

Ente Attuatore:



**CITTA' DI SASSO MARCONI**

Piazza dei Martiri della Liberazione, 6 - 40037 P.IVA 00529971202  
Telefono 051 843511 Fax 051 840802 Numero verde 800 273218  
PEC: comune.sassomarconi@cert.provincia.bo.it

# Lavori di regimazione e adeguamento idraulico del Rio Verde tratto Mongardino – San Lorenzo in comune di Sasso Marconi

## I° STRALCIO FUNZIONALE tratto a monte della ex S.S. Porrettana

### PROGETTO ESECUTIVO

Denominazione:

## RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Elaborato:

# 2.1



#### **IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

Comune di Sasso Marconi  
*Arch. Elena De Angelis*



#### **IL PROGETTISTA**

Consorzio della Bonifica Renana  
*Ing. Riccardo Rossi*

Revisione:

n° del oggetto

01 \_/ \_/ \_

02 \_/ \_/ \_

N° progetto: 816/M

Data: aprile 2016

Nome file: 816\_I\_02.1\_rel\_calcolo\_strutt.pdf



**STUDIO TECNICO DOTT. ING. SANDRO PICCINI**

Via Porrettana 68, località Marano, 40041 Gaggio Montano (BO)

Tel. 0534-22094 - Fax. 0534-520368 – Cell. 3476956140 - e-mail : sandro.piccini@studioingpiccini.it

C.F. PCC SDR 75S03 Z133Y, P.I. 02235591209

**COMUNE DI SASSO MARCONI**

**Provincia di BOLOGNA**

**Progetto esecutivo per il rifacimento del ponte carrabile sul torrente “Rio Verde”  
in via Mongardino, loc. Sasso Marconi.**

Committente : Consorzio della Bonifica Renana

**FASCICOLO DEGLI ALLEGATI TECNICI STRUTTURALI  
(PONTE MONGARDINO-STRUTTURA PRINCIPALE)**

Marano di Gaggio Montano, 19/02/2015.

Il progettista strutturale  
**DOTT. ING. SANDRO PICCINI**



DOTT. ING. SANDRO PICCINI, iscritto all' Albo degli Ingegneri della Provincia di Bologna al n. 6195/A

## SOMMARIO

1. PREMESSA.....	5
1.1. COMMITTENTI .....	5
1.2. PROGETTISTI .....	5
1.2.1. PROGETTISTA ARCHITETTONICO.....	5
1.2.2. PROGETTISTA STRUTTURALE.....	5
2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE .	6
2.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO.....	6
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO.....	6
2.2.1. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA.....	6
2.3. TIPOLOGIA D' INTERVENTO PREVISTO.....	7
2.4. DESTINAZIONI D' USO PREVISTE .....	7
3. NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI.....	9
3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	9
3.2. DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI ADOTTATI AD INTEGRAZIONE DELLE VIGENTI NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI .....	9
4. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO .....	10
4.1. IDENTIFICAZIONE SITO DI REALIZZAZIONE DELL' INTERVENTO.....	10
4.2. TIPOLOGIA STRUTTURALE.....	10
4.3. PARAMETRI DI DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	10
4.4. SOVRACCARICHI CONSIDERATI .....	12
4.5. ANALISI DEI CARICHI.....	15
5. DESCRIZIONE MATERIALI .....	16
5.1. MATERIALI ADOTTATI .....	16
6. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE.....	17
6.1. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE .....	17
6.2. GIUNTI DI SEPARAZIONE DA STRUTTURE CONTIGUE.....	17
6.3. ANALISI DELLE INTERAZIONI TRA LE COMPONENTI ARCHITETTONICHE, IMPIANTISTICHE E LE OPERE DI CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI .....	17
6.4. REQUISITI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	17
6.5. MODELLAZIONE DEI VINCOLI INTERNI ED ESTERNI .....	17
7. COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO.....	18
8. ANALISI SVOLTE .....	20
8.1. TIPO DI ANALISI .....	20
8.2. PRINCIPALI RISULTATI DELL' ANALISI .....	20
8.3. METODOLOGIA DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI .....	20
8.4. MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E DELLE PROPRIETA' MECCANICHE .....	21

8.5.	MODELLAZIONE DELLE AZIONI.....	22
8.6.	DEFORMATE E SOLLECITAZIONI PER CONDIZIONI DI CARICO .....	28
8.7.	INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE.....	29
8.8.	REAZIONI VINCOLARI .....	31
8.9.	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI .....	56
9.	CARATTERISTICHE ED AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO .....	57
9.1.	SOFTWARE UTILIZZATI .....	57
9.2.	VALIDAZIONE ED AFFIDABILITA' DEI CODICI DI CALCOLO .....	57
10.	STRUTTURE GEOTECNICHE E DI FONDAZIONE .....	58
11.	OSSERVAZIONI TECNICHE STRUTTURALI .....	59
12.	VERIFICHE STRUTTURE DI FONDAZIONE .....	60
12.1.	VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE (SLU – SLV - SLE) .....	60
12.1.1.	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI CONSIDERATI .....	60
12.1.2.	COLLASSO PER CARICO LIMITE DELLA PALIFICATA NEI RIGUARDI DEI CARICHI ASSIALI (approccio 2-A1+M1+R3).....	60
12.1.3.	COLLASSO PER CARICO LIMITE DELLA PALIFICATA NEI RIGUARDI DEI CARICHI TRASVERSALI (approccio 2) .....	61
12.1.3.	VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO DELLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN C.A. (SLU - SLV - SLE) – FONDAZIONE .....	67
13.	VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE .....	69
13.1.	VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO DELLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN C.A. (SLU - SLV - SLE) – TRAVI LONGITUDINALI (LATERALI) ...	69
13.2.	VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO DELLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN C.A. (SLU - SLV - SLE) – NERVATURE LONGITUDINALI .....	71
14.	RELAZIONE SUI MATERIALI .....	74
14.1.	ELENCO DEI MATERIALI E LORO MODALITA' DI POSA IN OPERA .....	74
14.2.	VALORI DI CALCOLO .....	75
15.	PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE.....	77
15.1.	STRUTTURE DI FONDAZIONE IN C.A. ....	77
15.2.	STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN C.A. ....	77
16.	RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI - INDAGINI SPECIALISTICHE .....	78
16.1.	RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	78
16.2.	RELAZIONE GEOTECNICA : INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	78
16.2.1.	DESCRIZIONE DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI.....	78
16.2.2.	PROBLEMI GEOTECNICI E SCELTE TIPOLOGICHE .....	78

16.2.3.	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE	78
16.2.4.	DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	79
16.2.5.	VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI: IDENTIFICAZIONE DEI RELATIVI STATI LIMITE .....	79
16.2.6.	APPROCCI PROGETTUALI E VALORI DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI	79
16.3.	RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE .....	80

## 1. PREMESSA

### 1.1. COMMITTENTI

**Consorzio della Bonifica Renana – Area tecnica montana settore difesa del suolo e bonifica montana area occidentale** con sede in Bologna, via Santo Stefano n. 56, 40125 Bologna, Tel. 051-295111, Fax 051-295270, C.F. 91313990375.

### 1.2. PROGETTISTI

#### *1.2.1.PROGETTISTA ARCHITETTONICO*

**Dott. Ing. Riccadro Rossi** c/o Consorzio della Bonifica Renana, via Santo Stefano n. 56, 40125 Bologna, Tel. 051-295304, e-mail R.Rossi@bonificarenana.it

#### *1.2.2.PROGETTISTA STRUTTURALE*

**Dott. Ing. Sandro Piccini** con studio in Gaggio Montano (BO) 40041, loc. Marano, via Porrettana n. 68. Tel. 0534/22094, fax 0534/520368, e-mail sandro.piccini@studioingpiccini.it

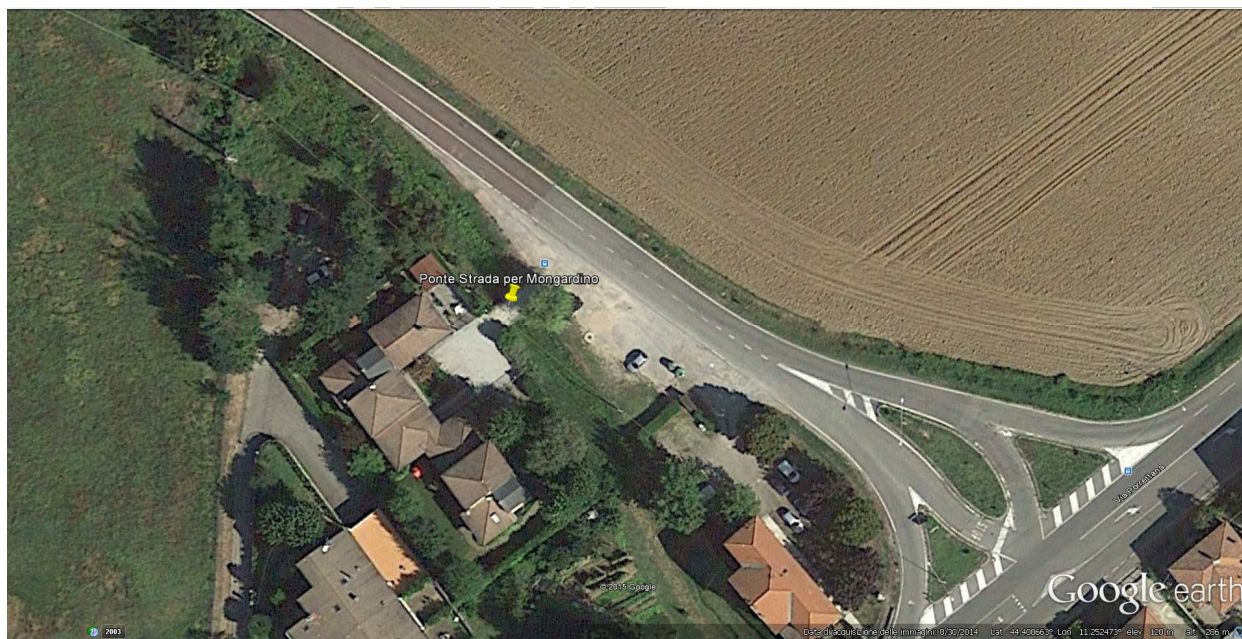
## **2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE**

### **2.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO**

L'intervento in progetto consiste nella regimazione e nell'adeguamento idraulico del Rio Verde in Sasso Marconi (BO) nel tratto Mongardino-San Lorenzo.

La presente relazione tratta esclusivamente la demolizione e ricostruzione del ponte sul Rio Verde in via Mongardino e, poiché le strutture esistenti verranno totalmente demolite e smantellate, l'intervento sarà classificato come nuova costruzione.

Dall'analisi dei risultati delle prove eseguite si è scelto di realizzare le strutture fondali su pali trivellati.



*Figura 01*

### **2.2. DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO**

#### **2.2.1. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA**

La struttura in progetto è costituita da un ponte stradale in c.a. avente luce libera di 9 mt ca., larghezza carrabile 540 cm ca. e passerella in acciaio pedonale di larghezza 1,40 mt ca. ancorata a sbalzo alla struttura in c.a. del ponte.



Poiché la passerella pedonale è una struttura in acciaio ancorata alla struttura principale del ponte, nella presente relazione ci si è limitati a considerare solo gli effetti che produce sulle strutture in c.a., senza entrare nel dettaglio delle verifiche locali su di essa che sono esplicitate (anche con l'ausilio di un'ulteriore modellazione) in una specifica relazione allegata alla pratica sismica.

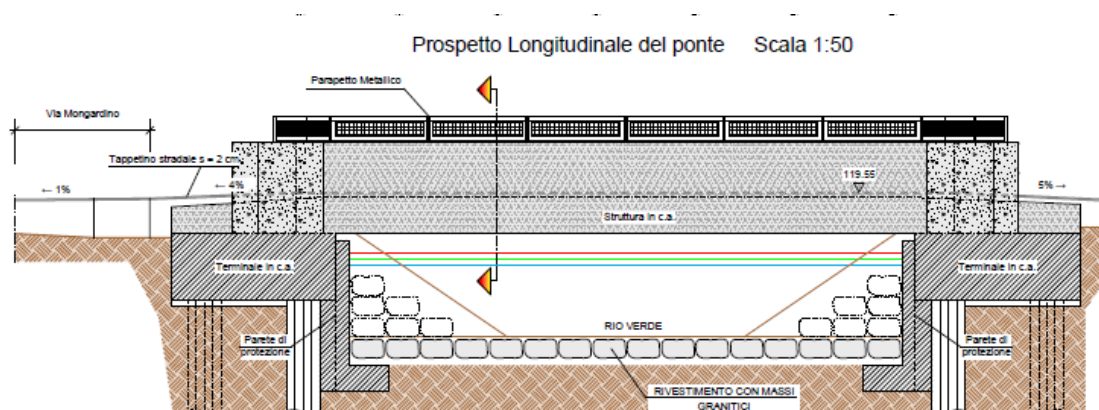
L'impalcato è costituito da una soletta in c.a. di spessore 20 cm con nervature di sezione 50x50 cm (n. 6 travi in direzione longitudinale 50x50 cm e soletta superiore di spessore  $s=20$  cm).

Le travi laterali in c.a., collegate alla soletta sono estradossate con sezione 40x120 cm ed hanno anche funzione di parapetto.

Ad una di esse risultano ancorate le strutture metalliche a formazione della passerella pedonale.

L'impalcato sopra descritto non ha vere e proprie "spalle", vista la ridotta altezza fra fondo dell'alveo ed intradosso del ponte (2,00 mt ca.), bensì due "fondazioni" in c.a. poggianti su due file di pali trivellati in c.a. di diametro 50 cm.

La sistemazione dell'alveo nella zona del ponte prevede una riprofilatura del terreno e la realizzazione di muri in c.a. di rivestimento a protezione delle fondazioni del ponte.



Si rimanda alla visione degli elaborati grafici allegati alla pratica sismica per ulteriori specifiche.

### **2.3. TIPOLOGIA D' INTERVENTO PREVISTO**

Nuova costruzione.

### **2.4. DESTINAZIONI D' USO PREVISTE**

Ponte stradale carrabile ad unica carreggiata con passerella pedonale protetta in acciaio ancorata a sbalzo alle strutture principali in c.a.

Larghezza carreggiata  $\rightarrow w=5,40$  mt.

Numero di corsie convenzionali  $\rightarrow n=2$  (secondo i dettami del § 5.1.3.3.2 delle NTC 2008).

Larghezza di una corsia convenzionale →  $L=2,70$  mt (secondo i dettami del § 5.1.3.3.2 delle NTC 2008).  
Categoria stradale → 1<sup>a</sup> Categoria

### **3. NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI**

#### **3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- ❑ D.M. del 14-01-2008 pubblicato sul S.O. n° 30 della G.U 04-02-2008 n° 29 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- ❑ Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 02-02-2009 pubblicata sul S.O. n° 22 della G.U. 26-02-2009 n°47.

#### **3.2. DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI ADOTTATI AD INTEGRAZIONE DELLE VIGENTI NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**

Nessuno.

## 4. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

### 4.1. IDENTIFICAZIONE SITO DI REALIZZAZIONE DELL' INTERVENTO

Identificativi catastali : foglio 46-60, mappali 96-403.

Coordinate geografiche : 44,408887°N, 11,252161°E .

Quota s.l.m. 120 mt.

Tipologia area: zona collinare.

### 4.2. TIPOLOGIA STRUTTURALE

Ponte stradale carrabile di 1<sup>a</sup> categoria ad unica carreggiata avente unica campata e fondazioni in c.a. di tipo profondo.

### 4.3. PARAMETRI DI DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Vita nominale  $V_N \Rightarrow \geq 50$  anni

Classe d' uso III  $\Rightarrow C_U = 1,5$  (considerazione prudenziale)

Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.

Tipologia terreno  $\Rightarrow C$

Categoria topografica  $\Rightarrow T1$  ( $S_T = 1,0$ )

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	45	0,066	2,483	0,267
SLD	75	0,081	2,495	0,277
SLV	712	0,185	2,468	0,302
SLC	1462	0,229	2,494	0,312

Figura 02

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**

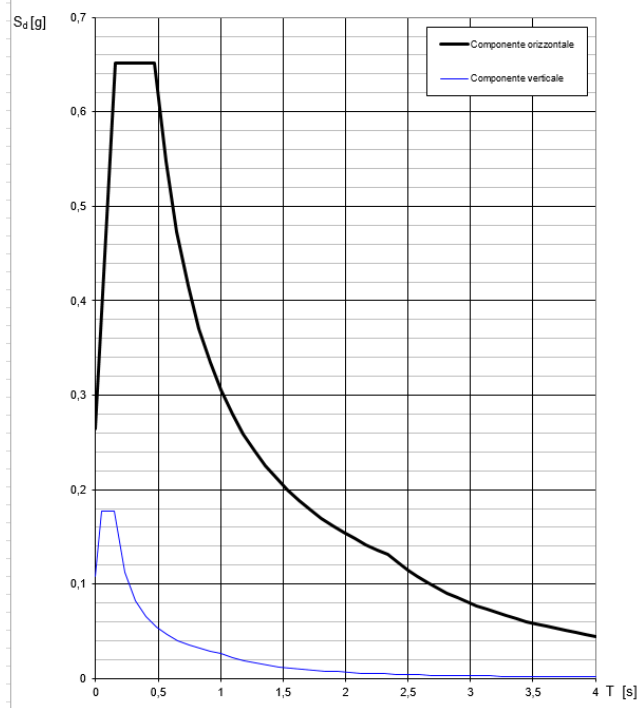


Figura 03

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD**

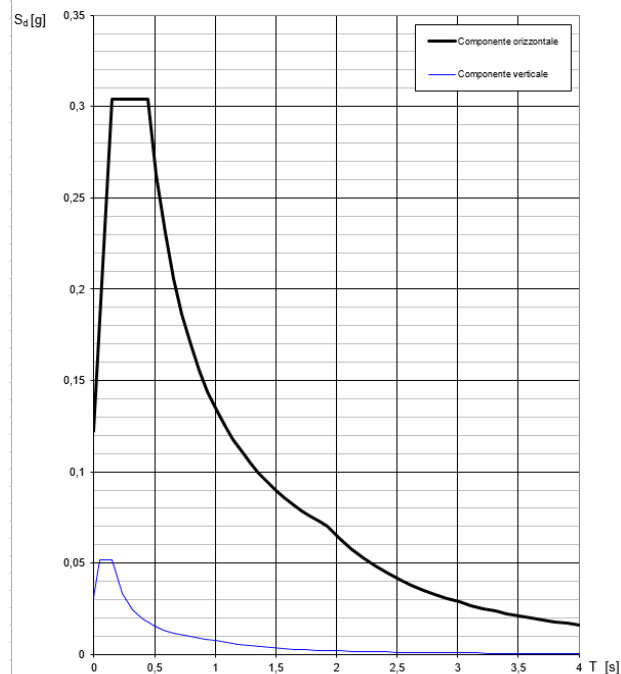


Figura 04

#### 4.4. SOVRACCARICHI CONSIDERATI

### Carichi variabili da traffico veicolare

Per quanto riguarda l'analisi globale del ponte in oggetto lo schema di carico maggiormente gravoso fra quelli indicati dalla normativa vigente risulta essere costituito dallo “Schema di carico 1” (§ 5.1.3.3. delle NTC 2008).

Si considera anche lo “Schema di carico 2” (§ 5.1.3.3. delle NTC 2008), che è stato adottato per le verifiche locali ed anche per effettuare un rapido controllo della soletta in c.a. (con esito largamente positivo).

A causa della presenza della passerella pedonale si considera anche lo “Schema di carico 5” (§ 5.1.3.3. delle NTC 2008).

Lo “Schema di carico 4” (§ 5.1.3.3. delle NTC 2008) relativo alle verifiche locali della passerella è stato debitamente tenuto in considerazione nella modellazione della passerella (si rimanda alla specifica relazione tecnica allegata alla pratica sismica).

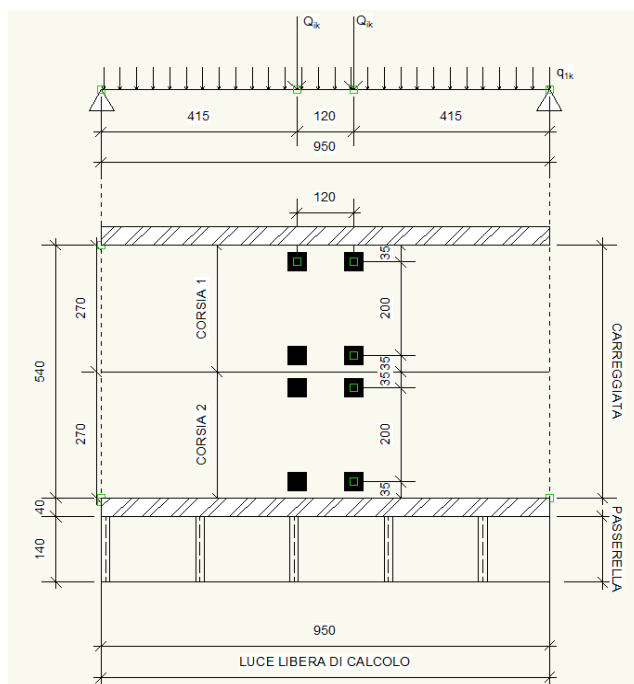
*SCHEMA 1*

## CORSIA 1

$$Q_{1k} = 30'000 \text{ daN} \rightarrow (15'000 \text{ daN per impronta})$$

$q_{1k} = 900 \text{ daN/mq}$  (carico distribuito sulla corsia)

## CORSIA 2

$$Q_{2k} = 20'000 \text{ daN} \rightarrow (10'000 \text{ daN per impronta})$$
$$q_{2k} = 250 \text{ daN/mq (carico distribuito sulla corsia)}$$


SCHEMA DI CARICO 1

*Figura 05*



N.B.: Si sottolinea come i carichi concentrati  $Q_{ik}$  rappresentati in *Figura 05* e *Figura 06*, nelle modellazioni implementate sono stati applicati sia nelle posizioni indicate sia in altre, al fine di massimizzare i valori di sollecitazione di progetto agenti sulle strutture dell'impalcato (in particolare sono stati applicati in vicinanza degli appoggi ed inoltre a centro campata, simmetricamente distribuiti rispetto l'asse longitudinale del ponte).

Il carico  $q_{Fk}$  (carico folla) rappresentato in *Figura 07* è stato considerato 250 daN/mq in quanto si tratta del valore di combinazione; il valore nominale di 500 daN/mq è stato tenuto debitamente in considerazione nella modellazione della passerella (si rimanda alla specifica relazione tecnica allegata alla pratica sismica).

#### Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturali $q_2$ ( § 5.1.3.4 )

Assenza di discontinuità strutturali tali da generare tale tipologia di sovraccarico.

#### Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione $q_3$ ( § 5.1.3.5 )

$q_3 = 0,6 (2 Q_{1k}) + 0,1 q_{1k} w_1 L = 386 \text{ kN} = 38600 \text{ daN} \rightarrow$  si considera prudenzialmente 390'000 daN

#### Azione centrifuga $Q_4$ ( § 5.1.3.6 )

Poiché l'asse del ponte risulta rettilineo, non sono presenti sovraccarichi dovuti all'azione centrifuga.

#### Azione della neve ( § 3.4. e § 5.1.3.7 )

$$q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t$$

il lotto oggetto d' intervento è ad una quota di circa 120 mt s.l.m., in zona I mediterranea :

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$$

$$C_E = 1$$

$$C_t = 1$$

$$\mu_i = 1$$

$$q_s = 1,50 \text{ kN/mq} = 150 \text{ daN/mq.}$$

#### Azione del vento ( § 3.3. e § 5.1.3.7 )

Alla luce della forma compatta, della lunghezza e della rigidezza dell'impalcato in oggetto l'azione del vento su di esso risulta ininfluente.

#### Azione sismica $q_6$ ( § 3.2. e § 5.1.3.8 )

Terreno di categoria C.



Categoria topografica T1.

SLE considerati: SLD.

SLU considerato: SLV.

La modellazione dell'impalcato è assimilabile ad una lastra rigida nervata vincolata ai lati per via delle fondazioni su pali trivellati.

Tale schematizzazione impedisce di implementare tramite l'ausilio del software un'analisi dinamica efficace e di facile lettura dei risultati, dal momento che il vincolamento della lastra alle traslazioni (schematizzazione delle cerniere nelle zone di appoggio) impedisce al software di eccitare una sufficiente percentuale di massa e di fornire perciò risultati verosimili.

Per tale motivo si è ricorso ad un calcolo manuale (prudenziale) per valutare l'entità e gli effetti dell'azione sismica sulle strutture come descritto nel dettaglio al cap. 11 della presente relazione, scindendo così l'analisi "statica" della struttura da quella "sismica".

#### Resistenze passive dei vincoli $q_7$ (§5.1.3.9.)

Assenti.

#### Azioni sui parapetti – Urto di veicoli in svio $q_8$ (§ 5.1.3.10)

La presenza di soletta in c.a. di spessore  $s=20$  cm, in continuità strutturale con le travi laterali in c.a. di sezione 40x120 cm (le quali inoltre fungono da barriera stessa) rende la verifica dell'impalcato sotto l'azione di urto di veicoli in svio abbondantemente verificata.

### **4.5. ANALISI DEI CARICHI**

N.B.: Per quanto riguarda l'analisi dettagliata dei sovraccarichi mobili si rimanda alla lettura del cap 4.4. della presente relazione.

#### IMPALCATO

Soletta c.a. (P.S.)	=	1000	daN/mq
Travi/nervature longitudinali (P.S.)	= 625 daN/mt →	604	daN/mq
Travi laterali 40x120 cm ca. (P.S.)	= 1200 daN/mt →	375	daN/mq
Sottofondo e manto stradale (P.N.S.)	=	600	daN/mq
Sovraccarico accidentale neve (Acc. Neve):	=	150	daN/mq
Sommano :	=	2729	daN/mq

## **5. DESCRIZIONE MATERIALI**

### **5.1. MATERIALI ADOTTATI**

Calcestruzzo per c.a. (strutture in elevazione)⇒ calcestruzzo classe di esposizione XC4 + XF4 + XD3  
(classe di resistenza minima C32/40, funzione della  
classe di esposizione)

Calcestruzzo per c.a. (pali)⇒ calcestruzzo classe di esposizione XC2 (classe di resistenza minima  
C25/30, funzione della classe di esposizione)

Acciaio per c.a. ⇒ tipo B450C

## **6. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE**

### **6.1. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE**

Comportamento strutturale considerato: non dissipativo

Tipologia terreno  $\Rightarrow$  C

Categoria topografica  $\Rightarrow$  T1 ( $S_T = 1$ )

Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale  $\Rightarrow 1,0$

### **6.2. GIUNTI DI SEPARAZIONE DA STRUTTURE CONTIGUE**

Assenti.

