

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

**SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI**

SL05 - Scatolare di approccio al VI11 lato PA, sottovia NV55

Relazione di calcolo scatolare

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS3T 30 D 78 CL SL0500 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Gen-2020	A.Donnarumma 	Gen-2020	A.Barreca 	Gen-2020	D.Tiberti Gen-2020

1.	PREMESSA .....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
3.	MATERIALI .....	7
3.1	CALCESTRUZZO SCATOLARE .....	7
3.2	ACCIAIO D'ARMATURA .....	7
3.3	VERIFICA S.L.E. ....	8
3.3.1	<i>Verifica tensioni</i> .....	8
3.3.2	<i>Verifica a fessurazione</i> .....	9
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	10
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	11
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO .....	11
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA .....	11
6.	MODELLAZIONE ADOTTATA .....	13
7.	ANALISI DEI CARICHI .....	15
7.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA .....	15
7.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI .....	15
7.3	BARRIERA .....	15
7.4	SOVRACCARICO FERROVIARIO .....	16
7.5	AZIONI ORIZZONTALI .....	20
7.6	VENTO .....	23
7.7	AZIONI TERMICHE .....	25
7.8	RITIRO .....	25
7.9	AZIONE SISMICA .....	25
8.	COMBINAZIONI DI CALCOLO .....	28
9.	RISULTATI E VERIFICHE .....	31
9.1	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE .....	35
9.1.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i> .....	37

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	2 di 70

9.1.2	Verifica in condizioni sismiche .....	41
9.2	VERIFICA PIEDRITTI.....	43
9.2.1	Verifica a taglio.....	45
9.2.2	Verifica in condizioni statiche .....	46
9.2.3	Verifica in condizioni sismiche .....	49
9.3	VERIFICA SOLETTA INFERIORE .....	52
9.3.1	Verifica a taglio.....	54
9.3.2	Verifica in condizioni statiche .....	55
9.3.3	Verifica in condizioni sismiche .....	58
10.	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	61
10.1	VERIFICHE IN TERMINI DI TENSIONI EFFICACI.....	62
10.2	VERIFICHE IN TERMINI DI TENSIONI TOTALI.....	67

## 1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento della struttura SL05 di approccio al viadotto VI11 che si sviluppa dalla progressiva ferroviaria 23+292 a 23+327 inquadrata all'interno dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania, specificamente del Lotto 3 di tale progetto.

L'opera è costituita da una struttura scatolare in cemento armato gettato in opera a tre canne avente l'asse parallelo all'asse ferroviario. La soletta di copertura ha spessore 1.20 m quella inferiore 1.50 m ed i piedritti sono di 1.20 m.

Di seguito si riporta l'inquadramento dell'opera nel progetto.

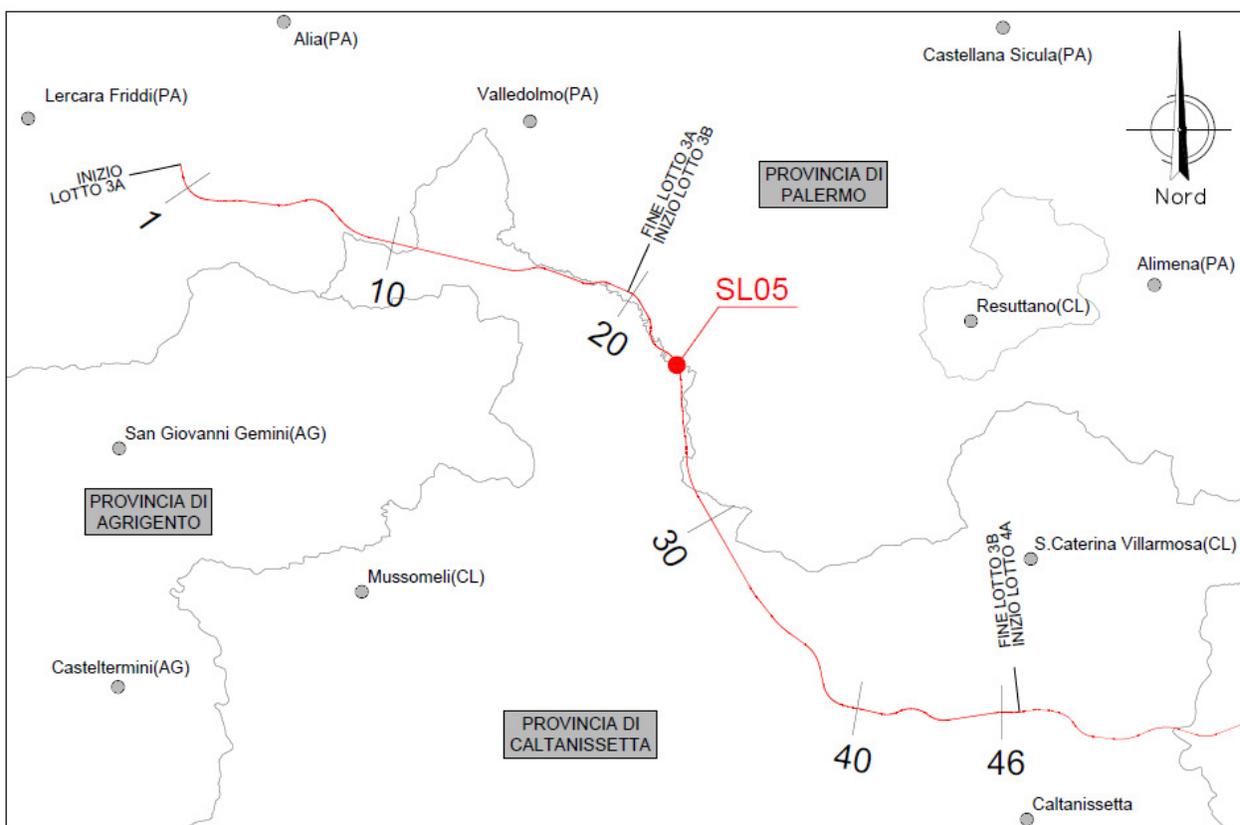


Figura 1 – Inquadramento del SL05 all'interno del lotto di progettazione

L'opera presenta una larghezza interna pari a 5.60 m e una altezza variabile compatibile con il piano del ferro, la una soletta superiore e i piedritti presentano uno spessore di 1.30 m e quella di fondo di 1.40 m.

Di seguito pianta e sezioni.

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	4 di 70

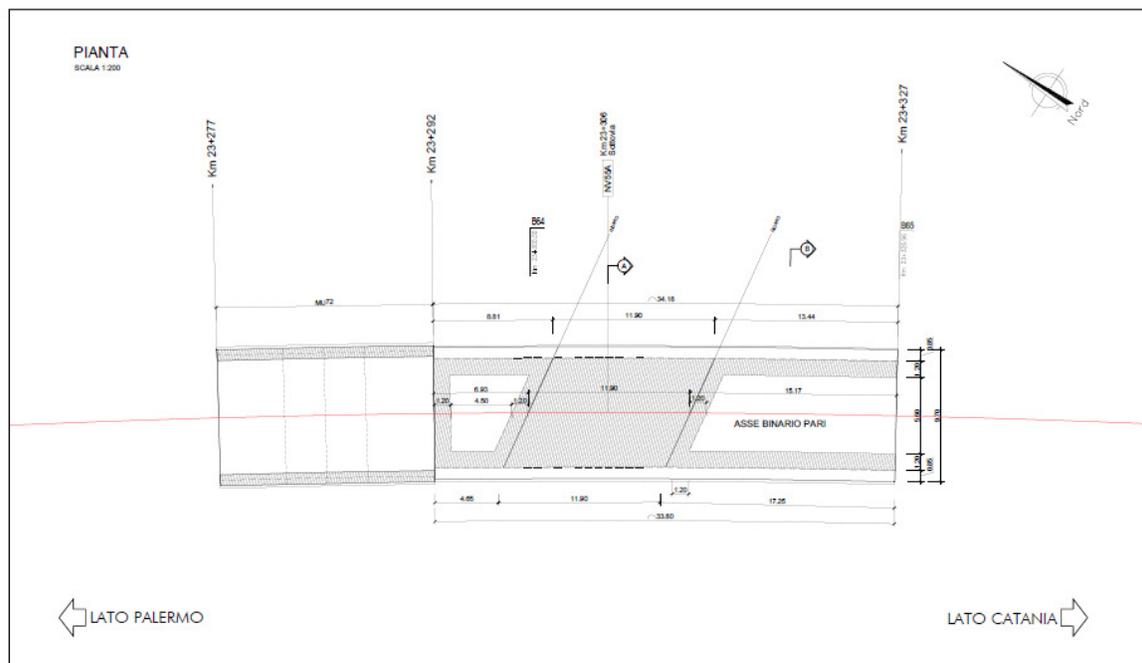


Figura 2 – Pianta.

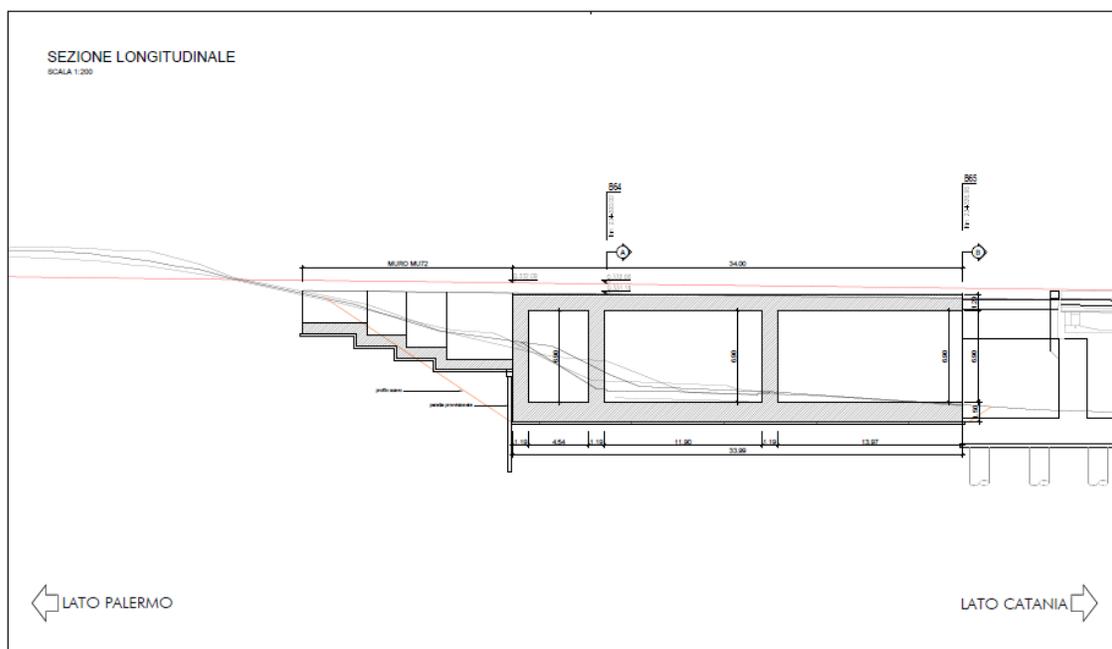


Figura 3 – Sezione longitudinale.

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	5 di 70

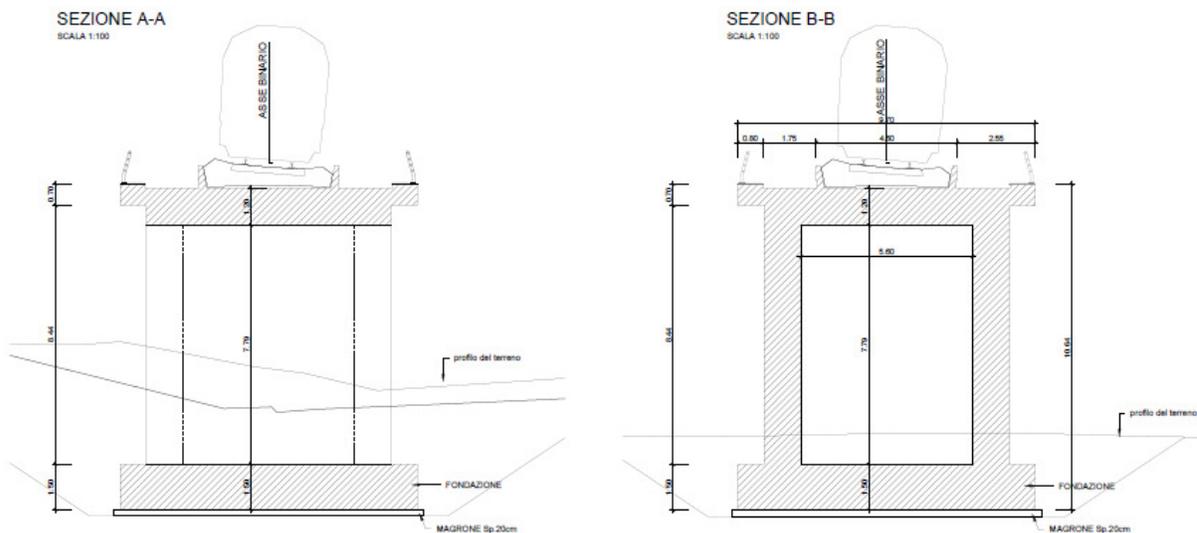


Figura 4 – Sezione trasversale .

