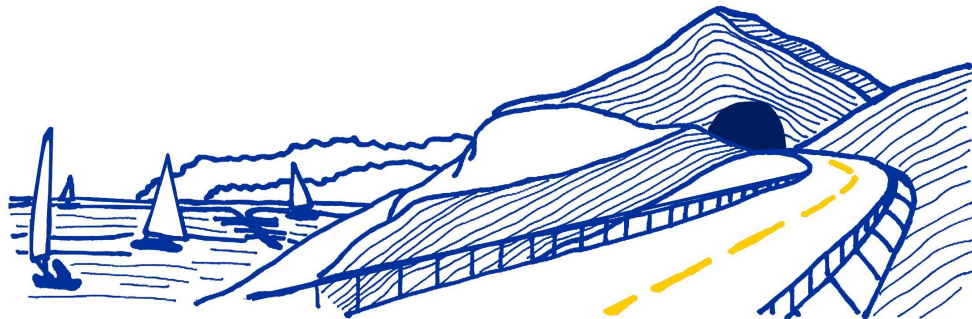


**VARIANTE ALLA S.S.1 AURELIA (AURELIA BIS)
VIABILITA' DI ACCESSO ALL' HUB PORTUALE DI LA SPEZIA
INTERCONNESSIONE TRA I CASELLI DELLA A-12 E IL PORTO DI LA SPEZIA
3° LOTTO TRA FELETTINO E IL RACCORDO AUTOSTRADALE**

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
OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO: TOMBINI SCATOLARI
ASSE PRINCIPALE
TOMBINO SCATOLARE 2x2 ASSE PRINCIPALE km 3+452,07 (AI16)
RELAZIONE DI CALCOLO**

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

0000_V03TM01STRRE01_A

DPGE0265 E 20

CODICE ELAB. V03 TM01 STR RE01

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. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	2
3. MATERIALI	4
4. ANALISI STRUTTURALE.....	6
4.1 Descrizione modello per analisi agli elementi finiti	7
4.2 Analisi dei carichi	9
4.3 Combinazioni di carico	11
4.4 Risultati modello.....	12
4.5 Verifiche strutturali	25
4.5.1 Verifica a presso-flessione	26
4.5.2 Verifica a fessurazione	28
4.5.3 Verifica a taglio	30

1. Premessa

Nella presente relazione si riportano i calcoli del tombino scatolare situato lungo l'Asse Principale nel tratto tra l'imbocco Nord della Galleria Fornaci I e l'imbocco Sud della Galleria Felettino III.

La tombinatura presenta dimensioni interne costanti pari a 2.00m x 2.00m, spessore della soletta inferiore pari a 0.40 m, spessore della soletta superiore pari a 0.40m e spessore dei piedritti pari a 0.40 m.

Ai fini del calcolo si è considerata una sezione con un ricoprimento di terreno gravante sulla soletta superiore del tombino di altezza pari a 3.50 m e peso specifico $\gamma_{\text{terr}} = 20$ kN/m³.

Si è altresì tenuto in conto della presenza del carico mobile da traffico presente sulla piattaforma stradale posto a 3.50 m dall'estradosso della soletta superiore del tombino. In questa zona la falda non è presente.

2. Riferimenti normativi

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		XC4				
Classe di esposizione vecchia		4a+5b				
RAPPORTO a/c (max)	0,50					
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)	300					
CLASSE DI CONSISTENZA	S4					

Copriferro = 40 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 max = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.35

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

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

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

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

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

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

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senzacrucche:

$\varphi < 12 \text{ mm}$	4 φ
$12 \leq \varphi \leq 16 \text{ mm}$	5 φ
$16 < \varphi \leq 25 \text{ mm}$	8 φ
$25 < \varphi \leq 40 \text{ mm}$	10 φ

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

4. Analisi strutturale

La presente Relazione Tecnica riporta l'analisi strutturale del Tombino situato lungo l'Asse Principale in corrispondenza dello Svincolo S. Venerio all'altezza della progressiva km 3+452.07.

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 Descrizione modello per analisi agli elementi finiti

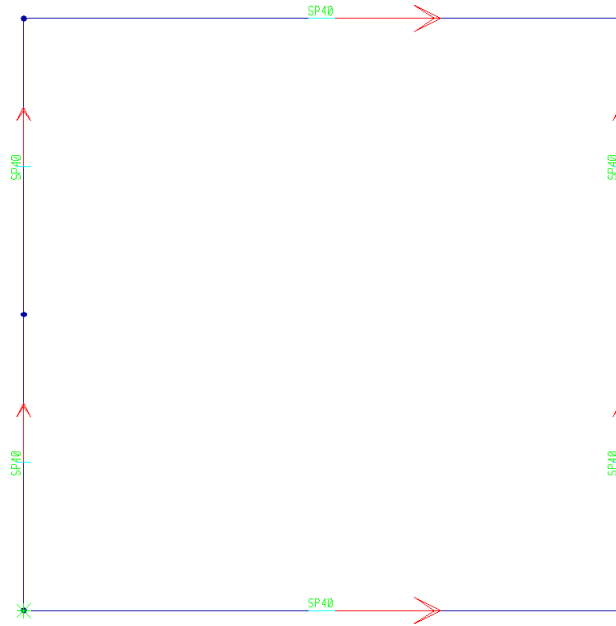
Al fine di calcolare la struttura oggetto di questa relazione è stato implementato un modello agli elementi finiti mediante l'utilizzo del software SAP2000 v.10.0.1 della Computers and Structures Inc., Berkeley.

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 $K_{WINKLER} = 20000 \text{ kN/m}^3$.

