

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NODO DI CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

MACROFASE FUNZIONALE 2

LOTTO 3

Bretella PA-CT - OPERE CIVILI

CVF e ponti stradali - NW03 - NW04 Elaborati generali - Relazione di calcolo pila

SCALA:

-

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

RS3H 03 D 78 CL NW0005 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Febbraio 2020	G. Giustino	Febbraio 2020	S. Vanfiori	Febbraio 2020	D. Tiberti

File: RS3H.0.3.D.78.CL.NW.00.0.5.001.A

n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Generale
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Danilo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10476

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	MATERIALI.....	6
3.1	CALCESTRUZZO SPALLE, SETTI, SOLETTE E MASSETTO PENDENZE (PUNTO 2.6.2.7.6 MDP).....	6
3.2	CALCESTRUZZO PALI DI FONDAZIONE E PLINTO DI FONDAZIONE.....	6
3.3	ACCIAIO PER C.A. (ARMATURA ORDINARIA).....	7
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	9
4.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	9
4.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	9
	4.2.1 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni.....	12
	4.2.2 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni.....	12
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	14
5.1	ESECUZIONE DEL MANUFATTO.....	16
6	ANALISI DEI CARICHI.....	16
6.1	PESO PROPRIO (G1).....	16
6.2	PERMANENTI (G2)	17
6.3	AZIONE DEL VENTO	17
6.4	AZIONI CLIMATICHE.....	20
	6.4.1 Variazione termica uniforme (ε_3).....	20
	6.4.2 Variazione termica differenziale(ε_3).....	20
6.5	RITIRO E VISCOSITÀ.....	21
6.6	SCARICHI TRASMESSI DA IMPALCATO	23
6.7	URTO DA TRAFFICO VEICOLARE.....	30
7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	32

8	MODELLAZIONE NUMERICA.....	36
8.1	CODICE DI CALCOLO	37
8.2	TIPO DI ANALISI SVOLTA (PARAGRAFO 10.2 DEL DM 17-01-18)	37
8.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	38
8.4	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	38
8.5	PARAMETRI MODELLO GEOTECNICO NW03-NW04	39
	8.5.1 Rigidezza delle molle orizzontali dei pali	39
9	ANALISI MODALE	42
10	CRITERI DI VERIFICA	46
11	ANALISI DEI RISULTATI	48
12	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	56
12.1	FUSTO.....	56
	12.1.1 Progettazione per capacità	59
	12.1.2 Verifica di stabilità.....	60
	12.1.3 Verifica a pressoflessione e taglio	60
	12.1.4 Verifica a taglio	75
	12.1.5 Verifica dettagli costruttivi par. 7.4.6 – 7.9.6 NTC 18.....	77
12.2	PULVINO	78
	12.2.1 Progettazione per capacità	81
	12.2.2 Verifica a pressoflessione e taglio	81
	12.2.3 Verifica dettagli costruttivi par. 7.4.6 – 7.9.6 NTC 18.....	91
12.3	SOLETTA DI FONDAZIONE.....	93
	12.3.1 Verifica a taglio	94
	12.3.2 Verificata a flessione M22 – Armatura corrente.....	96
	12.3.3 Verificata a flessione M11 – Armatura corrente.....	100
12.4	VERIFICA STRUTTURALE PALI.....	105
	12.4.1 Analisi dei carichi	105



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
 FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	4 di 113

Relazione di calcolo Pila

12.5 VERIFICHE GEOTECNICHE PALI..... 113



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	5 di 113

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al Nodo di Catania ed in particolare al progetto definitivo di *Interramento linea dal km 231+631, tra le stazioni di Catania Acquicella e Bicocca, al km 237+139, tra le stazioni di Bicocca e Lentini Diramazione, per il prolungamento della pista dell'aeroporto Vincenzo Bellini di Catania-Fontanarossa.*

In particolare, ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle strutture che costituiscono la “Pila” del ponte di prima categoria del viadotto NW03-NW04 che presenta l'altezza del fusto maggiore e l'ipotesi di appoggi “fissi” e “mobili” dell'impalcato.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 17 gennaio 2018.

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 75 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ai sensi del DM 17 gennaio 2018 da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU=1.5.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

Normativa di riferimento:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

[N.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;

[N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

[N.6]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

3 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

3.1 Calcestruzzo spalle, setti, solette e massetto pendenze (punto 2.6.2.7.6 mdp)

Classe C32/40

$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	50	mm	Copriferro minimo
XC4			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.55 \times f_{ck} =$	17.6	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.4 \times f_{ck} =$	12.8	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$	2.52	MPa	Tensione limite di fessurazione

3.2 Calcestruzzo pali di fondazione e plinto di fondazione

Classe C25/30

$R_{ck} =$	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	33	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	7 di 113

Relazione di calcolo Pila

$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14,17	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2,56	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3,08	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	1.79	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	31476	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13462	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	60/40	mm	Copriferro minimo pali/plinto di fondazione
XC2			Classe di esposizione

$\sigma_c < 0.55 \times f_{ck} =$	16.5		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.40 \times f_{ck} =$	12		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$	2.52		Tensione limite di fessurazione

3.3 Acciaio per c.a. (armatura ordinaria)

B450C

$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15		
$(f_t/f_y)_k <$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	200000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%		deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%		deformazione caratteristica ultima

Per il calcestruzzo si adotta il diagramma parabola rettangolo definito da un arco di parabola con la seguente equazione:

$$\sigma_c = f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_0} \right) - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_0} \right)^2 \right]; \quad \text{per: } \epsilon_c \leq \epsilon_{c2}$$

$$\sigma_c = 0.85 \cdot f_{cd}; \quad \text{per: } \epsilon_{c2} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu2}$$

in cui ϵ_{c2} e ϵ_{cu2} assumono i seguenti valori:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	8 di 113

Relazione di calcolo Pila

deformazione in corrispondenza del valore massimo della tensione $\varepsilon_{c2} = 2.0\%$

deformazione unitaria a rottura $\varepsilon_{cu2} = 3.5\%$

Per l'acciaio B450C Si adotta il diagramma elastico perfettamente plastico considerando, in favore di sicurezza, un limite della deformazione unitaria ultima “ ε_{ud} ” pari a: deformazione unitaria ultima $\varepsilon_{ud} = 0.9 \times \varepsilon_{uk} = 6.75\%$.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	9 di 113

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

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

4.1 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 (VN), 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 (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate 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

4.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo C

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	10 di 113

Latitudine: 37.4349 Longitudine: 15.026

WGS84: Lat 37.434900 - Lng 15.026000 ED50: Lat 37.435960 - Lng 15.026815

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stati limite

Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

Vita Nominale: 75

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	68	0.079	2.503	0.280
Danno (SLD)	113	0.103	2.512	0.291
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.330	2.359	0.467
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.472	2.352	0.527
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,23	1,03
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,58	1,35	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

- 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;
- S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	11 di 113

Spettri di progetto

Di seguito si forniscono gli spettri di risposta elastici per lo SLV

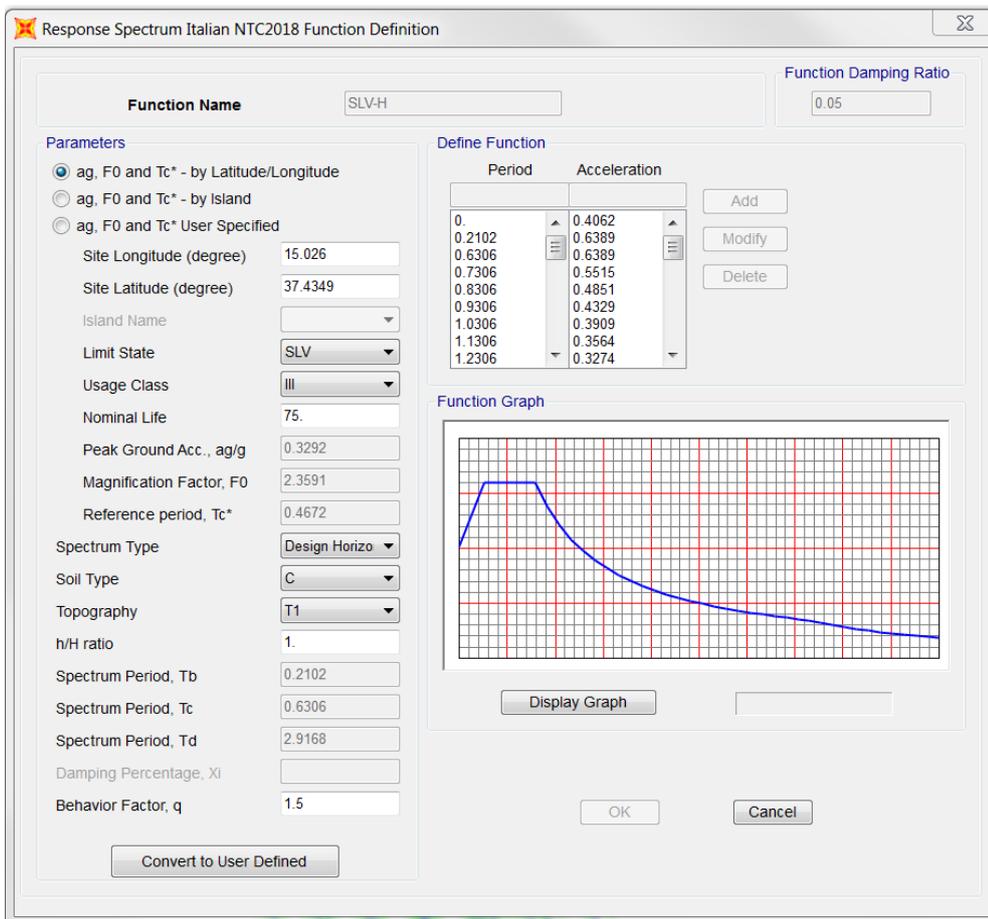
Lat 37.434882 Long 15.025984

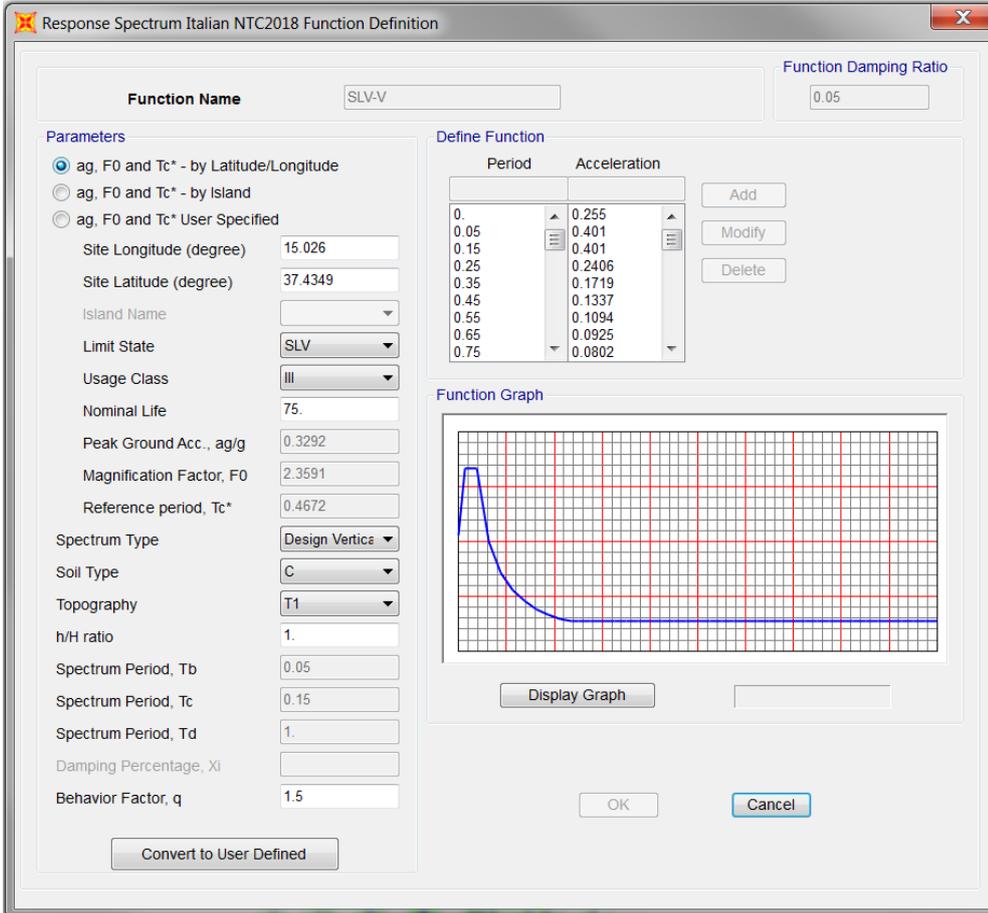
Categoria di sottosuolo tipo C

Classe d'uso : III

Vita nominale VN = 75 anni

$q = 1.5$





4.2.1 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 14.01.2008, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X" $\Rightarrow 1.0 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$
- Sisma in direzione trasversale "Y" $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 1.0 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$
- Sisma in direzione verticale "Z" $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 1.0 \times E_Z.$

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

4.2.2 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni

In accordo con il D.M. 14/01/2008 paragrafo 3.2.4, i carichi sismici vanno combinati con le altre azioni secondo la seguente espressione:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	13 di 113

Relazione di calcolo Pila

dove:

$G_1 \Rightarrow$ peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali;

$G_2 \Rightarrow$ carichi permanenti portati;

$E \Rightarrow$ azioni derivanti dai terremoti;

$Q_{kj} \Rightarrow$ azioni variabili sulla struttura.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Nel caso in esame per i carichi dovuti al transito dei mezzi si assumerà $\Psi_{2j} = 0.0$.

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La Pila del viadotto NW03-NW04 oggetto della presente relazione è realizzata in cemento armato ordinario. È una pila composta da un fusto in elevazione di dimensioni 2.0x5.0 m , da una fondazione di spessore 1.80 m e da un pulvino di altezza pari a 2.50 m. Le fondazioni sono su pali di diametro 1.20 m e lunghezza 30 m.

Nelle figure seguenti si riportano alcuni stralci di planimetrie e sezioni della pila.

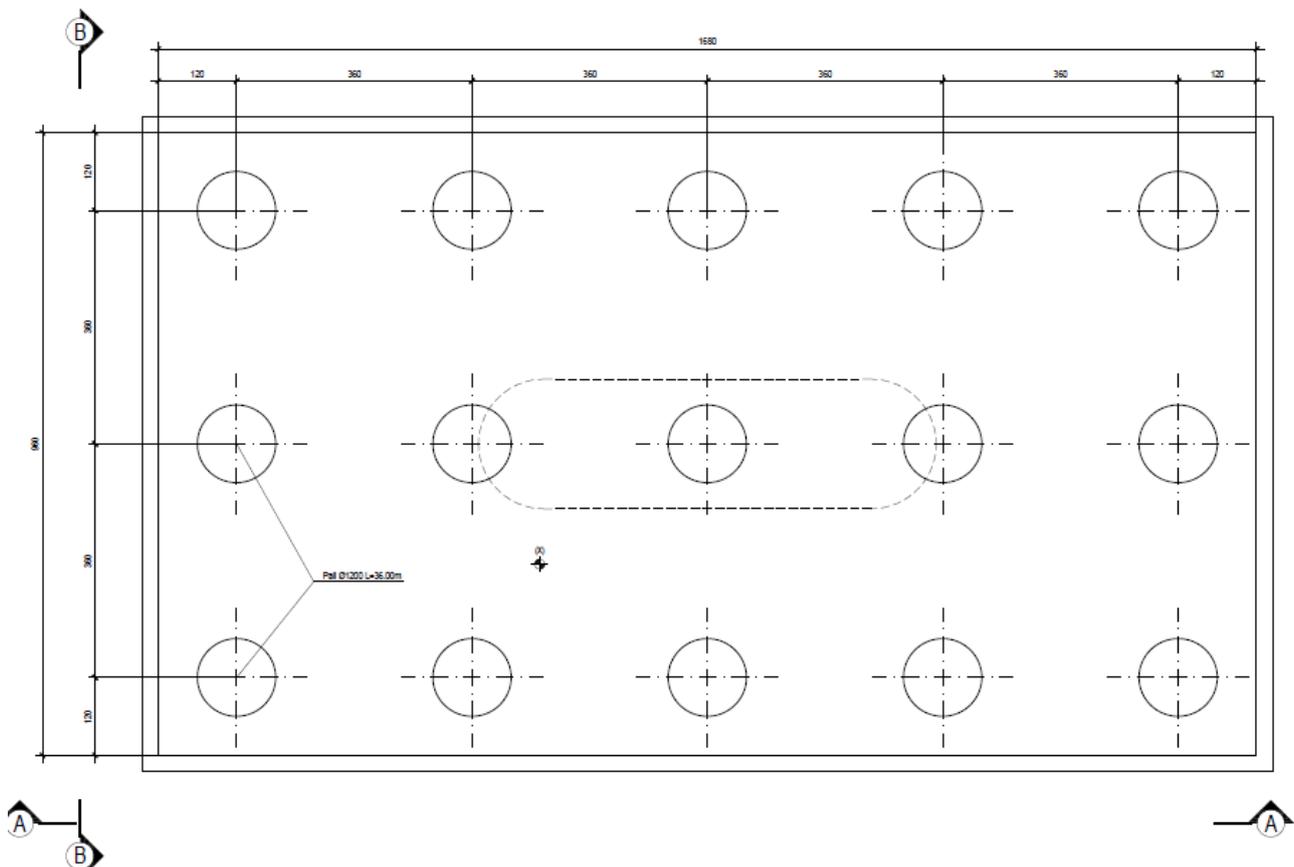


Figura 1 – Piante della pila

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	15 di 113

Relazione di calcolo Pila

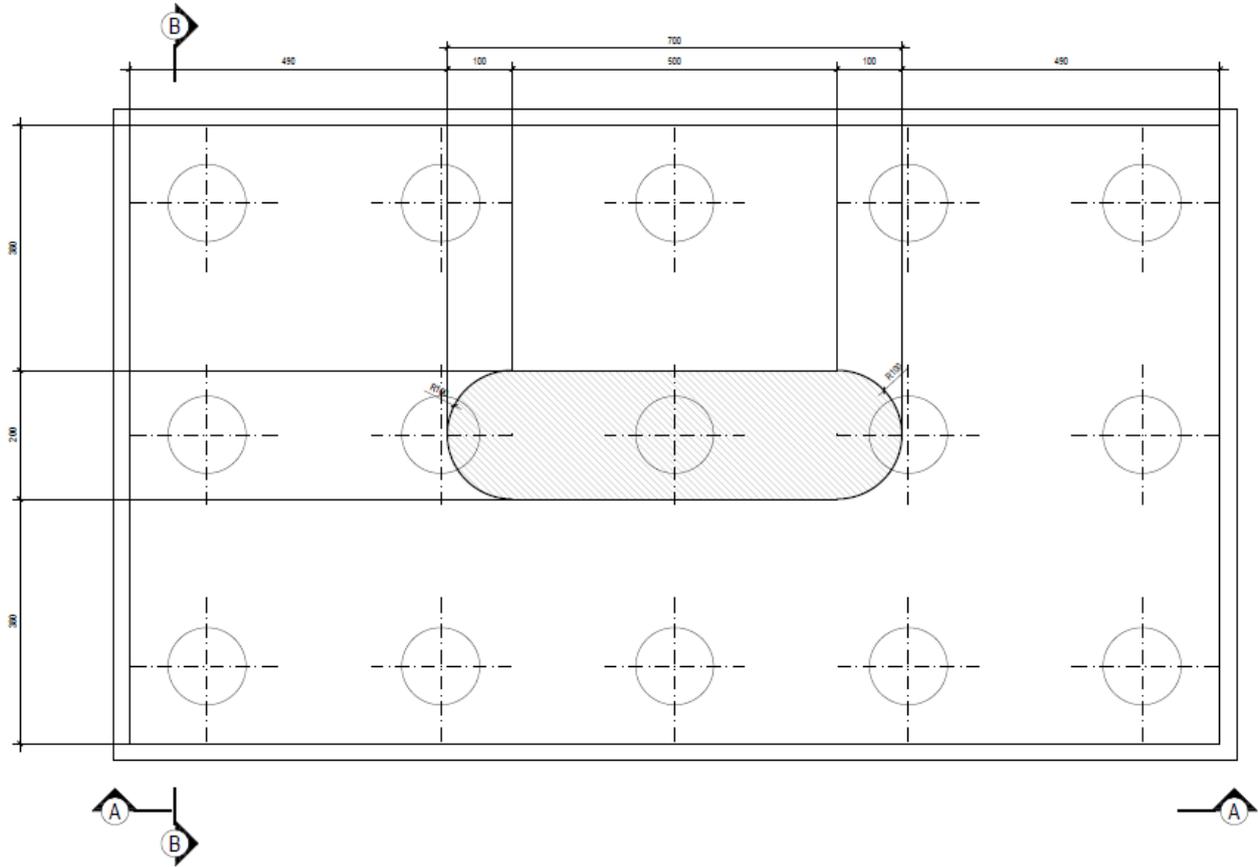


Figura 2 – Piante della pila

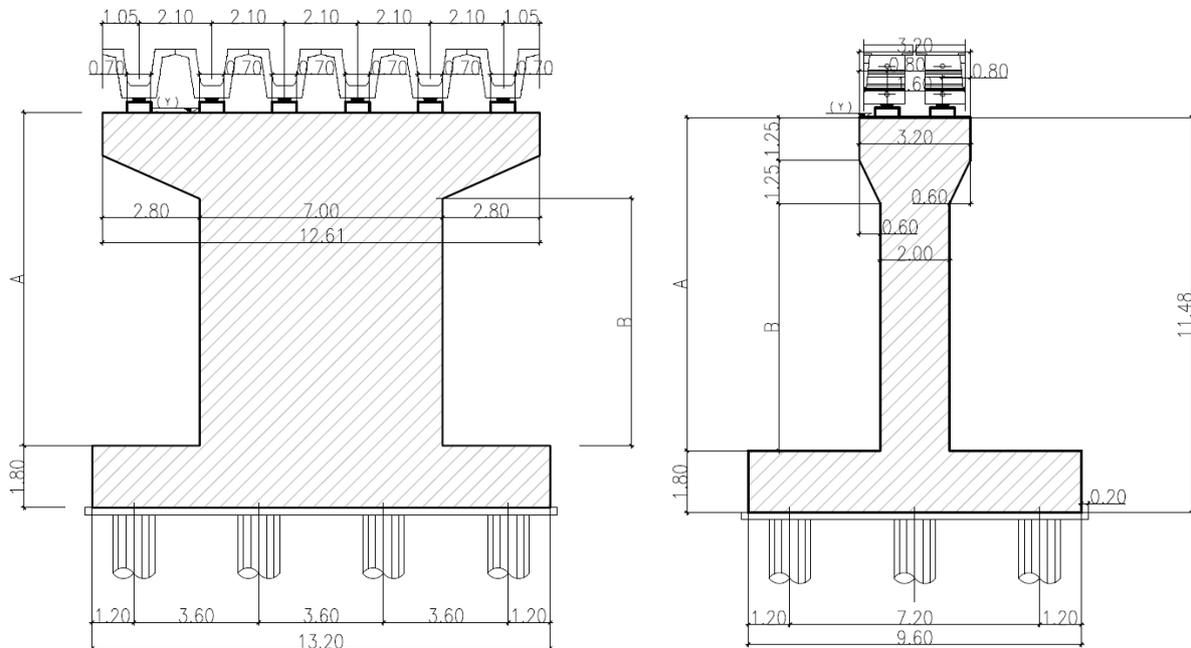


Figura 3 – Sezioni della pila

5.1 Esecuzione del manufatto

La pila in cemento armato viene realizzata in due fasi di getto: fondazione ed elevazione.

6 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi che interessa la pila è stata effettuata considerando le azioni provenienti dall' impalcato e quelle direttamente applicate sulla pila.

I carichi trasmessi dall' impalcato sono relativi alle condizioni di carico elementari, opportunamente combinate secondo le vigenti normative, analizzate nel dettaglio nella relazione dell'impalcato, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

6.1 Peso proprio (G1)

Il peso proprio della struttura è calcolato automaticamente dal software di calcolo impiegato.

Fondazione (kN/mq)	45.00
Elevazione (kN/m)	328.54
Pulvino (kN/m)	181.25

6.2 Permanenti (G2)

E' stato considerato il seguente contributo da applicare alla soletta di fondazione.

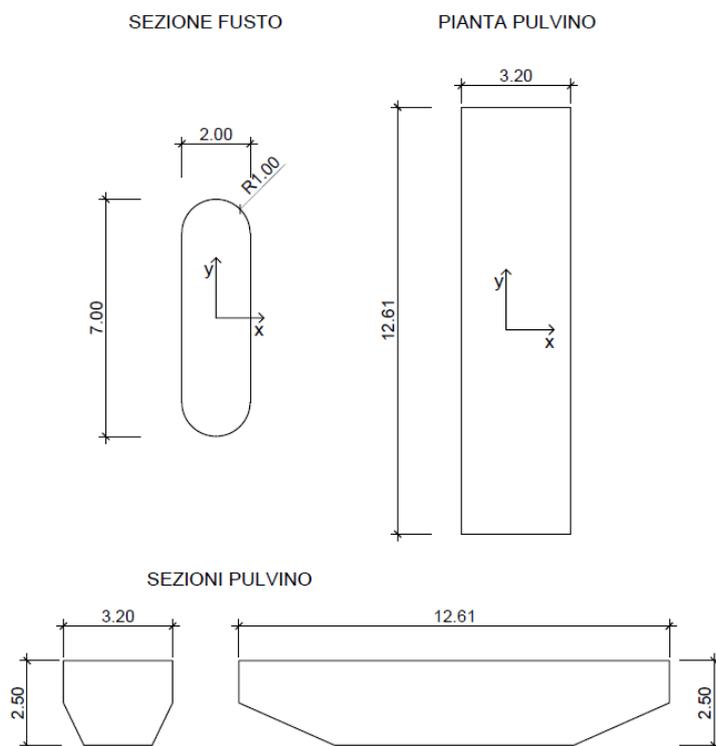
- Rinterro $h=80$ cm $20 \cdot 0.8=16$ kN/m²

6.3 Azione del Vento

L'azione del vento è valutata in accordo alla normativa vigente NTC08 e secondo quanto riportato nelle istruzioni CNR-DT207/2008.