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</b>					
SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia NV55: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL.05.00.001	REV. A	FOGLIO 6 di 70

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

- Rif. [1] Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Rif. [2] Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Rif. [3] Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2;
- Rif. [4] RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- Rif. [5] RFI DTC SI SP IFS 001 C del 21-12-18 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

### 3. MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo scatolare

Classe di resistenza	C32/40 $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione ambientale	XC4
Copriferro nominale minimo	50 mm

Resistenza di calcolo del calcestruzzo per la verifica agli SLU ( $\gamma_c = 1.5$ ):

Resistenza di calcolo a rottura per compressione:

$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	33.2 $\text{N/mm}^2$
$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.2 $\text{N/mm}^2$
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	22.1 $\text{N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.09 $\text{N/mm}^2$
$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm}$	2.17 $\text{N/mm}^2$
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.44 $\text{N/mm}^2$
$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$	3.71 $\text{N/mm}^2$
$f_{cfk,5\%} = 0.70 \cdot f_{cfm}$	2.59 $\text{N/mm}^2$
$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3}$	336429 $\text{N/mm}^2$

#### 3.2 Acciaio d'armatura

L'acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

$f_{y, \text{nom}}$	450 $\text{N/mm}^2$
$f_{t, \text{nom}}$	540 $\text{N/mm}^2$

Resistenza di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLU ( $\gamma_s = 1.15$ ):

Resistenza di calcolo a rottura per trazione e deformazione corrispondente:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	391.3 $\text{N/mm}^2$
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	0.186%

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</b>					
	SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia NV55: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL.05.00.001	REV. A

### 3.3 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato.

#### 3.3.1 Verifica tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Manuale di progettazione Opere Civili RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18"

##### Strutture in c.a.

##### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara):  $0,55 f_{ck}$ ;
- per combinazioni di carico quasi permanente:  $0,40 f_{ck}$ ;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

##### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare  $0,75 f_{yk}$ .

Nel caso in esame pertanto si ha:

#### CALCESTRUZZO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_c = 0,55 \cdot f_{ck} \qquad 18,26 \text{ N/mm}^2$$

Massima tensione allo SLE per combinazione quasi permanente:

$$\sigma_c = 0,40 \cdot f_{ck} \qquad 13,28 \text{ N/mm}^2$$

#### ACCIAIO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_s = 0,75 f_{yk} \qquad 337,5 \text{ N/mm}^2$$

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</b>					
	SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia NV55: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL.05.00.001	REV. A

### 3.3.2 Verifica a fessurazione

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente [NTC – Tabella 4.1.IV]:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w <sub>d</sub>	Stato limite	w <sub>d</sub>
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤w <sub>2</sub>	ap. fessure	≤w <sub>3</sub>
		quasi permanente	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤w <sub>2</sub>
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤w <sub>2</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤w <sub>1</sub>

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Tabella 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

Risultando w<sub>1</sub>= 0.2 mm      w<sub>2</sub>= 0.3 mm      w<sub>3</sub>= 0.4 mm

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si aggiungono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

Combinazione Caratteristica (Rara)  $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

In accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, alla quale si rimanda per qualsiasi approfondimento, per i vari strati sono stati considerati i seguenti parametri meccanici:

profondità	U.G.	$\gamma$	$c'$	$c_u$	$\phi'$	E
	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[kPa]	[°]	[MPa]
da p.c. a -11.6 m	a2	19.0	15	100	25	100
oltre -11.6 m	TRV	21.0	20	200	20	150
Falda a – 4 m da p.c.						

L'opera si fonda rispetto al piano campagna ad una profondità di circa 2.7 m pertanto si assume come riferimento il terreno di fondazione tipo a2.

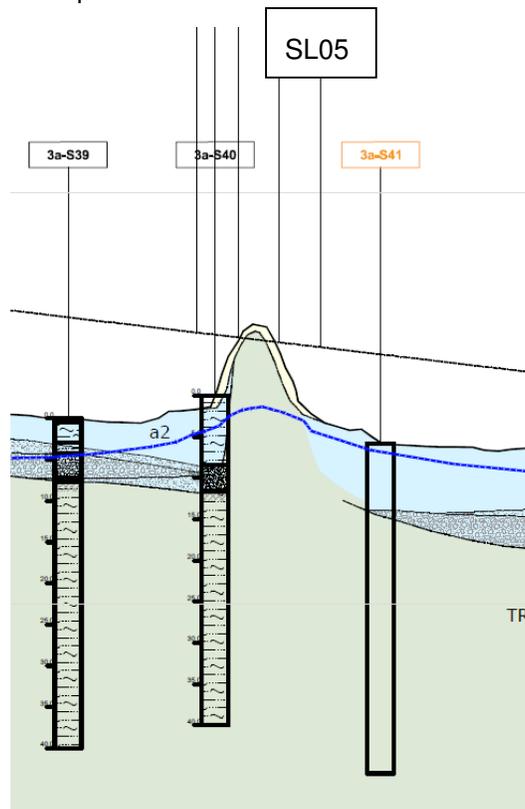


Figura 5 – Stratigrafia .

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</b>					
	SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia NV55: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL.05.00.001	REV. A

## 5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

### 5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale ( $V_N$ ), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso ( $C_U$ )

In accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.1 del Manuale di Progettazione delle Opere Civili –Ponti e Strutture, per l'opera in oggetto si considera una vita nominale  $V_N = 75$  anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità  $V < 250$  Km/h") e una classe d'uso III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a  $C_U = 1.5$ .

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$  anni.

### 5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali), dipendono, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (periodo di riferimento per valutazione azione sismica) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Categoria sottosuolo C

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottengono per il sito in esame i valori delle caratteristiche sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*_C$ ):

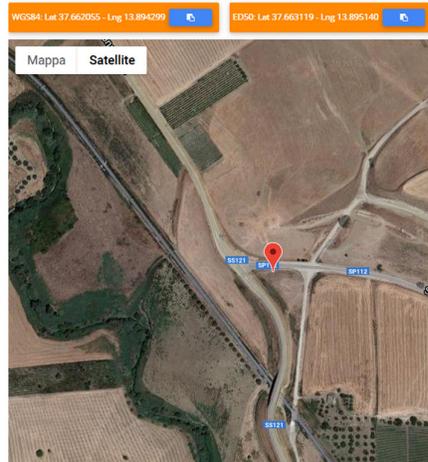
$a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0$  → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*_C$  → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	12 di 70



### Stati limite

 Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

 Vita Nominale 75

 Interpolazione Media ponderata

**CU = 1.5**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	68	0.044	2.466	0.283
Danno (SLD)	113	0.053	2.488	0.306
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.106	2.635	0.396
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.128	2.687	0.422
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

### Coefficienti sismici

 Tipo Muri di sostegno NTC 2008

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,49
CC Coeff. funz categoria	1,59	1,55	1,43	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.014	0.038	0.046
kv	0.006	0.007	0.019	0.023
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.644	0.780	1.565	1.872
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</b>					
	SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia NV55: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO SL.05.00.001	REV. A

## 6. MODELLAZIONE ADOTTATA

Per l'analisi della struttura è stato sviluppato un modello di calcolo nel quale l'interazione struttura-terreno è stata simulata attraverso molle reagenti solo a compressione (analisi non lineare); la costante di sottofondo è stata assunta pari a 7780 kN/m<sup>3</sup>.

Tale valore è stato determinato, a partire dal valore di E dello strato di fondazione, attraverso la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

$\nu$  = coefficiente di Poisson =0.3;

B = larghezza della fondazione.

$c_t$  = fattore di forma, coefficiente adimensionale valutato con le relazione  $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$  (per  $L/B \leq 10$  con L lunghezza singolo concio).

unità	E	$\nu$	B	L	L/B	$c_t$	$k_w$
(-)	(MPa)	(-)	(m)	(m)	(-)	(-)	(kN/m <sup>3</sup> )
a2	100	0.3	9.70	30	3.09	1.46	7781

L'analisi delle strutture è stata condotta mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000, prodotto dalla Computer and Structures inc. di Berkeley, California, USA.

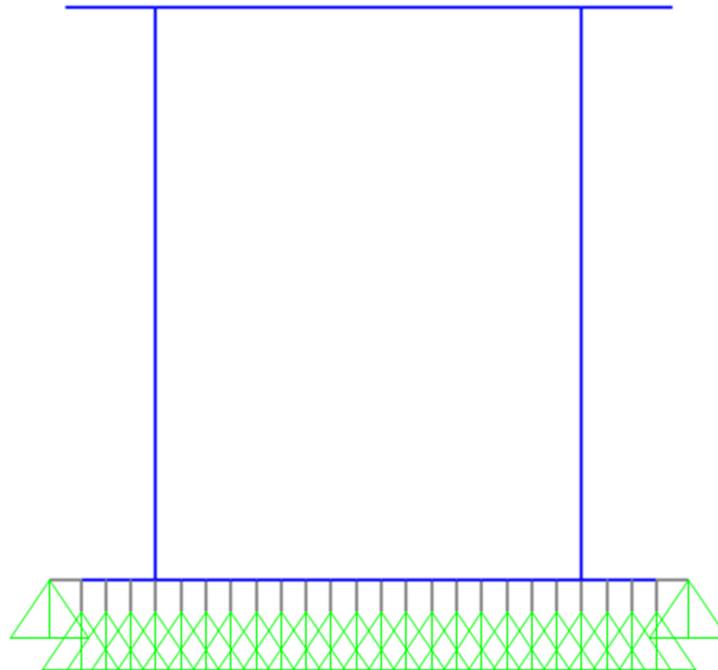
Lo schema statico impiegato è quello di telaio costituito da elementi frame; in corrispondenza della intersezione tra tali elementi il programma genera in automatico dei nodi per garantire la continuità strutturale. Ad ogni elemento è assegnata la corrispondente sezione rettangolare in calcestruzzo, la cui geometria è definita dallo spessore dell'elemento stesso per una larghezza unitaria, dal momento che la struttura è risolta come piana.

Per le verifiche delle sezioni si è adottato il programma RC-SEC – Autore GEOSTRU.

In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	14 di 70



*Figura 6 – Modello di calcolo.*

## 7. ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura è valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso dell'unità di volume di 25 kN/m<sup>3</sup>.

### 7.2 Carichi permanenti portati

Sulla soletta superiore i carichi permanenti sono costituiti dal peso del ballast.

$\gamma_1$	20 kN/m <sup>3</sup>	
$S_1$	0.8 m	ballast
$W_1$	16.0 kN/m <sup>2</sup>	

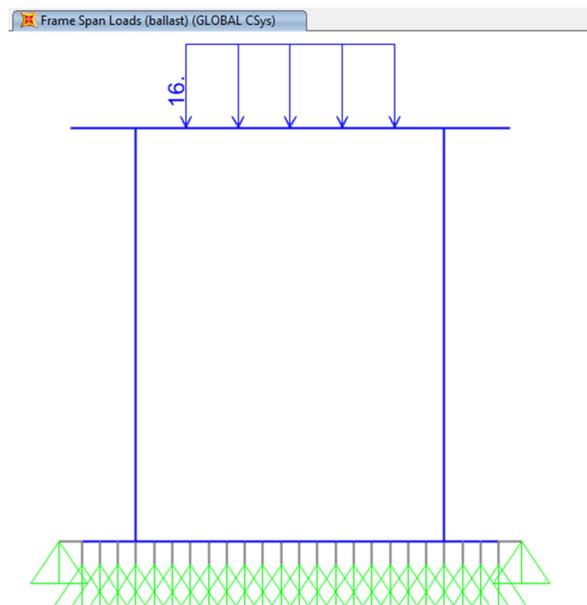


Figura 7 – Carichi permanenti.

### 7.3 Barriera

Sullo sbalzo si applica un carico concentrato di 16.0 kN rappresentativo della presenza di una eventuale barriera antirumore.

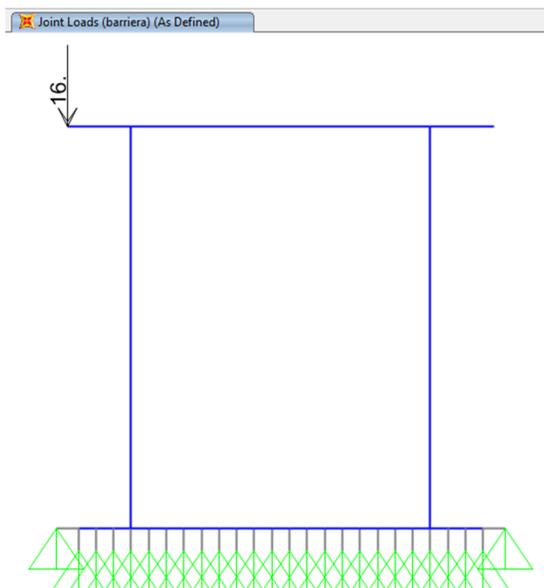


Figura 8 – Carico della barriera

#### 7.4 Sovraccarico ferroviario

Per la valutazione dei carichi verticali sono stati considerati il treno di carico LM71, rappresentativo del traffico normale, e il treno di carico SW/2 rappresentativo del traffico pesante.

