

**S.S. n.131 "Carlo Felice"**  
Completamento itinerario Sassari – Olbia

Potenziamento–Messa in sicurezza dal km 192+500 al km 209+500

1° lotto (dal km 193 al km 199)

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CA349

**PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

**PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

**RESPONSABILI D'AREA:**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

*(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)*

**RESPONSABILE SIA:**

*Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Salvatore Frasca*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

*MANDATARIA:*



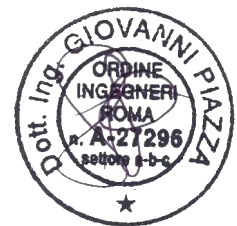
*MANDANTI:*



**OPERE D'ARTE MAGGIORI**

**GALLERIA ARTIFICIALE**

**Relazione tecnica e di calcolo**



**CODICE PROGETTO**

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

DPCA0349 D 20

**NOME FILE**

CA349\_P00GA00STRRE01\_A

**CODICE ELAB.**

P00GA00STRRE01

**REVISIONE**

**SCALA:**

A

—

D

—

—

—

—

C

—

—

—

—

B

—

—

—

—

A

EMISSIONE

NOV.2020

F.SALUTE

G.PIAZZA

G. PIAZZA

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA .....	3
1.2.1	<i>Vita Nominale <math>V_n</math></i> .....	3
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i> .....	4
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i> .....	4
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI</b> .....	<b>12</b>
2.1	NORME TECNICHE.....	12
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO</b> .....	<b>13</b>
3.1	CALCESTRUZZI.....	13
3.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i> .....	13
3.1.2	<i>Copriferri nominali</i> .....	14
3.1.3	<i>Resistenze di progetto</i> .....	16
3.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	17
3.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRORISALDATE.....	19
3.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	19
3.2.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	20
3.3	ACCIAIO IN TREFOLI PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO .....	20
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b> .....	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO</b> .....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO</b> .....	<b>26</b>
6.1	ANALISI DEI CARICHI .....	26
6.2	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI .....	26
6.3	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	26
6.4	SPINTA DELLE TERRE .....	27

6.5	CARICHI ACCIDENTALI .....	27
6.6	AZIONE SISMICA.....	27
6.7	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	28
<b>7</b>	<b>SOLLECITAZIONI DI PROGETTO .....</b>	<b>31</b>
7.1	GALLERIA ARTIFICIALE .....	31
7.2	MURI D'ALA.....	33
<b>8</b>	<b>RISULTATI E VERIFICHE .....</b>	<b>35</b>
8.1	VERIFICHE STRUTTURALI.....	35
8.1.1	TRAVI IN C.A.P.....	35
8.1.2	GALLERIA ARTIFICIALE - MEMBRATURE GETTATE IN OPERA.....	36
8.1.3	SEZIONI DI IMBOCCO – MURI D'ALA .....	52
8.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	68
<b>9</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>69</b>
9.1	GALLERIA ARTIFICIALE.....	69
9.2	MURI D'ALA.....	104
9.2.1	Sezione di calcolo per altezza compresa tra i 9.65 m e i 5.75 m.....	104
9.2.2	Sezione di calcolo per altezza compresa tra i 5.75 m e i 1.85 m.....	122
9.3	TRAVI C.A.P. SOLETTA DI COPERTURA.....	139

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche effettuate per la progettazione della **Galleria Artificiale GA00** che si sviluppa dalla **progressiva pk 3+588 alla progressiva 3+702** prevista nell'ambito dei lavori "CA349 - SS 131 "Carlo Felice" - Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)".

I calcoli e le verifiche strutturali di resistenza relative alle sezioni più sollecitate sono stati elaborati utilizzando lo schema statico bidimensionale nel rispetto del metodo semiprobabilistico agli stati limite. E' stata eseguita, inoltre, la verifica allo stato limite di apertura delle fessure. Gli stati limite di tipo geotecnico vengono verificati secondo l'equilibrio limite.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico (§art. 26 e 29 D.P.R. 5/10/2010, n°207).

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

### 1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

#### 1.2.1 Vita Nominale $V_N$

La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100


CA349 - SS 131 "Carlo Felice" - Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 1° lotto (dal km 193 al km 199)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA-349	<b>Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale</b>	

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto:  $V_N = 50$  anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

### 1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

- Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- 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.
- Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso:  $C_U = 2.0$ .

### 1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento:  $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$  anni.

### 1.3 Descrizione delle opere

L'opera in oggetto si sviluppa per una lunghezza complessiva totale di 114 m di cui 70 m di galleria e 44 m (22 m per l'imbocco a sud e 22 m per l'imbocco a nord) di muri d'ala. La struttura scatolare a doppia canna presenta una altezza interna libera di 7,35 m e una larghezza interna libera differente per le due canne dovuta all'allargamento in curva previsto nel progetto stradale. La canna di sinistra prevede una luce interna libera di 11,60 m mentre la destra di 13,25 m. I muri d'ala presentano geometria variabile, con altezze comprese tra 9,65 m e 1,85 m e spessori all'estradosso della fondazione variabili tra i 140 cm e 40 cm. La struttura avrà una larghezza totale complessiva di 27,85 m nel tratto in galleria mentre la soletta di fondazione alla fine delle sezioni di imbocco avrà una larghezza totale massima pari a 36.05 m.

Le membrature avranno i seguenti spessori:

<i>geometria</i>			
spessore traverso	strav	m	0.90
spessore fondazione	sfond	m	1.20
spessore piedritti esterni	spied ext	m	1.10
spessore piedritto interno	spied int	m	0.80

La copertura sarà completata con il massetto delle pendenze, l'impermeabilizzazione e uno strato protettivo in cls di 10 cm. L'opera sarà ritombata con il terreno di ricoprimento per uno spessore minimo di 1,00 m. è previsto uno strato di magrone di 20 cm su cui poggerà la fondazione.

Si riportano viste in pianta, in sezione longitudinale e la sezione tipologica dell'opera:











Le strutture portanti in cemento armato della galleria sono gettate in opera a meno delle travi in c.a.p. previste per la fase di realizzazione della copertura che verrà completata in una seconda fase con un getto in opera di 30 cm di spessore. La configurazione definitiva sarà dunque di solidarizzazione degli elementi piedritti - traverso. Le travi (69 cm x 60 cm) disposte ad interasse di 70 cm hanno una lunghezza totale di 12,10 m per la canna sinistra e 13,75 m per la canna destra, in tutti i casi presenteranno una lunghezza di retrotrave di 25 cm agli appoggi. Si riportano i dettagli tecnici degli appoggi provvisori delle travi che prevedono cuscinetti in neoprene armato (150 mm x 250 mm x 31 mm):

**CARPENTERIA TRAVI DI COPERTURA**  
 H=60.0cm Largh.=69.0cm i=70.0cm  
 SCALA 1:20

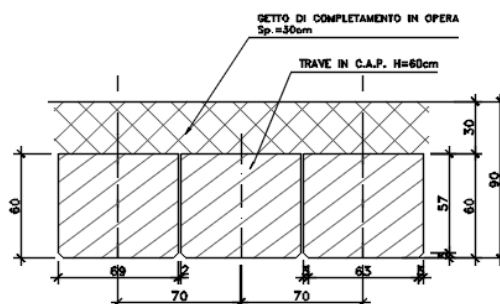


Figura 1.5 Dettaglio traverso

**DETTAGLIO "2" – APPOGGIO PROVVISORIO TRAVI**  
 Scala 1:20

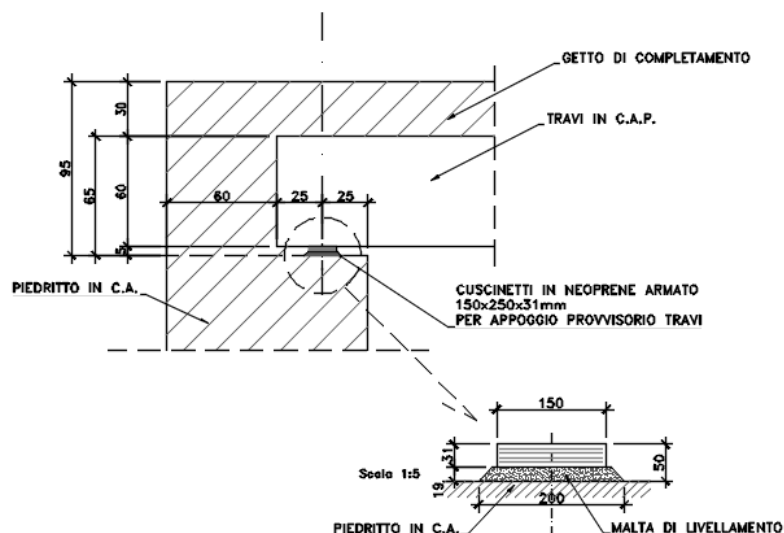
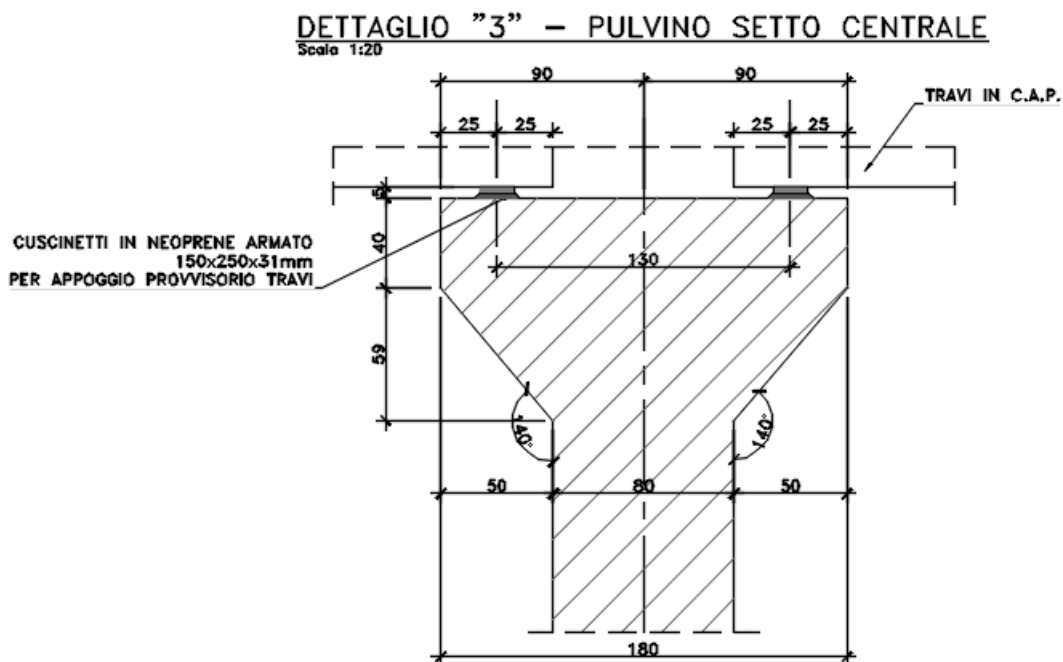


Figura 1.6 Dettaglio Appoggio esterno



*Figura 1.7 Dettaglio Appoggio Centrale*

Come si può osservare in figura il piedritto centrale di spessore di 80 cm prevede un ringrosso per gli appoggi delle travi in c.a.p. di altezza totale di 99 cm e larghezza massima sommitale di 180 cm.

## 2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D\_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D\_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D\_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D\_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

### 2.1 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

#### 3.1 Calcestruzzi

##### 3.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D\_3] e [D\_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D\_4], che attribuisce alla **Sardegna** un livello di rischio **Nullo**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Analogamente è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato concentrazioni di solfati ( $SO_4^{2-}$ ) nei terreni, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma [D\_3].

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Documentazione indagini ambientali", prodotto da TECNOIN (§4.4 – Attacco chimico del calcestruzzo).

Classe di esposizione per i terreni

PARAMETRO	U.M.	S1 PZ	S3 DH	S8	S12 PZ	Classi di esposizione		
		CLS1 (0-2 m)	CLS1 (0-2 m)	CLS1 (0-1.65 m)	CLS1 (0-1 m)	XA1	XA2	XA3
Solfato (ione solfato)	%	0,211	0,198	0,131	0,228	2000-3000	3000-12000	12000-24000
Acidità	ml CaCO <sub>3</sub> /kg	0.00042	0.00027	0.00029	0.0004	200	non incontrato	

Le concentrazioni di solfati rilevate permettono di definire per le membrature di fondazione una classe di esposizione XA1.

Di seguito, per ciascun elemento, viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)					
CALCESTRUZZO PER		Magrone	Galleria - soletta di fondazione*	Galleria- Elevazioni e muri d'ala*	Travi prefabbricate
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		<b>C12/15</b>	<b>C32/40</b>	<b>C32/40</b>	<b>C45/55</b>
Classe di esposizione ambientale		-	XC2-XA1	XC4	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	-	32	25	25
	Dlower	-	20	16	16
Classe di consistenza		-	S4	S4	S5
Rapporto max acqua/cemento		-	0.50	0.50	0.45
Tipo di cemento (secondo UNI EN 197-1)		-	CEM IV	CEM I÷V	CEM I÷V
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )		150	340** - ***	340**	300

Tabella 3.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

\* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

\*\* I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{3gg} \leq 35^\circ$  per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{7gg} \leq 35^\circ$  per getti di spessore superiore a 2 m.

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

\*\*\* cemento tipo SR resistente ai solfati secondo EN 197/1.

### 3.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D\_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

C <sub>min</sub>	C <sub>0</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>0</sub>	C ≥ C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>0</sub>	C ≥ C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>0</sub>	C ≥ C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>0</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50



I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC).

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

ambiente	R <sub>ckmin</sub>	R <sub>ck0</sub>	elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
			R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ckd</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ckd</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ckd</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ck0</sub>
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50

Elemento	Fondazioni - Galleria e Muri	Elevazioni - Galleria e Muri	Elevazioni - travi in c.a.p. per traverso di copertura
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1	1	2
Elemento a piastra	SI	SI	NO
Classe di esposizione	XC2 - XA1	XC4	XC4
Ambiente	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa 40	40	55
Check Rck min	OK	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm 30	30	40
incremento Per Vn=100 (tipo di costruzione 3)	mm 0	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*	NO	NO	SI
riduzione per produzioni con ver. Copriferri	0	0	-5
Tolleranza di posa	10	10	5
copriferro nominale	mm 40	40	40

\* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la verifica dei copriferri

Tabella 3.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

**3.1.3 Resistenze di progetto****Calcestruzzo C32/40 per strutture di fondazione e in elevazione:**

<b>Caratteristiche Calcestruzzo</b>	<b>Var</b>	<b>C32/40</b>
Resistenza a compressione caratteristica cubica	$R_{ck}$	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

**STATI LIMITE ULTIMI**

	<b>Var</b>	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$	1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

**STATI LIMITE DI ESERCIZIO**

	<b>Var</b>	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
$\sigma_t$ - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

**ANCORAGGIO DELLE BARRE**

	<b>Var</b>	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

### Calcestruzzo per c.a.p. C45/55:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C45/55
Resistenza a compressione caratteristica cubica	$R_{ck}$	Mpa	55
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	45
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	53.00
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	Mpa	3.80
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	2.66
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	4.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	4.55
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	36283

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	25.50
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.77

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	27.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	20.25
$\sigma_t$ - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	3.16
Resistenza cubica cls allo scassero	$R_{ckj}$	Mpa	40.0
tensioni max iniziali di compressione	$\sigma_c < 0.6 f_{ckj}$	Mpa	19.92
tensioni max iniziali di compr. - elementi con arm.pretesa	$\sigma_c < 0.7 f_{ckj}$	Mpa	23.24

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	3.99
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	2.79

#### 3.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione (classe di esposizione **XC4 – XA1**).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_k$	Poco sensibile Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_2 = 0.3$  mm
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_1 = 0.2$  mm

In diversi casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima $s$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre $\phi$ [mm]	Tensione max acciaio $\sigma_s$ [Mpa]		
	$w_3=0.4\text{mm}$	$w_2=0.3\text{mm}$	$w_1=0.2\text{mm}$
40	160	114	93
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

## 3.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

### 3.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

### 3.2.2 Resistenze di progetto

<b>Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
Qualità dell'acciaio			B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{yk}$	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	$f_{tk}$	Mpa	540	450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	$\phi_{min}$	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	$\phi_{max}$	mm	40	10
<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>				
	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
coefficiente $\gamma_s$	$\gamma_s$		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
<b>STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>				
	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

### 3.3 Acciaio in trefoli per cemento armato precompresso

Acciaio in trefoli in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

#### ACCIAIO

<b>Caratteristiche Acciaio da precompressione</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
<b>Tipologia di armatura</b>			<b>Trefoli</b>
Tensione caratteristica a carico ultimo	$f_{ptk}$	Mpa	1860
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{pyk} f_{p(0.1)k} f_{p(1)k}^*$	Mpa	1670
Modulo elastico	Es	Mpa	195000

\*  $f_{pyk}$  per acciaio in barre  $f_{p(0.1)k}$  per acciaio in fili  $f_{p(1)k}$  per acciaio in trefoli e trecce

## 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La figura seguente illustra la successione delle unità litologiche interessate dagli scavi della galleria artificiale e delle opere di imbocco:

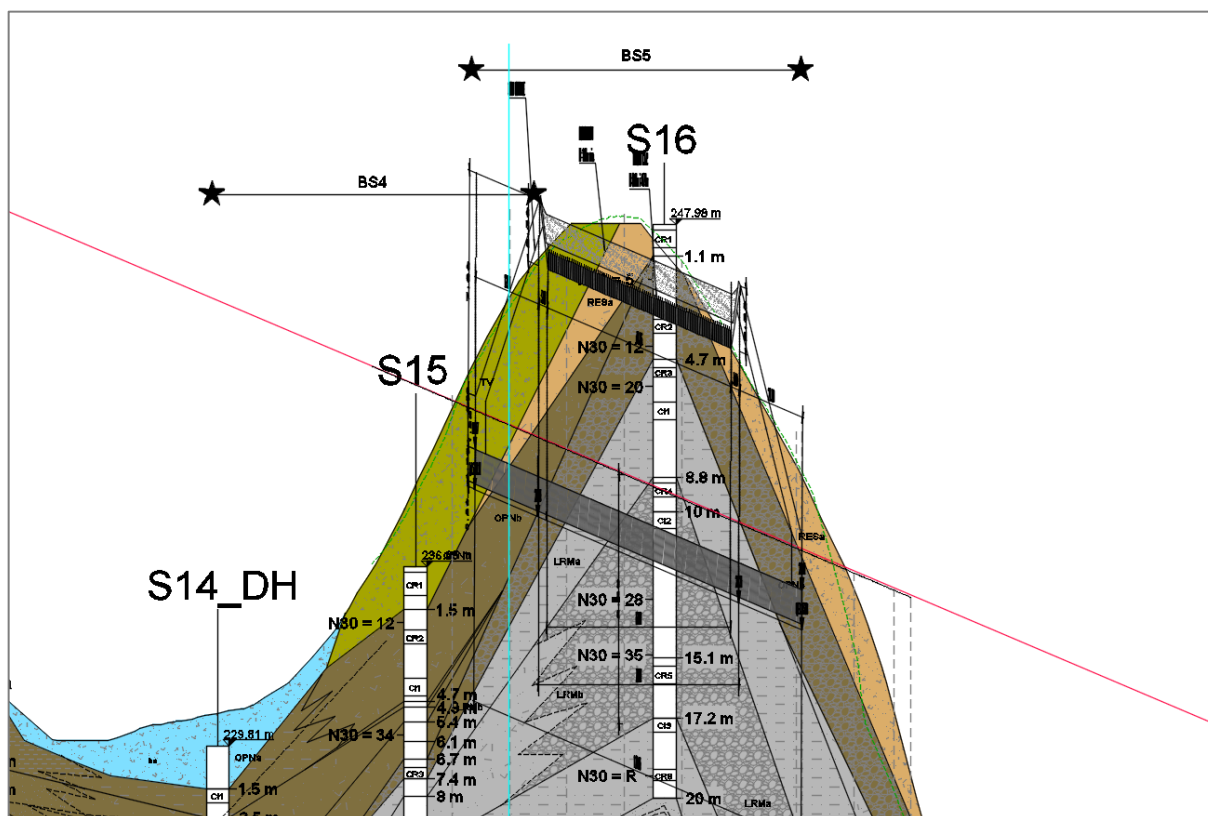


Figura 4.1: Profilo geologico-geotecnico Galleria

Dopo un primo strato di sabbia con limo si incontra uno strato di ghiaia sabbiosa limosa cui succede, nuovamente, lo strato di sabbie con limo. La fondazione dell'opera insiste prevalentemente sullo strato di sabbie con limo che viene assunto come terreno di fondazione. Si riportano i parametri geotecnici medi utilizzati nel calcolo:

Terreno	$\gamma$	$\phi'$
	[kN/mc]	°
SL	19,0	34,0

Per il reinterro sono stati considerati i seguenti valori:

$$\gamma = 18 \text{ kN/mc}$$

$$\phi' = 30^\circ$$

La falda è disposta a profondità tali da non interferire con le opere in esame.

Per la costante di sottofondo verticale, che influenza in maniera limitata i risultati delle analisi in termini di caratteristiche della sollecitazione agenti nelle membrature della galleria, ci si è riferiti alle indicazioni fornite da Bowles "Fondazioni" – Ed. McGraw-Hill, che per terreni incoerenti mediamente compatti riporta valori compresi tra 9600 e 80000 kN/m (vedi figura seguente), si è assunto un valore di  $K_s = 10000 \text{ kN/mc}$ .

Terreno	$k_s, \text{ kN/m}^3$
Sabbia sciolta	4800 ÷ 16000
Sabbia mediamente compatta	9600 ÷ 80000
Sabbia compatta	64000 ÷ 128000
Sabbia argillosa mediamente compatta	32000 ÷ 80000
Sabbia limosa mediamente compatta	24000 ÷ 48000
Terreno argilloso:	
$q_u \leq 200 \text{ kPa}$	12000 ÷ 24000
$200 < q_u \leq 400 \text{ kPa}$	24000 ÷ 48000
$q_u > 400 \text{ kPa}$	> 48000

Figura 4.2 Valori indicativi del modulo di reazione  $k_s$  (Bowles – Fondazioni)



## 5 MODELLO DI CALCOLO

Per la determinazione delle sollecitazioni agenti nei vari elementi strutturali, è stato sviluppato un modello di calcolo agli elementi finiti.

La copertura della galleria prevede due distinte fasi e schemi di calcolo:

1. gli elementi strutturali resistenti sono le travi precomprese soggette al solo peso proprio e al peso del getto della soletta di completamento, lo schema statico è quello di trave appoggiata
2. l'elemento resistente è quello composto dal sistema travi+soletta soggetto ai permanenti portati e agli accidentali di seconda fase. Lo schema statico, una volta solidarizzati gli elementi attraverso il getto di completamento, è quello di telaio.

Per cogliere tutti gli stati di sollecitazione intermedi ai due schemi statici descritti - e in ogni modo a favore di sicurezza - in configurazione definitiva la sezione di mezzera soggetta a flessione positiva verrà comunque verificata secondo lo schema statico di trave appoggiata. Le sezioni d'estremità invece verranno verificate secondo lo schema statico di telaio relativo alla seconda fase costruttiva.

Per le travi prefabbricate della copertura è stato utilizzato il software SIGMA-C e le verifiche sono state effettuate con il software TCAP entrambi prodotti da SIGMA-C SOFT - Via della Croce Rossa n.42, 35129 Padova – ITALIA.

Il programma risolve il problema strutturale della determinazione delle sollecitazioni nei vari elementi con il metodo di Massonet. Per la valutazione dell'evolvere dello stato tensionale delle travi prefabbricate e degli altri elementi strutturali nel tempo vengono fissate delle fasi di costruzione del traverso. Ciò permette di controllare la rispondenza delle verifiche anche delle fasi transitorie, che possono essere più limitative delle verifiche di esercizio.

Un'ipotesi fondamentale nello svolgimento dei calcoli è quella della conservazione delle sezioni piane per tutti gli elementi strutturali verificati. Da ciò ne consegue che è sufficiente verificare le tensioni dei materiali nei punti più distanti dall'asse baricentrico, risultando le tensioni nei punti intermedi contenute tra la massima ad un lembo e la minima all'altro.

In allegato si riportano i tabulati di calcolo delle travi prodotti dal programma utilizzato insieme alle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate. Come è possibile evincere tutte le verifiche forniscono esito positivo.

Le restanti membrature (fondazioni e piedritti) e le sezioni d'incastro del traverso di copertura sono state analizzate per semplicità di calcolo in riferimento ad un concio di larghezza unitaria del telaio scatolare.

