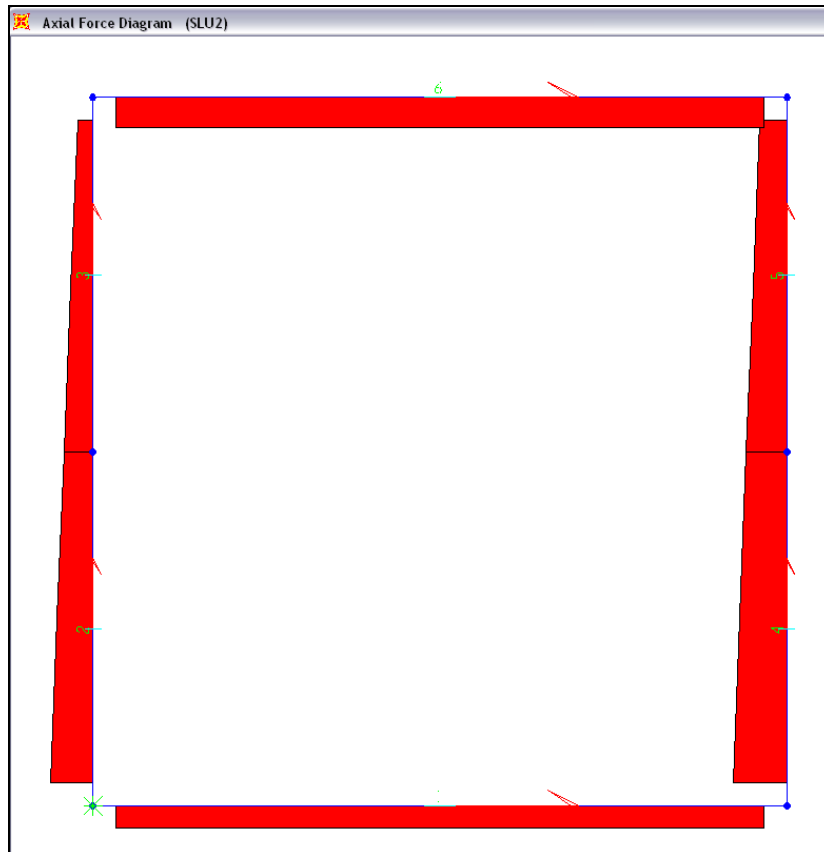
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,07826	SLU2	Combination	-25,92	-4,69	25,35
1	0,52696	SLU2	Combination	-25,92	2,88	25,76
1	0,97565	SLU2	Combination	-25,92	10,45	22,77
1	1,42435	SLU2	Combination	-25,92	18,02	16,38
1	1,87304	SLU2	Combination	-25,92	25,60	6,59
1	2,32174	SLU2	Combination	-25,92	33,17	-6,59
2	0,07989	SLU2	Combination	-48,53	62,26	19,76
2	0,65245	SLU2	Combination	-40,80	29,76	-6,30
2	1,225	SLU2	Combination	-33,07	3,18	-15,45
3	0	SLU2	Combination	-33,07	3,18	-15,45
3	0,57255	SLU2	Combination	-25,34	-17,58	-11,06
3	1,14511	SLU2	Combination	-17,61	-32,61	3,59
4	0,07989	SLU2	Combination	-62,26	-22,26	11,16
4	0,65245	SLU2	Combination	-54,53	0,57	17,09
4	1,225	SLU2	Combination	-46,80	17,49	11,64
5	0	SLU2	Combination	-46,80	17,49	11,64
5	0,57255	SLU2	Combination	-39,07	28,59	-1,83
5	1,14511	SLU2	Combination	-31,34	33,96	-20,01
6	0,07826	SLU2	Combination	-34,26	-15,01	-5,02
6	0,52696	SLU2	Combination	-34,26	-6,26	-0,25
6	0,97565	SLU2	Combination	-34,26	2,49	0,59
6	1,42435	SLU2	Combination	-34,26	11,24	-2,49
6	1,87304	SLU2	Combination	-34,26	19,99	-9,49
6	2,32174	SLU2	Combination	-34,26	28,74	-20,42

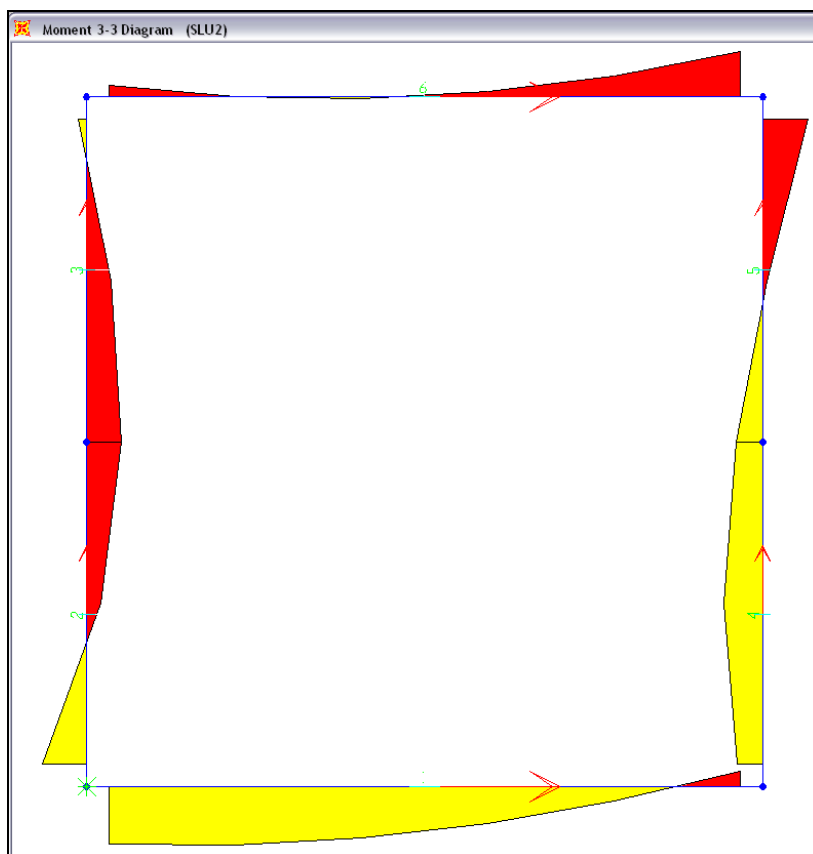
SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