Il treno di carico LM71, schematizzato in Figura 9, è costituito da 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.6 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per un'estensione illimitata, a partire da 0.8 m dagli assi di estremità.

Longitudinalmente i carichi assiali del modello di carico LM71 sono stati distribuiti uniformemente su 6.4 m.

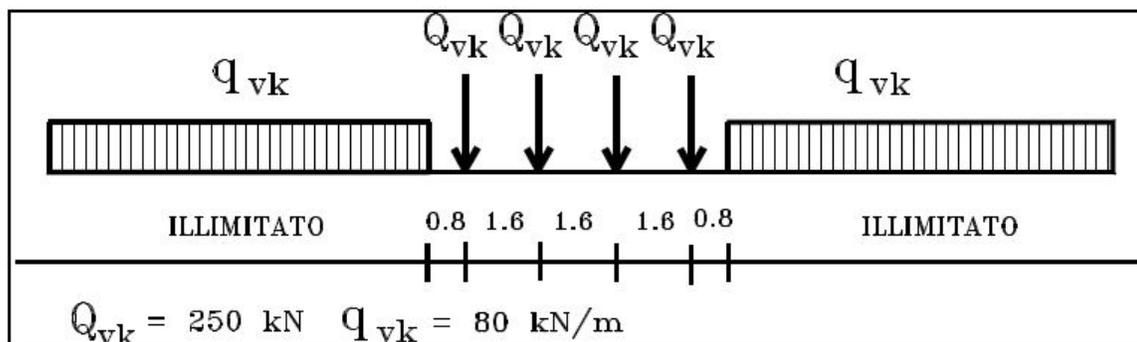
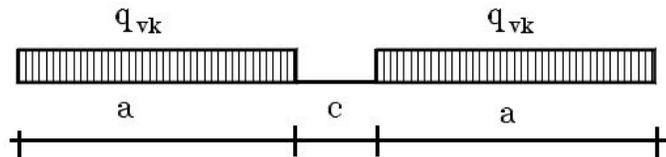


Figura 9 – Treno di carico LM71

Il treno di carico SW/2 invece è costituito da due carichi distribuiti di 150 kN/m aventi un'estensione di 25 m posti ad una distanza, c, di 7.0 m (Figura 10).



tipo di carico	$q_{vk}$ [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150	25.0	7.0

Figura 10 – Treno di carico SW/2.

I valori caratteristici dei carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento  $\alpha$ , il cui valore è riportato nella Figura 11.

modello di carico	coefficiente di adattamento $\alpha$
LM71	1.1
SW/2	1.0

Figura 11 – Coefficiente di adattamento  $\alpha$

### Larghezza di ripartizione

Trasversalmente i carichi sono stati ripartiti secondo una pendenza di 1 a 4 all'interno del ballast, e secondo una pendenza di 1 a 1 all'interno del calcestruzzo di riempimento e della soletta in c.a.. Pertanto, alla quota del piano medio della soletta, considerando per la traversa una larghezza di 2.40 m, si ha:

$$L_d = 2.40 + (s_b/4 + s_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.8/4 + 1.2/2) \cdot 2 = 3.78 \text{ m}$$

### Effetti dinamici

L'applicazione statica dei treni di carico sono incrementate per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli tramite il fattore:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

Si assume:

$$L_\phi = k \cdot \frac{1}{n} (L1 + L2 + L3 + L4) = 1.3 \cdot \frac{1}{3} (6.35 + 5.6 + 6.35) = 7.93 \text{ m} \Rightarrow \phi_3 = 1.34$$

I carichi utilizzati sono riepilogati nella Tabella seguente:

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	18 di 70

Carico variabile verticale agente alla quota del piano medio della soletta agente su  $L_d$

LM71 assi	$q_{v1} = 250 \cdot 1.1 / 1.6 / L_d \cdot 1.31 = 60.9 \text{ kN/m}$
-----------	---

SW/2	$q_v = 150 \cdot 1.0 / L_d \cdot 1.31 = 53.2 \text{ kN/m}$
------	--

Nel modello di calcolo è stato considerato il treno di carico LM71 in quanto più gravoso.

Il carico LM71 viene applicato con eccentricità.

Carichi accidentali mobili			ACCMOB
Modello LM71	coeff. $\alpha$	1.10	
Modello SW/2	coeff. $\alpha$	1.00	
<b>Coeff. di incremento dinamico</b>	$\Delta_3$	1.34	
Larghezza di ripartizione trasversale	$L_R$	3.78 m	
<b>Modello di carico SW/2</b>			
Q SW/2		150.0 kN/m	
Treno SW2	$\alpha \cdot \Phi \cdot q_{vk} / L_R$	$p_2$	53.2 kN/m/m
<b>Modello di carico LM71</b>			
Q LM71		250.0 kN	
Interasse longitudinale		1.60 m	
Treno LM71	$cQ_{vk} / 1.6 / L_R$	$p_2$	60.9 kN/m <sup>2</sup>
Eccentricità di carico LM71			
	e+	0.26	
	Me	59.88 kNm/m	
	$p_{2+}$	86.07 kN/m <sup>2</sup>	
	$p_{2-}$	35.78 kN/m <sup>2</sup>	
Eccentricità di carico LM71			
	e-	0.10	
	Me	23.03 kNm/m	
	$p_{2+}$	70.60 kN/m <sup>2</sup>	
	$p_{2-}$	51.26 kN/m <sup>2</sup>	

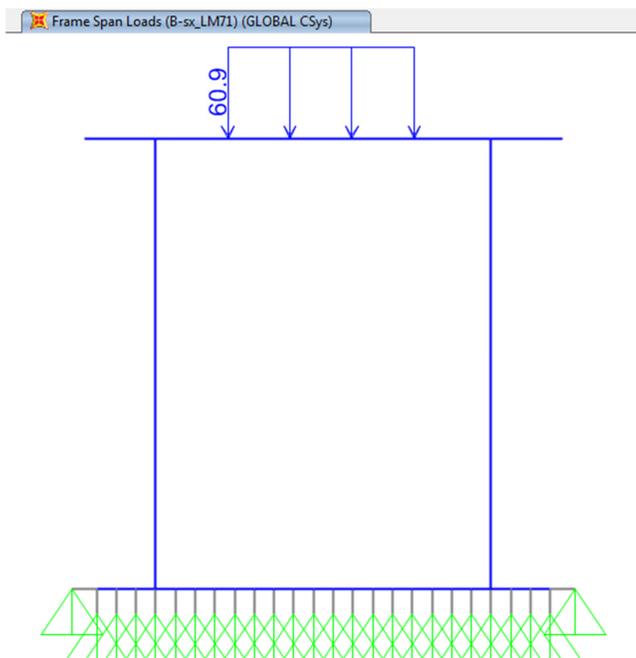


Figura 12 – Treno di carico LM71.

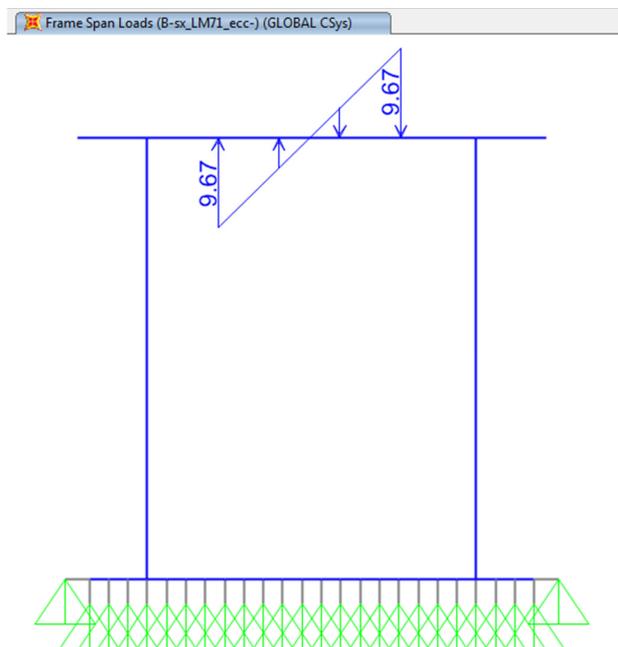


Figura 13 – Eccentricità (-) LM71.

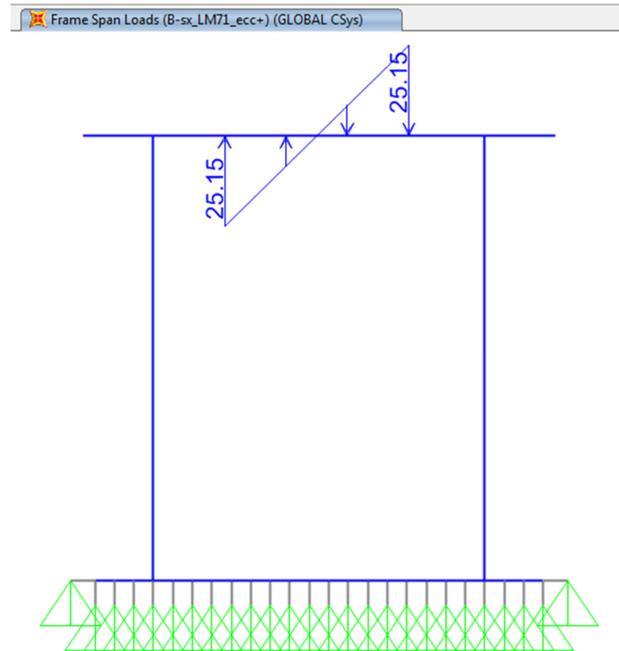


Figura 14 – Eccentricità (+) LM71.

## 7.5 Azioni orizzontali

### Forza centrifuga

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1,80 m al di sopra del P.F..

I calcoli si basano sulla massima velocità compatibile con il tracciato della linea che in questo tratto prevede 120 km/h.

Il valore caratteristico della forza centrifuga è pari a:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g * r} (f * Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g * r} (f * q_{vk})$$

per maggiori dettagli si rimanda al manuale di progettazione.

Il valore che si ottiene per il carico assiale del treno LM71 è pari a 31.2 kN che diviso per l'interasse tra i carichi assiali è pari a 19.5 kN/m.

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	21 di 70

<b>Forza centrifuga</b> (Si considera agente a 180 dal piano del ferro)			Centr
Treno LM71	F	19.50 kN/m	
	$\tau$	5.16 kN/m/m	
Punto di app risp baricentro soletta superiore		3.18 m	
Momento	Mc	62.01 kNm/m	
	d	2.52 m	
	$\Delta N$	24.61 kN	
	$\Delta\sigma+$	26.04 kN/m <sup>2</sup>	
	$\Delta\sigma-$	-26.04 kN/m <sup>2</sup>	

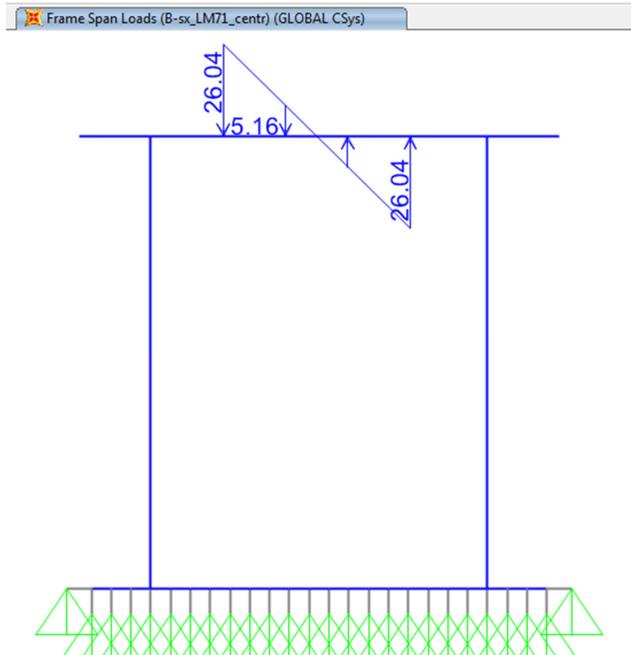


Figura 15 – Forza centrifuga LM71.

### Azione laterale (serpeggio)

L'azione del serpeggio è assunta mediante un carico concentrato, pari a 100 kN, per ogni binario agente orizzontalmente e applicato alla sommità della rotaia più alta; il suddetto carico non deve essere moltiplicato per il coefficiente dinamico  $\Phi_3$  e di adattamento  $\alpha$ .