La risposta dinamica alle azioni del vento, le azioni e gli effetti dinamici e aeroelastici dovuti al distacco dei vortici e altri fenomeni aeroelastici non caratterizzano l'opera in esame e sono pertanto ritenuti trascurabili in relazione alla tipologia strutturale in esame di pila "standard" con un peso ragguardevole, sagoma "tozza" e staticamente ben vincolata.

Di seguito si riportano le dimensioni della pila.



Di seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato per calcolare l'azione del vento sul fusto e sul pulvino della pila.

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	18 di 113

4) Sicilia e provincia di Reggio Calabria

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
4	28	500	0.02

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	7
---	---

$v_b = v_{b,0}$ per $a_s < a_0$
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità di riferimento [m/s])	28
---------------------------------------	----

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_e (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)



Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	490.00
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto automaticamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa		500m		750m	
	mare	2 km	10 km	30 km		
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
	costa		500m		
	mare	2 km	10 km	30 km	
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	costa		
	mare	1.5 km	0.5 km
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
	costa	
	mare	
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Z. altezza edifi [m]	Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
15	4	B	7

Cat. Esposiz.	k_f	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_t
III	0.2	0.1	5	1

$c_e(z) = k_f^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$
$c_e(z) = c_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$

c_e	2.41
-------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma vale: 1179.55 N/mq (1.1795 kN/mq)

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	19 di 113

Relazione di calcolo Pila

Coefficiente di forma fusto pila CNR DT 207/2008 PAR. G.10.3

dimensione pila // asse x $l_x = 2.00$ m
 dimensione pila // asse y $l_y = 7.00$ m
 raggio di curvatura spigolo $r = 1$ m
 $d/b = 0.29$
 $r/l_{max} = 0.14286$

$c_{fx} = 2$	$0.1 \leq d/b \leq 0.2$	NON OK
$c_{fx} = 0.73 \cdot \log_{10}(d/b) + 3.15 = 2.75$	$0.2 \leq d/b \leq 0.7$	OK
$c_{fx} = -1.64 \cdot \log_{10}(d/b) + 2.15 = 3.04$	$0.7 \leq d/b \leq 5$	NON OK
$c_{fx} = -0.33 \cdot \log_{10}(d/b) + 1.23 = 1.41$	$5 \leq d/b \leq 10$	NON OK
$c_{fx} = 0.9$	$10 \leq d/b \leq 50$	NON OK

dove d e b sono le dimensioni del rettangolo nella direzione parallela e ortogonale alla direzione del vento

$c_{fy} = 2$	$0.1 \leq d/b \leq 0.2$	NON OK
$c_{fy} = 0.73 \cdot \log_{10}(d/b) + 3.15 = 3.55$	$0.2 \leq d/b \leq 0.7$	NON OK
$c_{fy} = -1.64 \cdot \log_{10}(d/b) + 2.15 = 1.26$	$0.7 \leq d/b \leq 5$	OK
$c_{fy} = -0.33 \cdot \log_{10}(d/b) + 1.23 = 1.05$	$5 \leq d/b \leq 10$	NON OK
$c_{fy} = 0.9$	$10 \leq d/b \leq 50$	NON OK

dove d e b sono le dimensioni del rettangolo nella direzione parallela e ortogonale alla direzione del vento

coefficiente riduttivo spigolo arrattondati $\psi_r = 1 - 0.75 \cdot r/d = 0.89286$

$c_{fx} =$	2.75
$c_{fy} =$	1.26

pressione vento orizzontale $q_{px} = 2896.2$ N/mq \Rightarrow **2.90** KN/mq
 pressione vento orizzontale $q_{py} = 1327.0$ N/mq \Rightarrow **1.33** KN/mq

Vento orizzontale su fusto pila

$$F_{x,w} = q_{px} \cdot l_y = 2.90 \cdot 7 = \mathbf{20.3} \text{ kN/m}$$

$$F_{y,w} = q_{py} \cdot l_x = 1.33 \cdot 2 = \mathbf{2.66} \text{ kN/m}$$

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	20 di 113

Relazione di calcolo Pila

Coefficiente di forma pulvino CNR DT 207/2008 PAR. G.10.3
 dimensione pulvino // asse x $l_x = 3.20$ m
 dimensione pulvino // asse y $l_y = 12.61$ m
 $d/b = 0.25$
 $c_{fx} = 2$ $0.1 \leq d/b \leq 0.2$ NON OK
 $c_{fx} = 0.73 \cdot \log_{10}(d/b) + 3.15 = 2.72$ $0.2 \leq d/b \leq 0.7$ OK
 $c_{fx} = -1.64 \cdot \log_{10}(d/b) + 2.15 = 3.13$ $0.7 \leq d/b \leq 5$ NON OK
 $c_{fx} = -0.33 \cdot \log_{10}(d/b) + 1.23 = 1.43$ $5 \leq d/b \leq 10$ NON OK
 $c_{fx} = 0.9$ $10 \leq d/b \leq 50$ NON OK

dove d e b sono le dimensioni del rettangolo nella direzione parallela e ortogonale alla direzione del vento

$d/b = 3.94$
 $c_{fy} = 2$ $0.1 \leq d/b \leq 0.2$ NON OK
 $c_{fy} = 0.73 \cdot \log_{10}(d/b) + 3.15 = 3.58$ $0.2 \leq d/b \leq 0.7$ OK
 $c_{fy} = -1.64 \cdot \log_{10}(d/b) + 2.15 = 1.17$ $0.7 \leq d/b \leq 5$ NON OK
 $c_{fy} = -0.33 \cdot \log_{10}(d/b) + 1.23 = 1.03$ $5 \leq d/b \leq 10$ NON OK
 $c_{fy} = 0.9$ $10 \leq d/b \leq 50$ NON OK

dove d e b sono le dimensioni del rettangolo nella direzione parallela e ortogonale alla direzione del vento

$c_{fx} =$	2.72
$c_{fy} =$	3.58

pressione vento orizzontale $q_{px} = 3208.4$ N/mq $\Rightarrow 3.21$ KN/mq
 pressione vento orizzontale $q_{py} = 4222.8$ N/mq $\Rightarrow 4.22$ KN/mq

Vento orizzontale su pulvino pila

$$F_{x,w} = q_{px} \cdot h = 3.21 \cdot 2.50 = 8.02 \text{ kN/m}$$

$$F_{y,w} = q_{py} \cdot A = 4.22 \cdot 7.25 = 30.6 \text{ kN/m}$$

6.4 Azioni climatiche

6.4.1 Variazione termica uniforme ($\epsilon 3$)

La variazione termica uniforme è valutata secondo il § 5.2.2.5.2 delle NTC18. Si prevede una variazione termica pari a ± 15 °C.

6.4.2 Variazione termica differenziale($\epsilon 3$)

È stata considerata una differenza di temperatura sull'elevazione della pila pari a ± 5 °C.

6.5 Ritiro e Viscosità

Ritiro elevazione paramento

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1			
Calcolo dell'azione prodotta da ritiro			
	Rck	40	
	f _{ck}	33.20 N/mm ²	
resistenza a compressione media	f _{cm}	41.20 N/mm ²	
modulo elastico secante	E _{cm}	33642.78 N/mm ²	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t _s	2 gg	
età del cls al momento del carico	t ₀	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	500 cm	
altezza sezione	H	200 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A _c	10000000 mm ²	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	14000 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	h ₀ =2A _c /u	1429 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t ₀ corretto in funz del tipo di cem	t ₀	6.189 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	β _c (f _{cm})	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	β _c (t ₀)	0.649	
coeff. della resistenza del cls	α ₁	0.892	
coeff. della resistenza del cls	α ₂	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α ₃	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β _H	1383	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	β _c (t, t ₀)	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ _{RH}	1.192	
coeff. nominale della viscosità	φ ₀	2.026	
coeff. di viscosità	φ(t, t ₀)	1.99	
Modulo elastico al tempo t	E _{cm} (t, t ₀)	11237.7 N/mm ²	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fuzione di h ₀	k _h	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	β _{cs} (t, t _s)	0.922	
def. di ritiro per essiccamento	ε _{cs} (t)	0.000275	
deformazione di base	ε _{cs,0}	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α _{ds1}	6	
coeff. per il tipo di cemento	α _{ds2}	0.11	
	β _{RH}	0.896094	
	β _{ds} (t)	1	
	ε _{cs,∞}	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε _{ca}	5.8E-05	
deformazione di ritiro	ε _s (t, t ₀)	0.000333	
Variazione termica uniforme	ΔT _{ritiro}	-11.1 °C	

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	22 di 113

Ritiro pulvino

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1

Calcolo dell'azione prodotta da ritiro

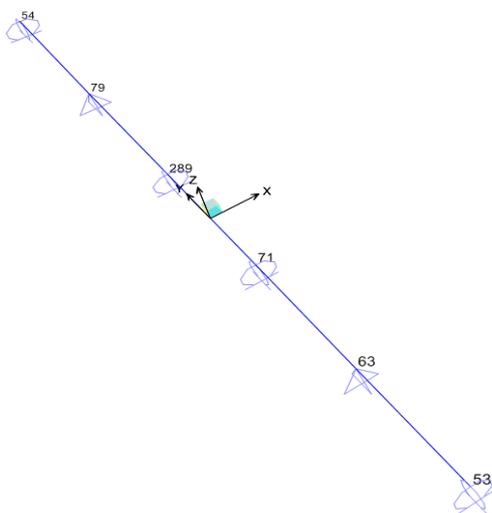
	Rck	40	
	f_{ck}	33.20 N/mm ²	
resistenza a compressione media	f_{cm}	41.20 N/mm ²	
modulo elastico secante	E_{cm}	33642.78 N/mm ²	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t_s	2 gg	
età del cls al momento del carico	t_0	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B1	320 cm	
larghezza sezione	B2	200 cm	
altezza sezione	H	250 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A_c	7250000 mm ²	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	8470 mm	
dimensione convvenz. elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1712 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t_0 corretto in funz del tipo di cem	t_0	6.189 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	$\beta_{cl}(f_{cm})$	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	$\beta_{cl}(t_0)$	0.649	
coeff. della resistenza del cls	α_1	0.892	
coeff. della resistenza del cls	α_2	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α_3	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β_H	1383	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_{cl}(t, t_0)$	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ_{RH}	1.180	
coeff. nominale della viscosità	φ_0	2.006	
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	1.97	
Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	11308.6 N/mm ²	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fusione di h_0	k_h	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.900	
def. di ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cd}(t)$	0.000268	
deformazione di base	$\varepsilon_{cd,0}$	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds1}	6	
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds2}	0.11	
	β_{RH}	0.896094	
	$\beta_{as}(t)$	1	
	$\varepsilon_{ca,00}$	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε_{ca}	5.8E-05	
deformazione di ritiro	$\varepsilon_s(t, t_0)$	0.000326	
Variazione termica uniforme	ΔT_{ritiro}	-11.0 °C	

6.6 Scarichi trasmessi da impalcato

Il collegamento tra le pile e l'impalcato avviene mediante due apparecchi di appoggio fissi e tre apparecchi di appoggio mobili multidirezionali da un lato e dall'altro mediante due apparecchi mobili unidirezionali e tre apparecchi di appoggio mobili multidirezionali.

Di seguito si riportano i carichi trasmessi dall' impalcato analizzato in altra relazione di calcolo.

Con riferimento alla figura seguente si riportano gli scarichi massimi dell'impalcato agenti sulla spalla fissa:



LATO APPOGGI FISSI

FASE 1

TABLE: Joint Reactions SLU-01

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLU-01	Combination	0	0	779.592
54	SLU-01	Combination	0	0	779.592
63	SLU-01	Combination	0	0	783.635
71	SLU-01	Combination	0	0	769.687
79	SLU-01	Combination	0	0	783.635
289	SLU-01	Combination	0	0	769.687

TABLE: Joint Reactions SLE

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLE	Combination	0	0	545.632
54	SLE	Combination	0	0	545.632
63	SLE	Combination	0	0	553.125
71	SLE	Combination	0	0	543.153
79	SLE	Combination	0	0	553.125
289	SLE	Combination	0	0	543.153

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	24 di 113

Relazione di calcolo Pila

FASE 2

TABLE: Joint Reactions INV SLU STR

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1032.202
53	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	158.647
54	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	571.57
54	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	120.155
63	INV SLU STR	Combination	Max	1181.167	94.386	1804.832
63	INV SLU STR	Combination	Min	-957.858	-291.567	-43.132
71	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1454.049
71	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	-56.931
79	INV SLU STR	Combination	Max	783.519	135.37	1024.753
79	INV SLU STR	Combination	Min	-1006.83	-216.433	-41.617
289	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1131
289	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	20.993

SOMMA F3	PESO TOT	a_max_X	a_max_Y	N° FISSI	N° UNI	F1 MAX	F2 MAX
3719.4	7438.8	0.63	0.57	2	4	2343.2	1060.0

TABLE: Joint Reactions INV SLU SISMICO

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	336.921
53	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.458
54	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	337.129
54	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.665
63	INV SLU SISMICO	Combination	Max	2343.235	1060.035	224.887
63	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-2343.23	-1060.035	-151.861
71	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.195
71	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.084
79	INV SLU SISMICO	Combination	Max	2343.235	1060.035	225.207
79	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-2343.23	-1060.035	-152.181
289	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.359
289	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.249

TABLE: Joint Reactions INV-SLERA

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	748.131
53	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	148.169
54	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	406.767
54	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	72.386
63	INV-SLERA	Combination	Max	879.339	69.367	1331.017
63	INV-SLERA	Combination	Min	-702.481	-215.814	-37.846
71	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	1068.961
71	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	-50.283
79	INV-SLERA	Combination	Max	573.341	103.744	753.068
79	INV-SLERA	Combination	Min	-750.199	-155.428	-36.835
289	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	829.184
289	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	9.644

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	25 di 113

TABLE: Joint Reactions INV-SLEFRE

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	574.703
53	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	124.732
54	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	317.637
54	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	66.851
63	INV-SLEFRE	Combination	Max	661.581	61.076	994.977
63	INV-SLEFRE	Combination	Min	-526.766	-153.342	-31.67
71	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	803.52
71	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	-35.913
79	INV-SLEFRE	Combination	Max	429.911	86.371	560.758
79	INV-SLEFRE	Combination	Min	-564.726	-109.075	-31.67
289	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	620.436
289	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	5.782

TABLE: Joint Reactions INV-SLEQP

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
53	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
54	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
54	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
63	INV-SLEQP	Combination	Max	0.529	5.186	36.513
63	INV-SLEQP	Combination	Min	-19.296	-0.142	36.513
71	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
71	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555
79	INV-SLEQP	Combination	Max	19.296	0.284	36.513
79	INV-SLEQP	Combination	Min	-0.529	-10.382	36.513
289	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
289	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	0.0	0.0	-1811.8
54	INV SLU STR	0.0	0.0	-1351.2
63	INV SLU STR	1181.2	291.6	-2588.5
71	INV SLU STR	0.0	0.0	-2223.7
79	INV SLU STR	1006.8	216.4	-1808.4
289	INV SLU STR	0.0	0.0	-1900.7

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.6
54	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.8
63	INV SLU SISMICO	2343.2	1060.0	-778.0
71	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.3
79	INV SLU SISMICO	2343.2	1060.0	-778.3
289	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.5

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	26 di 113

Relazione di calcolo Pila

TABLE: Joint Reactions

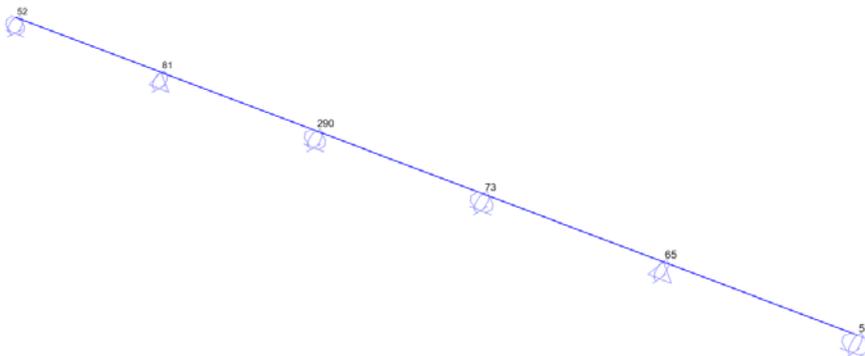
Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	0.0	0.0	-1293.8
54	INV-SLERA	0.0	0.0	-952.4
63	INV-SLERA	879.3	215.8	-1884.1
71	INV-SLERA	0.0	0.0	-1612.1
79	INV-SLERA	750.2	155.4	-1306.2
289	INV-SLERA	0.0	0.0	-1372.3

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1120.3
54	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-863.3
63	INV-SLEFRE	661.6	153.3	-1548.1
71	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1346.7
79	INV-SLEFRE	564.7	109.1	-1113.9
289	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1163.6

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
54	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
63	INV-SLEQP	19.3	5.2	-589.6
71	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7
79	INV-SLEQP	19.3	10.4	-589.6
289	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7



Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	27 di 113

LATO APPOGGI MOBILI

FASE 1

TABLE: Joint Reactions SLU-01

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	SLU-01	Combination	0	0	779.592
52	SLU-01	Combination	0	0	779.592
65	SLU-01	Combination	0	0	783.635
73	SLU-01	Combination	0	0	769.687
81	SLU-01	Combination	0	0	783.635
290	SLU-01	Combination	0	0	769.687

TABLE: Joint Reactions SLE

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	SLE	Combination	0	0	545.632
52	SLE	Combination	0	0	545.632
65	SLE	Combination	0	0	553.125
73	SLE	Combination	0	0	543.153
81	SLE	Combination	0	0	553.125
290	SLE	Combination	0	0	543.153

FASE 2

TABLE: Joint Reactions INV SLU STR

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1032.206
51	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	158.647
52	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	571.567
52	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	120.149
65	INV SLU STR	Combination	Max	0	264.361	1804.854
65	INV SLU STR	Combination	Min	0	-90.823	-43.079
73	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1454.063
73	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	-56.877
81	INV SLU STR	Combination	Max	0	134.966	1024.769
81	INV SLU STR	Combination	Min	0	-187.597	-41.563
290	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1131.009
290	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	20.954

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	28 di 113

Relazione di calcolo Pila

TABLE: Joint Reactions INV SLU SISMICO

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	336.921
51	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.458
52	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	337.129
52	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.666
65	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	1060.035	224.887
65	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	-1060.035	-151.861
73	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.195
73	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.084
81	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	1060.035	225.206
81	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	-1060.035	-152.18
290	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.359
290	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.249

TABLE: Joint Reactions INV-SLERA

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	748.134
51	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	148.169
52	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	406.766
52	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	72.382
65	INV-SLERA	Combination	Max	0	193.379	1331.033
65	INV-SLERA	Combination	Min	0	-68.299	-37.806
73	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	1068.971
73	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	-50.243
81	INV-SLERA	Combination	Max	0	102.26	753.08
81	INV-SLERA	Combination	Min	0	-135.965	-36.796
290	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	829.191
290	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	9.666

TABLE: Joint Reactions INV-SLEFRE

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	574.705
51	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	124.732
52	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	317.638
52	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	66.851
65	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	154.059	994.99
65	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	-43.265	-31.64
73	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	803.527
73	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	-35.883
81	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	84.698	560.767
81	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	-94.503	-31.64
290	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	620.441
290	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	5.798

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	29 di 113

Relazione di calcolo Pila

TABLE: Joint Reactions INV-SLEQP

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
51	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
52	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
52	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
65	INV-SLEQP	Combination	Max	0	10.381	36.513
65	INV-SLEQP	Combination	Min	0	-0.284	36.513
73	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
73	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555
81	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0.142	36.513
81	INV-SLEQP	Combination	Min	0	-5.186	36.513
290	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
290	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV SLU STR	0.0	0.0	-1811.8
52	INV SLU STR	0.0	0.0	-1351.2
65	INV SLU STR	0.0	264.4	-2588.5
73	INV SLU STR	0.0	0.0	-2223.8
81	INV SLU STR	0.0	187.6	-1808.4
290	INV SLU STR	0.0	0.0	-1900.7

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.6
52	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.8
65	INV SLU SISMICO	0.0	1060.0	-778.0
73	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.3
81	INV SLU SISMICO	0.0	1060.0	-778.3
290	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.5

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLERA	0.0	0.0	-1293.8
52	INV-SLERA	0.0	0.0	-952.4
65	INV-SLERA	0.0	193.4	-1884.2
73	INV-SLERA	0.0	0.0	-1612.1
81	INV-SLERA	0.0	136.0	-1306.2
290	INV-SLERA	0.0	0.0	-1372.3

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1120.3
52	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-863.3
65	INV-SLEFRE	0.0	154.1	-1548.1
73	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1346.7
81	INV-SLEFRE	0.0	94.5	-1113.9
290	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1163.6

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
52	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
65	INV-SLEQP	0.0	10.4	-589.6
73	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7
81	INV-SLEQP	0.0	5.2	-589.6
290	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7

6.7 Urto da traffico veicolare

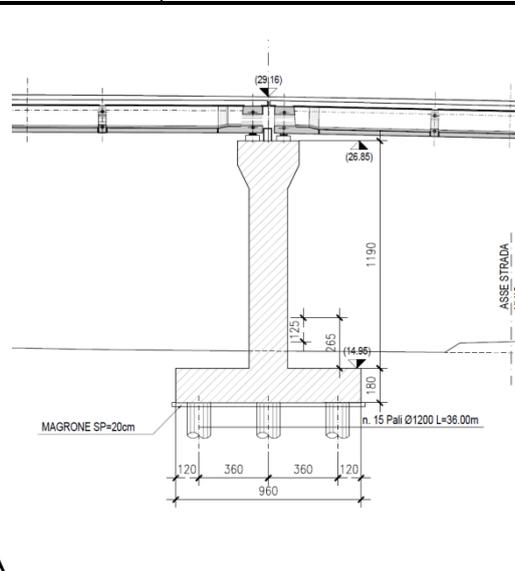
Le azioni da urto da traffico veicolare hanno direzione parallela a quella del moto del veicolo al momento dell'impatto. Nelle verifiche si possono considerare, non simultaneamente, due azioni nelle direzioni parallela ($F_{d,x}$) e ortogonale ($F_{d,y}$) alla direzione di marcia normale, con:

$$F_{d,y}=0.5 \cdot F_{d,x}$$

In accordo con le NTC18 al paragrafo 3.6.3.3, in assenza di determinazioni più accurate e trascurando la capacità dissipativa della struttura, si possono adottare le forze statiche equivalenti riportate in Tab. 3.6.III.

Tab. 3.6.III – Forze statiche equivalenti agli urti di veicoli

Tipo di strada	Tipo di veicolo	Forza $F_{d,x}$ [kN]
Autostrade, strade extraurbane	-	1000
Strade locali	-	750
Strade urbane	-	500
Aree di parcheggio e autorimesse	Automobili	50
	Veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 3,5 t	150



A

Figura 4 – Sezioni della pila

Sono state, perciò, assunte le seguenti azioni statiche equivalenti:

- 750 kN in direzione parallela alla direzione di marcia normale dei veicoli;
- 750 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia normale dei veicoli;

Le suddette forze sono state applicate a 1.25 m al di sopra della superficie di marcia e non si considerano come agenti simultaneamente.

In particolare si ha:

Direzione parallela → $F_{d,x} = 750 \text{ kN}$

Direzione perpendicolare → $F_{d,y} = 375 \text{ kN}$

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC18, si definiscono le seguenti combinazioni di:

- *Combinazione FONDAMENTALE, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):*

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \gamma_{Q2} Q_{k2} + \Psi_{03} \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione RARA, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} Q_{k2} + \Psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione FREQUENTE, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale STR ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Come anticipato precedentemente gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} \times Q_{ki}$$

Il valore assunto per il coefficiente Ψ_{2i} per i carichi mobili è pari a $\Psi_{2i} = 0.0$.

Le combinazioni allo stato limite ultimo SLU fanno riferimento in questa relazione al solo gruppo denominato STR poiché le verifiche riguardano solo l'impalcato.

I coefficienti di combinazione γ_G , γ_Q e Ψ sono ricavati dalle tabelle delle NTC 18 (tabella 5.I.V e tabella 5.I.VI di NTC18).