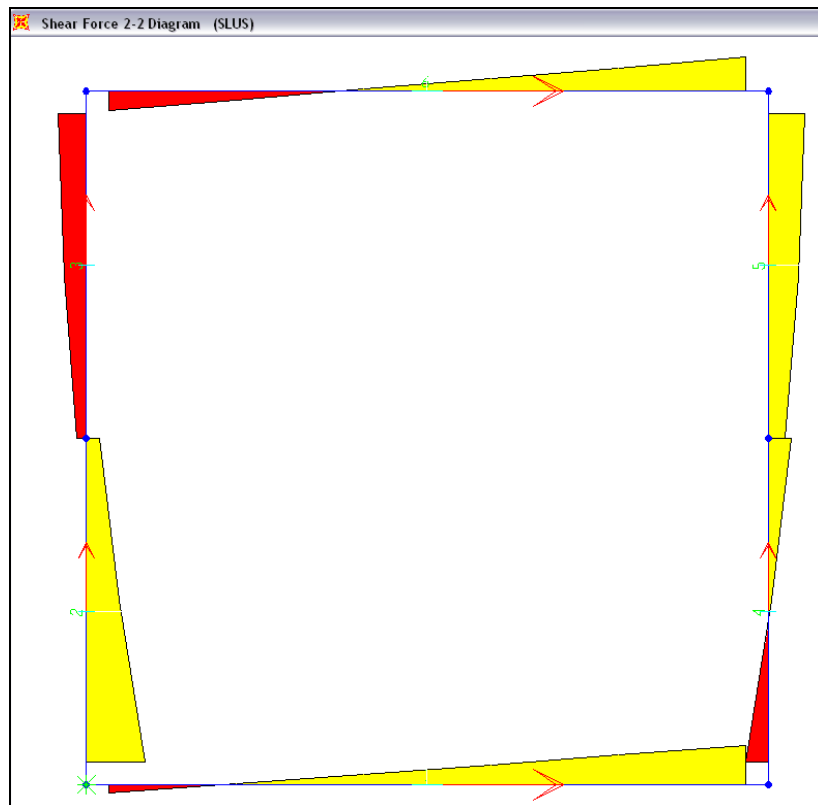
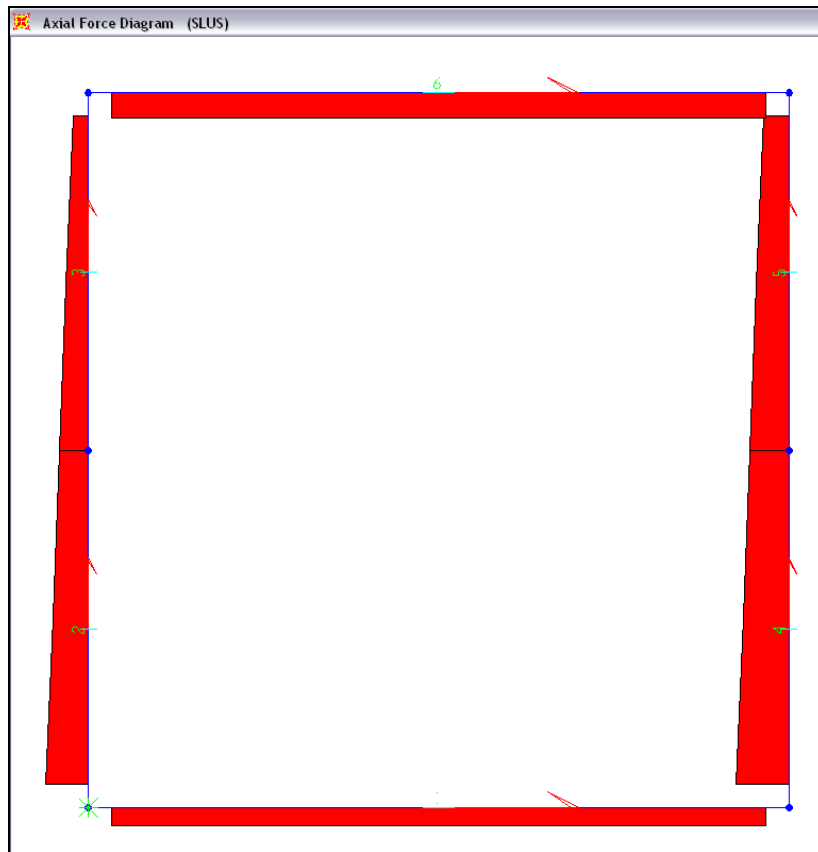
SOLETTA SUPERIORE