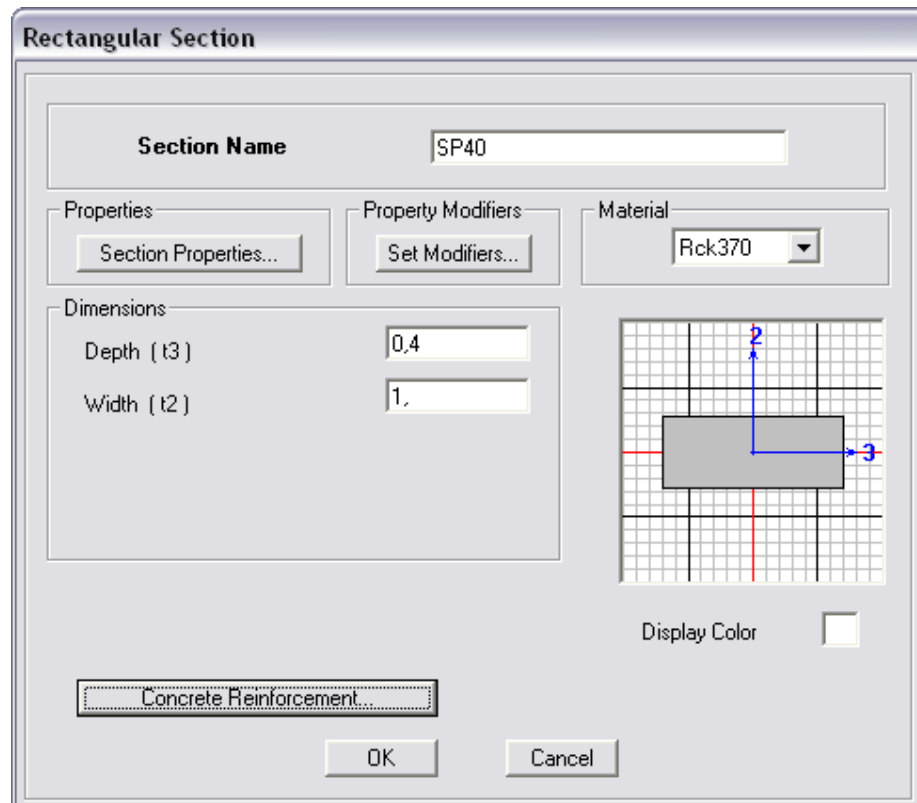
A ciascun frame è stata assegnata una corrispondente sezione trasversale, come da geometria descritta nel par. “Premessa”.

I carichi considerati sono illustrati nel seguente par. 4.2.

Le combinazioni di carico considerate sono illustrate nel seguente par. 4.3.



Modello agli Elementi Finiti



Frame Sections

4.2 Analisi dei carichi

I carichi considerati agenti sul modello considerato sono:

- **Peso proprio:** calcolato in automatico dal programma previa definizione di geometri 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 3.50 m e peso specifico $\gamma_{terr} = 20 \text{ kN/m}^3$ per cui:

$$h_{terr} \times \gamma_{terr} = 70 \text{ kN/m}$$

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

$$St = K_0 \times \gamma_{terr} \times z \text{ dove:}$$

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

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

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

z	$S_{o,t \text{ triang}}$
[m]	[kN/m ²]
3,5	35,00
4,9	49,00
6,3	63,00

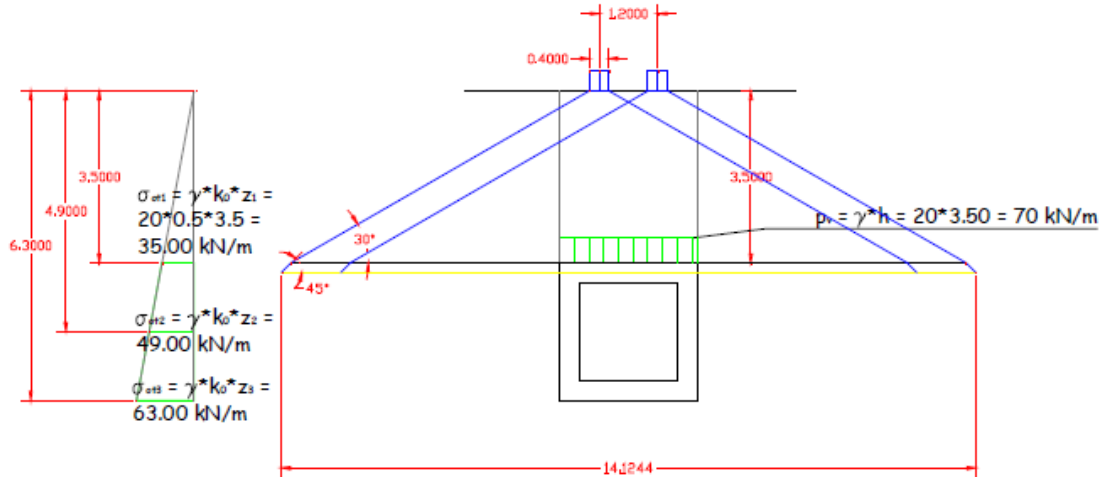
- **Carichi mobili da traffico:** viene considerato l'effetto prodotto sul tombino dalla presenza del carico mobile da traffico posto ad una distanza di 3,50 m dall'estradosso della soletta superiore. Il carico considerato è lo Schema di Carico 1 prescritto dal D.M.2008 al par.5.1.3.3: carichi concentrati su due assi in tandem ($Q1k=300 \text{ kN}$ per asse), applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m.

Questo riportato sul tombino si traduce in una spinta verticale sulla soletta superiore pari a:

$$\begin{aligned} Q &= 600 \text{ kN} \\ B &= 3 \text{ m} \\ L &= 14,1244 \text{ m} \\ \mathbf{q} &= \mathbf{14,16 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

e su una spinta orizzontale sui piedritti pari a:

$$s_{o,p} = k_0 \times q = 7,08 \text{ kN/m}^2$$



ANALISI SISMICA

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

Q6 - 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
g1 = 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 = $\gamma_2 \times V_2 \times kh$ = **4,77** kN

Q6 - Spinta sismica terreno (SLV)

H1 = altezza parete = 2,80 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
 gt = peso specifico del terreno = 20,00 kN/mc
 f = angolo di attrito del terreno = 30,00 gradi
 $perm$ = peso del sovraccarico permanente = 0,00 kN/mq
 ag = accelerazione al suolo = 0,142 g
 S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica = 1,200
 S_t = 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 = $S_s \times S_t$ = 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 = $\arctan(k_s)$ = 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
 $Ds \text{ sup}$ = pressione sismica sup. = $Dk' \times (gt \times H_2 + perm)$ = **3,30** kN/mq
 $Ds \text{ inf}$ = pressione sismica inf. = $Dk' \times [gt \times (H_2 + H_1) + perm]$ = **3,30** kN/mq
 $Ssism$ = spinta sismica = $(Ds \text{ sup} + Ds \text{ inf}) \times H_1 / 2$ = **9,24** kN/m