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

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

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

TABLE: Combination Definitions		
ComboName	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Unitless
ECC	DEAD	1
ECC	PERM	1
ECC	URTO	1

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	34 di 113

TABLE: Combination Definitions			TABLE: Combination Definitions		
ComboName	CaseName	ScaleFactor	ComboName	CaseName	ScaleFactor
SLU1	DEAD	1.35	SLV3-FOND	PESO_FOND	1
SLU1	PERM	1.5	SLV3-FOND	PESO IMPALCATO	1
SLU1	VENTO-X	1.5	SLV4-FOND	DEAD	1
SLU1	REAZ_IMP_SLU STAT	1	SLV4-FOND	PERM	1
SLU1	TERMICO	0.9	SLV4-FOND	SISM_Z	0.3
SLU1	RITIRO	1.2	SLV4-FOND	SISM_X	0.33
SLU1	PESO_FOND	1.35	SLV4-FOND	SISM_Y	1.1
SLU2	DEAD	1.35	SLV4-FOND	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLU2	PERM	1.5	SLV4-FOND	TERMICO	0.5
SLU2	VENTO-Y	1.5	SLV4-FOND	REAZ_IMP_SISM_X	0.33
SLU2	REAZ_IMP_SLU STAT	1	SLV4-FOND	REAZ_IMP_SISM_Y	1.1
SLU2	TERMICO	0.9	SLV4-FOND	INERZIA_FOND_SISM_X	0.3
SLU2	RITIRO	1.2	SLV4-FOND	INERZIA_FOND_SISM_Y	1
SLU2	PESO_FOND	1.35	SLV4-FOND	PESO_FOND	1
SLV1-FOND	DEAD	1	SLV4-FOND	PESO IMPALCATO	1
SLV1-FOND	PERM	1	SLV5-FOND	DEAD	1
SLV1-FOND	SISM_Z	-0.3	SLV5-FOND	PERM	1
SLV1-FOND	SISM_X	1.1	SLV5-FOND	SISM_Z	-1
SLV1-FOND	SISM_Y	0.33	SLV5-FOND	SISM_X	0.33
SLV1-FOND	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3	SLV5-FOND	SISM_Y	0.33
SLV1-FOND	TERMICO	0.5	SLV5-FOND	REAZ_IMP_SISM_Z	-1
SLV1-FOND	REAZ_IMP_SISM_Y	0.33	SLV5-FOND	TERMICO	0.5
SLV1-FOND	REAZ_IMP_SISM_X	1.1	SLV5-FOND	REAZ_IMP_SISM_X	0.33
SLV1-FOND	INERZIA_FOND_SISM_X	1	SLV5-FOND	REAZ_IMP_SISM_Y	0.33
SLV1-FOND	INERZIA_FOND_SISM_Y	0.3	SLV5-FOND	INERZIA_FOND_SISM_X	0.3
SLV1-FOND	PESO_FOND	1	SLV5-FOND	INERZIA_FOND_SISM_Y	0.3
SLV1-FOND	PESO IMPALCATO	1	SLV5-FOND	PESO_FOND	1
SLV2-FOND	DEAD	1	SLV5-FOND	PESO IMPALCATO	1
SLV2-FOND	PERM	1	SLV6-FOND	DEAD	1
SLV2-FOND	SISM_Z	0.3	SLV6-FOND	PERM	1
SLV2-FOND	SISM_X	1.1	SLV6-FOND	SISM_Z	1
SLV2-FOND	SISM_Y	0.33	SLV6-FOND	SISM_X	0.33
SLV2-FOND	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3	SLV6-FOND	SISM_Y	0.33
SLV2-FOND	TERMICO	0.5	SLV6-FOND	REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV2-FOND	REAZ_IMP_SISM_X	1.1	SLV6-FOND	TERMICO	0.5
SLV2-FOND	REAZ_IMP_SISM_Y	0.33	SLV6-FOND	REAZ_IMP_SISM_X	0.33
SLV2-FOND	INERZIA_FOND_SISM_X	1	SLV6-FOND	REAZ_IMP_SISM_Y	0.33
SLV2-FOND	INERZIA_FOND_SISM_Y	0.3	SLV6-FOND	INERZIA_FOND_SISM_X	0.3
SLV2-FOND	PESO_FOND	1	SLV6-FOND	INERZIA_FOND_SISM_Y	0.3
SLV2-FOND	PESO IMPALCATO	1	SLV6-FOND	PESO_FOND	1
SLV3-FOND	DEAD	1	SLV6-FOND	PESO IMPALCATO	1
SLV3-FOND	PERM	1	SLER1	DEAD	1
SLV3-FOND	SISM_Z	-0.3	SLER1	PERM	1
SLV3-FOND	SISM_X	0.33	SLER1	VENTO-X	1
SLV3-FOND	SISM_Y	1.1	SLER1	REAZ_IMP_SLER	1
SLV3-FOND	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3	SLER1	TERMICO	0.6
SLV3-FOND	TERMICO	0.5	SLER1	RITIRO	1
SLV3-FOND	REAZ_IMP_SISM_X	0.33	SLER1	PESO_FOND	1
SLV3-FOND	REAZ_IMP_SISM_Y	1.1	SLER2	DEAD	1
SLV3-FOND	INERZIA_FOND_SISM_X	0.3	SLER2	PERM	1
SLV3-FOND	INERZIA_FOND_SISM_Y	1	SLER2	VENTO-Y	1
SLV3-FOND	PESO_FOND	1	SLER2	REAZ_IMP_SLER	1
			SLER2	TERMICO	0.6

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	35 di 113

TABLE: Combination Definitions			TABLE: Combination Definitions		
ComboName	CaseName	ScaleFactor	ComboName	CaseName	ScaleFactor
SLU4	PESO_FOND	1.35	SLU4	PESO_FOND	1.35
SLV1	DEAD	1	SLV1	DEAD	1
SLV1	PERM	1	SLV1	PERM	1
SLV1	SISM_Z	-0.3	SLV1	SISM_Z	-0.3
SLV1	SISM_X	1	SLV1	SISM_X	1
SLV1	SISM_Y	0.3	SLV1	SISM_Y	0.3
SLV1	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3	SLV1	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV1	TERMICO	0.5	SLV1	TERMICO	0.5
SLV1	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3	SLV1	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV1	REAZ_IMP_SISM_X	1	SLV1	REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV1	PESO IMPALCATO	1	SLV1	PESO IMPALCATO	1
SLV2	DEAD	1	SLV2	DEAD	1
SLV2	PERM	1	SLV2	PERM	1
SLV2	SISM_Z	0.3	SLV2	SISM_Z	0.3
SLV2	SISM_X	1	SLV2	SISM_X	1
SLV2	SISM_Y	0.3	SLV2	SISM_Y	0.3
SLV2	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3	SLV2	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV2	TERMICO	0.5	SLV2	TERMICO	0.5
SLV2	REAZ_IMP_SISM_X	1	SLV2	REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV2	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3	SLV2	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV2	PESO IMPALCATO	1	SLV2	PESO IMPALCATO	1
SLV3	DEAD	1	SLV3	DEAD	1
SLV3	PERM	1	SLV3	PERM	1
SLV3	SISM_Z	-0.3	SLV3	SISM_Z	-0.3
SLV3	SISM_X	0.3	SLV3	SISM_X	0.3
SLV3	SISM_Y	1	SLV3	SISM_Y	1
SLV3	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3	SLV3	REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV3	TERMICO	0.5	SLV3	TERMICO	0.5
SLV3	REAZ_IMP_SISM_X	0.3	SLV3	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV3	REAZ_IMP_SISM_Y	1	SLV3	REAZ_IMP_SISM_Y	1
SLV3	PESO IMPALCATO	1	SLV3	PESO IMPALCATO	1
SLV4	DEAD	1	SLV4	DEAD	1
SLV4	PERM	1	SLV4	PERM	1
SLV4	SISM_Z	0.3	SLV4	SISM_Z	0.3
SLV4	SISM_X	0.3	SLV4	SISM_X	0.3
SLV4	SISM_Y	1	SLV4	SISM_Y	1
SLV4	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3	SLV4	REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV4	TERMICO	0.5	SLV4	TERMICO	0.5
SLV4	REAZ_IMP_SISM_X	0.3	SLV4	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV4	REAZ_IMP_SISM_Y	1	SLV4	REAZ_IMP_SISM_Y	1
SLV4	PESO IMPALCATO	1	SLV4	PESO IMPALCATO	1
SLV5	DEAD	1	SLV5	DEAD	1
SLV5	PERM	1	SLV5	PERM	1
SLV5	SISM_Z	-1	SLV5	SISM_Z	-1
SLV5	SISM_X	0.3	SLV5	SISM_X	0.3
SLV5	SISM_Y	0.3	SLV5	SISM_Y	0.3
SLV5	REAZ_IMP_SISM_Z	-1	SLV5	REAZ_IMP_SISM_Z	-1
SLV5	TERMICO	0.5	SLV5	TERMICO	0.5
SLV5	REAZ_IMP_SISM_X	0.3	SLV5	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV5	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3	SLV5	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV5	PESO IMPALCATO	1	SLV5	PESO IMPALCATO	1
SLV6	DEAD	1	SLV6	DEAD	1
SLV6	PERM	1	SLV6	PERM	1
SLV6	SISM_Z	1	SLV6	SISM_Z	1
SLV6	SISM_X	0.3	SLV6	SISM_X	0.3
SLV6	SISM_Y	0.3	SLV6	SISM_Y	0.3
SLV6	REAZ_IMP_SISM_Z	1	SLV6	REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV6	TERMICO	0.5	SLV6	TERMICO	0.5
SLV6	REAZ_IMP_SISM_X	0.3	SLV6	REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV6	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3	SLV6	REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV6	PESO IMPALCATO	1	SLV6	PESO IMPALCATO	1
SLU3	DEAD	1.35	SLU3	DEAD	1.35
SLU3	PERM	1.5	SLU3	PERM	1.5
SLU3	VENTO-X	0.9	SLU3	VENTO-X	0.9
SLU3	REAZ_IMP_SLU STAT	1	SLU3	REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU3	TERMICO	1.5	SLU3	TERMICO	1.5
SLU3	RITIRO	1.2	SLU3	RITIRO	1.2
SLU3	PESO_FOND	1.35	SLU3	PESO_FOND	1.35
SLU4	DEAD	1.35	SLU4	DEAD	1.35
SLU4	PERM	1.5	SLU4	PERM	1.5
SLU4	VENTO-Y	0.9	SLU4	VENTO-Y	0.9
SLU4	REAZ_IMP_SLU STAT	1	SLU4	REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU4	TERMICO	1.5	SLU4	TERMICO	1.5
SLU4	RITIRO	1.2	SLU4	RITIRO	1.2
SLU4	PESO_FOND	1.35	SLU4	PESO_FOND	1.35
SLV1	DEAD	1	SLV1	DEAD	1

8 MODELLAZIONE NUMERICA

Il calcolo della struttura è stato svolto utilizzando il programma di calcolo SAP 2000 V. 21 , schematizzando l'intera struttura con un modello tridimensionale agli elementi finiti.

La fondazione della pila è stata descritta con elementi bidimensionali a shell, mentre il fusto , il pulvino e la palificata di sostegno è stata descritta con elementi monodimensionali a trave (frame). Al fine di schematizzare l'interazione terreno – struttura, si sono assegnate, ai nodi di estremità dei frame dei pali, molle elastiche alla Winkler in entrambe le direzioni orizzontali, x e y, per tutto lo sviluppo dei pali.

Nella figura di seguito riportata si evidenzia il modello tridimensionale implementato.

Gli assi di riferimento adottati sono:

- x = asse longitudinale rispetto all'asse del viadotto
- y = asse trasversale rispetto all'asse del viadotto
- z = asse verticale

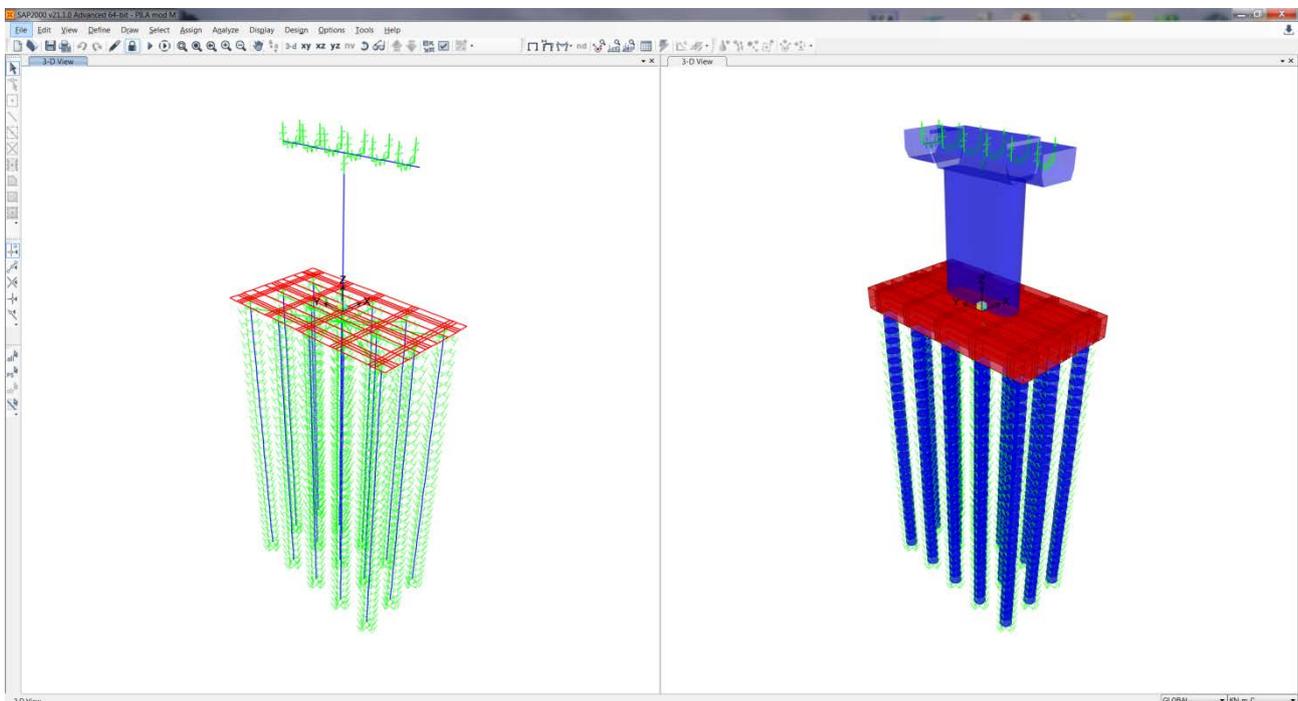


Figura 5: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Pila



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	37 di 113

8.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo SAP2000

Versione 21.0.2 advanced

Distributore CSI Italia

8.2 Tipo di analisi svolta (paragrafo 10.2 del DM 17-01-18)

L'analisi strutturale è condotta con l'ausilio di un codice di calcolo automatico SAP 2000 v21.1.0.

Gli elementi costituenti la struttura delle pile sono stati modellati utilizzando elementi bidimensionali (shell) per la soletta di fondazione mentre per il fusto, il pulvino ed i pali di fondazione degli elementi *frame* e sono stati definiti avvalendo l'ipotesi di materiale elastico lineare isotropo in un campo di piccoli spostamenti e deformazioni.

Il calcolo statico della struttura e la verifica delle strutture è stato eseguito secondo *i metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni*.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 2018.

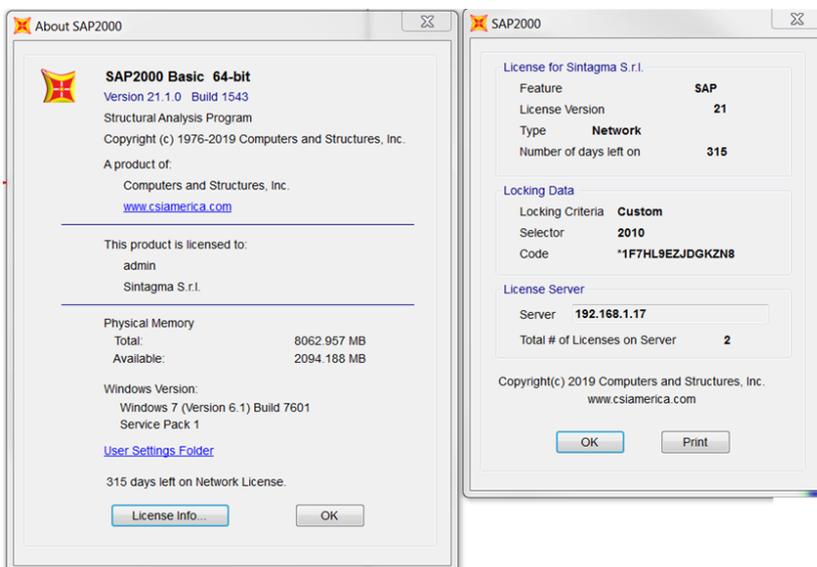
La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Il codice di calcolo SAP è fornito dalla C.S.I. Italia e correttamente licenziato nella versione 21.1.0

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03</p>												
<p><i>Viadotto NW03 –NW04</i> <i>Relazione di calcolo Pila</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0005 001</td> <td>A</td> <td>38 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	38 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	38 di 113								

8.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL. Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. Sul sito del produttore è inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.

8.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03					
	Viadotto NW03 –NW04 Relazione di calcolo Pila	COMMESSA RS3H	LOTTO 03	CODIFICA D 78	DOCUMENTO CL NW0005 001	REV. A

8.5 Parametri modello geotecnico NW03-NW04

La tabella che segue fornisce la stratigrafia di riferimento per il dimensionamento delle opere.

PK 0+278,16		PK 0+316,34	
GA03			
Incrocio con Bretella PA-SR****			
stratigrafia			
-			
U1	3		
U1a	2.5		
U1	3.5		
U2a	5.5		
U2	5		
U2a	2.5		
U2b	8.5		
U2a	2		
U2	11.5		
U3	10		
sondaggi			
nome	PK (PA-SR)	Q.ta	DASSE
SD27	0+659,72	17.29	30 dx
CPT6	0+625,59	17.90	5 sx

Tabella 1 – Stratigrafia di riferimento NW03-NW04

UNITA' GEOTECNICHE

	Unità U1 – Sabbie Limose (bb2 - depositi alluvionali recenti)
	Unità U1a – Argille limose e limi argillosi (bb3 - depositi alluvionali recenti)
	Unità U2 – Sabbia, sabbia limosa (bn2 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U2a – Limi argillosi (bn3 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U2b – Ghiaia sabbiosa (bn1 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U3 – Argilla limosa (FAG- Formazione delle argille grigio-azzurre)

8.5.1 Rigidezza delle molle orizzontali dei pali

La rigidezza delle molle è stata valutata secondo le indicazioni contenute in Viggiani (1999).

Per la valutazione degli spostamenti dei pali di fondazione, ai fini del controllo dell'attivazione della condizione di spinta attiva del terreno, è stato determinato il valore del coefficiente k_h .



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	40 di 113

Relazione di calcolo Pila

Per terreni coesivi, Broms suggerisce di correlare il valore di k_h al modulo secante E_{50} , che a sua volta può essere correlato alla coesione non drenata c_u . Si ha quindi:

$$k_h = 400 c_u/d$$

Nel caso di terreni non coesivi l'andamento del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la profondità secondo la seguente espressione

$$k_h = n_h z/d$$

dove n_h per sabbie immerse caratterizzate da uno stato di addensamento medio, è pari a 5000 kN/m^3 .

I valori della rigidezza del terreno sono applicati sui pali tenendo conto delle distanza tra due nodi consecutivi dell'elemento frame (1.0 m) con cui è stato schamizzato il palo nella modellazione.

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	41 di 113

Relazione di calcolo Pila

d (m)	1.2	
n_h (kN/m ³)	5000	U1 -U2 - U2B
cu (kN/m ²)	50	U1A
cu (kN/m ²)	40	U2A

	z (m)	k_n (kN/m ³)	k_n (kN/m)
U1A	0	0	0
	1	16667	10000
	2	16667	20000
	3	16667	20000
U1	4	20000	24000
	5	25000	30000
	6	30000	36000
	7	35000	42000
U2A	8	13333	16000
	9	13333	16000
	10	13333	16000
	11	13333	16000
	12	13333	16000
	13	13333	16000
U2	14	115000	138000
	15	120000	144000
	16	125000	150000
	17	130000	156000
	18	135000	162000
U2A	19	13333	16000
	20	13333	16000
U2B	21	115000	138000
	22	120000	144000
	23	125000	150000
	24	130000	156000
	25	135000	162000
	26	140000	168000
	27	145000	174000
	28	150000	180000
	29	155000	186000
U2A	30	13333	16000
	31	13333	16000
U2	32	115000	138000
	33	120000	144000
	34	125000	150000
	35	130000	156000
	36	135000	162000
	37	140000	168000
	38	145000	174000
	39	150000	180000
	40	155000	186000

9 ANALISI MODALE

Per l'analisi modale della pila si considera il modello di calcolo precedente considerando il fusto della pila incastrato sulla fondazione. Le masse provenienti dall'impalcato coerentemente allo schema di vincoli degli apparecchi di appoggio tra pila e impalcato. Con lo schema di vincoli degli apparecchi di appoggio della pila riportato di seguito le masse applicate ai nodi sono quelle della seguente tabella:

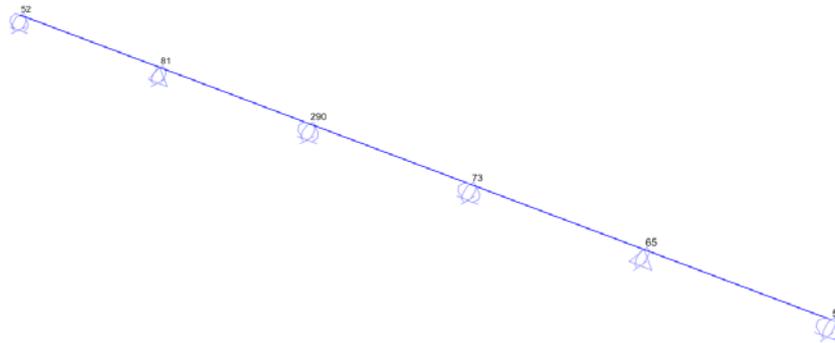


Figura 6 – Nodi impalcato

FASE 1

TABLE: Joint Reactions G1+G2					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	G1+G2	LinStatic	0	0	545.632
52	G1+G2	LinStatic	0	0	545.632
65	G1+G2	LinStatic	0	0	553.125
73	G1+G2	LinStatic	0	0	543.153
81	G1+G2	LinStatic	0	0	553.125
290	G1+G2	LinStatic	0	0	543.153

FASE 2

TABLE: Joint Reactions G1+G2					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	G1+G2	LinStatic	0	0	124.732
52	G1+G2	LinStatic	0	0	124.732
65	G1+G2	LinStatic	0	0	36.513
73	G1+G2	LinStatic	0	0	56.555
81	G1+G2	LinStatic	0	0	36.513
290	G1+G2	LinStatic	0	0	56.555

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
52	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
65	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
73	G1+G2	0.0	0.0	-599.7
81	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
290	G1+G2	0.0	0.0	-599.7

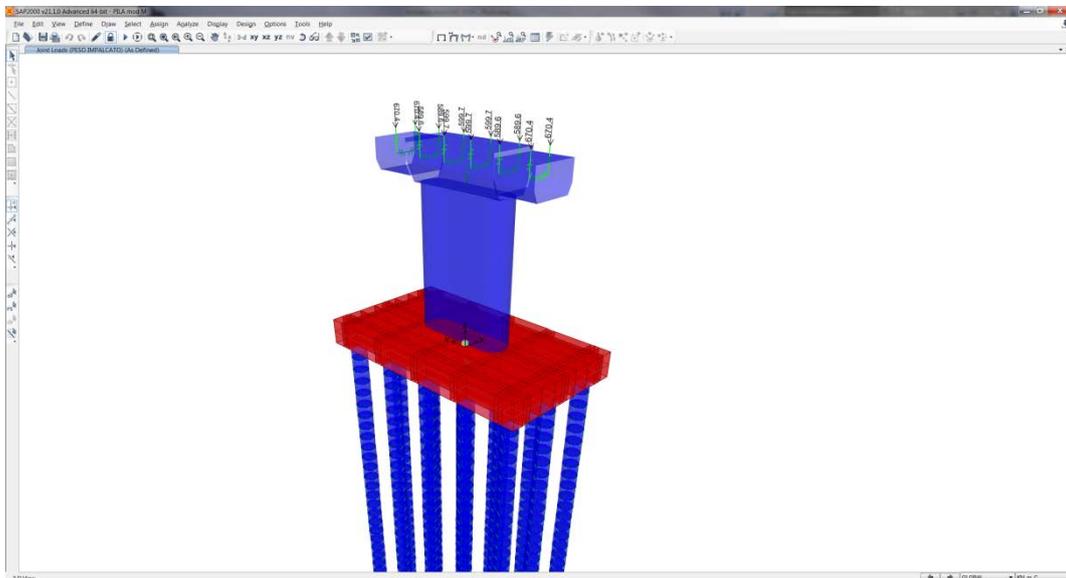


Figura 7 – Masse concentrate ai nodi degli apparecchi di appoggio

Le masse associate al peso proprio della struttura sono automaticamente calcolate dal software agli elementi finiti.

Si riportano i risultati dell'analisi modale con la deformata modale dei primi 3 modi.