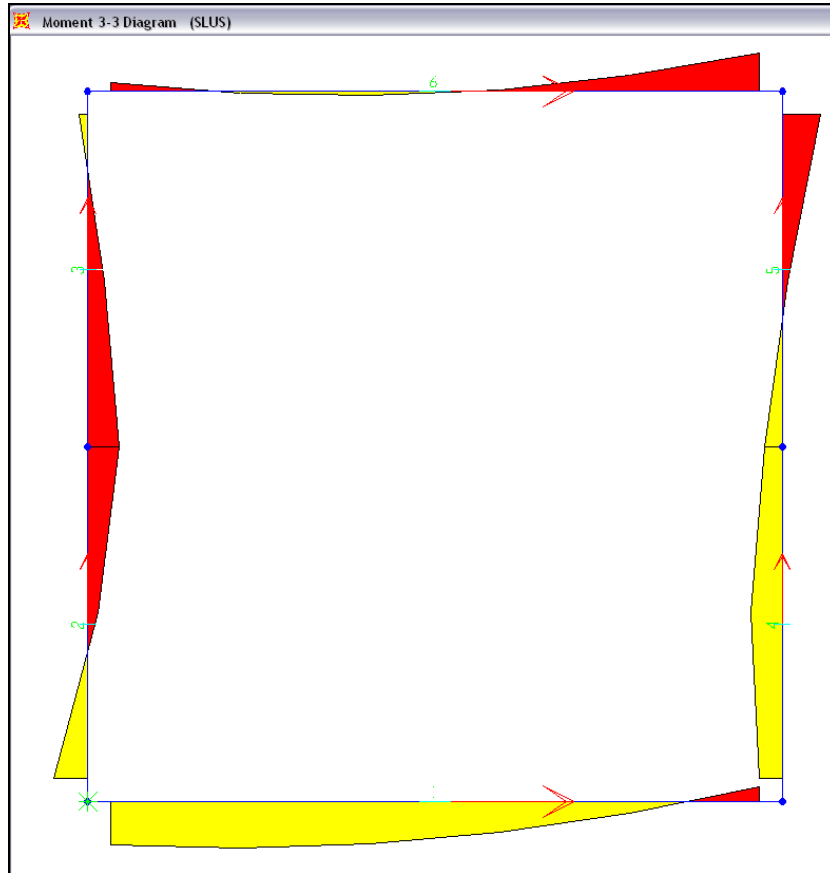




Combinazione di carico 3: SLUS

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,07826	SLUS	Combination	-15,43	-5,06	15,03	SOLETTA INFERIORE
1	0,52696	SLUS	Combination	-15,43	0,55	16,04	
1	0,97565	SLUS	Combination	-15,43	6,16	14,54	
1	1,42435	SLUS	Combination	-15,43	11,77	10,52	
1	1,87304	SLUS	Combination	-15,43	17,38	3,98	
1	2,32174	SLUS	Combination	-15,43	22,99	-5,08	
2	0,07989	SLUS	Combination	-36,06	34,49	11,75	PIEDRITTO SX
2	0,65245	SLUS	Combination	-30,33	19,27	-3,45	
2	1,225	SLUS	Combination	-24,61	7,99	-11,07	
3	0	SLUS	Combination	-24,61	-5,33	-11,07	PIEDRITTO DX
3	0,57255	SLUS	Combination	-18,88	-12,73	-5,72	
3	1,14511	SLUS	Combination	-13,16	-16,31	2,78	
4	0,07989	SLUS	Combination	-44,94	-12,99	8,05	PIEDRITTO DX
4	0,65245	SLUS	Combination	-39,22	2,23	10,94	
4	1,225	SLUS	Combination	-33,49	13,51	6,25	
5	0	SLUS	Combination	-33,49	10,10	6,25	PIEDRITTO DX
5	0,57255	SLUS	Combination	-27,77	17,50	-1,83	
5	1,14511	SLUS	Combination	-22,04	21,08	-13,06	
6	0,07826	SLUS	Combination	-21,28	-11,26	-3,16	SOLETTA SUPERIORE
6	0,52696	SLUS	Combination	-21,28	-4,98	0,48	
6	0,97565	SLUS	Combination	-21,28	1,30	1,31	
6	1,42435	SLUS	Combination	-21,28	7,58	-0,69	
6	1,87304	SLUS	Combination	-21,28	13,87	-5,50	
6	2,32174	SLUS	Combination	-21,28	20,15	-13,13	