4.3 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

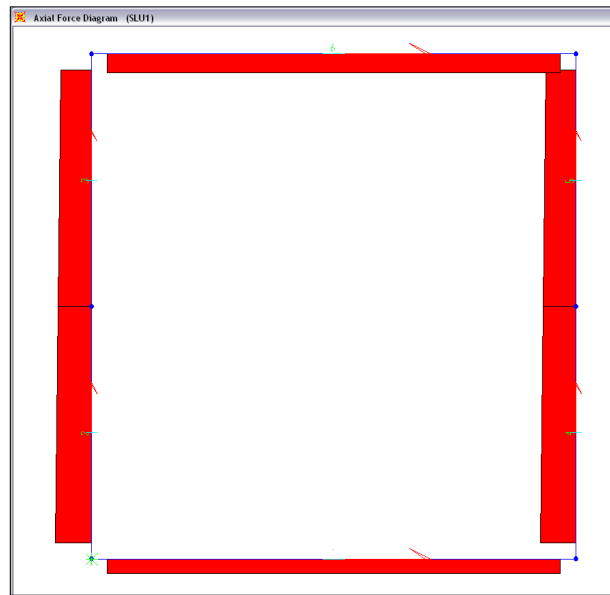
		PESO PROPRIO			PERMANENTI			TRAFFICO1			TRAFFICO2			SISMA		
		γ	g	$\gamma \cdot g$	γ	g	$\gamma \cdot g$	γ	g	$\gamma \cdot g$	γ	g	$\gamma \cdot g$	γ	g	$\gamma \cdot g$
SLU1	1	1,00	1,35	1,35	1,00	1,50	1,50	1,00	1,35	1,35	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU2	2	1,00	1,35	1,35	1,00	1,50	1,50	1,00	0,00	0,00	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	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00

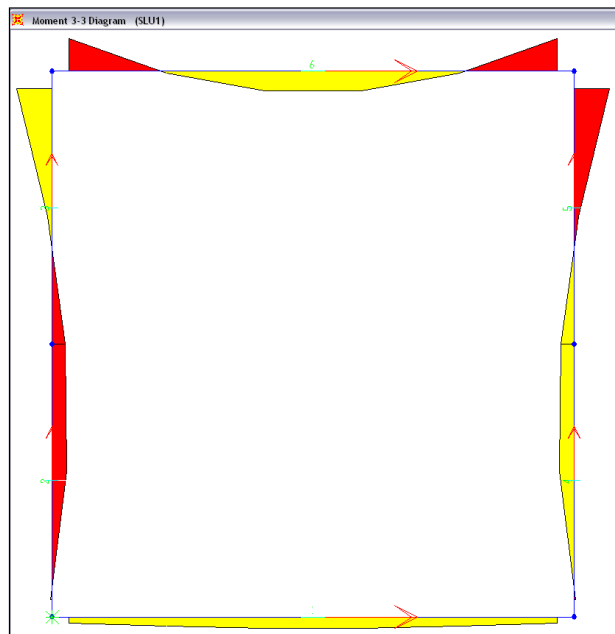
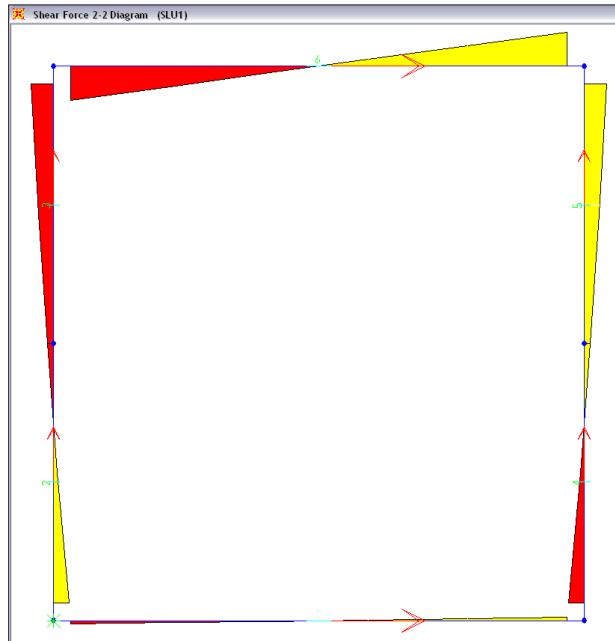
SLE_F1	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_F2	5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,00	0,00	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00
SLE_QP	6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.4 Risultati modello

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

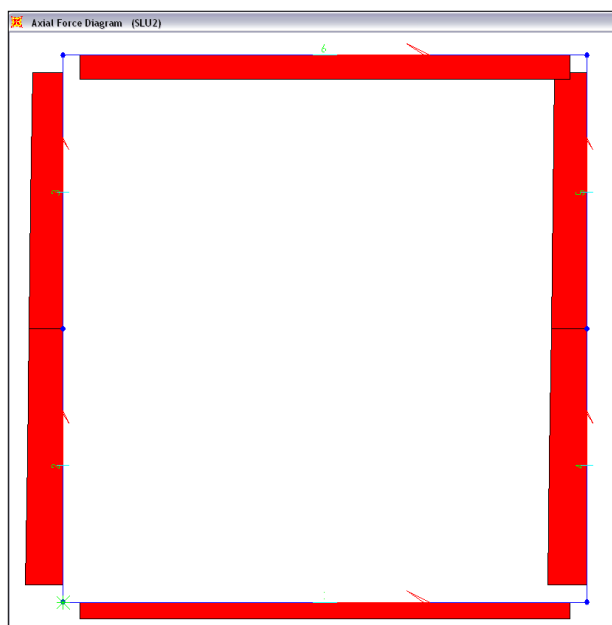
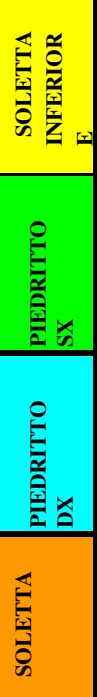
TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,075	SLU1	Combination	-75,01	-14,51	8,60	SOLETTA INFERIOR E
1	0,505	SLU1	Combination	-75,01	-8,71	13,59	
1	0,935	SLU1	Combination	-75,01	-2,90	16,09	
1	1,365	SLU1	Combination	-75,01	2,90	16,09	
1	1,795	SLU1	Combination	-75,01	8,71	13,59	
1	2,225	SLU1	Combination	-75,01	14,51	8,60	
2	0,07826	SLU1	Combination	-189,60	67,67	1,89	PIEDRITTO SX
2	0,63913	SLU1	Combination	-182,03	18,18	-21,93	
2	1,2	SLU1	Combination	-174,46	-25,79	-19,54	
3	0	SLU1	Combination	-174,46	-25,79	-19,54	
3	0,56087	SLU1	Combination	-166,89	-64,26	5,98	
3	1,12174	SLU1	Combination	-159,32	-97,23	51,52	
4	0,07826	SLU1	Combination	-189,60	-67,67	-1,89	PIEDRITTO DX
4	0,63913	SLU1	Combination	-182,03	-18,18	21,93	
4	1,2	SLU1	Combination	-174,46	25,79	19,54	
5	0	SLU1	Combination	-174,46	25,79	19,54	
5	0,56087	SLU1	Combination	-166,89	64,26	-5,98	
5	1,12174	SLU1	Combination	-159,32	97,23	-51,52	
6	0,075	SLU1	Combination	-101,39	-147,94	-47,81	SOLETTA
6	0,505	SLU1	Combination	-101,39	-88,76	3,08	
6	0,935	SLU1	Combination	-101,39	-29,59	28,52	
6	1,365	SLU1	Combination	-101,39	29,59	28,52	
6	1,795	SLU1	Combination	-101,39	88,76	3,08	
6	2,225	SLU1	Combination	-101,39	147,94	-47,81	