Allo stesso modo i muri d'ala ad "U" sono stati calcolati in riferimento ad un concio di larghezza unitaria assumendo due sezioni rappresentative per il dimensionamento della prima e seconda metà di lunghezza dei muri stessi:

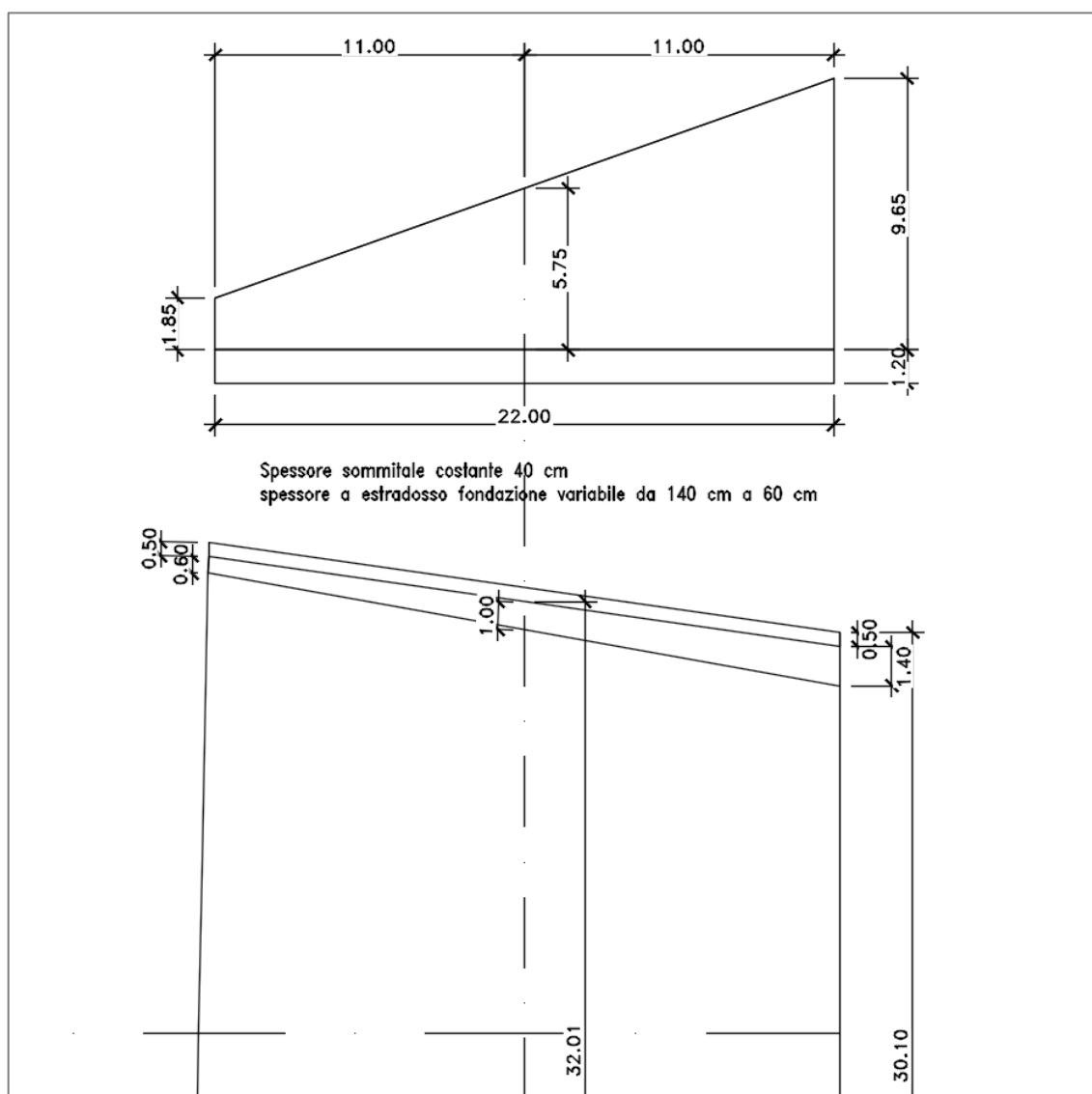


Figura 5.1 sezioni di calcolo muri

Le sezioni di calcolo adottate sono le seguenti:

Sezione	Altezza di calcolo del paramento	Spessore di calcolo ad estradosso fondazione	Dimensionanti per il range di altezze
	$H_c (m)$	$S_c (m)$	Range (m)
<b>1</b>	9.65	1.40	9.65 – 5.75
<b>2</b>	5.75	1.00	5.75 – 1.85

Il setto centrale, privo di funzioni strutturali all'esterno della galleria, è modellato come un carico strutturale permanente.

Per la modellazione dell'interazione terreno-struttura, la fondazione ed i piedritti sono modellati come travi su suolo alla Winkler. La conformazione della struttura limita notevolmente la sua deformabilità, pertanto, nel calcolo delle spinte statiche del terreno a tergo dei piedritti è stato adottato coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ .

Per la risoluzione del modello è stato utilizzato il programma di calcolo automatico "SCAT14" prodotto dalla Aztec Informatica s.r.l., Corso Umberto 43 – 87050 Casole Bruzio (CS).

## 6 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

### 6.1 Analisi dei carichi

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento.

### 6.2 Carichi permanenti strutturali

Per quanto riguarda la struttura il peso proprio degli elementi strutturali è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso è calcolato considerando per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

Per il modello d'analisi dei muri d'ala ad "U" nelle sezioni di imbocco il setto centrale è stato considerato come carico permanente strutturale concentrato sulla soletta di fondazione. Il calcolo è il seguente:

- Muro  $H=9.65 \text{ m}$  –  $G1_{\text{setto centrale}} = 0.80 \text{ m} \times 8.35 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} \times 25 \text{ kN/mc} = 167 \text{ kN}$
- Muro  $H=5.75 \text{ m}$  –  $G1_{\text{setto centrale}} = 0.55 \text{ m} \times 4.45 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} \times 25 \text{ kN/mc} = 61 \text{ kN}$

### 6.3 Carichi permanenti non strutturali

Sulla struttura è applicato il carico dovuto ai pesi permanenti relativi al massetto, alla impermeabilizzazione e allo strato di protezione in cls.

L'altezza minima del ritombamento è pari a  $1,00 \text{ m}$ . Considerando la pendenza per l'allontanamento delle acque meteoriche si è adottato lo spessore massimo di calcolo pari a  $1,28 \text{ m}$ .

Di seguito si riportano i valori dei carichi applicati:

*geometria*

altezza travi cap	ht cap	m	0,60
altezza getto di completamento	hcompletamento	m	0,30
spessore massetto max	Smassetto	m	0,20
spessore strato di protezione	Sprotezione	m	0,10
spessore reinterro max	Sreinterro	m	1,28

*pesi materiali*

peso cls	pp cls	kN/mc	25,0
peso reinterro	pp terreno	kN/mc	18,0

*carichi elementari*

peso proprio travi	G1 fase 1	kN/mq	15,0
peso proprio getto di completamento	G2 fase 1	kN/mq	7,5
peso proprio massetto + imp. + protezione	G2 fase 2	kN/mq	7,44
peso proprio reinterro	G2 fase 2	kN/mq	23,0

**6.4 Spinta delle terre**

Il peso del terreno a tergo della struttura determina una spinta laterale sui piedritti avente distribuzione triangolare. Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ .

**6.5 Carichi Accidentali**

Si assume un carico uniforme a tergo della struttura pari a  $10 \text{ kN/m}^2$ . L'incremento delle spinte laterali sui piedritti è calcolato considerando il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ .

**6.6 Azione sismica**

Per l'opera si fa riferimento alla seguente azione sismica:

Stato Limite	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLV	949	0.061	2.976	0.371

Tabella 6.1: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per suolo rigido

L'accelerazione spettrale orizzontale è calcolata in corrispondenza del plateau dello spettro di risposta elastico secondo l'espressione:

$$a_{max} = a_g \times S \times F_0 \times \eta$$

dove:

$S = S_T \times S_S$  Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e della condizione topografica

$\eta = 1.00$  fattore di smorzamento;

L'ubicazione dell'opera corrisponde a una categoria topografica T2 e a una categoria di sottosuolo C cui corrispondono:

$S_T = 1.20$  coefficiente d'amplificazione topografica;

$S_S = 1.50$  coefficiente d'amplificazione stratigrafica.

La spinta sismica è calcolata automaticamente dal programma di calcolo utilizzato in base ai parametri di riferimento illustrati. L'analisi della spinta del terreno in condizioni sismiche è stato eseguita secondo la teoria di Wood considerando un valore del coefficiente di riduzione dell'azione sismica pari ad 1,00.

## 6.7 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2008 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- *Combinazione frequente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- *Combinazione quasi permanente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- *Combinazione sismica*, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

**Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente <math>\Psi_0</math> di combinazione</i>	<i>Coefficiente <math>\Psi_1</math> (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente <math>\Psi_2</math> (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
<i>Vento <math>q_5</math></i>	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve <math>q_5</math></i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	$T_k$	0,6	0,6	0,5



## 7 SOLLECITAZIONI DI PROGETTO

### 7.1 Galleria Artificiale

Relativamente alle sollecitazioni di progetto cui sono soggette le travi in c.a.p. del traverso superiore della galleria è stato eseguito il calcolo per la lunghezza maggiore delle travi (13,75 m) corrispondente alla canna destra. Le travi della canna sinistra, vista la modesta riduzione di luce libera, verranno dimensionate allo stesso modo.

A scopo esemplificativo ma non esaustivo vengono riportate le sollecitazioni agenti sulle travi per le condizioni di carico elementari. I risultati completi sono mostrati nei tabulati di calcolo in allegato

<i>Sollecitazioni</i>			<i>al metro lineare</i>	<i>sulla singola trave</i>
Momento in mezzeria permanenti strutturali in fase 1	$M^{/2}_{G1 fase1}$	kNm/m	329	230
Momento in mezzeria permanenti portati in fase 1	$M^{/2}_{G2 fase1}$	kNm/m	165	115
Momento in mezzeria permanenti portati in fase 2	$M^{/2}_{G2 fase2}$	kNm/m	668	468

Per la configurazione finale dell'opera le sollecitazioni di progetto sono state ottenute dal software di calcolo SCAT® prodotto da AZTEC INFORMATICA. I dati completi di input e i risultati di output sono riportati in allegato al capitolo 9.1. Di seguito sono riportati i valori di sollecitazione relativi agli involuipi delle combinazioni di carico SLU/SLV e agli SLE. I valori sono espressi in kNm/m per i momenti flettenti e in kN/m per il taglio. Le verifiche sono svolte considerando le sollecitazioni massime. A favore di sicurezza nelle verifiche a taglio e a flessione lo sforzo assiale per le membrature orizzontali è considerato nullo mentre per i piedritti si è assunto il valore minimo della combinazione di calcolo SLE-QP. Il segno positivo o negativo indica, rispettivamente, le fibre tese all'interno od all'esterno dello scatolare:

	traverso		fondazione		piedritti		
	SX	dx	SX	dx	SX	CX	dx
	<b>SOLLECITAZIONI DI PROGETTO</b>						
M- ext SLU	kNm/m	-565	-860	-1165	-1380	-1165	-1380
M+ 1/2 SLU	kNm/m			910	1180	133	0
M- cx SLU	kNm/m	-1640	-1640	-1495	-1495		
V SLU	kN/m	605	651	740	820	505	500
N SLU	kN/m	0	0	0	0	737	827
M- ext SLE-R	kNm/m	-420	-645	-890	-1050	-890	-1050
M+ 1/2 SLE-R	kNm/m			685	890	0	0
M- cx SLE-R	kNm/m	-1275	-1275	-1125	-1125		
M- ext SLE-F	kNm/m	-400	-615	-870	-1027	-870	-1027
M+ 1/2 SLE-F	kNm/m			665	865	0	0
M- cx SLE-F	kNm/m	-1230	-1230	1085	1085		
M- ext SLE-QP	kNm/m	-336	-527	-823	-964	-823	-964
M+ 1/2 SLE-QP	kNm/m			600	785	0	0
M- cx SLE-QP	kNm/m	-1095	-1095	-965	-965		
N SLE-QP	kN/m	0	0	0	0	277	336

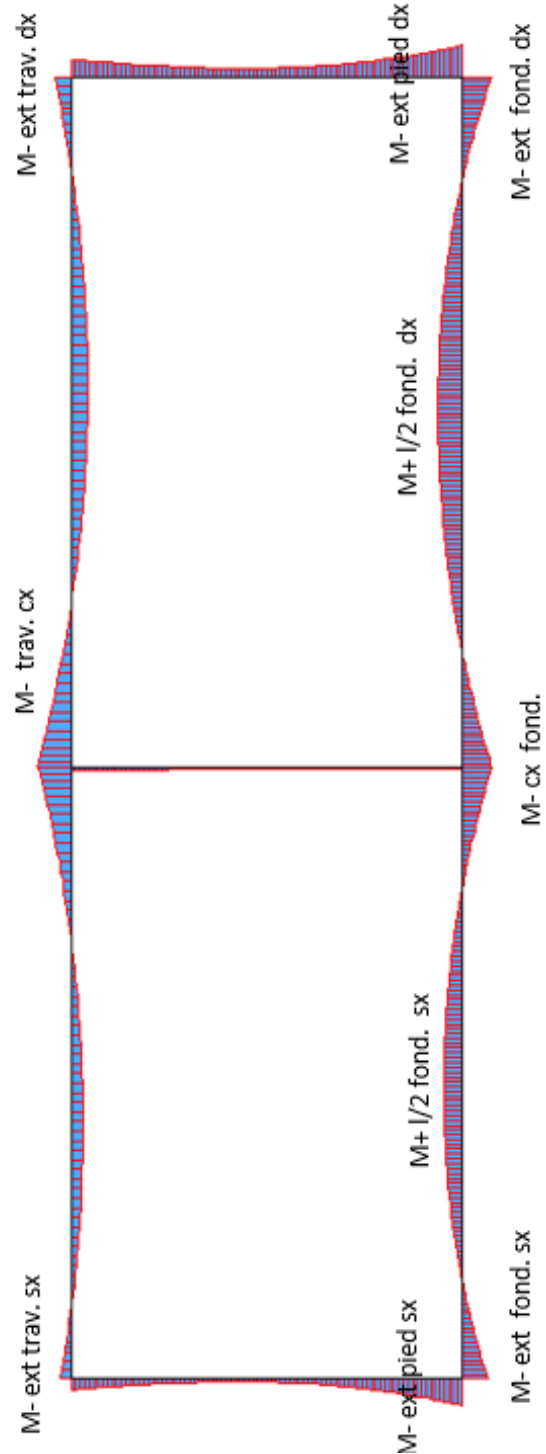


Figura 7.1 Sollecitazioni di progetto Galleria Artificiale

## 7.2 Muri d'ala

Le sollecitazioni di progetto sono state ottenute dal software di calcolo SCAT® prodotto da AZTEC INFORMATICA. I dati completi di input e i risultati di output sono riportati in allegato al capitolo 9.2. Di seguito sono riportati i valori di sollecitazione relativi agli involucri delle combinazioni di carico SLU/SLV e agli SLE. I valori sono espressi in kNm/m per i momenti flettenti e in kN/m per il taglio. Le verifiche sono svolte considerando le sollecitazioni massime. A favore di sicurezza nelle verifiche a taglio e a flessione lo sforzo assiale per le membrature orizzontali è considerato nullo mentre per i paramenti si è assunto il valore minimo della combinazione di calcolo SLE-QP. Il segno positivo o negativo indica, rispettivamente, le fibre tese all'interno o all'esterno del muro ad "U":

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

GEOMETRIA	PARAMENTO		FONDAZIONE	
	H 9.65 m	H 5.75 m	H 9.65 m	H 5.75 m
<b>SOLLECITAZIONI DI PROGETTO</b>				
INVILUPPO SLU / SLV	M- SLU	-2950	-2855	-920
	M+ 1/2 SLU		350	245
	V SLU	775	-470	235
	N SLU	460	800	370
STATO LIMITE D'ESERCIZIO - COMBINAZIONE CARATTERISTICA	M- SLE-R	-1880	-1815	-460
	M+ 1/2 SLE-R		103	53
STATO LIMITE D'ESERCIZIO - COMBINAZIONE FREQUENTE	M- SLE-F	-1815	-1750	-435
	M+ 1/2 SLE-F		101	57
STATO LIMITE D'ESERCIZIO - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE	M- SLE-QP	-1615	-1560	-370
	M+ 1/2 SLE-QP		97	53
	N SLE-QP	350	470	183

## 8 RISULTATI E VERIFICHE

### 8.1 VERIFICHE STRUTTURALI

#### 8.1.1 TRAVI IN C.A.P

Le travi in cemento armato precompresso presentano tre file di trefoli: due inferiori ed una superiore. I trefoli sono disposti come mostrato in figura:

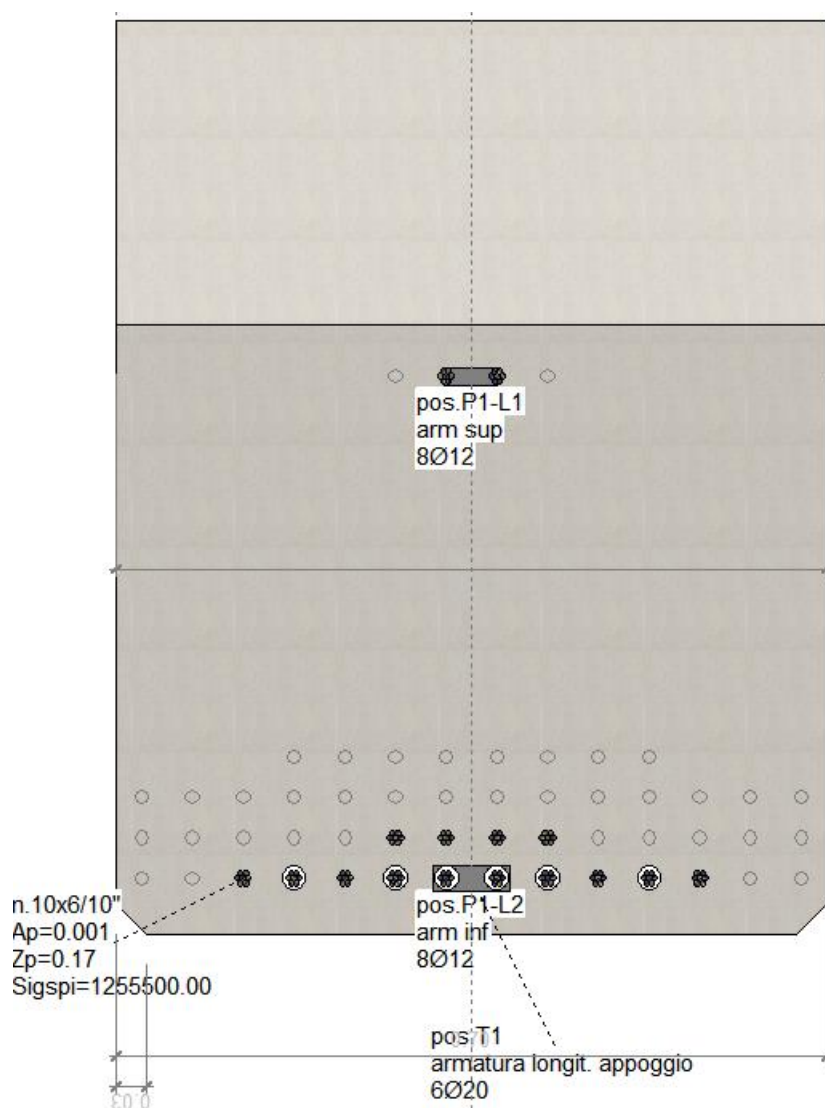


Figura 8.1 – Schema trefoli per travi di copertura in c.a.p.

Le travi hanno come armatura longitudinale lenta corrente 8+8 fi16. In testata sono disposti 6 fi20 inferiormente e 6 fi14 superiormente. Gli elementi hanno doppia armatura a taglio: la prima interna alle travi con la seguente disposizione:

- Fi12/10 per i primi 2 metri misurati dalle testate
- Fi12/20 dai 2 ai 5 metri misurati dalle testate
- Fi 10/20 per la restante lunghezza dell'elemento

La seconda armatura trasversale con funzione di collegamento tra le travi e il getto di completamento lavora sull'altezza utile della sezione finale del traverso ed è così disposta:

- Fi10/10 per i primi 2 metri misurati dalle testate
- Fi10/20 dai 2 ai 5 metri misurati dalle testate
- Fi 12/30 per la restante lunghezza dell'elemento

[Per i risultati e le verifiche delle travi in c.a.p. si faccia riferimento ai tabulati di calcolo in allegato, così come per le verifiche in mezzeria del traverso di copertura in configurazione definitiva.](#)

### **8.1.2 GALLERIA ARTIFICIALE - MEMBRATURE GETTATE IN OPERA**

La soletta di completamento del traverso sarà armata superiormente con uno strato di Ø26/10 correnti e un ulteriore strato di Ø26/10 in corrispondenza dell'appoggio centrale.

La soletta di fondazione sarà armata superiormente ed inferiormente con Ø26/10. Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille Ø12 40 x 20.

I piedritti esterni saranno armati con Ø26/10 lato terra e Ø26/20 lato interno. Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille Ø12 40 x 20.

Il piedritto centrale sarà armato con Ø20/20 da entrambi i lati.

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori Ø16/20.

#### **8.1.2.1 Verifiche a flessione**

Le verifiche a flessione e pressoflessione delle sezioni in c.a., sia agli Stati Limite Ultimi che per quelli di Esercizio, sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si riportano le verifiche per l'involuppo agli SLU/SLV e agli SLE per il traverso, la fondazione e i piedritti, per il traverso le sollecitazioni di progetto al metro lineare vengono moltiplicate per l'interasse tra le travi in c.a.p. e verificate sulla relativa sezione:

#### **FONDAZIONE:**

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: FONDAZIONE

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 27 - SICILIA E SARDEGNA\CA349\_SS131\_Codro\07-Rel\STR\OPERE D'ARTE MAGGIORIGA01\RC SECI\FONDAZIONE.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.630	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.9	26
2	40.0	6.9	26
3	-40.0	113.1	26
4	40.0	113.1	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-1495.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1180.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1125.00	0.00
2	0.00	890.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1085.00 (-1142.91)	0.00 (0.00)
2	0.00	865.00 (1142.91)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-965.00 (-1142.91)	0.00 (0.00)
2	0.00	785.00 (1142.91)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.3 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia



CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-2160.53	0.00	0.00	-2248.05	0.00	1.504	53.1(24.3)
2	S	0.00	2160.53	0.00	0.00	2248.05	0.00	1.905	53.1(24.3)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01703	-50.0	0.0	0.00075	-40.0	6.9	-0.04165	-40.0	113.1
2	0.00350	-0.01703	-50.0	120.0	0.00075	-40.0	113.1	-0.04165	-40.0	6.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000399197	0.003500000	0.078	0.700
2	0.000000000	0.000399197	-0.044403692	0.078	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.05	50.0	0.0	-204.0	31.1	113.1	2475	53.1	8.9	1.00
2	S	3.99	-50.0	120.0	-161.4	31.1	6.9	2475	53.1	8.9	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.87	-50.0	0.0	-196.8	-40.0	113.1	2475	53.1	8.9	1.00
2	S	3.88	-50.0	120.0	-156.9	31.1	6.9	2475	53.1	8.9	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
S1 Esito della verifica  
S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
k2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
k3 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
Ø = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2\*e1) per trazione eccentrica  
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12\*(fctm/S2)² = 1-Beta12\*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]  
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * srm$  . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.4	0	0.125	26	56	-0.110	0.00039 (0.00039)	190	0.127 (0.30)	-1142.91	0.00
2	S	-2.7	0	0.125	26	56	-0.746	0.00031 (0.00031)	190	0.102 (0.30)	1142.91	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.33	-50.0	0.0	-175.0	31.1	113.1	2475	53.1	8.9	0.50
2	S	3.52	-50.0	120.0	-142.4	31.1	6.9	2475	53.1	8.9	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.1	0	0.125	26	56	0.299	0.00035 (0.00035)	190	0.113 (0.20)	-1142.91	0.00
2	S	-2.5	0	0.125	26	56	-0.060	0.00028 (0.00028)	190	0.092 (0.20)	1142.91	0.00

**PIEDRITTI:**

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: PIEDRITTI**

(Percorso File: U:\ANASIAQ 2018-2022\DG 27 - SICILIA E SARDEGNA\CA349\_SS131\_Codrol07-Rel\STR\OPERE D'ARTE MAGGIOR\GAIRC SEC\PIEDRITTI.sez)

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.630 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	110.0
3	50.0	110.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.9	26
2	40.0	6.9	26
3	-40.0	103.1	26
4	40.0	103.1	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	26
2	3	4	8	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	336.00	-1380.00	0.00	0.00	0.00
2	277.00	-1165.00	0.00	0.00	0.00
3	277.00	133.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	336.00	-1050.00	0.00
2	277.00	-890.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	336.00	-1027.00 (-1003.83)	0.00 (0.00)
2	277.00	-870.00 (-1001.98)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	0.00 (-913.07)	0.00 (0.00)
2	336.00	-964.00 (-1008.36)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.3 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	336.00	-2086.45	7.28	335.98	-2196.15	0.00	1.588	-----
2	S	277.00	-2061.45	6.00	276.85	-2168.62	0.00	1.857	-----
3	S	277.00	1121.87	6.00	277.05	1174.00	0.00	9.197	-----

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01094	-50.0	0.0	0.00139	-40.0	6.9	-0.02808	-40.0	103.1
2	0.00350	-0.01124	-50.0	0.0	0.00134	-40.0	6.9	-0.02875	-40.0	103.1
3	0.00350	-0.01890	-50.0	110.0	0.00022	-40.0	103.1	-0.04549	40.0	6.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

1	0.000000000	-0.000306314	0.003500000	----	----
2	0.000000000	-0.000312768	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000475213	-0.048773424	----	----

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.34	50.0	0.0	-184.4	22.2	103.1	2475	53.1	8.9	1.00
2	S	5.37	50.0	0.0	-156.9	-13.3	103.1	2475	53.1	8.9	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.21	50.0	0.0	-179.7	31.1	103.1	2475	53.1	8.9	1.00
2	S	5.25	50.0	0.0	-152.9	31.1	103.1	2475	53.1	8.9	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/S2) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.7	0	0.125	26	56	0.045	0.00036 (0.00036)	190	0.116 (0.30)	-1003.83	0.00
2	S	-3.2	0	0.125	26	56	-0.326	0.00031 (0.00031)	190	0.099 (0.30)	-1001.98	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.33	-50.0	0.0	-175.0	31.1	113.1	2475	53.1	8.9	0.50
2	S	5.84	50.0	0.0	-167.1	31.1	103.1	2475	53.1	8.9	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.1	0	0.125	26	56	0.552	0.00048 (0.00035)	190	0.156 (0.20)	-913.07	0.00
2	S	-3.5	0	0.125	26	56	0.453	0.00038 (0.00033)	190	0.122 (0.20)	-1008.36	0.00

**TRAVERSO:**

**a) Sezione in appoggio centrale**

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: TRAVERSO\_APP\_CX

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 27 - SICILIA E SARDEGNA\CA349\_SS131\_Codro\07-Rel\STR\OPERE D'ARTE MAGGIORIGAI\RC SEC\TRAVERSO\_APP\_CX.sez)

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.630	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa	
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-35.0	0.0
2	-35.0	90.0
3	35.0	90.0
4	35.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-30.0	5.8	12
2	30.0	5.8	12
3	-30.0	83.1	26
4	30.0	83.1	26
5	-30.0	77.9	26
6	30.0	77.9	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen. N°Barra Ini. N°Barra Fin. N°Barre Ø

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

1	1	2	6	12
2	3	4	5	26
3	5	6	5	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-1148.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-893.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-861.00 (-513.00)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-767.00 (-513.00)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1878.67	0.00	0.00	-2056.56	0.00	1.791	74.3(12.6)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00193	-35.0	0.0	0.00268	-30.0	5.8	-0.00820	-30.0	83.1