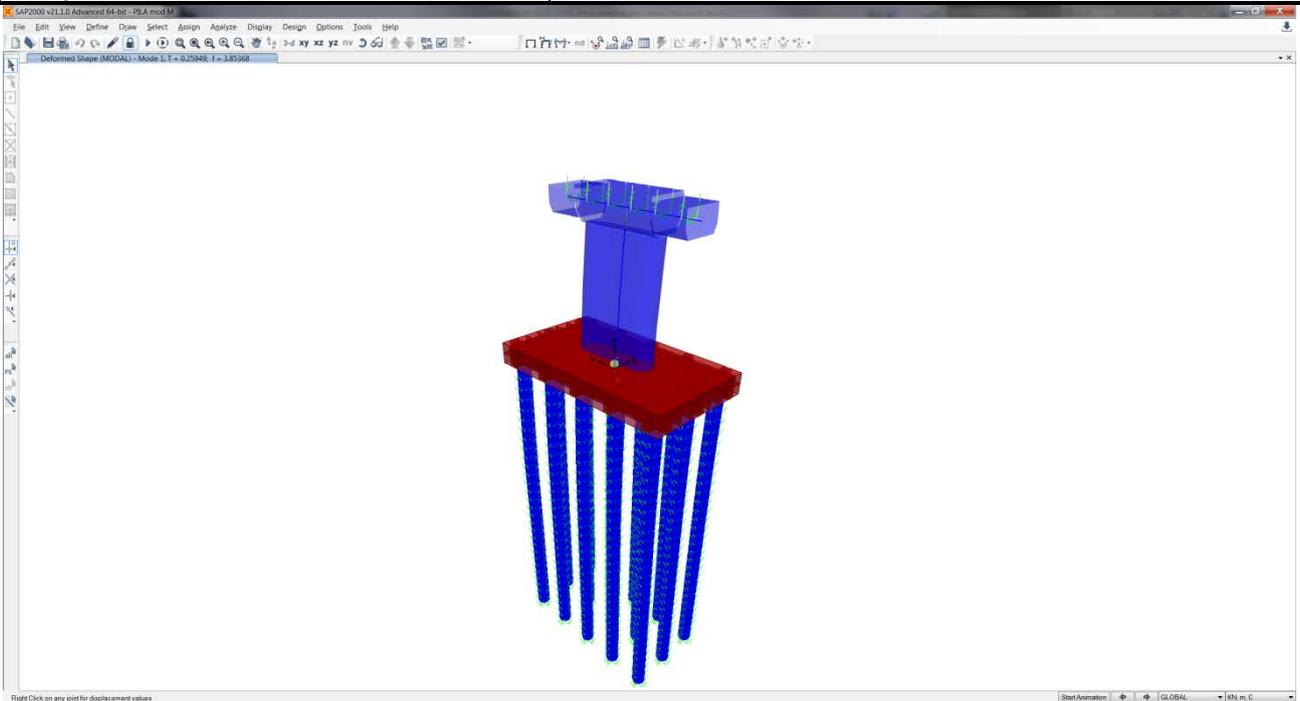


Figura 8 – Modo 1 T1 = 0.26s

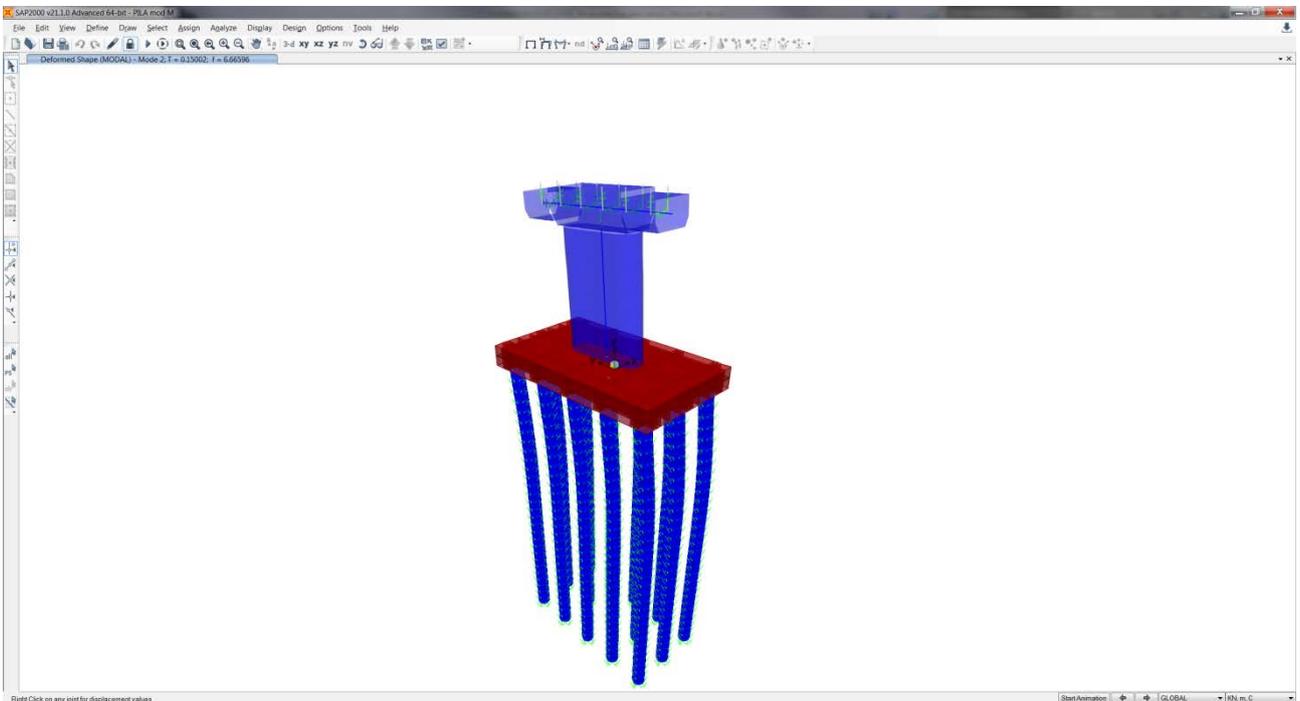


Figura 9 – Modo 2 T2 = 0.15s

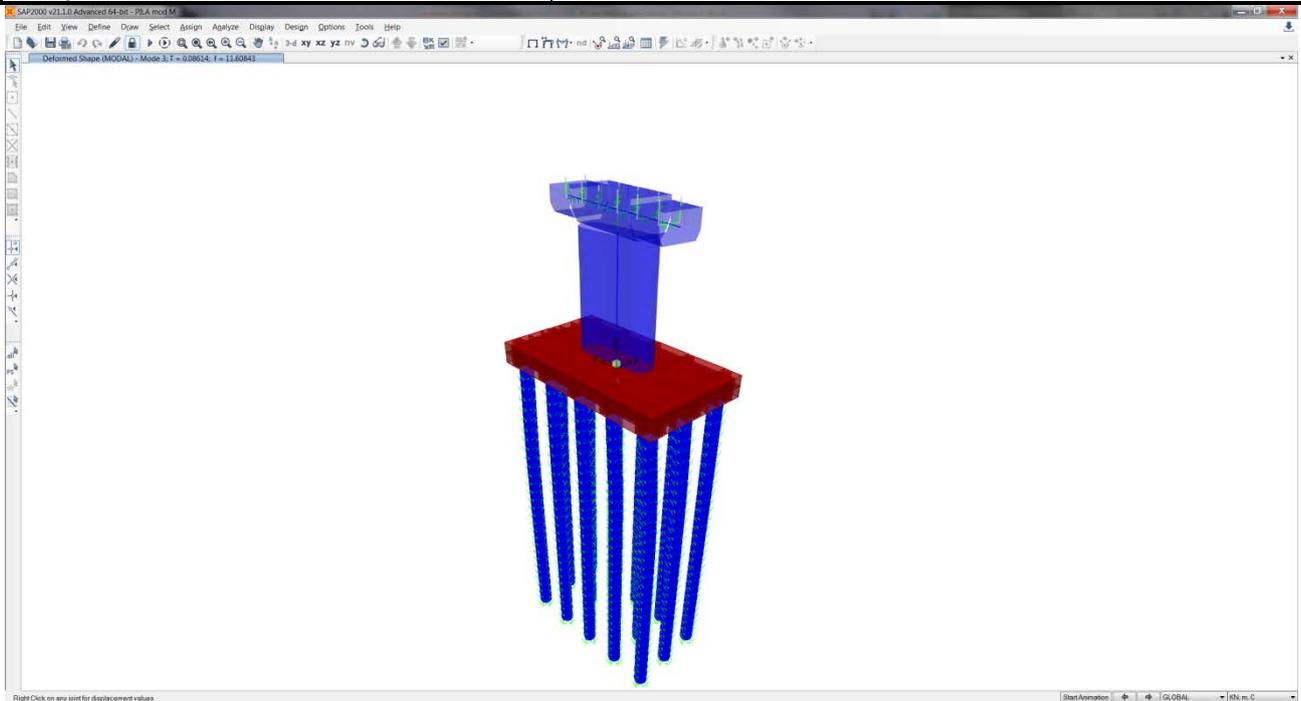


Figura 10 – Modo 3 T3 = 0.086s

Di seguito si riportano gli scarichi sismici orizzontali sugli appoggi fissi e unidirezionali ottenuti moltiplicando il peso totale per l'accelerazione sismica in corrispondenza dei periodi T1 e T2.

SOMMA F3	PESO TOT	a_max_X	a_max_Y	N° FISSI	N° UNI	F1 MAX	F2 MAX
3719.4	7438.8	0.63	0.57	2	4	2343.2	1060.0

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03 –NW04</i> <i>Relazione di calcolo Pila</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0005 001</td> <td>A</td> <td>46 di 113</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	46 di 113
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	46 di 113								

10 CRITERI DI VERIFICA

Si riportano di seguito i criteri di verifica per il dimensionamento degli elementi strutturali che compongono la pila.

CAVALCAFERROVIA:

Verifiche tensionali par. 2.6.2.2.1 MdP RFI

2.6.2.2.1 Verifiche delle tensioni in esercizio

Nel dimensionamento degli elementi in C.A.P., devono rispettarsi i seguenti limiti tensionali:

- La massima tensione di trazione ai lembi della sezione di verifica, nella combinazione di carico caratteristica (rara), deve risultare $\leq 0,35 f_{ctk}$;
- La tensione principale di trazione nella fibra baricentrica nella combinazione di carico caratteristica (rara), deve risultare $\leq 0,045 f_{ctk}$.

Verifiche tensionali par. 2.5.1.8.3.2.1 MdP RFI

2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

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 $0,75 f_{yk}$.

Verifiche a fessurazione par. 2.6.2.2.3 MdP RFI

2.6.2.2.3 Stato limite di fessurazione

Per tutte le strutture in cemento armato normale e precompresso, le verifiche a fessurazione saranno eseguite adottando i criteri definiti al p.to 4.1.2.2.4.4 del DM 17.01.2018, con le seguenti ulteriori prescrizioni:

- i valori limite di apertura delle fessure, per la combinazione frequente e per armature poco sensibili, sono i seguenti:
 - a. $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.01.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
 - b. $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 17.01.2018.

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante “calcolo diretto”, ai sensi del DM 17.01.2018, p.to 4.1.2.2.4.5.

7.9.5.1 PILE

Per le pile in acciaio, si rimanda ai criteri del § 7.5.

Per le pile in calcestruzzo armato, si applicano i criteri appresso indicati.

7.9.5.1.1 Verifiche di resistenza (RES)

In ogni sezione la capacità deve risultare superiore o uguale alla corrispondente domanda.

Presso-flessione

Nelle sezioni in cui è prevista la formazione di zone dissipative, la domanda a presso-flessione è quella ottenuta dall'analisi globale della struttura per le combinazioni di carico di cui al § 2.5.3.

Per i ponti in CD "A" ed in CD "B" la domanda a compressione nelle pile non deve eccedere, rispettivamente, il 55% ed il 65% della capacità massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo, per tutte le combinazioni considerate.

Nelle sezioni comprese nelle zone dissipative, deve risultare:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad [7.9.8]$$

nella quale:

M_{Ed} è la domanda flessionale (accompagnata dalla domanda flessionale in direzione ortogonale assunta come ad essa contemporanea) derivante dall'analisi;

M_{Rd} è la capacità flessionale, calcolata sul relativo dominio di resistenza allo *SLU* in corrispondenza della sollecitazione assiale agente.

Nelle sezioni poste al di fuori delle zone dissipative, deve risultare:

$$M_{prc} \leq M_{yd} \quad [7.9.9]$$

nella quale M_{prc} è la domanda flessionale (accompagnata dalla domanda flessionale in direzione ortogonale assunta come ad essa contemporanea) calcolata come descritto al § 7.9.5 e M_{yd} è la capacità flessionale corrispondente alla curvatura convenzionale di prima plasticizzazione di cui al § 7.4.4.1.2, in corrispondenza della sollecitazione assiale agente.

Qualora, al di fuori delle zone dissipative delle pile, la domanda flessionale M_{prc} superi il valore M_{Rd} delle zone dissipative stesse, si adotta quest'ultimo al posto di M_{prc} .

Taglio

Ai fini della progettazione in capacità, per ciascuna direzione di applicazione del sisma, la domanda a taglio V_{Ed} si ottiene imponendo l'equilibrio tra le capacità a flessione delle sezioni di estremità della pila $M_{s,prc}$ e $M_{i,prc}$ e il taglio V_{prc} applicato nelle stesse sezioni, secondo le espressioni:

$$V_{Ed} = \gamma_{Bd} \cdot V_{prc} \quad [7.9.10a]$$

$$V_{prc} = (M_{s,prc} + M_{i,prc}) / l_p \quad [7.9.10b]$$

dove l_p è la distanza tra le due sezioni di estremità della pila (nel caso di pila incastrata solamente alla base è la distanza tra la sezione di incastro e la sezione di momento nullo) e γ_{Bd} è calcolato sulla base del rapporto tra il taglio derivante dall'analisi V_E e il taglio V_{prc} mediante la formula seguente:

$$1,00 \leq \gamma_{Bd} = 2,25 - q \cdot (V_E / V_{prc}) \leq 1,25 \quad [7.9.11]$$

La capacità a taglio delle sezioni delle pile è calcolata come indicato nel § 4.1.2.3.5, dove il braccio delle forze interne z può essere assunto pari a 0,9d per le sezioni rettangolari piene o cave, 0,75d per le sezioni circolari piene e 0,60d per le sezioni circolari cave.

Nelle zone dissipative delle pile progettate in CD "A", l'angolo di inclinazione delle bielle di calcestruzzo compresso deve essere assunto pari a 45°.

Le dimensioni della sezione sono da riferirsi al solo nucleo confinato di calcestruzzo laddove sia necessaria armatura di confinamento.

Per elementi tozzi, con $\alpha < 2,0$ (vedi § 7.9.2.1), deve essere eseguita anche la verifica a scorrimento.

7.9.5.1.2 Verifiche di duttilità (DUT)

La verifica di duttilità deve essere eseguita per le zone dissipative delle pile che richiedono armatura di confinamento come indicato al § 7.9.6.1.

Il rispetto dei dettagli costruttivi indicati al § 7.9.6.1 consente di omettere la verifica esplicita di duttilità. Quest'ultima, laddove necessaria, deve essere eseguita come indicato al § 7.4.4.1.2.

11 ANALISI DEI RISULTATI

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte per il modello implementato, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni assiali, flettenti e taglianti.