### **6.3. ANALISI DELLE INTERAZIONI TRA LE COMPONENTI ARCHITETTONICHE, IMPIANTISTICHE E LE OPERE DI CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI**

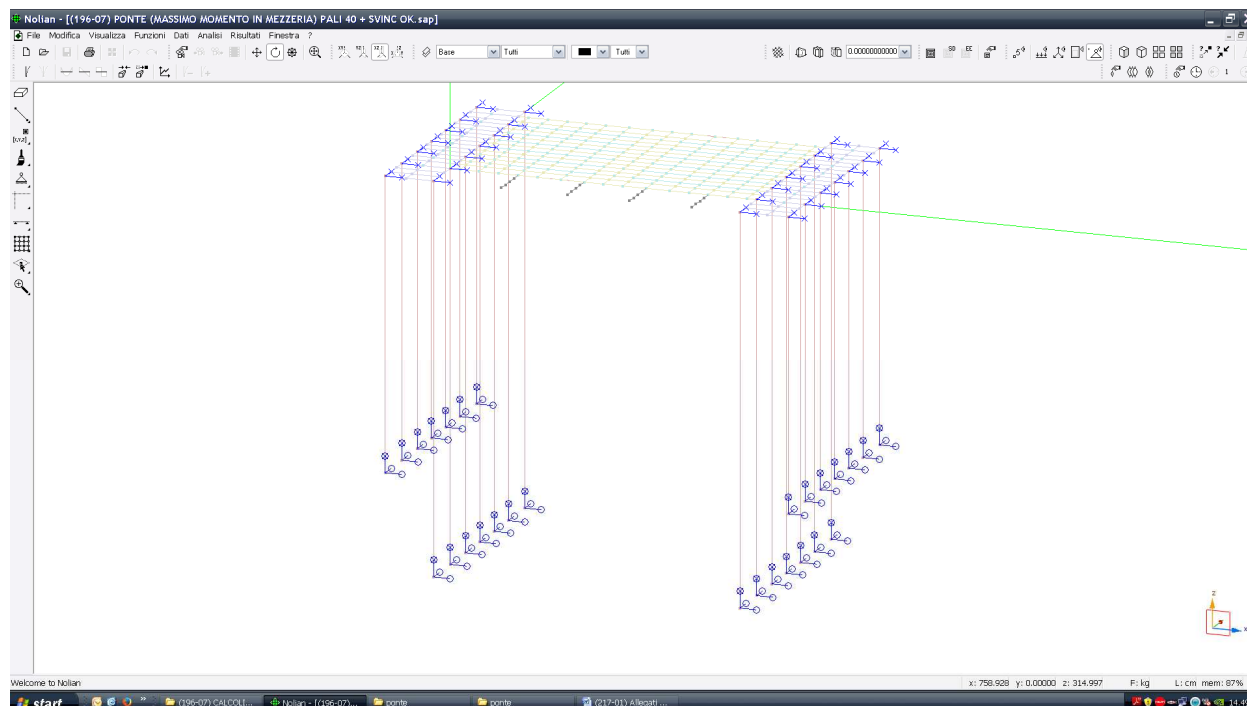
Vista la natura del fabbricato non sono state sviluppate analisi particolari tenuto conto del fatto che le varie componentistiche non influenzano il comportamento globale della struttura.

### **6.4. REQUISITI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE**

Si è optato per la realizzazione di un sistema fondale di tipo profondo costituito da un solettone in c.a. di spessore 1,00 mt ca su pali trivellati di diametro 50 cm ca.

### **6.5. MODELLAZIONE DEI VINCOLI INTERNI ED ESTERNI**

Per la simulazione dell'apparato fondale di tipo profondo sono stati simulati i pali come aste vincolate alle traslazioni ed alle rotazioni alla base ed alle traslazioni orizzontali (in  $x$  ed  $y$ ) in testa.



Vincolamento impalcato

Figura 08

## 7. COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO

Le combinazioni di carico che verranno implementate per l'ottenimento dei risultati vedranno impiegate le diverse azioni come indicato nelle NTC 2008.

Dove verrà ritenuto necessario potrà essere modificata la posizione degli carichi mobili in modo da evitare di trascurare alcune condizioni di sollecitazione che potrebbero rivelarsi le più gravose.

### Classificazione dei carichi (Legenda):

Permanenti strutturali	→ Perm. Strutt.
Permanenti non strutturali	→ Perm. non Strutt.
Carichi mobili – Schema di carico 1	→ Tandem (T.)
	→ Distribuito (D.)
Carichi mobili – Schema di carico 2	→ Asse singolo (A.)
	→ Frenatura (F.)
Carichi mobili – Schema di carico 5	→ Folla-Pedonale (P.)
Accidentale Neve	→ Neve

### Combinazioni di carico:

SLU 1 ⇒ 1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 1,35 T. + 1,35 D. + 1,35 P.

SLU 2  $\Rightarrow$  1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 1,02 T. + 0,54 D.+ 1,5 Neve  
 SLU 3  $\Rightarrow$  1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 1,35 A.  
 SLU 4  $\Rightarrow$  1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 1,5 N.  
 SLU 5  $\Rightarrow$  1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 1,02 T. + 0,54 D.+ 1,35 F.  
 SLU 6  $\Rightarrow$  1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 0,76 T. + 0,40 D.+ 1,00 F. + 1,5 N.  
 SLU 7  $\Rightarrow$  1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 1,02 A. + 1,35 F. + 0 N.  
 SLU 8  $\Rightarrow$  1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 1,5 N.  
 SLU 9  $\Rightarrow$  1,35 Perm. Strut.+ 1,5 Perm. non strutt. + 1,02 T. + 0,54 D. 1,35 P.  
 SLE (F.) 1  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 Perm. non strutt. + 0,75 T. + 0,75 D.  
 SLE (F.) 2  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 Perm. non strutt. + 0,75 A.  
 SLE (F.) 3  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 Perm. non strutt. + 0,75 P.  
 SLE (F.) 4  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 Perm. non strutt. + 0,2 N.  
 FATICA (BASE)  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 Perm. non strutt.  
 FATICA (CICLICA 1)  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 Perm. non strutt. + 0,7 T. + 0,3 D.  
 FATICA (CICLICA 2)  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 Perm. non strutt. + 0,7 P.  
 SISMA  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 Perm. non strutt.

## **8. ANALISI SVOLTE**

### **8.1. TIPO DI ANALISI**

Vengono svolte sia l'analisi statica e che quella sismica, in accordo con la nuova Normativa Sismica (D.M.14.1.2008).

Si precisa come l'analisi sismica sia stata condotta a mezzo di considerazioni manuali in quanto il tipo di struttura e di vincolamento rende la modellazione sismica tramite il software ad elementi finiti non particolarmente significativa.

### **8.2. PRINCIPALI RISULTATI DELL' ANALISI**

Si rimanda alla lettura dei cap. 12 e 13 della presente relazione.

### **8.3. METODOLOGIA DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI**

Nello svolgimento dei calcoli, che porteranno poi ai risultati oggetto di verifica, verranno applicati i principi classici della Scienza delle Costruzioni tenendo conto dei parametri geotecnici ipotizzati e nel pieno rispetto dei livelli di sicurezza previsti dalla vigente normativa.

In particolare per la valutazione delle capacità prestazionali ultime delle sezioni di elementi monodimensionali nei confronti di sforzo normale e flessione, si adotteranno le seguenti ipotesi :

- ☐ conservazione delle sezioni piane;
- ☐ perfetta aderenza tra acciaio e cls;
- ☐ resistenza a trazione del cls nulla ( se ne terrà conto in caso di sforzo tagliante );
- ☐ resistenza a trazione della muratura nulla;
- ☐ deformazione massima del cls compresso pari a 3,5 ‰ nel caso di flessione semplice e composta con asse neutro che interseca la sezione;
- ☐ deformazione massima del cls compresso variabile da a 2,0 ‰ a 3,5 ‰ nel caso di flessione semplice e composta con asse neutro che esterno alla sezione con distanza dal baricentro che tende all' infinito ( compressione semplice );
- ☐ massima resistenza del cls pari a  $f_{cd}$ ;
- ☐ diagramma di calcolo tensione-deformazione del cls di tipo parabola-rettangolo;
- ☐ diagramma di calcolo tensione-deformazione dell' acciaio di tipo bilineare.

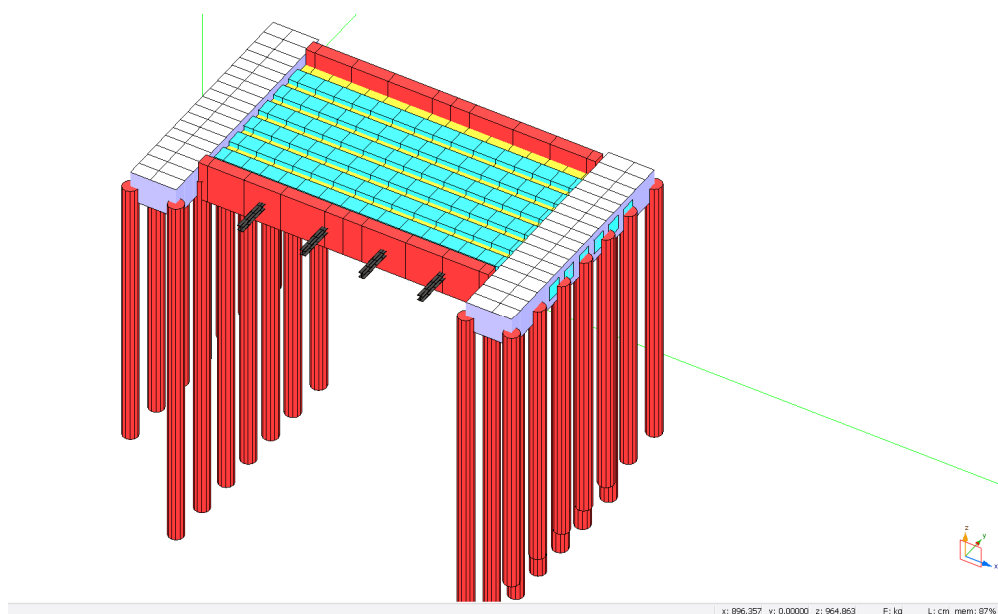
In particolare verranno effettuate le seguenti verifiche:

- ❑ C.a. : SLU, SLE in combinazione frequente con controllo delle tensioni e della fessurazione.
- ❑ Acciaio: SLU, SLE in combinazione rara con controllo degli spostamenti verticali e laterali.

Per ulteriori precisazioni riguardo le verifiche si rimanda alla lettura dei capitoli successivi della presente relazione.

#### 8.4. MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E DELLE PROPRIETA' MECCANICHE

E' stata effettuata una modellazione tridimensionale della struttura con un particolare occhio di riguardo alle reali dimensioni delle strutture in oggetto.



Rappresentazione solida

Figura 09

La tipologia e le caratteristiche meccaniche dei singoli elementi strutturali sono state assegnate manualmente come segue:

##### Pali di fondazione

Tipologia elemento: Trave a sezione poligonale

Modulo di elasticità: 300'000 daN/cm<sup>2</sup>

Modulo di elasticità tangenziale: 150'000 daN/cm<sup>2</sup>

##### Travi e nervature longitudinali

Tipologia elemento: Trave

Modulo di elasticità: 300'000 daN/cm<sup>2</sup>

Modulo di elasticità tangenziale: 150'000 daN/cm<sup>2</sup>

#### Soletta in c.a.

Tipologia elemento: Guscio

Modulo di elasticità: 300'000 daN/cm<sup>2</sup>

Coefficiente di Poisson: 0,2

#### Elementi in acciaio da carpenteria (passerella pedonale)

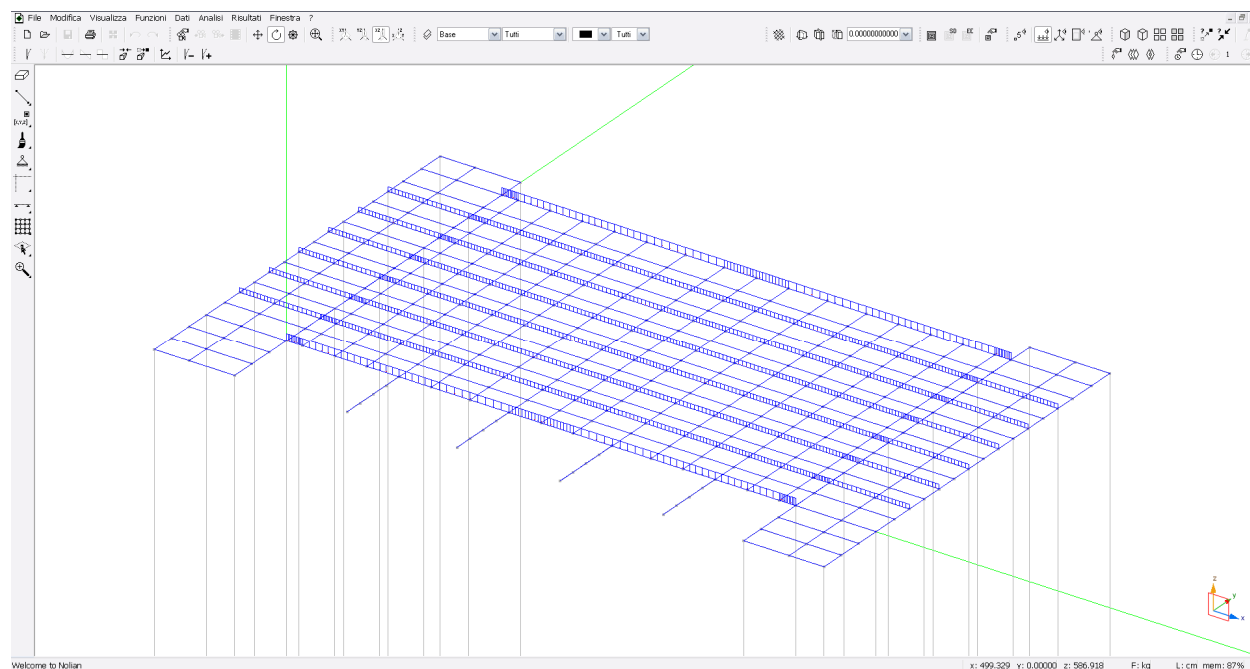
Tipologia elementi: Trave

Modulo di elasticità: 2'100'000 daN/cm<sup>2</sup>

Modulo di elasticità tangenziale: 810'000 daN/cm<sup>2</sup>

### **8.5. MODELLAZIONE DELLE AZIONI**

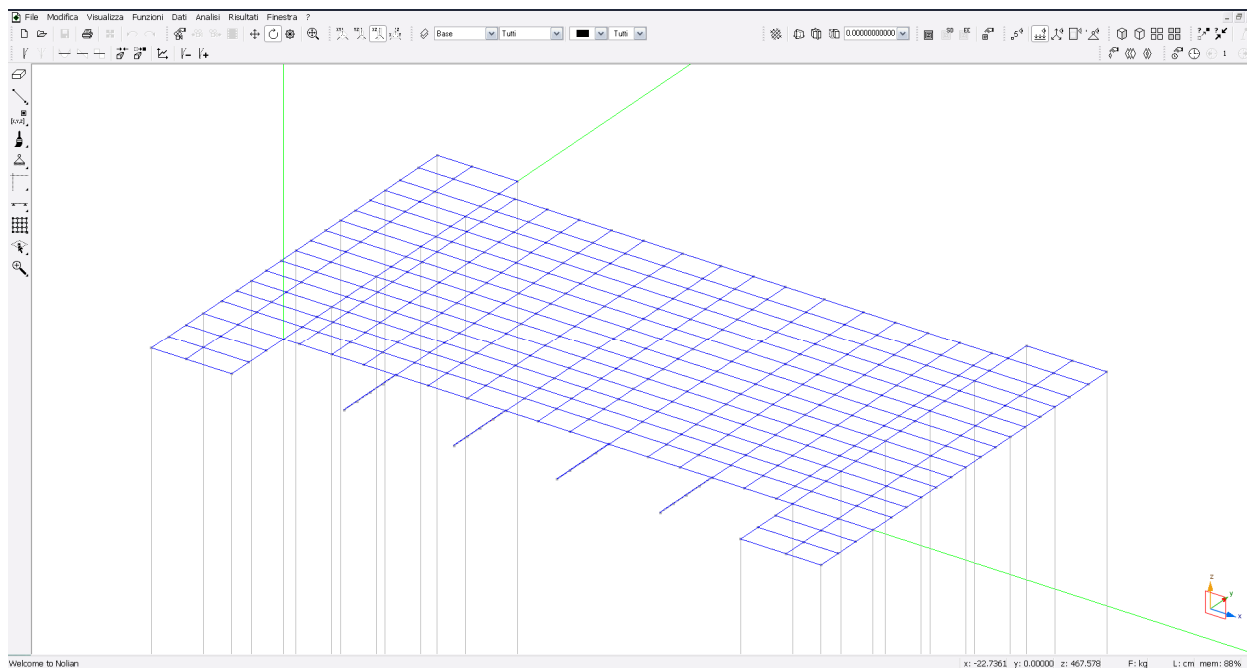
Le azioni statiche agenti sugli elementi strutturali (carichi permanenti, permanenti non strutturali e variabili) sono state calcolate ed assegnate manualmente utilizzando il metodo delle aree di influenza.



Rappresentazione carichi permanenti (Perm. Strutturali)

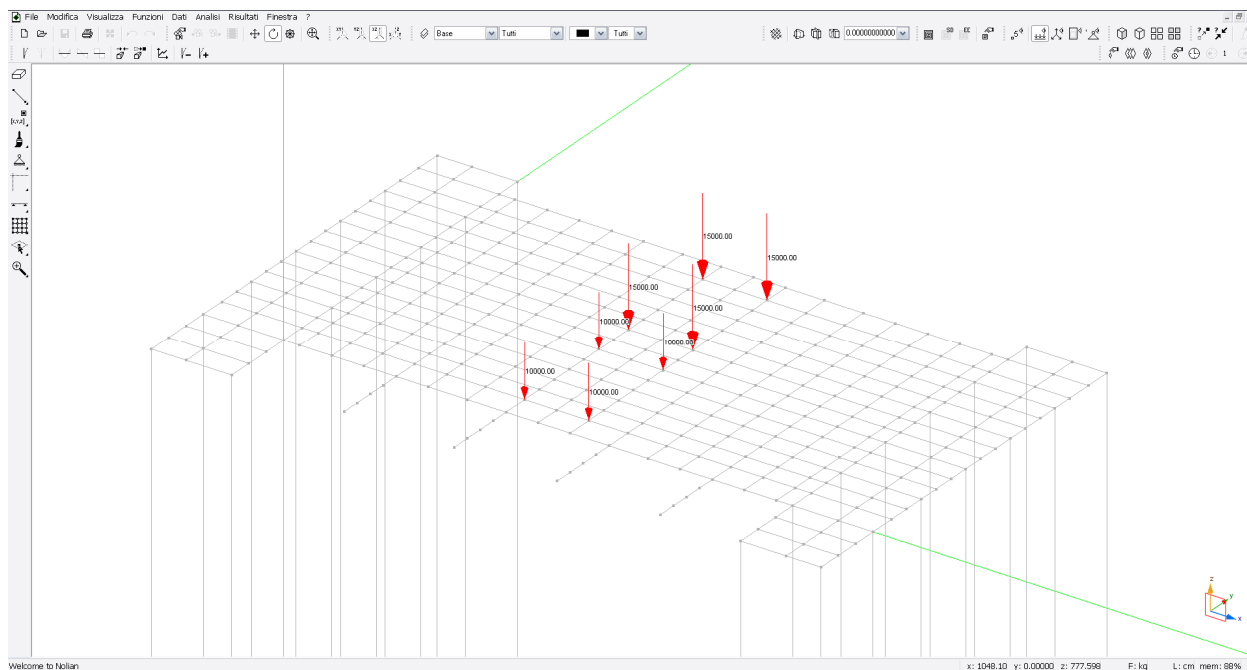
Figura 10





Rappresentazione carichi permanenti (Perm. Non Strutturali)

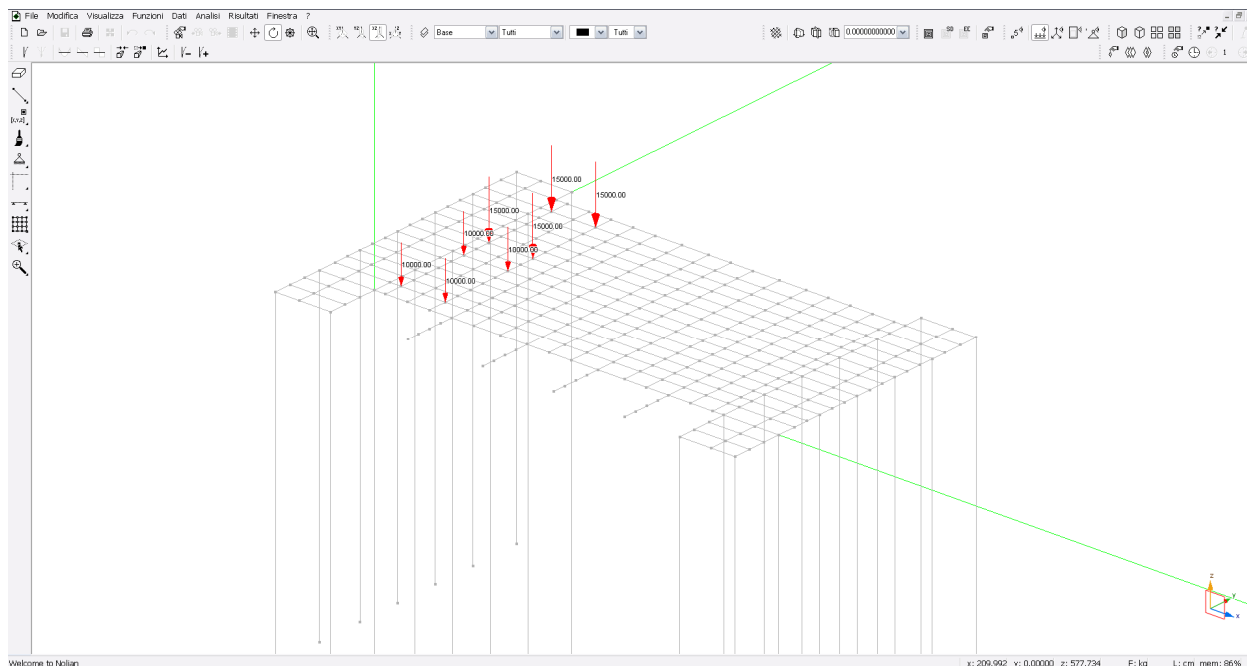
Figura 11



Rappresentazione carichi accidentali mobili (T.) (posizione 1)

(Schema di carico 1)

Figura 12

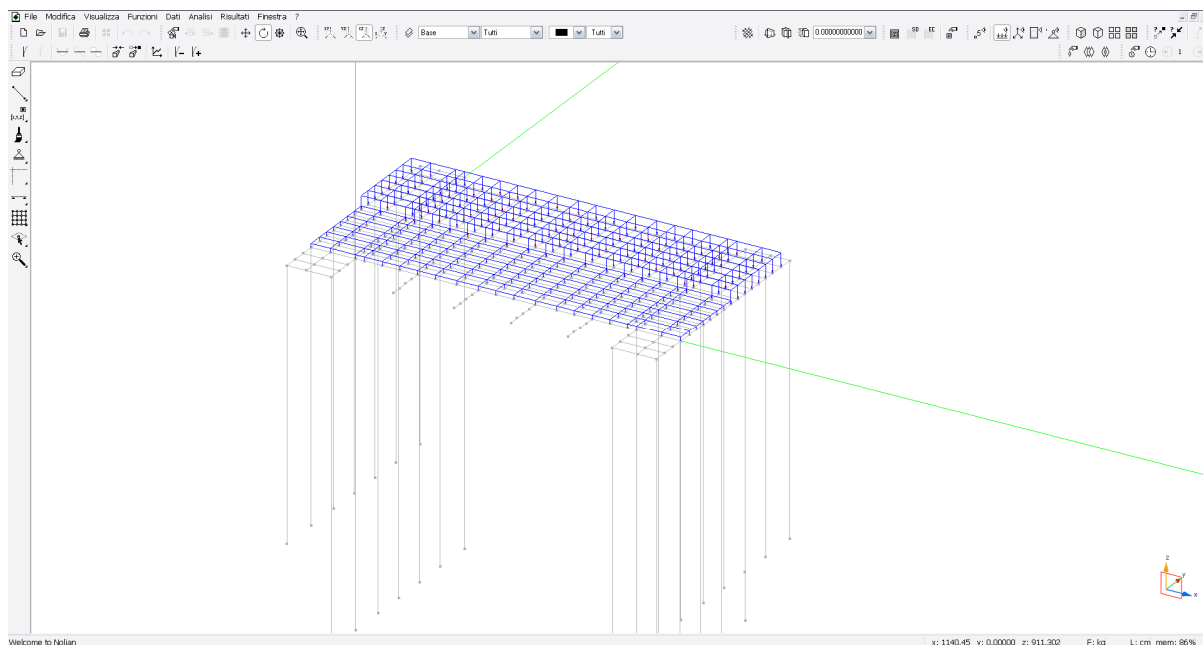


Rappresentazione carichi accidentali mobili (T.) (posizione 2)

(Schema di carico 1)

Figura 13

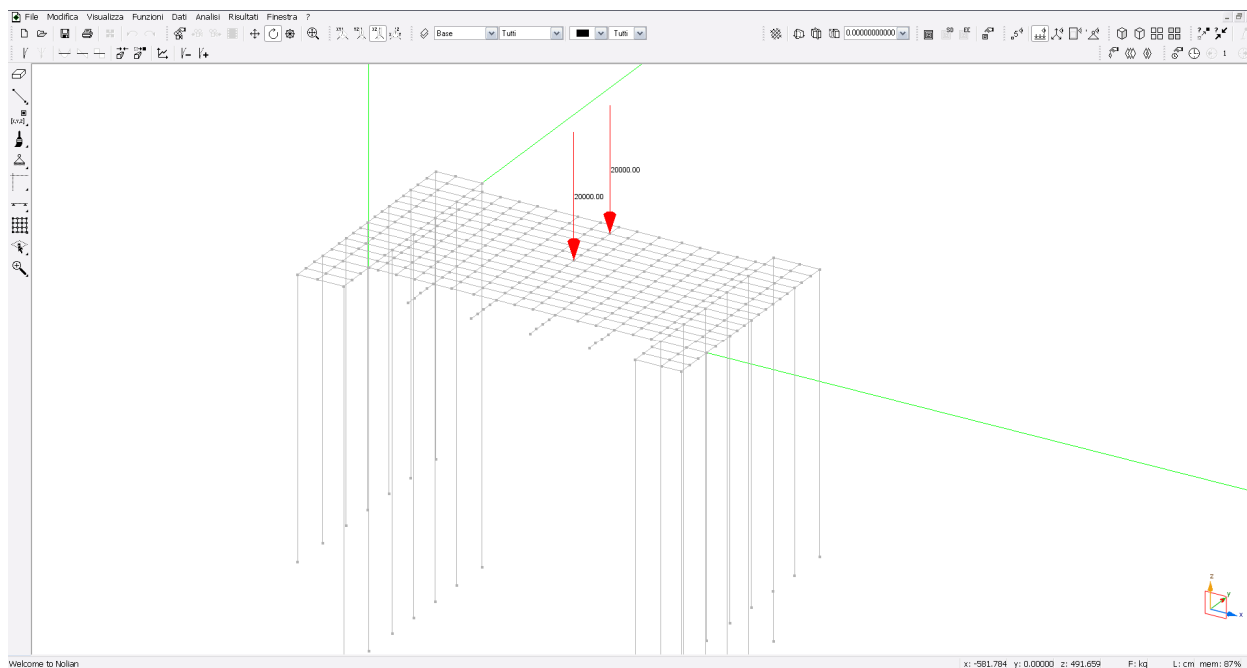
N.B.: sono state svolte anche ulteriori modellazioni nelle quali è stato variato il posizionamento del carico mobile per massimizzare il valore di sollecitazione sui vari elementi delle quali non si è riportata la raffigurazione per semplicità.



Rappresentazione carichi accidentali mobili (D.)