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000140777	0.003500000	0.299	0.814

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	9.39	-35.0	0.0	-183.9	20.0	83.1	1750	74.3	5.2	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	9.05	-35.0	0.0	-177.3	20.0	83.1	1750	74.3	5.2	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
Esito della verifica  
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2\*e1) per trazione eccentrica  
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12\*(fctm/S2)² = 1-Beta12\*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]  
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
srm Distanza media tra le fessure [mm]  
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]



Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-6.1	0	0.125	26	56	0.645	0.00057 (0.00035)	153	0.149 (0.30)	-513.00	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	8.06	-35.0	0.0	-157.9	20.0	83.1	1750	74.3	5.2	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.4	0	0.125	26	56	0.776	0.00061 (0.00032)	153	0.159 (0.20)	-513.00	0.00

**b) Sezioni agli appoggi d'estremità**

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: TRAVERSO\_APP\_EST**

(Percorso File: U:\ANAS\IAQ 2018-2022\IDG 27 - SICILIA E SARDEGNA\CA349\_SS131\_Codrol07-Rel\STRIOPERE D'ARTE MAGGIORI\GAIRC SEC\TRAVERSO\_APP\_EST.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.630 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-35.0	0.0
2	-35.0	90.0

3	35.0	90.0
4	35.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-30.0	5.8	12
2	30.0	5.8	12
3	-30.0	83.1	26
4	30.0	83.1	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	6	12
2	3	4	5	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-602.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-452.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-431.00 (-444.71)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-369.00 (-444.71)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1077.86	0.00	0.00	-1137.25	0.00	1.889	37.2(12.6)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00857	-35.0	0.0	0.00169	-30.0	5.8	-0.02250	-30.0	83.1

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000312847	0.003500000	0.135	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.59	35.0	0.0	-164.2	20.0	83.1	1740	37.2	10.0	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.33	-35.0	0.0	-156.5	20.0	83.1	1740	37.2	10.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Di diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e\ sm * srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.5	0	0.125	26	56	-0.065	0.00031 (0.00031)	193	0.103 (0.30)	-444.71	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.56	-35.0	0.0	-134.0	20.0	83.1	1740	37.2	10.0	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.0	0	0.125	26	56	0.274	0.00027 (0.00027)	193	0.088 (0.20)	-444.71	0.00

**8.1.2.2 Verifiche a taglio**

La verifica a taglio agli SLU è eseguita nei confronti delle sollecitazioni massime di progetto ed è la seguente:

**VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI**

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	TRAVERSO SUPERIORE FONDAZIONE PIEDRITTI		
<b>Taglio di calcolo</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>455.7</b>	<b>820.0</b>	<b>505.0</b>
<b>Dati</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>			
<b>Resistenza a compressione cubica caratteristica</b>	<b>R<sub>ck</sub></b>	<b>Mpa</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	f <sub>ck</sub>	Mpa	33.2	33.2	33.2
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	f <sub>cd</sub>	Mpa	18.8	18.8	18.8
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	f <sub>yk</sub>	Mpa	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	f <sub>ywd</sub>	Mpa	391.3	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>					
<b>Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)</b>	<b>H</b>	<b>m</b>	<b>0.90</b>	<b>1.20</b>	<b>1.10</b>
Larghezza/ Diametro	B	m	0.70	1.00	1.00
Area calcestruzzo	A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	0.63	1.20	1.10
Larghezza anima	b <sub>w</sub>	m	0.70	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.069	0.069	0.069
altezza utile della sezione	d	m	0.83	1.13	1.03
<b>Compressione agente nella sezione</b>					
<b>Sforzo normale di calcolo</b>	<b>N<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>277.0</b>
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>					
<i>Verifica del conglomerato</i>					
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	3283.1	6383.4	5819.0
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>					
diametro staffe	f <sub>sw</sub>	mm	10	12	12
passo staffe	s <sub>cp</sub>	m	0.10	0.20	0.20
numero di bracci	n <sub>b</sub>		2.0	2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)	A <sub>sw</sub>	mm <sup>2</sup>	157	283	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0	252
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00	1.01
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1149.3	1407.8	1283.4
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	1698.1	3301.6	3049.9
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1149.3</b>	<b>1407.8</b>	<b>1283.4</b>
<i>Coefficiente di Sicurezza a Taglio</i>	<i>V<sub>rd</sub>/V<sub>ed</sub></i>		2.52	1.72	2.54

Si osserva che per il traverso la sollecitazione a taglio è ottenuta moltiplicando quella al metro lineare per la larghezza d'anima considerata.

Tutte le verifiche sono soddisfatte.

**8.1.2.3 Verifica a compressione piedritto centrale**

Il piedritto centrale risulta soggetto a sollecitazioni flessionali e taglianti trascurabili rispetto alla sezione resistente. Si verifica il tasso di lavoro a compressione come rapporto tra lo sforzo massimo agli SLU e la resistenza della sezione di solo calcestruzzo:

$N_{ed} = 1470 \text{ kN}$

$N_{rd} = f_{cd} \times A_c = 13255 \text{ kN}$

Agli SLU il piedritto centrale è impegnato all' 11% della sua resistenza massima e dunque ampiamente verificato.

### 8.1.3 SEZIONI DI IMBOCCO – MURI D'ALA

L'armatura è distinta per i due range di altezze considerate nel calcolo dei muri.

1. Per i muri con paramento di altezza compresa tra i 9.65 metri e i 5.75 metri è prevista la seguente armatura:

I muri saranno armati lato interno con uno strato di  $\varnothing 26/20$  e lato terra con uno strato di  $\varnothing 26/10$  correnti e un ulteriore strato di  $\varnothing 26/20$  al piede del paramento. a taglio è prevista una maglia di spille  $\varnothing 12 \text{ } 40 \times 40$  con un infittimento a  $\varnothing 12 \text{ } 40 \times 20$  al piede del paramento.

La soletta di fondazione avrà armatura corrente superiore ed inferiore di  $\varnothing 26/10$  con uno strato di rinforzo lato terra alle estremità di ulteriori  $\varnothing 26/10$ . Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille  $\varnothing 12 \text{ } 40 \times 40$ .

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori  $\varnothing 16/20$ .

2. Per i muri con paramento di altezza compresa tra i 5.75 metri e i 1.85 metri è prevista la seguente armatura:

I muri saranno armati lato interno con uno strato di  $\varnothing 26/20$  e lato terra con uno strato di  $\varnothing 26/10$ . Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille  $\varnothing 12 \text{ } 40 \times 40$ .

La soletta di fondazione sarà armata superiormente ed inferiormente con  $\varnothing 26/20$ . Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille  $\varnothing 12 \text{ } 40 \times 40$ .

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori  $\varnothing 16/20$ .

#### 8.1.3.1 Verifiche a flessione

Le verifiche a flessione e pressoflessione delle sezioni in c.a., sia agli Stati Limite Ultimi che per quelli di Esercizio, sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si riportano le verifiche per l'involuppo agli SLU/SLV e agli SLE per i muri d'ala e la soletta di fondazione per le due sezioni di calcolo considerate:

#### 1. Sezione $H_{\text{paramento}} = 9.65 \text{ m}$

- **Fondazione**

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: FONDAZIONE\_MURI\_9.65

(Percorso File: U:\ANAS\IAQ 2018-2022\DG 27 - SICILIA E SARDEGNA\CA349\_SS131\_Codrol07-Rel\STRIOPERE D'ARTE MAGGIOR\GAIRC

SECIMURI\FONDAZIONE\_MURI\_9.65.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	17.000	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	6.9	26
2	45.0	6.9	26
3	-45.0	113.1	26
4	45.0	113.1	26
5	-45.0	105.3	26
6	45.0	105.3	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
--------	--------------	--------------	---------	---

1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-2855.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	350.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1815.00	0.00
2	0.00	103.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1750.00 (-1030.76)	0.00 (0.00)
2	0.00	101.00 (948.07)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1560.00 (-1030.76)	0.00 (0.00)
2	0.00	97.00 (948.07)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata



N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3818.04	0.00	0.00	-4261.54	0.00	1.493	106.2(19.4)
2	S	0.00	2151.68	0.00	0.00	2318.46	0.00	6.624	53.1(19.4)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00824	-50.0	0.0	0.00193	-45.0	6.9	-0.02231	-45.0	113.1
2	0.00350	-0.01208	-50.0	120.0	0.00141	-45.0	113.1	-0.03075	-45.0	6.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000228212	0.003500000	0.136	0.700
2	0.000000000	0.000302854	-0.032842423	0.102	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.92	-50.0	0.0	-185.2	35.0	113.1	2500	106.2	7.8	1.00
2	S	0.42	-50.0	120.0	-18.7	35.0	6.9	2485	53.1	10.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.67	-50.0	0.0	-178.6	35.0	113.1	2500	106.2	7.8	1.00
2	S	0.41	-50.0	120.0	-18.4	35.0	6.9	2485	53.1	10.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata

k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi =  $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss / Es$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * srm$  . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.9	0	0.125	26	56	0.653	0.00058 (0.00036)	158	0.157 (0.30)	-1030.76	0.00
2	S	-0.3	0	0.125	26	56	-87.112	0.00004 (0.00004)	193	0.012 (0.30)	948.07	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.94	-50.0	0.0	-159.2	35.0	113.1	2500	106.2	7.8	0.50
2	S	0.39	-50.0	120.0	-17.7	35.0	6.9	2485	53.1	10.0	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.4	0	0.125	26	56	0.782	0.00062 (0.00032)	158	0.167 (0.20)	-1030.76	0.00
2	S	-0.3	0	0.125	26	56	-46.765	0.00004 (0.00004)	193	0.012 (0.20)	948.07	0.00

• **Muro:**

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: MURI\_9.65**

(Percorso File: U:\ANASIAQ 2018-2022\DG 27 - SICILIA E SARDEGNA\CA349\_SS131\_Codrol07-Rel\STR\OPERE D'ARTE MAGGIORIGARC SEC\MURI\MURI\_9.65.sez)

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.630 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 * \beta_2$ :	1.00

Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50  
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	140.0
3	50.0	140.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	6.9	26
2	45.0	6.9	26
3	-45.0	133.1	26
4	45.0	133.1	26
5	-45.0	125.3	26
6	45.0	125.3	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	26
2	3	4	8	26
3	5	6	3	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-2950.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1880.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1815.00 (-1555.39)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1615.00 (-1555.39)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Coprifero netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interfero netto minimo barre longitudinali:	5.2 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3560.69	0.00	0.00	-3869.68	0.00	1.312	79.6(28.5)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01092	-50.0	0.0	0.00184	-45.0	6.9	-0.02848	-45.0	133.1

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000240271	0.003500000	0.109	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.50	-50.0	0.0	-207.0	35.0	133.1	2500	79.6	10.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.27	-50.0	0.0	-199.8	35.0	133.1	2500	79.6	10.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
 Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi =  $1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr} / \text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm} / \text{S}2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess} / \text{M})^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * \text{Ss} / \text{Es}$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.2	0	0.125	26	56	0.266	0.00040 (0.00040)	173	0.117 (0.30)	-1555.39	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.58	-50.0	0.0	-177.8	35.0	133.1	2500	79.6	10.0	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.8	0	0.125	26	56	0.536	0.00048 (0.00036)	173	0.140 (0.20)	-1555.39	0.00

**2. Sezione H<sub>paramento</sub> = 5.75 m**

**• Fondazione**

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: FONDAZIONE\_MURI\_5.75

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 27 - SICILIA E SARDEGNA\CA349\_SS131\_Codro\07-Rel\STRIOPERE D'ARTE MAGGIORI\GAIRC SEC\MURI\FONDAZIONE\_MURI\_5.75.sez)

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica  
 Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -

Classe:	C30/37	
Resis. compr. di calcolo fcd:	17.000	MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00Mpa	
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	6.9	26
2	45.0	6.9	26
3	-45.0	113.1	26
4	45.0	113.1	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	26
2	3	4	3	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-920.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	245.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-460.00	0.00
2	0.00	53.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-435.00 (-804.53)	0.00 (0.00)
2	0.00	57.00 (804.53)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-370.00 (-804.53)	0.00 (0.00)
2	0.00	53.00 (804.53)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.9 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As
Tesa									
1	S	0.00	-1096.41	0.00	0.00	-1141.77	0.00	1.241	
26.5(19.4)									
2	S	0.00	1096.41	0.00	0.00	1141.77	0.00	4.660	
26.5(19.4)									

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys
max										



CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

1	0.00350	-0.02177	-50.0	0.0	0.00011	-45.0	6.9	-0.05207	-45.0	113.1
2	0.00350	-0.02177	-50.0	120.0	0.00011	-45.0	113.1	-0.05207	-45.0	6.9

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000491340	0.003500000	0.063	0.700
2	0.000000000	0.000491340	-0.055460773	0.063	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre  $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.95	-50.0	0.0	-164.5	22.5	113.1	2397	26.5	22.5	1.00
2	S	0.34	-50.0	120.0	-19.0	22.5	6.9	2397	26.5	22.5	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.79	-50.0	0.0	-155.6	22.5	113.1	2397	26.5	22.5	1.00
2	S	0.37	-50.0	120.0	-20.4	22.5	6.9	2397	26.5	22.5	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver. Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$  per trazione eccentrica  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi =  $1 - \beta_{12} \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot Ss/Es$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot sm$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-----	------	-----	----	---------	---------

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

1	S	-1.6	0	0.125	26	56	-2.4210.00031 (0.00031)	274	0.145 (0.30)	-804.53	0.00
2	S	-0.2	0	0.125	26	56	-198.2230.00004 (0.00004)	274	0.019 (0.30)	804.53	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.37	-50.0	0.0	-132.3	22.5	113.1	2397	26.5	22.5	0.50
2	S	0.34	-50.0	120.0	-19.0	22.5	6.9	2397	26.5	22.5	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.3	0	0.125	26	56	-1.3640.00026 (0.00026)	274	0.123 (0.20)	-804.53	0.00	
2	S	-0.2	0	0.125	26	56	-114.2140.00004 (0.00004)	274	0.018 (0.20)	804.53	0.00	

• **Muri**

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: MURI\_5.75**

(Percorso File: U:\ANASIAQ 2018-2022\DG 27 - SICILIA E SARDEGNA\CA349\_SS131\_Codro\07-Rel\STRIPERE D'ARTE MAGGIOR\GARC SEC\MURIMURI\_5.75.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.630 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :		1.00
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	6.9	26
2	45.0	6.9	26
3	-45.0	93.1	26
4	45.0	93.1	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	26
2	3	4	8	26

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-950.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-460.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My

1 0.00 -392.00 (-788.37) 0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-155.00 (-788.37)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1745.24	0.00	0.00	-1830.63	0.00	1.927	53.1(20.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01132	-50.0	0.0	0.00111	-45.0	6.9	-0.02869	-45.0	93.1

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000345784	0.003500000	0.109	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.12	-50.0	0.0	-103.3	35.0	93.1	2485	53.1	10.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.66	-50.0	0.0	-88.0	35.0	93.1	2485	53.1	10.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
 S1 Esito della verifica  
 S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
 k2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
 k3 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 Ø = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica  
 Cf Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Psi Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm =  $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 srm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss / Es$  è tra parentesi  
 wk Distanza media tra le fessure [mm]  
 MX fess. Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.8	0	0.125	26	56	-3.045	0.00018 (0.00018)	193	0.058 (0.30)	-788.37	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.05	-50.0	0.0	-34.8	35.0	93.1	2485	53.1	10.0	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.7	0	0.125	26	56	-11.935	0.00007 (0.00007)	193	0.023 (0.20)	-788.37	0.00

**8.1.3.2 Verifiche a taglio**

La verifica a taglio agli SLU è eseguita nei confronti delle sollecitazioni massime di progetto ed è la seguente:

**VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI**

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	TIPO 1 H = 9,65 m		TIPO 2 - H = 5,75 m	
			MURI D'ALA	FONDAZIONE	MURI D'ALA	FONDAZIONE
<b>Taglio di calcolo</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>775,0</b>	<b>470,0</b>	<b>355,0</b>	<b>235,0</b>
<b>Dati</b>						
<b>Resistenza a compressione cubica caratteristica</b>	<b>R<sub>ck</sub></b>	<b>Mpa</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>37</b>
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	f <sub>ck</sub>	Mpa	33,2	30,71	33,2	30,71
Coefficiente parziale γ <sub>c</sub>	γ <sub>c</sub>		1,50	1,50	1,50	1,50
Coefficiente parziale α <sub>cc</sub>	α <sub>cc</sub>		0,85	0,85	0,85	0,85
Resistenza a compressione di calcolo	f <sub>cd</sub>	Mpa	18,8	17,4	18,8	17,4
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	f <sub>yk</sub>	Mpa	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	f <sub>ywd</sub>	Mpa	391,3	391,3	391,3	391,3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>						
<b>Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)</b>	<b>H</b>	<b>m</b>	<b>1,40</b>	<b>1,20</b>	<b>1,00</b>	<b>1,20</b>
Larghezza/ Diametro	B	m	1,00	1,00	1,00	1,00
Area calcestruzzo	A <sub>c</sub>	m <sup>2</sup>	1,40	1,20	1,00	1,20
Larghezza anima	bw	m	1,00	1,00	1,00	1,00
copriferro	c	m	0,068	0,068	0,068	0,068
altezza utile della sezione	d	m	1,33	1,13	0,93	1,13
<b>Compressione agente nella sezione</b>						
<b>Sforzo normale di calcolo</b>	<b>N<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>350,0</b>	<b>0,0</b>	<b>155,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>						
<i>Verifica del conglomerato</i>						
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	7517,8	5909,8	5260,2	5909,8
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>						
diámetro staffe	f <sub>sw</sub>	mm	12	12	12	12
passo staffe	s <sub>cp</sub>	m	0,20	0,40	0,40	0,40
numero di bracci	n <sub>b</sub>		2,5	2,5	2,5	2,5
Armatura a taglio (staffe)	A <sub>sw</sub>	mmq	283	283	283	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21,8	21,8	21,8	21,8
tensione media di compressione nella sezione	σ <sub>cp</sub>	kPa	250	0	155	0
coefficiente alpha	α <sub>c</sub>		1,01	1,00	1,01	1,00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1658,0	704,5	580,1	704,5
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	3940,0	3056,7	2743,1	3056,7
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1658,0</b>	<b>704,5</b>	<b>580,1</b>	<b>704,5</b>
<i>Coefficiente di Sicurezza a Taglio</i>	<i>V<sub>rd</sub>/V<sub>ed</sub></i>		2,14	1,50	1,63	3,00

Si osserva come tutte le verifiche siano soddisfatte.

## 8.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche per la galleria artificiale e per le fondazioni dei muri ad "U" delle sezioni di imbocco sono riportate in allegato rispettivamente ai capitoli 9.1 e 9.2.

## 9 ALLEGATI

### 9.1 Galleria artificiale

#### Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare pluriconnesso	
Altezza esterna	9,45	[m]
Larghezza esterna	27,85	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Luce netta apertura sinistra	11,60	[m]
Spessore piedritto sinistro	1,10	[m]
Spessore piedritto destro	1,10	[m]
Spessore piedritto centrale	0,80	[m]
Spessore fondazione	1,20	[m]
Spessore trasverso	0,90	[m]

#### Caratteristiche strati terreno

##### Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	1,30	[m]
Peso di volume	18,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Coesione	0	[kPa]

##### Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	18,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20,00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	10	[kPa/cm]

##### Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19,00	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19,00	[kN/mc]
Angolo di attrito	34,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	34,00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	100	[kPa/cm]
Tensione limite	200	[kPa]

#### Caratteristiche materiali utilizzati

##### Materiale calcestruzzo

R <sub>ck</sub> calcestruzzo	40000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24,5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	33149080	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

## Condizioni di carico

### Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso  
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra  
 Coppie concentrate positive se antiorarie  
 Ascisse X (espresse in m) positive verso destra  
 Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto  
 Carichi concentrati espressi in kN  
 Coppie concentrate espressi in kNm  
 Carichi distribuiti espressi in kN/m

### Simbologia adottata e unità di misura

#### Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati  
 Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati  
 $F_y$  componente Y del carico concentrato  
 $F_x$  componente X del carico concentrato  
 M momento

#### Forze distribuite

$X_i, X_f$  ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali  
 $Y_i, Y_f$  ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali  
 $V_{ni}$  componente normale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{nf}$  componente normale del carico distribuito nel punto finale  
 $V_{ti}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{tf}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale  
 $D_{te}$  variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi  
 $D_{ti}$  variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

#### Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

#### Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

#### Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

#### Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

#### Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

#### Condizione di carico n° 7 (Condizione 1)

Distr	Terreno	$X_i = -9,45$	$X_f = 37,30$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$
-------	---------	---------------	---------------	------------------	------------------

#### Condizione di carico n° 8 (Condizione 2)

Distr	Terreno	$X_i = 0,55$	$X_f = 13,10$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$
-------	---------	--------------	---------------	------------------	------------------

#### Condizione di carico n° 9 (Condizione 3)

Distr	Terreno	$X_i = 13,10$	$X_f = 27,30$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$
-------	---------	---------------	---------------	------------------	------------------

#### Condizione di carico n° 10 (Condizione 4)

Distr	Terreno	$X_i = -9,45$	$X_f = 0,55$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$
Distr	Terreno	$X_i = 27,30$	$X_f = 37,30$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$

#### Condizione di carico n° 11 (permanente non strutturale)

Distr	Traverso	$X_i = 0,00$	$X_f = 27,85$	$V_{ni} = 7,50$	$V_{nf} = 7,50$	$V_{ti} = 0,00$ $V_{tf} = 0,00$
-------	----------	--------------	---------------	-----------------	-----------------	---------------------------------

## Impostazioni di progetto

### Verifica materiali:

#### Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

### Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio



$$V_{Rsd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b <sub>w</sub>	larghezza minima sezione [mm]
σ <sub>cp</sub>	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
ρ <sub>l</sub>	rapporto geometrico di armatura
A <sub>sw</sub>	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α <sub>c</sub>	coefficiente maggiorativo, funzione di f <sub>cd</sub> e σ <sub>cp</sub>

$$f_{cd} = 0.5 * f_{cd}$$

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

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

### Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)

0.60 f<sub>ck</sub>

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)

0.45 f<sub>ck</sub>

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)

0.80 f<sub>yk</sub>

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure w<sub>1</sub>=0,20 w<sub>2</sub>=0,30 w<sub>3</sub>=0,40

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 4,00 [cm]

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

### Simbologia adottata

γ <sub>G1sfav</sub>	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ <sub>G1fav</sub>	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ <sub>G2sfav</sub>	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ <sub>G2fav</sub>	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ <sub>Q</sub>	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
γ <sub>tanφ'</sub>	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ <sub>c</sub>	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ <sub>cu</sub>	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ <sub>qu</sub>	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ <sub>G1fav</sub>	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ <sub>G1sfav</sub>	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ <sub>G2fav</sub>	1,00	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ <sub>G2sfav</sub>	1,30	1,30
Variabili	Favorevole	γ <sub>Qfav</sub>	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ <sub>Qsfav</sub>	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ <sub>Qfav</sub>	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ <sub>Qsfav</sub>	1,35	1,15
Termici	Favorevole	γ <sub>εfav</sub>	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ <sub>εsfav</sub>	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1fav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1sfav}$	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00
Termici	Favorevole	$\gamma_{efav}$	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{esfav}$	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 2	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 3	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 4	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 12 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 2	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 13 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 3	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 14 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 15 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 2	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 3	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
permanente non strutturale	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

## Analisi della spinta e verifiche

*Simbologia adottata ed unità di misura*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso  
 X ascisse (espresse in m) positive verso destra  
 Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto  
 M momento espresso in kNm  
 V taglio espresso in kN  
 SN sforzo normale espresso in kN  
 ux spostamento direzione X espresso in cm

$u_y$  spostamento direzione Y espresso in cm  
 $\sigma_t$  pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta  
I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**  
Metodo di calcolo della portanza

Pressione geostatica

Meyerhof

Spinta sui piedritti

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]
- a Riposo [combinazione 10]
- a Riposo [combinazione 11]
- a Riposo [combinazione 12]
- a Riposo [combinazione 13]
- a Riposo [combinazione 14]
- a Riposo [combinazione 15]
- a Riposo [combinazione 16]
- a Riposo [combinazione 17]
- a Riposo [combinazione 18]

Sisma

**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g =$  0.60 [m/s<sup>2</sup>]  
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50  
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.20  
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 1.00  
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S_s) = 10.97$   
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 5.49$

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g =$  0.00 [m/s<sup>2</sup>]  
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50  
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.20  
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 1.00  
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S_s) = 0.00$   
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 0.00$   
Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica

Wood

Angolo diffusione sovraccarico

30,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,500	0,000
2	0,500	0,553
3	0,500	0,553
4	0,500	0,553
5	0,500	0,553
6	0,500	0,000
7	0,500	0,000
8	0,500	0,000
9	0,500	0,000
10	0,500	0,000
11	0,500	0,000
12	0,500	0,000
13	0,500	0,000
14	0,500	0,000
15	0,500	0,000

16	0,500	0,000
17	0,500	0,000
18	0,500	0,000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	271
Numero elementi traverso	140
Numero elementi piedritto sinistro	86
Numero elementi piedritto destro	86
Numero elementi piedritto centrale	86
Numero molle fondazione	272
Numero molle piedritto sinistro	87
Numero molle piedritto destro	87

### Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 30420,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	48,05	30420,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 15210,0 [Pa]	Pressione inf. 125775,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 15210,0 [Pa]	Pressione inf. 125775,0 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	48,05	24683,8

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 12341,9 [Pa]	Pressione inf. 97391,9 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 12341,9 [Pa]	Pressione inf. 97391,9 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 24081,0 [Pa]	Pressione inf. 24081,0 [Pa]
--------------------	-----------------------------	-----------------------------

### Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	48,05	22116,2

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 11058,1 [Pa] Pressione inf. 96108,1 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 11058,1 [Pa] Pressione inf. 96108,1 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 23517,6 [Pa] Pressione inf. 23517,6 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	48,05	24683,8

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 12341,9 [Pa] Pressione inf. 97391,9 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 12341,9 [Pa] Pressione inf. 97391,9 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 24081,0 [Pa] Pressione inf. 24081,0 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	48,05	22116,2