Combinazione di carico 4: SLEF1

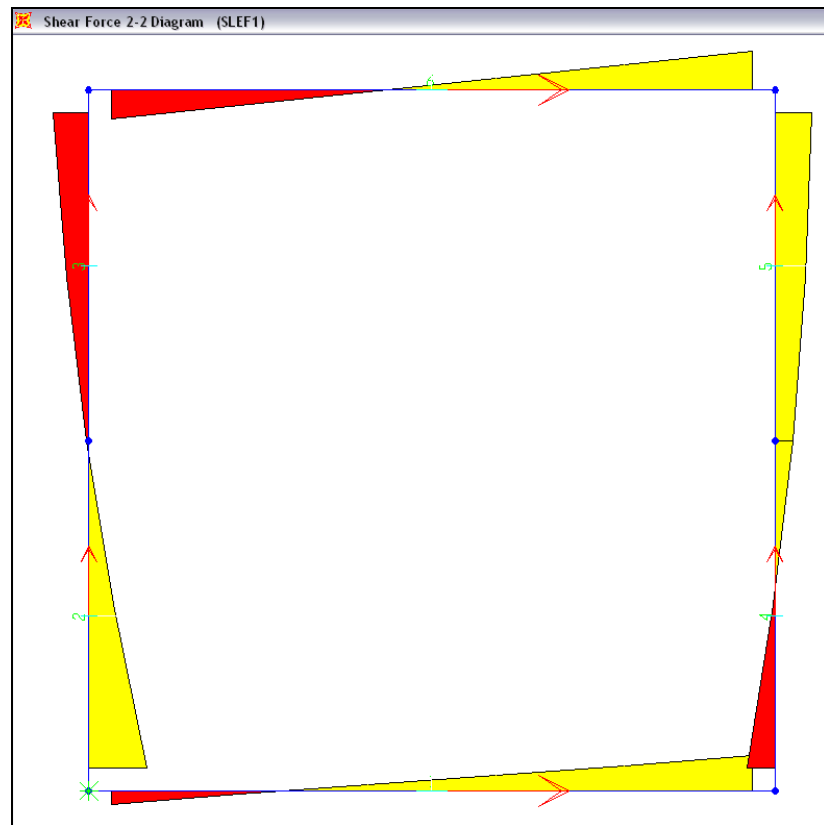
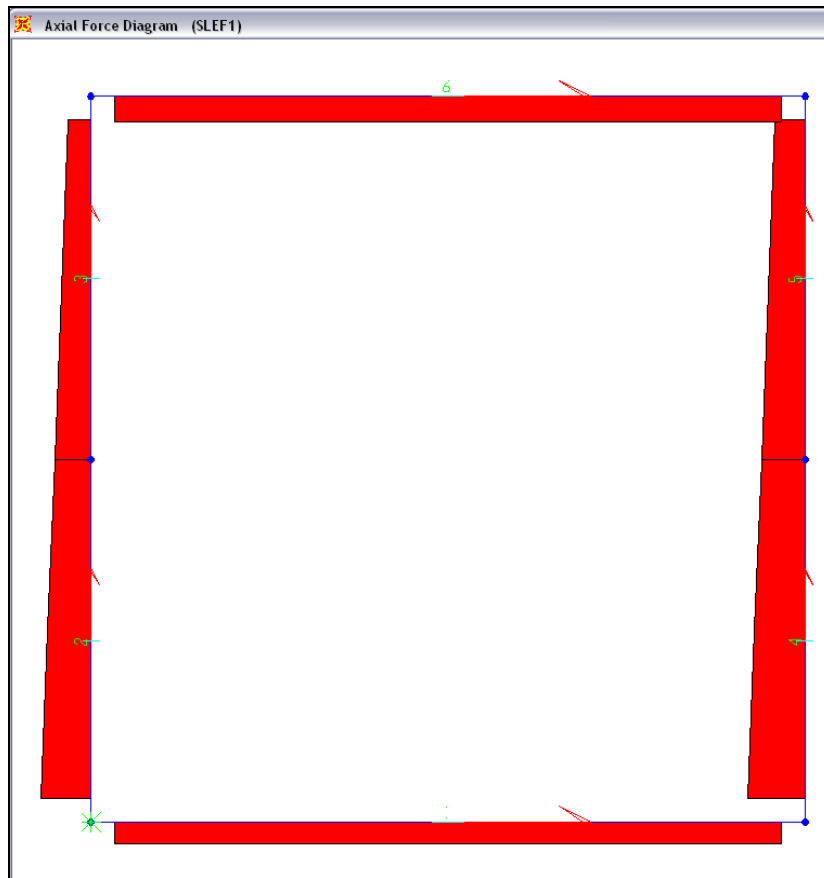
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,07826	SLEF1	Combination	-18,50	-7,69	11,98
1	0,52696	SLEF1	Combination	-18,50	-2,09	14,17
1	0,97565	SLEF1	Combination	-18,50	3,52	13,85
1	1,42435	SLEF1	Combination	-18,50	9,13	11,01
1	1,87304	SLEF1	Combination	-18,50	14,74	5,65
1	2,32174	SLEF1	Combination	-18,50	20,35	-2,22
2	0,07989	SLEF1	Combination	-41,95	33,84	8,51
2	0,65245	SLEF1	Combination	-36,23	14,32	-5,08
2	1,225	SLEF1	Combination	-30,50	-1,26	-8,63
3	0	SLEF1	Combination	-30,50	-1,26	-8,63
3	0,57255	SLEF1	Combination	-24,77	-12,95	-4,39
3	1,14511	SLEF1	Combination	-19,05	-20,83	5,46
4	0,07989	SLEF1	Combination	-48,05	-16,06	5,23
4	0,65245	SLEF1	Combination	-42,33	-0,84	9,88
4	1,225	SLEF1	Combination	-36,60	10,44	6,94
5	0	SLEF1	Combination	-36,60	10,44	6,94
5	0,57255	SLEF1	Combination	-30,88	17,84	-1,34
5	1,14511	SLEF1	Combination	-25,15	21,42	-12,76
6	0,07826	SLEF1	Combination	-21,62	-16,86	-5,79
6	0,52696	SLEF1	Combination	-21,62	-8,90	-0,01
6	0,97565	SLEF1	Combination	-21,62	-0,93	2,20
6	1,42435	SLEF1	Combination	-21,62	7,03	0,83
6	1,87304	SLEF1	Combination	-21,62	15,00	-4,12
6	2,32174	SLEF1	Combination	-21,62	22,96	-12,63