(Schema di carico 1)

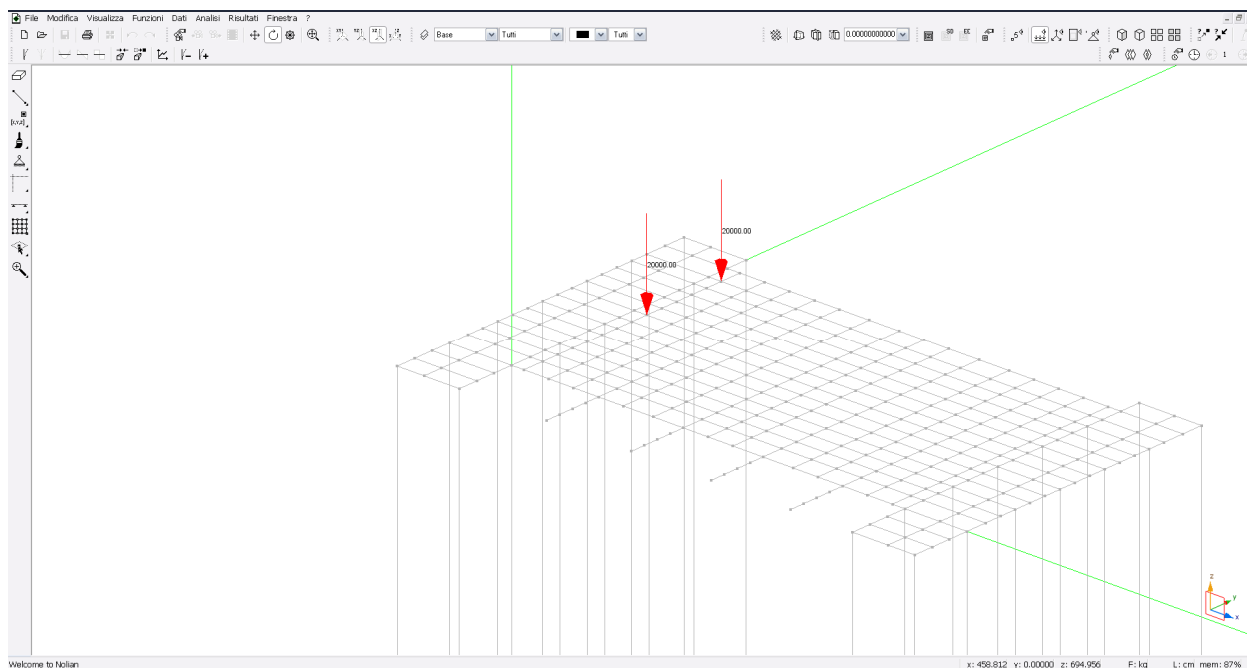
Figura 14



Rappresentazione carichi accidentali mobili (A.) (posizione 1)

(Schema di carico 2)

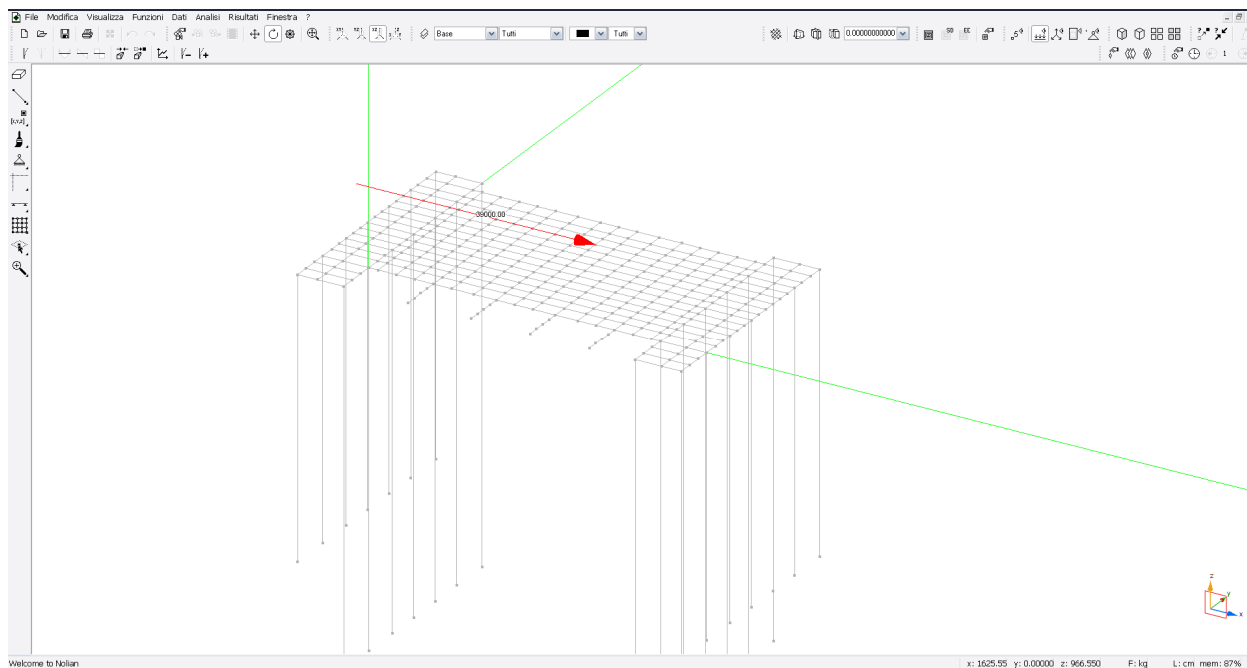
Figura 15



Rappresentazione carichi accidentali mobili (A.) (posizione 2)

(Schema di carico 2)

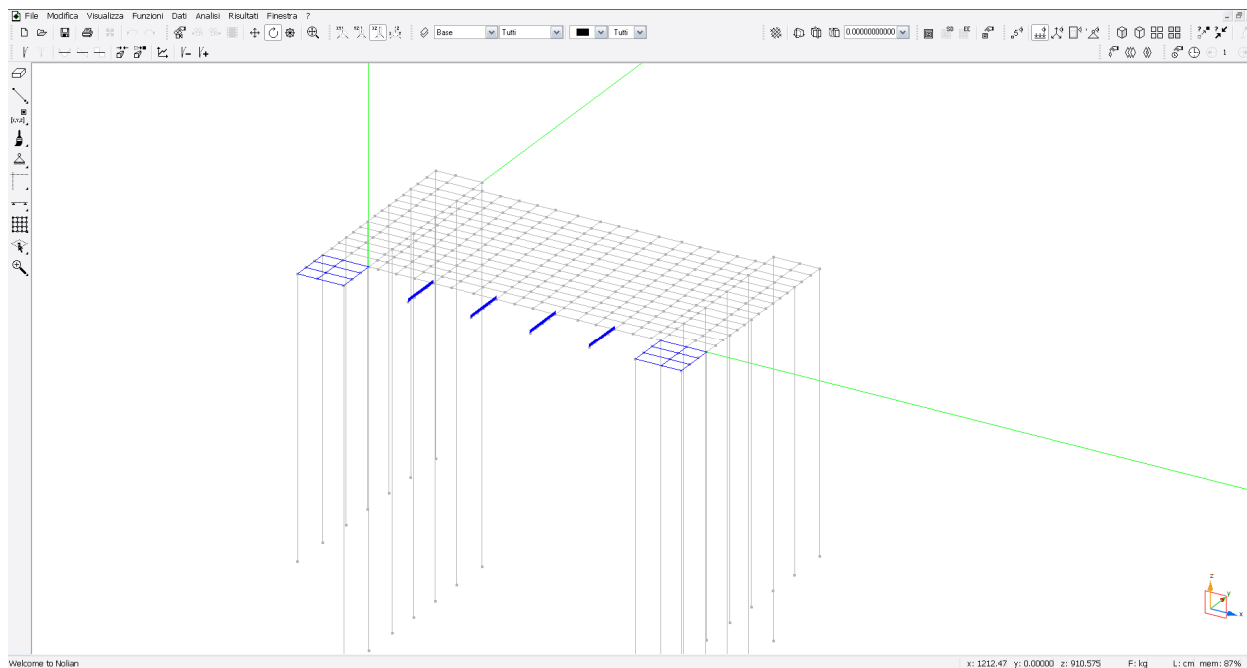
Figura 16



Rappresentazione carichi accidentali mobili (F.)

(Schema di carico 2)

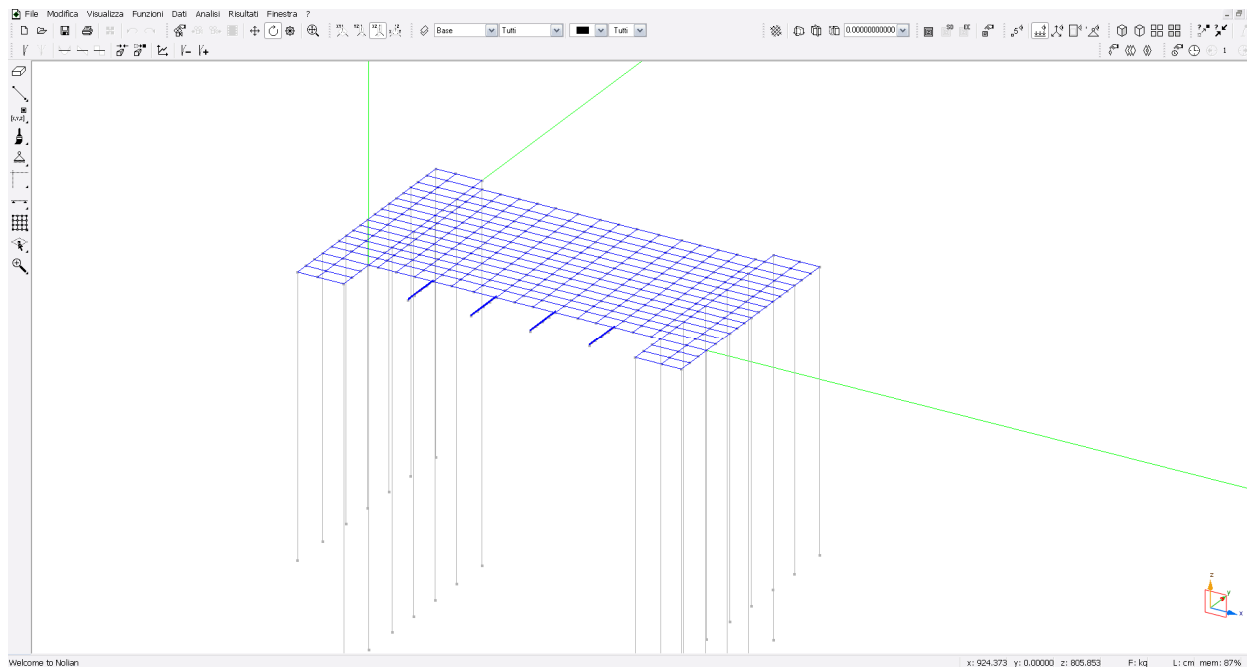
*Figura 17*



Rappresentazione carichi accidentali folla (P.)

(Schema di carico 5)

*Figura 18*

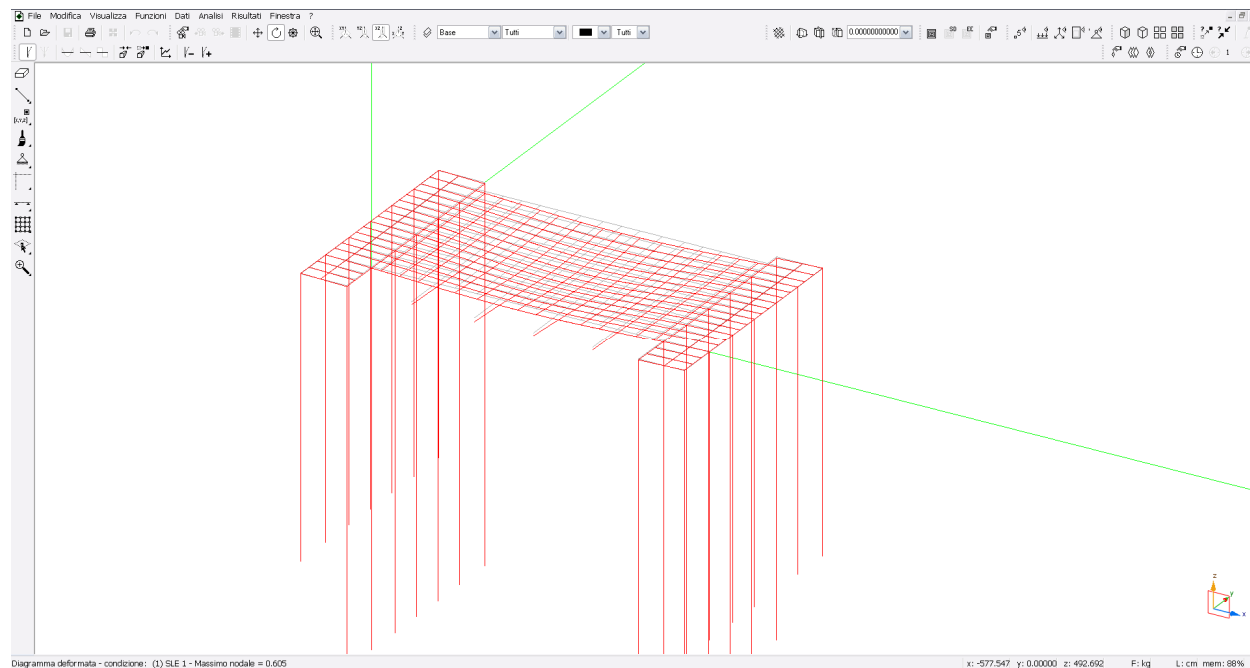


Rappresentazione carichi accidentali neve

Figura 19

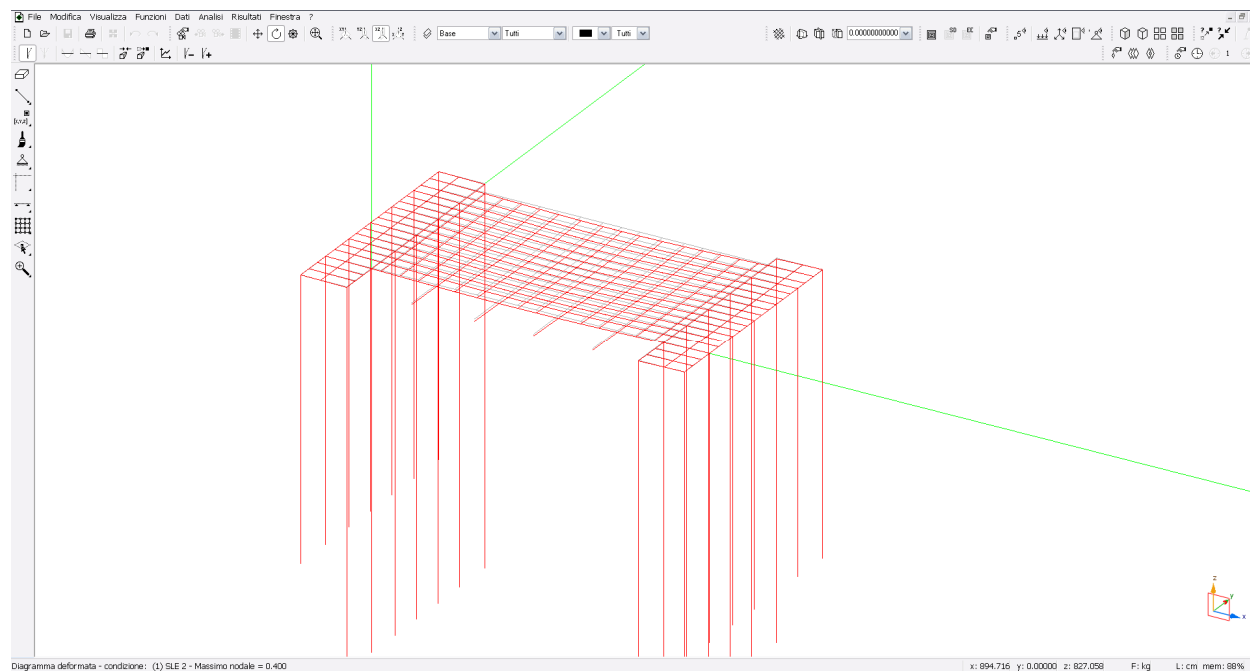
## 8.6. DEFORMATE E SOLLECITAZIONI PER CONDIZIONI DI CARICO

### RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE DEFORMATE (CONDIZIONI DI CARICO MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE)



Condizione di carico SLE 1 (scala x50)

Figura 20

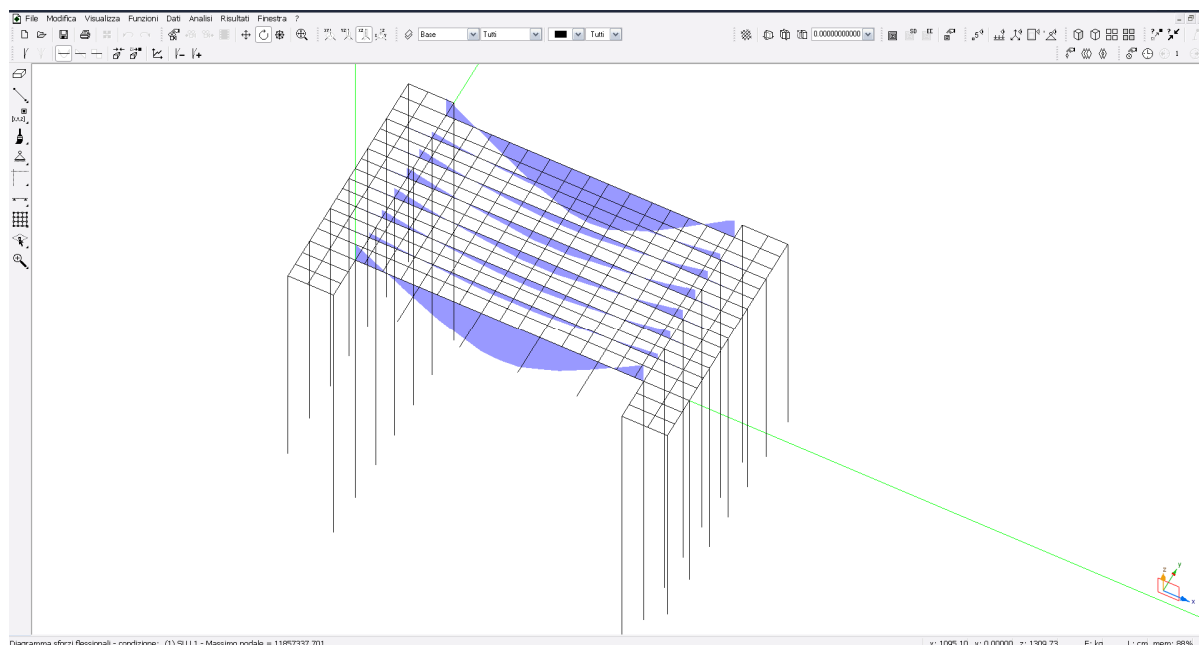


Condizione di carico SLE 2 (scala x50)

Figura 21

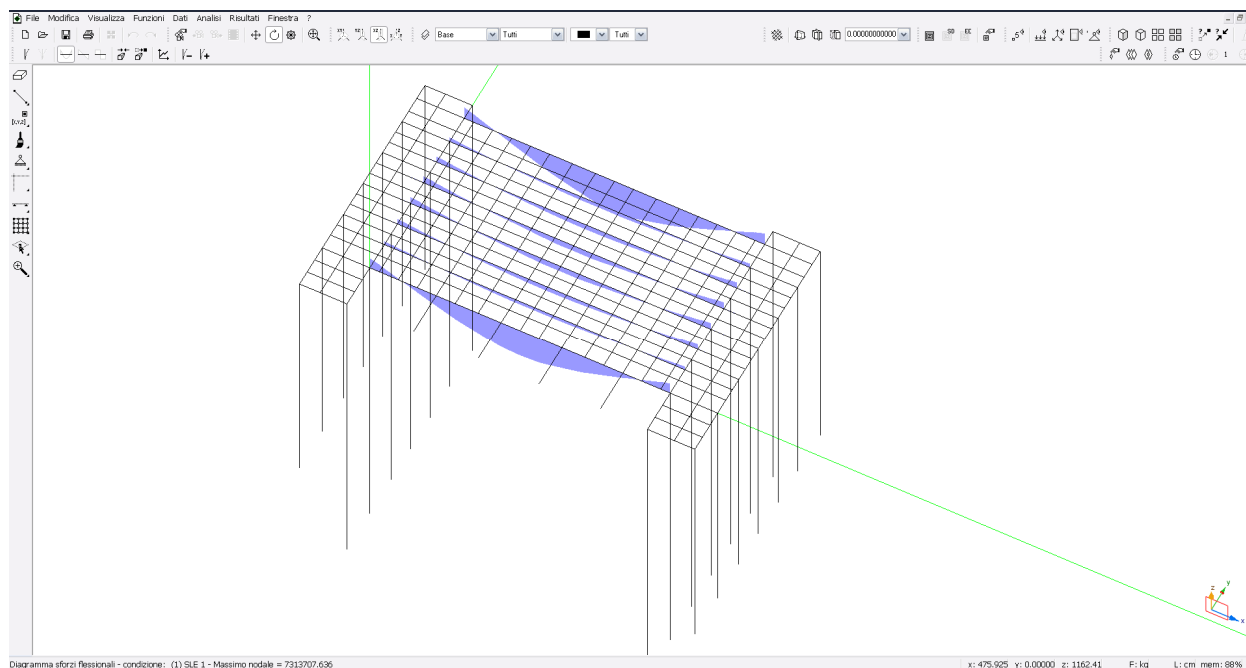
## 8.7. INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE

N.B.: Per semplicità di lettura sono state riportate esclusivamente le rappresentazioni grafiche delle sollecitazioni riferite agli elementi monodimensionali.



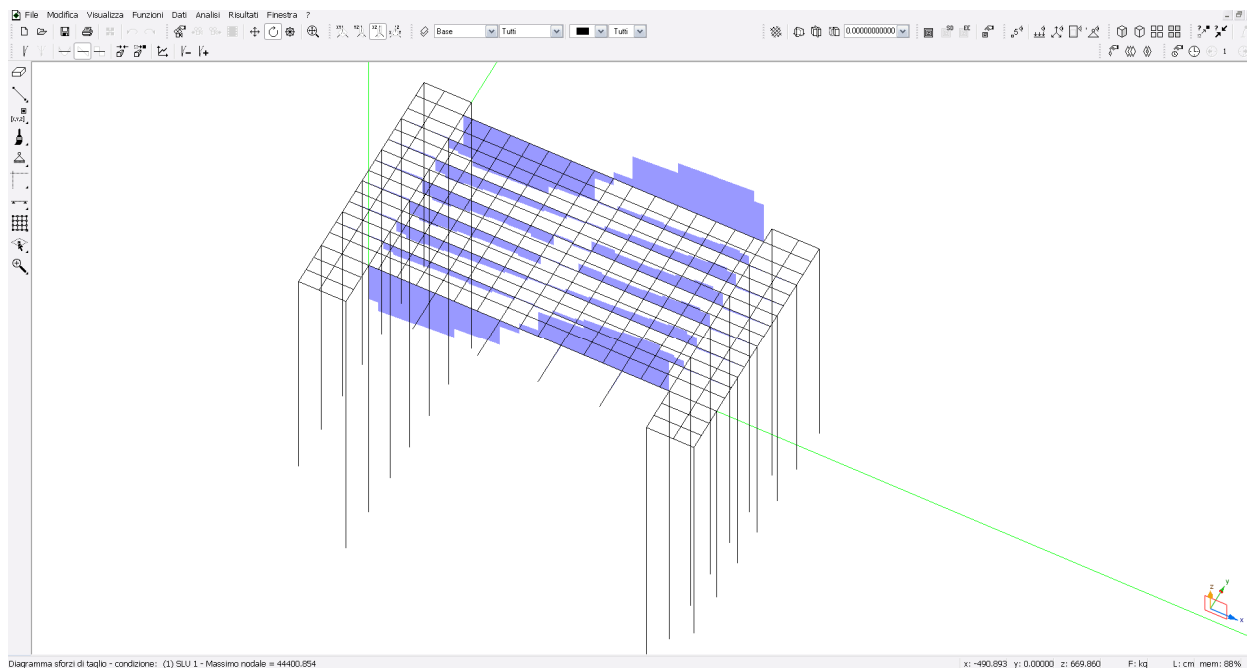
$M_{sd}$  SLU 1 (scala x0,0005)

Figura 22



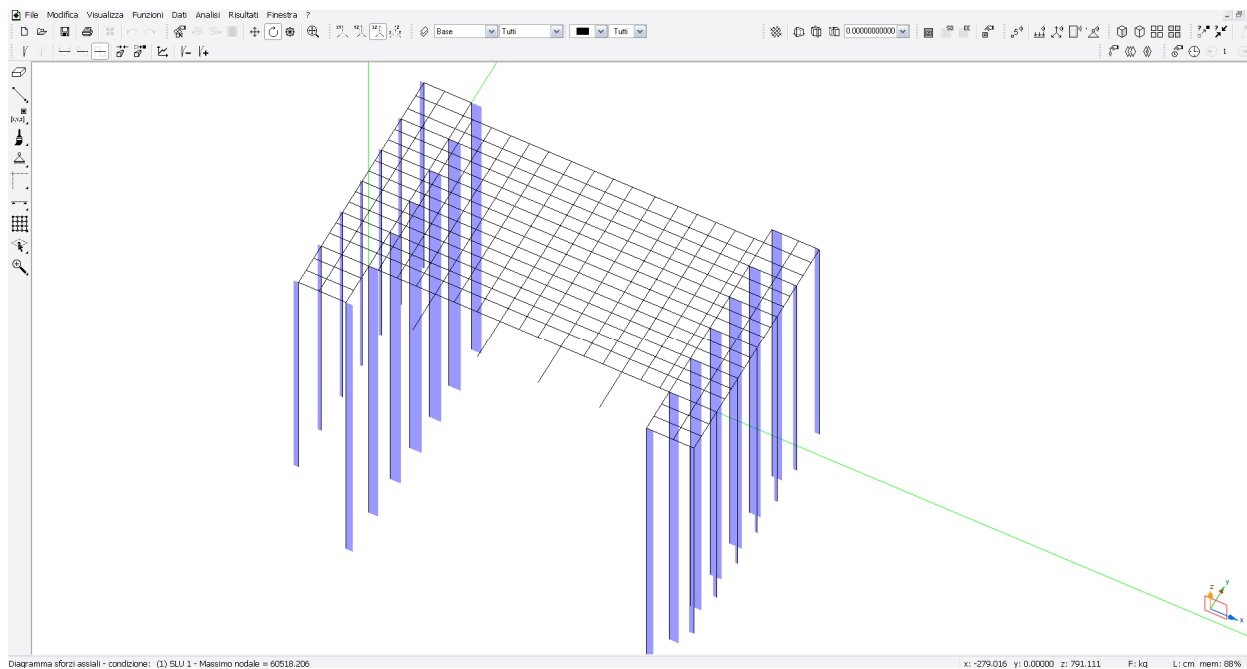
$M_{sd}$  SLE 1 (scala x0,0005)

Figura 23



$V_{sd}$  SLU 1 (scala x0,005)

Figura 24

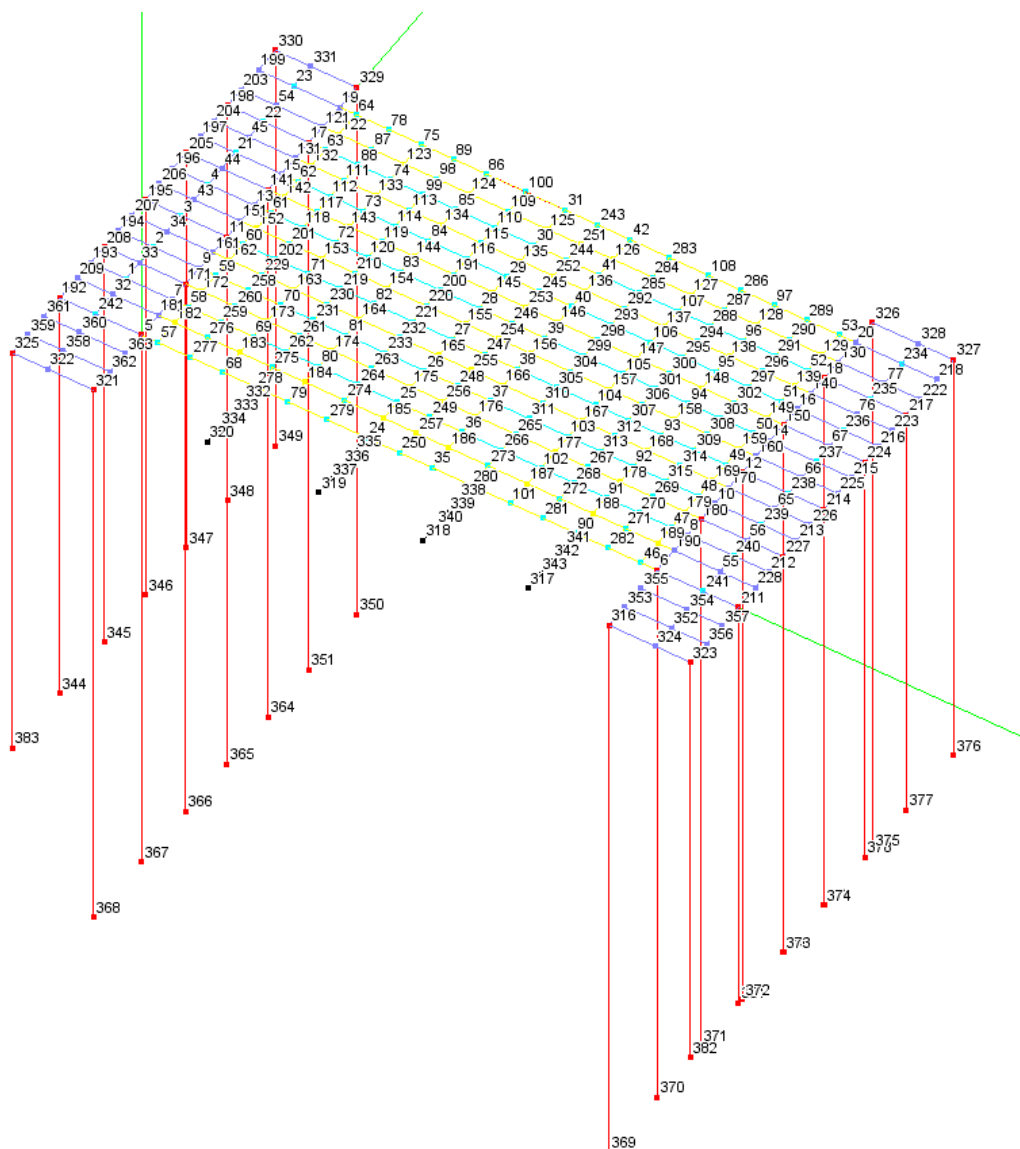


$N_{sd}$  SLU 1 (scala x0,005)