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 11058,1 [Pa] Pressione inf. 96108,1 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 11058,1 [Pa] Pressione inf. 96108,1 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 23517,6 [Pa] Pressione inf. 23517,6 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 30420,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-10,20	30420,0
-10,20	38,05	44953,3
38,05	48,05	30420,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 22476,7 [Pa] Pressione inf. 133041,7 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 22476,7 [Pa] Pressione inf. 133041,7 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 7**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 30420,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-0,20	30420,0
-0,20	13,85	43817,5
13,85	48,05	30420,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 15492,1 [Pa] Pressione inf. 126057,1 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 15210,0 [Pa] Pressione inf. 125775,0 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 8**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 30420,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	12,35	30420,0
12,35	28,05	43985,9
28,05	48,05	30420,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 15210,0 [Pa] Pressione inf. 125775,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 15495,6 [Pa] Pressione inf. 126060,6 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 9**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 30420,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-10,20	30420,0
-10,20	1,30	43462,2
1,30	26,55	30420,0
26,55	38,05	43462,2
38,05	48,05	30420,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 21731,1 [Pa] Pressione inf. 132296,1 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 21731,1 [Pa] Pressione inf. 132296,1 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 10**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]



Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 11700,0 [Pa]	Pressione inf. 96750,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 11700,0 [Pa]	Pressione inf. 96750,0 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 11**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-10,20	23400,0
-10,20	38,05	30666,7
38,05	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 15333,3 [Pa]	Pressione inf. 100383,3 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 15333,3 [Pa]	Pressione inf. 100383,3 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 12**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-0,20	23400,0
-0,20	13,85	30098,8
13,85	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 11841,0 [Pa]	Pressione inf. 96891,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 11700,0 [Pa]	Pressione inf. 96750,0 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 13**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	12,35	23400,0
12,35	28,05	30183,0
28,05	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 11700,0 [Pa]	Pressione inf. 96750,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 11842,8 [Pa]	Pressione inf. 96892,8 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-10,20	23400,0
-10,20	1,30	29921,1
1,30	26,55	23400,0
26,55	38,05	29921,1
38,05	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 14960,6 [Pa]	Pressione inf. 100010,6 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 14960,6 [Pa]	Pressione inf. 100010,6 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-10,20	23400,0
-10,20	38,05	33088,9
38,05	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 16544,4 [Pa]	Pressione inf. 101594,4 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 16544,4 [Pa]	Pressione inf. 101594,4 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-0,20	23400,0
-0,20	13,85	32331,7
13,85	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 11888,0 [Pa]	Pressione inf. 96938,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 11700,0 [Pa]	Pressione inf. 96750,0 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	12,35	23400,0

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

12,35	28,05	32443,9
28,05	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 11700,0 [Pa]	Pressione inf. 96750,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 11890,4 [Pa]	Pressione inf. 96940,4 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 18**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 23400,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,20	-10,20	23400,0
-10,20	1,30	32094,8
1,30	26,55	23400,0
26,55	38,05	32094,8
38,05	48,05	23400,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 16047,4 [Pa]	Pressione inf. 101097,4 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 16047,4 [Pa]	Pressione inf. 101097,4 [Pa]

**Spostamenti**

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,005	1,662
7,25	-0,013	1,309
13,93	-0,020	1,336
20,59	-0,027	1,218
27,30	-0,035	1,754

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,005	1,674
7,22	-0,009	1,748
13,85	-0,012	1,422
20,60	-0,016	2,086
27,30	-0,019	1,768

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,005	1,662
4,80	-0,062	1,669
9,00	-0,005	1,674

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 1)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,019	1,353
4,80	-0,047	1,372
9,00	-0,012	1,390

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)**

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,035	1,754
4,80	0,081	1,762
9,00	-0,019	1,768

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	4,159	1,322
7,25	4,152	1,060
13,93	4,144	1,081
20,59	4,135	0,993
27,30	4,127	1,398

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	4,175	1,332
7,22	4,170	1,394
13,85	4,164	1,147
20,60	4,158	1,644
27,30	4,152	1,409

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,159	1,322
4,80	4,146	1,328
9,00	4,175	1,332

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 2)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,145	1,093
4,80	4,133	1,108
9,00	4,165	1,122

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,127	1,398
4,80	4,187	1,404
9,00	4,152	1,409

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	4,118	1,189
7,25	4,111	0,957
13,93	4,104	0,977
20,59	4,096	0,898
27,30	4,087	1,257

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	4,134	1,198
7,22	4,129	1,256
13,85	4,124	1,037
20,60	4,117	1,481
27,30	4,111	1,267

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
-------	---------------------	---------------------

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

0,60	4,118	1,189
4,80	4,113	1,194
9,00	4,134	1,198

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,105	0,988
4,80	4,095	1,002
9,00	4,124	1,014

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,087	1,257
4,80	4,135	1,263
9,00	4,111	1,267

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-4,155	1,326
7,25	-4,164	1,066
13,93	-4,173	1,079
20,59	-4,180	0,987
27,30	-4,188	1,396

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-4,167	1,336
7,22	-4,173	1,381
13,85	-4,179	1,149
20,60	-4,185	1,662
27,30	-4,190	1,407

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,155	1,326
4,80	-4,169	1,332
9,00	-4,167	1,336

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,172	1,093
4,80	-4,205	1,108
9,00	-4,178	1,122

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,188	1,396
4,80	-4,127	1,402
9,00	-4,190	1,407

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-4,113	1,192
7,25	-4,122	0,964
13,93	-4,130	0,975
20,59	-4,137	0,892
27,30	-4,145	1,256

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)**

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-4,124	1,201
7,22	-4,130	1,243
13,85	-4,136	1,039
20,60	-4,142	1,498
27,30	-4,147	1,266

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,113	1,192
4,80	-4,119	1,197
9,00	-4,124	1,201

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,129	0,988
4,80	-4,160	1,002
9,00	-4,136	1,014

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,145	1,256
4,80	-4,095	1,262
9,00	-4,147	1,266

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,010	1,829
7,25	-0,018	1,446
13,93	-0,025	1,493
20,59	-0,033	1,340
27,30	-0,041	1,944

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 6)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,005	1,842
7,22	-0,009	1,966
13,85	-0,013	1,595
20,60	-0,017	2,372
27,30	-0,022	1,960

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,010	1,829
4,80	-0,077	1,837
9,00	-0,005	1,842

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,024	1,512
4,80	-0,056	1,535
9,00	-0,012	1,555

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,041	1,944
4,80	0,100	1,953

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

9,00                      -0,022                      1,960

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	0,050	1,862
7,25	0,042	1,407
13,93	0,035	1,411
20,59	0,028	1,238
27,30	0,020	1,714

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 7)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,019	1,876
7,22	-0,023	1,968
13,85	-0,026	1,489
20,60	-0,030	2,077
27,30	-0,033	1,728

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,050	1,862
4,80	-0,065	1,870
9,00	-0,019	1,876

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,036	1,431
4,80	-0,008	1,452
9,00	-0,026	1,471

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,020	1,714
4,80	0,099	1,722
9,00	-0,033	1,728

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,067	1,622
7,25	-0,075	1,345
13,93	-0,082	1,420
20,59	-0,089	1,316
27,30	-0,096	1,978

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	0,007	1,634
7,22	0,004	1,743
13,85	0,001	1,531
20,60	-0,003	2,377
27,30	-0,007	1,994

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,067	1,622
4,80	-0,082	1,629
9,00	0,007	1,634

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,081	1,436
4,80	-0,097	1,457
9,00	0,001	1,476

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,096	1,978
4,80	0,088	1,987
9,00	-0,007	1,994

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,004	1,674
7,25	-0,012	1,316
13,93	-0,020	1,339
20,59	-0,028	1,225
27,30	-0,036	1,766

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,005	1,686
7,22	-0,009	1,752
13,85	-0,013	1,425
20,60	-0,017	2,089
27,30	-0,021	1,779

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,004	1,674
4,80	-0,056	1,681
9,00	-0,005	1,686

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,019	1,356
4,80	-0,048	1,375
9,00	-0,012	1,392

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,036	1,766
4,80	0,075	1,773
9,00	-0,021	1,779

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,004	1,278
7,25	-0,010	1,007
13,93	-0,016	1,028
20,59	-0,021	0,937
27,30	-0,027	1,349

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 10)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,004	1,287



CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

7,22	-0,007	1,344
13,85	-0,009	1,094
20,60	-0,012	1,604
27,30	-0,015	1,360

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,004	1,278
4,80	-0,048	1,284
9,00	-0,004	1,287

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 10)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,015	1,041
4,80	-0,036	1,056
9,00	-0,009	1,069

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,027	1,349
4,80	0,063	1,355
9,00	-0,015	1,360

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,006	1,362
7,25	-0,012	1,075
13,93	-0,018	1,106
20,59	-0,024	0,998
27,30	-0,030	1,444

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,004	1,372
7,22	-0,007	1,454
13,85	-0,010	1,180
20,60	-0,013	1,748
27,30	-0,016	1,456

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,006	1,362
4,80	-0,055	1,368
9,00	-0,004	1,372

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 11)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,017	1,120
4,80	-0,041	1,137
9,00	-0,009	1,152

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,030	1,444
4,80	0,072	1,451
9,00	-0,016	1,456

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	0,023	1,379
7,25	0,018	1,056
13,93	0,012	1,065
20,59	0,006	0,947
27,30	0,001	1,329

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 12)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,011	1,389
7,22	-0,014	1,455
13,85	-0,017	1,127
20,60	-0,019	1,600
27,30	-0,022	1,340

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,023	1,379
4,80	-0,050	1,384
9,00	-0,011	1,389

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 12)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,013	1,080
4,80	-0,017	1,096
9,00	-0,016	1,110

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,001	1,329
4,80	0,071	1,335
9,00	-0,022	1,340

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,035	1,259
7,25	-0,041	1,025
13,93	-0,046	1,070
20,59	-0,052	0,986
27,30	-0,057	1,461

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	0,002	1,268
7,22	0,000	1,342
13,85	-0,003	1,148
20,60	-0,006	1,750
27,30	-0,009	1,473

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,035	1,259
4,80	-0,058	1,264
9,00	0,002	1,268

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 13)**

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,046	1,082
4,80	-0,061	1,098
9,00	-0,002	1,112

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,057	1,461
4,80	0,066	1,468
9,00	-0,009	1,473

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,004	1,284
7,25	-0,010	1,011
13,93	-0,015	1,029
20,59	-0,021	0,940
27,30	-0,027	1,355

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 14)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,004	1,293
7,22	-0,007	1,346
13,85	-0,010	1,095
20,60	-0,013	1,606
27,30	-0,016	1,366

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 14)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,004	1,284
4,80	-0,045	1,290
9,00	-0,004	1,293

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 14)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,015	1,042
4,80	-0,037	1,057
9,00	-0,009	1,070

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 14)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,027	1,355
4,80	0,059	1,361
9,00	-0,016	1,366

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,007	1,390
7,25	-0,013	1,098
13,93	-0,019	1,132
20,59	-0,025	1,018
27,30	-0,031	1,476

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 15)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,004	1,400
7,22	-0,007	1,490
13,85	-0,010	1,209
20,60	-0,013	1,795

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

27,30                      -0,016                      1,488

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 15)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,007	1,390
4,80	-0,058	1,396
9,00	-0,004	1,400

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 15)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,018	1,147
4,80	-0,043	1,164
9,00	-0,009	1,180

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 15)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,031	1,476
4,80	0,075	1,482
9,00	-0,016	1,488

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 16)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	0,032	1,412
7,25	0,027	1,072
13,93	0,021	1,078
20,59	0,016	0,950
27,30	0,010	1,323

**Spostamenti traverso (Combinazione n° 16)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,013	1,422
7,22	-0,016	1,491
13,85	-0,019	1,138
20,60	-0,022	1,599
27,30	-0,024	1,333

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 16)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,032	1,412
4,80	-0,050	1,418
9,00	-0,013	1,422

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 16)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,022	1,093
4,80	-0,010	1,109
9,00	-0,019	1,123

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 16)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,010	1,323
4,80	0,074	1,329
9,00	-0,024	1,333

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 17)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
-------	---------------------	---------------------

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

0,55	-0,045	1,252
7,25	-0,051	1,031
13,93	-0,057	1,084
20,59	-0,062	1,002
27,30	-0,068	1,499

**Spostamenti trasverso (Combinazione n° 17)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	0,004	1,261
7,22	0,002	1,341
13,85	-0,001	1,166
20,60	-0,004	1,798
27,30	-0,007	1,511

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 17)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,045	1,252
4,80	-0,061	1,257
9,00	0,004	1,261

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 17)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,056	1,096
4,80	-0,069	1,112
9,00	0,000	1,127

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 17)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,068	1,499
4,80	0,067	1,505
9,00	-0,007	1,511

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 18)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,003	1,286
7,25	-0,009	1,012
13,93	-0,015	1,030
20,59	-0,021	0,942
27,30	-0,027	1,357

**Spostamenti trasverso (Combinazione n° 18)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,55	-0,004	1,295
7,22	-0,007	1,347
13,85	-0,010	1,096
20,60	-0,013	1,607
27,30	-0,016	1,368

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 18)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,003	1,286
4,80	-0,044	1,292
9,00	-0,004	1,295

**Spostamenti piedritto centrale (Combinazione n° 18)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,015	1,043
4,80	-0,037	1,057

9,00                      -0,009                      1,071

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 18)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,027	1,357
4,80	0,058	1,363
9,00	-0,016	1,368

**Sollecitazioni**

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-1069,4714	-647,0417	438,5597
7,25	755,3432	73,8187	438,5597
13,93	-758,0726	-553,3687	430,6149
20,59	1020,6735	15,7759	430,6149
27,30	-1252,2362	723,2696	430,6149

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-436,9869	360,1607	150,1901
7,22	433,6849	-99,0742	150,1901
13,85	-1037,3150	489,2485	158,1348
20,60	696,4198	24,7336	158,1348
27,30	-684,6931	-436,8118	158,1348

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1069,4714	438,5243	654,6591
4,80	-134,3361	40,7639	507,4099
9,00	-436,9869	-150,1628	360,1607

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-17,8018	-7,9447	1259,0769
4,80	-51,1695	-7,9447	1151,9866
9,00	-84,5373	-7,9447	1044,8962

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1252,2362	-430,8398	731,3102
4,80	-348,6402	-33,0885	584,0610
9,00	-684,6931	158,1348	436,8118

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-962,7023	-530,9006	432,8293
7,25	586,0755	47,7951	454,4539
13,93	-597,4957	-440,1804	482,5229
20,59	786,8088	22,8063	504,0257
27,30	-1126,3828	594,1633	525,6994

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-410,5540	297,9960	222,5346
7,22	343,4384	-71,8979	238,6824
13,85	-795,4348	384,2982	266,2972
20,60	535,1009	10,1516	282,6307

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

27,30                      -642,8172                      -361,6032                      298,8598

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-962,7023	459,8147	536,9616
4,80	29,8386	39,2601	417,4788
9,00	-410,5540	-222,5346	297,9960

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-40,0896	6,5171	997,7395
4,80	-31,6993	-2,5217	910,8429
9,00	-61,2721	-11,5605	823,9464

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1126,3828	-498,9232	600,5688
4,80	-63,8162	-29,0705	481,0860
9,00	-642,8172	278,1495	361,6032

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-891,2836	-482,0157	419,3181
7,25	524,5311	41,2058	440,9427
13,93	-539,5765	-397,7654	469,4659
20,59	704,9327	22,5784	490,9688
27,30	-1041,4170	539,4992	512,6424

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-389,6730	273,3565	220,7926
7,22	310,9406	-63,2649	236,9404
13,85	-714,1878	347,6547	264,1010
20,60	482,6630	7,1631	280,4345
27,30	-603,2117	-331,1520	296,6636

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-891,2836	446,0400	487,4653
4,80	59,6959	33,2437	380,4109
9,00	-389,6730	-220,7926	273,3565

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-38,2693	6,9714	901,3058
4,80	-27,9711	-2,0675	823,4480
9,00	-55,6359	-11,1063	745,5902

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1041,4170	-486,1240	545,2608
4,80	-17,2755	-23,7011	438,2064
9,00	-603,2117	276,1566	331,1520

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

0,55	-984,0062	-534,4083	531,9879
7,25	575,4784	48,5068	510,3633
13,93	-574,6102	-436,5729	469,5629
20,59	795,2626	22,9689	448,0600
27,30	-1106,2663	591,0589	426,3864

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-448,1895	301,5201	292,3857
7,22	329,3074	-68,3737	276,2378
13,85	-801,1345	387,4090	261,3544
20,60	550,3871	13,2624	245,0209
27,30	-606,6792	-358,4925	228,7918

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-984,0062	505,0256	540,4857
4,80	103,6482	35,2414	421,0029
9,00	-448,1895	-271,6012	301,5201

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	9,8626	-19,2485	997,3262
4,80	-51,9996	-10,2097	910,4296
9,00	-75,8988	-1,1709	823,5330

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1106,2663	-453,5574	597,4581
4,80	-140,0060	-33,0028	477,9753
9,00	-606,6792	228,7918	358,4925

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-913,2590	-485,4923	518,4172
7,25	513,6013	41,8233	496,7926
13,93	-516,9654	-394,2608	456,5777
20,59	713,7435	22,6571	435,0749
27,30	-1020,6493	536,4279	413,4012

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-427,1147	276,8476	290,7189
7,22	296,7837	-59,7737	274,5711
13,85	-719,6582	350,7305	259,1022
20,60	497,9431	10,2389	242,7687
27,30	-567,3135	-328,0761	226,5396

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-913,2590	491,7285	490,9565
4,80	133,9127	29,3607	383,9021
9,00	-427,1147	-270,1470	276,8476

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	11,0554	-18,6630	900,8904
4,80	-48,3476	-9,6242	823,0327



CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

9,00                      -69,7876                      -0,5854                      745,1749

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1020,6493	-440,2929	542,1849
4,80	-93,8073	-27,4967	435,1305
9,00	-567,3135	226,5396	328,0761

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-1165,6335	-727,1739	466,7675
7,25	860,2053	91,6503	466,7675
13,93	-917,1533	-646,8662	456,3119
20,59	1175,5853	12,0886	456,3119
27,30	-1379,1821	818,6468	456,3119

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-556,8173	441,0580	183,9427
7,22	530,1595	-115,1085	183,9427
13,85	-1228,2231	588,4675	194,3984
20,60	844,1483	25,9066	194,3984
27,30	-855,6106	-533,0582	194,3984

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1165,6335	466,7041	735,5564
4,80	-177,1154	37,9259	588,3072
9,00	-556,8173	-183,9194	441,0580

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-17,0924	-10,4557	1470,7002
4,80	-61,0062	-10,4557	1363,6099
9,00	-104,9199	-10,4557	1256,5196

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1379,1821	-456,5765	827,5565
4,80	-432,1637	-27,8662	680,3074
9,00	-855,6106	194,3984	533,0582

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-1143,1791	-728,8167	432,6276
7,25	877,0122	86,9110	432,6276
13,93	-845,5106	-585,7381	434,9753
20,59	1021,8790	15,8601	434,9753
27,30	-1252,2780	717,0913	434,9753

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-563,3009	442,8536	157,9936
7,22	560,9145	-105,7375	157,9936
13,85	-1099,1102	495,6098	155,6459
20,60	677,5404	31,0950	155,6459
27,30	-660,9311	-430,4504	155,6459

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1143,1791	432,9498	737,3520
4,80	-231,9191	34,7439	590,1028
9,00	-563,3009	-157,8972	442,8536

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-31,0115	2,3477	1360,9398
4,80	-21,1512	2,3477	1253,8495
9,00	-11,2908	2,3477	1146,7592

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1252,2780	-434,8425	724,9488
4,80	-335,2001	-35,6711	577,6996
9,00	-660,9311	155,6459	430,4504

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-1055,8854	-637,9966	441,8645
7,25	739,3365	82,0607	441,8645
13,93	-845,7846	-617,5342	421,2340
20,59	1176,8306	8,8168	421,2340
27,30	-1343,1363	817,7313	421,2340

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-410,6179	350,9342	149,0083
7,22	398,5169	-108,3007	149,0083
13,85	-1154,3397	576,2145	169,6389
20,60	857,3845	20,1801	169,6389
27,30	-859,0255	-532,2998	169,6389

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1055,8854	441,4275	645,4326
4,80	-112,5759	42,0123	498,1834
9,00	-410,6179	-149,0083	350,9342

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-4,1145	-20,6306	1375,6334
4,80	-90,7630	-20,6306	1268,5431
9,00	-177,4114	-20,6306	1161,4527

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1343,1363	-421,8591	826,7982
4,80	-478,5067	-23,4025	679,5490
9,00	-859,0255	169,6389	532,2998

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-1109,8296	-657,2292	469,4082
7,25	757,9481	70,6759	469,4082
13,93	-746,3826	-553,0158	461,5744

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

20,59	1022,7093	18,9264	461,5744
27,30	-1292,9714	733,3881	461,5744

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-446,7610	370,4021	173,7532
7,22	430,6023	-98,6217	173,7532
13,85	-1037,7629	488,8663	181,5870
20,60	693,3939	24,3515	181,5870
27,30	-693,9540	-446,9828	181,5870

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1109,8296	469,3804	664,9005
4,80	-102,3453	44,4036	517,6513
9,00	-446,7610	-173,7295	370,4021

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-18,4728	-7,8338	1258,2423
4,80	-51,3748	-7,8338	1151,1519
9,00	-84,2767	-7,8338	1044,0616

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1292,9714	-461,8052	741,4812
4,80	-316,5994	-36,8308	594,2320
9,00	-693,9540	181,5871	446,9828

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-822,6703	-497,7244	337,3536
7,25	581,0333	56,7836	337,3536
13,93	-583,1328	-425,6683	331,2423
20,59	785,1335	12,1353	331,2423
27,30	-963,2586	556,3613	331,2423

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-336,1437	277,0467	115,5308
7,22	333,6038	-76,2109	115,5308
13,85	-797,9346	376,3450	121,6422
20,60	535,7075	19,0259	121,6422
27,30	-526,6870	-336,0091	121,6422

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-822,6703	337,3264	503,5839
4,80	-103,3354	31,3569	390,3153
9,00	-336,1437	-115,5099	277,0467

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-13,6937	-6,1113	968,5207
4,80	-39,3612	-6,1113	886,1435
9,00	-65,0287	-6,1113	803,7663

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)**

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-963,2586	-331,4153	562,5463
4,80	-268,1848	-25,4527	449,2777
9,00	-526,6870	121,6422	336,0091

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-870,7514	-537,7905	351,4575
7,25	633,4643	65,6994	351,4575
13,93	-662,6731	-472,4170	344,0907
20,59	862,5894	10,2916	344,0907
27,30	-1026,7316	604,0499	344,0907

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-396,0589	317,4953	132,4072
7,22	381,8411	-84,2281	132,4072
13,85	-893,3887	425,9545	139,7740
20,60	609,5718	19,6124	139,7740
27,30	-612,1458	-384,1323	139,7740

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-870,7514	351,4163	544,0326
4,80	-124,7251	29,9379	430,7640
9,00	-396,0589	-132,3882	317,4953

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-13,3390	-7,3668	1074,3323
4,80	-44,2795	-7,3668	991,9552
9,00	-75,2200	-7,3668	909,5780

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1026,7316	-344,2836	610,6695
4,80	-309,9465	-22,8416	497,4009
9,00	-612,1458	139,7740	384,1323

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-859,5331	-538,6104	334,3567
7,25	641,8621	63,3281	334,3567
13,93	-626,8602	-441,8558	333,3953
20,59	785,7450	12,1752	333,3953
27,30	-963,2629	553,2730	333,3953

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 12)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-399,2901	318,3916	119,4329
7,22	397,2192	-79,5441	119,4329
13,85	-828,8269	379,5248	120,3943
20,60	526,2672	22,2057	120,3943
27,30	-514,8126	-332,8293	120,3943

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)**

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-859,5331	334,5075	544,9288
4,80	-152,1259	28,3513	431,6602
9,00	-399,2901	-119,3769	318,3916

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 12)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-20,3157	-0,9614	1019,4528
4,80	-24,3534	-0,9614	937,0756
9,00	-28,3912	-0,9614	854,6984

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-963,2629	-333,3902	559,3665
4,80	-261,4717	-26,7417	446,0979
9,00	-514,8126	120,3943	332,8293

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-815,8574	-493,2033	338,9961
7,25	573,0399	60,9078	338,9961
13,93	-626,9787	-457,7477	326,5366
20,59	863,2035	8,6579	326,5366
27,30	-1008,7212	603,5902	326,5366

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-322,9699	272,4350	114,9300
7,22	316,0191	-80,8227	114,9300
13,85	-856,4573	419,8299	127,3894
20,60	616,1923	16,7510	127,3894
27,30	-613,8382	-383,7512	127,3894

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-815,8574	338,7689	498,9722
4,80	-92,4617	31,9776	385,7036
9,00	-322,9699	-114,9300	272,4350

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 13)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-6,8264	-12,4594	1026,7993
4,80	-59,1561	-12,4594	944,4221
9,00	-111,4857	-12,4594	862,0450

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1008,7212	-326,9088	610,2884
4,80	-333,1187	-20,6157	497,0198
9,00	-613,8382	127,3894	383,7512

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-842,8494	-502,8182	352,7779
7,25	582,3357	55,2122	352,7779
13,93	-577,2878	-425,4918	346,7220
20,59	786,1514	13,7106	346,7220
27,30	-983,6262	561,4205	346,7220

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 14)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-341,0308	282,1674	127,3124
7,22	332,0625	-75,9847	127,3124
13,85	-798,1586	376,1539	133,3683
20,60	534,1946	18,8348	133,3683
27,30	-531,3175	-341,0946	133,3683

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 14)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-842,8494	352,7544	508,7046
4,80	-87,3401	33,1767	395,4360
9,00	-341,0308	-127,2932	282,1674

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 14)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-14,0292	-6,0559	968,1034
4,80	-39,4638	-6,0559	885,7262
9,00	-64,8984	-6,0559	803,3490

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 14)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-983,6262	-346,8980	567,6318
4,80	-252,1644	-27,3239	454,3632
9,00	-531,3175	133,3683	341,0946

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-886,7784	-551,1458	356,1588
7,25	650,9413	68,6713	356,1588
13,93	-689,1866	-487,9999	348,3736
20,59	888,4080	9,6771	348,3736
27,30	-1047,8892	619,9461	348,3736