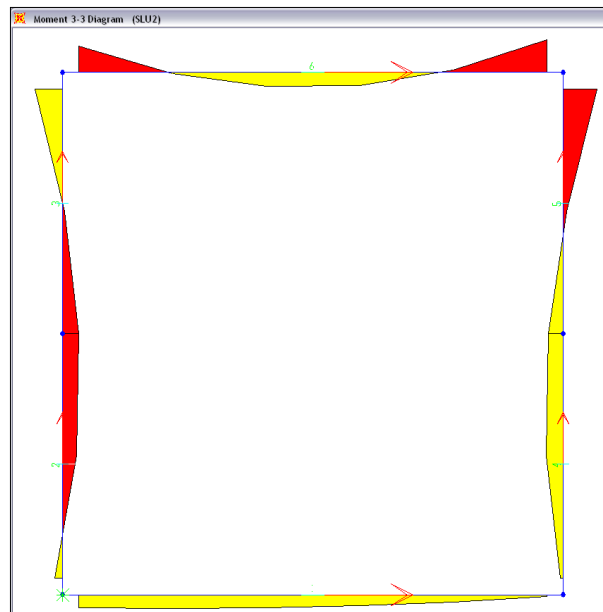
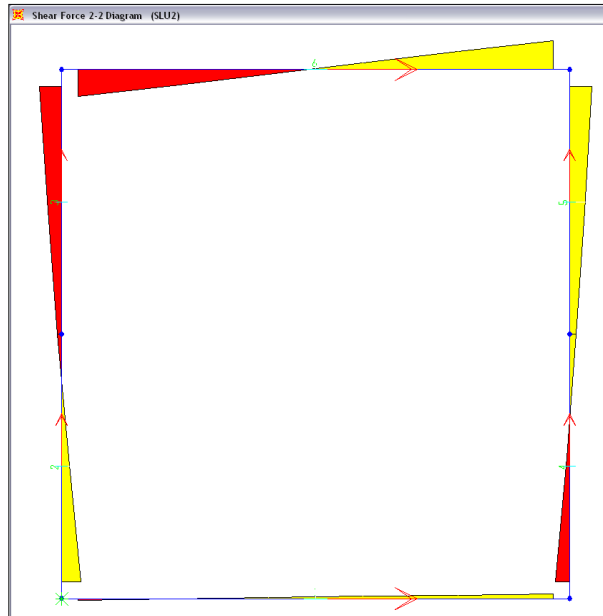




Combinazione di carico 2: SLU2

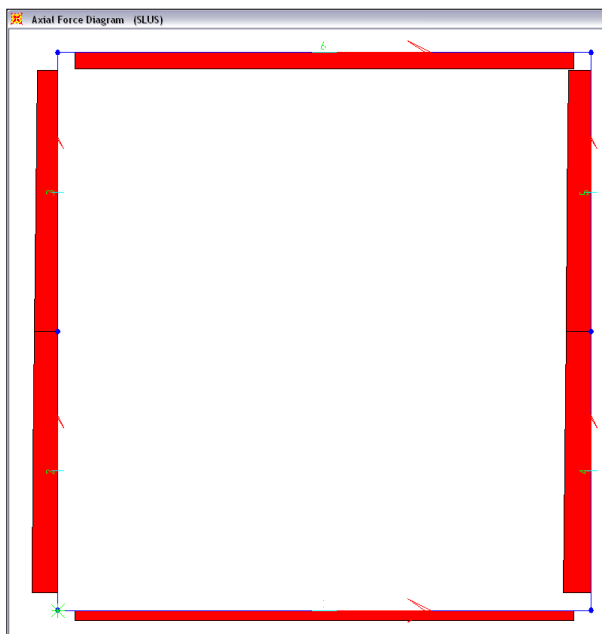
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,075	SLU2	Combination	-72,10	-6,87	19,26
1	0,505	SLU2	Combination	-72,10	-1,07	20,96
1	0,935	SLU2	Combination	-72,10	4,74	20,17
1	1,365	SLU2	Combination	-72,10	10,55	16,89
1	1,795	SLU2	Combination	-72,10	16,35	11,11
1	2,225	SLU2	Combination	-72,10	22,16	2,83
2	0,07826	SLU2	Combination	-163,29	86,95	11,58
2	0,63913	SLU2	Combination	-155,72	32,10	-21,54
2	1,2	SLU2	Combination	-148,15	-17,23	-25,46
3	0	SLU2	Combination	-148,15	-17,23	-25,46
3	0,56087	SLU2	Combination	-140,58	-61,07	-3,24
3	1,12174	SLU2	Combination	-133,01	-99,39	42,01
4	0,07826	SLU2	Combination	-171,94	-64,76	4,23
4	0,63913	SLU2	Combination	-164,37	-15,27	26,41
4	1,2	SLU2	Combination	-156,80	28,70	22,39
5	0	SLU2	Combination	-156,80	28,70	22,39
5	0,56087	SLU2	Combination	-149,23	67,17	-4,75
5	1,12174	SLU2	Combination	-141,66	100,14	-51,93
6	0,075	SLU2	Combination	-104,30	-123,06	-40,42
6	0,505	SLU2	Combination	-104,30	-72,11	1,54
6	0,935	SLU2	Combination	-104,30	-21,15	21,59
6	1,365	SLU2	Combination	-104,30	29,80	19,73
6	1,795	SLU2	Combination	-104,30	80,76	-4,04
6	2,225	SLU2	Combination	-104,30	131,71	-49,72