Figura 25



## 8.8. REAZIONI VINCOLARI



### REAZIONI "FATICA (CICLICA 2)" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
6	-8.53503e-048	-7.88861e-031	0	0	0	0
11	-6.31089e-030	2.83219e-047	0	0	0	0
12	-8.81649e-048	4.53879e-050	0	0	0	0
17	-5.06688e-048	2.15754e-047	0	0	0	0
18	6.31089e-030	-1.57772e-030	0	0	0	0
141	-6.31089e-030	3.34446e-047	0	0	0	0
150	-6.31089e-030	-2.34591e-048	0	0	0	0
171	2.03374e-048	2.93443e-047	0	0	0	0
180	-7.31579e-048	1.57772e-030	0	0	0	0
192	-1.57772e-030	0	0	0	0	0

195	1.59219e-048	0	0	0	0	0
198	2.502e-048	0	0	0	0	0
205	-7.88861e-031	0	0	0	0	0
208	1.81921e-048	0	0	0	0	0
211	1.85037e-047	2.47682e-047	0	0	0	0
214	-7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0
217	8.93998e-048	4.86315e-047	0	0	0	0
224	2.40065e-047	1.88e-047	0	0	0	0
227	2.21792e-047	-1.97215e-031	0	0	0	0
316	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
321	-5.59926e-048	0	0	0	0	0
323	-1.92185e-047	-7.2171e-047	0	0	0	0
325	4.5026e-048	0	0	0	0	0
326	-8.6385e-048	-7.88861e-031	0	0	0	0
327	4.05222e-048	0	0	0	0	0
329	-6.31089e-030	0	0	0	0	0
330	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
344	0	0	-5495.38	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
345	0	0	-3663.9	6.05845e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
346	0	0	-3206.69	8.07794e-028	2.42338e-027	7.00649e-046
347	0	0	-3613.04	8.07794e-028	4.03897e-027	1.4013e-045
348	0	0	-5039.05	1.21169e-027	3.23117e-027	1.4013e-045
349	0	0	-8156.55	1.61559e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
350	0	0	23196.1	-3.23117e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
351	0	0	26372.9	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
364	0	0	26894.5	-4.84676e-027	-1.29247e-026	7.00649e-045
365	0	0	26120.5	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
366	0	0	24029.5	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
367	0	0	20654.8	-3.23117e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
368	0	0	15035.9	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
369	0	0	15073	-2.42338e-027	-9.69352e-027	2.8026e-045
370	0	0	20684.7	-4.84676e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
371	0	0	24047.4	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
372	0	0	26130.1	-3.23117e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
373	0	0	26899.1	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
374	0	0	26375.1	-4.84676e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
375	0	0	23197.3	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
376	0	0	-8161.19	1.61559e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
377	0	0	-5044.53	1.21169e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
378	0	0	-3618.98	6.05845e-028	3.23117e-027	1.22614e-045
379	0	0	-3211.65	6.05845e-028	3.23117e-027	1.05097e-045
380	0	0	-3665.08	8.07794e-028	3.23117e-027	1.22614e-045
381	0	0	-5488.81	1.21169e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
382	0	0	-9054.88	2.01948e-027	8.07794e-027	2.72599e-045
383	0	0	-9068.26	1.61559e-027	8.07794e-027	3.50325e-045

# **REAZIONI "FATICA (CICLICA 1)" (Fase 1)**

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-6.31089e-030	1.0938e-046	0	0	0	0
6	-1.16056e-047	-1.57772e-030	0	0	0	0
11	-2.56962e-048	3.30247e-047	0	0	0	0
12	6.31089e-030	1.84349e-049	0	0	0	0
17	-6.31089e-030	2.26255e-047	0	0	0	0
18	-6.31089e-030	-1.69715e-048	0	0	0	0
141	6.64854e-048	3.92769e-047	0	0	0	0
150	-1.0411e-047	-1.57772e-030	0	0	0	0
171	6.03488e-048	3.50957e-047	0	0	0	0
180	-9.84521e-048	-2.31142e-048	0	0	0	0
192	4.52727e-048	0	0	0	0	0

195	-1.57772e-030	-3.9443e-031	0	0	0	0
198	1.57772e-030	0	0	0	0	0
205	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
208	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
211	2.82523e-047	4.59465e-047	0	0	0	0
214	-1.57772e-030	-3.9443e-031	0	0	0	0
217	-3.15544e-030	8.11573e-047	0	0	0	0
224	-1.57772e-030	3.95491e-047	0	0	0	0
227	-1.57772e-030	3.9443e-031	0	0	0	0
316	-7.64257e-048	7.88861e-031	0	0	0	0
321	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
323	-3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
325	6.80632e-048	-7.88861e-031	0	0	0	0
326	-1.09873e-047	0	0	0	0	0
327	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
329	-1.09869e-047	0	0	0	0	0
330	6.10817e-048	0	0	0	0	0
344	0	0	-9117.94	1.61559e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
345	0	0	-6695.82	1.21169e-027	6.46235e-027	2.10195e-045
346	0	0	-6047.76	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
347	0	0	-6519.02	1.21169e-027	6.46235e-027	2.45227e-045
348	0	0	-8318.78	1.61559e-027	6.46235e-027	2.10195e-045
349	0	0	-12301.9	2.42338e-027	9.69352e-027	4.2039e-045
350	0	0	29503.5	-4.84676e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
351	0	0	33980.4	-6.46235e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
364	0	0	35152.7	-6.46235e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
365	0	0	34622.3	-6.46235e-027	-1.9387e-026	8.40779e-045
366	0	0	32223.8	-6.46235e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
367	0	0	28055.1	-4.84676e-027	-1.29247e-026	7.00649e-045
368	0	0	20485.8	-4.84676e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
369	0	0	20522.9	-1.61559e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
370	0	0	28085.1	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
371	0	0	32241.7	-6.46235e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
372	0	0	34631.9	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
373	0	0	35157.3	-6.46235e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
374	0	0	33982.6	-6.46235e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
375	0	0	29504.7	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
376	0	0	-12306.5	2.42338e-027	1.29247e-026	4.2039e-045
377	0	0	-8324.26	1.61559e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
378	0	0	-6524.97	1.21169e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
379	0	0	-6052.72	1.21169e-027	6.46235e-027	2.45227e-045
380	0	0	-6697	1.61559e-027	6.46235e-027	2.10195e-045
381	0	0	-9111.36	1.61559e-027	8.07794e-027	3.50325e-045
382	0	0	-13694.6	2.42338e-027	1.29247e-026	5.48966e-045
383	0	0	-13708	2.42338e-027	9.69352e-027	4.90454e-045

#### REAZIONI "FATICA (BASE)" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	3.15544e-030	7.49746e-047	0	0	0	0
6	-7.25675e-048	3.38012e-047	0	0	0	0
11	-5.54952e-048	2.66337e-047	0	0	0	0
12	-7.26287e-048	-1.65307e-050	0	0	0	0
17	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
18	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
141	-3.21717e-049	2.94392e-047	0	0	0	0
150	-3.15544e-030	-1.94616e-048	0	0	0	0
171	-9.05206e-049	2.83305e-047	0	0	0	0
180	-6.24469e-048	-1.65068e-048	0	0	0	0
192	-7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0

195	-3.9443e-031	0	0	0	0	0
198	1.43988e-048	0	0	0	0	0
205	8.18496e-049	-9.86076e-032	0	0	0	0
208	8.3974e-049	0	0	0	0	0
211	1.35901e-047	1.15901e-047	0	0	0	0
214	8.58349e-048	-3.01549e-048	0	0	0	0
217	5.81506e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
224	-3.9443e-031	5.28563e-048	0	0	0	0
227	-3.9443e-031	2.29611e-048	0	0	0	0
316	-3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
321	3.15544e-030	0	0	0	0	0
323	-1.57772e-030	-5.74119e-047	0	0	0	0
325	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
326	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
327	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
329	-6.48053e-048	0	0	0	0	0
330	2.78613e-048	0	0	0	0	0
344	0	0	-3435.22	4.03897e-028	3.23117e-027	1.4013e-045
345	0	0	-1691.24	4.03897e-028	1.61559e-027	4.37906e-046
346	0	0	-1266.43	3.02923e-028	1.21169e-027	5.25487e-046
347	0	0	-1648.45	2.01948e-028	1.21169e-027	6.13068e-046
348	0	0	-2899.92	8.07794e-028	1.61559e-027	8.75812e-046
349	0	0	-5611.27	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
350	0	0	17402.4	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
351	0	0	20453.2	-1.61559e-027	-1.29247e-026	3.50325e-045
364	0	0	21577.6	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
365	0	0	21708.9	-4.84676e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
366	0	0	20669	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
367	0	0	18246.7	-3.23117e-027	-1.61559e-026	2.8026e-045
368	0	0	13354.5	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.10195e-045
369	0	0	13391.6	-3.23117e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
370	0	0	18276.6	-3.23117e-027	-1.29247e-026	3.50325e-045
371	0	0	20686.9	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
372	0	0	21718.4	-3.23117e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
373	0	0	21582.2	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
374	0	0	20455.4	-3.23117e-027	-6.46235e-027	3.50325e-045
375	0	0	17403.6	-3.23117e-027	-1.29247e-026	3.50325e-045
376	0	0	-5615.91	8.07794e-028	4.84676e-027	2.10195e-045
377	0	0	-2905.4	6.05845e-028	2.42338e-027	8.75812e-046
378	0	0	-1654.39	3.02923e-028	1.61559e-027	7.00649e-046
379	0	0	-1271.39	3.02923e-028	1.21169e-027	4.37906e-046
380	0	0	-1692.42	4.03897e-028	1.61559e-027	5.25487e-046
381	0	0	-3428.65	8.07794e-028	3.23117e-027	1.05097e-045
382	0	0	-6785.02	1.21169e-027	6.46235e-027	2.04421e-045
383	0	0	-6798.4	1.21169e-027	8.07794e-027	2.8026e-045

#### REAZIONI "SLE 4" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
6	-3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
11	-5.56754e-048	-7.88861e-031	0	0	0	0
12	-7.36181e-048	-1.41563e-050	0	0	0	0
17	-3.15544e-030	1.94704e-047	0	0	0	0
18	3.15544e-030	-1.09972e-048	0	0	0	0
141	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
150	3.15544e-030	-1.96865e-048	0	0	0	0
171	-8.57989e-049	2.86618e-047	0	0	0	0
180	3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
192	1.742e-048	0	0	0	0	0

195	-3.9443e-031	-9.86076e-032	0	0	0	0
198	-7.88861e-031	0	0	0	0	0
205	8.46881e-049	0	0	0	0	0
208	8.68096e-049	0	0	0	0	0
211	1.38393e-047	1.19212e-047	0	0	0	0
214	8.7594e-048	-2.78534e-048	0	0	0	0
217	7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0
224	-3.9443e-031	9.86076e-032	0	0	0	0
227	-7.88861e-031	2.59216e-048	0	0	0	0
316	-5.07591e-048	0	0	0	0	0
321	-5.0589e-048	0	0	0	0	0
323	-1.0517e-047	-5.82809e-047	0	0	0	0
325	3.42931e-048	-3.9443e-031	0	0	0	0
326	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
327	2.83899e-048	-3.9443e-031	0	0	0	0
329	-6.55835e-048	7.88861e-031	0	0	0	0
330	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
344	0	0	-3508.39	6.05845e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
345	0	0	-1748.35	4.03897e-028	1.61559e-027	5.25487e-046
346	0	0	-1320.26	3.02923e-028	1.21169e-027	5.25487e-046
347	0	0	-1705.62	3.02923e-028	1.21169e-027	5.25487e-046
348	0	0	-2969.78	6.05845e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
349	0	0	-5712	8.07794e-028	4.84676e-027	2.45227e-045
350	0	0	17611.4	-2.42338e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
351	0	0	20707.9	-3.23117e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
364	0	0	21855.5	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
365	0	0	22000.1	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
366	0	0	20964.6	-4.84676e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
367	0	0	18537.2	-2.42338e-027	-1.61559e-026	2.10195e-045
368	0	0	13584.9	-2.42338e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
369	0	0	13630.5	-2.42338e-027	-6.46235e-027	3.50325e-045
370	0	0	18574.2	-4.03897e-027	-9.69352e-027	4.90454e-045
371	0	0	20986.8	-4.84676e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
372	0	0	22012	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
373	0	0	21861.3	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
374	0	0	20710.6	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
375	0	0	17612.8	-3.23117e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
376	0	0	-5717.74	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
377	0	0	-2976.53	4.03897e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
378	0	0	-1712.91	5.04871e-028	1.21169e-027	4.37906e-046
379	0	0	-1326.3	3.02923e-028	1.21169e-027	4.37906e-046
380	0	0	-1749.71	3.02923e-028	1.61559e-027	7.00649e-046
381	0	0	-3500.27	6.05845e-028	3.23117e-027	1.05097e-045
382	0	0	-6890.3	1.21169e-027	6.46235e-027	2.39362e-045
383	0	0	-6906.64	1.21169e-027	6.46235e-027	2.45227e-045

### REAZIONI "SLE 3" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-8.54872e-048	7.75319e-047	0	0	0	0
6	-7.41478e-048	7.88861e-031	0	0	0	0
11	-5.41856e-048	2.66323e-047	0	0	0	0
12	3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
17	3.15544e-030	1.91191e-047	0	0	0	0
18	-3.15544e-030	-1.08647e-048	0	0	0	0
141	-9.29502e-050	7.88861e-031	0	0	0	0
150	-3.15544e-030	-1.94869e-048	0	0	0	0
171	-7.87934e-049	7.88861e-031	0	0	0	0
180	-6.35447e-048	7.88861e-031	0	0	0	0
192	-7.88861e-031	0	0	0	0	0

195	6.97723e-049	0	0	0	0	0
198	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
205	8.88401e-049	-9.86076e-032	0	0	0	0
208	8.90993e-049	0	0	0	0	0
211	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
214	-3.9443e-031	-9.86076e-032	0	0	0	0
217	5.97139e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
224	1.69047e-047	6.34776e-048	0	0	0	0
227	1.63482e-047	9.86076e-032	0	0	0	0
316	-5.23136e-048	0	0	0	0	0
321	-5.19769e-048	0	0	0	0	0
323	-1.57772e-030	3.9443e-031	0	0	0	0
325	3.36446e-048	-3.9443e-031	0	0	0	0
326	-6.5053e-048	0	0	0	0	0
327	2.84406e-048	-3.9443e-031	0	0	0	0
329	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
330	1.57772e-030	0	0	0	0	0
344	0	0	-3472.3	8.07794e-028	3.23117e-027	1.22614e-045
345	0	0	-1794.46	3.02923e-028	1.61559e-027	6.13068e-046
346	0	0	-1405.22	3.02923e-028	1.21169e-027	4.37906e-046
347	0	0	-1789.24	4.03897e-028	1.21169e-027	7.00649e-046
348	0	0	-3024.75	8.07794e-028	3.23117e-027	1.05097e-045
349	0	0	-5716.42	1.21169e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
350	0	0	17466.1	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
351	0	0	20533.7	-3.23117e-027	-1.29247e-026	3.50325e-045
364	0	0	21696.3	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
365	0	0	21909.8	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
366	0	0	21021.8	-3.23117e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
367	0	0	18824.6	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
368	0	0	13957.6	-2.42338e-027	-9.69352e-027	2.8026e-045
369	0	0	14048	-2.42338e-027	-6.46235e-027	2.8026e-045
370	0	0	18898.5	-2.42338e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
371	0	0	21066.4	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
372	0	0	21933.7	-3.23117e-027	-1.9387e-026	2.8026e-045
373	0	0	21708	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
374	0	0	20539.2	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
375	0	0	17468.9	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
376	0	0	-5727.95	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
377	0	0	-3038.19	8.07794e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
378	0	0	-1803.6	4.03897e-028	1.61559e-027	6.13068e-046
379	0	0	-1416.94	2.01948e-028	1.61559e-027	5.25487e-046
380	0	0	-1796.77	4.03897e-028	1.21169e-027	4.37906e-046
381	0	0	-3456.07	8.07794e-028	3.23117e-027	8.75812e-046
382	0	0	-6744.12	1.21169e-027	6.46235e-027	2.39465e-045
383	0	0	-6776.03	1.21169e-027	6.46235e-027	2.8026e-045

#### REAZIONI "SLE 2" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	3.15544e-030	8.29279e-047	0	0	0	0
6	3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
11	6.31089e-030	-1.57772e-030	0	0	0	0
12	-8.92747e-048	4.98107e-050	0	0	0	0
17	-6.31089e-030	2.17362e-047	0	0	0	0
18	6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
141	2.67059e-048	1.57772e-030	0	0	0	0
150	-6.31089e-030	-2.37447e-048	0	0	0	0
171	-6.31089e-030	2.94167e-047	0	0	0	0
180	-7.3923e-048	-1.83643e-048	0	0	0	0
192	-1.57772e-030	0	0	0	0	0

195	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
198	2.57787e-048	0	0	0	0	0
205	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
208	1.88918e-048	0	0	0	0	0
211	1.88547e-047	2.57095e-047	0	0	0	0
214	1.34622e-047	1.97215e-031	0	0	0	0
217	9.16319e-048	3.9443e-031	0	0	0	0
224	-7.88861e-031	1.97653e-047	0	0	0	0
227	2.26273e-047	1.68595e-047	0	0	0	0
316	-5.65781e-048	0	0	0	0	0
321	-5.64398e-048	0	0	0	0	0
323	-1.98492e-047	-7.32253e-047	0	0	0	0
325	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
326	-6.31089e-030	0	0	0	0	0
327	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
329	-8.79218e-048	0	0	0	0	0
330	1.57772e-030	-3.9443e-031	0	0	0	0
344	0	0	-5642.54	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
345	0	0	-3804.81	6.05845e-028	3.23117e-027	1.22614e-045
346	0	0	-3345.28	8.07794e-028	3.23117e-027	1.22614e-045
347	0	0	-3753.37	8.07794e-028	4.03897e-027	1.22614e-045
348	0	0	-5191.84	8.07794e-028	4.84676e-027	1.4013e-045
349	0	0	-8338.35	1.61559e-027	4.84676e-027	2.8026e-045
350	0	0	23610	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
351	0	0	26795.7	-4.84676e-027	-1.29247e-026	7.00649e-045
364	0	0	27274.3	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
365	0	0	26435.6	-6.46235e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
366	0	0	24269.5	-3.23117e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
367	0	0	20826.8	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
368	0	0	15156	-3.23117e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
369	0	0	15193.1	-2.42338e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
370	0	0	20856.7	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
371	0	0	24287.4	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
372	0	0	26445.2	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
373	0	0	27278.9	-4.84676e-027	-1.29247e-026	7.00649e-045
374	0	0	26798	-3.23117e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
375	0	0	23611.1	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
376	0	0	-8342.99	1.61559e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
377	0	0	-5197.32	1.21169e-027	6.46235e-027	1.75162e-045
378	0	0	-3759.31	8.07794e-028	4.03897e-027	1.22614e-045
379	0	0	-3350.24	8.07794e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
380	0	0	-3805.98	8.07794e-028	3.23117e-027	1.22614e-045
381	0	0	-5635.96	1.21169e-027	6.46235e-027	2.10195e-045
382	0	0	-9217.02	2.01948e-027	6.46235e-027	2.72465e-045
383	0	0	-9230.39	1.61559e-027	9.69352e-027	3.50325e-045

### REAZIONI "SLE 1" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
6	-6.31089e-030	5.69699e-047	0	0	0	0
11	-2.59631e-048	3.56095e-047	0	0	0	0
12	-6.31089e-030	1.98529e-049	0	0	0	0
17	-6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
18	6.31089e-030	3.15544e-030	0	0	0	0
141	7.22548e-048	4.3017e-047	0	0	0	0
150	-6.31089e-030	-3.20717e-048	0	0	0	0
171	-6.31089e-030	3.72289e-047	0	0	0	0
180	-1.06086e-047	-2.47421e-048	0	0	0	0
192	5.05363e-048	0	0	0	0	0

195	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
198	4.47729e-048	0	0	0	0	0
205	3.52872e-048	0	0	0	0	0
208	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
211	3.10448e-047	5.19835e-047	0	0	0	0
214	-1.57772e-030	3.9443e-031	0	0	0	0
217	-3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
224	-3.15544e-030	-3.9443e-031	0	0	0	0
227	3.66727e-047	3.9443e-031	0	0	0	0
316	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
321	-8.10998e-048	0	0	0	0	0
323	-3.84566e-047	-1.15032e-046	0	0	0	0
325	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
326	-6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
327	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
329	-1.20897e-047	1.57772e-030	0	0	0	0
330	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
344	0	0	-10178	2.42338e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
345	0	0	-7519.94	1.61559e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
346	0	0	-6711.69	1.21169e-027	6.46235e-027	2.45227e-045
347	0	0	-7106.86	1.21169e-027	6.46235e-027	2.45227e-045
348	0	0	-9017.28	2.01948e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
349	0	0	-13388.9	2.42338e-027	1.29247e-026	5.60519e-045
350	0	0	32464.8	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
351	0	0	37341.7	-4.84676e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
364	0	0	38449.7	-6.46235e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
365	0	0	37567.8	-6.46235e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
366	0	0	34667.2	-6.46235e-027	-1.29247e-026	8.40779e-045
367	0	0	29954.9	-4.84676e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
368	0	0	21778	-3.23117e-027	-1.29247e-026	4.2039e-045
369	0	0	21815.2	-3.23117e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
370	0	0	29984.9	-4.84676e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
371	0	0	34685.1	-4.84676e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
372	0	0	37577.4	-6.46235e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
373	0	0	38454.3	-6.46235e-027	-2.58494e-026	8.40779e-045
374	0	0	37343.9	-4.84676e-027	-3.23117e-026	4.2039e-045
375	0	0	32466	-6.46235e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
376	0	0	-13393.5	2.42338e-027	1.29247e-026	4.2039e-045
377	0	0	-9022.76	1.61559e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
378	0	0	-7112.8	1.21169e-027	8.07794e-027	3.15292e-045
379	0	0	-6716.66	1.61559e-027	6.46235e-027	2.10195e-045
380	0	0	-7521.12	1.61559e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
381	0	0	-10171.5	1.61559e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
382	0	0	-15093.9	2.42338e-027	9.69352e-027	4.7774e-045
383	0	0	-15107.3	3.23117e-027	1.29247e-026	4.90454e-045

#### REAZIONI "SLU 9" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-1.24257e-047	1.59189e-046	0	0	0	0
6	6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
11	-3.12969e-048	4.65406e-047	0	0	0	0
12	-1.68271e-047	3.15544e-030	0	0	0	0
17	-1.26218e-029	3.15544e-030	0	0	0	0
18	-1.792e-047	3.15544e-030	0	0	0	0
141	-1.26218e-029	5.54541e-047	0	0	0	0
150	1.26218e-029	3.15544e-030	0	0	0	0
171	9.19474e-048	1.57772e-030	0	0	0	0
180	-1.41794e-047	-1.57772e-030	0	0	0	0
192	3.15544e-030	0	0	0	0	0



195	4.48933e-048	0	0	0	0	0
198	6.05647e-048	-7.88861e-031	0	0	0	0
205	4.80757e-048	0	0	0	0	0
208	4.92732e-048	0	0	0	0	0
211	-3.15544e-030	6.69099e-047	0	0	0	0
214	2.96129e-047	3.80764e-047	0	0	0	0
217	1.90927e-047	1.19023e-046	0	0	0	0
224	5.10405e-047	5.94183e-047	0	0	0	0
227	4.87385e-047	5.37838e-047	0	0	0	0
316	-1.12591e-047	1.57772e-030	0	0	0	0
321	-1.12032e-047	1.57772e-030	0	0	0	0
323	-4.67057e-047	1.57772e-030	0	0	0	0
325	9.74299e-048	0	0	0	0	0
326	-1.57138e-047	0	0	0	0	0
327	-6.31089e-030	0	0	0	0	0
329	-1.5712e-047	-1.57772e-030	0	0	0	0
330	8.85415e-048	0	0	0	0	0
344	0	0	-13242.7	3.23117e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
345	0	0	-9923.65	2.01948e-027	9.69352e-027	2.8026e-045
346	0	0	-9041.52	2.01948e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
347	0	0	-9682.46	2.01948e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
348	0	0	-12197.8	2.42338e-027	9.69352e-027	4.2039e-045
349	0	0	-17832.3	3.23117e-027	1.29247e-026	5.60519e-045
350	0	0	42192.2	-9.69352e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
351	0	0	48603.4	-6.46235e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
364	0	0	50297.9	-9.69352e-027	-3.87741e-026	1.4013e-044
365	0	0	49602.6	-6.46235e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
366	0	0	46370.2	-6.46235e-027	-2.58494e-026	8.40779e-045
367	0	0	40788	-6.46235e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
368	0	0	30084.4	-3.23117e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
369	0	0	30234.5	-3.23117e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
370	0	0	40910.9	-3.23117e-027	-3.87741e-026	4.2039e-045
371	0	0	46444.3	-9.69352e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
372	0	0	49642.4	-6.46235e-027	-2.58494e-026	8.40779e-045
373	0	0	50317.2	-6.46235e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
374	0	0	48612.7	-6.46235e-027	-2.58494e-026	8.40779e-045
375	0	0	42196.8	-9.69352e-027	-2.58494e-026	8.40779e-045
376	0	0	-17851.5	3.23117e-027	1.61559e-026	5.60519e-045
377	0	0	-12220.1	2.42338e-027	9.69352e-027	4.2039e-045
378	0	0	-9706.29	2.01948e-027	6.46235e-027	3.50325e-045
379	0	0	-9060.95	1.61559e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
380	0	0	-9927.43	2.01948e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
381	0	0	-13215.7	3.23117e-027	1.29247e-026	4.90454e-045
382	0	0	-19569.5	4.84676e-027	1.9387e-026	5.43975e-045
383	0	0	-19622.4	4.03897e-027	1.9387e-026	5.60519e-045

#### REAZIONI "SLU 8" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-1.22445e-047	1.12663e-046	0	0	0	0
6	-1.08914e-047	5.10816e-047	0	0	0	0
11	-7.74028e-048	3.88336e-047	0	0	0	0
12	6.31089e-030	-1.5242e-051	0	0	0	0
17	-7.37793e-048	2.7707e-047	0	0	0	0
18	-1.08093e-047	1.57772e-030	0	0	0	0
141	1.31084e-049	1.57772e-030	0	0	0	0
150	-6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
171	-6.31089e-030	4.16373e-047	0	0	0	0
180	-9.34001e-048	-2.44566e-048	0	0	0	0
192	2.66228e-048	3.9443e-031	0	0	0	0