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 15)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-416,0307	330,9782	138,0326
7,22	397,9202	-86,9005	138,0326
13,85	-925,2067	442,4910	145,8179
20,60	634,1932	19,8079	145,8179
27,30	-640,6320	-400,1733	145,8179

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 15)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-886,7784	356,1129	557,5154
4,80	-131,8550	29,4648	444,2468
9,00	-416,0307	-138,0143	330,9782

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 15)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-13,2208	-7,7853	1109,6029
4,80	-45,9189	-7,7853	1027,2257
9,00	-78,6171	-7,7853	944,8486

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 15)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1047,8892	-348,5731	626,7105

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

4,80	-323,8671	-21,9712	513,4419
9,00	-640,6320	145,8179	400,1733

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-871,8143	-552,2402	333,3845
7,25	662,1425	65,5108	333,3845
13,93	-641,4298	-447,2495	334,1371
20,59	785,9423	12,1901	334,1371
27,30	-963,2768	552,2429	334,1371

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 16)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-420,3468	332,1744	120,7334
7,22	418,4238	-80,6540	120,7334
13,85	-839,1282	380,5853	119,9808
20,60	523,1208	23,2662	119,9808
27,30	-510,8498	-331,7687	119,9808

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 16)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-871,8143	333,5952	558,7116
4,80	-168,3901	27,3461	445,4430
9,00	-420,3468	-120,6661	332,1744

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 16)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-22,5105	0,7525	1036,4297
4,80	-19,3498	0,7525	954,0525
9,00	-16,1891	0,7525	871,6753

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 16)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-963,2768	-334,0720	558,3059
4,80	-259,2287	-27,1729	445,0373
9,00	-510,8498	119,9808	331,7687

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 17)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-813,6038	-491,6950	339,5519
7,25	570,3667	62,2797	339,5519
13,93	-641,6030	-468,4438	324,9810
20,59	889,2344	7,4968	324,9810
27,30	-1023,8642	619,3349	324,9810

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 17)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-318,5690	270,8964	114,7389
7,22	310,1582	-82,3613	114,7389
13,85	-875,9557	434,3232	129,3098
20,60	643,0184	15,9911	129,3098
27,30	-642,9019	-399,6669	129,3098

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 17)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-813,6038	339,2574	497,4336
4,80	-88,8320	32,1876	384,1650

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

9,00                    -318,5690                    -114,7389                    270,8964

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 17)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-4,5582	-14,5709	1046,2252
4,80	-65,7560	-14,5709	963,8480
9,00	-126,9537	-14,5709	881,4709

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 17)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1023,8642	-325,4204	626,2041
4,80	-354,7626	-18,9982	512,9355
9,00	-642,9019	129,3098	399,6669

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 18)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-849,5758	-504,5161	357,9193
7,25	582,7698	54,6884	357,9193
13,93	-575,3394	-425,4330	351,8819
20,59	786,4907	14,2356	351,8819
27,30	-990,4154	563,1069	351,8819

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 18)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,55	-342,6598	283,8743	131,2396
7,22	331,5487	-75,9092	131,2396
13,85	-798,2332	376,0902	137,2770
20,60	533,6903	18,7711	137,2770
27,30	-532,8609	-342,7898	137,2770

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 18)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-849,5758	357,8971	510,4115
4,80	-82,0083	33,7833	397,1429
9,00	-342,6598	-131,2210	283,8743

**Sollecitazioni piedritto centrale (Combinazione n° 18)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-14,1410	-6,0374	967,9643
4,80	-39,4980	-6,0374	885,5871
9,00	-64,8550	-6,0374	803,2099

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 18)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-990,4154	-352,0589	569,3270
4,80	-246,8243	-27,9476	456,0584
9,00	-532,8609	137,2770	342,7898

**Inviluppo spostamenti nodali**

**Inviluppo spostamenti fondazione**

X [m]	u <sub>xmin</sub> [cm]	u <sub>xmax</sub> [cm]	u <sub>ymin</sub> [cm]	u <sub>ymin</sub> [cm]	u <sub>ymin</sub> [cm]
0,55	-4,1555	4,1590	1,1890	1,8622	1,8622
7,25	-4,1642	4,1516	0,9574	1,4459	1,4459
13,93	-4,1726	4,1437	0,9752	1,4929	1,4929
20,59	-4,1803	4,1355	0,8918	1,3403	1,3403
27,21	-4,1877	4,1268	1,2561	1,9782	1,9782



**Inviluppo spostamenti trasverso**

X [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0,55	-4,1666	4,1751	1,1978	1,8758
7,22	-4,1729	4,1700	1,2429	1,9681
13,85	-4,1789	4,1645	1,0368	1,5949
20,60	-4,1846	4,1583	1,4806	2,3766
27,30	-4,1899	4,1517	1,2661	1,9939

**Inviluppo spostamenti piedritto sinistro**

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0,60	-4,1555	4,1590	1,1890	1,8622
4,80	-4,1689	4,1456	1,1940	1,8699
9,00	-4,1666	4,1751	1,1978	1,8758

**Inviluppo spostamenti piedritto centrale**

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0,60	-4,1716	4,1447	0,9881	1,5123
4,80	-4,2054	4,1332	1,0018	1,5347
9,00	-4,1782	4,1651	1,0142	1,5555

**Inviluppo spostamenti piedritto destro**

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0,60	-4,1877	4,1268	1,2561	1,9782
4,80	-4,1266	4,1874	1,2617	1,9869
9,00	-4,1899	4,1517	1,2661	1,9939

**Inviluppo sollecitazioni nodali**

**Inviluppo sollecitazioni fondazione**

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,55	-1165,63	-813,60	-728,82	-482,02	333,38	531,99
7,25	513,60	877,01	41,21	91,65	333,38	510,36
13,93	-917,15	-516,97	-646,87	-394,26	324,98	482,52
20,59	704,93	1176,83	7,50	22,97	324,98	504,03
27,30	-1379,18	-963,26	536,43	818,65	324,98	525,70

**Inviluppo sollecitazioni trasverso**

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,55	-563,30	-318,57	270,90	442,85	114,74	292,39
7,22	296,78	560,91	-115,11	-59,77	114,74	276,24
13,85	-1228,22	-714,19	347,65	588,47	119,98	266,30
20,60	482,66	857,38	7,16	31,10	119,98	282,63
27,30	-859,03	-510,85	-533,06	-328,08	119,98	298,86

**Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,60	-1165,63	-813,60	333,60	505,03	487,47	737,35
4,80	-231,92	133,91	27,35	44,40	380,41	590,10
9,00	-563,30	-318,57	-271,60	-114,74	270,90	442,85

**Inviluppo sollecitazioni piedritto centrale**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,60	-40,09	11,06	-20,63	6,97	900,89	1470,70
4,80	-90,76	-19,35	-20,63	2,35	823,03	1363,61
9,00	-177,41	-11,29	-20,63	2,35	745,17	1256,52

**Inviluppo sollecitazioni piedritto destro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,60	-1379,18	-963,26	-498,92	-325,42	542,18	827,56
4,80	-478,51	-17,28	-36,83	-19,00	435,13	680,31
9,00	-859,03	-510,85	119,98	278,15	328,08	533,06

**Verifiche geotecniche**

**Simbologia adottata**

IC	Indice della combinazione
Nc, Nq, Ng	Fattori di capacità portante
Nc, Nq, Ng	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
qu	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
QU	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
Qv	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
FS	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	Nc	Nq	Nγ	N'c	N'q	N'γ	qu	QU	Qγ	FS
1	42,16	29,44	31,15	61,83	36,01	38,09	17419	485116,10	3668,14	132,25
2	42,16	29,44	31,15	40,00	26,16	19,41	10395	289487,49	2965,44	97,62
3	42,16	29,44	31,15	39,27	25,68	18,29	9996	278378,58	2677,85	103,96
4	42,16	29,44	31,15	40,00	26,16	19,41	10370	288806,37	2965,44	97,39
5	42,16	29,44	31,15	39,27	25,68	18,29	9970	277674,73	2677,85	103,69
6	42,16	29,44	31,15	61,83	36,01	38,09	17425	485291,55	4056,91	119,62
7	42,16	29,44	31,15	48,25	31,55	33,34	14916	415400,42	3846,34	108,00
8	42,16	29,44	31,15	48,25	31,55	33,34	15020	418304,85	3870,96	108,06
9	42,16	29,44	31,15	61,83	36,01	38,09	17419	485126,68	3687,72	131,55

**9.2 Muri d'ala**

**9.2.1 Sezione di calcolo per altezza compresa tra i 9.65 m e i 5.75 m**

**Geometria scatolare**

Descrizione:	Scatolare tipo vasca
Altezza esterna	10,85 [m]
Larghezza esterna	30,60 [m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore piedritto sinistro	1,40 [m]
Spessore piedritto destro	1,40 [m]
Spessore fondazione	1,20 [m]

**Caratteristiche strati terreno**

**Strato di rinfiacco**

Descrizione	Terreno di rinfiacco	
Peso di volume	18,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20,00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	10	[kPa/cm]

**Strato di base**

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19,00	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19,00	[kN/mc]
Angolo di attrito	34,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	34,00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	100	[kPa/cm]
Tensione limite	200	[kPa]

### Caratteristiche materiali utilizzati

#### Materiale calcestruzzo

$R_{ck}$ calcestruzzo	40000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24,5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	33149080	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso ( $n'$ )	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls ( $n$ )	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

### Condizioni di carico

#### Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso  
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra  
 Coppie concentrate positive se antiorarie  
 Ascisse X (espresse in m) positive verso destra  
 Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto  
 Carichi concentrati espressi in kN  
 Coppie concentrate espressi in kNm  
 Carichi distribuiti espressi in kN/m

#### Simbologia adottata e unità di misura

##### Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati  
 Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati  
 $F_y$  componente Y del carico concentrato  
 $F_x$  componente X del carico concentrato  
 M momento

##### Forze distribuite

$X_i, X_f$  ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali  
 $Y_i, Y_f$  ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali  
 $V_{ni}$  componente normale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{nf}$  componente normale del carico distribuito nel punto finale  
 $V_{si}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{sf}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale  
 $D_{te}$  variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi  
 $D_{ti}$  variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

#### Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

#### Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

#### Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

#### Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

#### Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

#### Condizione di carico n° 7 (Condizione 4)

Distr	Terreno	$X_i = -10,85$	$X_f = 0,50$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$
Distr	Terreno	$X_i = 31,10$	$X_f = 42,45$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$

#### Condizione di carico n° 8 (PIEDRITTO CX)

Conc	Fondaz.	$X = 15,80$	$F_y = 168,00$	$F_x = 0,00$	$M = 0,00$
------	---------	-------------	----------------	--------------	------------

### Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

**Stato Limite Ultimo**

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura
$A_{sw}$	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e $\sigma_{cp}$

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

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

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 4,00 [cm]

**Descrizione combinazioni di carico**

**Simbologia adottata**

$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\psi$	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

**Simbologia adottata**

$\gamma_{G1sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G1fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G2sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_{G2fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_Q$	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\theta}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

**Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	1,00	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1,30	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1fav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1sfav}$	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,35	1,15
Termici	Favorevole	$\gamma_{sfav}$	0,00	0,00

Termici	Sfavorevole	$\gamma_{sfav}$	1,20	1,20
---------	-------------	-----------------	------	------

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,25
Coesione efficace		$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale		$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume		$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1fav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1sfav}$	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00
Termici	Favorevole	$\gamma_{sfav}$	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{sfav}$	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,00
Coesione efficace		$\gamma_{c'}$	1,00	1,00
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale		$\gamma_{qu}$	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume		$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 4	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

## Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso  
 X ascisse (espresse in m) positive verso destra  
 Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto  
 M momento espresso in kNm  
 V taglio espresso in kN  
 SN sforzo normale espresso in kN  
 ux spostamento direzione X espresso in cm  
 uy spostamento direzione Y espresso in cm  
 $\sigma_t$  pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta  
 I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**  
 Metodo di calcolo della portanza

Pressione geostatica

Meyerhof

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]  
 a Riposo [combinazione 2]

a Riposo [combinazione 3]  
a Riposo [combinazione 4]  
a Riposo [combinazione 5]  
a Riposo [combinazione 6]  
a Riposo [combinazione 7]  
a Riposo [combinazione 8]  
a Riposo [combinazione 9]

Sisma

**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g =$  0.60 [m/s<sup>2</sup>]  
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50  
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.20  
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 1.00  
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 10.97$   
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 5.49$

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g =$  0.00 [m/s<sup>2</sup>]  
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50  
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.20  
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ ) 1.00  
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50  
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 0.00$   
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)  $k_v=0.50 * k_h = 0.00$   
Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica Wood

Angolo diffusione sovraccarico 30,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,500	0,000
2	0,500	0,000
3	0,500	0,553
4	0,500	0,553
5	0,500	0,553
6	0,500	0,553
7	0,500	0,000
8	0,500	0,000
9	0,500	0,000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione 323  
Numero elementi piedritto sinistro 104  
Numero elementi piedritto destro 104  
Numero molle piedritto sinistro 105  
Numero molle piedritto destro 105

**Analisi della combinazione n° 1**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	Q[Pa]
-20,85	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 126945,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 126945,0 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,85	-10,85	0,0
-10,85	0,50	15000,0
0,50	31,10	0,0
31,10	42,45	15000,0
42,45	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 7500,0 [Pa] Pressione inf. 134445,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 7500,0 [Pa] Pressione inf. 134445,0 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,85	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 97650,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 97650,0 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 21429,4 [Pa] Pressione inf. 21429,4 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,85	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 97650,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 97650,0 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 21429,4 [Pa] Pressione inf. 21429,4 [Pa]



### Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,85	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 97650,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 97650,0 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 21429,4 [Pa]	Pressione inf. 21429,4 [Pa]
------------------	-----------------------------	-----------------------------

### Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,85	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 97650,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 97650,0 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro	Pressione sup. 21429,4 [Pa]	Pressione inf. 21429,4 [Pa]
------------------	-----------------------------	-----------------------------

### Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,85	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 97650,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 97650,0 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,85	-10,85	0,0
-10,85	0,50	7500,0
0,50	31,10	0,0
31,10	42,45	7500,0
42,45	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 3750,0 [Pa]	Pressione inf. 101400,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 3750,0 [Pa]	Pressione inf. 101400,0 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 9**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-20,85	-10,85	0,0
-10,85	0,50	10000,0
0,50	31,10	0,0
31,10	42,45	10000,0
42,45	52,45	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 5000,0 [Pa]	Pressione inf. 102650,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 5000,0 [Pa]	Pressione inf. 102650,0 [Pa]

## Spostamenti

### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,023	0,857
7,86	0,012	0,823
15,80	0,000	0,643
23,74	-0,012	0,823
31,60	-0,023	0,857

### Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,023	0,931
5,73	0,561	0,934
10,85	1,235	0,936

### Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,023	0,931
5,73	-0,561	0,934
10,85	-1,235	0,936

### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,025	0,698
7,86	0,014	0,858
15,80	0,000	0,687
23,74	-0,014	0,858
31,60	-0,025	0,698

### Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,025	0,822
5,73	0,830	0,826
10,85	1,810	0,828

### Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,025	0,822
5,73	-0,830	0,826
10,85	-1,810	0,828

### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	4,669	0,115
7,86	4,657	0,766
15,80	4,642	0,665
23,74	4,627	0,767
31,60	4,614	0,112

### Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,669	0,348

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

5,73	6,001	0,351
10,85	7,572	0,352

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,614	0,346
5,73	3,284	0,349
10,85	1,727	0,350

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	4,719	-0,014
7,86	4,707	0,720
15,80	4,692	0,643
23,74	4,677	0,719
31,60	4,663	-0,011

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,719	0,234
5,73	6,114	0,236
10,85	7,748	0,237

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	4,663	0,236
5,73	3,280	0,238
10,85	1,672	0,239

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	-4,663	-0,011
7,86	-4,677	0,719
15,80	-4,692	0,643
23,74	-4,707	0,720
31,60	-4,719	-0,014

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,663	0,236
5,73	-3,280	0,238
10,85	-1,672	0,239

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,719	0,234
5,73	-6,114	0,236
10,85	-7,748	0,237

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	-4,614	0,112
7,86	-4,627	0,767
15,80	-4,642	0,665
23,74	-4,657	0,766
31,60	-4,669	0,115

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,614	0,346
5,73	-3,284	0,349
10,85	-1,727	0,350

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-4,669	0,348
5,73	-6,001	0,351
10,85	-7,572	0,352

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,017	0,660
7,86	0,009	0,633
15,80	0,000	0,494
23,74	-0,009	0,633
31,60	-0,017	0,660

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,017	0,716
5,73	0,431	0,719
10,85	0,950	0,720

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,017	0,716
5,73	-0,431	0,719
10,85	-0,950	0,720

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,019	0,580
7,86	0,010	0,651
15,80	0,000	0,517
23,74	-0,010	0,651
31,60	-0,019	0,580

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,019	0,662
5,73	0,566	0,665
10,85	1,238	0,666

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,019	0,662
5,73	-0,566	0,665
10,85	-1,238	0,666

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,019	0,554
7,86	0,010	0,656
15,80	0,000	0,524
23,74	-0,010	0,656
31,60	-0,019	0,554

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,019	0,644
5,73	0,611	0,647
10,85	1,334	0,648

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,019	0,644
5,73	-0,611	0,647
10,85	-1,334	0,648

**Sollecitazioni**

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	3,5728	-0,1464
7,86	88,0623	-138,5521	614,4750
15,80	125,8402	-106,0101	614,4750
23,74	88,0636	146,7235	614,4750
31,60	0,0000	-3,5728	-0,1464

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2100,1696	614,6214	457,3649
5,73	-262,5939	153,6827	228,6825
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2100,1696	-614,6214	457,3649
5,73	-262,5939	-153,6827	228,6825
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	2,9103	-0,1647
7,86	-43,9096	-172,9215	691,3316
15,80	134,5738	-105,7883	691,3316
23,74	-43,9077	181,4389	691,3316
31,60	0,0000	-2,9103	-0,1647

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2494,1540	691,4964	457,3649

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

5,73	-361,0900	192,1202	228,6825
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2494,1540	-691,4964	457,3649
5,73	-361,0900	-192,1202	228,6825
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	0,4811	-30,3142
7,86	-392,3500	-224,4757	726,0904
15,80	121,3607	-80,5612	751,7312
23,74	-395,4610	232,6771	777,3719
31,60	0,0000	-0,4680	29,9559

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2939,0715	731,0406	371,1208
5,73	-532,8844	247,3449	185,5604
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2946,3821	-772,7800	371,1208
5,73	-487,7568	-233,6671	185,5604
10,85	0,0000	-8,6246	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	0,0000	-30,6363
7,86	-446,3241	-226,7480	725,7683
15,80	88,7751	-80,9273	751,4091
23,74	-443,6126	233,3790	777,0498
31,60	0,0000	0,0000	30,2781

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2939,0715	731,0406	332,5175
5,73	-532,8844	247,3449	166,2588
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2932,7644	-772,1357	332,5175
5,73	-481,4471	-231,8950	166,2588
10,85	0,0000	-8,3481	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	0,0000	30,2782
7,86	-443,6155	-226,2378	777,0498
15,80	88,7751	-80,6906	751,4091
23,74	-446,3210	233,8935	725,7683
31,60	0,0000	0,0000	-30,6363

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2932,7637	772,1356	332,5175
5,73	-481,4467	231,8949	166,2588
10,85	0,0000	8,3481	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2939,0715	-731,0406	332,5175
5,73	-532,8844	-247,3449	166,2588
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	0,4680	29,9559
7,86	-395,4638	-225,0645	777,3719
15,80	121,3607	-80,8320	751,7312
23,74	-392,3470	232,0831	726,0904
31,60	0,0000	-0,4811	-30,3142

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2946,3815	772,7800	371,1208
5,73	-487,7565	233,6670	185,5604
10,85	0,0000	8,6246	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-2939,0715	-731,0406	371,1208
5,73	-532,8844	-247,3449	185,5604
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	2,7483	-0,1126
7,86	67,7402	-106,5785	472,6730
15,80	96,8001	-81,5462	472,6730
23,74	67,7412	112,8642	472,6730
31,60	0,0000	-2,7483	-0,1126

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1615,5151	472,7857	351,8192
5,73	-201,9953	118,2175	175,9096
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1615,5151	-472,7857	351,8192
5,73	-201,9953	-118,2175	175,9096
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)**



CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	2,4170	-0,1218
7,86	1,7543	-123,7632	511,1014
15,80	101,1669	-81,4353	511,1014
23,74	1,7556	130,2219	511,1014
31,60	0,0000	-2,4170	-0,1218

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1812,5073	511,2232	351,8192
5,73	-251,2434	137,4362	175,9096
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1812,5073	-511,2232	351,8192
5,73	-251,2434	-137,4362	175,9096
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	2,3066	-0,1248
7,86	-20,2410	-129,4914	523,9108
15,80	102,6225	-81,3984	523,9108
23,74	-20,2397	136,0079	523,9108
31,60	0,0000	-2,3066	-0,1248

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1878,1713	524,0357	351,8192
5,73	-267,6594	143,8425	175,9096
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-1878,1713	-524,0357	351,8192
5,73	-267,6594	-143,8425	175,9096
10,85	0,0000	0,0000	0,0000

**Pressioni terreno**

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	86
7,86	82
15,80	64
23,74	82
31,60	86

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	70
7,86	86
15,80	69
23,74	86
31,60	70

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	12
7,86	77
15,80	67
23,74	77
31,60	11

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	0
7,86	72
15,80	64
23,74	72
31,60	0

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	0
7,86	72
15,80	64
23,74	72
31,60	0

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	11
7,86	77
15,80	67
23,74	77
31,60	12

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	66
7,86	63
15,80	49
23,74	63
31,60	66

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	58
7,86	65
15,80	52
23,74	65
31,60	58

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	55
7,86	66
15,80	52
23,74	66
31,60	55

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

X [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0,00	-4,6634	4,7185	-0,0140	0,8575
7,86	-4,6766	4,7066	0,6331	0,8579
15,80	-4,6919	4,6919	0,4943	0,6873
23,74	-4,7066	4,6766	0,6331	0,8579
31,52	-4,7185	4,6634	-0,0140	0,8575

**Inviluppo spostamenti piedritto sinistro**

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0,60	-4,6634	4,7186	0,2337	0,9306
5,73	-3,2836	6,1142	0,2365	0,9344
10,85	-1,7274	7,7485	0,2374	0,9357

**Inviluppo spostamenti piedritto destro**

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [cm]	u <sub>Xmax</sub> [cm]	u <sub>Ymin</sub> [cm]	u <sub>Ymax</sub> [cm]
0,60	-4,7186	4,6634	0,2337	0,9306
5,73	-6,1142	3,2836	0,2365	0,9344
10,85	-7,7485	1,7274	0,2374	0,9357

**Inviluppo sollecitazioni nodali**

**Inviluppo sollecitazioni fondazione**

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,00	0,00	0,00	0,00	3,57	-30,64	30,28
7,86	-446,32	88,06	-226,75	-106,58	472,67	777,37
15,80	88,78	134,57	-106,01	-80,56	472,67	751,73
23,74	-446,32	88,06	112,86	233,89	472,67	777,37
31,60	0,00	0,00	-3,57	0,00	-30,64	30,28

**Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,60	-2946,38	-1615,52	472,79	772,78	332,52	457,36
5,73	-532,88	-202,00	118,22	247,34	166,26	228,68
10,85	0,00	0,00	0,00	8,62	0,00	0,00

**Inviluppo sollecitazioni piedritto destro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,60	-2946,38	-1615,52	-772,78	-472,79	332,52	457,36
5,73	-532,88	-202,00	-247,34	-118,22	166,26	228,68
10,85	0,00	0,00	-8,62	0,00	0,00	0,00

**Inviluppo pressioni terreno**

**Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione**

X [m]	σ <sub>tmin</sub> [kPa]	σ <sub>tmax</sub> [kPa]
0,00	0	86
7,86	63	86
15,80	49	69
23,74	63	86
31,60	0	86

## Verifiche geotecniche

### Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
Nc, Nq, Ng	Fattori di capacità portante
Nc, Nq, Ng	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
qu	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
Qu	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m]
Q <sub>v</sub>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	Nc	Nq	N <sub>γ</sub>	N' <sub>c</sub>	N' <sub>q</sub>	N' <sub>γ</sub>	qu	Q <sub>U</sub>	Q <sub>V</sub>	FS
1	42,16	29,44	31,15	59,33	35,20	37,24	18536	585745,24	2567,53	228,14
2	42,16	29,44	31,15	59,33	35,20	37,24	18536	585745,24	2582,53	226,81
3	42,16	29,44	31,15	36,74	24,19	15,26	9500	300215,70	2064,63	145,41
4	42,16	29,44	31,15	35,81	23,57	13,95	8971	283486,62	1885,42	150,36
5	42,16	29,44	31,15	35,81	23,57	13,95	8971	283486,61	1885,42	150,36
6	42,16	29,44	31,15	36,74	24,19	15,26	9500	300215,70	2064,63	145,41

## 9.2.2 Sezione di calcolo per altezza compresa tra i 5.75 m e i 1.85 m

### Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare tipo vasca	
Altezza esterna	6,95	[m]
Larghezza esterna	32,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,50	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50	[m]
Spessore piedritto sinistro	1,00	[m]
Spessore piedritto destro	1,00	[m]
Spessore fondazione	1,20	[m]

### Caratteristiche strati terreno

#### Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	18,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	18,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20,00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	10	[kPa/cm]

#### Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19,00	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19,00	[kN/mc]
Angolo di attrito	34,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	34,00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	100	[kPa/cm]
Tensione limite	200	[kPa]

### Caratteristiche materiali utilizzati

#### Materiale calcestruzzo

R <sub>ck</sub> calcestruzzo	40000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24,5170	[kN/mc]

Modulo elastico E	33149080	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

## Condizioni di carico

### Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso  
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra  
 Coppie concentrate positive se antiorarie  
 Ascisse X (espresse in m) positive verso destra  
 Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto  
 Carichi concentrati espressi in kN  
 Coppie concentrate espressi in kNm  
 Carichi distribuiti espressi in kN/m

### Simbologia adottata e unità di misura

#### Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati  
 Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati  
 $F_y$  componente Y del carico concentrato  
 $F_x$  componente X del carico concentrato  
 M momento