Serpeggio LM71 (Si considera agente a livello rotaia più alta)			Serp
S		100.00 kN	
$\alpha \cdot S$		110.00 kN	
$\tau$		29.10 kN/m	
Punto di app risp baricentro soletta superiore		1.44 m	
Momento	$M_s$	158.40 kNm	
	$d$	2.52 m	
	$\Delta N$	62.86 kN	
	$\Delta \sigma+$	66.52 kN/m <sup>2</sup>	
	$\Delta \sigma-$	-66.52 kN/m <sup>2</sup>	

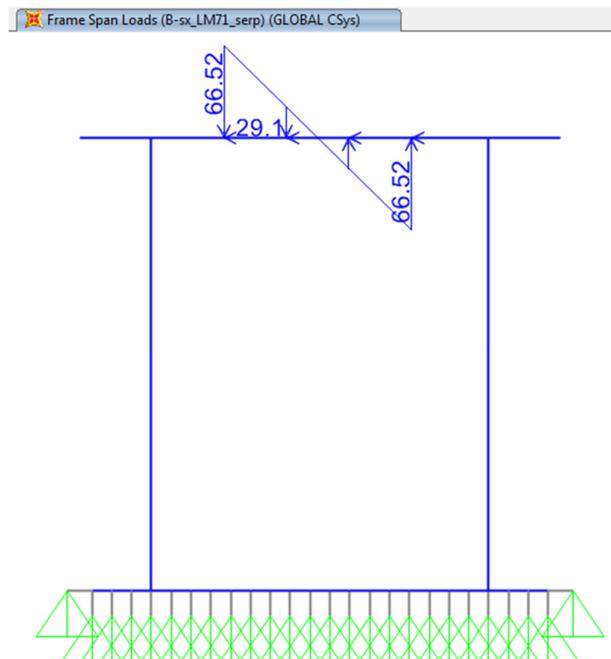


Figura 16 – Serpeggio LM71.

### Azioni longitudinali di avviamento e frenatura

Le azioni di frenatura e di avviamento sono applicate longitudinalmente al binario, pertanto si ritengono trascurabili nel modello piano implementato.

## 7.6 Vento

La pressione del vento è assunta cautelativamente pari a 1.5 kN/mq, il treno viene individuato come una superficie piana continua su cui agisce la pressione convenzionalmente alta 4 m dal P.F. Di seguito si riporta il calcolo delle azioni che si applicano allo scatolare.

Vento		(Si considera agente sulla superficie del treno e su quella del manufatto)		Vento
	$p_3$		1.5 kN/m <sup>2</sup>	
Vento agente sul convoglio	$P_3$		7.20 kN/m	
	$\tau$		1.90 kN/m <sup>2</sup>	
Punto di app risp baricentro soletta superiore			3.00 m	
Momento	$M_v$		21.60 KNm	
	$d$		2.52 m	
	$\Delta N_v$		8.57 kN	
	$\Delta \sigma+$		9.07 kN/m <sup>2</sup>	
	$\Delta \sigma-$		-9.07 kN/m <sup>2</sup>	
Spinta del vento sui piedritti	$p_3$		0.75 kN/m <sup>2</sup>	

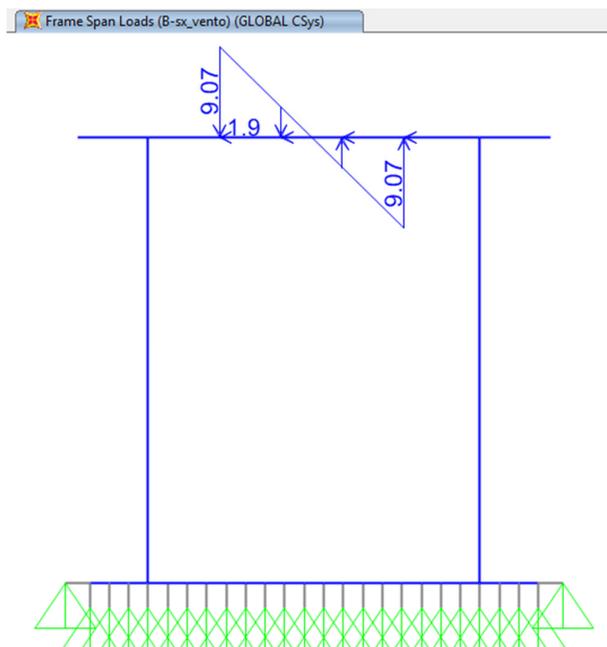


Figura 17 – Vento LM71.

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	24 di 70

Frame Span Loads (vento) (GLOBAL CSys)

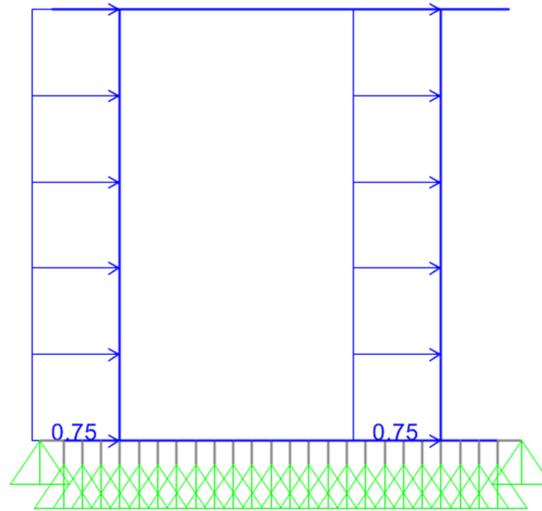


Figura 18 – Vento.

Si considera inoltre l'effetto del vento sulla barriera, considerando il peso proprio di  $4 \text{ kN/m}^3$  e un'altezza di 4 metri.

<b>Vento Barriera</b>	
Peso barriera	4 $\text{kN/m}^2$
H barriera	4 m
Wbarr	16 kN
Taglio barriera	6 kN
Momento barriera	12 kNm

Joint Loads (vento\_barriera) (As Defined)

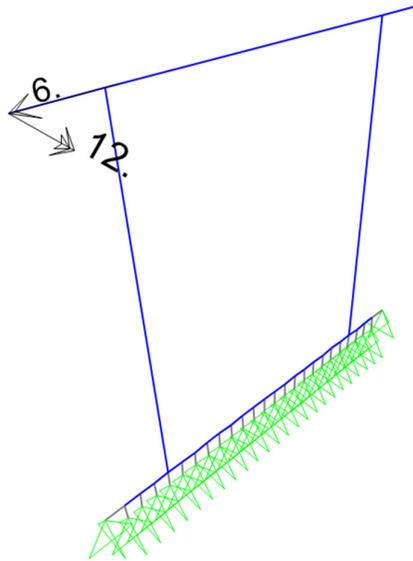


Figura 19 – Vento.

### 7.7 Azioni termiche

Alla soletta superiore è stata applicata una variazione termica uniforme  $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$ .

### 7.8 Ritiro

Si considera cautelativamente una variazione uniforme di temperatura della soletta di copertura di  $-12^\circ\text{C}$ .

### 7.9 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali della struttura scatolare è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo. In particolare è stata effettuata un'analisi statica equivalente con un'accelerazione orizzontale pari a quella di plateau dello spettro elastico ( $q=1$ ).

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	26 di 70

**AZIONE SISMICA SU STRUTTURA**

Sisma H

		SVL
	$a_g$	0.106 g
	$S_S$	1.50
	$S_T$	1.00
	$F_0$	2.64
	$\eta$	1.00
Spettro $T_B - T_C$	$S_e(T_B - T_C)$	0.420 g
Forza orizzontale su soletta sup. permanenti		19.32 kN/m
Forza orizzontale su soletta sup. LM71		5.12 kN/m
distanza baricentro treno - p.f.		1.80 m
distanza baricentro treno - mezzeria soletta		3.20 m
Momento LM71	$M_s$	16.38 kNm
	$d$	2.52 m
	$\Delta N$	6.50 kN
	$\Delta\sigma+$	6.88 kN/m <sup>2</sup>
	$\Delta\sigma-$	-6.88 kN/m <sup>2</sup>
Forza orizzontale dei piedritti		12.60 kN/m

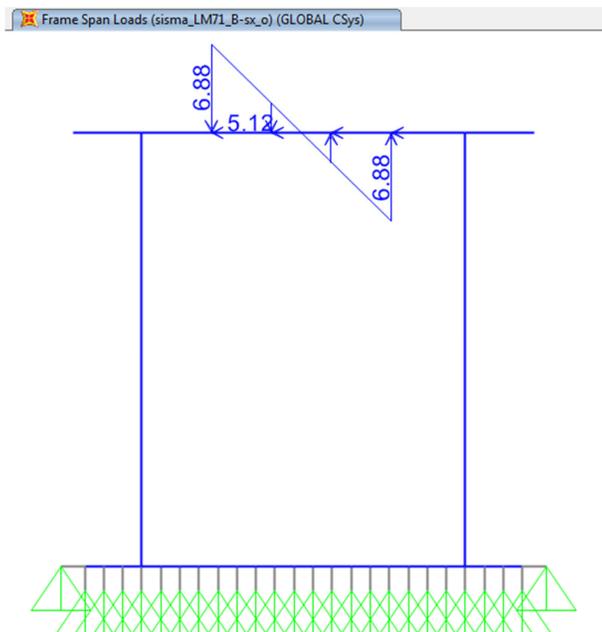


Figura 20 – Sisma LM71.

Frame Span Loads (sisma\_orizzontale) (GLOBAL CSys)

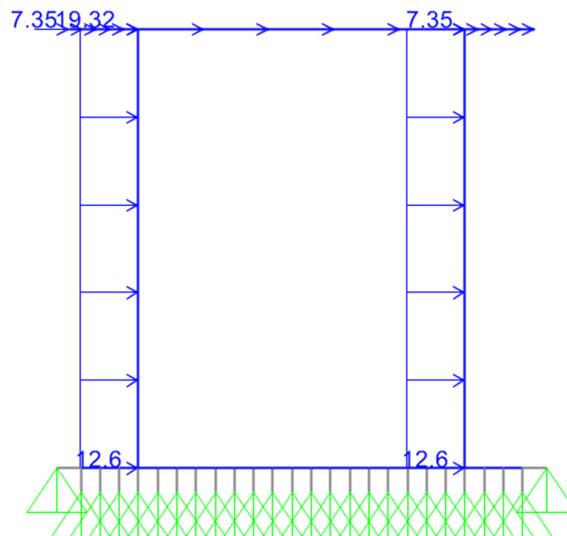


Figura 21 – Sisma orizzontale.

Frame Span Loads (sisma\_orizzontale) (GLOBAL CSys)

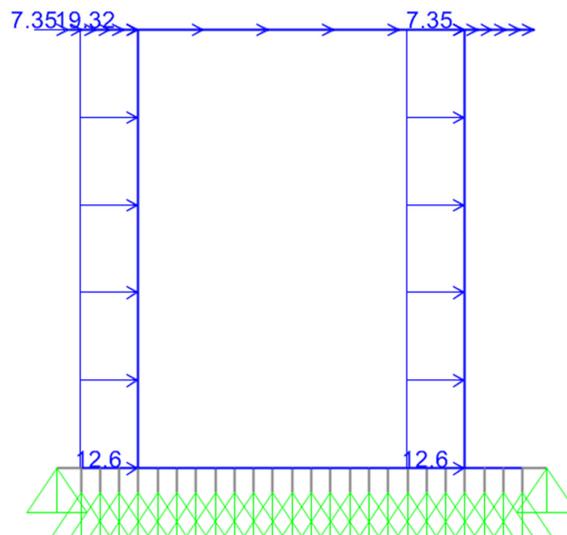


Figura 22 – Sisma orizzontale.

## 8. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

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

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

Le azioni impiegate nella definizione delle combinazioni di carico sono riepilogate nella Tabella 2.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
ballast + armamento	ballast
carico verticale LM71	B-sx_LM71
carico dovuto all'eccentricità positiva del modello LM71	B-sx_LM71_ecc+
carico dovuto all'eccentricità negativa del modello LM71	B-sx_LM71_ecc-
azione di serpeggio	B-sx_LM71_serp
forza centrifuga	B-sx_LM71_centr
vento su convoglio ferroviario	B_vento_treno
vento sulla struttura	vento
ritiro della soletta superiore	ritiro
variazione termica uniforme sulla soletta superiore	termica uniforme
variazione termica a farfalla sulla soletta superiore	termica farfalla
peso proprio barriera antirumore	barriera
vento su barriera antirumore	vento barriera
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma H
azione sismica orizzontale del LM71	sisma_LM71_B-sx_o

Tabella 2 – Riepilogo carichi.

Nelle Tabelle seguenti sono elencate le combinazioni di carico impiegate nelle verifiche.