195	1.10032e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
198	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
205	7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0
208	-7.88861e-031	0	0	0	0	0
211	-1.57772e-030	-3.9443e-031	0	0	0	0
214	1.3311e-047	-2.02592e-048	0	0	0	0
217	8.89537e-048	4.52943e-047	0	0	0	0
224	-7.88861e-031	1.05525e-047	0	0	0	0
227	2.4411e-047	5.85246e-048	0	0	0	0
316	-7.58184e-048	0	0	0	0	0
321	3.15544e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
323	-1.55807e-047	-8.63186e-047	0	0	0	0
325	5.10352e-048	0	0	0	0	0
326	-9.55707e-048	0	0	0	0	0
327	4.27388e-048	3.9443e-031	0	0	0	0
329	-9.55572e-048	1.57772e-030	0	0	0	0
330	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
344	0	0	-5361.84	1.61559e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
345	0	0	-2828.61	6.05845e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
346	0	0	-2216.04	5.04871e-028	2.01948e-027	7.00649e-046
347	0	0	-2770.28	4.03897e-028	1.61559e-027	8.75812e-046
348	0	0	-4600.49	1.00974e-027	4.03897e-027	1.4013e-045
349	0	0	-8592.59	1.61559e-027	8.07794e-027	3.50325e-045
350	0	0	25660.3	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
351	0	0	30252	-3.23117e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
364	0	0	32000	-3.23117e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
365	0	0	32287.2	-6.46235e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
366	0	0	30875.7	-6.46235e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
367	0	0	27474.7	-4.84676e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
368	0	0	20241.7	-3.23117e-027	-1.9387e-026	2.10195e-045
369	0	0	20359.8	-3.23117e-027	-1.29247e-026	3.50325e-045
370	0	0	27571.1	-4.84676e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
371	0	0	30933.8	-6.46235e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
372	0	0	32318.4	-4.84676e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
373	0	0	32015.1	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
374	0	0	30259.3	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
375	0	0	25664	-6.46235e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
376	0	0	-8607.62	2.01948e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
377	0	0	-4618.04	1.00974e-027	4.03897e-027	1.4013e-045
378	0	0	-2789.05	6.05845e-028	3.23117e-027	8.75812e-046
379	0	0	-2231.41	5.04871e-028	1.61559e-027	7.00649e-046
380	0	0	-2831.71	4.03897e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
381	0	0	-5340.67	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
382	0	0	-10236.7	2.42338e-027	6.46235e-027	3.41602e-045
383	0	0	-10278.5	2.42338e-027	9.69352e-027	4.2039e-045

#### REAZIONI "SLU 7" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-981.403	-414.201	0	0	0	0
6	-981.403	414.201	0	0	0	0
11	-3436.07	-765.398	0	0	0	0
12	-3436.07	765.398	0	0	0	0
17	-8526.31	821.04	0	0	0	0
18	-8526.31	-821.04	0	0	0	0
141	-4206.74	-283.631	0	0	0	0
150	-4206.74	283.631	0	0	0	0
171	-1045.16	-470.917	0	0	0	0
180	-1045.16	470.917	0	0	0	0
192	-161.922	-119.117	0	0	0	0

195	-814.797	-320.199	0	0	0	0
198	-1995.79	-307.742	0	0	0	0
205	-1446.51	-191.236	0	0	0	0
208	-395.645	-130.475	0	0	0	0
211	-161.922	119.117	0	0	0	0
214	-814.797	320.199	0	0	0	0
217	-1995.79	307.742	0	0	0	0
224	-1446.51	191.236	0	0	0	0
227	-395.645	130.475	0	0	0	0
316	-1.8254	-9.48214	0	0	0	0
321	-1.8254	9.48214	0	0	0	0
323	-16.4173	29.6413	0	0	0	0
325	-16.4173	-29.6413	0	0	0	0
326	-1859.98	845.781	0	0	0	0
327	-1436.42	-539.837	0	0	0	0
329	-1859.98	-845.781	0	0	0	0
330	-1436.42	539.837	0	0	0	0
344	0	0	-7785.59	1.61559e-027	6.46235e-027	-9.11746
345	0	0	-5246.56	1.61559e-027	6.46235e-027	-11.032
346	0	0	-4611.84	1.00974e-027	4.03897e-027	-18.4697
347	0	0	-5176.14	8.07794e-028	4.84676e-027	-9.42809
348	0	0	-7163.01	1.21169e-027	4.84676e-027	-3.20133
349	0	0	-11509.6	2.42338e-027	9.69352e-027	-205.418
350	0	0	32452.6	-4.84676e-027	-1.9387e-026	-336.713
351	0	0	36883.3	-4.84676e-027	-2.58494e-026	4.42614
364	0	0	37586.9	-4.84676e-027	-1.9387e-026	40.7206
365	0	0	36468.3	-8.07794e-027	-1.9387e-026	-17.2477
366	0	0	33507.5	-6.46235e-027	-3.23117e-026	32.3305
367	0	0	28770.3	-6.46235e-027	-1.9387e-026	-23.6287
368	0	0	20939.8	-3.23117e-027	-1.29247e-026	1.65368
369	0	0	20994	-4.84676e-027	-1.29247e-026	1.65368
370	0	0	28814	-6.46235e-027	-1.9387e-026	-23.6287
371	0	0	33533.5	-4.84676e-027	-2.58494e-026	32.3305
372	0	0	36482.2	-6.46235e-027	-1.29247e-026	-17.2477
373	0	0	37593.7	-3.23117e-027	-1.9387e-026	40.7206
374	0	0	36886.5	-4.84676e-027	-3.23117e-026	4.42614
375	0	0	32454.3	-6.46235e-027	-2.58494e-026	-336.713
376	0	0	-11516.4	2.42338e-027	1.29247e-026	-205.418
377	0	0	-7171.01	1.21169e-027	4.84676e-027	-3.20133
378	0	0	-5184.81	4.03897e-028	3.23117e-027	-9.42809
379	0	0	-4619.09	1.00974e-027	4.03897e-027	-18.4697
380	0	0	-5248.3	1.61559e-027	6.46235e-027	-11.032
381	0	0	-7776	1.61559e-027	4.84676e-027	-9.11746
382	0	0	-12722.2	3.55315e-027	1.43778e-026	-5.30255
383	0	0	-12741.8	2.42338e-027	1.29247e-026	-5.30255

#### REAZIONI "SLU 6" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-726.965	-306.815	0	0	0	0
6	-726.965	306.815	0	0	0	0
11	-2545.24	-566.961	0	0	0	0
12	-2545.24	566.961	0	0	0	0
17	-6315.79	608.178	0	0	0	0
18	-6315.79	-608.178	0	0	0	0
141	-3116.1	-210.097	0	0	0	0
150	-3116.1	210.097	0	0	0	0
171	-774.196	-348.828	0	0	0	0
180	-774.196	348.828	0	0	0	0
192	-119.942	-88.2351	0	0	0	0

195	-603.553	-237.185	0	0	0	0
198	-1478.36	-227.957	0	0	0	0
205	-1071.49	-141.656	0	0	0	0
208	-293.07	-96.6481	0	0	0	0
211	-119.942	88.2351	0	0	0	0
214	-603.553	237.185	0	0	0	0
217	-1478.36	227.957	0	0	0	0
224	-1071.49	141.656	0	0	0	0
227	-293.07	96.6481	0	0	0	0
316	-1.35215	-7.02381	0	0	0	0
321	-1.35215	7.02381	0	0	0	0
323	-12.161	21.9565	0	0	0	0
325	-12.161	-21.9565	0	0	0	0
326	-1377.76	626.504	0	0	0	0
327	-1064.02	-399.879	0	0	0	0
329	-1377.76	-626.504	0	0	0	0
330	-1064.02	399.879	0	0	0	0
344	0	0	-11570.4	1.61559e-027	1.29247e-026	-6.75368
345	0	0	-8276.21	1.61559e-027	6.46235e-027	-8.17189
346	0	0	-7398.01	1.21169e-027	6.46235e-027	-13.6813
347	0	0	-8032.73	1.21169e-027	6.46235e-027	-6.98377
348	0	0	-10463.5	1.61559e-027	6.46235e-027	-2.37135
349	0	0	-15872.8	3.23117e-027	1.61559e-026	-152.162
350	0	0	39010.2	-4.84676e-027	-2.58494e-026	-249.417
351	0	0	45184.6	-6.46235e-027	-2.58494e-026	3.27862
364	0	0	46971.4	-9.69352e-027	-2.58494e-026	30.1634
365	0	0	46493.9	-3.23117e-027	-2.58494e-026	-12.7761
366	0	0	43552.4	-9.69352e-027	-2.58494e-026	23.9485
367	0	0	38203.6	-6.46235e-027	-3.87741e-026	-17.5027
368	0	0	28025.9	-4.84676e-027	-1.9387e-026	1.22495
369	0	0	28144	-4.84676e-027	-2.58494e-026	1.22495
370	0	0	38300	-6.46235e-027	-3.23117e-026	-17.5027
371	0	0	43610.5	-6.46235e-027	-2.58494e-026	23.9485
372	0	0	46525.1	-6.46235e-027	-2.58494e-026	-12.7761
373	0	0	46986.6	-6.46235e-027	-2.58494e-026	30.1634
374	0	0	45191.8	-3.23117e-027	-3.87741e-026	3.27862
375	0	0	39013.9	-6.46235e-027	-2.58494e-026	-249.417
376	0	0	-15887.8	3.23117e-027	1.61559e-026	-152.162
377	0	0	-10481.1	2.42338e-027	9.69352e-027	-2.37135
378	0	0	-8051.51	1.21169e-027	6.46235e-027	-6.98377
379	0	0	-7413.37	1.61559e-027	6.46235e-027	-13.6813
380	0	0	-8279.31	1.61559e-027	6.46235e-027	-8.17189
381	0	0	-11549.2	2.42338e-027	1.29247e-026	-6.75368
382	0	0	-17805.9	2.00369e-027	1.74716e-026	-3.92782
383	0	0	-17847.7	2.42338e-027	1.61559e-026	-3.92782

#### REAZIONI "SLU 5" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-981.403	-414.201	0	0	0	0
6	-981.403	414.201	0	0	0	0
11	-3436.07	-765.398	0	0	0	0
12	-3436.07	765.398	0	0	0	0
17	-8526.31	821.04	0	0	0	0
18	-8526.31	-821.04	0	0	0	0
141	-4206.74	-283.631	0	0	0	0
150	-4206.74	283.631	0	0	0	0
171	-1045.16	-470.917	0	0	0	0
180	-1045.16	470.917	0	0	0	0
192	-161.922	-119.117	0	0	0	0

195	-814.797	-320.199	0	0	0	0
198	-1995.79	-307.742	0	0	0	0
205	-1446.51	-191.236	0	0	0	0
208	-395.645	-130.475	0	0	0	0
211	-161.922	119.117	0	0	0	0
214	-814.797	320.199	0	0	0	0
217	-1995.79	307.742	0	0	0	0
224	-1446.51	191.236	0	0	0	0
227	-395.645	130.475	0	0	0	0
316	-1.8254	-9.48214	0	0	0	0
321	-1.8254	9.48214	0	0	0	0
323	-16.4173	29.6413	0	0	0	0
325	-16.4173	-29.6413	0	0	0	0
326	-1859.98	845.781	0	0	0	0
327	-1436.42	-539.837	0	0	0	0
329	-1859.98	-845.781	0	0	0	0
330	-1436.42	539.837	0	0	0	0
344	0	0	-13176	2.42338e-027	9.69352e-027	-9.11746
345	0	0	-9737.85	2.42338e-027	6.46235e-027	-11.032
346	0	0	-8791.7	2.01948e-027	1.13091e-026	-18.4697
347	0	0	-9429.04	1.21169e-027	8.07794e-027	-9.42809
348	0	0	-11973.1	2.42338e-027	1.29247e-026	-3.20133
349	0	0	-17643	3.23117e-027	1.61559e-026	-205.418
350	0	0	42077.5	-9.69352e-027	-3.87741e-026	-336.713
351	0	0	48458.6	-6.46235e-027	-3.87741e-026	4.42614
364	0	0	50084.2	-6.46235e-027	-2.58494e-026	40.7206
365	0	0	49241	-9.69352e-027	-2.58494e-026	-17.2477
366	0	0	45735.2	-6.46235e-027	-3.87741e-026	32.3305
367	0	0	39747.8	-4.84676e-027	-2.58494e-026	-23.6287
368	0	0	28998.8	-4.84676e-027	-1.9387e-026	1.65368
369	0	0	29053.1	-4.84676e-027	-1.29247e-026	1.65368
370	0	0	39791.5	-4.84676e-027	-1.29247e-026	-23.6287
371	0	0	45761.3	-6.46235e-027	-3.87741e-026	32.3305
372	0	0	49254.9	-9.69352e-027	-2.58494e-026	-17.2477
373	0	0	50090.9	-6.46235e-027	-3.87741e-026	40.7206
374	0	0	48461.8	-9.69352e-027	-3.87741e-026	4.42614
375	0	0	42079.2	-6.46235e-027	-2.58494e-026	-336.713
376	0	0	-17649.8	3.23117e-027	1.61559e-026	-205.418
377	0	0	-11981.1	2.42338e-027	9.69352e-027	-3.20133
378	0	0	-9437.72	2.01948e-027	9.69352e-027	-9.42809
379	0	0	-8798.96	1.61559e-027	9.69352e-027	-18.4697
380	0	0	-9739.58	2.01948e-027	9.69352e-027	-11.032
381	0	0	-13166.4	1.61559e-027	1.29247e-026	-9.11746
382	0	0	-19643.1	5.16873e-027	1.7609e-026	-5.30255
383	0	0	-19662.7	4.84676e-027	1.9387e-026	-5.30255

#### REAZIONI "SLU 4" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-1.22445e-047	1.12663e-046	0	0	0	0
6	-1.08914e-047	5.10816e-047	0	0	0	0
11	-7.74028e-048	3.88336e-047	0	0	0	0
12	6.31089e-030	-1.5242e-051	0	0	0	0
17	-7.37793e-048	2.7707e-047	0	0	0	0
18	-1.08093e-047	1.57772e-030	0	0	0	0
141	1.31084e-049	1.57772e-030	0	0	0	0
150	-6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
171	-6.31089e-030	4.16373e-047	0	0	0	0
180	-9.34001e-048	-2.44566e-048	0	0	0	0
192	2.66228e-048	3.9443e-031	0	0	0	0

195	1.10032e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
198	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
205	7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0
208	-7.88861e-031	0	0	0	0	0
211	-1.57772e-030	-3.9443e-031	0	0	0	0
214	1.3311e-047	-2.02592e-048	0	0	0	0
217	8.89537e-048	4.52943e-047	0	0	0	0
224	-7.88861e-031	1.05525e-047	0	0	0	0
227	2.4411e-047	5.85246e-048	0	0	0	0
316	-7.58184e-048	0	0	0	0	0
321	3.15544e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
323	-1.55807e-047	-8.63186e-047	0	0	0	0
325	5.10352e-048	0	0	0	0	0
326	-9.55707e-048	0	0	0	0	0
327	4.27388e-048	3.9443e-031	0	0	0	0
329	-9.55572e-048	1.57772e-030	0	0	0	0
330	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
344	0	0	-5361.84	1.61559e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
345	0	0	-2828.61	6.05845e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
346	0	0	-2216.04	5.04871e-028	2.01948e-027	7.00649e-046
347	0	0	-2770.28	4.03897e-028	1.61559e-027	8.75812e-046
348	0	0	-4600.49	1.00974e-027	4.03897e-027	1.4013e-045
349	0	0	-8592.59	1.61559e-027	8.07794e-027	3.50325e-045
350	0	0	25660.3	-3.23117e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
351	0	0	30252	-3.23117e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
364	0	0	32000	-3.23117e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
365	0	0	32287.2	-6.46235e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
366	0	0	30875.7	-6.46235e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
367	0	0	27474.7	-4.84676e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
368	0	0	20241.7	-3.23117e-027	-1.9387e-026	2.10195e-045
369	0	0	20359.8	-3.23117e-027	-1.29247e-026	3.50325e-045
370	0	0	27571.1	-4.84676e-027	-1.9387e-026	4.2039e-045
371	0	0	30933.8	-6.46235e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
372	0	0	32318.4	-4.84676e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
373	0	0	32015.1	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
374	0	0	30259.3	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
375	0	0	25664	-6.46235e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
376	0	0	-8607.62	2.01948e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
377	0	0	-4618.04	1.00974e-027	4.03897e-027	1.4013e-045
378	0	0	-2789.05	6.05845e-028	3.23117e-027	8.75812e-046
379	0	0	-2231.41	5.04871e-028	1.61559e-027	7.00649e-046
380	0	0	-2831.71	4.03897e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
381	0	0	-5340.67	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
382	0	0	-10236.7	2.42338e-027	6.46235e-027	3.41602e-045
383	0	0	-10278.5	2.42338e-027	9.69352e-027	4.2039e-045

#### REAZIONI "SLU 3" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-1.02794e-047	1.18175e-046	0	0	0	0
6	-6.31089e-030	5.64225e-047	0	0	0	0
11	-4.80147e-048	-1.57772e-030	0	0	0	0
12	6.31089e-030	1.00083e-049	0	0	0	0
17	-6.31089e-030	3.15544e-030	0	0	0	0
18	6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
141	5.04886e-048	4.83945e-047	0	0	0	0
150	-1.1883e-047	1.57772e-030	0	0	0	0
171	4.51571e-048	1.57772e-030	0	0	0	0
180	-6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
192	4.36257e-048	3.9443e-031	0	0	0	0

195	2.75781e-048	0	0	0	0	0
198	4.07249e-048	-3.9443e-031	0	0	0	0
205	3.04387e-048	-3.9443e-031	0	0	0	0
208	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
211	2.84132e-047	4.18561e-047	0	0	0	0
214	2.07733e-047	3.9443e-031	0	0	0	0
217	1.41322e-047	7.89499e-047	0	0	0	0
224	3.74663e-047	3.9443e-031	0	0	0	0
227	3.42699e-047	2.98463e-047	0	0	0	0
316	-6.31089e-030	0	0	0	0	0
321	-8.10194e-048	0	0	0	0	0
323	-3.16482e-047	-7.88861e-031	0	0	0	0
325	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
326	6.31089e-030	0	0	0	0	0
327	6.332e-048	-7.88861e-031	0	0	0	0
329	6.31089e-030	0	0	0	0	0
330	3.15544e-030	0	0	0	0	0
344	0	0	-8786.24	2.01948e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
345	0	0	-6204.71	8.07794e-028	6.46235e-027	2.8026e-045
346	0	0	-5554.25	1.21169e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
347	0	0	-6130.36	8.07794e-028	4.84676e-027	2.10195e-045
348	0	0	-8202.02	1.21169e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
349	0	0	-12745.9	3.23117e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
350	0	0	35266.7	-4.84676e-027	-2.58494e-026	4.2039e-045
351	0	0	39758.6	-4.84676e-027	-1.29247e-026	7.00649e-045
364	0	0	40169.4	-6.46235e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
365	0	0	38611.1	-6.46235e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
366	0	0	35139.7	-4.84676e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
367	0	0	29940	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
368	0	0	21756.5	-3.23117e-027	-1.29247e-026	5.60519e-045
369	0	0	21810.7	-4.84676e-027	-1.29247e-026	7.00649e-045
370	0	0	29983.7	-4.84676e-027	-1.29247e-026	7.00649e-045
371	0	0	35165.8	-4.84676e-027	-1.9387e-026	7.00649e-045
372	0	0	38625	-4.84676e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
373	0	0	40176.2	-3.23117e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
374	0	0	39761.8	-3.23117e-027	-3.87741e-026	2.8026e-045
375	0	0	35268.4	-4.84676e-027	-3.23117e-026	4.2039e-045
376	0	0	-12752.7	2.42338e-027	9.69352e-027	4.2039e-045
377	0	0	-8210.02	1.61559e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
378	0	0	-6139.04	1.21169e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
379	0	0	-5561.51	1.21169e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
380	0	0	-6206.45	1.21169e-027	4.84676e-027	2.45227e-045
381	0	0	-8776.65	1.61559e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
382	0	0	-13824.7	2.42338e-027	9.69352e-027	4.78778e-045
383	0	0	-13844.3	3.23117e-027	1.29247e-026	4.90454e-045

#### REAZIONI "SLU 2" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-6.31089e-030	1.63389e-046	0	0	0	0
6	-6.31089e-030	7.97178e-047	0	0	0	0
11	-1.26218e-029	4.85869e-047	0	0	0	0
12	-1.74387e-047	2.88275e-049	0	0	0	0
17	-5.37019e-048	3.15544e-030	0	0	0	0
18	-1.85552e-047	-2.50119e-048	0	0	0	0
141	1.02079e-047	5.78455e-047	0	0	0	0
150	-1.26218e-029	3.15544e-030	0	0	0	0
171	9.33778e-048	5.18111e-047	0	0	0	0
180	-1.26218e-029	-3.42792e-048	0	0	0	0
192	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0

195	4.56574e-048	0	0	0	0	0
198	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
205	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
208	-3.15544e-030	0	0	0	0	0
211	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
214	3.03952e-047	-7.88861e-031	0	0	0	0
217	-3.15544e-030	1.22103e-046	0	0	0	0
224	-3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
227	5.01819e-047	-7.88861e-031	0	0	0	0
316	-1.14864e-047	0	0	0	0	0
321	-1.14424e-047	1.57772e-030	0	0	0	0
323	-4.98754e-047	-1.56894e-046	0	0	0	0
325	-6.31089e-030	0	0	0	0	0
326	6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
327	9.14272e-048	0	0	0	0	0
329	6.31089e-030	0	0	0	0	0
330	-6.31089e-030	0	0	0	0	0
344	0	0	-13724.7	3.23117e-027	1.61559e-026	4.90454e-045
345	0	0	-10166.2	2.42338e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
346	0	0	-9195.42	1.61559e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
347	0	0	-9857.8	2.01948e-027	9.69352e-027	2.8026e-045
348	0	0	-12497	3.23117e-027	1.29247e-026	3.50325e-045
349	0	0	-18398.5	4.03897e-027	1.61559e-026	7.00649e-045
350	0	0	43644.7	-9.69352e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
351	0	0	50368.6	-6.46235e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
364	0	0	52168.8	-9.69352e-027	-2.58494e-026	1.12104e-044
365	0	0	51425.2	-9.69352e-027	-2.58494e-026	1.12104e-044
366	0	0	47952.1	-6.46235e-027	-5.16988e-026	1.12104e-044
367	0	0	41926.6	-6.46235e-027	-2.58494e-026	1.12104e-044
368	0	0	30726.8	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
369	0	0	30844.9	-4.84676e-027	-1.9387e-026	5.60519e-045
370	0	0	42023.1	-9.69352e-027	-2.58494e-026	1.12104e-044
371	0	0	48010.2	-9.69352e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
372	0	0	51456.4	-6.46235e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
373	0	0	52183.9	-6.46235e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
374	0	0	50375.9	-6.46235e-027	-3.87741e-026	5.60519e-045
375	0	0	43648.4	-6.46235e-027	-3.87741e-026	5.60519e-045
376	0	0	-18413.5	4.03897e-027	1.61559e-026	4.2039e-045
377	0	0	-12514.5	2.42338e-027	1.29247e-026	4.2039e-045
378	0	0	-9876.57	1.61559e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
379	0	0	-9210.79	1.61559e-027	8.07794e-027	3.50325e-045
380	0	0	-10169.3	1.61559e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
381	0	0	-13703.6	3.23117e-027	1.29247e-026	4.2039e-045
382	0	0	-20432.7	3.23117e-027	1.9387e-026	8.23531e-045
383	0	0	-20474.5	3.23117e-027	1.9387e-026	7.00649e-045

#### REAZIONI "SLU 1" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-1.2851e-047	3.15544e-030	0	0	0	0
6	-1.98086e-047	9.06645e-047	0	0	0	0
11	-2.05359e-048	5.29437e-047	0	0	0	0
12	-2.00718e-047	3.85288e-049	0	0	0	0
17	-5.2731e-048	3.66705e-047	0	0	0	0
18	-2.17789e-047	3.15544e-030	0	0	0	0
141	1.26218e-029	6.49403e-047	0	0	0	0
150	-1.26218e-029	3.15544e-030	0	0	0	0
171	1.33242e-047	-3.15544e-030	0	0	0	0
180	-1.26218e-029	3.15544e-030	0	0	0	0
192	-6.31089e-030	0	0	0	0	0



195	5.89056e-048	0	0	0	0	0
198	7.60302e-048	0	0	0	0	0
205	-3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
208	6.49341e-048	0	0	0	0	0
211	5.08508e-047	8.91508e-047	0	0	0	0
214	3.15544e-030	5.30011e-047	0	0	0	0
217	-3.15544e-030	1.49477e-046	0	0	0	0
224	-3.15544e-030	7.76647e-047	0	0	0	0
227	-3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
316	-1.30009e-047	0	0	0	0	0
321	-6.31089e-030	1.57772e-030	0	0	0	0
323	-6.2933e-047	-1.83753e-046	0	0	0	0
325	1.21065e-047	0	0	0	0	0
326	-1.91129e-047	0	0	0	0	0
327	1.0946e-047	0	0	0	0	0
329	-1.91112e-047	3.15544e-030	0	0	0	0
330	1.09365e-047	0	0	0	0	0
344	0	0	-17016.9	2.42338e-027	1.61559e-026	7.00649e-045
345	0	0	-13077.8	2.42338e-027	9.69352e-027	4.2039e-045
346	0	0	-11863.6	2.42338e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
347	0	0	-12420.1	3.23117e-027	9.69352e-027	3.50325e-045
348	0	0	-15312.5	3.23117e-027	1.61559e-026	4.90454e-045
349	0	0	-22026.1	3.23117e-027	1.9387e-026	8.40779e-045
350	0	0	51320.1	-6.46235e-027	-2.58494e-026	8.40779e-045
351	0	0	58886.1	-9.69352e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
364	0	0	60498.8	-1.29247e-026	-5.16988e-026	1.12104e-044
365	0	0	59010.6	-6.46235e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
366	0	0	54490.4	-1.29247e-026	-3.87741e-026	1.12104e-044
367	0	0	47410.9	-9.69352e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
368	0	0	34761.7	-4.84676e-027	-2.58494e-026	5.60519e-045
369	0	0	34911.8	-6.46235e-027	-2.58494e-026	7.00649e-045
370	0	0	47533.7	-9.69352e-027	-3.87741e-026	8.40779e-045
371	0	0	54564.6	-6.46235e-027	-2.58494e-026	1.4013e-044
372	0	0	59050.5	-1.29247e-026	-3.87741e-026	1.12104e-044
373	0	0	60518.2	-9.69352e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
374	0	0	58895.3	-9.69352e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
375	0	0	51324.7	-9.69352e-027	-3.87741e-026	1.12104e-044
376	0	0	-22045.3	3.23117e-027	1.9387e-026	8.40779e-045
377	0	0	-15334.8	3.23117e-027	1.61559e-026	6.30584e-045
378	0	0	-12443.9	3.23117e-027	1.29247e-026	4.2039e-045
379	0	0	-11883	2.42338e-027	9.69352e-027	2.8026e-045
380	0	0	-13081.5	1.61559e-027	1.61559e-026	5.60519e-045
381	0	0	-16989.9	3.23117e-027	1.61559e-026	5.60519e-045
382	0	0	-24329.6	4.84676e-027	1.9387e-026	8.20268e-045
383	0	0	-24382.5	4.84676e-027	1.9387e-026	7.00649e-045

#### REAZIONI "NEVE" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-5.10212e-049	5.86936e-048	0	0	0	0
6	-5.51119e-049	-9.86076e-032	0	0	0	0
11	-9.01259e-050	-4.93038e-032	0	0	0	0
12	-4.94684e-049	1.18717e-050	0	0	0	0
17	1.97215e-031	4.93038e-032	0	0	0	0
18	-4.73273e-049	4.93038e-032	0	0	0	0
141	3.1225e-049	1.48126e-048	0	0	0	0
150	-1.97215e-031	-4.93038e-032	0	0	0	0
171	2.36083e-049	1.65669e-048	0	0	0	0
180	-4.53229e-049	-1.07065e-049	0	0	0	0
192	1.81652e-049	-2.46519e-032	0	0	0	0