Elevazione

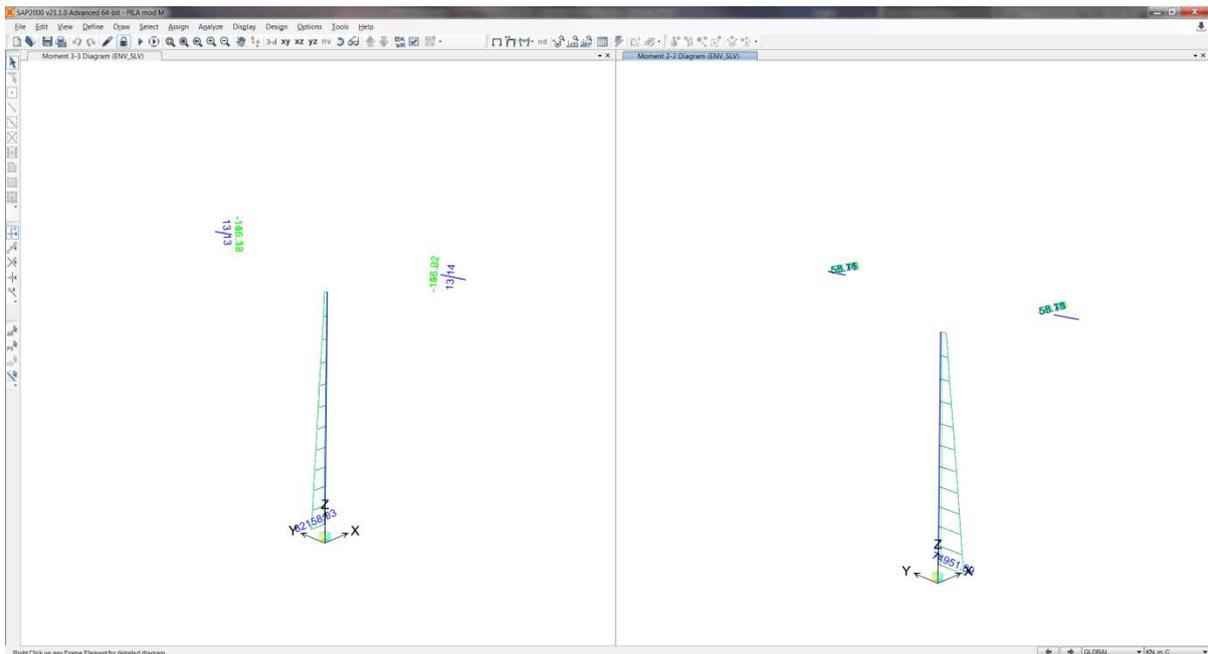


Figura 11: Momento Flettente M33-M22 - Involuppo SLV

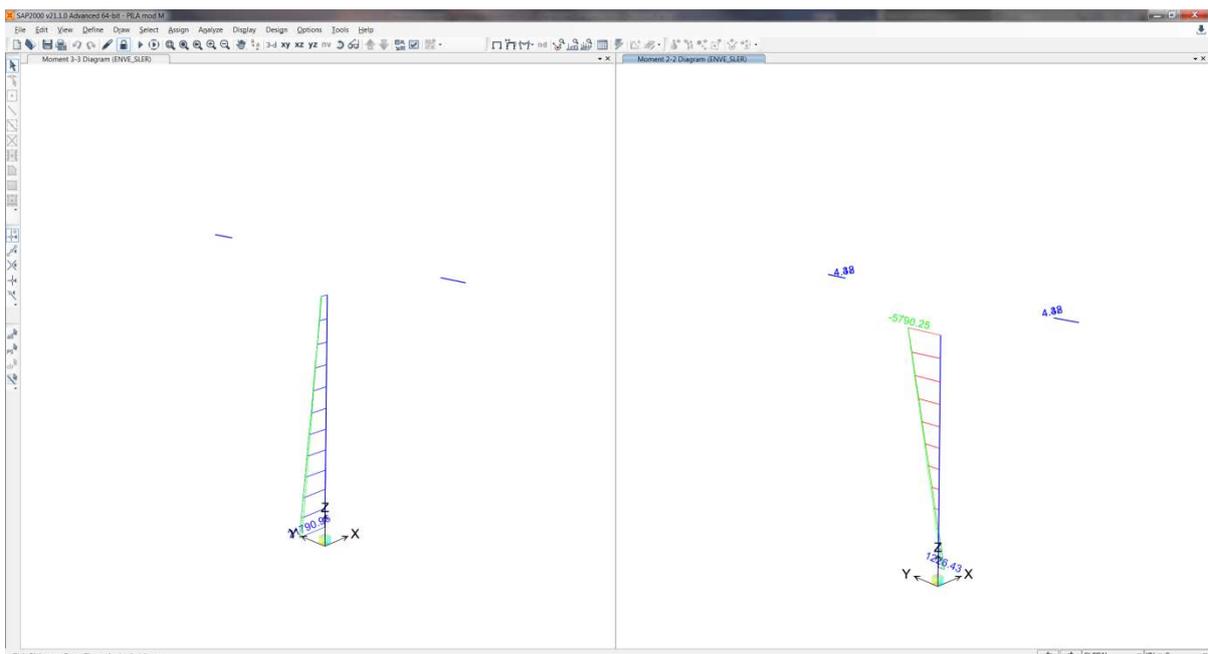


Figura 12: Momento Flettente M33-M22 - Involuppo SLER

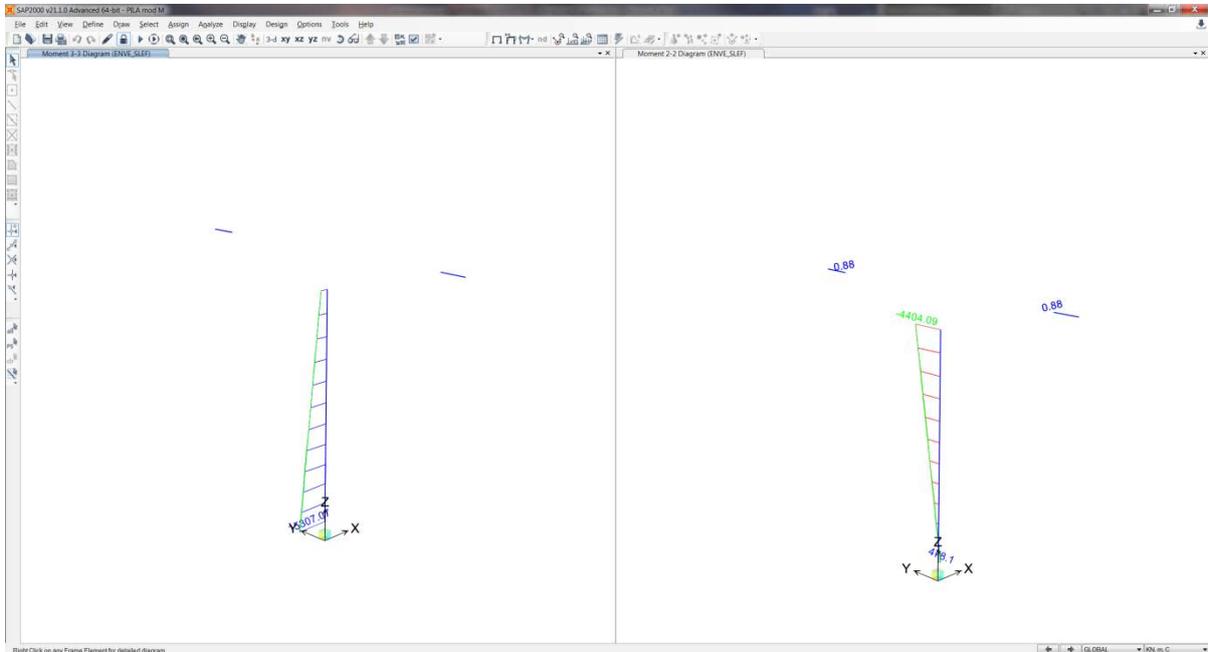


Figura 13: Momento Flettente M33-M22 - Inviluppo SLEF

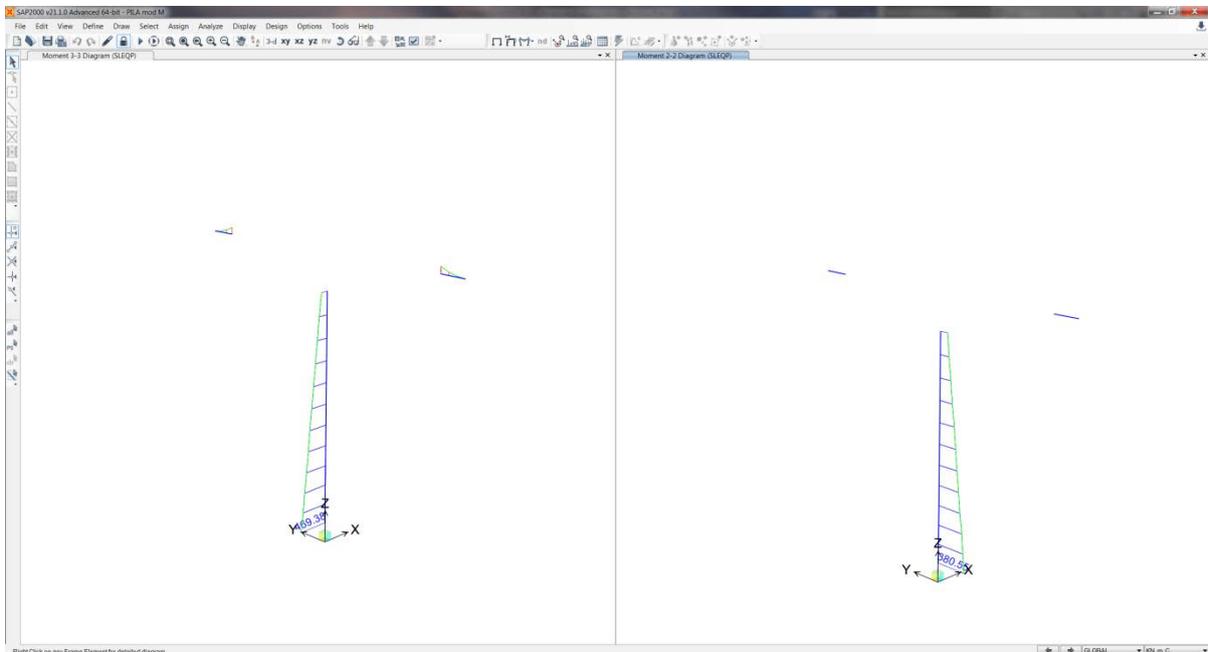


Figura 14: Momento Flettente M33-M22 - Inviluppo SLEQP

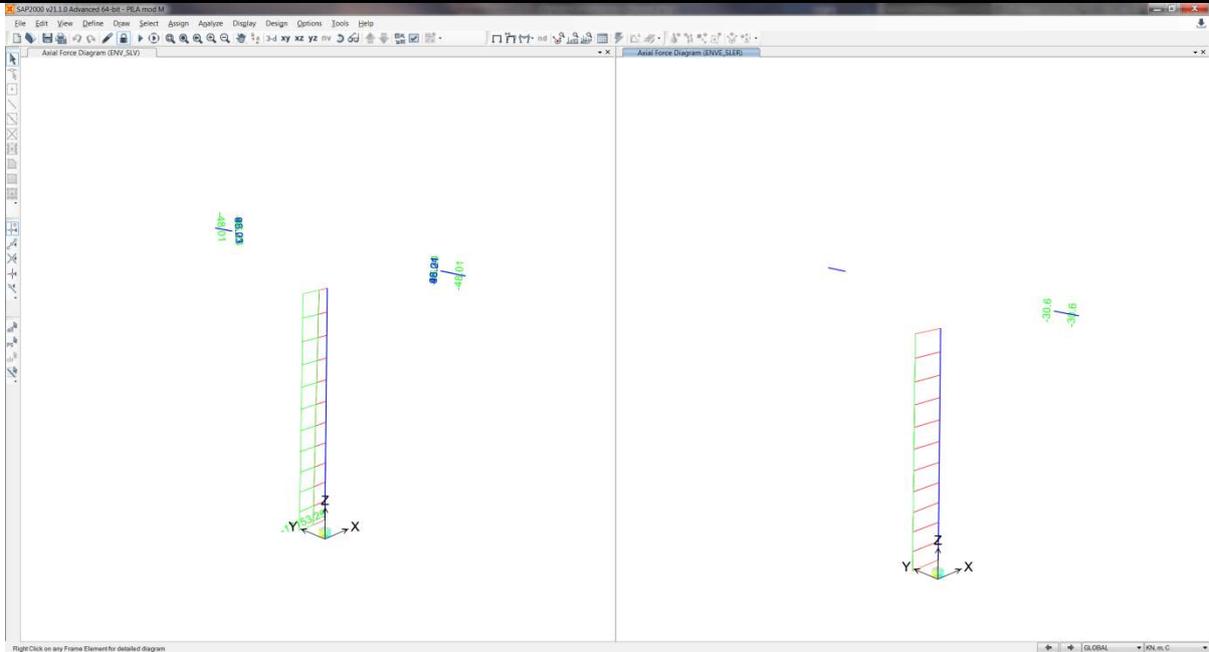


Figura 15: Sforzo assiale P- Involuppo SLU - Involuppo SLER

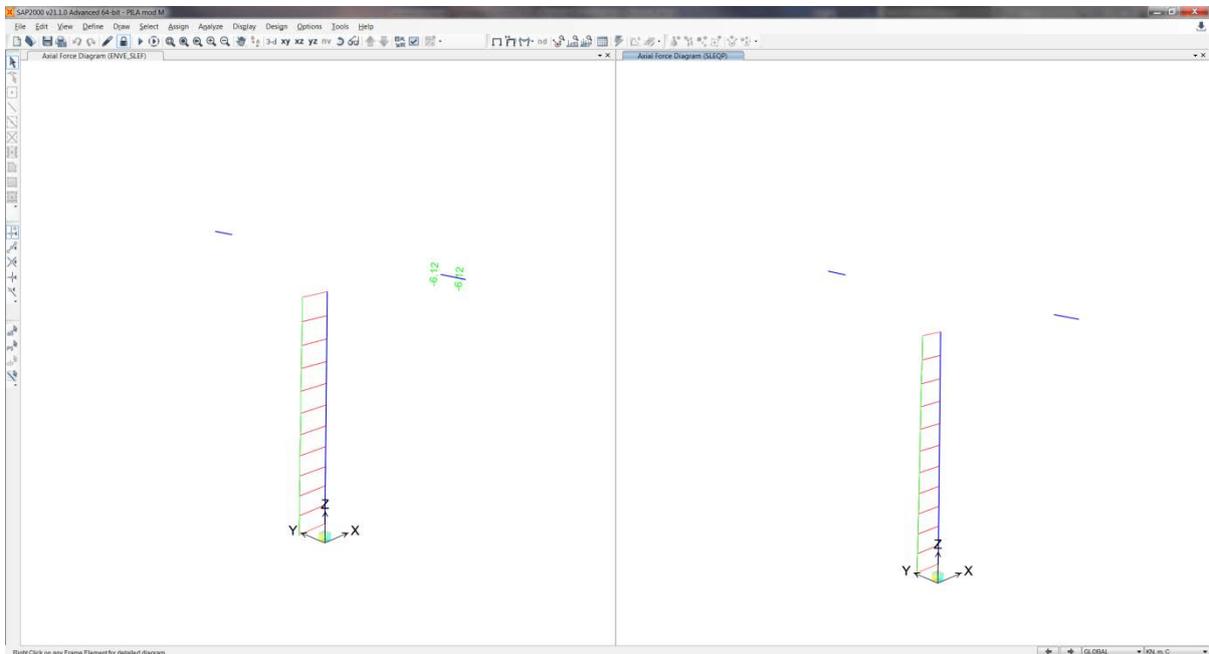


Figura 16: Sforzo assiale P- Involuppo SLEF - Involuppo SLEQP

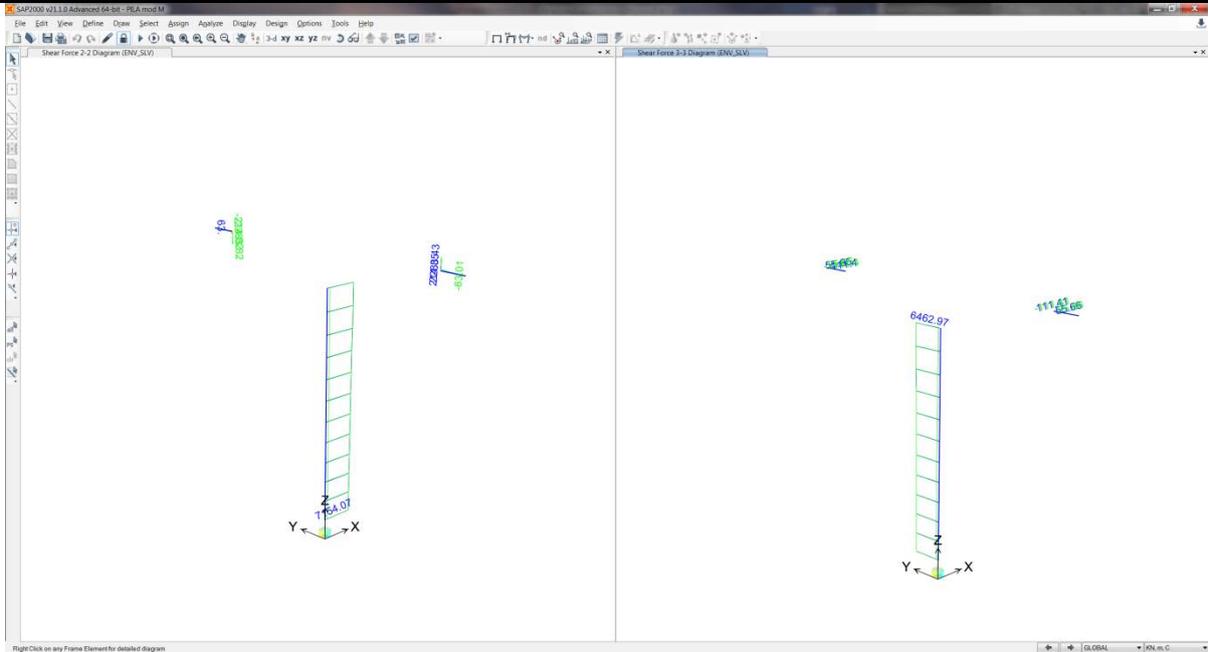


Figura 17: Taglio V2-V3 - Involuppo SLV

Soletta di fondazione

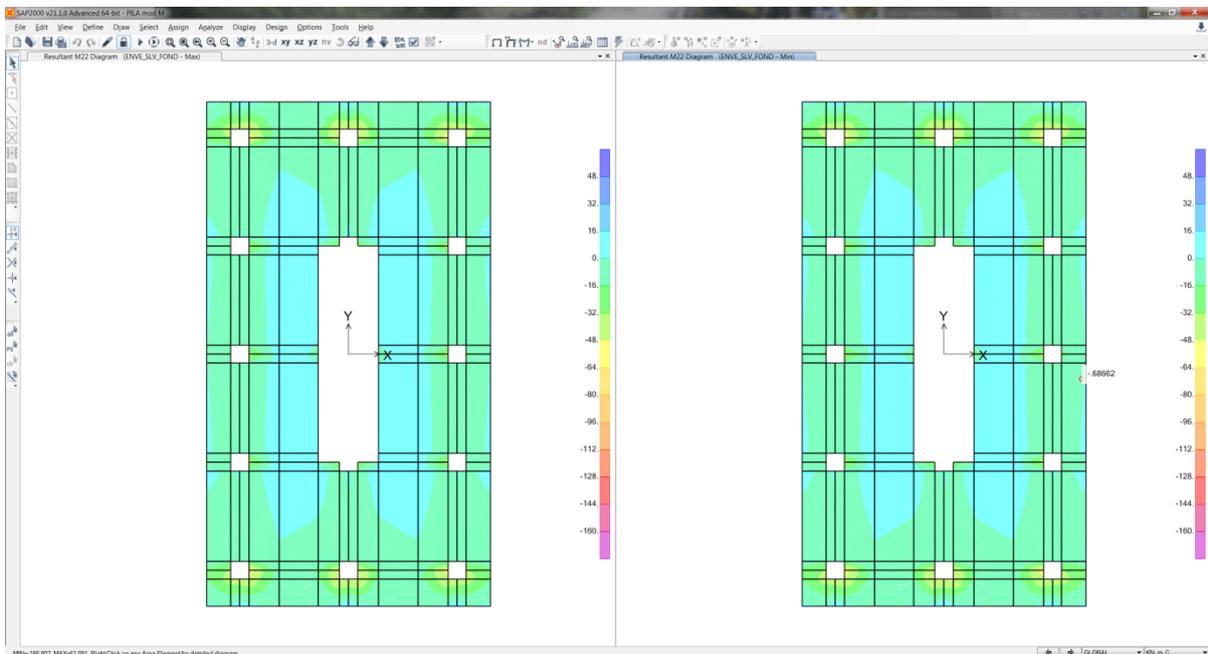


Figura 18: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU

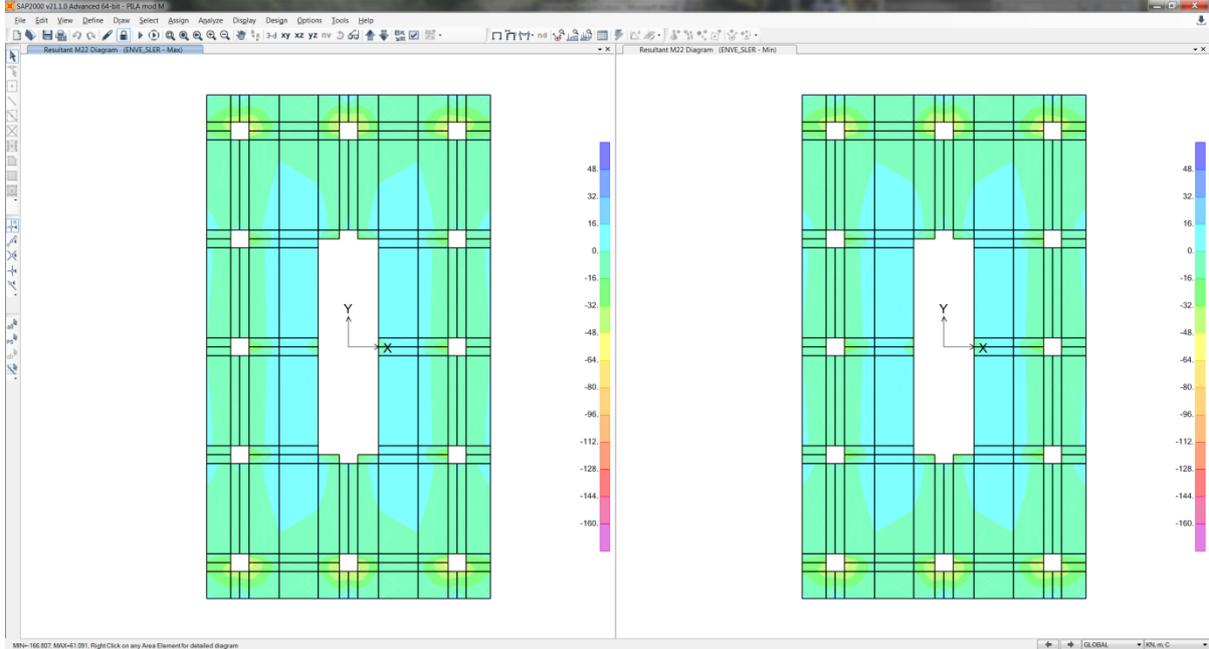


Figura 19: Momento Flettente M22 - Involuppo SLER

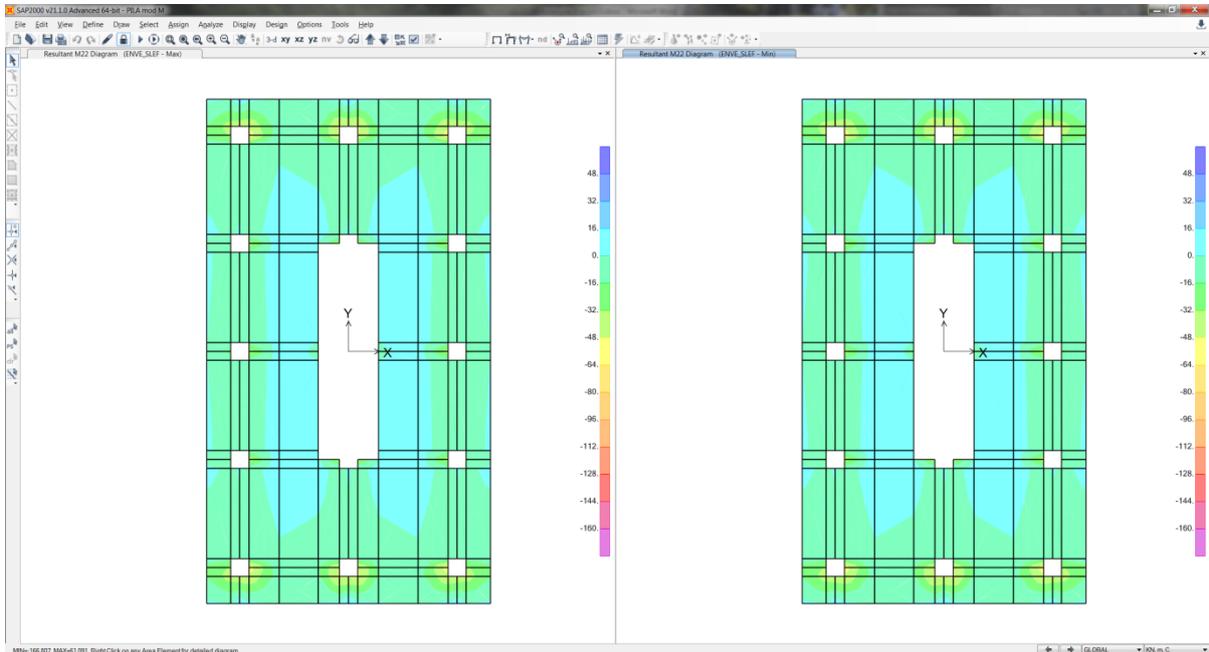


Figura 20: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEF

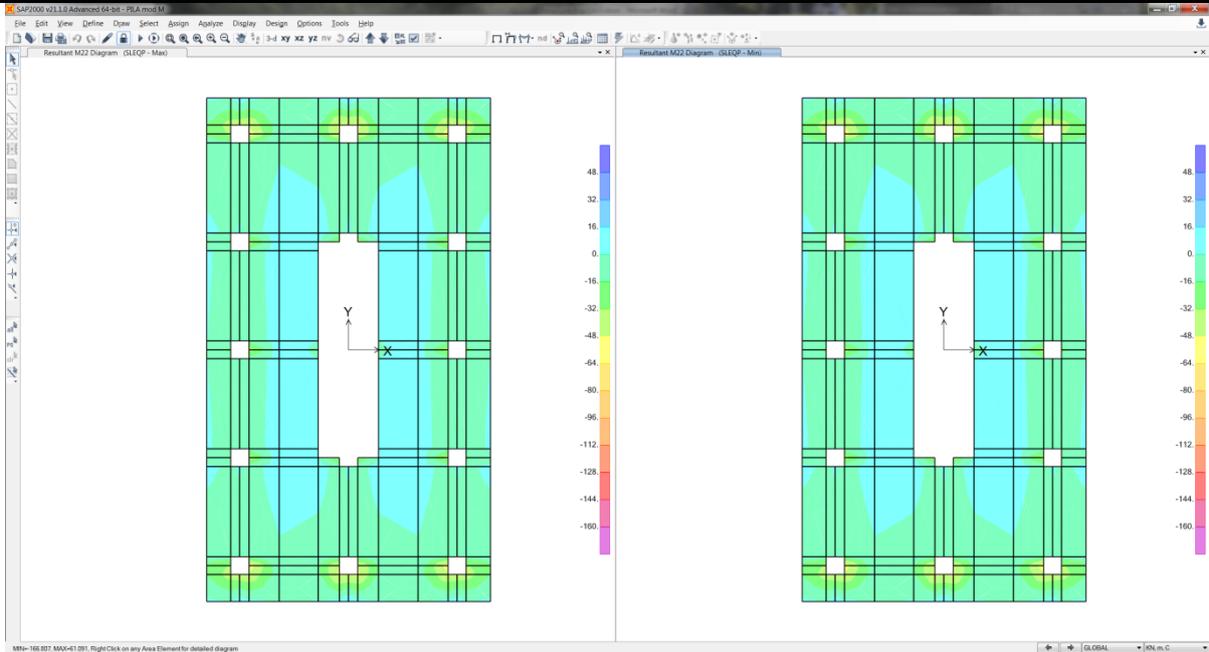


Figura 21: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEQP

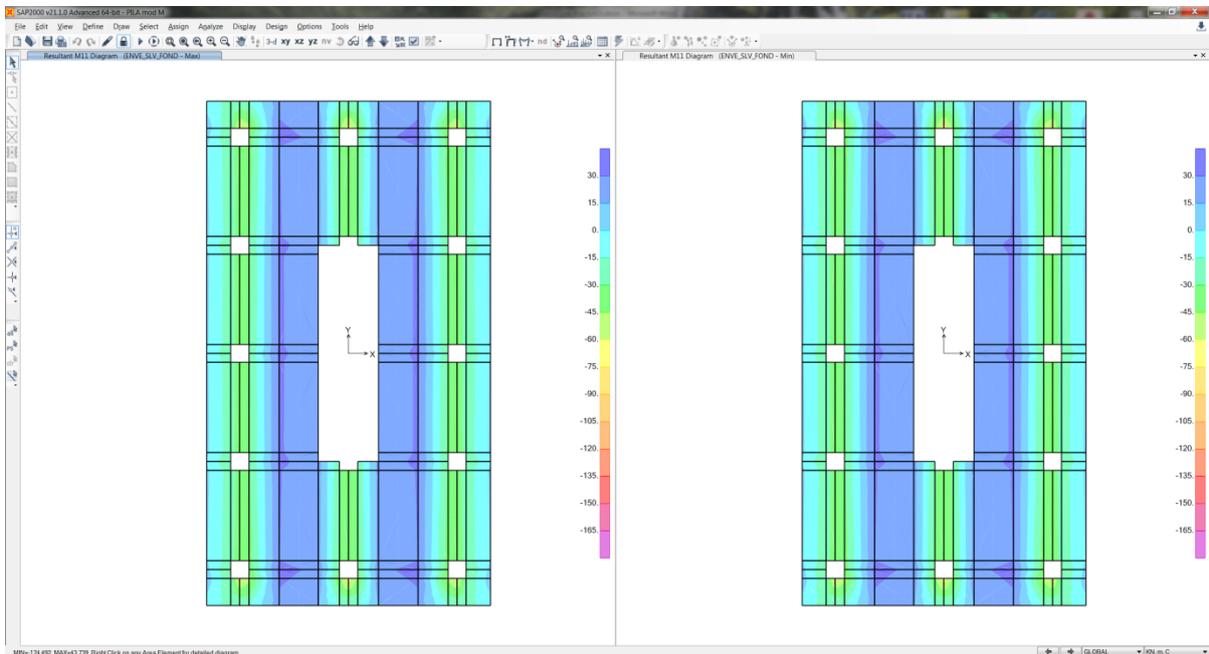


Figura 22: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU

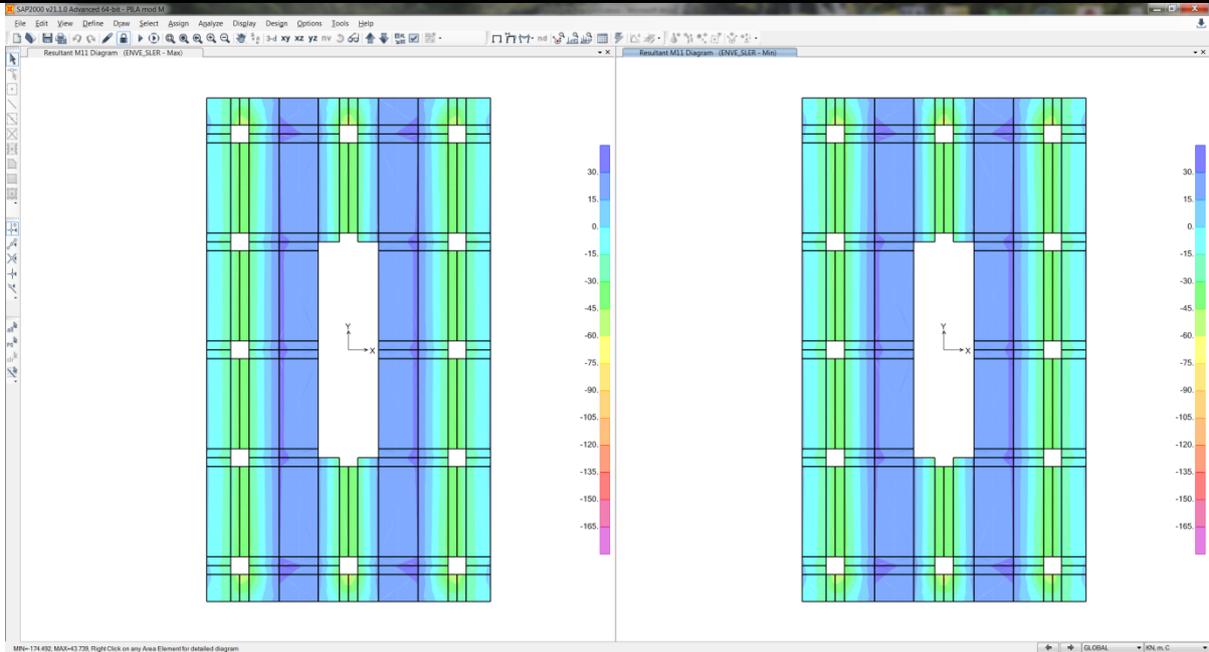


Figura 23: Momento Flettente M11 - Involuppo SLER

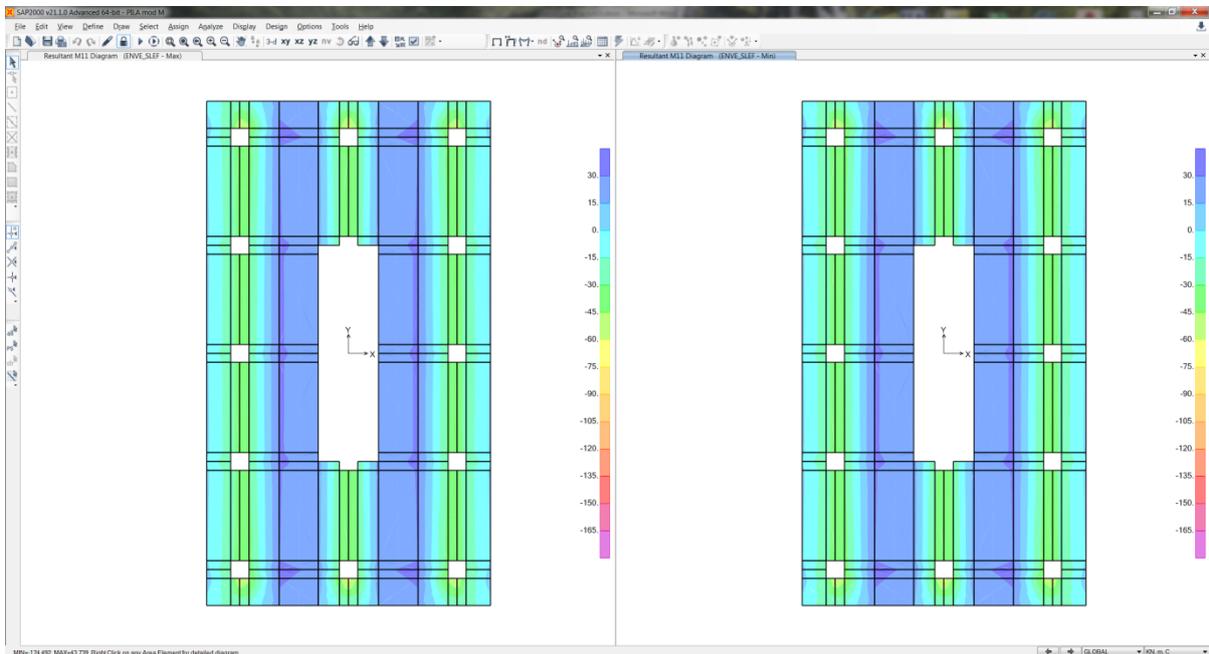


Figura 24: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEF

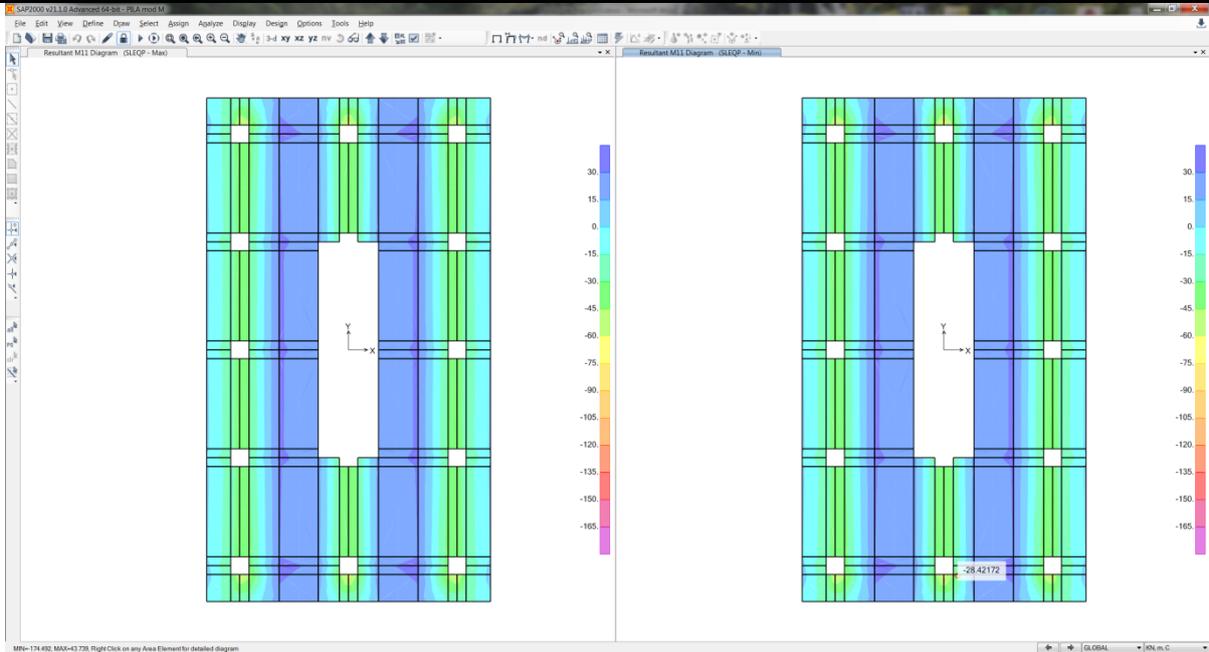


Figura 25: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEQP

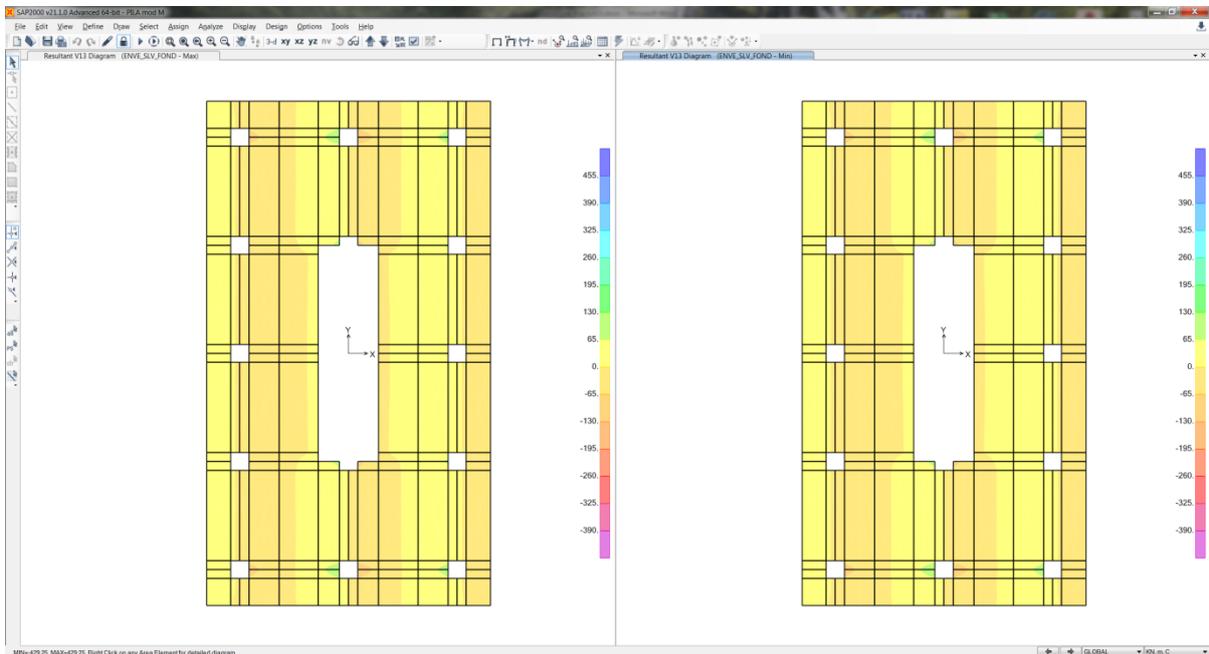


Figura 26: Sollecitazioni di Taglio V13 - Involuppo SLV

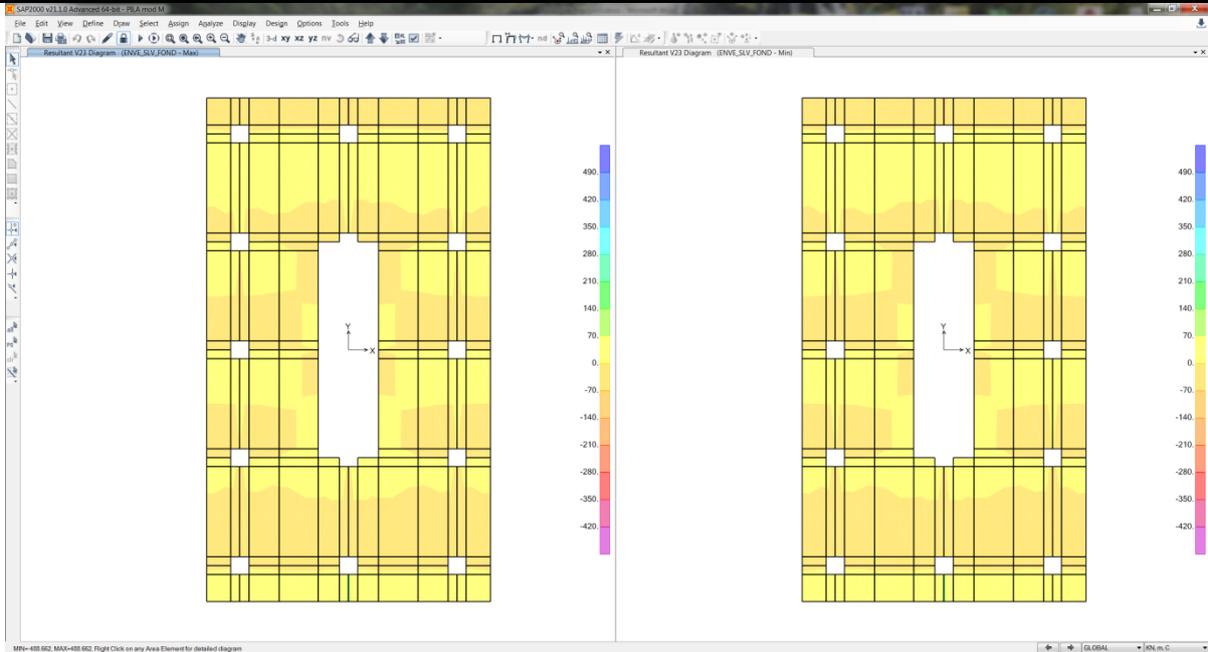


Figura 27: Sollecitazioni Taglienti V23 - Involuppo SLU

12 VERIFICHE DI RESISTENZA

Nel seguito si riportano la verifiche eseguite con il software RC-SEC della Geostru per le condizioni di carico più gravose. La struttura viene progettata in classe di duttilità media **CD "B"** utilizzando un fattore di struttura $q=1.5$.

12.1 FUSTO

Si riportano di seguito le caratteristiche della sezione:





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	57 di 113

Relazione di calcolo Pila

Area: 13.0536
 Perimeter: 16.2359
 Bounding box: X: -3.5000 -- 3.5000
 Y: -1.0000 -- 1.0000
 Centroid: X: 0.0000
 Y: 0.0000
 Moments of inertia: X: 4.0755
 Y: 47.0500
 Product of inertia: XY: 0.0000
 Radii of gyration: X: 0.5588
 Y: 1.8985

Si riportano di seguito le sollecitazioni di verifica ottenute dal modello di calcolo:

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4	ENV_SLV	-4948	7154	6463	0	14471	15055
4	ENVE_SLU_STR	-30310	2625	1043	594	1900	29570
4	ENV_SLV	-8008	7154	6463	0	74952	82158
4	ENV_SLV	-17153	666	605	-1	8446	9545
4	ENV_SLV	-8008	7154	6463	0	74952	82158
4	ENV_SLV	-17153	666	605	-1	8446	9545
4	ENVE_SLU_STR	-30310	2625	1043	594	1900	29570
4	ENV_SLV	-17153	666	605	-1	8446	9545
4	ENV_SLV	-8008	7154	6463	0	74952	82158
4	ENVE_SLU_STR	-26179	2188	960	594	-7772	6083
4	ENV_SLV	-8008	7154	6463	0	74952	82158
4	ENV_SLV	-14093	666	605	-1	2728	3300

Le sollecitazioni che si ottengono considerando la combinazione eccezionale sono le seguenti:

Direzione parallela → $M_2=750 \text{ kN} \cdot 2.65 \text{ m}= 1987.5 \text{ kNm}$

Direzione perpendicolare → $M_3=375 \text{ kN} \cdot 2.65 \text{ m}= 993.75 \text{ kNm}$

Come si evince, le sollecitazioni ottenute dalla combinazione eccezionale sono minori delle sollecitazioni che si ottengono dalla combinazione ENVE_SLV, per cui non si considerano come dimensionanti.

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	58 di 113

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4	ENVE_SLER	-18924	1731	731	440	-5749	4665
4	ENVE_SLER	-21984	1921	756	440	1226	21791
4	ENVE_SLER	-21984	1921	756	440	1226	21791
4	ENVE_SLER	-21984	1630	701	440	781	19815
4	ENVE_SLER	-21984	1921	756	440	1226	21791
4	ENVE_SLER	-21984	1630	701	440	781	19815
4	ENVE_SLER	-21984	1921	756	440	1226	21791
4	ENVE_SLER	-21984	1921	756	440	1226	21791
4	ENVE_SLER	-21984	1921	756	440	1226	21791
4	ENVE_SLER	-21984	1921	756	440	1226	21791
4	ENVE_SLER	-18924	1630	701	440	-5790	4530
4	ENVE_SLER	-21984	1921	756	440	1226	21791
4	ENVE_SLER	-18924	1630	701	440	-5790	4530

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4	ENVE_SLEF	-16394	1247	517	316	-4396	3436
4	ENVE_SLEF	-19454	1285	522	316	478	15307
4	ENVE_SLEF	-19454	1285	522	316	478	15307
4	ENVE_SLEF	-19454	1226	511	316	389	14912
4	ENVE_SLEF	-19454	1285	522	316	478	15307
4	ENVE_SLEF	-19454	1226	511	316	389	14912
4	ENVE_SLEF	-19454	1285	522	316	478	15307
4	ENVE_SLEF	-19454	1285	522	316	478	15307
4	ENVE_SLEF	-19454	1285	522	316	478	15307
4	ENVE_SLEF	-19454	1285	522	316	478	15307
4	ENVE_SLEF	-16394	1226	511	316	-4404	3409
4	ENVE_SLEF	-19454	1285	522	316	478	15307
4	ENVE_SLEF	-16394	1226	511	316	-4404	3409

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA **LOTTO** CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3H 03 D 78 CL NW0005 001 A 59 di 113

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4	SLEQP	-9521	39	31	0	88	107
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-9521	39	31	0	88	107
4	SLEQP	-12581	39	31	0	381	469
4	SLEQP	-9521	39	31	0	88	107

12.1.1 Progettazione per capacità

Di seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato per la progettazione di capacità

PROGETTAZIONE PER CAPACITA'		CD "B"	
Caratteristiche sezione pila			
b =	2000 mm	RcK =	40 MPa
a =	6000 mm	f _{ck} =	32 MPa
l _p =	12.0 m	f _{cd} =	18.13 MPa
Ac =	13053600 mm ²		
q =	1.5	non necessarie verifiche di duttilità par.7.3.6.1 NTC018	
γ _{Rd} = 0.7+0.2*q =	1		
sforzo assiale massimo analisi		Ned =	30310 KN
capacità a compressione sezione		NR _{dc} =	236705.3 KN
Ned <	65% NR _{dc}	verifica soddisfatta par 7.9.5.1.1 NTC018	
vk = Ned/(Ac*f _{ck}) =	0.073	capacità a compressione normalizzata della sezione	
vk ≤	0.08	non necessaria armatura di confinamento par 7.9.6.1.1 NTC018	
vk ≤	0.3	verifica soddisfatta par 7.9.2.1 NTC018	
vk ≤	0.1	verifica soddisfatta par 7.9.5 NTC018	

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	60 di 113

Relazione di calcolo Pila

GDR - TAGLIO

Taglio - ASSE Y

taglio analisi	Ved _y =	7154	KN	
momento resistente sup.	MRd _x (sup) =	0	KNm	
momento resistente inf.	MRd _x (inf) =	80776	KNm	
γ_{Bd} =	0.66			
V _{prc} =	6731.3	KN		
Ved =	4415	KN		
α =	2.0	≥ 2		non necessaria verifica a scorrimento

Taglio - ASSE X

taglio analisi	Ved _x =	6463	KN	
momento resistente sup.	MRd _y (sup) =	0	KNm	
momento resistente inf.	MRd _y (inf) =	239539	KNm	
γ_{Bd} =	1.25			
V _{prc} =	19961.6	KN		
Ved =	24952	KN		
α =	6.0	≥ 2		non necessaria verifica a scorrimento

12.1 2 Verifica di stabilità

Ned	25094000	N
b =	2000	mm
a =	6000	mm
L	10	m
Ac	13053600	mm ²
Jx =	2.746E+12	mm ⁴
Jy =	1.598E+13	mm ⁴
ν	0.106013689	
fcd	18.13	MPa
λ lim	76.78	
β	2	
L0	20	m
i	458.7	mm
λ	43.61	
verifica soddisfatta		

12.1 3 Verifica a pressoflessione e taglio

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

As = 470Φ26

È previsto l'utilizzo di armatura a taglio, composta da staffe Φ20 a passo 10 cm.

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

[CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC](#)

Dati Assegnati:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	61 di 113

Relazione di calcolo Pila

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	20	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	80	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	93	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA DUTTILE IN C.A.

NOME SEZIONE: fusto

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona sismica (CD'B')
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.065	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	62 di 113

Relazione di calcolo Pila

1	-150.0	-100.0
2	-188.3	-92.4
3	-220.7	-70.7
4	-242.4	-38.3
5	-250.0	0.0
6	-242.4	38.3
7	-220.7	70.7
8	-188.3	92.4
9	-150.0	100.0
10	150.0	100.0
11	188.3	92.4
12	220.7	70.7
13	242.4	38.3
14	250.0	0.0
15	242.4	-38.3
16	220.7	-70.7
17	188.3	-92.4
18	150.0	-100.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-149.1	-90.7	26
2	-184.6	-83.6	26
3	-214.0	-64.0	26
4	-233.6	-34.6	26
5	-240.5	0.0	26
6	-233.6	34.6	26
7	-214.0	64.0	26
8	-184.6	83.6	26
9	-149.1	90.7	26
10	149.1	90.7	26



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	63 di 113

Relazione di calcolo Pila

11	184.6	83.6	26
12	214.0	64.0	26
13	233.6	34.6	26
14	240.5	0.0	26
15	233.6	-34.6	26
16	214.0	-64.0	26
17	184.6	-83.6	26
18	149.1	-90.7	26
19	-149.1	85.5	26
20	149.1	85.5	26
21	149.1	-85.5	26
22	-149.1	-85.5	26
23	-234.5	0.0	26
24	234.5	0.0	26
25	227.6	34.6	26
26	-227.6	34.6	26
27	227.6	-34.6	26
28	-227.6	-34.6	26
29	210.0	60.0	26
30	-210.0	60.0	26
31	210.0	-60.0	26
32	-210.0	-60.0	26
33	182.0	80.0	26
34	-182.0	80.0	26
35	182.0	-80.0	26
36	-182.0	-80.0	26
37	149.1	80.0	26
38	-149.1	80.0	26
39	149.1	-80.0	26
40	-149.1	-80.0	26
41	178.0	75.0	26
42	178.0	-75.0	26
43	-178.0	75.0	26



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	64 di 113

Relazione di calcolo Pila

44	-178.0	-75.0	26
45	205.0	55.0	26
46	205.0	-55.0	26