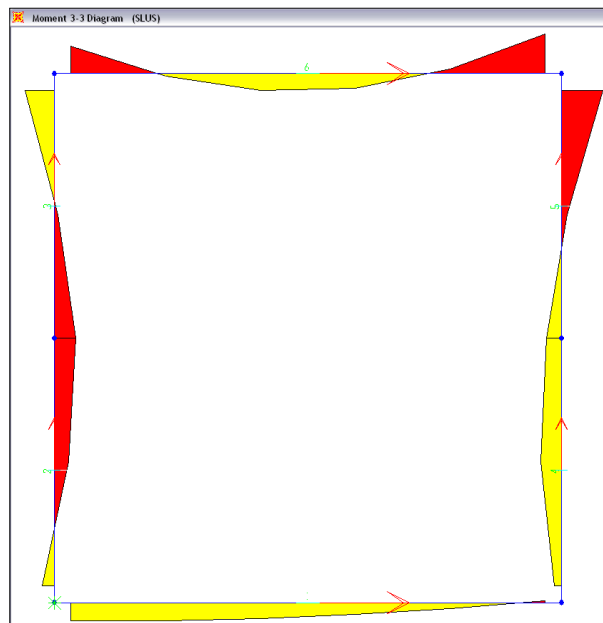
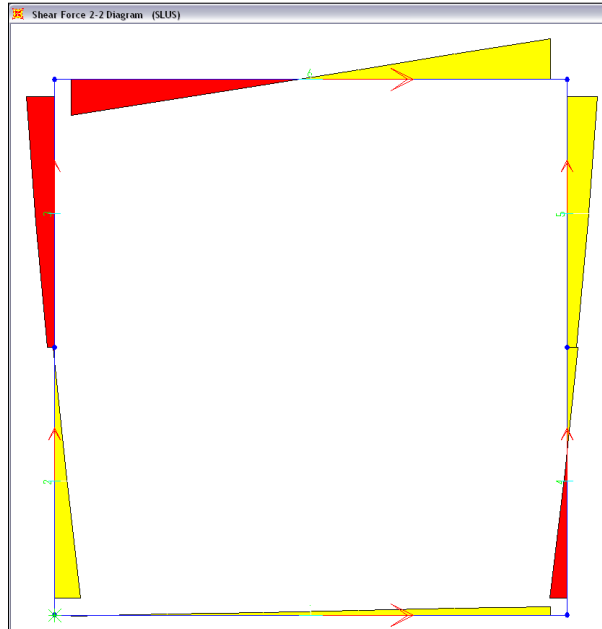




Combinazione di carico 3: SLUS

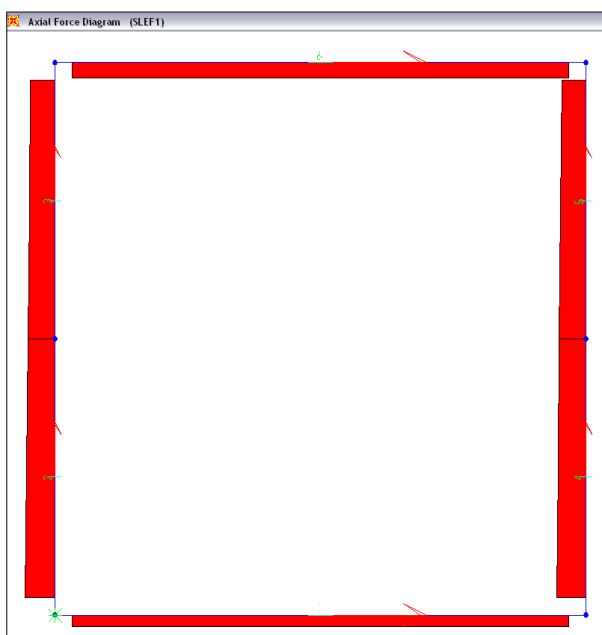
TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,075	SLUS	Combination	-43,51	-2,32	16,10	SOLETTA INFERIOR E
1	0,505	SLUS	Combination	-43,51	1,98	16,18	
1	0,935	SLUS	Combination	-43,51	6,28	14,40	
1	1,365	SLUS	Combination	-43,51	10,58	10,78	
1	1,795	SLUS	Combination	-43,51	14,88	5,31	
1	2,225	SLUS	Combination	-43,51	19,18	-2,02	
2	0,07826	SLUS	Combination	-110,29	59,45	11,05	PIEDRITO SX
2	0,63913	SLUS	Combination	-104,68	26,46	-12,86	
2	1,2	SLUS	Combination	-99,07	-2,86	-19,31	
3	0	SLUS	Combination	-99,07	-15,51	-19,31	
3	0,56087	SLUS	Combination	-93,46	-41,16	-3,25	
3	1,12174	SLUS	Combination	-87,85	-63,13	26,17	
4	0,07826	SLUS	Combination	-120,15	-38,62	6,70	PIEDRITO DX
4	0,63913	SLUS	Combination	-114,54	-5,63	18,93	
4	1,2	SLUS	Combination	-108,93	23,69	13,70	
5	0	SLUS	Combination	-108,93	20,28	13,70	
5	0,56087	SLUS	Combination	-103,32	45,93	-5,04	
5	1,12174	SLUS	Combination	-97,71	67,90	-37,14	
6	0,075	SLUS	Combination	-70,68	-81,07	-24,91	SOLETTA
6	0,505	SLUS	Combination	-70,68	-46,67	2,55	
6	0,935	SLUS	Combination	-70,68	-12,27	15,22	
6	1,365	SLUS	Combination	-70,68	22,13	13,10	
6	1,795	SLUS	Combination	-70,68	56,53	-3,81	
6	2,225	SLUS	Combination	-70,68	90,93	-35,51	