195	1.33637e-049	1.2326e-032	0	0	0	0
198	1.73432e-049	0	0	0	0	0
205	1.41924e-049	0	0	0	0	0
208	1.4178e-049	-2.46519e-032	0	0	0	0
211	-9.86076e-032	1.65563e-048	0	0	0	0
214	8.79533e-049	1.15076e-048	0	0	0	0
217	5.26527e-049	-2.46519e-032	0	0	0	0
224	-9.86076e-032	1.82807e-048	0	0	0	0
227	1.49265e-048	1.48023e-048	0	0	0	0
316	1.97215e-031	4.93038e-032	0	0	0	0
321	-4.28987e-049	-4.93038e-032	0	0	0	0
323	-6.40833e-049	-4.34484e-048	0	0	0	0
325	-1.97215e-031	0	0	0	0	0
326	-3.89572e-049	4.93038e-032	0	0	0	0
327	-9.86076e-032	0	0	0	0	0
329	-3.89084e-049	0	0	0	0	0
330	2.50059e-049	0	0	0	0	0
344	0	0	-365.848	7.57306e-029	4.03897e-028	1.31372e-046
345	0	0	-285.545	5.04871e-029	2.01948e-028	8.75812e-047
346	0	0	-269.146	6.31089e-029	2.52435e-028	6.56859e-047
347	0	0	-285.836	6.31089e-029	2.52435e-028	1.09476e-046
348	0	0	-349.293	7.57306e-029	3.02923e-028	1.09476e-046
349	0	0	-503.62	1.00974e-028	4.03897e-028	1.75162e-046
350	0	0	1044.82	-2.01948e-028	-8.07794e-028	2.18953e-046
351	0	0	1273.36	-1.00974e-028	-1.21169e-027	1.75162e-046
364	0	0	1389.73	-2.01948e-028	-8.07794e-028	3.50325e-046
365	0	0	1456.15	-3.02923e-028	-8.07794e-028	3.50325e-046
366	0	0	1477.93	-2.01948e-028	-1.21169e-027	3.50325e-046
367	0	0	1452.58	-3.02923e-028	-1.21169e-027	2.62743e-046
368	0	0	1151.98	-2.52435e-028	-6.05845e-028	3.06534e-046
369	0	0	1194.59	-1.51461e-028	-1.00974e-027	1.31372e-046
370	0	0	1487.75	-2.01948e-028	-1.21169e-027	3.50325e-046
371	0	0	1499.27	-3.02923e-028	-1.21169e-027	3.50325e-046
372	0	0	1467.67	-2.01948e-028	-1.21169e-027	2.62743e-046
373	0	0	1395.35	-3.02923e-028	-8.07794e-028	4.37906e-046
374	0	0	1276.04	-2.01948e-028	-8.07794e-028	1.75162e-046
375	0	0	1046.13	-1.51461e-028	-8.07794e-028	1.75162e-046
376	0	0	-509.131	1.00974e-028	5.04871e-028	2.18953e-046
377	0	0	-355.651	7.57306e-029	4.03897e-028	1.53267e-046
378	0	0	-292.569	6.31089e-029	3.02923e-028	1.09476e-046
379	0	0	-274.553	6.31089e-029	2.52435e-028	8.75812e-047
380	0	0	-286.453	5.04871e-029	2.52435e-028	8.75812e-047
381	0	0	-358.123	7.57306e-029	3.02923e-028	1.09476e-046
382	0	0	-526.382	1.00974e-028	4.03897e-028	1.26808e-046
383	0	0	-541.212	1.00974e-028	5.04871e-028	1.75162e-046

#### REAZIONI "FRENAMENTO" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-726.965	-306.815	0	0	0	0
6	-726.965	306.815	0	0	0	0
11	-2545.24	-566.961	0	0	0	0
12	-2545.24	566.961	0	0	0	0
17	-6315.79	608.178	0	0	0	0
18	-6315.79	-608.178	0	0	0	0
141	-3116.1	-210.097	0	0	0	0
150	-3116.1	210.097	0	0	0	0
171	-774.196	-348.828	0	0	0	0
180	-774.196	348.828	0	0	0	0
192	-119.942	-88.2351	0	0	0	0

195	-603.553	-237.185	0	0	0	0
198	-1478.36	-227.957	0	0	0	0
205	-1071.49	-141.656	0	0	0	0
208	-293.07	-96.6481	0	0	0	0
211	-119.942	88.2351	0	0	0	0
214	-603.553	237.185	0	0	0	0
217	-1478.36	227.957	0	0	0	0
224	-1071.49	141.656	0	0	0	0
227	-293.07	96.6481	0	0	0	0
316	-1.35215	-7.02381	0	0	0	0
321	-1.35215	7.02381	0	0	0	0
323	-12.161	21.9565	0	0	0	0
325	-12.161	-21.9565	0	0	0	0
326	-1377.76	626.504	0	0	0	0
327	-1064.02	-399.879	0	0	0	0
329	-1377.76	-626.504	0	0	0	0
330	-1064.02	399.879	0	0	0	0
344	0	0	-1.33638e-050	0	-4.62223e-033	-6.75368
345	0	0	-2.13821e-050	6.16298e-033	-6.16298e-033	-8.17189
346	0	0	-2.13821e-050	1.2326e-032	-1.07852e-032	-13.6813
347	0	0	-4.5437e-050	3.08149e-033	-4.62223e-033	-6.98377
348	0	0	-7.08283e-050	0	-1.92593e-033	-2.37135
349	0	0	2.56585e-049	9.86076e-032	-1.2326e-031	-152.162
350	0	0	-1.71057e-049	2.95823e-031	2.46519e-032	-249.417
351	0	0	4.41006e-050	-3.08149e-033	-3.85186e-034	3.27862
364	0	0	5.34553e-050	-2.46519e-032	-3.08149e-033	30.1634
365	0	0	5.34553e-051	1.84889e-032	-4.01056e-050	-12.7761
366	0	0	4.27642e-050	-2.46519e-032	-3.08149e-033	23.9485
367	0	0	0	1.84889e-032	1.54074e-033	-17.5027
368	0	0	1.7373e-050	-1.54074e-033	-9.62965e-035	1.22495
369	0	0	1.67048e-050	-1.15556e-033	3.84526e-051	1.22495
370	0	0	-5.34553e-051	2.46519e-032	1.54074e-033	-17.5027
371	0	0	3.20732e-050	-2.46519e-032	7.51773e-050	23.9485
372	0	0	0	1.84889e-032	-4.01056e-050	-12.7761
373	0	0	5.34553e-050	-4.93038e-032	9.46864e-050	30.1634
374	0	0	3.07368e-050	-4.62223e-033	-3.85186e-034	3.27862
375	0	0	-1.71057e-049	2.95823e-031	-7.8295e-049	-249.417
376	0	0	8.55285e-050	9.86076e-032	-1.2326e-031	-152.162
377	0	0	-8.15193e-050	1.54074e-033	-1.54074e-033	-2.37135
378	0	0	-4.5437e-050	3.08149e-033	-5.3926e-033	-6.98377
379	0	0	-1.60366e-050	1.2326e-032	-1.07852e-032	-13.6813
380	0	0	-1.33638e-050	6.16298e-033	-6.93335e-033	-8.17189
381	0	0	-1.06911e-050	6.16298e-033	-5.3926e-033	-6.75368
382	0	0	-1.41709e-050	3.08149e-033	-3.08149e-033	-3.92782
383	0	0	-1.33638e-050	1.54074e-033	-3.08149e-033	-3.92782

#### REAZIONI "CONCENTRATO SINGOLO" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	8.88716e-049	1.06044e-047	0	0	0	0
6	-1.82612e-048	-1.97215e-031	0	0	0	0
11	2.07676e-048	2.41167e-048	0	0	0	0
12	-1.57772e-030	8.84551e-050	0	0	0	0
17	3.37794e-049	3.21724e-048	0	0	0	0
18	-3.22815e-048	3.9443e-031	0	0	0	0
141	3.98974e-048	5.72198e-048	0	0	0	0
150	-2.31154e-048	-5.71072e-049	0	0	0	0
171	4.19849e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
180	-7.88861e-031	-2.47677e-049	0	0	0	0
192	1.46131e-048	0	0	0	0	0

195	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
198	1.51732e-048	0	0	0	0	0
205	-7.88861e-031	0	0	0	0	0
208	1.39925e-048	0	0	0	0	0
211	-7.88861e-031	1.8826e-047	0	0	0	0
214	-7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0
217	4.46417e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
224	1.07149e-047	1.93062e-047	0	0	0	0
227	8.96139e-048	-1.97215e-031	0	0	0	0
316	-8.94501e-049	-9.86076e-032	0	0	0	0
321	-8.94501e-049	9.86076e-032	0	0	0	0
323	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
325	-7.88861e-031	0	0	0	0	0
326	-3.0822e-048	3.9443e-031	0	0	0	0
327	1.80541e-048	0	0	0	0	0
329	1.57772e-030	0	0	0	0	0
330	-7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0
344	0	0	-2943.09	6.05845e-028	3.23117e-027	8.75812e-046
345	0	0	-2818.09	6.05845e-028	2.42338e-027	7.00649e-046
346	0	0	-2771.8	6.05845e-028	2.42338e-027	8.75812e-046
347	0	0	-2806.55	6.05845e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
348	0	0	-3055.9	6.05845e-028	2.42338e-027	7.00649e-046
349	0	0	-3636.11	6.05845e-028	3.23117e-027	1.4013e-045
350	0	0	8276.74	-1.21169e-027	-6.46235e-027	1.4013e-045
351	0	0	8456.71	-1.61559e-027	-6.46235e-027	1.75162e-045
364	0	0	7595.59	-1.21169e-027	-4.84676e-027	1.4013e-045
365	0	0	6302.32	-1.21169e-027	-4.84676e-027	1.05097e-045
366	0	0	4800.68	-6.05845e-028	-3.23117e-027	7.00649e-046
367	0	0	3440.11	-6.05845e-028	-3.23117e-027	5.25487e-046
368	0	0	2402.04	-4.03897e-028	-1.61559e-027	4.37906e-046
369	0	0	2402.04	-5.04871e-028	-1.21169e-027	6.13068e-046
370	0	0	3440.11	-6.05845e-028	-2.42338e-027	7.00649e-046
371	0	0	4800.68	-1.00974e-027	-2.42338e-027	1.05097e-045
372	0	0	6302.32	-1.21169e-027	-3.23117e-027	1.4013e-045
373	0	0	7595.59	-1.21169e-027	-4.84676e-027	1.4013e-045
374	0	0	8456.71	-1.61559e-027	-4.84676e-027	1.4013e-045
375	0	0	8276.74	-1.21169e-027	-6.46235e-027	1.4013e-045
376	0	0	-3636.11	6.05845e-028	2.42338e-027	1.22614e-045
377	0	0	-3055.9	8.07794e-028	2.42338e-027	8.75812e-046
378	0	0	-2806.55	6.05845e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
379	0	0	-2771.8	6.05845e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
380	0	0	-2818.09	4.03897e-028	2.42338e-027	1.05097e-045
381	0	0	-2943.09	4.03897e-028	2.42338e-027	1.22614e-045
382	0	0	-3242.66	8.07794e-028	3.23117e-027	8.4886e-046
383	0	0	-3242.66	6.05845e-028	3.23117e-027	1.22614e-045

#### REAZIONI "FOLLA" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-3.04345e-049	3.40976e-048	0	0	0	0
6	-2.10704e-049	1.54096e-048	0	0	0	0
11	1.74608e-049	-1.94564e-051	0	0	0	0
12	-9.65723e-050	-1.2326e-032	0	0	0	0
17	1.84344e-049	6.16298e-033	0	0	0	0
18	-2.46519e-032	2.33592e-051	0	0	0	0
141	-2.46519e-032	-6.16298e-033	0	0	0	0
150	-5.23886e-050	-3.37515e-051	0	0	0	0
171	1.56362e-049	4.53314e-049	0	0	0	0
180	-1.46372e-049	-3.15211e-050	0	0	0	0
192	2.45438e-050	0	0	0	0	0

195	-4.93038e-032	0	0	0	0	0
198	8.26446e-050	-1.2326e-032	0	0	0	0
205	4.93038e-032	0	0	0	0	0
208	6.83371e-050	-1.2326e-032	0	0	0	0
211	3.67008e-049	3.08149e-033	0	0	0	0
214	-4.93038e-032	1.2326e-032	0	0	0	0
217	-4.93038e-032	1.59472e-048	0	0	0	0
224	-4.93038e-032	-1.2326e-032	0	0	0	0
227	5.89301e-049	8.29888e-049	0	0	0	0
316	-3.25896e-049	0	0	0	0	0
321	-1.97215e-031	0	0	0	0	0
323	1.63595e-048	-1.74859e-049	0	0	0	0
325	-1.48063e-050	-1.54074e-033	0	0	0	0
326	1.2326e-032	3.08149e-033	0	0	0	0
327	7.4174e-050	0	0	0	0	0
329	-1.2326e-032	3.08149e-033	0	0	0	0
330	-4.93038e-032	0	0	0	0	0
344	0	0	-49.4314	9.46633e-030	3.78653e-029	1.64215e-047
345	0	0	-137.631	2.52435e-029	1.26218e-028	4.37906e-047
346	0	0	-185.051	3.78653e-029	1.51461e-028	6.56859e-047
347	0	0	-187.72	5.04871e-029	1.51461e-028	5.47382e-047
348	0	0	-166.447	2.52435e-029	1.00974e-028	5.47382e-047
349	0	0	-140.202	2.52435e-029	1.26218e-028	4.37906e-047
350	0	0	84.9491	-6.31089e-030	-2.52435e-029	1.64215e-047
351	0	0	107.276	-1.26218e-029	-5.04871e-029	2.18953e-047
364	0	0	158.301	-3.78653e-029	-1.00974e-028	3.83168e-047
365	0	0	267.836	-5.04871e-029	-2.52435e-028	4.37906e-047
366	0	0	470.374	-7.57306e-029	-3.02923e-028	8.75812e-047
367	0	0	770.558	-1.51461e-028	-6.05845e-028	1.75162e-046
368	0	0	804.114	-1.00974e-028	-6.05845e-028	1.31372e-046
369	0	0	875.141	-1.00974e-028	-6.05845e-028	1.75162e-046
370	0	0	829.179	-1.00974e-028	-6.05845e-028	1.31372e-046
371	0	0	505.947	-7.57306e-029	-3.02923e-028	8.75812e-047
372	0	0	287.047	-6.31089e-029	-2.01948e-028	6.56859e-047
373	0	0	167.664	-2.52435e-029	-1.00974e-028	3.28429e-047
374	0	0	111.74	-1.89327e-029	-7.57306e-029	2.18953e-047
375	0	0	87.1357	-1.26218e-029	-5.04871e-029	1.09476e-047
376	0	0	-149.387	3.15544e-029	1.26218e-028	4.37906e-047
377	0	0	-177.044	3.78653e-029	1.51461e-028	6.56859e-047
378	0	0	-198.941	3.78653e-029	2.01948e-028	8.75812e-047
379	0	0	-194.063	3.78653e-029	2.01948e-028	7.66335e-047
380	0	0	-139.144	3.15544e-029	1.00974e-028	4.37906e-047
381	0	0	-36.557	7.88861e-030	3.15544e-029	1.09476e-047
382	0	0	54.5369	-9.46633e-030	-5.04871e-029	-1.90101e-047
383	0	0	29.82	-6.31089e-030	-1.89327e-029	-6.84228e-048

#### REAZIONI "DISTRIBUITO" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-3.90148e-049	9.86076e-032	0	0	0	0
6	3.9443e-031	5.45612e-048	0	0	0	0
11	-5.58911e-049	4.96608e-048	0	0	0	0
12	-7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0
17	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
18	-1.99195e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
141	1.84478e-049	7.08729e-048	0	0	0	0
150	-1.61281e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
171	1.14198e-048	3.84989e-048	0	0	0	0
180	-1.18126e-048	-2.6971e-049	0	0	0	0
192	-3.9443e-031	0	0	0	0	0

195	3.7353e-049	0	0	0	0	0
198	3.6082e-049	-4.93038e-032	0	0	0	0
205	-1.97215e-031	0	0	0	0	0
208	5.40645e-049	0	0	0	0	0
211	4.07224e-048	-9.86076e-032	0	0	0	0
214	2.75379e-048	2.16944e-048	0	0	0	0
217	1.53445e-048	4.93038e-032	0	0	0	0
224	4.48332e-048	2.41491e-048	0	0	0	0
227	-3.9443e-031	5.77732e-048	0	0	0	0
316	-6.80287e-049	0	0	0	0	0
321	-3.9443e-031	0	0	0	0	0
323	-3.9443e-031	-1.49358e-047	0	0	0	0
325	1.04941e-048	0	0	0	0	0
326	-1.82207e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
327	7.05654e-049	0	0	0	0	0
329	-1.82207e-048	0	0	0	0	0
330	-3.9443e-031	0	0	0	0	0
344	0	0	-1526.44	3.02923e-028	1.21169e-027	5.25487e-046
345	0	0	-1088.86	2.01948e-028	8.07794e-028	3.50325e-046
346	0	0	-752.292	1.51461e-028	8.07794e-028	2.62743e-046
347	0	0	-559.847	1.00974e-028	5.04871e-028	2.18953e-046
348	0	0	-726.692	1.51461e-028	6.05845e-028	2.62743e-046
349	0	0	-1421.19	3.02923e-028	1.61559e-027	5.25487e-046
350	0	0	4892.87	-8.07794e-028	-3.23117e-027	8.75812e-046
351	0	0	5588.43	-8.07794e-028	-3.23117e-027	1.4013e-045
364	0	0	5430.38	-1.21169e-027	-4.84676e-027	1.4013e-045
365	0	0	4720.61	-8.07794e-028	-3.23117e-027	8.75812e-046
366	0	0	3775.35	-6.05845e-028	-2.42338e-027	7.00649e-046
367	0	0	2798.15	-2.01948e-028	-2.42338e-027	5.25487e-046
368	0	0	1826.8	-3.02923e-028	-8.07794e-028	3.50325e-046
369	0	0	1826.8	-3.02923e-028	-1.21169e-027	3.50325e-046
370	0	0	2798.15	-4.03897e-028	-2.42338e-027	3.50325e-046
371	0	0	3775.35	-6.05845e-028	-2.42338e-027	8.75812e-046
372	0	0	4720.61	-1.00974e-027	-3.23117e-027	1.05097e-045
373	0	0	5430.38	-8.07794e-028	-4.84676e-027	1.05097e-045
374	0	0	5588.43	-8.07794e-028	-3.23117e-027	1.05097e-045
375	0	0	4892.87	-8.07794e-028	-3.23117e-027	8.75812e-046
376	0	0	-1421.19	3.02923e-028	1.21169e-027	5.25487e-046
377	0	0	-726.692	1.51461e-028	6.05845e-028	2.18953e-046
378	0	0	-559.847	1.00974e-028	5.04871e-028	1.75162e-046
379	0	0	-752.292	1.51461e-028	6.05845e-028	2.62743e-046
380	0	0	-1088.86	2.52435e-028	8.07794e-028	3.50325e-046
381	0	0	-1526.44	2.01948e-028	1.61559e-027	5.25487e-046
382	0	0	-2113.52	4.03897e-028	2.01948e-027	6.83181e-046
383	0	0	-2113.52	5.04871e-028	1.61559e-027	5.25487e-046

#### REAZIONI "TANDEM" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-3.21678e-049	7.88861e-031	0	0	0	0
6	-5.61675e-048	7.88861e-031	0	0	0	0
11	4.49653e-048	-7.88861e-031	0	0	0	0
12	-5.69427e-048	2.87141e-049	0	0	0	0
17	2.79333e-048	2.45886e-048	0	0	0	0
18	-6.60422e-048	-7.41302e-049	0	0	0	0
141	9.87845e-048	1.10164e-047	0	0	0	0
150	-6.31089e-030	-1.1996e-048	0	0	0	0
171	9.42499e-048	8.01468e-048	0	0	0	0
180	-3.15544e-030	-8.28335e-049	0	0	0	0
192	3.70604e-048	0	0	0	0	0

195	-1.57772e-030	3.9443e-031	0	0	0	0
198	-1.57772e-030	3.9443e-031	0	0	0	0
205	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
208	-1.57772e-030	0	0	0	0	0
211	1.92007e-047	4.54978e-047	0	0	0	0
214	1.54427e-047	3.9443e-031	0	0	0	0
217	-1.57772e-030	7.21348e-047	0	0	0	0
224	2.46542e-047	4.79129e-047	0	0	0	0
227	-1.57772e-030	4.5457e-047	0	0	0	0
316	-3.50221e-048	-3.9443e-031	0	0	0	0
321	-3.50221e-048	0	0	0	0	0
323	-2.997e-047	-6.1891e-047	0	0	0	0
325	4.45134e-048	0	0	0	0	0
326	3.15544e-030	0	0	0	0	0
327	4.44335e-048	0	0	0	0	0
329	-5.65676e-048	0	0	0	0	0
330	4.44335e-048	0	0	0	0	0
344	0	0	-7463.98	1.61559e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
345	0	0	-6682.75	1.61559e-027	6.46235e-027	2.45227e-045
346	0	0	-6508.06	1.61559e-027	6.46235e-027	2.10195e-045
347	0	0	-6718.02	1.21169e-027	6.46235e-027	2.45227e-045
348	0	0	-7429.79	2.01948e-027	8.07794e-027	2.10195e-045
349	0	0	-8948.93	1.61559e-027	6.46235e-027	3.50325e-045
350	0	0	15190.3	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.10195e-045
351	0	0	16929.5	-2.42338e-027	-1.29247e-026	3.50325e-045
364	0	0	17065.7	-3.23117e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
365	0	0	16424.7	-3.23117e-027	-1.29247e-026	3.50325e-045
366	0	0	14888.8	-2.42338e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
367	0	0	12812.8	-1.61559e-027	-9.69352e-027	2.10195e-045
368	0	0	9404.62	-1.21169e-027	-6.46235e-027	1.05097e-045
369	0	0	9404.62	-1.61559e-027	-6.46235e-027	1.75162e-045
370	0	0	12812.8	-2.42338e-027	-6.46235e-027	2.10195e-045
371	0	0	14888.8	-2.42338e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
372	0	0	16424.7	-3.23117e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
373	0	0	17065.7	-3.23117e-027	-6.46235e-027	4.2039e-045
374	0	0	16929.5	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
375	0	0	15190.3	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.10195e-045
376	0	0	-8948.93	2.01948e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
377	0	0	-7429.79	1.61559e-027	8.07794e-027	2.8026e-045
378	0	0	-6718.02	1.21169e-027	4.84676e-027	2.10195e-045
379	0	0	-6508.06	1.61559e-027	4.84676e-027	1.75162e-045
380	0	0	-6682.75	1.61559e-027	6.46235e-027	2.45227e-045
381	0	0	-7463.98	1.21169e-027	6.46235e-027	2.8026e-045
382	0	0	-8965.02	1.61559e-027	6.46235e-027	2.72752e-045
383	0	0	-8965.02	1.61559e-027	8.07794e-027	3.50325e-045

#### REAZIONI "P. NON STRUTTURALI" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	7.88861e-031	1.76204e-047	0	0	0	0
6	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
11	-7.54943e-049	5.56246e-048	0	0	0	0
12	-1.78784e-048	1.98975e-050	0	0	0	0
17	-6.64348e-049	3.44979e-048	0	0	0	0
18	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
141	6.46852e-049	-1.97215e-031	0	0	0	0
150	-7.88861e-031	-4.43354e-049	0	0	0	0
171	7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
180	-7.88861e-031	1.97215e-031	0	0	0	0
192	-3.9443e-031	0	0	0	0	0

195	-1.97215e-031	4.93038e-032	0	0	0	0
198	5.35138e-049	4.93038e-032	0	0	0	0
205	-1.97215e-031	0	0	0	0	0
208	3.87684e-049	-4.93038e-032	0	0	0	0
211	3.93505e-048	5.29646e-048	0	0	0	0
214	2.69298e-048	2.12569e-048	0	0	0	0
217	1.70162e-048	1.08733e-047	0	0	0	0
224	4.7866e-048	4.49847e-048	0	0	0	0
227	4.65746e-048	4.93038e-032	0	0	0	0
316	-1.21459e-048	0	0	0	0	0
321	-1.20446e-048	0	0	0	0	0
323	-3.96368e-048	-1.53016e-047	0	0	0	0
325	9.56191e-049	0	0	0	0	0
326	-1.48946e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
327	-7.88861e-031	0	0	0	0	0
329	-7.88861e-031	0	0	0	0	0
330	8.67071e-049	0	0	0	0	0
344	0	0	-1170.14	2.01948e-028	1.21169e-027	4.37906e-046
345	0	0	-780.797	1.51461e-028	6.05845e-028	3.06534e-046
346	0	0	-684.293	1.51461e-028	8.07794e-028	2.18953e-046
347	0	0	-774.054	1.51461e-028	8.07794e-028	2.62743e-046
348	0	0	-1077.77	2.52435e-028	1.00974e-027	3.50325e-046
349	0	0	-1746.28	4.03897e-028	1.21169e-027	5.25487e-046
350	0	0	3998.88	-6.05845e-028	-2.42338e-027	8.75812e-046
351	0	0	4867.85	-8.07794e-028	-3.23117e-027	7.00649e-046
364	0	0	5237.51	-1.21169e-027	-4.84676e-027	1.05097e-045
365	0	0	5306.31	-1.21169e-027	-3.23117e-027	1.05097e-045
366	0	0	5037.25	-8.07794e-028	-4.84676e-027	5.25487e-046
367	0	0	4418.51	-8.07794e-028	-4.03897e-027	5.25487e-046
368	0	0	3234.39	-4.03897e-028	-2.42338e-027	5.25487e-046
369	0	0	3261.58	-6.05845e-028	-2.42338e-027	7.00649e-046
370	0	0	4440.27	-6.05845e-028	-2.42338e-027	8.75812e-046
371	0	0	5050.17	-8.07794e-028	-1.61559e-027	1.05097e-045
372	0	0	5313.19	-8.07794e-028	-3.23117e-027	1.05097e-045
373	0	0	5240.83	-1.21169e-027	-3.23117e-027	1.4013e-045
374	0	0	4869.44	-8.07794e-028	-3.23117e-027	8.75812e-046
375	0	0	3999.72	-4.03897e-028	-4.03897e-027	3.50325e-046
376	0	0	-1749.64	4.03897e-028	2.01948e-027	7.00649e-046
377	0	0	-1081.77	2.01948e-028	1.00974e-027	3.50325e-046
378	0	0	-778.423	1.00974e-028	6.05845e-028	2.18953e-046
379	0	0	-687.995	2.01948e-028	4.03897e-028	1.75162e-046
380	0	0	-781.761	1.51461e-028	6.05845e-028	2.18953e-046
381	0	0	-1165.37	2.52435e-028	1.00974e-027	4.37906e-046
382	0	0	-1915.85	5.04871e-028	1.21169e-027	4.21673e-046
383	0	0	-1925.77	4.03897e-028	1.61559e-027	6.13068e-046

#### REAZIONI "P. STRUTTURALI" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
5	-6.67658e-048	5.73542e-047	0	0	0	0
6	-3.15544e-030	2.54753e-047	0	0	0	0
11	-3.15544e-030	2.10713e-047	0	0	0	0
12	3.15544e-030	7.88861e-031	0	0	0	0
17	-3.15544e-030	-7.88861e-031	0	0	0	0
18	-5.5038e-048	-8.54216e-049	0	0	0	0
141	-9.6857e-049	2.32596e-047	0	0	0	0
150	-4.77792e-048	-1.50281e-048	0	0	0	0
171	-1.37034e-048	2.22893e-047	0	0	0	0
180	-4.71246e-048	-1.27303e-048	0	0	0	0
192	-7.88861e-031	-1.97215e-031	0	0	0	0



195	-1.97215e-031	0	0	0	0	0
198	9.04739e-049	0	0	0	0	0
205	4.3416e-049	0	0	0	0	0
208	4.52056e-049	-4.93038e-032	0	0	0	0
211	-7.88861e-031	6.29361e-048	0	0	0	0
214	5.89051e-048	-5.14118e-048	0	0	0	0
217	-3.9443e-031	-9.86076e-032	0	0	0	0
224	1.17195e-047	7.8716e-049	0	0	0	0
227	-3.9443e-031	-1.253e-048	0	0	0	0
316	-3.77235e-048	3.9443e-031	0	0	0	0
321	-1.57772e-030	3.9443e-031	0	0	0	0
323	-1.57772e-030	-3.9443e-031	0	0	0	0
325	2.41937e-048	0	0	0	0	0
326	-4.9915e-048	7.88861e-031	0	0	0	0
327	1.91969e-048	1.97215e-031	0	0	0	0
329	-4.99138e-048	0	0	0	0	0
330	7.88861e-031	0	0	0	0	0
344	0	0	-2265.09	3.02923e-028	2.01948e-027	8.75812e-046
345	0	0	-910.443	1.51461e-028	8.07794e-028	3.50325e-046
346	0	0	-582.136	1.26218e-028	5.04871e-028	2.18953e-046
347	0	0	-874.4	2.01948e-028	6.05845e-028	3.06534e-046
348	0	0	-1822.15	4.03897e-028	1.61559e-027	6.13068e-046
349	0	0	-3864.99	6.05845e-028	2.42338e-027	1.22614e-045
350	0	0	13403.6	-2.42338e-027	-9.69352e-027	2.10195e-045
351	0	0	15585.3	-3.23117e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
364	0	0	16340.1	-2.42338e-027	-1.29247e-026	2.10195e-045
365	0	0	16402.6	-2.42338e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
366	0	0	15631.8	-3.23117e-027	-1.29247e-026	2.8026e-045
367	0	0	13828.2	-1.61559e-027	-9.69352e-027	2.8026e-045
368	0	0	10120.1	-1.61559e-027	-3.23117e-027	1.75162e-045
369	0	0	10130	-1.61559e-027	-9.69352e-027	1.4013e-045
370	0	0	13836.4	-2.42338e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
371	0	0	15636.8	-2.42338e-027	-9.69352e-027	2.8026e-045
372	0	0	16405.3	-2.42338e-027	-1.61559e-026	2.10195e-045
373	0	0	16341.4	-3.23117e-027	-6.46235e-027	4.2039e-045
374	0	0	15586	-3.23117e-027	-9.69352e-027	3.50325e-045
375	0	0	13403.9	-8.07794e-028	-1.29247e-026	1.4013e-045
376	0	0	-3866.27	1.00974e-027	3.23117e-027	1.05097e-045
377	0	0	-1823.63	4.03897e-028	1.61559e-027	6.13068e-046
378	0	0	-875.971	2.01948e-028	8.07794e-028	2.62743e-046
379	0	0	-583.398	1.26218e-028	5.04871e-028	2.18953e-046
380	0	0	-910.655	1.51461e-028	1.00974e-027	3.50325e-046
381	0	0	-2263.28	4.03897e-028	2.01948e-027	7.00649e-046
382	0	0	-4869.17	1.00974e-027	4.84676e-027	1.71012e-045
383	0	0	-4872.63	1.00974e-027	4.84676e-027	1.75162e-045

## **8.9. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**

Tenuto conto del fatto che :

1. sono state svolte delle elaborazioni con software completi di validazione;
2. le eventuali approssimazioni introdotte sono state preventivamente valutate in modo da non poter minare la validità qualitativa e quantitativa dei risultati, ma hanno il solo scopo di agevolare la lettura degli stessi permettendo di fissare l'attenzione sui reali aspetti strutturali da trattare;
3. è stato effettuato un controllo visivo del comportamento del modello che non ha portato in evidenza anomalie che potessero far credere ad errori di introduzione dei dati;
4. non sono stati considerati nelle verifiche risultati che preventivamente non abbiano superato un controllo di accettabilità concettuale anche tramite sbrigativi controlli numerici manuali (come la verifica manuale di alcune sezioni lignee sulla base di schemi semplificati che sono state riportate ai cap. 13.1);
5. non sono state trascurate reali condizioni di carico, di vincolo o di interazione con il terreno che avrebbero potuto falsare i risultati;
6. sono state rispettate tutte le prescrizioni della vigente normativa;
7. sono state effettuate tutte le verifiche ritenute necessarie tralasciando quelle palesemente soddisfatte per non appesantire la lettura dei risultati con elaborazioni empiriche senza significato;

si può tranquillamente dire che i risultati ottenuti, e quindi quanto progettato, sono accettabili.