47	-205.0	55.0	26
48	-205.0	-55.0	26
49	220.0	34.6	26
50	220.0	-34.6	26
51	-220.0	34.6	26
52	-220.0	-34.6	26
53	227.0	0.0	26
54	-227.0	0.0	26
55	149.1	74.0	26
56	-149.1	74.0	26
57	149.1	-74.0	26
58	-149.1	-74.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	18	24	26
2	9	10	24	26
3	1	2	1	26
4	2	3	1	26
5	3	4	1	26
6	4	5	1	26
7	5	6	1	26
8	6	7	1	26
9	7	8	1	26
10	8	9	1	26

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	65 di 113

Relazione di calcolo Pila

11	10	11	1	26
12	11	12	1	26
13	12	13	1	26
14	13	14	1	26
15	14	15	1	26
16	15	16	1	26
17	16	17	1	26
18	17	18	1	26
19	21	22	24	26
20	19	20	24	26
21	33	29	1	26
22	20	33	1	26
23	29	25	1	26
24	25	24	1	26
25	24	27	1	26
26	27	31	1	26
27	31	35	1	26
28	35	21	1	26
29	22	36	1	26
30	36	32	1	26
31	32	28	1	26
32	28	23	1	26
33	23	26	1	26
34	26	30	1	26
35	30	34	1	26
36	34	19	1	26
37	37	38	24	26
38	39	40	24	26
39	37	41	1	26
40	41	45	1	26
41	45	49	1	26
42	49	53	1	26
43	53	50	1	26



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	66 di 113

Relazione di calcolo Pila

44	50	46	1	26
45	46	42	1	26
46	42	39	1	26
47	40	44	1	26
48	44	48	1	26
49	48	52	1	26
50	52	54	1	26
51	54	51	1	26
52	51	47	1	26
53	47	43	1	26
54	43	38	1	26
55	55	56	24	26
56	57	58	24	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 20 mm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	5505.00	11859.00	11343.00	5307.00	4830.00
2	25094.00	19669.00	2602.00	2052.00	1006.00
3	7181.00	51127.00	47014.00	5307.00	4830.00
4	12805.00	7445.00	6686.00	646.00	596.00
5	7181.00	51127.00	47014.00	5307.00	4830.00
6	12805.00	7445.00	6686.00	646.00	596.00
7	25094.00	19669.00	2602.00	2052.00	1006.00
8	12805.00	7445.00	6686.00	646.00	596.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	67 di 113

Relazione di calcolo Pila

9	7181.00	51127.00	47014.00	5307.00	4830.00
10	22832.00	4903.00	-4778.00	1764.00	927.00
11	7181.00	51127.00	47014.00	5307.00	4830.00
12	11129.00	2664.00	2256.00	646.00	596.00
13	0.00	0.10	0.00	24952.00	7154.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	16492.00	3750.00	-3508.00
2	18168.00	14453.00	1863.00
3	18168.00	14453.00	1863.00
4	18168.00	13309.00	1518.00
5	18168.00	14453.00	1863.00
6	18168.00	13309.00	1518.00
7	18168.00	14453.00	1863.00
8	18168.00	14453.00	1863.00
9	18168.00	14453.00	1863.00
10	16492.00	3635.00	-3548.00
11	18168.00	14453.00	1863.00
12	16492.00	3635.00	-3548.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	68 di 113

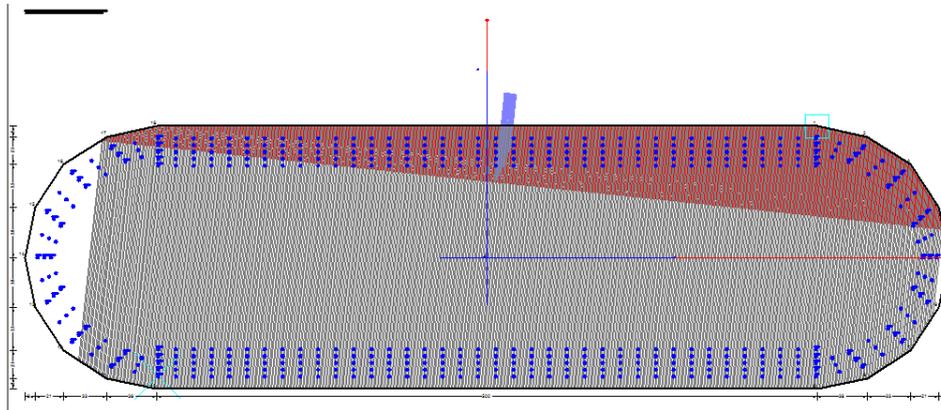
Relazione di calcolo Pila

1	14248.00	2770.00 (0.00)	-2705.00 (0.00)
2	15924.00	10287.00 (26303.55)	1086.00 (2776.87)
3	15924.00	10287.00 (26303.55)	1086.00 (2776.87)
4	15924.00	10058.00 (27107.88)	1017.00 (2740.97)
5	15924.00	10287.00 (26303.55)	1086.00 (2776.87)
6	15924.00	10058.00 (27107.88)	1017.00 (2740.97)
7	15924.00	10287.00 (26303.55)	1086.00 (2776.87)
8	15924.00	10287.00 (26303.55)	1086.00 (2776.87)
9	15924.00	10287.00 (26303.55)	1086.00 (2776.87)
10	14248.00	2747.00 (0.00)	-2713.00 (0.00)
11	15924.00	10287.00 (26303.55)	1086.00 (2776.87)
12	14248.00	2747.00 (0.00)	-2713.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	8069.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
2	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
3	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
4	8069.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
5	8069.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
6	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
7	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
8	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
9	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
10	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
11	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)
12	9745.00	-163.00 (0.00)	-15.00 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	5505.00	11859.00	11343.00	5504.90	50325.87	48448.84	4.261582.2(906.1)	
2	S	25094.00	19669.00	2602.00	25094.07	67637.59	9130.45	3.441582.2(906.1)	
3	S	7181.00	51127.00	47014.00	7180.90	51632.72	47482.80	1.011582.2(906.1)	
4	S	12805.00	7445.00	6686.00	12805.20	54716.50	49505.45	7.371582.2(906.1)	
5	S	7181.00	51127.00	47014.00	7180.90	51632.72	47482.80	1.011582.2(906.1)	
6	S	12805.00	7445.00	6686.00	12805.20	54716.50	49505.45	7.371582.2(906.1)	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	70 di 113

7	S	25094.00	19669.00	2602.00	25094.07	67637.59	9130.45	3.441582.2(906.1)
8	S	12805.00	7445.00	6686.00	12805.20	54716.50	49505.45	7.371582.2(906.1)
9	S	7181.00	51127.00	47014.00	7180.90	51632.72	47482.80	1.011582.2(906.1)
10	S	22832.00	4903.00	-4778.00	22832.25	58434.09	-57256.92	11.951582.2(906.1)
11	S	7181.00	51127.00	47014.00	7180.90	51632.72	47482.80	1.011582.2(906.1)
12	S	11129.00	2664.00	2256.00	11128.72	54456.87	46023.50	20.421582.2(906.1)
13	S	0.00	0.10	0.00	0.00	51737.99	0.00	999.001582.2(906.1)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	188.3	92.40.00306	184.6	83.6	-0.00839	-184.6	-83.6	
2	0.00350	150.0	100.00.00297	149.1	90.7	-0.00799	-149.1	-90.7	
3	0.00350	188.3	92.40.00306	184.6	83.6	-0.00823	-184.6	-83.6	
4	0.00350	188.3	92.40.00310	184.6	83.6	-0.00736	-184.6	-83.6	
5	0.00350	188.3	92.40.00306	184.6	83.6	-0.00823	-184.6	-83.6	
6	0.00350	188.3	92.40.00310	184.6	83.6	-0.00736	-184.6	-83.6	
7	0.00350	150.0	100.00.00297	149.1	90.7	-0.00799	-149.1	-90.7	
8	0.00350	188.3	92.40.00310	184.6	83.6	-0.00736	-184.6	-83.6	
9	0.00350	188.3	92.40.00306	184.6	83.6	-0.00823	-184.6	-83.6	
10	0.00350	-188.3	92.40.00316	-184.6	83.6	-0.00592	184.6	-83.6	
11	0.00350	188.3	92.40.00306	184.6	83.6	-0.00823	-184.6	-83.6	
12	0.00350	150.0	100.00.00307	149.1	90.7	-0.00779	-149.1	-90.7	
13	0.00350	-150.0	100.00.00248	-149.1	90.7	-0.01746	149.1	-90.7	

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	71 di 113

Relazione di calcolo Pila

1	0.000010034	0.000046307	-0.002667250	----	----
2	0.000002043	0.000057024	-0.002508833	----	----
3	0.000009652	0.000046190	-0.002584666	----	----
4	0.000009099	0.000042395	-0.002129812	----	----
5	0.000009652	0.000046190	-0.002584666	----	----
6	0.000009099	0.000042395	-0.002129812	----	----
7	0.000002043	0.000057024	-0.002508833	----	----
8	0.000009099	0.000042395	-0.002129812	----	----
9	0.000009652	0.000046190	-0.002584666	----	----
10	-0.000008687	0.000035141	-0.001382075	----	----
11	0.000009652	0.000046190	-0.002584666	----	----
12	0.000008910	0.000045205	-0.002356970	----	----
13	0.000000000	0.000109928	-0.007492797	----	----

VERIFICHE A TAGLIO E DUTTILITA'

Diam. Staffe: 20 mm

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.
Alfa	Coeff. di riduzione (efficienza) dell'armatura di confinamento [(7.4.29)NTC-(5.15)EC8]
Owd	Rapporto meccanico di armatura staffe nella sola direzione del taglio di cui al primo membro della (7.4.29)NTC (tra parentesi vi è il 1/2 del rapporto meccanico minimo di normativa riferito quindi alla sola dir. del taglio)

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff	Alfa	Owd
1	S	6209.48	33661.27	26150.32	187.3 170.2	422.3	1.000	1.034	93.2	392.7(0.0)	0.595	0.208(0.040)
2	S	2086.70	39400.65	24710.84	181.5 160.8	468.9	1.000	1.153	33.2	392.7(0.0)	0.595	0.186(0.040)
3	S	6182.78	34334.07	26019.68	186.8 169.3	428.6	1.000	1.044	93.3	392.7(0.0)	0.595	0.204(0.040)
4	S	756.68	35681.75	25661.32	186.4 167.0	437.3	1.000	1.078	11.6	392.7(0.0)	0.595	0.200(0.040)
5	S	6182.78	34334.07	26019.68	186.8 169.3	428.6	1.000	1.044	93.3	392.7(0.0)	0.595	0.204(0.040)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	72 di 113

Relazione di calcolo Pila

6	S	756.68	35681.75	25661.32	186.4	167.0	437.3	1.000	1.078	11.6	392.7(0.0)	0.595	0.200(0.040)
7	S	2086.70	39400.65	24710.84	181.5	160.8	468.9	1.000	1.153	33.2	392.7(0.0)	0.595	0.186(0.040)
8	S	756.68	35681.75	25661.32	186.4	167.0	437.3	1.000	1.078	11.6	392.7(0.0)	0.595	0.200(0.040)
9	S	6182.78	34334.07	26019.68	186.8	169.3	428.6	1.000	1.044	93.3	392.7(0.0)	0.595	0.204(0.040)
10	S	1489.99	37132.00	25110.26	186.9	163.4	440.2	1.000	1.139	23.3	392.7(0.0)	0.595	0.199(0.040)
11	S	6182.78	34334.07	26019.68	186.8	169.3	428.6	1.000	1.044	93.3	392.7(0.0)	0.595	0.204(0.040)
12	S	749.06	35525.95	25717.12	185.9	167.4	438.6	1.000	1.068	11.4	392.7(0.0)	0.595	0.200(0.040)
13	S	24952.00	34678.15	26597.12	184.7	173.1	442.0	1.000	1.000	368.4	392.7(0.0)	0.595	0.198(0.040)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.61	-150.0	100.0	5.4	149.1	-90.7	----	----
2	S	5.72	150.0	100.0	-44.9	-149.1	-90.7	8216	419.4
3	S	5.72	150.0	100.0	-44.9	-149.1	-90.7	8216	419.4
4	S	5.31	150.0	100.0	-36.0	-149.1	-90.7	7359	377.0
5	S	5.72	150.0	100.0	-44.9	-149.1	-90.7	8216	419.4
6	S	5.31	150.0	100.0	-36.0	-149.1	-90.7	7359	377.0
7	S	5.72	150.0	100.0	-44.9	-149.1	-90.7	8216	419.4
8	S	5.72	150.0	100.0	-44.9	-149.1	-90.7	8216	419.4
9	S	5.72	150.0	100.0	-44.9	-149.1	-90.7	8216	419.4
10	S	2.58	-150.0	100.0	5.7	149.1	-90.7	----	----
11	S	5.72	150.0	100.0	-44.9	-149.1	-90.7	8216	419.4
12	S	2.58	-150.0	100.0	5.7	149.1	-90.7	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

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

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0005 001** REV. **A** FOGLIO 73 di 113