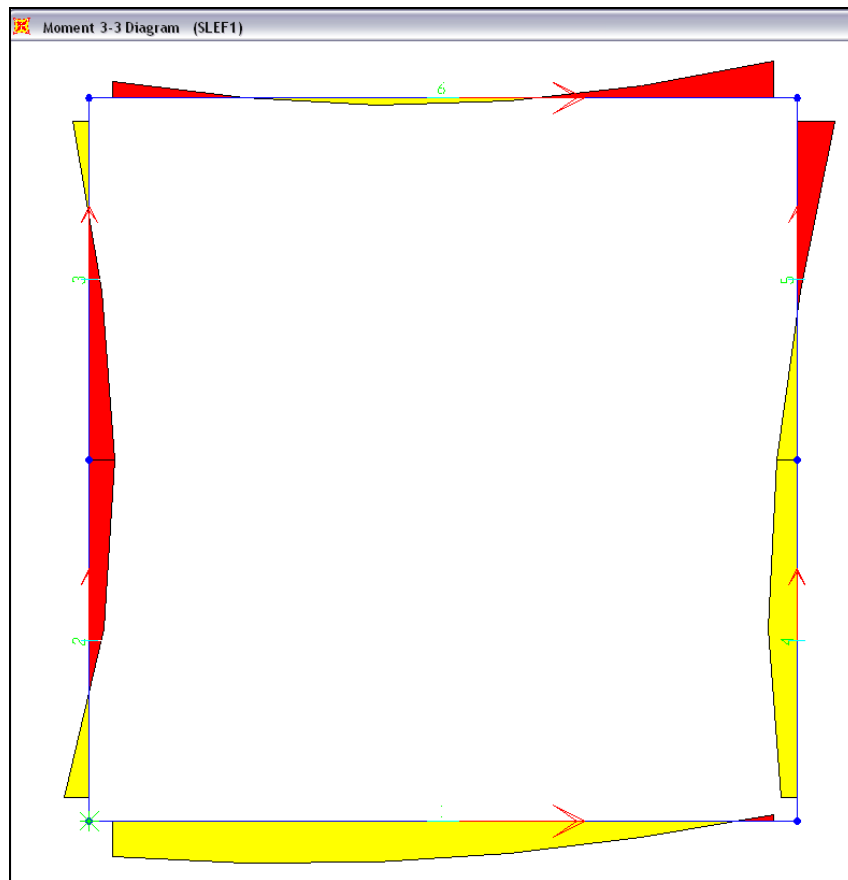
SOLETTA INFERIORE

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

SOLETTA SUPERIORE

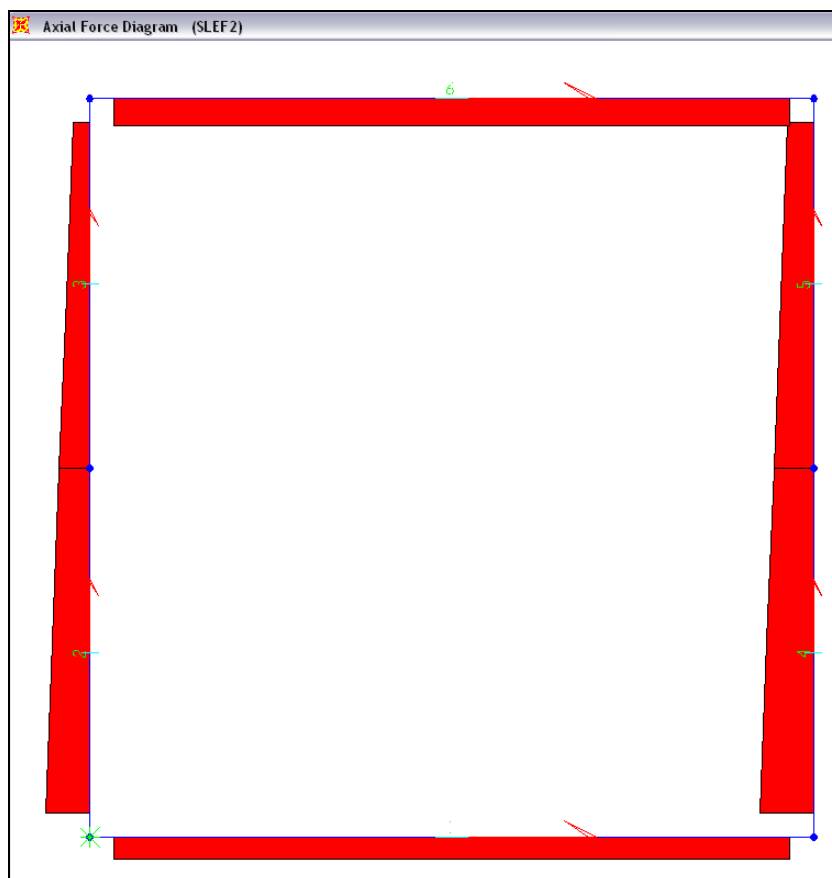


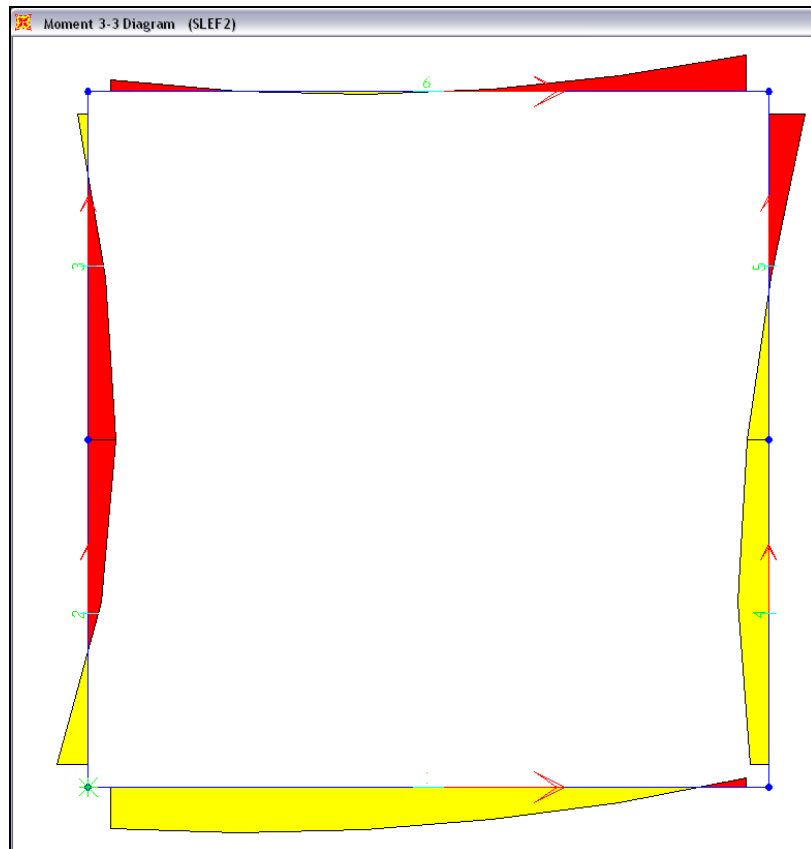
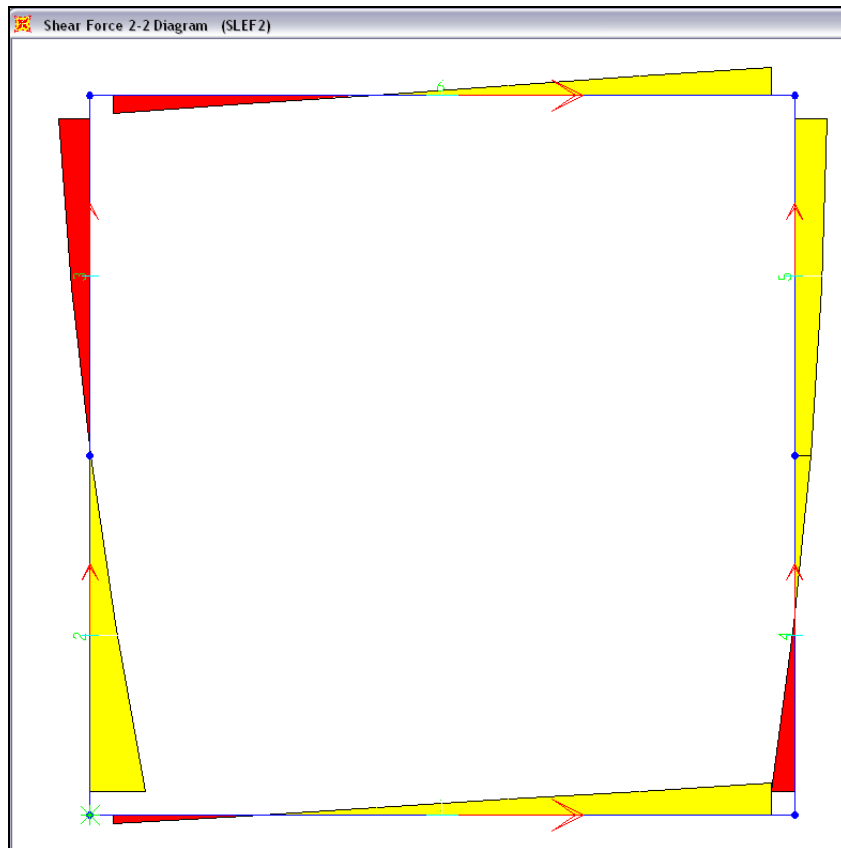