## **9. CARATTERISTICHE ED AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO**

### **9.1. SOFTWARE UTILIZZATI**

Nello svolgimento dei calcoli e delle verifiche verranno utilizzati i seguenti software, dei quali si possiede regolare licenza d'uso e tutta la documentazione esplicativa (teorica e pratica consultabile a richiesta):

- ❑ NOLIAN, programma di calcolo utilizzante il metodo agli elementi finiti, prodotto dalla Softing srl con sede in Roma;
- ❑ TRAVILOG TITANIUM, programmi di calcolo e verifica divisi in moduli per l'utilizzo anche su singole parti di strutture o sezioni isolate, anch'essi in parte basati sul metodo agli elementi finiti e impostati per effettuare verifiche sia alle TA che agli SL, prodotto dalla Logical Soft srl con sede a Desio (MI).
- ❑ AC.M risolutore per Aperture e Cerchiature in Murature portanti, Vers.2012. Produttore : AEDES con sede a San Miniato Basso (PI).
- ❑ MAX (versione 10.10) - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno - Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

### **9.2. VALIDAZIONE ED AFFIDABILITA' DEI CODICI DI CALCOLO**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego.

Si possiedono tutte le documentazioni redatte dai produttori sulla validazione ed affidabilità dei codici di calcolo, consultabile in qualsiasi momento su richiesta.

## **10. STRUTTURE GEOTECNICHE E DI FONDAZIONE**

Si rimanda alla lettura del cap. 12 della presente relazione, ove vengono analizzati dettagliatamente i risultati derivanti dalla modellazione e vengono svolte le verifiche ritenute maggiormente significative.

## 11. OSSERVAZIONI TECNICHE STRUTTURALI

Per quanto riguarda l'analisi sismica della struttura si è optato per effettuare considerazioni di tipo manuale a carattere cautelativo, in particolare si è scelto di stimare l'entità del massimo sforzo orizzontale espresso dall'impalcato (inteso come lastra rigida) a livello della testa dei pali trivellati.

Per giungere al valore massimo dello sforzo di scorrimento agente si è prudenzialmente considerata la totalità della massa sismica del ponte moltiplicata per il massimo valore di  $a_g$ , ricavata dallo spettro di risposta (SLV,  $q = 1$ ) agente alternativamente in direzione x ed y, cioè:

$$F_{sd} = (1,0 \text{ Perm. strutt.} + 1,0 \text{ Perm. non strut.}) \times a_{\text{spettr. max}} = 184'505 \times 0,652 = 120'298 \text{ daN}$$

Tale sforzo è considerato agente sul piano orizzontale sull'interfaccia fondazione-terreno a livello della testa dei pali.

Dal momento che l'impalcato in oggetto risulta essere assimilabile ad una lastra rigida in c.a. dotata di nervature, le sollecitazioni sismiche non risultano produrre situazioni di carico particolarmente gravose su di essa.

Le sollecitazioni maggiormente gravose per il ponte si hanno in condizioni statiche ove i carichi verticali (agenti perpendicolarmente alla lastra) sono decisamente maggiori.

Si precisa inoltre che non sono state fatte ulteriori verifiche a scorrimento in riferimento ad altre possibili azioni orizzontali come l'azione di frenamento in quanto il valore di calcolo della stessa (39000 daN) è decisamente inferiore a quello generato dall'azione del sisma.

Verranno effettuate ulteriori considerazioni sugli effetti dell'azione sismica nel dimensionamento delle strutture fondali e dei pali per le quali si rimanda alla lettura del cap. 12

Alla luce di quanto osservato nel presente capitolo non si ritiene necessario effettuare ulteriori considerazioni e verifiche sismiche sull'impalcato.

## 12. VERIFICHE STRUTTURE DI FONDAZIONE

### 12.1. VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE (SLU – SLV - SLE)

#### 12.1.1. PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI CONSIDERATI

Unità stratigrafica	Profondità da p.c. [m]	Carico Piezometrico	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ (°)	$c'$ [kPa]	$E_0$ [MPa]
Coltre	da 0 m a ~ 3 m	Drenato	18	19.5	28	0	5-10
Ghiaia con sabbia	da 3 m a ~ 11 m	Drenato	18.5	19	35	0	50-90
Tetto bedrock	oltre i 11 m	Drenato (?)	21	21	28	0	>100

Tabella 7: Unità litologiche e parametri geotecnici adottati nel “modello unico” proposto per il calcolo della capacità portante dei pali di fondazione.

Figura 26

#### 12.1.2. COLLASSO PER CARICO LIMITE DELLA PALIFICATA NEI RIGUARDI DEI CARICHI ASSIALI (approccio 2-A1+M1+R3)

Si considerano pali di diametro nominale 50 cm con lunghezze variabili ed il calcolo viene effettuato utilizzando la seguente formula del metodo  $\alpha$  (variabile da 0,40 a 1,00) di Tomlinson, implementato utilizzando le formule di Brinch-Hansen e fattorizzato secondo quanto previsto ai cap. § 6.4.3.1, § 6.4.3.1.1. § 6.4.3.1.2 delle NTC 2008.

Impostando il calcolo in condizioni drenate, ipotizzando la quota della testa del palo a -1,00 mt dal piano stradale si ottengono i seguenti valori del carico di calcolo (Approccio 2 → A1+M1+R3):

	COMPRESSIONE	TRAZIONE
□ PALO L = 8,00 mt →	$R_d = 55905$ daN	$R_d = 19650$ daN
□ PALO L = 9,00 mt →	$R_d = 66750$ daN	$R_d = 25100$ daN
□ PALO L = 10,00 mt →	$R_d = 50850$ daN	$R_d = 31200$ daN
□ PALO L = 11,00 mt →	$R_d = 60450$ daN	$R_d = 38000$ daN
□ PALO L = 12,00 mt →	$R_d = 70750$ daN	$R_d = 45450$ daN
□ PALO L = 13,00 mt →	$R_d = 81750$ daN	$R_d = 53650$ daN

N.B: Alla luce del fatto che i terreni presenti in loco sono a matrice prevalentemente incoerente non si ha una riduzione significativa della portanza verticale degli stessi dovuta ad effetti di gruppo:

$$Q_{lim,gruppo} = n \times E \times Q_{lim,singolo}$$

Per terreni incoerenti  $E=1$  (Vesic).

#### Determinazione del carico assiale massimo dei pali

Il carico è variabile a seconda della posizione del palo per cui la determinazione della lunghezza tiene conto del carico massimo di calcolo (si rimanda alla lettura del cap. 8.8 per i valori di sollecitazione) e rispetta la regola

$$R_d > E_d$$

#### Verifica a compressione pali (lato c.a.)

Il valore del massimo carico assiale calcolato in combinazione SLU rimane molto al di sotto del massimo valore sopportabile dalla sezione del palo pari a 323'000 daN ca.

### 12.1.3. COLLASSO PER CARICO LIMITE DELLA PALIFICATA NEI RIGUARDI DEI CARICHI TRASVERSALI (approccio 2)

#### Verifica a taglio palificata

Il valore massimo dello sforzo di scorrimento agente ricavato considerando prudenzialmente la totalità della massa sismica del ponte moltiplicata per il massimo valore di  $a_g$ , ricavata dallo spettro di risposta (SLV,  $q = 1$ ) agente alternativamente in direzione x ed y (si rimanda alla lettura del cap. 11), cioè:

$$F_{sd} = (1,0 \text{ Perm. strutt.} + 1,0 \text{ Perm. non strut.}) \times a_{spettro,max} = 184'505 \times 0,652 = 120'298 \text{ daN}$$

Tale sforzo è considerato agente sul piano orizzontale sull'interfaccia fondazione-terreno a livello della testa dei pali, pertanto la verifica a taglio della palificata risulta soddisfatta qualora:

$$V_{rd \text{ tot}} = \Sigma V_{rd} > F_{sd}$$

Pali trivellati in c.a.  $D=50$  cm

Armatura longitudinale : 12+12  $\phi$  16

Armatura trasversale : st.  $\phi$  8/15" a spirale.

$$V_{rd} = 20600 \text{ daN (singolo palo)}$$

$$V_{rd \text{ tot.}} = 28 \times 20600 = 576800 \text{ daN} > 120298 \text{ daN} \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

#### Verifica di capacità portante laterale del terreno

Il valore massimo dello sforzo di scorrimento agente ricavato considerando prudenzialmente la totalità della massa sismica del ponte moltiplicata per il massimo valore di  $a_g$ , ricavata dallo spettro di risposta (SLV,  $q = 1$ ) agente alternativamete in direzione x ed y (si rimanda alla lettura del cap. 11), cioè:

$$F_{sd} = (1,0 \text{ Perm. strutt.} + 1,0 \text{ Perm. non strut.}) \times a_{\text{spettr.max}} = 184'505 \times 0,652 = 120'298 \text{ daN}$$

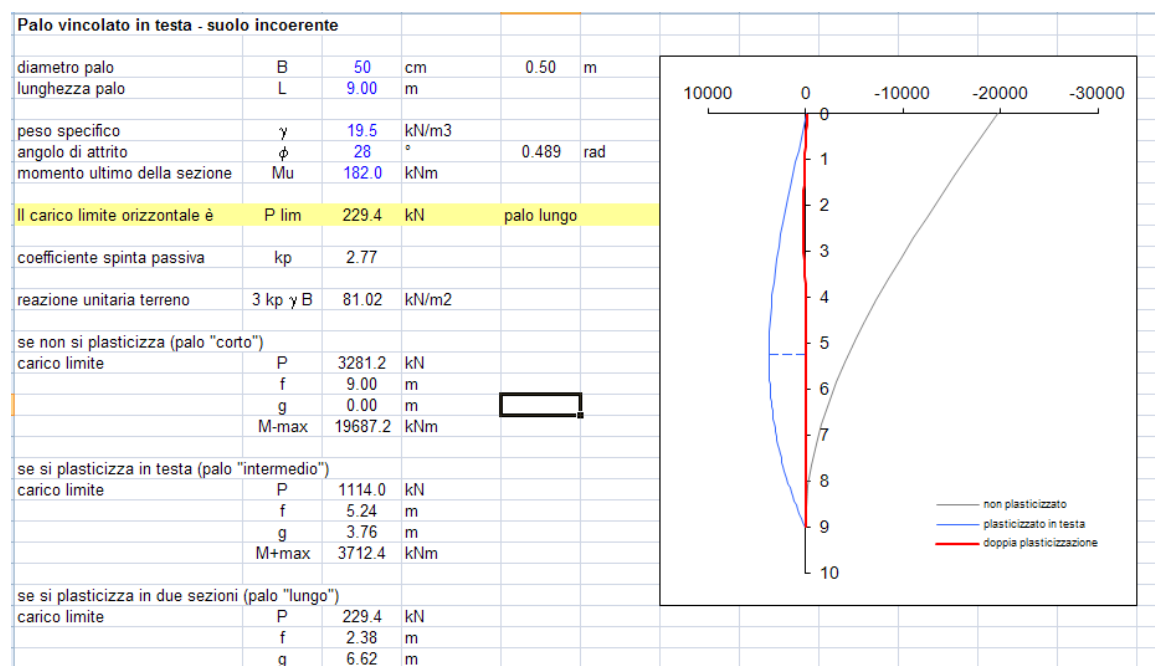
I pali che formano la fondazione dell'impalcato in progetto sono 14 pali di diametro Ø50 su ciascuna sponda.

Pali trivellati in c.a. D= 50 cm

Armatura longitudinale: 12+12  $\phi$  16

Armatura trasversale: st.  $\phi$  8/15" a spirale.

Si riporta il calcolo della portanza laterale del singolo palo:






	palo integro		palo plasticizz. testa		palo 2 plasticizz.	
	x	M	x	M	x	M
	0.00	-19687.2	0.00	-182.0	0.00	-182.0
	0.00	-19687.2	0.00	-182.0	0.00	-182.0
	0.00	-19687.2	0.00	-182.0	0.00	-182.0
1	0.45	-18211.9	0.26	109.8	0.12	-154.7
2	0.90	-16744.0	0.52	400.2	0.24	-127.6
3	1.35	-15290.8	0.79	687.7	0.36	-100.7
4	1.80	-13859.8	1.05	970.7	0.48	-74.3
5	2.25	-12458.3	1.31	1248.0	0.59	-48.3
6	2.70	-11093.8	1.57	1517.9	0.71	-23.1
7	3.15	-9773.5	1.84	1779.1	0.83	1.3
8	3.60	-8504.9	2.10	2030.0	0.95	24.8
9	4.05	-7295.3	2.36	2269.3	1.07	47.1
10	4.50	-6152.3	2.62	2495.4	1.19	68.2
11	4.95	-5083.0	2.88	2706.9	1.31	88.0
12	5.40	-4094.9	3.15	2902.3	1.43	106.3
13	5.85	-3195.5	3.41	3080.3	1.55	122.9
14	6.30	-2392.0	3.67	3239.2	1.67	137.8
15	6.75	-1691.9	3.93	3377.7	1.78	150.7
16	7.20	-1102.5	4.20	3494.3	1.90	161.6
17	7.65	-631.2	4.46	3587.5	2.02	170.3
18	8.10	-285.5	4.72	3655.9	2.14	176.7
19	8.55	-72.6	4.98	3698.0	2.26	180.7
20	9.00	0.0	5.24	3712.4	2.38	182.0
1	9.00		5.34	3710.5	2.55	179.3
2	9.00		5.43	3704.8	2.71	170.9
3	9.00		5.53	3695.2	2.88	156.6
4	9.00		5.62	3681.7	3.04	135.8
5	9.00		5.71	3664.1	3.21	108.3
6	9.00		5.81	3642.5	3.37	73.7
7	9.00		5.90	3616.8	3.54	31.6
8	9.00		6.00	3586.8	3.70	0.0
9	9.00		6.09	3552.5	3.87	0.0
10	9.00		6.18	3513.9	4.03	0.0
11	9.00		6.28	3470.9	4.20	0.0
12	9.00		6.37	3423.3	4.37	0.0
13	9.00		6.46	3371.3	4.53	0.0
14	9.00		6.56	3314.6	4.70	0.0
15	9.00		6.65	3253.2	4.86	0.0
16	9.00		6.75	3187.1	5.03	0.0
17	9.00		6.84	3116.1	5.19	0.0
18	9.00		6.93	3040.3	5.36	0.0
19	9.00		7.03	2959.5	5.52	0.0
20	9.00		7.12	2873.7	5.69	0.0
1	9.00		7.22	2782.8	5.86	0.0
2	9.00		7.31	2686.8	6.02	0.0
3	9.00		7.40	2585.5	6.19	0.0
4	9.00		7.50	2479.0	6.35	0.0
5	9.00		7.59	2367.0	6.52	0.0
6	9.00		7.69	2249.7	6.68	0.0
7	9.00		7.78	2126.9	6.85	0.0
8	9.00		7.87	1998.5	7.01	0.0
9	9.00		7.97	1864.5	7.18	0.0
10	9.00		8.06	1724.8	7.34	0.0
11	9.00		8.15	1579.3	7.51	0.0
12	9.00		8.25	1428.0	7.68	0.0
13	9.00		8.34	1270.9	7.84	0.0
14	9.00		8.44	1107.7	8.01	0.0
15	9.00		8.53	938.6	8.17	0.0
16	9.00		8.62	763.3	8.34	0.0
17	9.00		8.72	581.9	8.50	0.0
18	9.00		8.81	394.2	8.67	0.0
19	9.00		8.91	200.3	8.83	0.0
20	9.00		9.00	0.0	9.00	0.0
	0.00	-19687.2	5.24	3712.4	2.38	182.0
	0.00	0.0	5.24	0.0	2.38	0.0

$$p_{lim} = 229,4 \text{ kN} = 22940 \text{ daN}$$

$$p_d = p_{lim} / (\xi_3 R_3) = 22940 / (1,65 \times 1,3) = 10'695 \text{ daN}$$

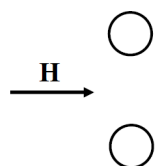
Alla luce della disposizione dei pali trivellati è necessario tenere in considerazione gli effetti di gruppo che nel caso in esame sono stati valutati con l'ausilio della teoria formulata da Reese & Van Impe (2001), di cui si riporta schematicamente uno stralcio:



$$e_A = 0.70 \left( \frac{s}{D} \right)^{0.26} \quad \frac{s}{D} \leq 4$$

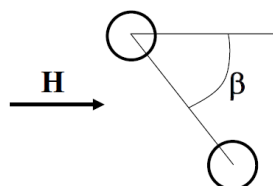
$$e_B = 0.48 \left( \frac{s}{D} \right)^{0.38} \quad \frac{s}{D} \leq 7$$

**Se  $s/D > (4 \text{ o } 7)$  allora  $e = 1$**

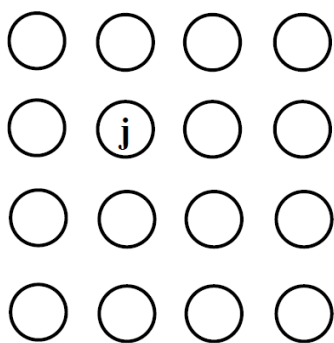


$$e = 0.64 \left( \frac{s}{D} \right)^{0.34} \quad \frac{s}{D} \leq 3.75$$

**Se  $s/D > 3.75$  allora  $e = 1$**



$$e = \sqrt{e_{lin}^2 \cdot \cos^2 \beta + e_{aff}^2 \cdot \sin^2 \beta}$$

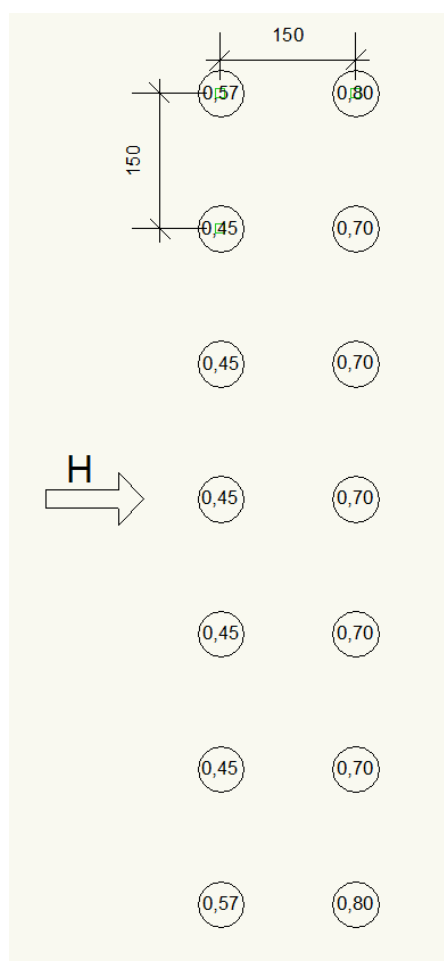


$$e_j = \prod_{i=1}^m e_{ij}$$

**gruppo di m pali**

Nel caso in esame si analizza un singolo gruppo di 14 pali, per ciascuno dei quali si va a calcolare il relativo coefficiente di riduzione  $e_j$ .

Si riporta uno schema semplificato degli  $e_j$  derivanti dal calcolo:



$$e_{\text{medio}} = \sum e_i / n = 0,60$$

$$P_d = p_d \times n \times e_{\text{medio}} = 10'695 \times 14 \times 0,60 = 89'838 \text{ daN}$$

I gruppi di pali sono 2, simmetrici rispetto all'asse longitudinale del Rio Verde, come schematizzato in figura:

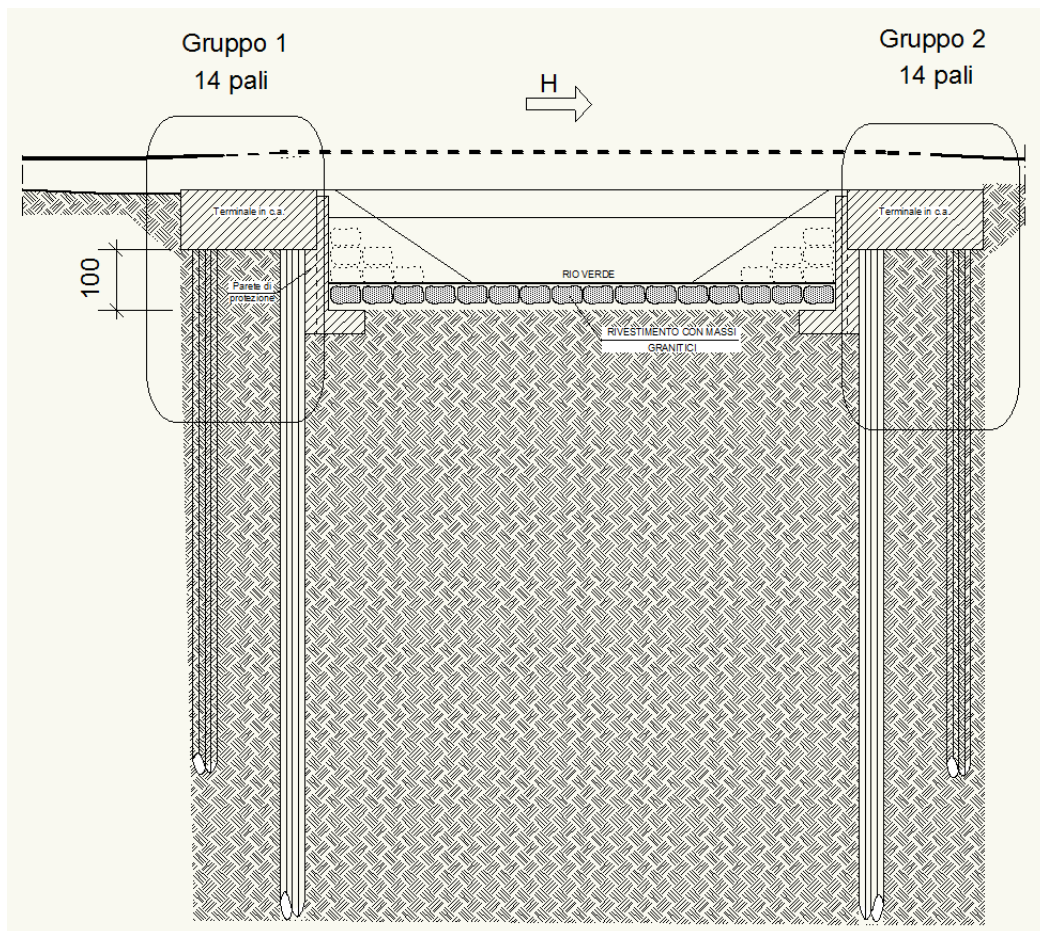


Figura 27

Considerando l'azione trasversale di calcolo  $H$  con direzione e verso rappresentati in figura si ha una resistenza laterale totale pari a:

$$P_{d,tot} = P_{d,G1} + P_{d,G2}$$

Prudenzialmente è stato considerato un valore ulteriormente ridotto (del 50%) della resistenza laterale dei pali del gruppo 1 a causa della presenza dell'alveo a fianco del primo metro di infissione.