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche									
	slu1	slu2	slu3	slu4	slu5	slu6	slu7	slu8	slu9
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1.35
ballast	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1.50
B-sx_LM71	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.16
B-sx_LM71_ecc+	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	0	0	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0	0	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	1.16
B-sx_LM71_serp	-1.45	-1.45	1.45	1.45	-1.45	-1.45	1.45	1.45	1.16
B-sx_LM71_centr	0	0	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	1.16
B-sx_vento	-1.5	-1.5	1.5	1.5	-1.5	-1.5	1.5	1.5	0.00
vento	1.5	1.5	-1.5	-1.5	1.5	1.5	-1.5	-1.5	-1.50
ritiro	1.2	0	1.2	0	1.2	0	1.2	0	0.00
termica_uniforme	-0.9	0.9	-0.9	0.9	-0.9	0.9	-0.9	0.9	0.90
termica_farfalla	0.9	-0.9	0.9	-0.9	0.9	-0.9	0.9	-0.9	-0.90
barriera	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35
vento_barriera	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50

Tabella 3 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche.

combinazioni di carico agli SLV					
	sis1	sis2	sis3	sis4	sis5
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_ecc+	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_serp	-0.20	-0.20	0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_centr	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
B-sx_vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
termica_uniforme	-0.50	0.50	-0.50	0.50	0.50
termica_farfalla	0.50	-0.50	0.50	-0.50	-0.50
barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sisma_orizzontale	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00
sisma_LM71_B-sx_o	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 4 – Combinazioni di carico agli SLV.

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni					
	ten1	ten2	ten3	ten4	ten5
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_ecc+	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_serp	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_centra	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_vento	-1.00	-1.00	1.00	1.00	0.00
vento	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
termica_uniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	0.60
termica_farfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	-0.60
barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Tabella 5 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni.

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione					
	fes1	fes2	fes3	fes4	fes5
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
B-sx_LM71_ecc+	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	0.80	0.80	0.80
B-sx_LM71_serp	-0.80	-0.80	0.80	0.80	0.80
B-sx_LM71_centra	0.00	0.00	0.80	0.80	0.80
B-sx_vento	-0.80	-0.80	0.80	0.80	0.00
vento	0.80	0.80	-0.80	-0.80	-0.80
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
termica_uniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	0.60
termica_farfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	-0.60
barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Tabella 6 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione.

combinazioni di carico quasi permanenti (SLE) per verifica tensioni				
	qpe1	qpe2	qpe3	qpe4
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc+	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_serp	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_centr	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_vento	0.00	0.00	0.00	0.00
vento	0.00	0.00	0.00	0.00
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00
termica_uniforme	-0.50	0.50	-0.50	0.50
termica_farfalla	0.50	-0.50	0.50	-0.50
barriera	0.00	0.00	1.00	1.00
vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00

*Tabella 7 – Combinazioni di carico quasi permanenti (SLE) per verifica tensioni.*

## 9. RISULTATI E VERIFICHE

Nelle immagini a seguire si riportano i digrammi di involuppo delle sollecitazioni per gli stati limite ultimi statici e sismici e per gli stati limite d'esercizio.

Moment 3-3 Diagram (enve\_slu)

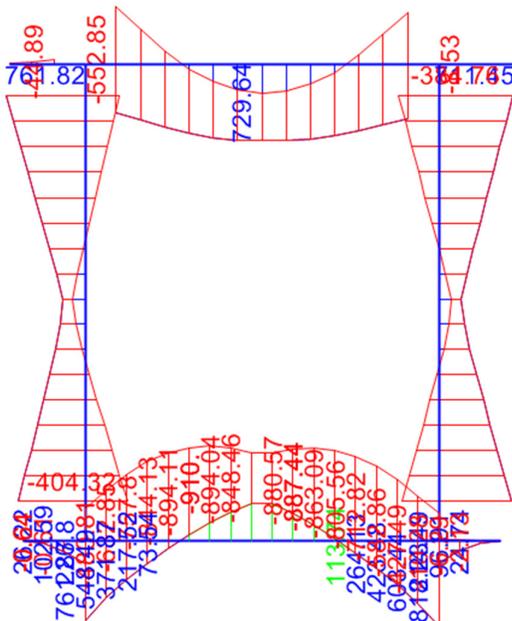


Figura 23 – Momento flettente enve-SLU.

Shear Force 2-2 Diagram (enve\_slu)

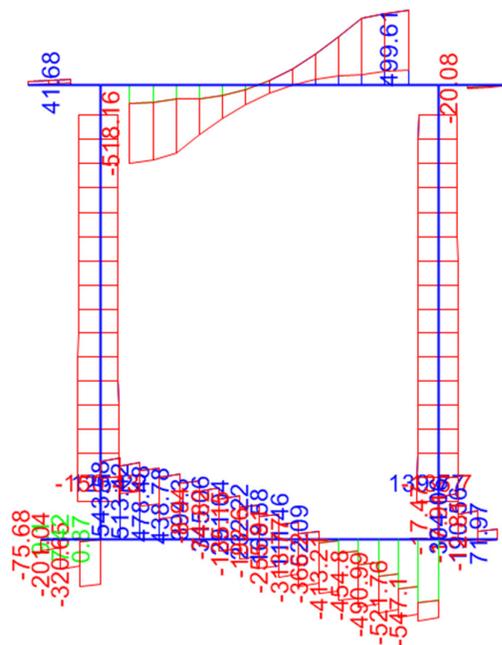


Figura 24 – Taglio enve-SLU.

Moment 3-3 Diagram (enve\_sis)

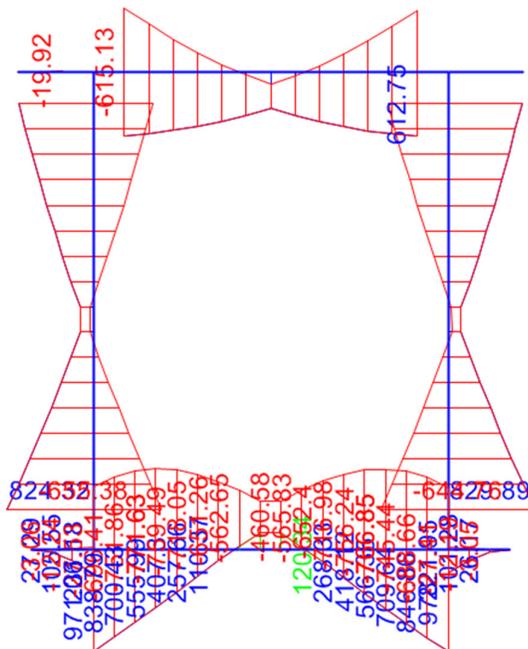


Figura 25 – Momento flettente enve-SLV.

Shear Force 2-2 Diagram (enve\_sis)

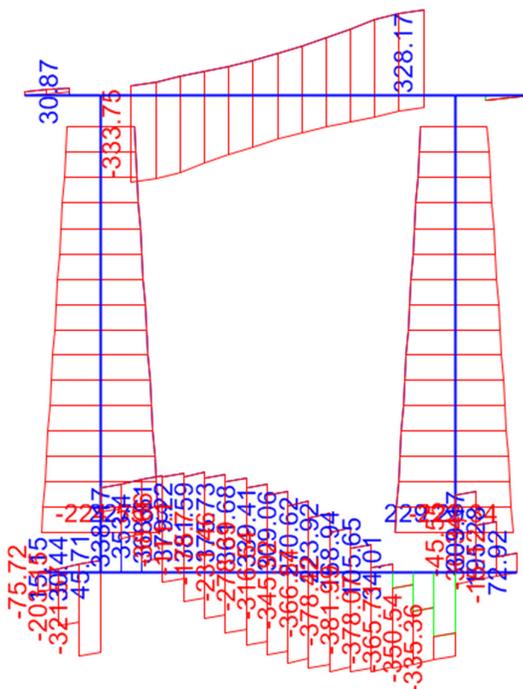


Figura 26 – Taglio enve-SLV.

Moment 3-3 Diagram (enve\_fes)

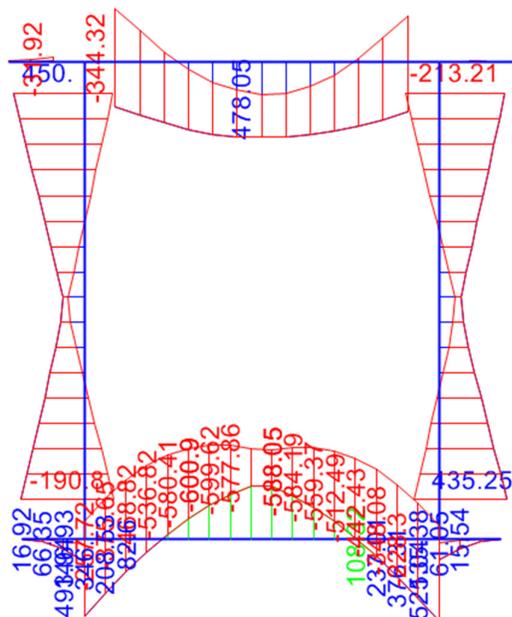


Figura 27 – Momento flettente enve-SLE-fessurazione.

Moment 3-3 Diagram (enve\_ten)

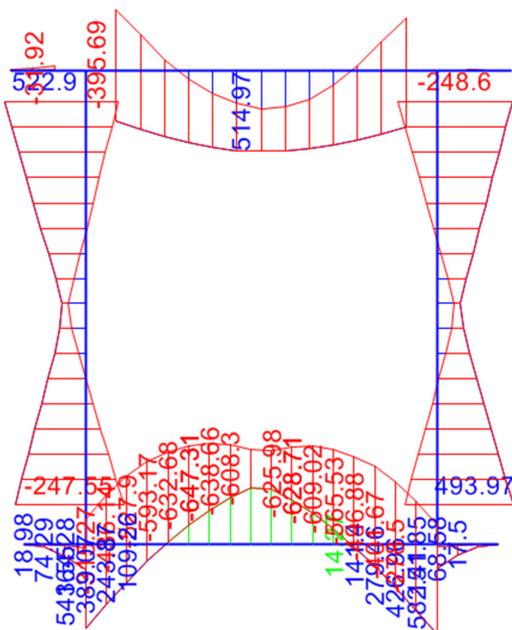


Figura 28 – Momento flettente enve-SLE-tensioni.

Moment 3-3 Diagram (enve\_gpe)

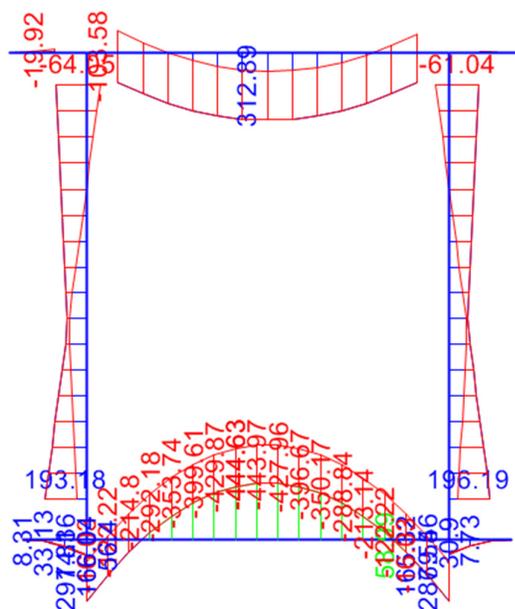


Figura 29 – Momento flettente enve-SLE-quasi permanente.