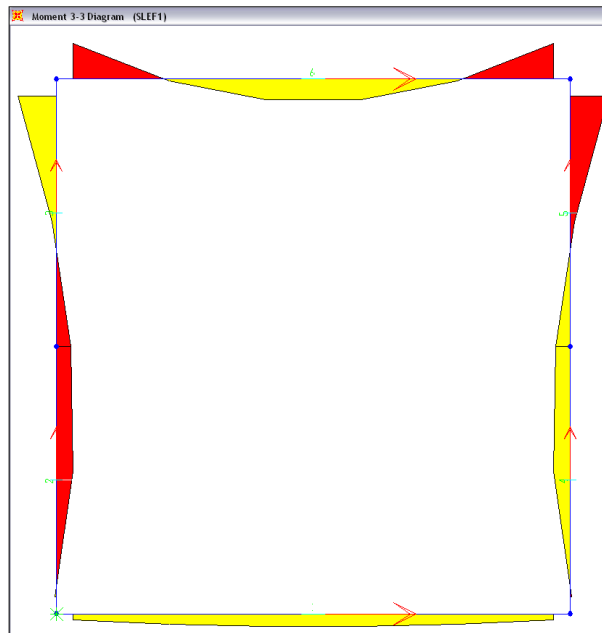
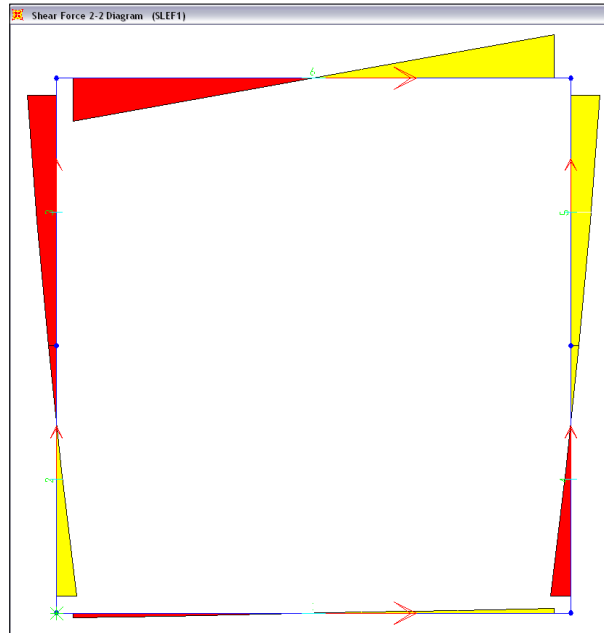




Combinazione di carico 4: SLEF1

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,075	SLEF1	Combination	-50,02	-10,75	5,59	SOLETTA INFERIOR E
1	0,505	SLEF1	Combination	-50,02	-6,45	9,29	
1	0,935	SLEF1	Combination	-50,02	-2,15	11,14	
1	1,365	SLEF1	Combination	-50,02	2,15	11,14	
1	1,795	SLEF1	Combination	-50,02	6,45	9,29	
1	2,225	SLEF1	Combination	-50,02	10,75	5,59	
2	0,07826	SLEF1	Combination	-127,43	45,13	1,04	PIEDRITO SX
2	0,63913	SLEF1	Combination	-121,82	12,14	-14,85	
2	1,2	SLEF1	Combination	-116,21	-17,18	-13,27	
3	0	SLEF1	Combination	-116,21	-17,18	-13,27	
3	0,56087	SLEF1	Combination	-110,60	-42,82	3,73	PIEDRITO DX
3	1,12174	SLEF1	Combination	-105,00	-64,80	34,08	
4	0,07826	SLEF1	Combination	-127,43	-45,13	-1,04	
4	0,63913	SLEF1	Combination	-121,82	-12,14	14,85	
4	1,2	SLEF1	Combination	-116,21	17,18	13,27	
5	0	SLEF1	Combination	-116,21	17,18	13,27	
5	0,56087	SLEF1	Combination	-110,60	42,82	-3,73	SOLETTA
5	1,12174	SLEF1	Combination	-105,00	64,80	-34,08	
6	0,075	SLEF1	Combination	-67,58	-97,42	-31,70	
6	0,505	SLEF1	Combination	-67,58	-58,45	1,81	
6	0,935	SLEF1	Combination	-67,58	-19,48	18,56	
6	1,365	SLEF1	Combination	-67,58	19,48	18,56	
6	1,795	SLEF1	Combination	-67,58	58,45	1,81	
6	2,225	SLEF1	Combination	-67,58	97,42	-31,70	





Combinazione di carico 5: SLEF2

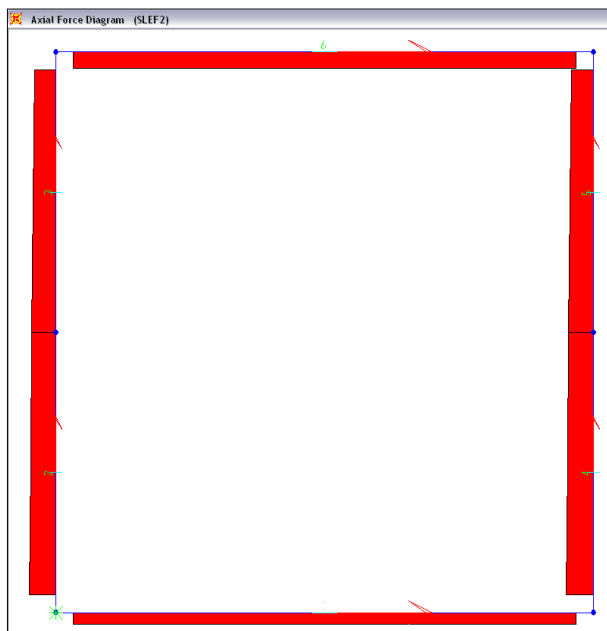
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
1	0,075	SLEF2	Combination	-48,41	-6,50	11,52
1	0,505	SLEF2	Combination	-48,41	-2,20	13,39
1	0,935	SLEF2	Combination	-48,41	2,10	13,41
1	1,365	SLEF2	Combination	-48,41	6,40	11,59
1	1,795	SLEF2	Combination	-48,41	10,70	7,91
1	2,225	SLEF2	Combination	-48,41	15,00	2,39
2	0,07826	SLEF2	Combination	-112,81	55,84	6,42
2	0,63913	SLEF2	Combination	-107,21	19,87	-14,64
2	1,2	SLEF2	Combination	-101,60	-12,42	-16,56
3	0	SLEF2	Combination	-101,60	-12,42	-16,56
3	0,56087	SLEF2	Combination	-95,99	-41,05	-1,39
3	1,12174	SLEF2	Combination	-90,38	-66,00	28,80
4	0,07826	SLEF2	Combination	-117,62	-43,51	2,36
4	0,63913	SLEF2	Combination	-112,01	-10,52	17,34
4	1,2	SLEF2	Combination	-106,40	18,79	14,85
5	0	SLEF2	Combination	-106,40	18,79	14,85
5	0,56087	SLEF2	Combination	-100,80	44,44	-3,05
5	1,12174	SLEF2	Combination	-95,19	66,42	-34,31
6	0,075	SLEF2	Combination	-69,19	-83,60	-27,60
6	0,505	SLEF2	Combination	-69,19	-49,20	0,95
6	0,935	SLEF2	Combination	-69,19	-14,80	14,71
6	1,365	SLEF2	Combination	-69,19	19,60	13,68
6	1,795	SLEF2	Combination	-69,19	54,00	-2,15
6	2,225	SLEF2	Combination	-69,19	88,40	-32,76