Combinazione di carico 5: SLEF2

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,07826	SLEF2	Combination	-18,05	-6,11	14,48
1	0,52696	SLEF2	Combination	-18,05	-0,50	15,96
1	0,97565	SLEF2	Combination	-18,05	5,11	14,93
1	1,42435	SLEF2	Combination	-18,05	10,72	11,38
1	1,87304	SLEF2	Combination	-18,05	16,32	5,32
1	2,32174	SLEF2	Combination	-18,05	21,93	-3,27
2	0,07989	SLEF2	Combination	-36,69	37,83	10,81
2	0,65245	SLEF2	Combination	-30,96	17,24	-4,76
2	1,225	SLEF2	Combination	-25,24	0,60	-9,68
3	0	SLEF2	Combination	-25,24	0,60	-9,68
3	0,57255	SLEF2	Combination	-19,51	-12,17	-6,19
3	1,14511	SLEF2	Combination	-13,79	-21,12	3,53
4	0,07989	SLEF2	Combination	-44,32	-15,61	6,37
4	0,65245	SLEF2	Combination	-38,59	-0,39	10,76
4	1,225	SLEF2	Combination	-32,86	10,89	7,56
5	0	SLEF2	Combination	-32,86	10,89	7,56
5	0,57255	SLEF2	Combination	-27,14	18,29	-0,97
5	1,14511	SLEF2	Combination	-21,41	21,87	-12,65
6	0,07826	SLEF2	Combination	-22,07	-11,89	-4,28
6	0,52696	SLEF2	Combination	-22,07	-5,61	-0,35
6	0,97565	SLEF2	Combination	-22,07	0,67	0,76
6	1,42435	SLEF2	Combination	-22,07	6,95	-0,96
6	1,87304	SLEF2	Combination	-22,07	13,24	-5,48
6	2,32174	SLEF2	Combination	-22,07	19,52	-12,83