### 9.1 Verifica soletta superiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	101.20	-43.16	<b>612.75</b>	3	6.20	sis3
<b>M3</b>	<b>min</b>	-95.61	-333.75	<b>-615.13</b>	3	0.60	sis5
<b>V2</b>	<b>max</b>	-94.25	<b>328.17</b>	-594.44	3	6.20	sis2
<b>V2</b>	<b>min</b>	-95.61	<b>-333.75</b>	-615.13	3	0.60	sis5
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>101.20</b>	-43.16	612.75	3	6.20	sis3
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-96.46</b>	-330.75	-601.55	3	0.60	sis4

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	36 di 70

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	28.38	30.19	<b>729.64</b>	3	3.40	slu1
M3	min	-140.30	-518.16	<b>-552.85</b>	3	0.60	slu4
V2	max	-54.50	<b>499.61</b>	-130.05	3	6.20	slu1
V2	min	-68.23	<b>-518.16</b>	-177.53	3	0.60	slu3
P	max	<b>130.32</b>	104.58	632.95	3	5.27	slu3
P	min	<b>-140.98</b>	-470.37	-550.36	3	0.60	slu8

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	21.65	20.74	<b>514.97</b>	3	3.40	ten1
M3	min	-87.06	-362.00	<b>-395.69</b>	3	0.60	ten5
V2	max	-35.39	<b>348.71</b>	-83.23	3	6.20	ten1
V2	min	-87.06	<b>-362.00</b>	-395.69	3	0.60	ten5
P	max	<b>91.83</b>	75.33	445.33	3	5.27	ten3
P	min	<b>-95.40</b>	-361.50	-376.37	3	0.60	ten4

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	24.30	16.59	<b>478.05</b>	3	3.40	fes1
M3	min	-71.83	-315.44	<b>-344.32</b>	3	0.60	fes5
V2	max	-21.34	<b>303.12</b>	-36.17	3	6.20	fes1
V2	min	-71.83	<b>-315.44</b>	-344.32	3	0.60	fes5
P	max	<b>80.44</b>	77.44	406.31	3	5.27	fes3
P	min	<b>-79.45</b>	-313.35	-322.76	3	0.60	fes4

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	31.70	0.00	<b>312.89</b>	3	3.40	qpe1
M3	min	-11.22	-123.74	<b>-103.58</b>	3	0.60	qpe4
V2	max	31.70	<b>120.78</b>	134.60	3	6.20	qpe1
V2	min	32.98	<b>-123.74</b>	121.89	3	0.60	qpe3
P	max	<b>32.98</b>	-123.74	121.89	3	0.60	qpe3
P	min	<b>-12.49</b>	-120.78	-90.87	3	0.60	qpe2

### 9.1.1 Verifica in condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol\_sup

(Percorso File: \\oceanolc\j00\_lavoro\Modelli di calcolo\SL05\rc\_sec\_SL05\_L3\sol\_sup.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettagolare
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
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resistenza compress. ridotta fcd':	90.65	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm <sup>2</sup>	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	38 di 70

N°Comb.	Momento torcente [daN m]			
	N	Mx	Vy	MT
1	-2838	72964	3019	0
2	14030	-55285	-51816	0
3	5450	-13005	49961	0
4	6823	-17753	-51816	0
5	-13032	63295	10458	0
6	14098	-55036	-47037	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-2165	51497
2	8706	-39569
3	3539	-8323
4	8706	-39569
5	-9183	44533
6	9540	-37637

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-2430	47805 (89097)
2	7183	-34432 (-94513)
3	2134	-3617 (-103787)
4	7183	-34432 (-94513)
5	-8044	40631 (86292)
6	7945	-32276 (-95352)

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-3170	31289 (88114)
2	1122	-10358 (-92343)
3	-3170	13460 (85605)
4	-3298	12189 (84973)
5	-3298	12189 (84973)
6	1249	-9087 (-92963)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8	cm

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	39 di 70

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.1.1 NTC: non richiesto per calcolo non dissipativo  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-2838	72964	-2818	178384	2.445	93.1	0.24	0.74	45.2 (24.0)
2	S	14030	-55285	14030	-186287	3.370	28.1	0.25	0.76	45.2 (24.0)
3	S	5450	-13005	5430	-182264	14.015	27.5	0.25	0.75	45.2 (24.0)
4	S	6823	-17753	6829	-182920	10.304	27.6	0.25	0.75	45.2 (24.0)
5	S	-13032	63295	-13027	173551	2.742	93.9	0.24	0.73	45.2 (24.0)
6	S	14098	-55036	14084	-186312	3.385	28.1	0.25	0.76	45.2 (24.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 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)  
 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 compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00063	120.0	0.00041	110.8	-0.00196	9.2
2	0.00066	0.0	0.00045	9.2	-0.00196	110.8
3	0.00065	0.0	0.00043	9.2	-0.00196	110.8
4	0.00065	0.0	0.00043	9.2	-0.00196	110.8
5	0.00060	120.0	0.00039	110.8	-0.00196	9.2
6	0.00066	0.0	0.00045	9.2	-0.00196	110.8

### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]  
 N.Bracci staffe: 4  
 Area staffe/m : 15.7 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm<sup>2</sup>/m]

### VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.  
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]  
 bw/d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	40 di 70

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw  d	Ctg	Acw	ASt
1	S	3019	0	451982	61293 100.0	110.8	1.000	1.000	0.8
2	S	-51816	46564	454897	61293 100.0	110.8	1.000	1.006	13.3
3	S	49961	45375	453114	61293 100.0	110.8	1.000	1.003	12.8
4	S	-51816	45565	453399	61293 100.0	110.8	1.000	1.003	13.3
5	S	10458	0	451982	61293 100.0	110.8	1.000	1.000	2.7
6	S	-47037	46573	454911	61293 100.0	110.8	1.000	1.006	12.1

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm<sup>2</sup>)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm<sup>2</sup>)  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [(daN/cm<sup>2</sup>)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	26.4	120.0	0.0	91.5	-1147	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	21.0	0.0	0.0	32.0	-775	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	4.7	0.0	0.0	41.5	-145	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	21.0	0.0	0.0	32.0	-775	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	22.2	120.0	0.0	93.6	-1068	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	20.1	0.0	0.0	32.5	-725	9.2	23.0	2300	45.2	9.1

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00059	0.00018	0.50	0.60	0.000321 (0.000321)	479	0.154 (0.20)	89097
2	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000204 (0.000204)	479	0.098 (0.20)	-94513
3	S	-0.00003	0.00001	0.50	0.60	0.000017 (0.000017)	479	0.008 (0.20)	-103787
4	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000204 (0.000204)	479	0.098 (0.20)	-94513
5	S	-0.00054	0.00015	0.50	0.60	0.000291 (0.000291)	479	0.140 (0.20)	86292
6	S	-0.00035	0.00013	0.50	0.60	0.000187 (0.000187)	479	0.090 (0.20)	-95352

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	15.9	120.0	0.0	92.3	-716	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	5.5	0.0	0.0	30.9	-215	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	6.8	120.0	0.0	93.5	-327	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	6.1	120.0	0.0	94.0	-301	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	6.1	120.0	0.0	94.0	-301	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	4.8	0.0	0.0	31.3	-186	9.2	23.0	2300	45.2	9.1

## 9.1.2 Verifica in condizioni sismiche

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol\_sup\_sisma

(Percorso File: \\oceanolc0j00\_lavoro\Modelli di calcolo\SL05\rc\_sec\_SL05\_L3\sol\_sup\_sisma.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resistenza compress. ridotta fcd:	90.65	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-10120	61275	-4316	0
2	9561	-61513	-33375	0
3	9425	-59444	32817	0
4	9561	-61513	-33375	0
5	-10120	61275	-4316	0

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	42 di 70

6                    9646                    -60155                    -33075                    0

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:      3.8    cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:      7.6    cm  
Copriferro netto minimo staffe:                      2.8    cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver                    S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N                      Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)  
Mx                    Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
N Ult                Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx re                Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic.            Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Yn                    Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
x/d                   Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.1.1 NTC: non richiesto per calcolo non dissipativo  
C.Rid.                Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
As Tesa             Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-10120	61275	-10134	174924	2.855	93.7	0.24	0.74	45.2 (24.0)
2	S	9561	-61513	9575	-184207	2.995	27.8	0.25	0.75	45.2 (24.0)
3	S	9425	-59444	9412	-184131	3.098	27.8	0.25	0.75	45.2 (24.0)
4	S	9561	-61513	9575	-184207	2.995	27.8	0.25	0.75	45.2 (24.0)
5	S	-10120	61275	-10134	174924	2.855	93.7	0.24	0.74	45.2 (24.0)
6	S	9646	-60155	9630	-184233	3.063	27.8	0.25	0.75	45.2 (24.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max              Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
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)  
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 compressione)  
Ys max              Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00061	120.0	0.00040	110.8	-0.00196	9.2
2	0.00065	0.0	0.00044	9.2	-0.00196	110.8
3	0.00065	0.0	0.00044	9.2	-0.00196	110.8
4	0.00065	0.0	0.00044	9.2	-0.00196	110.8
5	0.00061	120.0	0.00040	110.8	-0.00196	9.2
6	0.00066	0.0	0.00044	9.2	-0.00196	110.8

### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:                    10    mm  
Passo staffe:                         20.0    cm                    [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]  
N.Bracci staffe:                      4  
Area staffe/m :                        15.7    cm²/m                [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

### VERIFICHE A TAGLIO

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	43 di 70

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.  
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]  
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	-4316	0	451982	61293 100.0	110.8	1.000	1.000	1.1
2	S	-33375	45945	453968	61293 100.0	110.8	1.000	1.004	8.6
3	S	32817	45926	453940	61293 100.0	110.8	1.000	1.004	8.4
4	S	-33375	45945	453968	61293 100.0	110.8	1.000	1.004	8.6
5	S	-4316	0	451982	61293 100.0	110.8	1.000	1.000	1.1
6	S	-33075	45956	453986	61293 100.0	110.8	1.000	1.004	8.5

## 9.2 Verifica piedritti

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-252.13	229.29	<b>829.89</b>	2	0.75	sis3
<b>M3</b>	<b>min</b>	-645.04	-223.70	<b>-655.38</b>	1	0.75	sis5
<b>V2</b>	<b>max</b>	-252.13	<b>229.29</b>	829.89	2	0.75	sis3
<b>V2</b>	<b>min</b>	-626.04	<b>-224.55</b>	-654.66	1	0.75	sis4
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-15.20</b>	87.64	-380.83	2	8.55	sis5
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-645.04</b>	-223.70	-655.38	1	0.75	sis5

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-600.99	-140.98	<b>761.82</b>	1	8.55	slu4
<b>M3</b>	<b>min</b>	-765.66	-150.43	<b>-404.32</b>	1	0.75	slu8
<b>V2</b>	<b>max</b>	-551.41	<b>139.77</b>	698.23	2	0.75	slu3
<b>V2</b>	<b>min</b>	-765.66	<b>-150.43</b>	-404.32	1	0.75	slu8
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-166.33</b>	130.32	-384.76	2	8.55	slu7
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-916.80</b>	-77.68	-141.97	1	0.75	slu3

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	44 di 70

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-422.85	-95.85	<b>522.90</b>	1	8.55	ten4
M3	min	-171.61	92.28	<b>-248.60</b>	2	8.55	ten3
V2	max	-405.54	<b>98.13</b>	493.97	2	0.75	ten3
V2	min	-656.78	<b>-101.70</b>	-247.55	1	0.75	ten4
P	max	<b>-171.11</b>	42.90	-23.27	2	8.55	ten5
P	min	<b>-673.29</b>	-99.36	-243.45	1	0.75	ten5

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-374.71	-79.81	<b>450.00</b>	1	8.55	fes4
M3	min	-173.72	80.80	<b>-213.21</b>	2	8.55	fes3
V2	max	-407.65	<b>85.48</b>	435.25	2	0.75	fes3
V2	min	-608.64	<b>-84.49</b>	-190.80	1	0.75	fes4
P	max	<b>-171.63</b>	32.14	9.33	2	8.55	fes5
P	min	<b>-626.72</b>	-82.87	-189.53	1	0.75	fes5

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-413.10	32.98	<b>196.19</b>	2	0.75	qpe3
M3	min	-201.10	32.98	<b>-64.05</b>	1	8.55	qpe3
V2	max	-435.03	<b>32.98</b>	193.18	1	0.75	qpe3
V2	min	-416.06	<b>-12.49</b>	45.39	1	0.75	qpe2
P	max	<b>-179.16</b>	32.98	-61.04	2	8.55	qpe3
P	min	<b>-435.03</b>	32.98	193.18	1	0.75	qpe3

### 9.2.1 Verifica a taglio

## VERIFICA A TAGLIO

### Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:		$V_{Ed}$	229 kN	
		$N_{Ed}$	252 kN	
Calcestruzzo	<b>C32/40</b>	$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>	
		$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5	
Altezza sezione		$h$	1200 mm	
Copriferro		$c$	92 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		$d$	1108 mm	
Area Calcestruzzo		$A_c$	1200000 mm <sup>2</sup>	
Armatura longitudinale tesa	$n$ <b>10</b>	$\emptyset$	24 mm	
		$A_{sl}$	4521.6 mm <sup>2</sup>	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	0.0041 ≤ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	0.2100 ≤ 0.2 $f_{cd}$	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		$k$	1.42 ≤ 2	ok
$v_{\min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		$v_{\min}$	0.26	
		$V_{Rd}$	486.54 kN	
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>	

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	46 di 70

## 9.2.2 Verifica in condizioni statiche

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: pied

(Percorso File: \\oceanolc0j\00\_lavoro\Modelli di calcolo\SL05\rc\_sec\_SL05\_L3\pied.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
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	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm <sup>2</sup>	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	47 di 70

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	60099	76182	-14098	0
2	76566	-40432	-15043	0
3	55141	69823	13977	0
4	76566	-40432	-15043	0
5	16633	-38476	13032	0
6	91680	-14197	-7768	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	42285	52290
2	17161	-24860
3	40554	49397
4	65678	-24755
5	17111	-2327
6	67329	-24345

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	37471	45000 (110699)
2	17372	-21321 (-110158)
3	40765	43525 (113948)
4	60864	-19080 (-313496)
5	17163	933 (0)
6	62672	-18953 (-344785)

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	41310	19619 (170129)
2	20110	-6405 (-301724)
3	43503	19318 (181319)
4	41606	4539 (0)
5	17916	-6104 (-261676)
6	43503	19318 (181319)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.8 cm

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
 NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	48 di 70