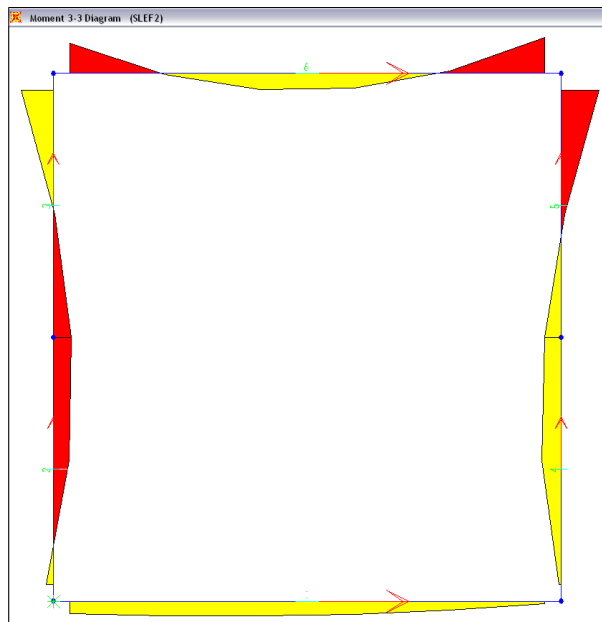
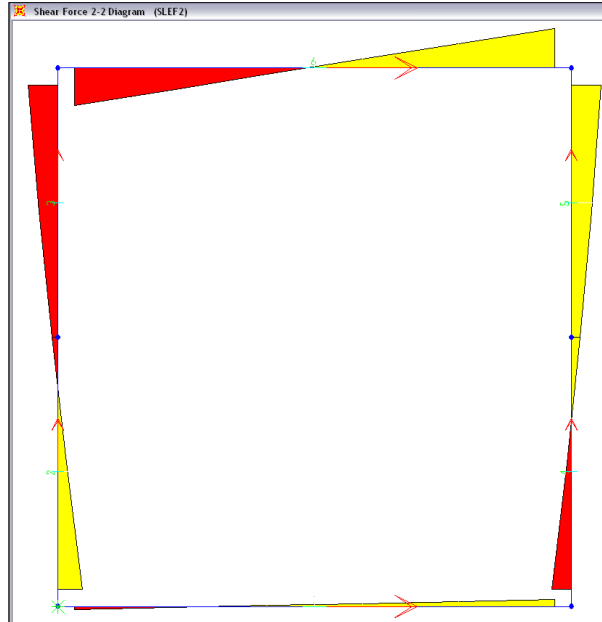
SOLETTA INFERIOR E

PIEDRITTO SX

PIEDRITTO DX

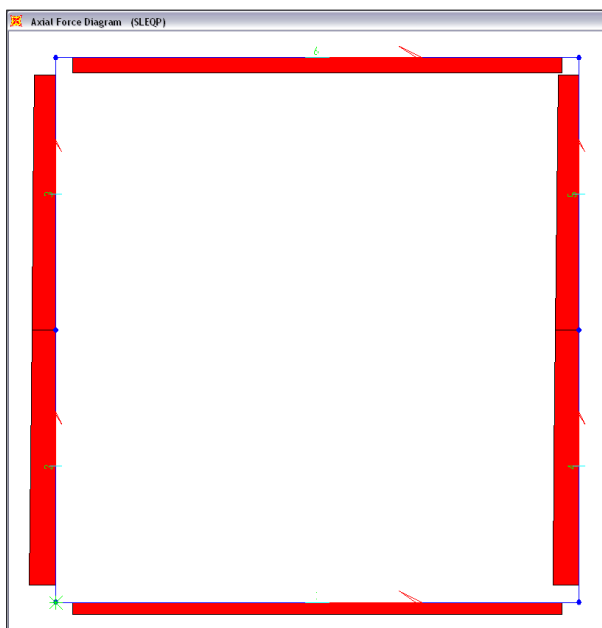
SOLETTA

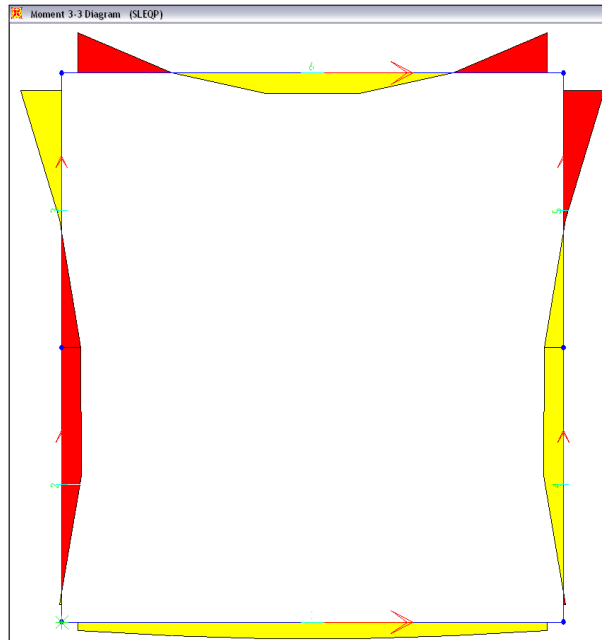
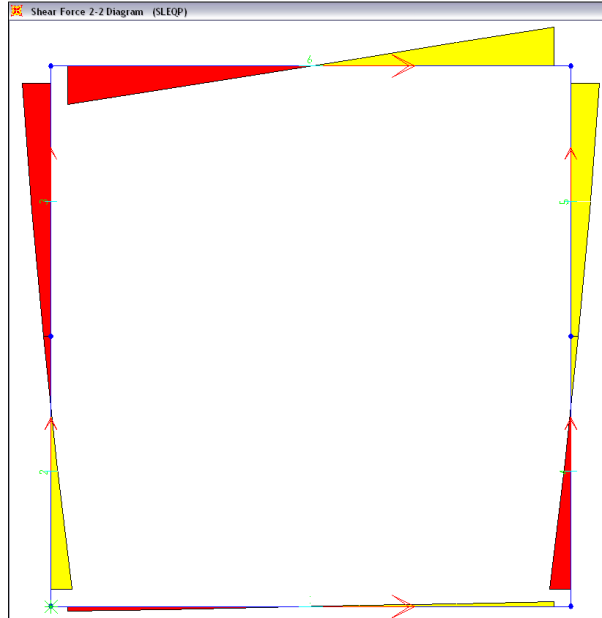