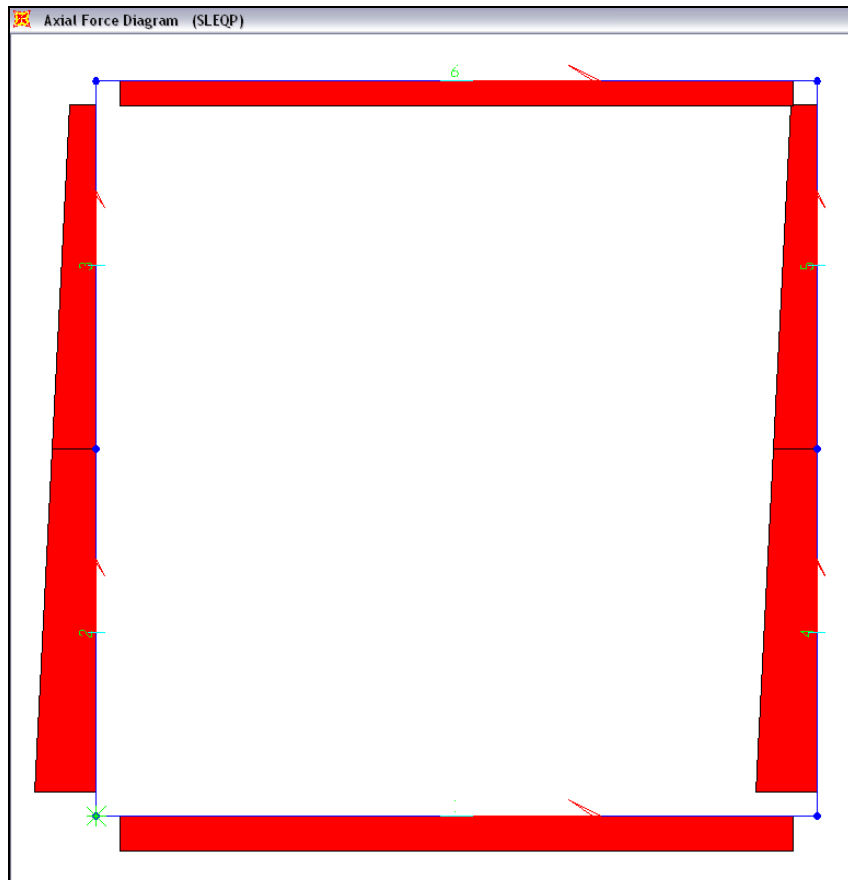
SOLETTA INFERIORE
PIEDRITTO SX
PIEDRITTO DX
SOLETTA SUPERIORE

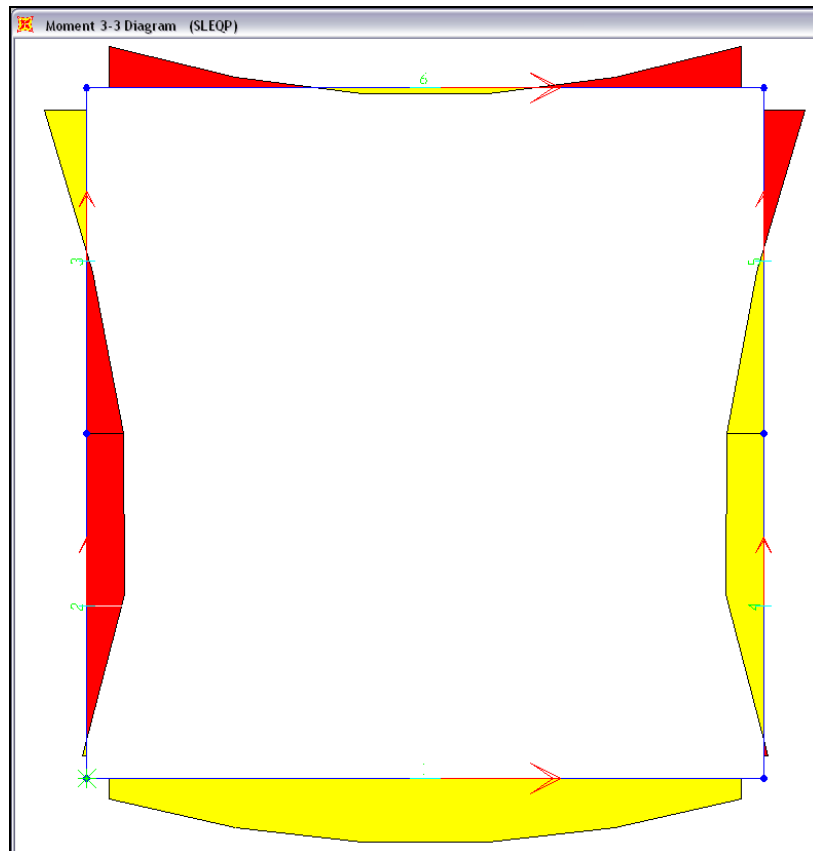
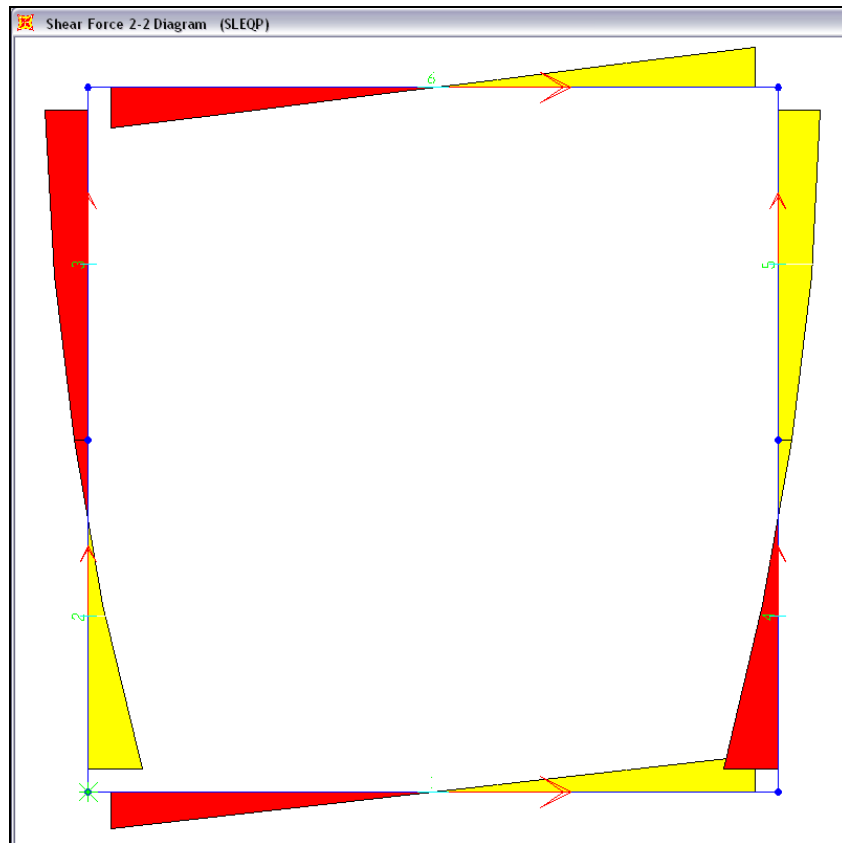