Relazione di calcolo Pila

k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	-0.00026	0	0.500	26.0	80	0.00013 (0.00013)	359	0.048 (990.00)	21275.72	2742.45
3	S	-0.00026	0	0.500	26.0	80	0.00013 (0.00013)	359	0.048 (990.00)	21275.72	2742.45
4	S	-0.00021	0	0.500	26.0	80	0.00011 (0.00011)	358	0.039 (990.00)	22980.64	2621.13
5	S	-0.00026	0	0.500	26.0	80	0.00013 (0.00013)	359	0.048 (990.00)	21275.72	2742.45
6	S	-0.00021	0	0.500	26.0	80	0.00011 (0.00011)	358	0.039 (990.00)	22980.64	2621.13
7	S	-0.00026	0	0.500	26.0	80	0.00013 (0.00013)	359	0.048 (990.00)	21275.72	2742.45
8	S	-0.00026	0	0.500	26.0	80	0.00013 (0.00013)	359	0.048 (990.00)	21275.72	2742.45
9	S	-0.00026	0	0.500	26.0	80	0.00013 (0.00013)	359	0.048 (990.00)	21275.72	2742.45
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	-0.00026	0	0.500	26.0	80	0.00013 (0.00013)	359	0.048 (990.00)	21275.72	2742.45
12	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.12	-150.0	100.0	6.6	149.1	-90.7	----	----
2	S	4.18	150.0	100.0	-21.8	-149.1	-90.7	6087	281.4
3	S	4.18	150.0	100.0	-21.8	-149.1	-90.7	6087	281.4
4	S	4.10	150.0	100.0	-20.2	-149.1	-90.7	5741	260.2
5	S	4.18	150.0	100.0	-21.8	-149.1	-90.7	6087	281.4
6	S	4.10	150.0	100.0	-20.2	-149.1	-90.7	5741	260.2
7	S	4.18	150.0	100.0	-21.8	-149.1	-90.7	6087	281.4
8	S	4.18	150.0	100.0	-21.8	-149.1	-90.7	6087	281.4
9	S	4.18	150.0	100.0	-21.8	-149.1	-90.7	6087	281.4
10	S	2.11	-188.3	92.4	6.6	184.6	-83.6	----	----
11	S	4.18	150.0	100.0	-21.8	-149.1	-90.7	6087	281.4
12	S	2.11	-188.3	92.4	6.6	184.6	-83.6	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00013	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	368	0.024 (0.20)	26303.55	2776.87
3	S	-0.00013	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	368	0.024 (0.20)	26303.55	2776.87
4	S	-0.00012	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	370	0.022 (0.20)	27107.88	2740.97
5	S	-0.00013	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	368	0.024 (0.20)	26303.55	2776.87
6	S	-0.00012	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	370	0.022 (0.20)	27107.88	2740.97
7	S	-0.00013	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	368	0.024 (0.20)	26303.55	2776.87
8	S	-0.00013	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	368	0.024 (0.20)	26303.55	2776.87
9	S	-0.00013	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	368	0.024 (0.20)	26303.55	2776.87
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	74 di 113

Relazione di calcolo Pila

11	S	-0.00013	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	368	0.024 (0.20)	26303.55	2776.87
12	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.75	-150.0	-100.0	10.0	149.1	90.7	----	----
2	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----
3	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----
4	S	0.75	-150.0	-100.0	10.0	149.1	90.7	----	----
5	S	0.75	-150.0	-100.0	10.0	149.1	90.7	----	----
6	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----
7	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----
8	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----
9	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----
10	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----
11	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----
12	S	0.89	-150.0	-100.0	12.2	149.1	90.7	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
12	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	75 di 113

12.1.4 Verifica a taglio

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	7154 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	2000 mm
-----	---------

Copriferro

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

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	7000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	1907 mm
-----	---------

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

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

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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio

B 450 C

f_{yd}	391.3 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio

γ_s	1.15
------------	------

Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave

θ	45 °
----------	------

	0.79 rad
--	----------

diametro staffe

\emptyset	14 mm
-------------	-------

numero bracci staffe

n	8
-----	---

Area dell'armatura trasversale

A_{sw}	1231.50 mm ²
----------	-------------------------

Interasse tra due armature trasversali consecutive

s	100 mm
-----	--------

Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

α	90 °
----------	------

	1.57 rad
--	----------

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f'_{cd}	9.41 N/mm ²
-----------	------------------------

Coefficiente maggiorativo

α_c	1
------------	---

V_{Rsd}	8270.64 kN
-----------	------------

V_{Rcd}	56506.32 kN
-----------	-------------

V_{Rd}	8270.64 kN
----------	------------

Verifica:

$V_{Rd} > V_{Ed}$

VERIFICATA

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	76 di 113

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	24952 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo **C32/40**

R_{ck}	40 N/mm ²
f_{ck}	33.2 N/mm ²

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	2000 mm
-----	---------

Copriferro

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

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	7000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	1907 mm
-----	---------

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

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

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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg \alpha + ctg \theta) / (1 + ctg^2 \theta)$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Acciaio

B 450 C

f_{yd}	391.3 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio

γ_s	1.15
------------	------

Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave

θ	45 °
	0.79 rad

diametro staffe

\emptyset	20 mm
-------------	-------

numero bracci staffe

n	12
-----	----

Area dell'armatura trasversale

A_{sw}	3769.91 mm ²
----------	-------------------------

Interasse tra due armature trasversali consecutive

s	100 mm
-----	--------

Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

α	90 °
	1.57 rad

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f'_{cd}	9.41 N/mm ²
-----------	------------------------

Coefficiente maggiorativo

α_c	1
------------	---

V_{Rsd}	25225.34 kN
-----------	-------------

V_{Rcd}	56298.90 kN
-----------	-------------

V_{Rd}	25225.34 kN
----------	-------------

Verifica:

$V_{Rd} > V_{Ed}$

VERIFICATA

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	77 di 113

Relazione di calcolo Pila

12.1.5 Verifica dettagli costruttivi par. 7.4.6 – 7.9.6 NTC 18

Di seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato per la verifica dei dettagli costruttivi.

DETTAGLI COSTRUTTIVI PAR. 7.4.6 - 7.9.6 NTC 018			
Dimensioni nucleo confinato			
b _c =	1920 mm	R _{cK} =	40 MPa
a _c =	6920 mm	f _{ck} =	32 MPa
c _{netto} =	40 mm	f _{cd} =	18.13 MPa
interasse barre =	100 mm	f _{yd} =	391.30 MPa
	< 250 mm		
sezione corrente:			
Armatura	470 Ø	26 mm	
A _s =	249410.2 mm ²		
A _c =	13053600 mm ²		
ρ = A _s /A _c =	0.01911		
1% =	0.010	1% ≤ ρ ≤ 4%	
4% =	0.040	verifica soddisfatta	
A _s =	249410.2 mm ²		
A _{smin} =	39160.8 mm ²	verifica soddisfatta	
A _{smax} =	522144 mm ²	verifica soddisfatta	
Passo massimo delle staffe di confinamento			
s1	2880 mm		
s2	156 mm		
s _{max} =	156 mm		
s _d =	100 mm		
s _d < s _{max}		verifica soddisfatta	

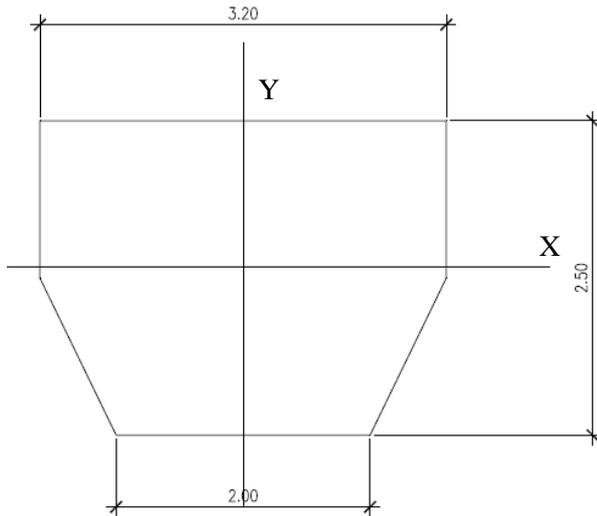
Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	78 di 113

Relazione di calcolo Pila

12.2 PULVINO

Si riportano di seguito le caratteristiche della sezione:



Area:	7.2500
Perimeter:	10.4731
Bounding box:	X: -1.6000 -- 1.6000 Y: -1.3362 -- 1.1638
Centroid:	X: 0.0000 Y: 0.0000
Moments of inertia:	X: 3.5268 Y: 5.3417
Product of inertia:	XY: 0.0000
Radii of gyration:	X: 0.6975 Y: 0.8584
Principal moments and X-Y directions about centroid:	I: 3.5268 along [1.0000 0.0000] J: 5.3417 along [0.0000 1.0000]

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0005 001** REV. **A** FOGLIO **79 di 113**

Relazione di calcolo Pila

Si riportano di seguito le sollecitazioni di verifica ottenute dal modello di calcolo:

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
2	ENV_SLV	177	2373	205	0	59	-17
2	ENV_SLV	-177	614	-205	0	-59	-156
2	ENVE_SLU_STR	0	4173	0	0	47	-7127
3	ENVE_SLU_STR	0	-3252	34	0	47	-5511
2	ENV_SLV	177	2373	205	0	59	-17
2	ENV_SLV	-177	614	-205	0	-59	-156
5	ENV_SLV	96	-703	111	0	59	-17
1	ENV_SLV	-96	703	-111	0	-58	-145
2	ENV_SLV	177	2627	205	0	417	-1314
2	ENV_SLV	-177	868	-205	0	-417	-4530
1	ENV_SLV	48	114	56	0	19	13
2	ENVE_SLU_STR	0	4173	0	0	47	-7127

OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
ENVE_SLER	0	-2057	8	0	4	-89
ENVE_SLER	-31	0	0	0	0	0
ENVE_SLER	0	2994	0	0	31	-5110
ENVE_SLER	0	-2312	22	0	31	-3912
ENVE_SLER	0	-2312	22	0	31	-3912
ENVE_SLER	-31	2994	-22	0	0	-5110
ENVE_SLER	0	-2057	8	0	4	-89
ENVE_SLER	-31	2739	-8	0	0	-79
ENVE_SLER	0	2994	0	0	31	-5110
ENVE_SLER	-31	2994	-22	0	0	-5110
ENVE_SLER	0	0	0	0	0	0
ENVE_SLER	0	2994	0	0	31	-5110

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	80 di 113

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
5	ENVE_SLEF	0	-1879	2	0	1	-89
1	ENVE_SLEF	-6	0	0	0	0	0
2	ENVE_SLEF	0	2647	0	0	6	-4501
3	ENVE_SLEF	0	-2133	4	0	6	-3599
3	ENVE_SLEF	0	-2133	4	0	6	-3599
2	ENVE_SLEF	-6	2647	-4	0	0	-4501
5	ENVE_SLEF	0	-1879	2	0	1	-89
1	ENVE_SLEF	0	2392	0	0	1	-79
2	ENVE_SLEF	0	2647	0	0	6	-4501
2	ENVE_SLEF	-6	2647	-4	0	0	-4501
5	ENVE_SLEF	0	0	0	0	0	0
2	ENVE_SLEF	0	2647	0	0	6	-4501

Frame	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
5	SLEQP	0	-1493	0	0	0	-87
5	SLEQP	0	-1493	0	0	0	-87
2	SLEQP	0	1748	0	0	0	-2922
3	SLEQP	0	-1748	0	0	0	-2922
3	SLEQP	0	-1748	0	0	0	-2922
3	SLEQP	0	-1748	0	0	0	-2922
5	SLEQP	0	-1493	0	0	0	-87
1	SLEQP	0	1493	0	0	0	-79
3	SLEQP	0	-1748	0	0	0	-2922
3	SLEQP	0	-1748	0	0	0	-2922
5	SLEQP	0	0	0	0	0	0
3	SLEQP	0	-1748	0	0	0	-2922

12.2.1 Progettazione per capacità

Di seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato per la progettazione di capacità

PROGETTAZIONE PER CAPACITA'		CD "B"	
Caratteristiche sezione pila			
b =	2000 mm	RcK =	40 MPa
B=	3200 mm	f _{ck} =	32 MPa
h =	2500 mm	f _{cd} =	18.13 MPa
Ac =	7250000 mmq		
q=	1.5	non necessarie verifiche di duttilità par.7.3.6.1 NTC018	
γ _{Rd} = 0.7+0.2*q =	1		
sforzo assiale massimo analisi		Ned =	177 KN
capacità a compressione sezione		NR _{dc} =	131466.7 KN
Ned	<	65% NR _{dc}	verifica soddisfatta par 7.9.5.1.1 NTC018
vk = Ned/(Ac*f _{ck}) =	0.001	capacità a compressione normalizzata della sezione	
vk	≤	0.08	non necessaria armatura di confinamento par 7.9.6.1.1 NTC018
vk	≤	0.3	verifica soddisfatta par 7.9.2.1 NTC018
vk	≤	0.1	verifica soddisfatta par 7.9.5 NTC018

12.2.2 Verifica a pressoflessione e taglio

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$$A_s = 116\Phi 26$$

Staffe : $\Phi 20/15$

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	20	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	80	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	93	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	82 di 113

Relazione di calcolo Pila

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA DUTILE IN C.A.

NOME SEZIONE: pulvino

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona sismica (CD'B')
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.065	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	-133.6
2	-160.0	-8.6
3	-160.0	116.4
4	160.0	116.4
5	160.0	-8.6
6	100.0	-133.6

DATI BARRE ISOLATE



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	83 di 113

Relazione di calcolo Pila

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-94.1	-124.3	26
2	-150.7	-6.5	26
3	-150.7	107.1	26
4	150.7	107.1	26
5	150.7	-6.5	26
6	94.1	-124.3	26
7	150.7	101.9	26
8	-150.7	101.9	26
9	-94.2	-118.3	26
10	94.2	-118.3	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	6	15	26
2	3	4	22	26
3	2	3	8	26
4	4	5	8	26
5	1	2	8	26
6	5	6	8	26
7	7	8	22	26
8	9	10	15	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 20 mm

Passo staffe: 15.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra	Barra
1	6	1	2	3	4
2	29	44	10	9	

Coordinate Barre generate di risolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
29	-98.3	107.1
44	98.3	107.1

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	84 di 113

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-177.00	-17.00	59.00	2373.00	205.00
2	177.00	-156.00	-59.00	614.00	205.00
3	0.00	-7127.00	47.00	4173.00	0.00
4	0.00	-5511.00	47.00	3252.00	34.00
5	-177.00	-17.00	59.00	2373.00	205.00
6	177.00	-156.00	-59.00	614.00	205.00
7	-96.00	-17.00	59.00	703.00	111.00
8	96.00	-145.00	-58.00	703.00	111.00
9	-177.00	-1314.00	417.00	2627.00	205.00
10	177.00	-4530.00	-417.00	868.00	205.00
11	-48.00	13.00	19.00	114.00	56.00
12	0.00	-7127.00	47.00	4173.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-89.00	4.00
2	31.00	0.00	0.00
3	0.00	-5110.00	31.00
4	0.00	-3912.00	31.00
5	0.00	-3912.00	31.00
6	31.00	-5110.00	0.00
7	0.00	-89.00	4.00
8	31.00	-79.00	0.00
9	0.00	-5110.00	31.00
10	31.00	-5110.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	85 di 113

Relazione di calcolo Pila

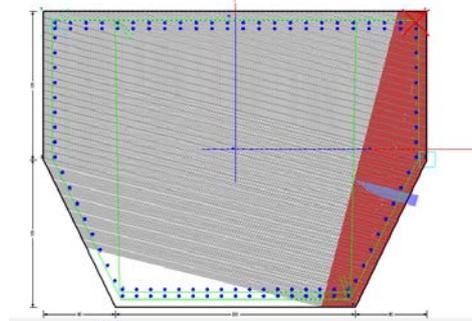
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00-89.00 (-11498.65)	1.00 (129.20)	
2	6.00 0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	
3	0.00-4501.00 (-11610.34)	6.00 (15.48)	
4	0.00-3599.00 (-11606.53)	6.00 (19.35)	
5	0.00-3599.00 (-11606.53)	6.00 (19.35)	
6	6.00-4501.00 (-11632.74)	0.00 (0.00)	
7	0.00-89.00 (-11498.65)	1.00 (129.20)	
8	0.00-79.00 (-11482.79)	1.00 (145.35)	
9	0.00-4501.00 (-11610.34)	6.00 (15.48)	
10	6.00-4501.00 (-11632.74)	0.00 (0.00)	
11	0.00 0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-87.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
2	0.00	-87.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
3	0.00	-2922.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
4	0.00	-2922.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
5	0.00	-2922.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
6	0.00	-2922.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
7	0.00	-87.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
8	0.00	-79.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
9	0.00	-2922.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
10	0.00	-2922.00 (-11625.54)	0.00 (0.00)
11	0.00	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	N	-177.00	-17.00	59.00	-177.09	-3975.27	30787.52	522.14	467.2(680.7)
2	N	177.00	-156.00	-59.00	177.01	-28248.68	-10425.15	179.04	408.8(707.2)
3	N	0.00	-7127.00	47.00	0.00	-30375.37	194.98	4.26	419.4(755.0)
4	N	0.00	-5511.00	47.00	0.00	-30371.39	253.58	5.51	419.4(755.0)
5	N	-177.00	-17.00	59.00	-177.09	-3975.27	30787.52	522.14	467.2(680.7)
6	N	177.00	-156.00	-59.00	177.01	-28248.68	-10425.15	179.04	408.8(707.2)
7	N	-96.00	-17.00	59.00	-96.14	-5960.46	30326.94	513.75	472.5(686.0)
8	N	96.00	-145.00	-58.00	96.09	-27853.62	-11196.75	191.30	414.1(712.5)
9	N	-177.00	-1314.00	417.00	-176.89	-28389.98	9022.15	21.75	403.5(717.9)
10	N	177.00	-4530.00	-417.00	177.15	-30299.10	-2801.46	6.69	414.1(755.0)
11	N	-48.00	13.00	19.00	-47.77	19865.88	24335.85	999.00	424.7(696.6)
12	N	0.00	-7127.00	47.00	0.00	-30375.37	194.98	4.26	419.4(755.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	87 di 113

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.165	160.0	-8.6	0.00289	150.7	-6.5	-0.01774	-150.7	107.1
2	0.00350	0.224	-100.0	-133.6	0.00296	-94.1	-124.3	-0.01216	150.7	107.1
3	0.00350	0.129	100.0	-133.6	0.00246	94.1	-124.3	-0.02361	-150.7	107.1
4	0.00350	0.130	100.0	-133.6	0.00246	94.1	-124.3	-0.02345	-150.7	107.1
5	0.00350	0.165	160.0	-8.6	0.00289	150.7	-6.5	-0.01774	-150.7	107.1
6	0.00350	0.224	-100.0	-133.6	0.00296	-94.1	-124.3	-0.01216	150.7	107.1
7	0.00350	0.162	160.0	-8.6	0.00288	150.7	-6.5	-0.01806	-150.7	107.1
8	0.00350	0.226	-100.0	-133.6	0.00297	-94.1	-124.3	-0.01198	150.7	107.1
9	0.00350	0.215	100.0	-133.6	0.00293	94.1	-124.3	-0.01279	-150.7	107.1
10	0.00350	0.164	-100.0	-133.6	0.00270	-94.1	-124.3	-0.01786	150.7	107.1
11	0.00350	0.275	160.0	116.4	0.00302	150.7	107.1	-0.00921	-94.1	-124.3
12	0.00350	0.129	100.0	-133.6	0.00246	94.1	-124.3	-0.02361	-150.7	107.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000062400	-0.000015992	-0.006621916	0.165	0.700
2	-0.000017530	-0.000046797	-0.004505952	0.224	0.719
3	0.000000738	-0.000111866	-0.011521243	0.129	0.700
4	0.000000946	-0.000110975	-0.011423130	0.130	0.700



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	88 di 113

5	0.000062400	-0.000015992	-0.006621916	0.165	0.700
6	-0.000017530	-0.000046797	-0.004505952	0.224	0.719
7	0.000062342	-0.000018920	-0.006637837	0.162	0.700
8	-0.000018457	-0.000045108	-0.004373003	0.226	0.723
9	0.000016232	-0.000050771	-0.004907177	0.215	0.709
10	-0.000007451	-0.000080971	-0.008064400	0.164	0.700
11	0.000020655	0.000030986	-0.003410826	0.275	0.784
12	0.000000738	-0.000111866	-0.011521243	0.129	0.700

VERIFICHE A TAGLIO E DUTTILITA'

Diam. Staffe: 20 mm

Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.8 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff	Alfa
1	S	390.54	26874.01	7178.46	277.0	237.9	1.000	1.000	4.0	73.6(0.0)	
2	S	646.89	25295.88	6853.50	241.9	256.0	1.000	1.001	7.6	80.5(0.0)	
3	S	4172.91	22381.54	6950.46	238.8	229.7	1.000	1.000	49.6	82.6(0.0)	
4	S	3251.59	22310.75	6951.93	238.9	228.9	1.000	1.000	38.6	82.6(0.0)	
5	S	390.54	26874.01	7178.46	277.0	237.9	1.000	1.000	4.0	73.6(0.0)	
6	S	646.89	25295.88	6853.50	241.9	256.0	1.000	1.001	7.6	80.5(0.0)	
7	S	97.94	26680.01	7223.32	275.6	237.3	1.000	1.000	1.0	74.4(0.0)	
8	S	692.68	24938.29	6889.49	243.6	250.8	1.000	1.001	8.1	80.3(0.0)	
9	S	2439.80	24853.30	6880.44	242.1	251.7	1.000	1.000	28.6	80.7(0.0)	
10	S	883.13	22834.11	6903.91	239.1	233.8	1.000	1.001	10.5	82.0(0.0)	
11	S	125.92	21466.08	7361.94	263.2	199.9	1.000	1.000	1.4	79.4(0.0)	
12	S	4172.91	22381.54	6950.46	238.8	229.7	1.000	1.000	49.6	82.6(0.0)	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	89 di 113

Relazione di calcolo Pila

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.04	100.0	-133.6	-1.4	-150.7	107.1	11162	281.4
2	S	0.00	-100.0	-133.6	0.1	150.7	107.1	----	----
3	S	2.36	100.0	-133.6	-80.1	-150.7	107.1	10596	276.1
4	S	1.81	100.0	-133.6	-61.4	-150.7	107.1	10626	276.1
5	S	1.81	100.0	-133.6	-61.4	-150.7	107.1	10626	276.1
6	S	2.34	-100.0	-133.6	-79.2	150.7	107.1	10525	276.1
7	S	0.04	100.0	-133.6	-1.4	-150.7	107.1	11162	281.4
8	S	0.04	-100.0	-133.6	-0.8	150.7	107.1	10525	276.1
9	S	2.36	100.0	-133.6	-80.1	-150.7	107.1	10596	276.1
10	S	2.34	-100.0	-133.6	-79.2	150.7	107.1	10525	276.1
11	S	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

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

e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	447	0.002 (990.00)	-11134.09	500.41
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	-0.00042	0	0.500	26.0	80	0.00024 (0.00024)	442	0.106 (990.00)	-11556.68	70.11
4	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00018 (0.00018)	442	0.081 (990.00)	-11535.76	91.41
5	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00018 (0.00018)	442	0.081 (990.00)	-11535.76	91.41
6	S	-0.00042	0	0.500	26.0	80	0.00024 (0.00024)	441	0.105 (990.00)	-11658.37	0.00
7	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	447	0.002 (990.00)	-11134.09	500.41
8	S	0.00000	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	441	0.001 (990.00)	-14215.52	0.00
9	S	-0.00042	0	0.500	26.0	80	0.00024 (0.00024)	442	0.106 (990.00)	-11556.68	70.11
10	S	-0.00042	0	0.500	26.0	80	0.00024 (0.00024)	441	0.105 (990.00)	-11658.37	0.00
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (990.00)	0.00	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	90 di 113

1	S	0.04	100.0	-133.6	-1.4	-150.7	107.1	10661	276.1
2	S	0.00	-100.0	-133.6	0.0	150.7	107.1	----	----
3	S	2.06	100.0	-133.6	-70.2	-150.7	107.1	10539	276.1
4	S	1.65	100.0	-133.6	-56.2	-150.7	107.1	10539	276.1
5	S	1.65	100.0	-133.6	-56.2	-150.7	107.1	10539	276.1
6	S	2.06	-100.0	-133.6	-70.1	150.7	107.1	10525	276.1
7	S	0.04	100.0	-133.6	-1.4	-150.7	107.1	10661	276.1
8	S	0.04	100.0	-133.6	-1.2	-150.7	107.1	10676	276.1
9	S	2.06	100.0	-133.6	-70.2	-150.7	107.1	10539	276.1
10	S	2.06	-100.0	-133.6	-70.1	150.7	107.1	10525	276.1
11	S	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	443	0.002 (0.20)	-11498.65	129.20
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	-0.00037	0	0.500	26.0	80	0.00021 (0.00021)	441	0.093 (0.20)	-11610.34	15.48
4	S	-0.00030	0	0.500	26.0	80	0.00017 (0.00017)	441	0.074 (0.20)	-11606.53	19.35
5	S	-0.00030	0	0.500	26.0	80	0.00017 (0.00017)	441	0.074 (0.20)	-11606.53	19.35
6	S	-0.00037	0	0.500	26.0	80	0.00021 (0.00021)	441	0.093 (0.20)	-11632.74	0.00
7	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	443	0.002 (0.20)	-11498.65	129.20
8	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	443	0.002 (0.20)	-11482.79	145.35
9	S	-0.00037	0	0.500	26.0	80	0.00021 (0.00021)	441	0.093 (0.20)	-11610.34	15.48
10	S	-0.00037	0	0.500	26.0	80	0.00021 (0.00021)	441	0.093 (0.20)	-11632.74	0.00
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.04	-100.0	-133.6	-1.4	150.7	107.1	10525	276.1
2	S	0.04	-100.0	-133.6	-1.4	150.7	107.1	10525	276.1
3	S	1.34	-100.0	-133.6	-45.6	150.7	107.1	10525	276.1
4	S	1.34	-100.0	-133.6	-45.6	150.7	107.1	10525	276.1
5	S	1.34	-100.0	-133.6	-45.6	150.7	107.1	10525	276.1
6	S	1.34	-100.0	-133.6	-45.6	150.7	107.1	10525	276.1
7	S	0.04	-100.0	-133.6	-1.4	150.7	107.1	10525	276.1
8	S	0.04	-100.0	-133.6	-1.2	150.7	107.1	10525	276.1
9	S	1.34	-100.0	-133.6	-45.6	150.7	107.1	10525	276.1
10	S	1.34	-100.0	-133.6	-45.6	150.7	107.1	10525	276.1
11	S	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	441	0.002 (0.20)	-11625.54	0.00
2	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	441	0.002 (0.20)	-11625.54	0.00
3	S	-0.00024	0	0.500	26.0	80	0.00014 (0.00014)	441	0.060 (0.20)	-11625.54	0.00
4	S	-0.00024	0	0.500	26.0	80	0.00014 (0.00014)	441	0.060 (0.20)	-11625.54	0.00
5	S	-0.00024	0	0.500	26.0	80	0.00014 (0.00014)	441	0.060 (0.20)	-11625.54	0.00
6	S	-0.00024	0	0.500	26.0	80	0.00014 (0.00014)	441	0.060 (0.20)	-11625.54	0.00
7	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	441	0.002 (0.20)	-11625.54	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	91 di 113

Relazione di calcolo Pila

8	S	-0.00001	0	0.500	26.0	80	0.00000 (0.00000)	441	0.002 (0.20)	-11625.54	0.00
9	S	-0.00024	0	0.500	26.0	80	0.00014 (0.00014)	441	0.060 (0.20)	-11625.54	0.00
10	S	-0.00024	0	0.500	26.0	80	0.00014 (0.00014)	441	0.060 (0.20)	-11625.54	0.00
11	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

12.2.3 Verifica dettagli costruttivi par. 7.4.6 – 7.9.6 NTC 18

Di seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato per la verifica dei dettagli costruttivi.