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	60099	76182	60117	217835	2.859	108.4	0.11	0.70	45.2 (19.3)
2	S	76566	-40432	76554	-226139	5.593	12.1	0.11	0.70	45.2 (19.3)
3	S	55141	69823	55123	215306	3.084	108.5	0.10	0.70	45.2 (19.3)
4	S	76566	-40432	76554	-226139	5.593	12.1	0.11	0.70	45.2 (19.3)
5	S	16633	-38476	16639	-195750	5.088	10.5	0.09	0.70	45.2 (19.3)
6	S	91680	-14197	91655	-233740	16.464	12.5	0.11	0.70	45.2 (19.3)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 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)  
 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 compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00073	110.8	-0.02982	9.2
2	0.00350	0.0	0.00084	9.2	-0.02854	110.8
3	0.00350	120.0	0.00070	110.8	-0.03022	9.2
4	0.00350	0.0	0.00084	9.2	-0.02854	110.8
5	0.00350	0.0	0.00044	9.2	-0.03341	110.8
6	0.00350	0.0	0.00093	9.2	-0.02741	110.8

**VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)**

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 d Altezza utile sezione [cm]  
 bw Larghezza minima sezione [cm]  
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]  
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm<sup>2</sup>]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	-14098	52944	110.8	100.0	0.0041	0.5
2	S	-15043	55225	110.8	100.0	0.0041	0.6
3	S	13977	52257	110.8	100.0	0.0041	0.5
4	S	-15043	55225	110.8	100.0	0.0041	0.6
5	S	13032	46924	110.8	100.0	0.0041	0.1

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	49 di 70

6 S -7768 57318 110.8 100.0 0.0041 0.8

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm<sup>2</sup>)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm<sup>2</sup>)  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	29.0	120.0	0.0	78.6	-730	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	13.8	0.0	0.0	45.6	-371	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	27.4	120.0	0.0	78.4	-684	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	14.0	0.0	0.0	86.5	-63	9.2	11.6	1159	45.2	9.1
5	S	2.1	0.0	0.5	120.0	9	9.2	0.0	2300	0.0	0.0
6	S	13.9	0.0	0.0	89.0	-54	9.2	10.7	1066	45.2	9.1

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00035	0.00019	0.50	0.60	0.000186 (0.000186)	479	0.089 (0.20)	110699
2	S	-0.00017	0.00009	0.50	0.60	0.000088 (0.000088)	479	0.042 (0.20)	-110158
3	S	-0.00032	0.00018	0.50	0.60	0.000168 (0.000168)	479	0.080 (0.20)	113948
4	S	-0.00002	0.00008	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	339	0.002 (0.20)	-313496
5	S	0.00001	0.00001	---	---	---	---	---	0
6	S	-0.00002	0.00008	0.50	0.60	0.000005 (0.000005)	331	0.002 (0.20)	-344785

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	11.0	120.0	0.0	49.0	-93	110.8	16.4	1636	45.2	9.1
2	S	3.7	0.0	0.0	102.1	-8	9.2	7.6	763	45.2	9.1
3	S	10.9	120.0	0.0	45.1	-78	110.8	15.1	1507	45.2	9.1
4	S	4.6	120.0	1.6	0.0	27	110.8	0.0	2300	0.0	0.0
5	S	3.4	0.0	0.0	99.3	-10	9.2	9.1	909	45.2	9.1
6	S	10.9	120.0	0.0	45.1	-78	110.8	15.1	1507	45.2	9.1

### 9.2.3 Verifica in condizioni sismiche

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: **pie\_d\_sisma**

(Percorso File: \loceano\c0j\00\_lavoro\Modelli di calcolo\SL05\rc\_sec\_SL05\_L3\pie\_d\_sisma.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai)senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	50 di 70

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
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	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione  
MT Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	25213	82989	22929	0
2	64504	-65538	-22370	0
3	25213	82989	22929	0
4	62604	-65466	-22455	0
5	1520	-38083	8764	0
6	64504	-65538	-22370	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.8	cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
 NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	51 di 70

Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	25213	82989	25189	191471	2.307	91.1	0.26	0.77	45.2 (19.3)
2	S	64504	-65538	64483	-209425	3.195	31.4	0.28	0.79	45.2 (19.3)
3	S	25213	82989	25189	191471	2.307	91.1	0.26	0.77	45.2 (19.3)
4	S	62604	-65466	62596	-208574	3.186	31.3	0.28	0.79	45.2 (19.3)
5	S	1520	-38083	1501	-180420	4.738	27.2	0.25	0.75	45.2 (19.3)
6	S	64504	-65538	64483	-209425	3.195	31.4	0.28	0.79	45.2 (19.3)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 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)  
 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 compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00069	120.0	0.00047	110.8	-0.00196	9.2
2	0.00077	0.0	0.00055	9.2	-0.00196	110.8
3	0.00069	120.0	0.00047	110.8	-0.00196	9.2
4	0.00077	0.0	0.00054	9.2	-0.00196	110.8
5	0.00064	0.0	0.00042	9.2	-0.00196	110.8
6	0.00077	0.0	0.00055	9.2	-0.00196	110.8

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 d Altezza utile sezione [cm]  
 bw Larghezza minima sezione [cm]  
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]  
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm<sup>2</sup>]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	22929	48112	110.8	100.0	0.0041	0.2
2	S	-22370	53554	110.8	100.0	0.0041	0.5
3	S	22929	48112	110.8	100.0	0.0041	0.2
4	S	-22455	53291	110.8	100.0	0.0041	0.5
5	S	8764	44831	110.8	100.0	0.0041	0.0
6	S	-22370	53554	110.8	100.0	0.0041	0.5

### 9.3 Verifica soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-238.32	-335.55	<b>846.86</b>	47	0.40	sis3
<b>M3</b>	<b>min</b>	-194.53	56.92	<b>-771.63</b>	34	0.40	sis4
<b>V2</b>	<b>max</b>	-236.24	<b>381.59</b>	257.66	36	0.40	sis1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-238.32	<b>-381.99</b>	268.33	44	0.00	sis3
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.83</b>	15.45	-3.06	8	0.00	sis1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-428.53</b>	-197.73	26.52	8	0.00	sis4

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-139.75	-501.52	<b>603.44</b>	47	0.40	slu3
<b>M3</b>	<b>min</b>	-68.11	49.84	<b>-910.00</b>	37	0.40	slu4
<b>V2</b>	<b>max</b>	-124.57	<b>513.42</b>	347.17	33	0.40	slu1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-139.75	<b>-521.76</b>	398.78	47	0.00	slu3
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>1.50</b>	-31.15	2.16	8	0.00	slu1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-218.71</b>	-201.04	26.22	8	0.00	slu4

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-98.10	-361.26	<b>426.96</b>	47	0.40	ten3
<b>M3</b>	<b>min</b>	-49.02	44.07	<b>-647.31</b>	37	0.40	ten5
<b>V2</b>	<b>max</b>	-87.63	<b>370.50</b>	243.87	33	0.40	ten1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-49.02	<b>-377.64</b>	80.69	47	0.00	ten5
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>1.03</b>	-25.67	1.98	8	0.00	ten1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-150.12</b>	-142.43	18.52	8	0.00	ten4

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-84.98	-340.76	<b>376.31</b>	47	0.40	fes3
<b>M3</b>	<b>min</b>	-36.79	58.74	<b>-600.90</b>	37	0.40	fes5
<b>V2</b>	<b>max</b>	-77.08	<b>351.16</b>	208.53	33	0.40	fes1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-36.79	<b>-357.36</b>	40.74	47	0.00	fes5
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>0.94</b>	12.75	10.40	30	0.00	fes3
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-120.11</b>	-131.06	16.92	8	0.00	fes5

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05 00 001	A	53 di 70

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-32.97	266.59	<b>166.04</b>	33	0.00	qpe3
<b>M3</b>	<b>min</b>	11.22	44.39	<b>-444.63</b>	39	0.40	qpe4
<b>V2</b>	<b>max</b>	-32.97	<b>281.58</b>	56.40	33	0.40	qpe3
<b>V2</b>	<b>min</b>	-32.97	<b>-275.57</b>	58.09	47	0.00	qpe3
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>12.49</b>	257.98	-16.03	33	0.00	qpe2

### 9.3.1 Verifica a taglio

## VERIFICA A TAGLIO

### Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

$V_{Ed}$	522 kN
$N_{Ed}$	125 kN

Calcestruzzo

**C32/40**

$R_{ck}$	40 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	33.2 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	18.81 N/mm <sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$\gamma_c$	1.5
------------	-----

Altezza sezione

$h$	1500 mm
-----	---------

Copriferro

$c$	93 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$	1407 mm
-----	---------

Area Calcestruzzo

$A_c$	1500000 mm <sup>2</sup>
-------	-------------------------

Armatura longitudinale tesa

$n$  10

$\varnothing$	24 mm
---------------	-------

$A_{sl}$	4521.6 mm <sup>2</sup>
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$	0.0032 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$	0.0833 ≤ 0.2 $f_{cd}$	ok
---------------	-----------------------	----

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

$k$	1.38 ≤ 2	ok
-----	----------	----

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

$v_{\min}$	0.25
------------	------

$V_{Rd}$	529.42 kN
----------	-----------

**Verifica:**

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

**VERIFICATA**

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	55 di 70

### 9.3.2 Verifica in condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol\_inf

(Percorso File: \loceanolc0j\00\_lavoro\Modelli di calcolo\SL05\rc\_sec\_SL05\_L3\sol\_inf.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettagonolare
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	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50		
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm <sup>2</sup>	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI**

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	56 di 70

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	13975	60344	-50152	0
2	6811	-91000	4984	0
3	12457	34717	51342	0
4	13975	39878	-52176	0
5	0	216	-3115	0
6	21871	2622	-20104	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	9810	42696
2	4902	-64731
3	8763	24387
4	4902	8069
5	-103	198
6	15012	1852

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	8498	37631 (146052)
2	3679	-60090 (-139274)
3	7708	20853 (152538)
4	3679	4074 (182617)
5	-94	1040 (133565)
6	12011	1692 (0)

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3297	16604 (144884)
2	-1122	-44463 (-135960)
3	3297	5640 (163382)
4	3297	5809 (162468)
5	-1249	-1603 (-112596)
6	3297	16604 (144884)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 3.8 cm

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	57 di 70

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	13975	60344	13953	249579	4.136	139.6	0.07	0.70	45.2 (24.6)
2	S	6811	-91000	6805	-244864	2.691	10.3	0.07	0.70	45.2 (24.6)
3	S	12457	34717	12462	248596	7.161	139.6	0.07	0.70	45.2 (24.6)
4	S	13975	39878	13953	249579	6.259	139.6	0.07	0.70	45.2 (24.6)
5	S	0	216	-2	240366	1112.808	139.9	0.07	0.70	45.2 (24.6)
6	S	21871	2622	21869	254802	97.178	139.4	0.08	0.70	45.2 (24.6)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 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)  
 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 compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	150.0	0.00042	140.8	-0.04369	9.2
2	0.00350	0.0	0.00037	9.2	-0.04446	140.8
3	0.00350	150.0	0.00041	140.8	-0.04386	9.2
4	0.00350	150.0	0.00042	140.8	-0.04369	9.2
5	0.00350	150.0	0.00032	140.8	-0.04523	9.2
6	0.00350	150.0	0.00047	140.8	-0.04283	9.2

### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 d Altezza utile sezione [cm]  
 bw Larghezza minima sezione [cm]  
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $< 0.02$ ]  
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm<sup>2</sup>]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	-50152	52554	140.8	100.0	0.0032	0.1
2	S	4984	51546	140.8	100.0	0.0032	0.0
3	S	51342	52341	140.8	100.0	0.0032	0.1
4	S	-52176	52554	140.8	100.0	0.0032	0.1
5	S	-3115	50587	140.8	100.0	0.0032	0.0



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI**

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	58 di 70

6 S -20104 53666 140.8 100.0 0.0032 0.1

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm<sup>2</sup>)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm<sup>2</sup>)  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.  
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	15.7	150.0	0.0	111.6	-627	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	23.2	0.0	0.0	35.1	-1050	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	9.1	150.0	0.0	108.6	-327	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	3.1	150.0	0.0	101.6	-90	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	0.1	150.0	0.0	116.1	-4	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	1.3	150.0	0.5	0.0	8	140.8	0.0	1066	0.0	0.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00030	0.00010	0.50	0.60	0.000166 (0.000166)	479	0.080 (0.20)	146052
2	S	-0.00053	0.00016	0.50	0.60	0.000295 (0.000295)	479	0.141 (0.20)	-139274
3	S	-0.00015	0.00006	0.50	0.60	0.000083 (0.000083)	479	0.040 (0.20)	152538
4	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000010 (0.000010)	479	0.005 (0.20)	182617
5	S	-0.00001	0.00000	0.50	0.60	0.000006 (0.000006)	479	0.003 (0.20)	133565
6	S	0.00000	0.00001	----	----	----	----	----	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.1	150.0	0.0	112.3	-249	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	15.7	0.0	0.0	33.0	-767	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	2.1	150.0	0.0	102.2	-64	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	2.2	150.0	0.0	102.7	-67	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	0.5	0.0	0.0	20.8	-41	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	6.1	150.0	0.0	112.3	-249	140.8	23.0	2300	45.2	9.1

**9.3.3 Verifica in condizioni sismiche**

**DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.**

NOME SEZIONE: sol\_inf\_sisma  
 (Percorso File: \\oceanoc0j00\_lavoro\Modelli di calcolo\SL05\rc\_sec\_SL05\_L3\sol\_inf\_sisma.sez)

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
 Normativa di riferimento: N.T.C.