#### Forze distribuite

$X_i, X_f$  ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali  
 $Y_i, Y_f$  ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali  
 $V_{ni}$  componente normale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{nf}$  componente normale del carico distribuito nel punto finale  
 $V_{si}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{sf}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale  
 $D_{te}$  variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi  
 $D_{ti}$  variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

### Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

### Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

### Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

### Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

### Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

### Condizione di carico n° 7 (Condizione 4)

Distr	Terreno	$X_i = -6,95$	$X_f = 0,50$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$
Distr	Terreno	$X_i = 32,50$	$X_f = 39,95$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$

### Condizione di carico n° 8 (PIEDRITTO CX)

Conc	Fondaz.	$X = 16,50$	$F_y = 61,00$	$F_x = 0,00$	$M = 0,00$
------	---------	-------------	---------------	--------------	------------

## Impostazioni di progetto

### Verifica materiali:

#### Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

### Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg}^2\theta)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b <sub>w</sub>	larghezza minima sezione [mm]
σ <sub>cp</sub>	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
ρ <sub>l</sub>	rapporto geometrico di armatura
A <sub>sw</sub>	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α <sub>c</sub>	coefficiente maggiorativo, funzione di f <sub>cd</sub> e σ <sub>cp</sub>

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

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

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 4,00 [cm]

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

### Simbologia adottata

γ <sub>G1sfav</sub>	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ <sub>G1fav</sub>	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ <sub>G2sfav</sub>	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ <sub>G2fav</sub>	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ <sub>Q</sub>	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
γ <sub>tanφ'</sub>	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ <sub>c'</sub>	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ <sub>cu</sub>	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ <sub>qu</sub>	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ <sub>G1fav</sub>	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ <sub>G1sfav</sub>	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ <sub>G2fav</sub>	1,00	0,80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ <sub>G2sfav</sub>	1,30	1,30
Variabili	Favorevole	γ <sub>Qfav</sub>	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ <sub>Qsfav</sub>	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ <sub>Qfav</sub>	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ <sub>Qsfav</sub>	1,35	1,15
Termici	Favorevole	γ <sub>efav</sub>	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ <sub>esfav</sub>	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	γ <sub>tanφ'</sub>	1,00	1,25
Coesione efficace	γ <sub>c'</sub>	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ <sub>cu</sub>	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ <sub>qu</sub>	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ <sub>γ</sub>	1,00	1,00

### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1fav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1sfav}$	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00
Termici	Favorevole	$\gamma_{efav}$	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{esfav}$	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,00
Coesione efficace		$\gamma_{c'}$	1,00	1,00
Resistenza non drenata		$\gamma_{cu}$	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale		$\gamma_{qu}$	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume		$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Condizione 4	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
PIEDRITTO CX	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Condizione 4	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

## Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso  
 X ascisse (espresse in m) positive verso destra  
 Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto  
 M momento espresso in kNm  
 V taglio espresso in kN  
 SN sforzo normale espresso in kN  
 ux spostamento direzione X espresso in cm  
 uy spostamento direzione Y espresso in cm  
 $\sigma_t$  pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta  
 I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**  
 Metodo di calcolo della portanza

Pressione geostatica

Meyerhof

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]  
 a Riposo [combinazione 2]  
 a Riposo [combinazione 3]  
 a Riposo [combinazione 4]  
 a Riposo [combinazione 5]  
 a Riposo [combinazione 6]  
 a Riposo [combinazione 7]  
 a Riposo [combinazione 8]  
 a Riposo [combinazione 9]

Sisma

**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g =$   
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

0.60 [m/s<sup>2</sup>]  
 1.50



Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 10.97$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 5.49$

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare

Spinta sismica Wood

Angolo diffusione sovraccarico 30,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,500	0,000
2	0,500	0,000
3	0,500	0,553
4	0,500	0,553
5	0,500	0,553
6	0,500	0,553
7	0,500	0,000
8	0,500	0,000
9	0,500	0,000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	338
Numero elementi piedritto sinistro	64
Numero elementi piedritto destro	64
Numero molle piedritto sinistro	65
Numero molle piedritto destro	65

**Analisi della combinazione n° 1**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	Q[Pa]
-16,95	49,95	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 81315,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 81315,0 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 2**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	Q[Pa]
-------	-------	-------

-16,95	-6,95	0,0
-6,95	0,50	15000,0
0,50	32,50	0,0
32,50	39,95	15000,0
39,95	49,95	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 7500,0 [Pa]	Pressione inf. 88815,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 7500,0 [Pa]	Pressione inf. 88815,0 [Pa]

**Analisi della combinazione n° 3**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	Q[Pa]
-16,95	49,95	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 62550,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 62550,0 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 13726,9 [Pa]	Pressione inf. 13726,9 [Pa]
--------------------	-----------------------------	-----------------------------

**Analisi della combinazione n° 4**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	Q[Pa]
-16,95	49,95	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 62550,0 [Pa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0,0 [Pa]	Pressione inf. 62550,0 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 13726,9 [Pa]	Pressione inf. 13726,9 [Pa]
--------------------	-----------------------------	-----------------------------

**Analisi della combinazione n° 5**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	Q[Pa]
-16,95	49,95	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 62550,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 62550,0 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 13726,9 [Pa] Pressione inf. 13726,9 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-16,95	49,95	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 62550,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 62550,0 [Pa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto destro Pressione sup. 13726,9 [Pa] Pressione inf. 13726,9 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-16,95	49,95	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 62550,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 0,0 [Pa] Pressione inf. 62550,0 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-16,95	-6,95	0,0
-6,95	0,50	7500,0
0,50	32,50	0,0
32,50	39,95	7500,0
39,95	49,95	0,0

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 3750,0 [Pa] Pressione inf. 66300,0 [Pa]

Piedritto destro Pressione sup. 3750,0 [Pa] Pressione inf. 66300,0 [Pa]

### Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0 [Pa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[Pa]
-16,95	-6,95	0,0
-6,95	0,50	10000,0
0,50	32,50	0,0
32,50	39,95	10000,0
39,95	49,95	0,0

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 5000,0 [Pa] Pressione inf. 67550,0 [Pa]  
 Piedritto destro Pressione sup. 5000,0 [Pa] Pressione inf. 67550,0 [Pa]

## Spostamenti

#### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,009	0,859
8,25	0,005	0,525
16,50	0,000	0,414
24,75	-0,005	0,525
33,00	-0,009	0,859

#### Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,009	0,826
3,77	-0,039	0,828
6,95	-0,051	0,828

#### Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,009	0,826
3,77	0,039	0,828
6,95	0,051	0,828

#### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,011	0,817
8,25	0,006	0,539
16,50	0,000	0,426
24,75	-0,006	0,539
33,00	-0,011	0,817

#### Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,011	0,797

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

3,77	0,024	0,798
6,95	0,088	0,799

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,011	0,797
3,77	-0,024	0,798
6,95	-0,088	0,799

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	3,082	0,548
8,25	3,077	0,451
16,50	3,071	0,379
24,75	3,064	0,470
33,00	3,057	0,446

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	3,082	0,558
3,77	3,201	0,559
6,95	3,381	0,560

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	3,057	0,484
3,77	2,821	0,485
6,95	2,495	0,485

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	3,098	0,471
8,25	3,093	0,414
16,50	3,086	0,351
24,75	3,079	0,432
33,00	3,073	0,370

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	3,098	0,487
3,77	3,235	0,488
6,95	3,434	0,488

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	3,073	0,413
3,77	2,819	0,414
6,95	2,476	0,415

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	-3,073	0,370
8,25	-3,079	0,432
16,50	-3,086	0,351
24,75	-3,093	0,414
33,00	-3,098	0,471

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-3,073	0,413
3,77	-2,819	0,414
6,95	-2,476	0,415

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-3,098	0,487
3,77	-3,235	0,488
6,95	-3,434	0,488

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	-3,057	0,446
8,25	-3,064	0,470
16,50	-3,071	0,379
24,75	-3,077	0,451
33,00	-3,082	0,548

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-3,057	0,484
3,77	-2,821	0,485
6,95	-2,495	0,485

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-3,082	0,558
3,77	-3,201	0,559
6,95	-3,381	0,560

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,007	0,661
8,25	0,004	0,404
16,50	0,000	0,318
24,75	-0,004	0,404
33,00	-0,007	0,661

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,007	0,635
3,77	-0,030	0,637
6,95	-0,039	0,637

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,007	0,635
3,77	0,030	0,637
6,95	0,039	0,637

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)**

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,008	0,641
8,25	0,004	0,411
16,50	0,000	0,324
24,75	-0,004	0,411
33,00	-0,008	0,641

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,008	0,622
3,77	0,001	0,623
6,95	0,027	0,623

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,008	0,622
3,77	-0,001	0,623
6,95	-0,027	0,623

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,00	0,008	0,633
8,25	0,004	0,413
16,50	0,000	0,326
24,75	-0,004	0,413
33,00	-0,008	0,633

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	0,008	0,616
3,77	0,012	0,617
6,95	0,052	0,618

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,60	-0,008	0,616
3,77	-0,012	0,617
6,95	-0,052	0,618

**Sollecitazioni**

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	3,5807	-0,0603
8,25	238,7809	-10,4150	238,2046
16,50	68,3147	-37,5960	238,2046
24,75	238,7809	15,6312	238,2046
33,00	0,0000	-3,5807	-0,0603

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-509,3212	238,2649	202,3880
3,77	-65,5870	60,6450	101,1940
6,95	0,0000	0,2556	0,0000

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-509,3212	-238,2649	202,3880
3,77	-65,5870	-60,6450	101,1940
6,95	0,0000	-0,2556	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	3,4021	-0,0717
8,25	203,7843	-21,4779	283,4457
16,50	77,7187	-37,5350	283,4457
24,75	203,7843	26,8319	283,4457
33,00	0,0000	-3,4021	-0,0717

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-650,6357	283,5174	202,3880
3,77	-100,2714	82,8074	101,1940
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-650,6357	-283,5174	202,3880
3,77	-100,2714	-82,8074	101,1940
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	2,2827	-20,0207
8,25	93,6155	-36,2924	292,3311
16,50	72,1348	-25,1913	318,9473
24,75	2,7445	58,9049	345,5635
33,00	0,0000	-1,8600	19,8592

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-715,1608	285,7035	164,2242
3,77	-130,7998	97,5046	82,1121
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-947,6258	-352,3526	164,2242
3,77	-201,4733	-131,1294	82,1121
6,95	0,0000	-12,4667	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,9625	-20,1221
8,25	69,5736	-38,0619	292,2296
16,50	60,2987	-25,3570	318,8458
24,75	-20,4970	60,1431	345,4620
33,00	0,0000	-1,5435	19,9607



**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-715,1608	285,7035	147,1419
3,77	-130,7998	97,5046	73,5710
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-945,5780	-352,1495	147,1419
3,77	-200,5385	-130,7169	73,5710
6,95	0,0000	-12,3724	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,5435	19,9607
8,25	-20,4970	-55,8512	345,4620
16,50	60,2987	-32,1515	318,8458
24,75	69,5736	42,1699	292,2296
33,00	0,0000	-1,9625	-20,1221

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-945,5780	352,1495	147,1419
3,77	-200,5385	130,7169	73,5710
6,95	0,0000	12,3724	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-715,1608	-285,7035	147,1419
3,77	-130,7998	-97,5046	73,5710
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,8600	19,8592
8,25	2,7445	-54,2398	345,5635
16,50	72,1348	-32,0462	318,9473
24,75	93,6155	40,7720	292,3311
33,00	0,0000	-2,2827	-20,0207

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-947,6258	352,3526	164,2242
3,77	-201,4733	131,1294	82,1121
6,95	0,0000	12,4667	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-715,1608	-285,7035	164,2242
3,77	-130,7998	-97,5046	82,1121
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

CA-349

**Relazione Tecnica e di Calcolo – Galleria Artificiale**

0,00	0,0000	2,7544	-0,0464
8,25	183,6776	-8,0116	183,2343
16,50	52,5498	-28,9200	183,2343
24,75	183,6776	12,0240	183,2343
33,00	0,0000	-2,7544	-0,0464

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-391,7855	183,2807	155,6830
3,77	-50,4515	46,6500	77,8415
6,95	0,0000	0,1966	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-391,7855	-183,2807	155,6830
3,77	-50,4515	-46,6500	77,8415
6,95	0,0000	-0,1966	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	2,6699	-0,0520
8,25	167,0180	-13,3261	205,3099
16,50	57,1739	-28,8908	205,3099
24,75	167,0180	17,4053	205,3099
33,00	0,0000	-2,6699	-0,0520

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-459,9430	205,3619	155,6830
3,77	-66,9543	57,2869	77,8415
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-459,9430	-205,3619	155,6830
3,77	-66,9543	-57,2869	77,8415
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	2,6373	-0,0540
8,25	160,6848	-15,2993	213,1571
16,50	58,7877	-28,8799	213,1571
24,75	160,6848	19,4028	213,1571
33,00	0,0000	-2,6373	-0,0540

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-484,9870	213,2110	155,6830
3,77	-73,2547	61,2557	77,8415
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,60	-484,9870	-213,2110	155,6830

3,77	-73,2547	-61,2557	77,8415
6,95	0,0000	0,0000	0,0000

## Pressioni terreno

### Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	86
8,25	53
16,50	41
24,75	53
33,00	86

### Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	82
8,25	54
16,50	43
24,75	54
33,00	82

### Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	55
8,25	45
16,50	38
24,75	47
33,00	45

### Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	47
8,25	41
16,50	35
24,75	43
33,00	37

### Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	37
8,25	43
16,50	35
24,75	41
33,00	47

### Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	45
8,25	47
16,50	38
24,75	45
33,00	55

### Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	66
8,25	40
16,50	32
24,75	40
33,00	66

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	64
8,25	41
16,50	32
24,75	41
33,00	64

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	$\sigma_t$ [kPa]
0,00	63
8,25	41
16,50	33
24,75	41
33,00	63

**Inviluppo spostamenti nodali**

**Inviluppo spostamenti fondazione**

X [m]	$u_{xmin}$ [cm]	$u_{xmax}$ [cm]	$u_{ymin}$ [cm]	$u_{ymax}$ [cm]
0,00	-3,0727	3,0976	0,3704	0,8594
8,25	-3,0793	3,0925	0,4039	0,5390
16,50	-3,0862	3,0862	0,3181	0,4258
24,75	-3,0925	3,0793	0,4039	0,5390
32,92	-3,0976	3,0727	0,3704	0,8594

**Inviluppo spostamenti piedritto sinistro**

Y [m]	$u_{xmin}$ [cm]	$u_{xmax}$ [cm]	$u_{ymin}$ [cm]	$u_{ymax}$ [cm]
0,60	-3,0728	3,0976	0,4134	0,8261
3,77	-2,8213	3,2350	0,4144	0,8275
6,95	-2,4953	3,4339	0,4148	0,8280

**Inviluppo spostamenti piedritto destro**

Y [m]	$u_{xmin}$ [cm]	$u_{xmax}$ [cm]	$u_{ymin}$ [cm]	$u_{ymax}$ [cm]
0,60	-3,0976	3,0728	0,4134	0,8261
3,77	-3,2350	2,8213	0,4144	0,8275
6,95	-3,4339	2,4953	0,4148	0,8280

**Inviluppo sollecitazioni nodali**

**Inviluppo sollecitazioni fondazione**

X [m]	$M_{min}$ [kNm]	$M_{max}$ [kNm]	$V_{min}$ [kN]	$V_{max}$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]
0,00	0,00	0,00	1,54	3,58	-20,12	19,96
8,25	-20,50	238,78	-55,85	-8,01	183,23	345,56
16,50	52,55	77,72	-37,60	-25,19	183,23	318,95
24,75	-20,50	238,78	12,02	60,14	183,23	345,56
33,00	0,00	0,00	-3,58	-1,54	-20,12	19,96

**Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro**

Y [m]	$M_{min}$ [kNm]	$M_{max}$ [kNm]	$V_{min}$ [kN]	$V_{max}$ [kN]	$N_{min}$ [kN]	$N_{max}$ [kN]
0,60	-947,63	-391,79	183,28	352,35	147,14	202,39
3,77	-201,47	-50,45	46,65	131,13	73,57	101,19
6,95	0,00	0,00	0,00	12,47	0,00	0,00

**Inviluppo sollecitazioni piedritto destro**

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,60	-947,63	-391,79	-352,35	-183,28	147,14	202,39
3,77	-201,47	-50,45	-131,13	-46,65	73,57	101,19
6,95	0,00	0,00	-12,47	0,00	0,00	0,00

**Inviluppo pressioni terreno**

**Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione**

X [m]	$\sigma_{tmin}$ [kPa]	$\sigma_{tmax}$ [kPa]
0,00	37	86
8,25	40	54
16,50	32	43
24,75	40	54
33,00	37	86

**Verifiche geotecniche**

**Simbologia adottata**

IC	Indice della combinazione
Nc, Nq, N <sub>g</sub>	Fattori di capacità portante
Nc, Nq, N <sub>g</sub>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
qu	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
Q <sub>U</sub>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
Q <sub>Y</sub>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
FS	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	Nc	Nq	N <sub>g</sub>	N' <sub>c</sub>	N' <sub>q</sub>	N' <sub>g</sub>	qu	Q <sub>U</sub>	Q <sub>Y</sub>	FS
1	42,16	29,44	31,15	56,23	34,21	36,20	16118	531883,53	1880,76	282,80
2	42,16	29,44	31,15	56,23	34,21	36,20	16118	531883,53	1895,76	280,56
3	42,16	29,44	31,15	37,28	25,07	18,15	8989	296639,91	1517,09	195,53
4	42,16	29,44	31,15	36,50	24,55	16,95	8527	281380,23	1376,39	204,43
5	42,16	29,44	31,15	36,50	24,55	16,95	8527	281380,23	1376,39	204,43
6	42,16	29,44	31,15	37,28	25,07	18,15	8989	296639,91	1517,09	195,53

**9.3 Travi c.a.p. soletta di copertura**

# ANAS

## SS131 - CODROGIANOS

### GALLERIA ARTIFICIALE

SIGMAC ed. 9.4 - 02/2019 - SIGMAc SOFT - programma calcolo ponti

Unità correnti: lunghezza= m    forza= KN

## 1 Dati

travi prefabbricate più soletta collaborante

### 1.1 Trave prefabbricata H60

Altezza della sezione	0.60	[m]
Spessore complessivo anime	7000.00	[m]
Area sezione di calcestruzzo	0.42	[m <sup>2</sup> ]
Ordinata y baricentro	0.30	[m]
Ascissa x baricentro	0.00	[m]
J baricentro	0.01	[m <sup>4</sup> ]
Coefficiente torsionale	0.02	[m <sup>4</sup> ]

### 1.2 Geometria getto in opera

Lunghezza in direz. X	13.75	[m]
Altezza della sezione	0.30	[m]
Area sezione	2.31	[m <sup>2</sup> ]
Z baricentro	0.75	[m]
J baricentrico	0.02	[m <sup>4</sup> ]

## 2 Carichi applicati

### 2.1 Carichi permanenti

#### 2.1.1 Distribuiti uniformi

Peso unitario pavimentazione = 0.00 [KN/m<sup>2</sup>]

Peso totale pavimentazione = 0.00 [KN]

permanentemente portati 30.50 [KN/m<sup>2</sup>]

Totale sull'impalcato = 234.85 [KN]

### 2.2 Carichi accidentali

Sovraccarico accidentale = 10.00 [KN/m<sup>2</sup>]

### 3 Coefficienti di combinazione

I coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (A1 STR) valgono:

	$\gamma_{sup.}$	$\gamma_{inf.}$
Coeff. sicurezza carichi permanenti strutturali	1.30	1.00
Coeff. sicurezza carichi permanenti non strutturali	1.30	1.00
Coeff. sicurezza carichi traffico	1.50	0.00
Coeff. sicurezza carichi variabili	1.50	0.00

I coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali da utilizzare nelle combinazioni di carico agli SLE valgono:

Carico	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
gruppo 1 - Schema 1 - carichi distribuiti	0.75	0.75	0.00
gruppo 1 - Schema 1 - carichi tandem	0.75	0.75	0.00
gruppi 2 - frenatura/centrifuga	0.00	0.00	0.00
gruppo 3 - Schema 5	0.00	0.00	0.00
gruppo 4 - Schema 5 (folla)	0.75	0.75	0.00
gruppo 5 - veicoli speciali	0.00	0.00	0.00
gruppo 1 - Schema 2 (asse singolo)	0.75	0.75	0.00
vento a ponte scarico	0.60	0.20	0.00
termico	0.60	0.60	0.50

### 4 Metodo di Massonnet

Non è stata messa in conto la rigidezza torsionale della sezione trave+soletta.

Non è stata messa in conto la rigidezza torsionale della sezione traverso+soletta.

L	13.25
B	3.85
L1	1.00
B1	0.70
Ap	0.6121
Dp	0.44
Jp	0.040656
Cp	0.000000
Ae	0.3000
De	0.15
Je	0.002250
Ce	0.000000
Teta	0.669
Radice alfa	0.000

#### 4.1 Coefficienti di Massonnet

Trave verificata: 6  $y=0$

Y	3.85	2.89	1.93	0.96	0.00	-0.96	-1.93	-2.89	-3.85
$K_0$	0.118	0.594	1.055	1.443	1.620	1.443	1.055	0.594	0.118
$K_1$	0.733	0.849	0.995	1.157	1.248	1.157	0.995	0.849	0.733
$K_\alpha$	0.118	0.594	1.055	1.443	1.620	1.443	1.055	0.594	0.118

Y	3.85	2.89	1.93	0.96	0.00	-0.96	-1.93	-2.89	-3.85
$\mu_\alpha$	-0.142	-0.079	-0.010	0.073	0.183	0.073	-0.010	-0.079	-0.142

## 4.2 Applicazione dei carichi alla trave

Lunghezza trave in asse	13.75	[m]
Peso trave (sezione filante)	10.48	[KN/m]
Peso totale trave prefabb.	144.07	[KN]
Peso soletta gravante sulla trave	5.25	[KN/m]
Peso pavimentazione sulla trave	0.00	[KN/m]

Striscie per calcolo effetti pavimentazione e folla in carreggiata :

striscia	ecc.Y	Larghezza	K Massonnet
1	3.66	0.39	0.213
2	3.27	0.39	0.404
3	2.89	0.39	0.594
4	2.50	0.39	0.782
5	2.12	0.39	0.966
6	1.73	0.39	1.141
7	1.35	0.39	1.303
8	0.96	0.39	1.443
9	0.58	0.39	1.550
10	0.19	0.39	1.612
11	-0.19	0.39	1.612
12	-0.58	0.39	1.550
13	-0.96	0.39	1.443
14	-1.35	0.39	1.303
15	-1.73	0.39	1.141
16	-2.12	0.39	0.966
17	-2.50	0.39	0.782
18	-2.89	0.39	0.594
19	-3.27	0.39	0.404
20	-3.66	0.39	0.213

### 4.2.1 Disposizione carichi mobili per massimo effetto sulla trave 6

Descrizione	Q- $\alpha$ [KN]	q- $\alpha$ [KN/m]	ecc.Y	Larghezza	Ka
Corsia 1	0.00	38.50	-1.93	3.85	1.055
Corsia 2	0.00	38.50	1.93	3.85	1.055

### 4.2.2 Disposizione carichi mobili per calcolo M max su traverso (sez. Y=0)

Descrizione	Q- $\alpha$ [KN]	q- $\alpha$ [KN/m]	ecc.Y	Larghezza	$\mu$
Corsia 1	0.00	38.50	0.00	3.85	0.183

### 4.2.3 Disposizione carichi mobili per calcolo M min su traverso (sez. Y=0)

Descrizione	Q- $\alpha$ [KN]	q- $\alpha$ [KN/m]	ecc.Y	Larghezza	$\mu$
Corsia 1	0.00	38.50	-1.93	3.85	-0.010
Corsia 2	0.00	38.50	1.93	3.85	-0.010

## 5 Sollecitazioni trave n. 6

### 5.1 Valori caratteristici sollecitazioni

#### 5.1.1 Al taglio trefoli ed in opera



X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [KN-m]	V [KN]	M [KN-m]	V [KN]
0.00	appoggio	0.00	69.41	0.00	34.78
1.00		64.09	58.94	32.12	29.53
2.00		117.78	48.46	59.02	24.28
3.00		161.06	37.98	80.70	19.03
4.00		193.77	27.50	97.09	13.78
5.00		216.00	17.03	108.23	8.53
6.00		227.83	6.55	114.16	3.28
6.63	mezzeria	229.93	0.00	115.21	0.00
7.00		229.16	-3.93	114.82	-1.97
8.00		219.93	-14.41	110.20	-7.22
9.00		200.30	-24.88	100.37	-12.47
10.00		170.25	-35.36	85.31	-17.72
11.00		129.58	-45.84	64.93	-22.97
12.00		78.49	-56.32	39.33	-28.22
13.00		17.00	-66.79	8.52	-33.47
13.25	appoggio	0.00	-69.41	0.00	-34.78

### 5.1.2 Seconda fase - carichi permanenti

Sez.X	Descrizione	peso cordoli		
		M [KN-m]	V [KN]	T [KN-m]
0.00	appoggio	0.00	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00	0.00
2.00		0.00	0.00	0.00
3.00		0.00	0.00	0.00
4.00		0.00	0.00	0.00
5.00		0.00	0.00	0.00
6.00		0.00	0.00	0.00
6.63	mezzeria	0.00	0.00	0.00
7.00		0.00	0.00	0.00
8.00		0.00	0.00	0.00
9.00		0.00	0.00	0.00
10.00		0.00	0.00	0.00
11.00		0.00	0.00	0.00
12.00		0.00	0.00	0.00
13.00		0.00	0.00	0.00
13.25	appoggio	0.00	0.00	0.00

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [KN-m]	V [KN]	T [KN-m]
0.00	appoggio	0.00	141.44	0.00
1.00		130.60	120.09	0.00
2.00		240.00	98.74	0.00
3.00		328.19	77.39	0.00
4.00		394.85	56.04	0.00
5.00		440.15	34.69	0.00
6.00		464.24	13.34	0.00
6.63	mezzeria	468.53	0.00	0.00
7.00		466.95	-8.01	0.00
8.00		448.16	-29.36	0.00
9.00		408.16	-50.71	0.00
10.00		346.92	-72.06	0.00
11.00		264.04	-93.41	0.00
12.00		159.94	-114.76	0.00
13.00		34.64	-136.11	0.00
13.25	appoggio	0.00	-141.44	0.00