DETTAGLI COSTRUTTIVI PAR. 7.4.6 NTC 018			
Dimensioni sezione			
B=	3200	mm	
b =	2000	mm	
h =	2500	mm	
c=	93	mm	
Ac =	7250000	mmq	
Armatura tesa			
	48	∅	26 mm
A _s =	25471.68	mm ²	
ρ=A _s /Ac=	0.00351		
Armatura compressa			
	34	∅	26 mm
A _s '=	18042.44	mm ²	
ρ _{comp} =A _s '/Ac=	0.00249		
1,4/f _{yk} =	0.00311		
ρ _{comp} +3,5/f _{yk} =	0.01027		
			$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$
			La verifica risulta soddisfatta
L'armatura compressa non deve mai essere inferiore a un quarto di quella tesa:			
ρ _{comp} ≥0,25ρ			
nel caso specifico risulta:			
ρ _{comp} =A _s '/(bh)=	0.0025		
0,25ρ =	0.0009		La verifica risulta soddisfatta
Nelle zone critiche l'armatura compressa non deve mai essere inferiore a metà di quella tesa:			
ρ _{comp} ≥0,5ρ			
nel caso specifico risulta:			
ρ _{comp} =A _s '/(bh)=	0.0025		
0,5ρ =	0.0018		La verifica risulta soddisfatta
Passo massimo delle staffe nella zona critica			
s1	601.75	mm	
s2	225	mm	
s3	208	mm	
s4	480	mm	
Smax =	208	mm	

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	92 di 113

Relazione di calcolo Pila

RcK = 40 MPa

f_{ck} = 32 MPa

f_{ctm} = 3.02 MPa

f_{yk} = 450 MPa

b_t = 2000 mm

valore medio della resistenza a trazione assiale
resistenza caratteristica a trazione dell'armatura
larghezza media della zona tesa

A_{smin} = 8410.49 mm²

A_s = 25471.68 mm²

0.0013 b_t d = 6258.2 mm²

La verifica risulta soddisfatta

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

A_s = 18042.44 mm²

V_{Ed} = 4604.00 kN

f_{yk} = 450 MPa

Y_s = 1.15

f_{yd} = 391.3 MPa

V_{Rd} = A_s x f_{yd} = 7060.1 kN

armatura inferiore
taglio di calcolo

La verifica risulta soddisfatta

A_s = 25471.68 mm²

A_s' = 18042.44 mm²

0,04A_c' = 290000 mm²

La verifica risulta soddisfatta

La verifica risulta soddisfatta

A_{st,min} = 1,5 b = 3000 mm²/mm

Ø = 20 mm diametro staffe

br = 4 bracci staffe

A_{sw} = 1256 mm²

s = 0.2 m passo staffe

A_{st} = A_{sw} / s = 6280.0 mm²/mm

0,8d = 1925.6 mm

La verifica risulta soddisfatta

La verifica risulta soddisfatta



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	93 di 113

12.3 SOLETTA DI FONDAZIONE

Per la progettazione di capacità in CD"B" le sollecitazioni allo stato limite ultimo agenti sulla fondazione sono state moltiplicate per il coefficiente di sovraresistenza $\gamma_{Rd} = 1.1$ nel modello di calcolo.

Sollecitazioni SLU ottenute dal modello:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
158	ENVE_SLU_STR	0.0	60.8
32	ENVE_SLU_STR	0.0	-112.3

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
36	ENVE_SLU_STR	0.0	23.8
158	ENVE_SLU_STR	0.0	-97.5

V13	V23
KN	KN
149	104

Sollecitazioni SLE ottenute dal modello:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
158	ENVE_SLER	0.0	43.7
32	ENVE_SLER	0.0	-80.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
36	ENVE_SLER	0.0	17.1
158	ENVE_SLER	0.0	-70.2

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
158	ENVE_SLEF	0.0	43.7
32	ENVE_SLEF	0.0	-80.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
36	ENVE_SLEF	0.0	17.1
158	ENVE_SLEF	0.0	-70.2



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	94 di 113

Relazione di calcolo Pila

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
158	SLEQP	0.0	43.7
32	SLEQP	0.0	-80.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
36	SLEQP	0.0	17.1
158	SLEQP	0.0	-70.2

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale corrente adottata in entrambe le direzioni.

$$A_s = 10\Phi 24$$

$$A_{s'} = 10\Phi 24$$

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

12.3.1 Verifica a taglio

Taglio V13

VERIFICA A TAGLIO

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di soletti, 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}	149 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C25/30	R_{ck}	30 N/mm ²
		f_{ck}	24.9 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	14.11 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	1800 mm
Copri ferro		c	62 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1738 mm
Area Calcestruzzo		A_c	1800000 mm ²
Armatura longitudinale tesa	n	\emptyset	10 24 mm
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	4521.6 mm ² 0.0026 ≤ 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.34 ≤ 2 ok
$v_{\min} = 0.035k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.21
		V_{Rd}	520.67 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		VERIFICATA

Come si può vedere dai risultati del foglio di calcolo sopra riportato, non è necessaria armatura a taglio, dato che il valore del taglio limite non viene mai superato.

Per completezza, di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13.

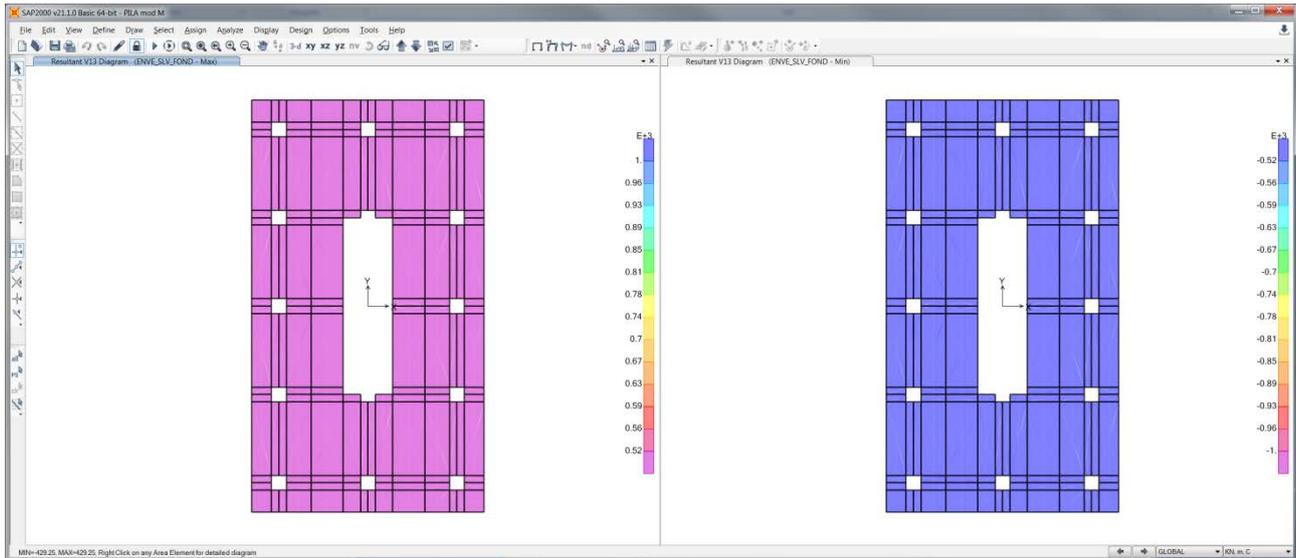


Figura 28: Ricoprimento taglio V13

Taglio V23

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}	104 kN	
		N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C25/30	R_{ck}	30 N/mm ²	
		f_{ck}	24.9 N/mm ²	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	14.11 N/mm ²	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5	
Altezza sezione		h	1800 mm	
Copriferro		c	86 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1714 mm	
Area Calcestruzzo		A_c	1800000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa	n 10	\varnothing	24 mm	
		A_{sl}	4521.6 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0026 ≤ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.34 ≤ 2	ok
$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{min}	0.21	
		V_{Rd}	516.78 kN	
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA	

Come si può vedere dai risultati del foglio di calcolo sopra riportato, non è necessaria armatura a taglio, dato che il valore del taglio limite non viene mai superato.

Per completezza, di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V23.

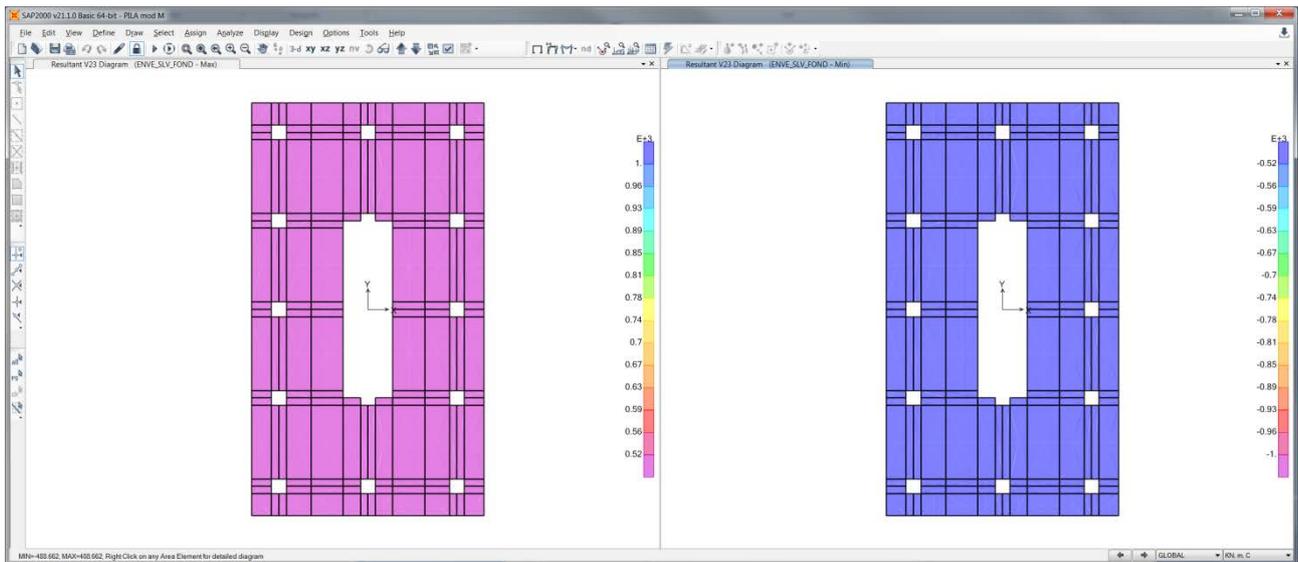


Figura 29: Ricoprimento taglio V23

12.3.2 Verificata a flessione M22 – Armatura corrente

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	24	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	50	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	74	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	86	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M22

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettagonolare



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	97 di 113

Relazione di calcolo Pila

Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco 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:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.750 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.000 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	23.80	0.00	0.00
2	0.00	-97.50	0.00	0.00

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

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

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	98 di 113

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	17.10
2	0.00	-70.20

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

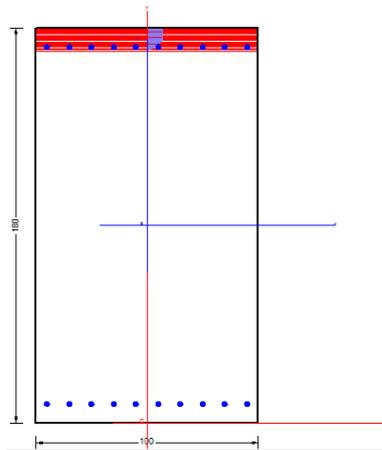
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	17.10 (1638.19)
2	0.00	-70.20 (-1638.19)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] 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	0.00	17.10 (1638.19)
2	0.00	-70.20 (-1638.19)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] 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 >=1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0005 001** REV. **A** FOGLIO 99 di 113

Relazione di calcolo Pila

x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	23.80	-0.08	2932.74	123.224	169.5	0.06	0.70	45.2 (36.0)
2	S	0.00	-97.50	-0.08	-2932.74	30.079	10.5	0.06	0.70	45.2 (36.0)

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	180.0	0.00063	171.4	-0.05374	8.6
2	0.00350	0.0	0.00063	8.6	-0.05374	171.4

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 ([Mpa])
 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 ([Mpa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 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. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] 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	0.05	180.0	0.00	141.0	-2.4	171.4	21.5	2150	45.2	9.2
2	S	0.19	0.0	0.00	39.0	-9.7	8.6	21.5	2150	45.2	9.2

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

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00001	0.00000	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	446	0.003 (990.00)	1638.19
2	S	-0.00005	0.00001	0.50	0.60	0.000029 (0.000029)	446	0.013 (990.00)	-1638.19

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	100 di 113

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	0.05	180.0	0.00	141.0	-2.4	171.4	21.5	2150	45.2	9.2
2	S	0.19	0.0	0.00	39.0	-9.7	8.6	21.5	2150	45.2	9.2

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00001	0.00000	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	446	0.003 (0.30)	1638.19
2	S	-0.00005	0.00001	0.50	0.60	0.000029 (0.000029)	446	0.013 (0.30)	-1638.19

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	0.05	180.0	0.00	141.0	-2.4	171.4	21.5	2150	45.2	9.2
2	S	0.19	0.0	0.00	39.0	-9.7	8.6	21.5	2150	45.2	9.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00001	0.00000	0.50	0.40	0.000007 (0.000007)	446	0.003 (0.30)	1638.19
2	S	-0.00005	0.00001	0.50	0.40	0.000029 (0.000029)	446	0.013 (0.30)	-1638.19

12.3.3 Verificata a flessione M11 – Armatura corrente

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	0	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	
Copriferro staffe:			
Copriferro nominale Netto Staffe:	50	[mm]	
Copriferro barre longitudinali:			
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	50	[mm]	
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	62	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
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
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	101 di 113

Relazione di calcolo Pila

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:	C25/30	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.750	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.000	MPa	
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	60.80	0.00	0.00
2	0.00	-112.30	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] 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
---------	---	----

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	102 di 113

1	0.00	43.70
2	0.00	-80.90

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

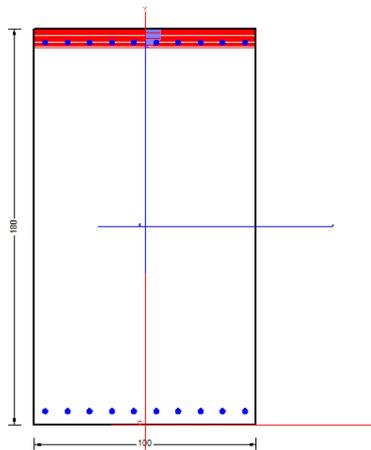
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	43.70 (1653.49)
2	0.00	-80.90 (-1653.49)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] 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	0.00	43.70 (1653.49)
2	0.00	-80.90 (-1653.49)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] 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 ≥ 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) § 4.1.2.1.2.1 NTC; deve essere < 0.45



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0005 001** REV. **A** FOGLIO 103 di 113

Relazione di calcolo Pila

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
1	S	0.00	60.80	-0.20	2992.71	49.222	171.6	0.05	0.70
2	S	0.00	-112.30	-0.20	-2992.71	26.649	8.4	0.05	0.70

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	0.00343	180.0	0.00090	173.8	-0.06750	6.2
2	0.00343	0.0	0.00090	6.2	-0.06750	173.8

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 ([Mpa]
 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 ([Mpa]
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 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. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] 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	0.11	180.0	0.00	141.0	-5.9	173.8	15.5	1550	45.2	9.7
2	S	0.21	0.0	0.00	39.0	-11.0	6.2	15.5	1550	45.2	9.7

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

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00003	0.00001	0.50	0.60	0.000018 (0.000018)	310	0.006 (990.00)	1653.49
2	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.60	0.000033 (0.000033)	310	0.010 (990.00)	-1653.49

COMBINAZIONI FREQUENTI 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
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	104 di 113

1	S	0.11	180.0	0.00	141.0	-5.9	173.8	15.5	1550	45.2	9.7
2	S	0.21	0.0	0.00	39.0	-11.0	6.2	15.5	1550	45.2	9.7

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00003	0.00001	0.50	0.60	0.000018 (0.000018)	310	0.006 (0.30)	1653.49
2	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.60	0.000033 (0.000033)	310	0.010 (0.30)	-1653.49

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	0.11	180.0	0.00	141.0	-5.9	173.8	15.5	1550	45.2	9.7
2	S	0.21	0.0	0.00	39.0	-11.0	6.2	15.5	1550	45.2	9.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00003	0.00001	0.50	0.40	0.000018 (0.000018)	310	0.006 (0.30)	1653.49
2	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.40	0.000033 (0.000033)	310	0.010 (0.30)	-1653.49



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	105 di 113

12.4 VERIFICA STRUTTURALE PALI

La fondazione è costituita da 15 pali $\Phi 1200$.

La testa dei pali si trova alla profondità di 3.00 m da piano campagna.

Si prevede di disporre un'armatura longitudinale costituita da uno strato di $36\phi 26$ in aggiunta ad un secondo strato in testa al palo composto da $24\phi 26$ e staffe $\Phi 12/20$.

12.4.1 Analisi dei carichi

I carichi assiali e trasversali agenti in testa ai pali per le varie combinazioni di carico sono riportati nelle tabelle che seguono. Tali valori derivano dal modello di calcolo della pila, nel quale sono stati inseriti anche i pali di fondazione.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
766	ENVE_SLU_STR	-1642.3	-134.5	59.1
946	ENVE_SLU_STR	-3984.8	-145.2	61.6
706	ENVE_SLU_STR	-1838.5	-119.5	59.1
766	ENVE_SLU_STR	-1758.5	-160.2	54.1
74	ENVE_SLU_STR	-3700.9	-130.7	66.6
14	ENVE_SLU_STR	-1813.1	-156.5	54.1

CARICO ORIZZONTALE

V1 =	133	KN
V2 =	169	KN
V3 =	147	KN
V4 =	166	KN
Vd =	169	KN

Tabella 2 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLU STR.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
766	ENVE_SLV_FOND	2946.3	-88.8	635.5
946	ENVE_SLV_FOND	-5724.8	-648.8	80.9
766	ENVE_SLV_FOND	2946.3	-88.8	635.5
706	ENVE_SLV_FOND	-3344.7	-648.8	80.9
14	ENVE_SLV_FOND	2603.6	-88.8	635.5
74	ENVE_SLV_FOND	-4908.6	-648.8	80.9

CARICO ORIZZONTALE

V1 =	642	KN
V2 =	654	KN
V3 =	642	KN
V4 =	654	KN
Vd =	654	KN

Tabella 3 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLV.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
766	ENVE_SLER	-1177.18	-100.13	42.77
946	ENVE_SLER	-2894.62	-106.18	44.99
706	ENVE_SLER	-1316.07	-89.03	42.77
766	ENVE_SLER	-1254.63	-117.29	39.44
74	ENVE_SLER	-2699.29	-97.36	48.32
14	ENVE_SLER	-1293.09	-114.51	39.44

CARICO ORIZZONTALE

V1 =	99	KN
V2 =	124	KN
V3 =	109	KN
V4 =	121	KN
Vd =	124	KN

Tabella 4 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Rara.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
766	ENVE_SLEF	-1272.80	-75.17	29.47
946	ENVE_SLEF	-2461.65	-70.62	32.80
706	ENVE_SLEF	-1367.54	-67.19	29.47
766	ENVE_SLEF	-1287.29	-78.60	28.80
74	ENVE_SLEF	-2372.36	-73.17	33.46
14	ENVE_SLEF	-1312.23	-76.60	28.80

CARICO ORIZZONTALE

V1 = 73 KN

V2 = 84 KN

V3 = 80 KN

V4 = 82 KN

Vd = 84 KN

Tabella 5 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Frequente.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
766	SLEQP	-1382.97	-2.24	1.86
946	SLEQP	-1435.08	-2.24	1.86
14	SLEQP	-1387.65	-2.24	1.86
706	SLEQP	-1401.71	-2.24	1.86
14	SLEQP	-1387.65	-2.24	1.86
14	SLEQP	-1387.65	-2.24	1.86

CARICO ORIZZONTALE

V1 = 2.91 KN

V2 = 2.91 KN

V3 = 2.91 KN

V4 = 2.91 KN

Vd = **2.9** KN

Tabella 6 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Quasi Permanente.

I momenti massimi in testa al palo sono ottenuti a partire dai massimi valori di taglio per le varie combinazioni di carico moltiplicati per un coefficiente $\alpha=2.8$, così come descritto nell'elaborato **RS3H.0.3.D.78.CL.NW.00.0.0.004.**

Combo	Tmax	α	M
[-]	[kN]	[-]	[kNm]
SLU	654	2.8	1830.7
SLER	124	2.8	346.5
SLEF	84	2.8	234.4
SLEQP	2.91361	2.8	8.2

Di seguito si riporta la tabella con le sollecitazioni finali in testa al palo.

Combo	N	M	T
[-]	[kN]	[kNm]	[kN]
SLU	3345	1831	654
SLER	1255	346	124
SLEF	1287	234	84
SLEQP	1388	8	3

Nel calcolo del momento di plasticizzazione si è considerato il valore di N in corrispondenza del taglio massimo. Si riportano per completezza i fogli di calcolo utilizzati:

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1200 (mm)

Raggio = 600 (mm)

Sforzo Normale = 3345 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

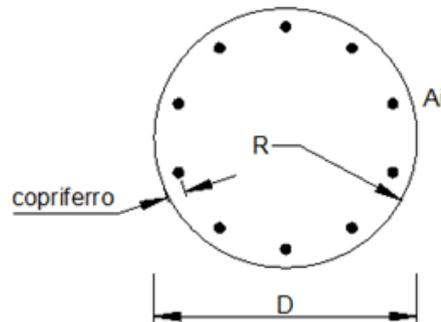
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1.5

α_{cc} = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_s = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3$ (Mpa)

E_s = 210000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0.186%

ϵ_{uk} = 10.000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
36	φ 26	19113.45	95
24	φ 26	12742.30	147
0	φ 0	0.00	

Momento di Plasticizzazione

M_y = 5255.0 (kN m)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	108 di 113

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	12	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 70 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 82 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 95 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo_pila

(Percorso File: \\PAOLO-C\Commesse\rete\Letizial\C16_PILA_NW03-GA03-NW04\VERIFICHE_RCSEC\palo_pila.sez)

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	109 di 113

Relazione di calcolo Pila

Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00
Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.5	36	26
2	0.0	0.0	45.3	24	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3345.00	1831.00	0.00	654.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1255.00	346.00	0.00

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

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	110 di 113

Relazione di calcolo Pila

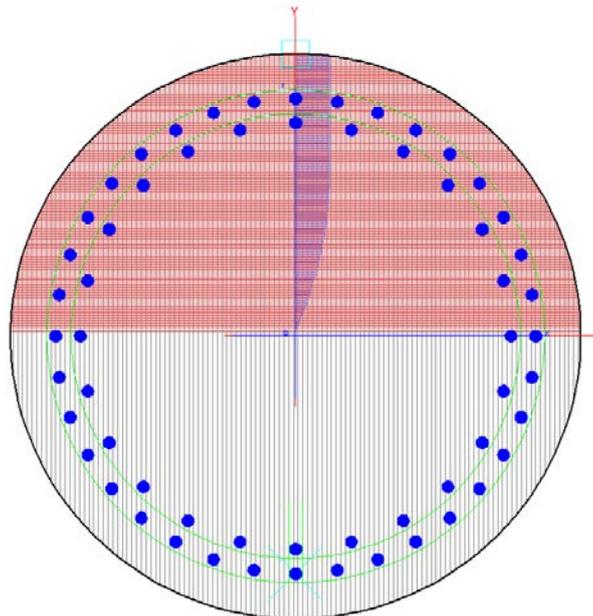
N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1287.00	234.00 (6739.90)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1388.00	8.00 (0.00)	0.00 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	111 di 113

Relazione di calcolo Pila

N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	3345.00	1831.00	0.00	3344.90	5240.41	0.00	2.86	318.6(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	60.0	0.00285	0.0	50.5	-0.00406	0.0	-50.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000068457	-0.000607406	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	654.00	2456.37	3196.35	92.6 76.1	109.3	2.500	1.209	8.8	42.9(0.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	112 di 113

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.16	0.0	0.0	-6.7	0.0	-50.5	453	15.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
 Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00005	0	0.500	26.0	82	0.00002 (0.00002)	405	0.008 (990.00)	1658.10	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.69	0.0	0.0	0.7	0.0	-50.5	0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0	0.500	26.0	82	0.00002 (0.00002)	0	0.001 (0.30)	6739.90	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.89	0.0	0.0	12.6	0.0	-50.5	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03 –NW04

Relazione di calcolo Pila

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0005 001	A	113 di 113

12.5 VERIFICHE GEOTECNICHE PALI

Per le verifiche a carico limite orizzontale e verticale si rimanda alla relazione geotecnica RS3H.0.3.D.78.CL.NW.00.0.0.001.

Nel caso in esame essendo $N_{max\ SLU_SLV} = 5725\ KN \Rightarrow L_{palo} = 36\ m$