Combinazione di carico 6: SLEQP

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3	
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m	
1	0,075	SLEQP	Combination	-51,57	-10,75	6,23	SOLETTA INFERIOR E
1	0,505	SLEQP	Combination	-51,57	-6,45	9,93	
1	0,935	SLEQP	Combination	-51,57	-2,15	11,78	
1	1,365	SLEQP	Combination	-51,57	2,15	11,78	
1	1,795	SLEQP	Combination	-51,57	6,45	9,93	
1	2,225	SLEQP	Combination	-51,57	10,75	6,23	
2	0,07826	SLEQP	Combination	-115,22	46,67	1,55	PIEDRITO SX
2	0,63913	SLEQP	Combination	-109,61	13,69	-15,20	
2	1,2	SLEQP	Combination	-104,00	-15,63	-14,49	
3	0	SLEQP	Combination	-104,00	-15,63	-14,49	
3	0,56087	SLEQP	Combination	-98,39	-41,28	1,65	
3	1,12174	SLEQP	Combination	-92,78	-63,26	31,13	
4	0,07826	SLEQP	Combination	-115,22	-46,67	-1,55	PIEDRITO DX
4	0,63913	SLEQP	Combination	-109,61	-13,69	15,20	
4	1,2	SLEQP	Combination	-104,00	15,63	14,49	
5	0	SLEQP	Combination	-104,00	15,63	14,49	
5	0,56087	SLEQP	Combination	-98,39	41,28	-1,65	
5	1,12174	SLEQP	Combination	-92,78	63,26	-31,13	
6	0,075	SLEQP	Combination	-66,03	-86,00	-29,52	SOLETTA SUPERIORE
6	0,505	SLEQP	Combination	-66,03	-51,60	0,07	
6	0,935	SLEQP	Combination	-66,03	-17,20	14,86	
6	1,365	SLEQP	Combination	-66,03	17,20	14,86	
6	1,795	SLEQP	Combination	-66,03	51,60	0,07	
6	2,225	SLEQP	Combination	-66,03	86,00	-29,52	





4.5 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: $\Phi 14/20$ sup. + $\Phi 14/20$ inf.

Soletta Inferiore: $\Phi 14/20$ sup. + $\Phi 14/20$ 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 $\Phi 8/40/40$.

4.5.1 Verifica a presso-flessione

SLU1			coeff.sicurezza
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-75,01	8,60	13,33
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-75,01	16,09	7,13
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-182,03	-21,93	6,03
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-159,32	51,52	2,49
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-182,03	21,93	6,03
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-101,39	-47,81	2,49
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-101,39	28,52	4,17

SLU2			coeff.sicurezza
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-72,10	2,83	40,34
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-72,10	20,96	5,45
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-148,15	-25,46	4,98
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-133,01	42,01	2,96
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-141,66	-51,93	2,42
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-164,37	26,41	4,90
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-104,30	-49,72	2,40
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-104,30	21,59	5,54

SLUS		coeff.sicurezza	
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-43,51	-2,02	54,18
piedr sx	-43,51	16,18	6,76
	P[kN]	M3[kNm]	
piedr dx	-99,07	-19,31	6,14
	-87,85	26,17	4,46
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-97,71	-37,14	3,19
sol sup	-114,54	18,93	6,40
	P[kN]	M3[kNm]	
sol sup	-70,68	-35,51	3,21
	-70,68	15,22	7,49

4.5.2 Verifica a fessurazione

SLEF1			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-50,02	5,59	NON FESSURATA
	-50,02	11,14	NON FESSURATA
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-121,82	-14,85	NON FESSURATA
	-105,00	34,08	NON FESSURATA
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-105,00	-34,08	NON FESSURATA
	-121,82	14,85	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-67,58	-31,70	NON FESSURATA
	-67,58	18,56	NON FESSURATA

SLEF2			verif.fessurazione
sol inf	P[kN]	M3[kNm]	
	-48,41	2,39	NON FESSURATA
	-48,41	13,41	NON FESSURATA
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-101,60	-16,56	NON FESSURATA
	-90,38	28,80	NON FESSURATA
piedr dx	P[kN]	M3[kNm]	
	-95,19	-34,31	NON FESSURATA
	-112,01	17,34	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-69,19	-32,76	NON FESSURATA
	-69,19	14,71	NON FESSURATA

SLEQP			verif.fessurazione
	P[kN]	M3[kNm]	
sol inf	-51,57	6,23	NON FESSURATA
	-51,57	11,78	NON FESSURATA
piedr sx	P[kN]	M3[kNm]	
	-109,61	-15,20	NON FESSURATA
piedr dx	-92,78	31,13	NON FESSURATA
	P[kN]	M3[kNm]	
sol sup	-92,78	-31,13	NON FESSURATA
	-109,61	15,20	NON FESSURATA
sol sup	P[kN]	M3[kNm]	
	-66,03	-29,52	NON FESSURATA
	-66,03	14,86	NON FESSURATA

4.5.3 Verifica a taglio

Soletta inferiore

$$V_{cd} = 22,16 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \{0,18 k (100 r_1 f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 s_{cp}\} b_w d = 167,59 \text{ kN} \geq$$

$$(v_{min} + 0,15 s_{cp}) b_w d = 166,90 \text{ kN} \Rightarrow V_{Rd} = 167,59 \text{ kN}$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,751646$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,444425$$

$$d = 354 \text{ mm}$$

$$r_1 = A_{sl} / (b_w d) = 0,003192$$

$$s_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,18025 \text{ N/mm}^2$$

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

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

Soletta superiore

$$V_{cd} = 147,94 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \{0,18 k (100 r_1 f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 s_{cp}\} b_w d = 171,47 \text{ kN} \geq (v_{min} + 0,15 s_{cp}) b_w d =$$

$$170,79 \text{ kN} \Rightarrow V_{Rd} = 171,47 \text{ kN}$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,751646$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,444425$$

$$d = 354 \text{ mm}$$

$$r_1 = A_{sl} / (b_w d) = 0,003192$$

$$s_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,253475 \text{ N/mm}^2$$

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

Inserisco un'armatura a taglio pari a: Spille $\Phi 12/40/40$