### 5.1.3 Seconda fase - carichi da traffico

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS
-------	-------------	-----------

		<b>M [KN-m]</b>	<b>V [KN]</b>	<b>T [KN-m]</b>
0.00	appoggio	0.00	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00	0.00
2.00		0.00	0.00	0.00
3.00		0.00	0.00	0.00
4.00		0.00	0.00	0.00
5.00		0.00	0.00	0.00
6.00		0.00	0.00	0.00
6.63	mezzeria	0.00	0.00	0.00
7.00		0.00	0.00	0.00
8.00		0.00	0.00	0.00
9.00		0.00	0.00	0.00
10.00		0.00	0.00	0.00
11.00		0.00	0.00	0.00
12.00		0.00	0.00	0.00
13.00		0.00	0.00	0.00
13.25	appoggio	0.00	0.00	0.00

<b>Sez.X</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Distribuito-UDL</b>		
		<b>M [KN-m]</b>	<b>V [KN]</b>	<b>T [KN-m]</b>
0.00	appoggio	0.00	48.92	0.00
1.00		45.17	41.82	0.00
2.00		83.00	35.27	0.00
3.00		113.50	29.27	0.00
4.00		136.55	23.84	0.00
5.00		152.22	18.97	0.00
6.00		160.55	14.65	0.00
6.63	mezzeria	162.04	-12.23	0.00
7.00		161.49	-13.65	0.00
8.00		154.99	-17.84	0.00
9.00		141.16	-22.57	0.00
10.00		119.98	-27.86	0.00
11.00		91.31	-33.72	0.00
12.00		55.31	-40.13	0.00
13.00		11.98	-47.09	0.00
13.25	appoggio	0.00	-48.92	0.00

<b>Sez.X</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Folla marciapiedi</b>		
		<b>M [KN-m]</b>	<b>V [KN]</b>	<b>T [KN-m]</b>
0.00	appoggio	0.00	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00	0.00
2.00		0.00	0.00	0.00
3.00		0.00	0.00	0.00
4.00		0.00	0.00	0.00
5.00		0.00	0.00	0.00
6.00		0.00	0.00	0.00
6.63	mezzeria	0.00	0.00	0.00
7.00		0.00	0.00	0.00
8.00		0.00	0.00	0.00
9.00		0.00	0.00	0.00
10.00		0.00	0.00	0.00
11.00		0.00	0.00	0.00
12.00		0.00	0.00	0.00
13.00		0.00	0.00	0.00
13.25	appoggio	0.00	0.00	0.00

<b>Sez.X</b>		<b>gruppo1 (tab. 5.1.IV)</b>		
		<b>M [KN-m]</b>	<b>V [KN]</b>	<b>T [KN-m]</b>
0.00	appoggio	0.00	48.92	0.00
1.00		45.17	41.82	0.00
2.00		83.00	35.27	0.00
3.00		113.50	29.27	0.00
4.00		136.55	23.84	0.00
5.00		152.22	18.97	0.00
6.00		160.55	14.65	0.00
6.63	mezzeria	162.04	-12.23	0.00

Sez.X	gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
	M [KN-m]	V [KN]	T [KN-m]
7.00	161.49	-13.65	0.00
8.00	154.99	-17.84	0.00
9.00	141.16	-22.57	0.00
10.00	119.98	-27.86	0.00
11.00	91.31	-33.72	0.00
12.00	55.31	-40.13	0.00
13.00	11.98	-47.09	0.00
13.25	appoggio	0.00	-48.92

## 5.2 Valori di combinazione

### 5.2.1 Combinazioni SLU

#### 5.2.1.1 Al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{\gamma_{G,sup} \cdot G_{k,1}\}$$

$$E_d = E\{\gamma_{G,inf} \cdot G_{k,1}\}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]
0.00	appoggio	0.00	90.24
1.00		83.32	76.62
2.00		153.11	63.00
3.00		209.38	49.38
4.00		251.90	35.75
5.00		280.80	22.13
6.00		296.18	8.51
6.63	mezzeria	298.91	0.00
7.00		297.90	-5.11
8.00		285.91	-18.73
9.00		260.40	-32.35
10.00		221.33	-45.97
11.00		168.45	-59.59
12.00		102.04	-73.21
13.00		22.10	-86.83
13.25	appoggio	0.00	-90.24

#### 5.2.1.2 Al getto soletta

$$E_d = E\{\sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i}\}$$

$$E_d = E\{\sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i}\}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]
0.00	appoggio	0.00	135.45
1.00		125.07	115.01
2.00		229.84	94.56
3.00		314.29	74.12
4.00		378.12	53.67
5.00		421.51	33.22
6.00		444.58	12.78
6.63	mezzeria	448.69	0.00
7.00		447.18	-7.67
8.00		429.18	-28.11
9.00		390.87	-48.56
10.00		332.23	-69.00
11.00		252.85	-89.45

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]
12.00		153.17	-109.90
13.00		33.17	-130.34
13.25	appoggio	0.00	-135.45

### 5.2.1.3 Seconda fase P/T

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]	T [KN-m]
0.00	appoggio	0.00	392.70	0.00
1.00		362.61	333.85	0.00
2.00		666.34	275.83	0.00
3.00		911.19	218.64	0.00
4.00		1096.25	162.29	0.00
5.00		1222.03	106.78	0.00
6.00		1288.92	52.10	0.00
6.63	mezzeria	1300.83	-18.34	0.00
7.00		1296.45	-38.56	0.00
8.00		1244.27	-93.03	0.00
9.00		1133.22	-148.34	0.00
10.00		963.20	-204.47	0.00
11.00		733.07	-261.46	0.00
12.00		444.06	-319.27	0.00
13.00		96.17	-377.91	0.00
13.25	appoggio	0.00	-392.70	0.00

## 5.2.2 Combinazioni SLE

### 5.2.2.1 Al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ G_{k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]
0.00	appoggio	0.00	69.41
1.00		64.09	58.94
2.00		117.78	48.46
3.00		161.06	37.98
4.00		193.77	27.50
5.00		216.00	17.03
6.00		227.83	6.55
6.63	mezzeria	229.93	0.00
7.00		229.16	-3.93
8.00		219.93	-14.41
9.00		200.30	-24.88
10.00		170.25	-35.36
11.00		129.58	-45.84
12.00		78.49	-56.32
13.00		17.00	-66.79
13.25	appoggio	0.00	-69.41

### 5.2.2.2 Al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]
0.00	appoggio	0.00	104.19
1.00		96.21	88.47
2.00		176.80	72.74
3.00		241.76	57.01
4.00		290.86	41.28
5.00		324.24	25.56
6.00		341.99	9.83
6.63	mezzeria	345.14	0.00
7.00		343.98	-5.90
8.00		330.14	-21.63
9.00		300.67	-37.35
10.00		255.56	-53.08
11.00		194.50	-68.81
12.00		117.82	-84.54
13.00		25.52	-100.26
13.25	appoggio	0.00	-104.19

### 5.2.2.3 Seconda fase - S.L.E. Rara 2ªfase

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^a + Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]	T [KN-m]
0.00	appoggio	0.00	190.36	0.00
1.00		175.77	161.91	0.00
2.00		323.00	134.01	0.00
3.00		441.69	106.67	0.00
4.00		531.40	79.89	0.00
5.00		592.37	53.66	0.00
6.00		624.79	27.99	0.00
6.63	mezzeria	630.57	-12.23	0.00
7.00		628.44	-21.66	0.00
8.00		603.15	-47.19	0.00
9.00		549.32	-73.28	0.00
10.00		466.90	-99.92	0.00
11.00		355.35	-127.12	0.00
12.00		215.26	-154.88	0.00
13.00		46.62	-183.20	0.00
13.25	appoggio	0.00	-190.36	0.00

### 5.2.2.4 Seconda fase - S.L.E. Frequente 2ªfase

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^a + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]	T [KN-m]
0.00	appoggio	0.00	178.13	0.00
1.00		164.48	151.46	0.00
2.00		302.25	125.20	0.00
3.00		413.31	99.35	0.00
4.00		497.26	73.93	0.00
5.00		554.31	48.92	0.00
6.00		584.66	24.33	0.00
6.63	mezzeria	590.06	-9.17	0.00
7.00		588.07	-18.25	0.00
8.00		564.40	-42.73	0.00
9.00		514.03	-67.64	0.00
10.00		436.91	-92.95	0.00
11.00		332.52	-118.69	0.00
12.00		201.43	-144.85	0.00
13.00		43.62	-171.42	0.00
13.25	appoggio	0.00	-178.13	0.00

### 5.2.2.5 Seconda fase - S.L.E. Quasi permanente 2<sup>a</sup> fase

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^a + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN-m]	V [KN]	T [KN-m]
0.00	appoggio	0.00	141.44	0.00
1.00		130.60	120.09	0.00
2.00		240.00	98.74	0.00
3.00		328.19	77.39	0.00
4.00		394.85	56.04	0.00
5.00		440.15	34.69	0.00
6.00		464.24	13.34	0.00
6.63	mezzeria	468.53	0.00	0.00
7.00		466.95	-8.01	0.00
8.00		448.16	-29.36	0.00
9.00		408.16	-50.71	0.00
10.00		346.92	-72.06	0.00
11.00		264.04	-93.41	0.00
12.00		159.94	-114.76	0.00
13.00		34.64	-136.11	0.00
13.25	appoggio	0.00	-141.44	0.00

## 6 Sollecitazioni sulla soletta

### 6.1 Valori caratteristici M

#### 6.1.1 Effetto globale

##### 6.1.1.1 Carichi permanenti

Sez.	Descrizione	peso cordoli [KN-m/m]	Perm Portati [KN-m/m]
-3.85	estremità dx	0.00	0.00
-3.00		0.00	0.00
-2.00		0.00	0.00
-1.00		0.00	0.00
0.00	asse travi	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00
2.00		0.00	0.00
3.00		0.00	0.00
3.85	estremità sx	0.00	0.00

##### 6.1.1.2 Carichi da traffico

Sez.	Descrizione	Tandem-TS	
		Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
-3.85	estremità dx	0.00	0.00
-3.00		0.00	0.00
-2.00		0.00	0.00
-1.00		0.00	0.00
0.00	asse travi	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00
2.00		0.00	0.00
3.00		0.00	0.00

Sez.	Descrizione	Tandem-TS	
		Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
3.85	estremità sx	0.00	0.00

Sez.	Descrizione	Distribuito-UDL	
		Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
-3.85	estremità dx	0.17	-0.04
-3.00		4.88	-1.11
-2.00		22.66	-3.54
-1.00		32.12	-4.41
0.00	asse travi	34.53	-3.85
1.00		32.12	-4.44
2.00		22.66	-3.22
3.00		4.88	-0.80
3.85	estremità sx	0.00	0.00

Sez.	Descrizione	gruppo 1 (tab.5.1.IV)	
		Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
-3.85	estremità dx	0.17	-0.04
-3.00		4.88	-0.96
-2.00		22.66	-3.22
-1.00		32.12	-4.42
0.00	asse travi	34.53	-3.85
1.00		32.12	-4.42
2.00		22.66	-3.22
3.00		4.88	-0.96
3.85	estremità sx	0.00	0.00

## 6.1.2 Effetto locale

Luce Soletta	0.00
Carico per ruota - schema 2	0.00
Interasse ruote	0.00
Dimensioni impronta ruota LX x BY	0.00x0.00
Larghezza impronta a metà spessore soletta	0.00
Lunghezza influenza	0.00

Momento flettente trasversale [KN-m/m] (positivo tende le fibre inferiori):

	M max	M min
effetto locale permanenti strutturali	0.00	0.00
effetto locale permanenti non strutturali	0.00	0.00
effetto locale LM2	0.00	0.00

## 6.2 Valori di combinazione

### 6.2.1 Stati Limite Ultimi

#### 6.2.1.1 Persistenti/Transitorie (P/T)

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$E_d = E \{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
------	-------------	---------------	---------------

Sez.	Descrizione	Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
-3.85	estremità dx	0.10	-0.48
-3.00		7.32	-1.44
-2.00		34.00	-4.83
-1.00		48.18	-6.63
0.00	asse travi	51.80	-5.78
1.00		48.18	-6.63
2.00		34.00	-4.83
3.00		7.32	-1.44
3.85	estremità sx	0.00	0.00

## 6.2.2 Stati Limite di Esercizio

### 6.2.2.1 Combinazioni Rare

$$E_d = E \{ \sum G_{k,2}^a + Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
-3.85	estremità dx	0.07	-0.32
-3.00		4.88	-0.96
-2.00		22.66	-3.22
-1.00		32.12	-4.42
0.00	asse travi	34.53	-3.85
1.00		32.12	-4.42
2.00		22.66	-3.22
3.00		4.88	-0.96
3.85	estremità sx	0.00	0.00

### 6.2.2.2 Combinazioni Frequenti

$$E_d = E \{ \sum G_{k,2}^a + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
-3.85	estremità dx	0.05	-0.24
-3.00		3.66	-0.72
-2.00		17.00	-2.42
-1.00		24.09	-3.32
0.00	asse travi	25.90	-2.89
1.00		24.09	-3.32
2.00		17.00	-2.42
3.00		3.66	-0.72
3.85	estremità sx	0.00	0.00

### 6.2.2.3 Combinazioni Quasi Permanenti

$$E_d = E \{ \sum G_{k,2}^a + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [KN-m/m]	Mmin [KN-m/m]
-3.85	estremità dx	0.00	0.00
-3.00		0.00	0.00
-2.00		0.00	0.00
-1.00		0.00	0.00
0.00	asse travi	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00
2.00		0.00	0.00
3.00		0.00	0.00
3.85	estremità sx	0.00	0.00



## 7 Azioni sugli appoggi

### 7.1 Forze Orizzontali

Azione del vento :		
Altezza barriera	0.00	[m]
Pressione cinetica	0.00	[KN/m <sup>2</sup> ]
Forza totale sull'impalcato F <sub>yw</sub>	0.00	[KN]
Azione longitudinale di frenamento q <sub>3</sub> :		
Forza totale sull'impalcato F <sub>xq</sub>	180.00	[KN]
Azione centrifuga: (q <sub>4</sub> - D.M. 17 gennaio 2018 - 5.1.3.6)		
Raggio di curvatura	0.00	[m]
Forza totale sull'impalcato F <sub>yq</sub>	0.00	[KN]

### 7.2 Valori caratteristici reazioni verticali

#### 7.2.1 Carichi di 1a fase

Trave	peso trave [KN]	peso soletta+traversi [KN]
1	72.03	36.09
2	72.03	36.09
3	72.03	36.09
4	72.03	36.09
5	72.03	36.09
6	72.03	36.09
7	72.03	36.09
8	72.03	36.09
9	72.03	36.09
10	72.03	36.09
11	72.03	36.09

#### 7.2.2 Carichi permanenti di 2a fase

Trave	peso cordoli [KN]	permanenti portati [KN]
1	0.00	146.78
2	0.00	146.78
3	0.00	146.78
4	0.00	146.78
5	0.00	146.78
6	0.00	146.78
7	0.00	146.78
8	0.00	146.78
9	0.00	146.78
10	0.00	146.78
11	0.00	146.78

#### 7.2.3 Carichi da traffico

Trave	Tandem-TS [KN]	Distribuito-UDL [KN]	Folla Marciapiedi [KN]
1	0.00	39.64	0.00
2	0.00	44.41	0.00
3	0.00	48.15	0.00

Trave	Tandem-TS [KN]	Distribuito-UDL [KN]	Folla Marciapiedi [KN]
4	0.00	49.44	0.00
5	0.00	49.18	0.00
6	0.00	48.92	0.00
7	0.00	49.18	0.00
8	0.00	49.44	0.00
9	0.00	48.15	0.00
10	0.00	44.41	0.00
11	0.00	39.64	0.00

## 7.3 Combinazioni

### 7.3.1 Combinazioni SLU P/T

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_0 \cdot \gamma_W \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_W \cdot W_k + \psi_0 \cdot \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Trave	Rz max [KN]	Rz min [KN]
1	390.84	331.38
2	397.99	331.38
3	403.60	331.38
4	405.54	331.38
5	405.15	331.38
6	404.75	331.38
7	405.15	331.38
8	405.54	331.38
9	403.60	331.38
10	397.99	331.38
11	390.84	331.38

Reazione laterale su spalla  $R_y = 0.00$

Reazione longitudinale totale  $R_x = 270.00$

### 7.3.2 SLE Rare

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_{0,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + W_k + \psi_0 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + Q_{k,gruppo\ 2} + \psi_{0,W} \cdot W_k \}$$

Trave	Rz max [KN]	Rz min [KN]
1	294.55	254.91
2	299.31	254.91
3	303.05	254.91
4	304.35	254.91
5	304.09	254.91
6	303.82	254.91
7	304.09	254.91
8	304.35	254.91
9	303.05	254.91
10	299.31	254.91
11	294.55	254.91

Reazione laterale su spalla  $R_y = 0.00$

Reazione longitudinale totale  $R_x = 180.00$

### 7.3.3 SLE Frequenti

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + \psi_{1,W} \cdot W_k + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

Trave	Rz max [KN]	Rz min [KN]
1	284.64	254.91
2	288.21	254.91
3	291.02	254.91
4	291.99	254.91
5	291.79	254.91
6	291.60	254.91
7	291.79	254.91
8	291.99	254.91
9	291.02	254.91
10	288.21	254.91
11	284.64	254.91

Reazione laterale su spalla  $R_y = 0.00$

Reazione longitudinale totale  $R_x = 0.00$

### 7.3.4 SLE Quasi permanenti

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

Trave	Rz max [KN]	Rz min [KN]
1	254.91	254.91
2	254.91	254.91
3	254.91	254.91
4	254.91	254.91
5	254.91	254.91
6	254.91	254.91
7	254.91	254.91
8	254.91	254.91
9	254.91	254.91
10	254.91	254.91
11	254.91	254.91

Reazione laterale su spalla  $R_y = 0.00$

Reazione longitudinale totale  $R_x = 0.00$

## 8 Azione sismica

### 8.1 Parametri per la determinazione dell'azione sismica

Categoria di sottosuolo C

Categoria topografica T2

Coeff. di combinazione sismica carichi da traffico  $\psi_E = 0.0$

Forze orizzontali :

	$\eta$	$a_g/g$	$T_c$	$F_0$
SLE	1.00	0.032	0.307	2.729
SLU	1.00	0.061	0.371	2.976

Forze verticali :

	$\eta$
SLE	1.00
SLU	1.00

Coefficiente di struttura  $q = 1.00$

## 8.2 Spettro di risposta in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico alle forze orizzontali, trasversali e longitudinali, viene assunto al valore massimo previsto dalla normativa, corrispondente al periodo  $T_B$ .

Valore max coeff. amplificazione topografica  $S_t = 1.20$  (Tab. 3.2.VI)

Accelerazione spettrale  $S_e(T) = a_g \cdot S_s \cdot S_t \cdot \eta \cdot F_0 \cdot f(T)$

### 8.2.1 Forze orizzontali

Valori per SLE :

$S_s$	$C_c$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
1.500	1.550	0.159	0.476	1.728

Spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_{e\ SLE,y} = 0.1572$

Forza sismica totale esercitata sugli appoggi  $F_{E\ SLE,y} = \pm 881.52$

Valori per SLU :

$S_s$	$C_c$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
1.500	1.456	0.180	0.540	1.844

Spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_{e\ SLU,y} = 0.3268$

Forza sismica totale esercitata sugli appoggi  $F_{E\ SLU,y} = \pm 1832.49$

### 8.2.2 Forze verticali

$T_B = 0.050$

$T_C = 0.150$

$T_D = 1.000$

Valori per SLE

$S_s = 1.000$

Fattore di amplificazione spettrale massima  $F_v = 0.659$

Spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_{ve} = 0.0253$

Valori per SLU

$S_s = 1.000$

Fattore di amplificazione spettrale massima  $F_v = 0.992$

Spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_{ve} = 0.0726$

### 8.3 Azioni sismiche SLE

#### 8.3.1 Trave 6

##### 8.3.1.1 Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.00	appoggio	0.00	6.22	0.00
1.00		5.74	5.28	0.00
2.00		10.55	4.34	0.00
3.00		14.42	3.40	0.00
4.00		17.35	2.46	0.00
5.00		19.34	1.52	0.00
6.00		20.40	0.59	0.00
6.63	mezzeria	20.59	0.00	0.00
7.00		20.52	-0.35	0.00
8.00		19.70	-1.29	0.00
9.00		17.94	-2.23	0.00
10.00		15.25	-3.17	0.00
11.00		11.60	-4.11	0.00
12.00		7.03	-5.04	0.00
13.00		1.52	-5.98	0.00
13.25	appoggio	0.00	-6.22	0.00

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.00	appoggio	0.00	-6.22	0.00
1.00		-5.74	-5.28	0.00
2.00		-10.55	-4.34	0.00
3.00		-14.42	-3.40	0.00
4.00		-17.35	-2.46	0.00
5.00		-19.34	-1.52	0.00
6.00		-20.40	-0.59	0.00
6.63	mezzeria	-20.59	0.00	0.00
7.00		-20.52	0.35	0.00
8.00		-19.70	1.29	0.00
9.00		-17.94	2.23	0.00
10.00		-15.25	3.17	0.00
11.00		-11.60	4.11	0.00
12.00		-7.03	5.04	0.00
13.00		-1.52	5.98	0.00
13.25	appoggio	0.00	6.22	0.00

##### 8.3.1.2 Combinazione sismica

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.00	appoggio	0.00	147.66	0.00
1.00		136.34	125.37	0.00
2.00		250.55	103.08	0.00
3.00		342.61	80.80	0.00
4.00		412.20	58.51	0.00
5.00		459.49	36.22	0.00
6.00		484.65	13.93	0.00
6.63	mezzeria	489.12	0.00	0.00
7.00		487.48	-8.36	0.00
8.00		467.86	-30.65	0.00
9.00		426.10	-52.93	0.00
10.00		362.17	-75.22	0.00
11.00		275.64	-97.51	0.00
12.00		166.97	-119.80	0.00
13.00		36.16	-142.09	0.00
13.25	appoggio	0.00	-147.66	0.00

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.00	appoggio	0.00	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00	0.00
2.00		0.00	0.00	0.00
3.00		0.00	0.00	0.00
4.00		0.00	0.00	0.00
5.00		0.00	0.00	0.00
6.00		0.00	0.00	0.00
6.63	mezzeria	0.00	0.00	0.00
7.00		0.00	0.00	0.00
8.00		0.00	0.00	0.00
9.00		0.00	0.00	0.00
10.00		0.00	0.00	0.00
11.00		0.00	0.00	0.00
12.00		0.00	0.00	0.00
13.00		0.00	0.00	0.00
13.25	appoggio	0.00	0.00	0.00

### 8.3.2 Traverso

#### 8.3.2.1 Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-3.85	estremità dx	0.00	0.00
-3.00		0.00	0.00
-2.00		0.00	0.00
-1.00		0.00	0.00
0.00	asse travi	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00
2.00		0.00	0.00
3.00		0.00	0.00
3.85	estremità sx	0.00	0.00

#### 8.3.2.2 Combinazione sismica

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-3.85	estremità dx	0.00	0.00
-3.00		0.00	0.00
-2.00		0.00	0.00
-1.00		0.00	0.00
0.00	asse travi	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00
2.00		0.00	0.00
3.00		0.00	0.00
3.85	estremità sx	0.00	0.00

### 8.3.3 Appoggi

#### 8.3.3.1 Azione sismica caratteristica

Azione verticale [KN]

Trave	valori massimi		valori minimi	
	Permanenti	Traff. $\Psi_E=0.00$	Permanenti	Traff. $\Psi_E=0.00$
1	6.45	0.00	-6.45	0.00
2	6.45	0.00	-6.45	0.00
3	6.45	0.00	-6.45	0.00

Trave	valori massimi		valori minimi	
	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.00$	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.00$
4	6.45	0.00	-6.45	0.00
5	6.45	0.00	-6.45	0.00
6	6.45	0.00	-6.45	0.00
7	6.45	0.00	-6.45	0.00
8	6.45	0.00	-6.45	0.00
9	6.45	0.00	-6.45	0.00
10	6.45	0.00	-6.45	0.00
11	6.45	0.00	-6.45	0.00

Azione orizzontale [KN]

Permanenti	trasversale su ogni spalla		longitudinale intero impalcato	
	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.00$	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.00$
	440.76	0.00	881.52	0.00

### 8.3.3.2 Combinazione sismica

Azione verticale [KN]

Trave	Rz vert.max	Rz vert. min
1	261.36	248.46
2	261.36	248.46
3	261.36	248.46
4	261.36	248.46
5	261.36	248.46
6	261.36	248.46
7	261.36	248.46
8	261.36	248.46
9	261.36	248.46
10	261.36	248.46
11	261.36	248.46

Azione orizzontale [KN]

	reazioni massime	reazioni minime
Reazione longitudinale totale	881.52	-881.52
Reazione trasversale su ogni pila	440.76	-440.76

## 8.4 Azioni sismiche SLU

### 8.4.1 Trave 6

#### 8.4.1.1 Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.00	appoggio	0.00	17.84	0.00
1.00		16.47	15.15	0.00
2.00		30.27	12.46	0.00
3.00		41.40	9.76	0.00
4.00		49.81	7.07	0.00
5.00		55.52	4.38	0.00
6.00		58.56	1.68	0.00
6.63	mezzeria	59.10	0.00	0.00
7.00		58.90	-1.01	0.00
8.00		56.53	-3.70	0.00
9.00		51.49	-6.40	0.00
10.00		43.76	-9.09	0.00
11.00		33.31	-11.78	0.00

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
12.00		20.18	-14.48	0.00
13.00		4.37	-17.17	0.00
13.25	appoggio	0.00	-17.84	0.00

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.00	appoggio	0.00	-17.84	0.00
1.00		-16.47	-15.15	0.00
2.00		-30.27	-12.46	0.00
3.00		-41.40	-9.76	0.00
4.00		-49.81	-7.07	0.00
5.00		-55.52	-4.38	0.00
6.00		-58.56	-1.68	0.00
6.63	mezzeria	-59.10	0.00	0.00
7.00		-58.90	1.01	0.00
8.00		-56.53	3.70	0.00
9.00		-51.49	6.40	0.00
10.00		-43.76	9.09	0.00
11.00		-33.31	11.78	0.00
12.00		-20.18	14.48	0.00
13.00		-4.37	17.17	0.00
13.25	appoggio	0.00	17.84	0.00