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	59 di 70

Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
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	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	23832	84686	-33555	0
2	19453	-77163	5692	0
3	23624	25766	38159	0
4	23832	26833	-38199	0
5	-83	-306	1545	0
6	42853	2652	-19773	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.8	cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL 05 00 001	A	60 di 70

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	23832	84686	23842	245218	2.896	117.0	0.23	0.73	45.2 (24.6)
2	S	19453	-77163	19429	-242592	3.144	32.7	0.23	0.73	45.2 (24.6)
3	S	23624	25766	23650	245104	9.513	117.0	0.23	0.73	45.2 (24.6)
4	S	23832	26833	23842	245218	9.139	117.0	0.23	0.73	45.2 (24.6)
5	S	-83	-306	-84	-230889	754.538	31.1	0.22	0.72	45.2 (24.6)
6	S	42853	2652	42855	256455	96.702	115.5	0.25	0.75	45.2 (24.6)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 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)  
 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 compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00060	150.0	0.00043	140.8	-0.00196	9.2
2	0.00059	0.0	0.00043	9.2	-0.00196	140.8
3	0.00060	150.0	0.00043	140.8	-0.00196	9.2
4	0.00060	150.0	0.00043	140.8	-0.00196	9.2
5	0.00055	0.0	0.00039	9.2	-0.00196	140.8
6	0.00064	150.0	0.00047	140.8	-0.00196	9.2

#### VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 d Altezza utile sezione [cm]  
 bw Larghezza minima sezione [cm]  
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [ $<0.02$ ]  
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm<sup>2</sup>]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	-33555	53942	140.8	100.0	0.0032	0.2
2	S	5692	53326	140.8	100.0	0.0032	0.1
3	S	38159	53913	140.8	100.0	0.0032	0.2
4	S	-38199	53942	140.8	100.0	0.0032	0.2
5	S	1545	50587	140.8	100.0	0.0032	0.0
6	S	-19773	56620	140.8	100.0	0.0032	0.3

## 10. VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche sono state eseguite considerando i risultati dell'analisi strutturale, in particolare, si è considerata la reazione alla base dell'opera rispetto al baricentro per le combinazioni di carico STR e SIS secondo l'approccio 2 A1+M1+R3. Ai fini della verifica si considera un terreno di fondazione avente un angolo di resistenza al taglio  $\phi'$  di 25, una coesione efficace  $c'$  di 15 kPa e un peso dell'unità di volume di 19 kN/m<sup>3</sup>. Si precisa, inoltre, che si è assunta una profondità del piano di posa D pari allo spessore della soletta inferiore.

Di seguito la tabella riepilogativa delle azioni alla base con evidenziate in giallo le combinazioni che forniscono rispettivamente i valori massimi di  $F_x$ ,  $F_z$  e  $M_y$ .

<b>TABLE: Base Reactions</b>				
<b>OutputCase</b>	<b>CaseType</b>	<b>GlobalFX</b>	<b>GlobalFZ</b>	<b>GlobalMY</b>
Text	Text	KN	KN	KN-m
slu1	NonStatic	-189.362	1994.547	-1984.4078
slu2	NonStatic	-190.11	1994.547	-1984.4078
slu3	NonStatic	218.281	1994.547	2246.2494
<b>slu4</b>	<b>NonStatic</b>	<b>218.71</b>	<b>1994.547</b>	<b>2246.2494</b>
slu5	NonStatic	-189.362	1555.804	-1984.4078
slu6	NonStatic	-190.11	1555.804	-1984.4078
slu7	NonStatic	218.281	1555.804	2246.2494
slu8	NonStatic	218.71	1555.804	2246.2494
sis1	NonStatic	-423.792	1269.49	-2882.993
sis2	NonStatic	-424.624	1268.051	-2888.1505
sis3	NonStatic	428.105	1269.166	2920.2714
sis4	NonStatic	428.525	1268.051	2924.2666
<b>sis5</b>	<b>NonStatic</b>	<b>428.525</b>	<b>1284.051</b>	<b>3001.8666</b>
slu9	NonStatic	179.106	1949.389	1916.1696

## 10.1 Verifiche in termini di tensioni efficaci

### Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma s} \cdot \gamma_d \cdot \gamma_i \cdot \gamma_b \cdot \gamma_g$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = Mb/N$ )

$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = Ml/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

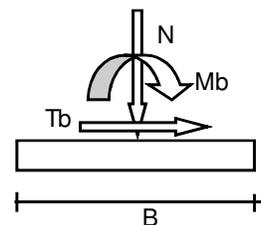
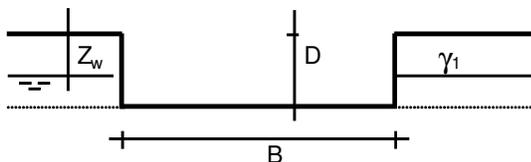
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

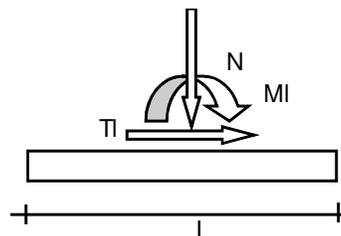
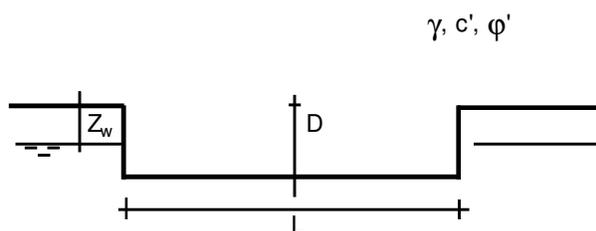
#### coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze	
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$	$q_{lim}$	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	63 di 70



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 9.70 (m)  
L = 1.00 (m)  
D = 3.00 (m)



$\beta_f = 0.00$  (°)



$\beta_p = 0.00$  (°)

#### AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1994.55		1994.55
Mb [kNm]	2246.25		2246.25
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	218.71		218.71
Tl [kN]	0.00		0.00
H [kN]	218.71	0.00	218.71

#### Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.00$  (kN/mc)

#### Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 15.00$  (kN/mq)  
 $\phi' = 25.00$  (°)

#### Valori di progetto

$c' = 15.00$  (kN/mq)  
 $\phi' = 25.00$  (°)

#### Profondità della falda

$Z_w = 0.00$  (m)

$e_B = 1.13$  (m)  
 $e_L = 0.00$  (m)

$B^* = 7.45$  (m)  
 $L^* = 1.00$  (m)

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	64 di 70

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 27.00 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 9.00 \quad (\text{kN/mc})$$

**N<sub>q</sub>, N<sub>c</sub>, N<sub>γ</sub> : coefficienti di capacità portante**

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \phi')}$$

$$N_q = 10.66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$$

$$N_c = 20.72$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi'$$

$$N_\gamma = 10.88$$

**S<sub>c</sub>, S<sub>q</sub>, S<sub>γ</sub> : fattori di forma**

$$S_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$S_c = 1.07$$

$$S_q = 1 + B \cdot \tan \phi' / L$$

$$S_q = 1.06$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B / L$$

$$S_\gamma = 0.95$$

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	65 di 70

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.88 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.12 \quad m = 1.88 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^m$$

( $m=2$  nel caso di fondazione nastriforme e  
 $m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$  in tutti gli altri casi)

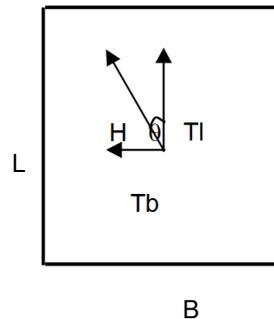
$$i_q = 0.53$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$$

$$i_c = 0.49$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.38$$



**$d_c, d_q, d_\gamma$  : fattori di profondità del piano di appoggio**

per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$

per  $D/B^* > 1$ ;  $d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan(D / B^*)$

$$d_q = 1.39$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.43$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

**$b_c, b_q, b_\gamma$  : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	66 di 70

$$b_{\gamma} = 1.00$$

**$g_c$ ,  $g_q$ ,  $g_{\gamma}$  : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^{\circ}$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_{\gamma} = g_q$$

$$g_{\gamma} = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 766.64 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 267.81 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = 333.32 \geq q = 267.81 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**VERIFICA A SCORRIMENTO**

**Carico agente**

$$H_d = 218.71 \quad (\text{kN})$$

**Azione Resistente**

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 1041.79 \quad (\text{kN})$$

**Verifica di sicurezza allo scorrimento**

$$S_d / \gamma_R = 947.08 \geq H_d = 218.71 \quad (\text{kN})$$

## 10.2 Verifiche in termini di tensioni totali

### Fondazioni Dirette Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = M_b/N$ )

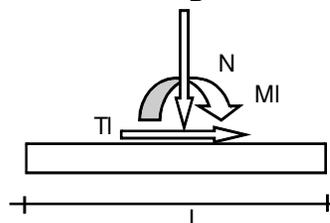
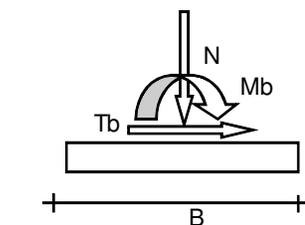
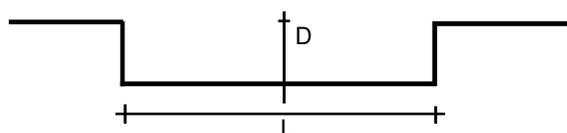
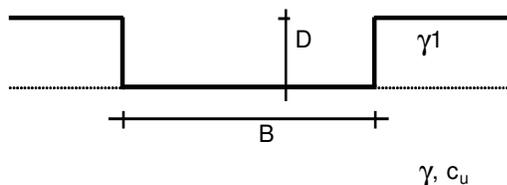
$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = M_l/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

#### coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno	resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	$c_u$	$q_{lim}$	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.40	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.40	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	



(Per fondazioni nastriformi  $L=100$  m)

B = 9.70 (m)  
L = 1.00 (m)  
D = 3.00 (m)



$\beta_f = 0.00$  (°)



$\beta_p = 0.00$  (°)

**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	3001.86	0.00	3001.86
Mb [kNm]	1284.10	0.00	1284.10
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	428.50	0.00	428.50
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	428.50	0.00	428.50

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.00$  (kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$c_u = 100.00$  (kN/mq)

Valore di progetto

$c_u = 100.00$  (kN/mq)

$e_B = 0.43$  (m)

$B^* = 8.84$  (m)

$e_L = 0.00$  (m)

$L^* = 1.00$  (m)

**q : sovraccarico alla profondità D**

$q = 57.00$  (kN/mq)

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$\gamma = 19.00$  (kN/mc)

**Nc : coefficiente di capacità portante**

$Nc = 2 + \pi$

$Nc = 5.14$

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	69 di 70

**s<sub>c</sub> : fattori di forma**

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.03$$

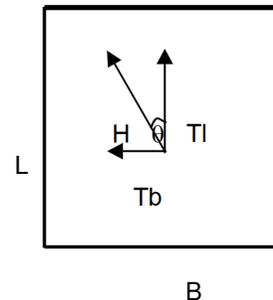
**i<sub>c</sub>: fattore di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.88$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.12$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1.88$$



(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e  
m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>l</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^*L^* c_u^*N_c))$$

$$i_c = 0.79$$

**d<sub>c</sub> : fattore di profondità del piano di appoggio**

per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per  $D/B^* > 1$ ;  $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.50$$

**b<sub>c</sub> : fattore di inclinazione base della fondazione**

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

**g<sub>c</sub> : fattore di inclinazione piano di campagna**

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

SL05 – Scatolare di approccio al VI11 lato Pa, sottovia  
NV55: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	SL.05.00.001	A	70 di 70

***Carico limite unitario***

$$q_{lim} = 704.19 \quad (\text{kN/m}^2)$$

***Pressione massima agente***

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 339.41 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = 306.17 < q = 339.41 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**VERIFICA A SCORRIMENTO**

**Carico agente**

$$H_d = 428.50 \quad (\text{kN})$$

**Azione Resistente**

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 884.45 \quad (\text{kN})$$

**Verifica di sicurezza allo scorrimento**

$$S_d / \gamma_R = 804.04 \geq H_d = 428.50 \quad (\text{kN})$$