Combinazione di carico 6: SLEQP

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,07826	SLEQP	Combination	-23,48	-14,02	3,73	SOLETTA INFERIORE
1	0,52696	SLEQP	Combination	-23,48	-8,41	8,77	
1	0,97565	SLEQP	Combination	-23,48	-2,80	11,28	
1	1,42435	SLEQP	Combination	-23,48	2,80	11,28	
1	1,87304	SLEQP	Combination	-23,48	8,41	8,77	
1	2,32174	SLEQP	Combination	-23,48	14,02	3,73	
2	0,07989	SLEQP	Combination	-40,50	21,04	0,82	PIEDRITTO SX
2	0,65245	SLEQP	Combination	-34,78	5,81	-6,68	
2	1,225	SLEQP	Combination	-29,05	-5,46	-6,59	
3	0	SLEQP	Combination	-29,05	-5,46	-6,59	
3	0,57255	SLEQP	Combination	-23,32	-12,86	-1,16	
3	1,14511	SLEQP	Combination	-17,60	-16,45	7,41	
4	0,07989	SLEQP	Combination	-40,50	-21,04	-0,82	PIEDRITTO DX
4	0,65245	SLEQP	Combination	-34,78	-5,81	6,68	
4	1,225	SLEQP	Combination	-29,05	5,46	6,59	
5	0	SLEQP	Combination	-29,05	5,46	6,59	
5	0,57255	SLEQP	Combination	-23,32	12,86	1,16	
5	1,14511	SLEQP	Combination	-17,60	16,45	-7,41	
6	0,07826	SLEQP	Combination	-16,64	-15,70	-7,46	SOLETTA SUPERIORE
6	0,52696	SLEQP	Combination	-16,64	-9,42	-1,82	
6	0,97565	SLEQP	Combination	-16,64	-3,14	1,00	
6	1,42435	SLEQP	Combination	-16,64	3,14	1,00	
6	1,87304	SLEQP	Combination	-16,64	9,42	-1,82	
6	2,32174	SLEQP	Combination	-16,64	15,70	-7,46	





4.3.5 Verifiche strutturali

Di seguito si riportano i principali risultati delle verifiche strutturali relative a: Presso-flessione, Fessurazione e Taglio.

L'armatura considerata, rispettosa dei minimi di Normativa, è la seguente:

Armatura Trasversale:

Soletta Superiore: $\Phi 16/20$ sup. + $\Phi 16/20$ inf.

Soletta Inferiore: $\Phi 16/20$ sup. + $\Phi 16/20$ inf.

Piedritti: $\Phi 14/20$ int. + $\Phi 14/20$ est.

Armatura Longitudinale: $\Phi 12/20$ correnti.

Armatura a Taglio:

Soletta Superiore: Spille $\Phi 8/40/40$.

Soletta Inferiore: Spille $\Phi 8/40/40$.

Piedritti: Spille $\Phi 8/40/40$.

4.3.5.1 Verifica a presso-flessione

SLU1		coeff.sicurezza	
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-26,72	-4,71	36,96
	-26,72	22,53	7,73
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-42,55	-13,56	8,06
	-58,01	15,62	7,16
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-38,07	-20,21	5,37
	-61,26	15,50	7,25
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-33,45	-20,06	6,80
	-33,45	3,19	42,77

SLU2			coeff.sicurezza
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-25,92	-6,59	26,39
	-25,92	25,76	6,75
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-33,07	-15,45	6,97
	-48,53	19,76	5,58
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-31,34	-20,01	5,37
	-54,53	17,09	6,51
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-34,26	-20,42	6,69
	-34,26	0,59	185,49

SLUS			coeff.sicurezza
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-15,43	-5,08	33,79
	-15,43	16,04	10,70
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-24,61	-11,07	9,60
	-36,06	11,75	9,20
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-22,04	-13,06	8,11
	-39,22	10,94	9,94
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-21,28	-13,13	10,24
	-21,28	1,31	102,66

4.3.5.2 Verifica a fessurazione

SLEF1			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-18,50	-2,22	NON FESSURATA
	-18,50	14,17	NON FESSURATA
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-30,50	-8,63	NON FESSURATA
	-41,95	8,51	NON FESSURATA
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-25,15	-12,76	NON FESSURATA
	-42,33	9,88	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-21,62	-12,63	NON FESSURATA
	-21,62	2,20	NON FESSURATA

SLEF2			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-18,05	-3,27	NON FESSURATA
	-18,05	15,96	NON FESSURATA
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-25,24	-9,68	NON FESSURATA
	-36,69	10,81	NON FESSURATA
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-21,41	-12,65	NON FESSURATA
	-38,59	10,76	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-22,07	-12,83	NON FESSURATA
	-22,07	0,76	NON FESSURATA

SLEQP			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-23,48	3,73	NON FESSURATA
	-23,48	11,28	NON FESSURATA
pedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-34,78	-6,68	NON FESSURATA
	-17,60	7,41	NON FESSURATA
pedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-17,60	-7,41	NON FESSURATA
	-34,78	6,68	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-16,64	-7,46	NON FESSURATA
	-16,64	1,00	NON FESSURATA

4.3.5.3 Verifica a taglio

Soletta inferiore

$V_{cd} = 33,17 \text{ kN}$

$$V_{Rd} = \{0,18 \text{ k} (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}\} b_w d = 159,26 \text{ kN} \geq$$

$$(v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d = 190,00 \text{ kN} \Rightarrow V_{Rd} = 190,00 \text{ kN}$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,664455$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,411658$$

$$d = 453 \text{ mm}$$

$$\rho_1 = A_{sl} / (b_w d) = 0,0017$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,05184 \text{ N/mm}^2$$

$V_{Rd} > V_{cd}$: Non necessaria armatura specifica a taglio.

Inserisco un'armatura a taglio pari a: Spille $\Phi 8/40/40$

Soletta superiore

$V_{cd} = 34,94 \text{ kN}$

$$V_{Rd} = \{0,18 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp}\} b_w d = 160,28 \text{ kN} \geq$$

$$(v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d = 191,03 \text{ kN} \Rightarrow V_{Rd} = 191,03 \text{ kN}$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,664455$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,411658$$

$$d = 453 \text{ mm}$$

$$\rho_1 = A_{sl} / (b_w d) = 0,0017$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,0669 \text{ N/mm}^2$$

VRd > Vcd : Non necessaria armatura specifica a taglio.

Inserisco un'armatura a taglio pari a: Spille $\Phi 8/40/40$

Paramento	8,00	6	88,06	0,0034	0,0204
-----------	------	---	-------	--------	--------