#### 8.4.1.2 Combinazione sismica

$$E_d = E \{ \sum G_{k,i} + \psi_{2,E} \cdot Q_{k,gruppo 1} \pm A_{E,SLU} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.00	appoggio	0.00	263.48	0.00
1.00		243.29	223.71	0.00
2.00		447.07	183.94	0.00
3.00		611.35	144.17	0.00
4.00		735.52	104.40	0.00
5.00		819.91	64.63	0.00
6.00		864.79	24.86	0.00
6.63	mezzeria	872.78	0.00	0.00
7.00		869.84	-14.91	0.00
8.00		834.83	-54.68	0.00
9.00		760.32	-94.46	0.00
10.00		646.25	-134.23	0.00
11.00		491.84	-174.00	0.00
12.00		297.94	-213.77	0.00
13.00		64.53	-253.54	0.00
13.25	appoggio	0.00	-263.48	0.00

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.00	appoggio	0.00	227.80	0.00
1.00		210.34	193.41	0.00
2.00		386.52	159.03	0.00
3.00		528.55	124.64	0.00
4.00		635.90	90.26	0.00
5.00		708.86	55.87	0.00
6.00		747.67	21.49	0.00
6.63	mezzeria	754.58	0.00	0.00
7.00		752.03	-12.89	0.00
8.00		721.77	-47.28	0.00
9.00		657.35	-81.66	0.00
10.00		558.72	-116.05	0.00
11.00		425.23	-150.43	0.00
12.00		257.59	-184.82	0.00
13.00		55.79	-219.20	0.00
13.25	appoggio	0.00	-227.80	0.00



## 8.4.2 Traverso

### 8.4.2.1 Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-3.85	estremità dx	0.00	0.00
-3.00		0.00	0.00
-2.00		0.00	0.00
-1.00		0.00	0.00
0.00	mezzeria	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00
2.00		0.00	0.00
3.00		0.00	0.00
3.85	estremità sx	0.00	0.00

### 8.4.2.2 Combinazione sismica

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + \psi_{2,E} \cdot Q_{k,gruppo 1} \pm A_{E,SLU} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-3.85	estremità dx	0.00	0.00
-3.00		0.00	0.00
-2.00		0.00	0.00
-1.00		0.00	0.00
0.00	mezzeria	0.00	0.00
1.00		0.00	0.00
2.00		0.00	0.00
3.00		0.00	0.00
3.85	estremità sx	0.00	0.00

## 8.4.3 Appoggi

### 8.4.3.1 Azione sismica caratteristica

Azione verticale [KN]

Trave	valori massimi		valori minimi	
	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.00$	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.00$
1	18.52	0.00	-18.52	0.00
2	18.52	0.00	-18.52	0.00
3	18.52	0.00	-18.52	0.00
4	18.52	0.00	-18.52	0.00
5	18.52	0.00	-18.52	0.00
6	18.52	0.00	-18.52	0.00
7	18.52	0.00	-18.52	0.00
8	18.52	0.00	-18.52	0.00
9	18.52	0.00	-18.52	0.00
10	18.52	0.00	-18.52	0.00
11	18.52	0.00	-18.52	0.00

Azione orizzontale [KN]

	trasversale su ogni spalla		longitudinale intero impalcato	
	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.00$	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.00$
	916.24	0.00	1832.49	0.00

### 8.4.3.2 Combinazione sismica

Azione verticale [KN]

Trave	Rz vert.max	Rz vert. min
1	273.42	236.39
2	273.42	236.39
3	273.42	236.39
4	273.42	236.39
5	273.42	236.39
6	273.42	236.39
7	273.42	236.39
8	273.42	236.39
9	273.42	236.39
10	273.42	236.39
11	273.42	236.39

Azione orizzontale [KN]

	reazioni massime	reazioni minime
Reazione longitudinale totale	1832.49	-1832.49
Reazione trasversale su ogni pila	916.24	-916.24

## 9 Risultati delle verifiche

### 9.1 Verifica sezione X=0.00 - A

#### 9.1.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.32	0.00	prefabb.:
2	-0.35	0.03	non reag.trazione
3	-0.35	0.03	
4	-0.35	0.60	
5	-0.35	0.60	
6	0.35	0.60	
7	0.35	0.60	
8	0.35	0.03	
9	0.35	0.03	
10	0.32	0.00	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0.419	0.0125	0.30

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0.06	0.002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=15.000)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0.447	0.0141	0.29

#### 9.1.1.1 Verifica tensionale

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>
prima del getto in opera	0.00

Sollecitazioni	$M_{esterno}$
dopo getto 2a fase	0.00

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
prima del getto in opera	0.00	0.00
dopo getto 2a fase	0.00	0.00

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
prima del getto in opera	0.00	0.00	arm sup	0.00	arm sup
dopo getto 2a fase	0.00	0.00	arm sup	0.00	arm sup

### 9.1.1.2 Verifica a rottura per flessione

<sollecitazioni flettenti nulle>

### 9.1.1.3 Verifica a rottura per taglio

Calcestruzzo:	$\theta$ [rad]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0.785	0.70		0.00226

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0.54	1.606	0.002	0.0049	0.00	1.000

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
207.70	434.15	2220.47

$$V_{Ed,max} = 135.45 < 434.15$$

### 9.1.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	0.00	0.00
getto in opera	0.00	0.00

#### 9.1.2.1 Verifiche in esercizio

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.32	0.00	prefabb.:
2	-0.35	0.03	non reag.trazione
3	-0.35	0.03	
4	-0.35	0.60	
5	-0.35	0.60	
6	0.35	0.60	
7	0.35	0.60	
8	0.35	0.03	
9	0.35	0.03	
10	0.32	0.00	fine prefabb.
11	-0.32	0.00	
12	-0.35	0.90	getto in opera
13	0.00	0.90	(m=0.924)
14	0.35	0.90	non reag.trazione
15	0.35	0.60	
16	-0.35	0.60	
17	-0.35	0.90	

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0.613	0.0408	0.44

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

<b>n.</b>	<b>Z</b>	<b>area</b>	
1	0.06	0.002	armatura longit. appoggio 6Ø20

<b>Sezione ideale (n=15.000)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0.641	0.0448	0.43

### 9.1.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione nei trefoli pretesi da maturazione soletta a t=inf. :

	<b>%</b>	<b>Δσ<sub>sp</sub></b>	<b>Δσ<sub>sp</sub>/σ<sub>spl</sub></b>
ritiro cls	48.9%	30196.85	2.4%
rilassamento acciaio	32.6%	14733.22	1.2%
viscosità cls	100.0%	58194.20	4.6%

Tensioni sul cls - H60 :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>e, min</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, min</sub></b>
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00	0.00	0.00

Tensioni sul cls - getto in opera :

	<b>σ<sub>e, max</sub></b>	<b>σ<sub>e, min</sub></b>	<b>σ<sub>i, max</sub></b>	<b>σ<sub>i, min</sub></b>
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00	0.00	0.00

<b>Tensioni sugli acciai</b>	<b>σ<sub>sp</sub></b>	<b>σ<sub>sl, max</sub></b>	<b>pos.</b>	<b>σ<sub>sl, min</sub></b>	<b>pos.</b>
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00		0.00	

### 9.1.2.1.2 Momenti di rottura per flessione retta

<sollecitazioni flettenti nulle>

### 9.1.2.1.3 Verifica rottura per taglio

<b>Calcestruzzo:</b>	<b>θ [rad]</b>	<b>b<sub>w</sub></b>	<b>Staffe:</b>	<b>A<sub>sw</sub></b>
	0.785	0.70		0.00226

<b>d</b>	<b>K</b>	<b>A<sub>sl</sub></b>	<b>ρ<sub>l</sub></b>	<b>σ<sub>cp</sub></b>	<b>α<sub>c</sub></b>
0.84	1.487	0.002	0.0032	0.00	1.000

<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>V<sub>Rsd</sub></b>	<b>V<sub>Rcd</sub></b>
257.57	673.13	3442.75

$$V_{Ed,max} = 392.70 < 673.13$$

Trazione per taglio ( $V=392.70$ ) = 196.35 [KN]

#### 9.1.2.1.4 Verifica rottura per torsione

<sollecitazioni torcenti nulle>

#### 9.1.2.1.5 Verifica a taglio/torsione

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |0.00/292.35| + |392.70/673.13| = 0.583$$

#### 9.1.2.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

max valore di progetto scorrimento interfaccia	338.27	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0.00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±818.04	[KN/m]
staffe di collegamento	0.0016	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1186.84	[KN/m]

## 9.2 Verifica sezione X=2.10 - B

### 9.2.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.32	0.00	prefabb.:
2	-0.35	0.03	reag.trazione
3	-0.35	0.03	
4	-0.35	0.60	
5	-0.35	0.60	
6	0.35	0.60	
7	0.35	0.60	
8	0.35	0.03	
9	0.35	0.03	
10	0.32	0.00	fine prefabb.

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0.419	0.0125	0.30

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.55	0.000
2	0.10	0.001
3	0.06	0.001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0.17	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0.55	0.001	arm sup 8Ø12

n.	Z	area	
2	0.06	0.001	arm inf 8Ø12
3	0.06	0.002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=6.000)		A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
		0.450	0.0143	0.29

### 9.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	41.4%	18705.67	1.5%

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>	N <sub>precomp.</sub>	M <sub>precomp.</sub>
t=0 dopo taglio trefoli	122.60	-1697.24	-221.70
prima del getto in opera	0.00	-1630.60	-212.99
dopo getto 2a fase	184.03	-1630.29	-212.95

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-1951.67	-5504.26
prima del getto in opera	0.00	0.00
dopo getto 2a fase	-3303.05	-3933.71

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1194049.17	-13486.30	arm sup	-31071.65	arm inf
prima del getto in opera	0.00	0.00	arm sup	0.00	arm sup
dopo getto 2a fase	1150561.37	-20133.60	arm sup	-23255.39	arm inf

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	25.9%	11702.34	0.9%
viscosità cls	26.0%	20482.50	1.6%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.1%	85.15	0.0%
rilassamento acciaio	0.1%	41.54	0.0%
viscosità cls	0.1%	97.62	0.0%

### 9.2.1.2 Verifica a rottura per flessione

Presollecitazione armature pretese :  $\epsilon_{sp,z=0.17}=0.00569$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>g<sup>sup</sup></sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>g<sup>inf</sup></sub>
(+)	0.43	1251.97	-0.00350	0.60	0.00745	0.06
(-)	0.10	-420.69	0.01000	0.55	-0.00233	0.00

$$M_{d,max} = 239.23 < 1251.97 \quad K_r=5.233$$

### 9.2.1.3 Verifica a rottura per taglio

Calcestruzzo:	$\theta$ [rad]	bw	Staffe:	A <sub>sw</sub>
	0.381	0.70		0.00113

d	K	A <sub>sl</sub>	ρ <sub>l</sub>	σ <sub>cp</sub>	α <sub>c</sub>
0.55	1.603	0.002	0.0045	-3890.71	1.150

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>
427.76	547.66	1777.85

$$V_{Ed,max} = 92.52 < 547.66$$

## 9.2.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	σ <sub>e,max</sub>	σ <sub>i,max</sub>
trave prefabbricata	-3303.17	-3932.24
getto in opera	0.00	0.00

### 9.2.2.1 Verifiche in esercizio

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.32	0.00	prefabb.:
2	-0.35	0.03	reag.trazione
3	-0.35	0.03	
4	-0.35	0.60	
5	-0.35	0.60	
6	0.35	0.60	
7	0.35	0.60	
8	0.35	0.03	
9	0.35	0.03	
10	0.32	0.00	fine prefabb.
11	-0.32	0.00	
12	-0.35	0.90	getto in opera
13	0.00	0.90	(m=0.924)
14	0.35	0.90	non reag.trazione
15	0.35	0.60	
16	-0.35	0.60	
17	-0.35	0.90	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0.613	0.0408	0.44

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.55	0.000
2	0.10	0.001
3	0.06	0.001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0.17	0.001

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0.55	0.001	arm sup 8Ø12
2	0.06	0.001	arm inf 8Ø12
3	0.06	0.002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=6.000)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0.644	0.0442	0.43

### 9.2.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione nei trefoli pretesi da maturazione soletta a  $t=inf.$  :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48.9%	30196.85	2.4%
rilassamento acciaio	32.6%	14733.22	1.2%
viscosità cls	73.9%	58194.20	4.6%

Tensioni sul cls - H60 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-3211.66	-3211.66	-3358.88	-3358.88
t=inf.-SLE Rare	-3211.66	-4513.75	-82.60	-3358.88
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-3211.66	-4181.36	-924.05	-3358.88

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-138.03	-138.03	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	-138.03	-3455.80	0.00	-1118.38
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-138.03	-2606.51	0.00	-811.31

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
t=inf.-senza carichi	1035953.26	-19343.55	arm sup	-20072.31	arm inf
t=inf.-SLE Rare	1027924.72	-2932.72	arm inf	-24866.90	arm sup
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	-7335.84	arm inf	-23459.50	arm sup

### 9.2.2.1.2 Momenti di rottura per flessione retta

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta\varepsilon_{sp}$
Armature pretese	0.17	0.00513

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	$Z_{\varepsilon_{sup}}$	$\varepsilon_{inf}$	$Z_{\varepsilon_{inf}}$
(+)	0.60	2025.62	-0.00350	0.90	0.00648	0.06
(-)	0.10	-419.03	0.01000	0.55	-0.00221	0.00

$$M_{d,max} = 693.59 < 2025.62 \quad K_r = 2.920$$

### 9.2.2.1.3 Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo:	$\theta$ [rad]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0.381	0.70		0.00113

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0.84	1.487	0.005	0.0086	-2425.26	1.094

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
573.73	841.41	2596.91

$$V_{Ed,max} = 270.07 < 841.41$$

Trazione per taglio ( $V=270.07$ ) = 337.59 [KN]





### 9.3.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	41.4%	18705.67	1.5%

Sollecitazioni	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	161.06	-2715.58	-471.83
prima del getto in opera	0.00	-2562.30	-445.19
dopo getto 2a fase	241.76	-2561.58	-445.07

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	6.93	-11547.70
prima del getto in opera	0.00	0.00
dopo getto 2a fase	-1908.26	-9111.10

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1166409.06	-5735.75	arm sup	-62931.16	arm inf
prima del getto in opera	0.00	0.00	arm sup	0.00	arm sup
dopo getto 2a fase	1106584.66	-15050.96	arm sup	-50705.04	arm inf

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	25.9%	11702.34	0.9%
viscosità cls	41.5%	41461.34	3.3%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.1%	85.15	0.0%
rilassamento acciaio	0.1%	41.54	0.0%
viscosità cls	0.2%	197.27	0.0%

### 9.3.1.2 Verifica a rottura per flessione

Presollecitazione armature pretese :  $\epsilon_{sp,z=0.13}=0.00559$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	$Z_{\epsilon_{sup}}$	$\epsilon_{inf}$	$Z_{\epsilon_{inf}}$
(+)	0.34	1698.83	-0.00350	0.60	0.00396	0.06
(-)	0.12	-408.60	0.01000	0.55	-0.00287	0.00

$$M_{d,max} = 314.29 < 1698.83 \quad K_r=5.405$$

### 9.3.1.3 Verifica a rottura per taglio

Calcestruzzo:	$\theta$ [rad]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0.381	0.70		0.00113

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0.55	1.603	0.002	0.0045	-6113.81	1.236

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
556.15	547.66	1910.66

$$V_{Ed,max} = 74.12 < 556.15$$

### 9.3.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-1909.17	-9107.19
getto in opera	0.00	0.00

#### 9.3.2.1 Verifiche in esercizio

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.32	0.00	prefabb.:
2	-0.35	0.03	reag.trazione
3	-0.35	0.03	
4	-0.35	0.60	
5	-0.35	0.60	
6	0.35	0.60	
7	0.35	0.60	
8	0.35	0.03	
9	0.35	0.03	
10	0.32	0.00	fine prefabb.
11	-0.32	0.00	
12	-0.35	0.90	getto in opera
13	0.00	0.90	(m=0.924)
14	0.35	0.90	non reag.trazione
15	0.35	0.60	
16	-0.35	0.60	
17	-0.35	0.90	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0.613	0.0408	0.44

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.55	0.000
2	0.10	0.001
3	0.06	0.001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0.13	0.002

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0.55	0.001	arm sup 8Ø12
2	0.06	0.001	arm inf 8Ø12
3	0.06	0.002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=6.000)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0.649	0.0449	0.43

#### 9.3.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione nei trefoli pretesi da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48.9%	30196.85	2.4%
rilassamento acciaio	32.6%	14733.22	1.2%
viscosità cls	58.3%	58194.20	4.6%

Tensioni sul cls - H60 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-1808.99	-1808.99	-8115.36	-8115.36
t=inf.-SLE Rare	-1808.99	-3515.75	-3908.21	-8115.36
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-1808.99	-3078.56	-4989.11	-8115.36

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-319.32	-319.32	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	-319.32	-4627.86	0.00	-1484.23
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-319.32	-3522.73	0.00	-1080.33

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
t=inf.-senza carichi	974719.63	-14007.11	arm sup	-45223.64	arm inf
t=inf.-SLE Rare	951768.31	-14007.11	arm sup	-45223.64	arm inf
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	-14007.11	arm sup	-45223.64	arm inf

### 9.3.2.1.2 Momenti di rottura per flessione retta

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Armature pretese	0.13	0.00493

fless.	Z asse neutro	Mr	$\epsilon_{sup}$	Z <sub>gsup</sub>	$\epsilon_{inf}$	Z <sub>ginf</sub>
(+)	0.51	2689.96	-0.00350	0.90	0.00415	0.06
(-)	0.11	-410.67	0.01000	0.55	-0.00261	0.00

$$M_{d,max} = 911.19 < 2689.96 \quad K_r = 2.952$$

### 9.3.2.1.3 Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo:	$\theta$ [rad]	b <sub>w</sub>	Staffe:	A <sub>sw</sub>
	0.381	0.70		0.00113

d	K	A <sub>sl</sub>	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0.84	1.487	0.006	0.0100	-3803.95	1.147

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>
714.67	841.41	2723.46

$$V_{Ed,max} = 218.64 < 841.41$$

Trazione per taglio ( $V=218.64$ ) = 273.30 [KN]

### 9.3.2.1.4 Verifica rottura per torsione

<sollecitazioni torcenti nulle>

### 9.3.2.1.5 Verifica a taglio/torsione

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |0.00/365.44| + |218.64/841.41| = 0.260$$

### 9.3.2.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

max valore di progetto scorrimento interfaccia	190.04	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0.00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±818.04	[KN/m]
staffe di collegamento	0.0008	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1002.44	[KN/m]

## 9.4 Verifica sezione X=6.63 - M

### 9.4.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.32	0.00	prefabb.:
2	-0.35	0.03	reag.trazione
3	-0.35	0.03	
4	-0.35	0.60	
5	-0.35	0.60	
6	0.35	0.60	
7	0.35	0.60	
8	0.35	0.03	
9	0.35	0.03	
10	0.32	0.00	fine prefabb.

<b>A</b>	<b>J<sub>f</sub></b>	<b>Z<sub>g</sub></b>
0.419	0.0125	0.30

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.55	0.000
2	0.10	0.001
3	0.06	0.001

<b>Z<sub>g,p</sub></b>	<b>A<sub>p</sub></b>
0.13	0.002

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0.55	0.001	arm sup 8Ø12
2	0.06	0.001	arm inf 8Ø12
3	0.06	0.002	armatura longit. appoggio 6Ø20

<b>Sezione ideale (n=6.000)</b>	<b>A<sub>id</sub></b>	<b>J<sub>f, id</sub></b>	<b>Z<sub>g, id</sub></b>
	0.455	0.0146	0.29

#### 9.4.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	41.4%	18705.67	1.5%

<b>Sollecitazioni</b>	<b>M<sub>esterno</sub></b>	<b>N<sub>precomp.</sub></b>	<b>M<sub>precomp.</sub></b>
t=0 dopo taglio trefoli	229.93	-2715.58	-471.83

Sollecitazioni	M <sub>esterno</sub>	N <sub>precomp.</sub>	M <sub>precomp.</sub>
prima del getto in opera	0.00	-2570.09	-446.55
dopo getto 2a fase	345.14	-2569.43	-446.43

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	-1461.75	-10178.75
prima del getto in opera	0.00	0.00
dopo getto 2a fase	-4102.98	-7098.49

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1171022.54	-13129.01	arm sup	-56278.13	arm inf
prima del getto in opera	0.00	0.00	arm sup	0.00	arm sup
dopo getto 2a fase	1116823.88	-26115.65	arm sup	-40943.43	arm inf

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	15759.00	1.3%
rilassamento acciaio	25.9%	11702.34	0.9%
viscosità cls	39.4%	37959.70	3.0%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.1%	85.15	0.0%
rilassamento acciaio	0.1%	41.54	0.0%
viscosità cls	0.2%	168.08	0.0%

#### 9.4.1.2 Verifica a rottura per flessione

Presollecitazione armature pretese :  $\varepsilon_{sp,z=0.13}=0.00561$

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	Z <sub>gsup</sub>	$\varepsilon_{inf}$	Z <sub>ginf</sub>
(+)	0.34	1698.83	-0.00350	0.60	0.00396	0.06
(-)	0.12	-408.60	0.01000	0.55	-0.00287	0.00

$$M_{d,max} = 448.69 < 1698.83 \quad K_r=3.786$$

#### 9.4.1.3 Verifica a rottura per taglio

<sollecitazioni taglianti nulle>

#### 9.4.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-4103.81	-7094.93
getto in opera	0.00	0.00

#### 9.4.2.1 Verifiche in esercizio

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.32	0.00	prefabb.:
2	-0.35	0.03	reag.trazione
3	-0.35	0.03	
4	-0.35	0.60	
5	-0.35	0.60	

n.	Y	Z	
6	0.35	0.60	
7	0.35	0.60	
8	0.35	0.03	
9	0.35	0.03	
10	0.32	0.00	fine prefabb.
11	-0.32	0.00	
12	-0.35	0.90	getto in opera
13	0.00	0.90	(m=0.924)
14	0.35	0.90	non reag.trazione
15	0.35	0.60	
16	-0.35	0.60	
17	-0.35	0.90	

A	J <sub>f</sub>	Z <sub>g</sub>
0.613	0.0408	0.44

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.55	0.000
2	0.10	0.001
3	0.06	0.001

Z <sub>g,p</sub>	A <sub>p</sub>
0.13	0.002

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0.55	0.001	arm sup 8Ø12
2	0.06	0.001	arm inf 8Ø12
3	0.06	0.002	armatura longit. appoggio 6Ø20

Sezione ideale (n=6.000)	A <sub>id</sub>	J <sub>f,id</sub>	Z <sub>g,id</sub>
	0.649	0.0449	0.43

#### 9.4.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione nei trefoli pretesi da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48.9%	30196.85	2.4%
rilassamento acciaio	32.6%	14733.22	1.2%
viscosità cls	60.4%	58194.20	4.6%

Tensioni sul cls - H60 :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-4003.63	-4003.63	-6103.10	-6103.10
t=inf.-SLE Rare	-4003.63	-6437.93	-97.18	-6103.10
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-4003.63	-5813.79	-1640.31	-6103.10

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-319.32	-319.32	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	-319.32	-6466.95	0.00	-2156.36
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-319.32	-4889.23	0.00	-1579.75

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
t=inf.-senza carichi	990879.20	-25071.52	arm sup	-35463.91	arm inf
t=inf.-SLE Rare	982251.29	-4070.51	arm inf	-35463.91	arm inf

Tensioni sugli acciai	$\sigma_{sp}$	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	-12137.30	arm inf	-35463.91	arm inf

#### 9.4.2.1.2 Momenti di rottura per flessione retta

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta\varepsilon_{sp}$
Armature pretese	0.13	0.00497

fless.	Z asse neutro	Mr	$\varepsilon_{sup}$	Z <sub>gsup</sub>	$\varepsilon_{inf}$	Z <sub>ginf</sub>
(+)	0.51	2690.01	-0.00350	0.90	0.00414	0.06
(-)	0.11	-410.57	0.01000	0.55	-0.00262	0.00

$$M_{d,max} = 1300.83 < 2690.01 \quad K_r = 2.068$$

#### 9.4.2.1.3 Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo:	$\theta$ [rad]	$b_w$	Staffe:	$A_{sw}$
	0.381	0.70		0.00079

d	K	$A_{sl}$	$\rho_l$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$
0.84	1.487	0.006	0.0100	-3816.76	1.148

$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$
715.81	584.31	2724.63

$$V_{Ed,max} = 18.34 < 715.81$$

Trazione per taglio ( $V=18.34$ ) = 22.93 [KN]

#### 9.4.2.1.4 Verifica rottura per torsione

<sollecitazioni torcenti nulle>

#### 9.4.2.1.5 Verifica a taglio/torsione

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |0.00/253.78| + |-18.34/715.81| = 0.026$$

#### 9.4.2.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

max valore di progetto scorrimento interfaccia	0.00	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-24.12	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±818.04	[KN/m]
staffe di collegamento	0.0008	[m <sup>2</sup> /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±995.06	[KN/m]



## 9.5 Deformazioni

modulo elastico = 36416113.90

### 9.5.1 Prima fase

H60 :

	accorciamento [m]	rotaz. testata sinistra [rad]	rotaz. testata destra [rad]	freccia in mezzeria [m]
al taglio trefoli	-0.0019	0.00315	-0.00315	0.0123
prima del getto in opera	-0.0035	0.00392	-0.00392	0.0158
al getto soletta	-0.0035	0.00283	-0.00283	0.0112
dopo maturazione	-0.0036	0.00283	-0.00283	0.0113

### 9.5.2 Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Spalla iniziale	0.0000	0.0000	0.0000
Spalla finale	0.0000	0.0000	-0.0010

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf.
Spalla iniziale	0.00000	0.00000	0.00165
Spalla finale	0.00000	0.00000	-0.00165

Frecce in mezzeria [m] :

campata	X	dopo maturazione soletta	postesi e cambio vincoli	t=inf. comb. rara max	t=inf. comb. rara min
1	6.63	0.0113	0.0113	0.0189	0.0109