Pertanto nella situazione rappresentata in figura si ha  $P_d = P_{d,G2} = 2 P_{d,G1}$ .

$$P_{d,tot} = 1/2 P_d + P_{d,G2} = 89'838/2 + 89'838 = 134'757 \text{ daN} > F_{sd} \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

**12.1.3. VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO DELLE  
STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN C.A. (SLU - SLV - SLE) – FONDAZIONE**

**SEZIONE DI VERIFICA PERPENDICOLARE ALL'ASSE DEL PONTE**

Essendo  $b = 100 \text{ cm}$ ,  $c = 5 \text{ cm}$ ,  $h = 100,0 \text{ cm}$ ,  $A_i = 5\phi 12 + 3\phi 16 \text{ agg.}$ ,  $A_s = 5\phi 12 + 3\phi 16 \text{ agg.}$ , con calcolo di verifica ottengo:

**VERIFICA A FLESSIONE (SLU)**

**SLU 1**

$$M_d = 37772 \text{ daNmt} < M_{rd} = 43816 \text{ daNmt}$$

**VERIFICA A FLESSIONE (SLE)**

**SLE 1 ( tensioni )**

$$M_d = 23454 \text{ daNmt}$$

$$\sigma_{c \max} = 13 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_c = 150,50 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{f \max} = 177 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{f \text{ amm}} = 3600 \text{ daN/cm}^2$$

**SLE ( fessurazione )**

$$w_{\max} = 0,00 \text{ mm} < w_2 = 0,2 \text{ mm (condizioni ambientali molto aggressive, armature poco sensibili)}$$

**VERIFICA A FATICA**

$$M_{sd}(\text{BASE}) = 10812 \text{ daNmt} \rightarrow \sigma_c = 6,0 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_f = 81 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA } 1 = 21322 \text{ daNmt} \rightarrow \sigma_c = 11,8 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_f = 161 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA } 2 = 14961 \text{ daNmt} \rightarrow \text{Trascurabile in quanto meno gravosa di } M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA } 1$$

Per il calcestruzzo compresso, secondo l'applicazione della regola dell'intervallo di tensione equivalente si può ritenere che vi sia una soddisfacente resistenza a fatica se:

$$\sigma_{c(\max)}/f_{cd \text{ fat.}} \leq 0,5 + 0,45 (\sigma_{c(\min)}/f_{cd \text{ fat.}}) \leq 0,9 \quad (\text{per cls con } f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2)$$

Ove:

$\sigma_{c(\max)}$  = Tensione massima di compressione in combinazione "FATICA-CICLICA"

$\sigma_{c(\min)}$  = Tensione minima di compressione in combinazione "BASE" nella stessa fibra in cui si ha  $\sigma_{c(\max)}$

$$f_{cd \text{ fat}} = k_{1,1} \beta_{cc}(t_0) f_{cd} (1 - f_{ck}/250)$$

$$\sigma_{c(max)} = 11,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c(min)} = 6,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd \text{ fat}} = k_{1,1} \beta_{cc}(t_0) f_{cd} (1 - f_{ck}/250) = 0,85 \times 1 \times 18,81 \times (1 - 33,2/250) = 13,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c(max)}/f_{cd \text{ fat}} \leq 0,5 + 0,45 (\sigma_{c(min)}/f_{cd \text{ fat}}) \leq 0,9$$

$$0,09 \leq 0,52 \leq 0,9 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

Per barre di armatura ordinaria soggette a trazione si può ritenere adeguata la resistenza a fatica se, per le azioni cicliche frequenti combinate con la combinazione con l'azione di base si ha:

$$\Delta\sigma_{f(max)} \leq 70 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta\sigma_{f(max)} = 161 - 81 = 80 \text{ daN/cm}^2 = 8,0 \text{ N/mm}^2 \leq 70 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

### **13. VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE**

#### **13.1. VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO DELLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN C.A. (SLU - SLV - SLE) – TRAVI LONGITUDINALI (LATERALI)**

In via prudenziale sono state considerate travi a sezione rettangolare 40x120 cm per lo svolgimento delle verifiche.

##### TRAVI 40x120

Essendo  $b = 40 \text{ cm}$ ,  $c = 5 \text{ cm}$ ,  $h = 120,0 \text{ cm}$ ,  $A_i = 5\phi 24 + 5\phi 24 \text{ a } 8 \text{ cm} + 5\phi 24 \text{ a } 16 \text{ cm}$ ,  $A_s = 5\phi 24 + 5\phi 24 \text{ a } 8 \text{ cm}$ , con calcolo di verifica ottengo:

##### VERIFICA A FLESSIONE (SLU)

SLU 1

$$M_d = 118'573 \text{ daNmt} < M_{rd} = 280'000 \text{ daNmt}$$

##### VERIFICA A TAGLIO

$$V_{Ed} = 44'400 \text{ daN} < V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) = 106'890 \text{ daN (St. } \phi 10/15'')$$

##### VERIFICA A FLESSIONE (SLE)

SLE 1 ( tensioni )

$$M_d = 73137 \text{ daNmt}$$

$$\sigma_{c \max} = 61,3 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_c = 150,50 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{f \max} = 1332 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{f \text{ amm}} = 3600 \text{ daN/cm}^2$$

SLE ( fessurazione )

$$w_{\max} = 0,100 \text{ mm} < w_2 = 0,2 \text{ mm (condizioni ambientali molto aggressive, armature poco sensibili)}$$

##### VERIFICA A FATICA

$$M_{sd \text{ (BASE)}} = 40002 \text{ daNmt} \quad \rightarrow \quad \sigma_c = 26,9 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_f = 329 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{sd \text{ FATICA-CICLICA 1}} = 58010 \text{ daNmt} \rightarrow \sigma_c = 46,4 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_f = 1008 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{sd \text{ FATICA-CICLICA 2}} = 54237 \text{ daNmt} \rightarrow \text{Trascurabile in quanto meno gravosa di } M_{sd \text{ FATICA-CICLICA 1}}$$

Per il calcestruzzo compresso, secondo l'applicazione della regola dell'intervallo di tensione equivalente si può ritenere che vi sia una soddisfacente resistenza a fatica se:

$$\sigma_{c(max)}/f_{cd \text{ fat.}} \leq 0,5 + 0,45 (\sigma_{c(min)}/f_{cd \text{ fat.}}) \leq 0,9 \quad (\text{per cls con } f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2)$$

Ove:

$\sigma_{c(max)}$  = Tensione massima di compressione in combinazione "FATICA-CICLICA"

$\sigma_{c(min)}$  = Tensione minima di compressione in combinazione "BASE" nella stessa fibra in cui si ha  $\sigma_{c(max)}$

$$f_{cd \text{ fat}} = k_{1,1} \beta_{cc}(t_0) f_{cd} (1 - f_{ck}/250)$$

$$\sigma_{c(max)} = 46,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c(min)} = 26,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd \text{ fat}} = k_{1,1} \beta_{cc}(t_0) f_{cd} (1 - f_{ck}/250) = 0,85 \times 1 \times 18,81 \times (1 - 33,2/250) = 13,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c(max)}/f_{cd \text{ fat.}} \leq 0,5 + 0,45 (\sigma_{c(min)}/f_{cd \text{ fat.}}) \leq 0,9$$

$$0,33 \leq 0,59 \leq 0,9 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

Per barre di armatura ordinaria soggette a trazione si può ritenere adeguata la resistenza a fatica se, per le azioni cicliche frequenti combinate con la combinazione con l'azione di base si ha:

$$\Delta\sigma_{f(max)} \leq 70 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta\sigma_{f(max)} = 1008 - 329 = 679 \text{ daN/cm}^2 = 67,9 \text{ N/mm}^2 \leq 70 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$



**13.2. VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO  
DELLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN C.A. (SLU - SLV - SLE) – NERVATURE  
LONGITUDINALI**

NERVATURE LONGITUDINALI (SEZIONE DI CALCOLO A T)

CAMPATA

Essendo  $B=100$  cm,  $b = 50$  cm,  $H = 55,0$  cm,  $h = 20,0$  cm,  $c = 5$  cm  $A_i = 5\phi 24 + 2\phi 24 + 2\phi 24$  a  $10$  cm,  $A_s = 5\phi 24$ , con calcolo di verifica ottengo:

VERIFICA A FLESSIONE (SLU)

SLU 1

$$M_d = 22150 \text{ daNmt} < M_{rd} = 67337 \text{ daNmt}$$

VERIFICA A FLESSIONE (SLE)

SLE 1 ( tensioni )

$$M_d = 13366 \text{ daNmt}$$

$$\sigma_{c \max} = 33 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_c = 150,50 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{f \max} = 917 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{f \text{ amm}} = 3600 \text{ daN/cm}^2$$

SLE ( fessurazione )

$$w_{\max} = 0,045 \text{ mm} < w_2 = 0,2 \text{ mm (condizioni ambientali molto aggressive, armature poco sensibili)}$$

VERIFICA A FATICA

$$M_{sd} \text{ (BASE)} = 4829 \text{ daNmt} \rightarrow \sigma_c = 15,8 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_f = 150 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA 1} = 12272 \text{ daNmt} \rightarrow \sigma_c = 50,7 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_f = 829 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA 2} = 10141 \text{ daNmt} \rightarrow \text{Trascurabile in quanto meno gravosa di } M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA 1}$$

Per il calcestruzzo compresso, secondo l'applicazione della regola dell'intervallo di tensione equivalente si può ritenere che vi sia una soddisfacente resistenza a fatica se:

$$\sigma_{c(\max)}/f_{cd \text{ fat.}} \leq 0,5 + 0,45 (\sigma_{c(\min)}/f_{cd \text{ fat.}}) \leq 0,9 \quad (\text{per cls con } f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2)$$

Ove:

$\sigma_{c(\max)}$  = Tensione massima di compressione in combinazione "FATICA-CICLICA"

$\sigma_{c(\min)}$  = Tensione minima di compressione in combinazione "BASE" nella stessa fibra in cui si ha  $\sigma_{c(\max)}$

$$f_{cd\text{ fat}} = k_{1,1} \beta_{cc}(t_0) f_{cd} (1-f_{ck}/250)$$

$$\sigma_{c(\max)} = 50,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c(\min)} = 15,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd\text{ fat}} = k_{1,1} \beta_{cc}(t_0) f_{cd} (1-f_{ck}/250) = 0,85 \times 1 \times 18,81 \times (1-33,2/250) = 13,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c(\max)}/f_{cd\text{ fat}} \leq 0,5 + 0,45 (\sigma_{c(\min)}/f_{cd\text{ fat}}) \leq 0,9$$

$$0,36 \leq 0,55 \leq 0,9 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

Per barre di armatura ordinaria soggette a trazione si può ritenere adeguata la resistenza a fatica se, per le azioni cicliche frequenti combinate con la combinazione con l'azione di base si ha:

$$\Delta\sigma_{f(\max)} \leq 70 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta\sigma_{f(\max)} = 829-150 = 679 \text{ daN/cm}^2 = 67,9 \text{ N/mm}^2 \leq 70 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

#### APPOGGI

Essendo  $B=100 \text{ cm}$ ,  $b = 50 \text{ cm}$ ,  $H = 55,0 \text{ cm}$ ,  $h = 20,0 \text{ cm}$ ,  $c = 5 \text{ cm}$   $A_i = 5\phi 24$ ,  $A_s = 5\phi 24 + 2\phi 24 + 2\phi 20$ , con calcolo di verifica ottengo:

#### VERIFICA A FLESSIONE (SLU)

SLU 1

$$M_d = 25398 \text{ daNmt} < M_{rd} = 75518 \text{ daNmt}$$

#### VERIFICA A TAGLIO

$$V_{Ed} = 24500 \text{ daN} < V_{Rd} = \min (V_{Rcd}, V_{Rsd}) = 65910 \text{ daN} \text{ ( St. } \phi 10/10 \text{ )}$$

#### VERIFICA A FLESSIONE (SLE)

SLE 1 ( tensioni )

$$M_d = 7431 \text{ daNmt}$$

$$\sigma_{c\text{ max}} = 52 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_c = 150,50 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{f\text{ max}} = 936 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{f\text{ amm}} = 3600 \text{ daN/cm}^2$$

SLE ( fessurazione )

$$w_{\max} = 0,062 \text{ mm} < w_2 = 0,2 \text{ mm} \text{ (condizioni ambientali molto aggressive, armature poco sensibili)}$$

## VERIFICA A FATICA

$$M_{sd} \text{ (BASE)} = 7431 \text{ daNmt} \quad \rightarrow \quad \sigma_c = 20,1 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_f = 172 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA 1} = 14340 \text{ daNmt} \rightarrow \sigma_c = 38,9 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_f = 334 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA 2} = 9866 \text{ daNmt} \rightarrow \text{Trascurabile in quanto meno gravosa di } M_{sd} \text{ FATICA-CICLICA 1}$$

Per il calcestruzzo compresso, secondo l'applicazione della regola dell'intervallo di tensione equivalente si può ritenere che vi sia una soddisfacente resistenza a fatica se:

$$\sigma_{c(\max)}/f_{cd \text{ fat.}} \leq 0,5 + 0,45 (\sigma_{c(\min)}/f_{cd \text{ fat.}}) \leq 0,9 \quad (\text{per cls con } f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2)$$

Ove:

$\sigma_{c(\max)}$  = Tensione massima di compressione in combinazione "FATICA-CICLICA"

$\sigma_{c(\min)}$  = Tensione minima di compressione in combinazione "BASE" nella stessa fibra in cui si ha  $\sigma_{c(\max)}$

$$f_{cd \text{ fat}} = k_{1,1} \beta_{cc}(t_0) f_{cd} (1 - f_{ck}/250)$$

$$\sigma_{c(\max)} = 38,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c(\min)} = 20,1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd \text{ fat}} = k_{1,1} \beta_{cc}(t_0) f_{cd} (1 - f_{ck}/250) = 0,85 \times 1 \times 18,81 \times (1 - 33,2/250) = 13,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c(\max)}/f_{cd \text{ fat.}} \leq 0,5 + 0,45 (\sigma_{c(\min)}/f_{cd \text{ fat.}}) \leq 0,9$$

$$0,28 \leq 0,56 \leq 0,9 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

Per barre di armatura ordinaria soggette a trazione si può ritenere adeguata la resistenza a fatica se, per le azioni cicliche frequenti combinate con la combinazione con l'azione di base si ha:

$$\Delta\sigma_{f(\max)} \leq 70 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta\sigma_{f(\max)} = 334 - 172 = 162 \text{ daN/cm}^2 = 16,2 \text{ N/mm}^2 \leq 70 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{VERIFICATO}$$

## **14. RELAZIONE SUI MATERIALI**

### **14.1. ELENCO DEI MATERIALI E LORO MODALITA' DI POSA IN OPERA**

#### *RIEMPIMENTI, SOTTOFONDAZIONI E GETTI DI PULIZIA*

Classe di resistenza C12/15.

Classe di esposizione X0.

Contenuto massimo di cloruri Cl 0.20.

Classe di lavorabilità S3 – S4.

Diametro max. inerte 30 mm (selezione secondo le curve di Fuller).

Contenuto minimo di cemento 250 Kg/mc.

Massimo rapporto acqua/cemento pari a 0,8.

I getti andranno posati in opera avendo cura di realizzare un piano d'imposta omogeneo per le fondazioni di adeguato spessore.

#### *STRUTTURE IN C.A. IN OPERA - PALI*

Classe di resistenza C 25/30.

Classe di esposizione XC2.

Contenuto massimo di cloruri Cl 0.40.

Classe di lavorabilità S4 – S5.

Diametro max. inerte 20 mm (selezione secondo le curve di Fuller).

Contenuto minimo di cemento 300 Kg/mc.

Massimo rapporto acqua/cemento pari a 0,60.

I getti andranno posati in opera avendo cura di vibrare bene la miscela in modo da ridurre il contenuto d'aria.

## *STRUTTURE IN C.A. IN OPERA - STRUTTURE IMPALCATO*

Classe di resistenza C 32/40 o superiore.

Classe di esposizione: XC4 + XF4 + XD3.

Contenuto massimo di cloruri Cl 0.40.

Classe di lavorabilità S4-S5.

Diametro max. inerte 15-22 mm (selezione secondo le curve di Fuller).

Contenuto minimo di cemento 360 Kg.

Massimo rapporto acqua/cemento pari a 0,45.

I getti andranno posati in opera avendo cura di vibrare bene la miscela in modo da ridurre il contenuto d'aria.

## *ACCIAIO PER C.A.*

Tipo B450C.

Il confezionamento delle "gabbie" dovrà seguire le indicazioni del progetto esecutivo ed andranno effettuate le necessarie legature in modo da mantenere in posizione le barre durante il getto.

### **14.2. VALORI DI CALCOLO**

#### *CALCESTRUZZO CLASSE DI RESISTENZA C 25/30 - PALI*

$$f_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2, f_{ctk} = 1,79 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 14,10 \text{ N/mm}^2, f_{ctd} = 1,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = 11,28 \text{ N/mm}^2$$

#### *CALCESTRUZZO CLASSE DI RESISTENZA C 32/40 –STRUTTURE IMPALCATO*

$$f_{ck} = 33,20 \text{ N/mm}^2, f_{ctk} = 2,16 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 18,81 \text{ N/mm}^2, f_{ctd} = 1,44 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = 15,50 \text{ N/mm}^2$$

*ACCIAIO PER C.A. TIPO B450C*

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 360 \text{ N/mm}^2$$

## **15. PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE**

### **15.1. STRUTTURE DI FONDAZIONE IN C.A.**

La manutenzione di tali strutture si limita ad un controllo delle condizioni dell' ambiente ad esse circostante per evitare che :

1. non vengano esposte direttamente le superfici delle strutture fuori terra a cicli di gelo e disgelo che possano portare a contatto con l' esterno le armature;
2. non vengano riversati nel terreno a contatto con le strutture agenti chimici in grado di aggredire il materiale di cui sono fatte;
3. non vi siano ristagni di acqua nei loro pressi che possano portare all' intenerimento del terreno con conseguente perdita di portanza e generazione di sollecitazioni non previste nelle strutture;
4. non vengano effettuati scavi che vadano a pregiudicare la stabilità del terreno d' appoggio delle strutture.

Nel remoto caso che dovesse danneggiarsi il copriferro in eventuali parti rimaste a vista andrà immediatamente riparato con adeguati prodotti in grado di garantire l' isolamento dall' ambiente esterno dell' armatura metallica.

### **15.2. STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN C.A.**

Qualunque sia la natura del calcestruzzo impiegato non dovranno venire ridotte le sezioni resistenti degli elementi tramite demolizioni se non nel caso in cui vengano effettuate apposite analisi strutturali in grado di motivarle e garantire che la costruzione continui a rispettare le prescrizioni della vigente normativa.

Saranno da evitare per quanto possibile forature e chiodature sulle superfici delle strutture.

Nei casi in cui il calcestruzzo non debba rimanere a vista (con conseguente adeguata categoria di esposizione) si dovrà controllare che tale fatto non avvenga intervenendo anche con riparazioni del materiale di ricoprimento dello stesso.

Nel remoto caso che dovesse danneggiarsi il copriferro in eventuali parti rimaste a vista andrà immediatamente riparato con adeguati prodotti in grado di garantire l' isolamento dall' ambiente esterno dell' armatura metallica.

## **16. RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI - INDAGINI SPECIALISTICHE**

### **16.1. RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO**

Si rimanda alla lettura dello studio geologico a firma del Dott. Geol. Enrico Caggese e del Dott. Ing. Riccardo Caggese allegato alla pratica sismica.

### **16.2. RELAZIONE GEOTECNICA : INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO**

#### *16.2.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI*

Si rimanda alla lettura del cap. 2.

#### *16.2.2. PROBLEMI GEOTECNICI E SCELTE TIPOLOGICHE*

Si rimanda alla lettura del cap. 6.4.

#### *16.2.3. DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE*

Si rimanda alla lettura dello studio geologico a firma del Dott. Geol. Enrico Caggese e del Dott. Ing. Riccardo Caggese allegato alla pratica sismica.



#### 16.2.4. DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Parametri geotecnici caratteristici considerati.

Unità stratigrafica	Profondità da p.c. [m]	Carico Piezometrico	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ (°)	$c'$ [kPa]	$E_0$ [MPa]
Coltre	da 0 m a ~ 3 m	Drenato	18	19.5	28	0	5-10
Ghiaia con sabbia	da 3 m a ~ 11 m	Drenato	18.5	19	35	0	50-90
Tetto bedrock	oltre i 11 m	Drenato (?)	21	21	28	0	>100

**Tabella 7: Unità litologiche e parametri geotecnici adottati nel “modello unico” proposto per il calcolo della capacità portante dei pali di fondazione.**

*Figura 28*

#### 16.2.5. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI: IDENTIFICAZIONE DEI RELATIVI STATI LIMITE

Si rimanda alla lettura dei cap. 4, 6 e 13 della presente relazione.

#### 16.2.6. APPROCCI PROGETTUALI E VALORI DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

##### SLU

##### Approccio 2

Combinazione A1+M1+R3

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali (GEO);

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali (GEO);

Collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione (GEO);

Verifica del raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali per ogni stato limite considerato (STRU)

##### SLE

Verifica della compatibilità dei cedimenti differenziali con i requisiti prestazionali delle struttura

Verifiche delle tensioni di esercizio e della fessurazione degli elementi strutturali

### **16.3.      RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE**

Si rimanda alla lettura del cap. 4 della presente relazione ed allo studio geologico a firma del Dott. Geol. Enrico Caggese e del Dott. Ing. Riccardo Caggese allegato alla pratica sismica.

**STUDIO TECNICO DOTT. ING. SANDRO PICCINI**

Via Porrettana 68, località Marano, 40041 Gaggio Montano (BO)

Tel. 0534-22094 - Fax. 0534-520368 – Cell. 3476956140 - e-mail : sandro.piccini@studioingpiccini.it

C.F. PCC SDR 75S03 Z133Y, P.I. 02235591209

**COMUNE DI SASSO MARCONI**

**Provincia di BOLOGNA**

**Progetto esecutivo per il rifacimento del ponte carrabile sul torrente “Rio Verde”  
in via Mongardino, loc. Sasso Marconi.**

Committente : Consorzio della Bonifica Renana

**FASCICOLO DEGLI ALLEGATI TECNICI STRUTTURALI  
(PONTE MONGARDINO-PASSERELLA PEDONALE)**

Marano di Gaggio Montano, 19/02/2015.

Il progettista strutturale  
**DOTT. ING. SANDRO PICCINI**



DOTT. ING. SANDRO PICCINI, iscritto all' Albo degli Ingegneri della Provincia di Bologna al n. 6195/A

## SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
1.1. COMMITTENTI .....	4
1.2. PROGETTISTI .....	4
1.2.1. PROGETTISTA ARCHITETTONICO.....	4
1.2.2. PROGETTISTA STRUTTURALE.....	4
2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE .5	
2.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO.....	5
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO.....	5
2.2.1. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA.....	5
2.3. TIPOLOGIA D' INTERVENTO PREVISTO.....	6
2.4. DESTINAZIONI D' USO PREVISTE .....	6
3. NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI.....	6
3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
3.2. DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI ADOTTATI AD INTEGRAZIONE DELLE VIGENTI NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI .....	6
4. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO .....	7
4.1. IDENTIFICAZIONE SITO DI REALIZZAZIONE DELL' INTERVENTO.....	7
4.2. TIPOLOGIA STRUTTURALE.....	7
4.3. PARAMETRI DI DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	7
4.4. SOVRACCARICHI CONSIDERATI .....	8
4.5. ANALISI DEI CARICHI.....	9
5. DESCRIZIONE MATERIALI .....	10
5.1. MATERIALI ADOTTATI .....	10
6. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE.....	11
6.1. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE .....	11
6.2. GIUNTI DI SEPARAZIONE DA STRUTTURE CONTIGUE.....	11
6.3. ANALISI DELLE INTERAZIONI TRA LE COMPONENTI ARCHITETTONICHE, IMPIANTISTICHE E LE OPERE DI CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI .....	11
6.4. REQUISITI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	11
6.5. MODELLAZIONE DEI VINCOLI INTERNI ED ESTERNI .....	11
7. COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO.....	12
8. ANALISI SVOLTE .....	14
8.1. TIPO DI ANALISI .....	14
8.2. PRINCIPALI RISULTATI DELL' ANALISI .....	14
8.3. METODOLOGIA DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI .....	14
8.4. MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E DELLE PROPRIETA' MECCANICHE .....	15

8.5.	MODELLAZIONE DELLE AZIONI.....	15
8.6.	DEFORMATE E SOLLECITAZIONI PER CONDIZIONI DI CARICO .....	19
8.7.	INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE.....	20
8.8.	REAZIONI VINCOLARI .....	23
8.9.	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI .....	24
9.	CARATTERISTICHE ED AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO .....	26
9.1.	SOFTWARE UTILIZZATI .....	26
9.2.	VALIDAZIONE ED AFFIDABILITA' DEI CODICI DI CALCOLO .....	26
10.	STRUTTURE GEOTECNICHE E DI FONDAZIONE .....	27
11.	OSSERVAZIONI TECNICHE STRUTTURALI .....	28
12.	VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE.....	29
12.1.	VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO IN ELEVAZIONE (SLU - SLV - SLE) – MONTANTI HEA 180.....	29
12.2.	VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO IN ELEVAZIONE (SLU - SLV - SLE) – PARAPETTO PEDONALE IPE 100 33	
12.3.	VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO IN ELEVAZIONE (SLU - SLV - SLE) – COLLEGAMENTI.....	36
14.	RELAZIONE SUI MATERIALI.....	42
14.1.	ELENCO DEI MATERIALI E LORO MODALITA' DI POSA IN OPERA .....	42
14.2.	VALORI DI CALCOLO .....	42
15.	PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE.....	44
15.1.	ACCIAIO DA CARPENTERIA.....	44

## **1. PREMESSA**

### **1.1. COMMITTENTI**

**Consorzio della Bonifica Renana – Area tecnica montana settore difesa del suolo e bonifica montana area occidentale** con sede in Bologna, via Santo Stefano n. 56, 40125 Bologna, Tel. 051-295111, Fax 051-295270, C.F. 91313990375.

### **1.2. PROGETTISTI**

#### *1.2.1.PROGETTISTA ARCHITETTONICO*

**Dott. Ing. Riccadro Rossi** c/o Consorzio della Bonifica Renana, via Santo Stefano n. 56, 40125 Bologna, Tel. 051-295304, e-mail R.Rossi@bonificarenana.it

#### *1.2.2.PROGETTISTA STRUTTURALE*

**Dott. Ing. Sandro Piccini** con studio in Gaggio Montano (BO) 40041, loc. Marano, via Porrettana n. 68. Tel. 0534/22094, fax 0534/520368, e-mail sandro.piccini@studioingpiccini.it

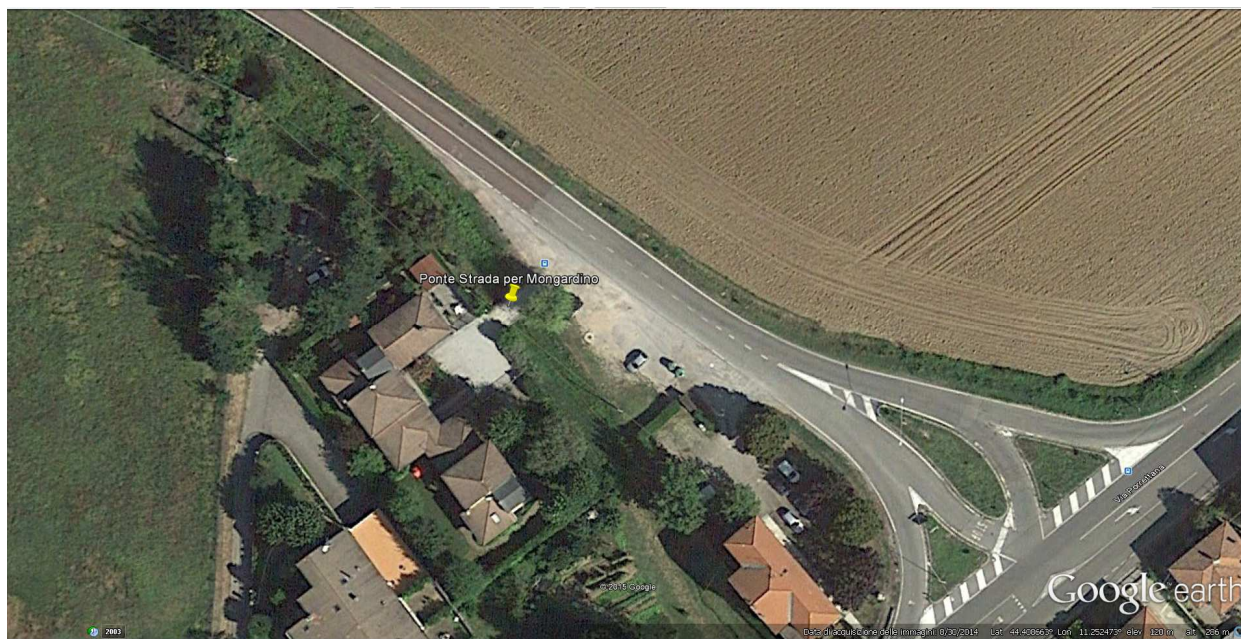
## **2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE**

### **2.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO**

L'intervento in progetto consiste nella regimazione e nell'adeguamento idraulico del Rio Verde in Sasso Marconi (BO) nel tratto Mongardino-San Lorenzo.

La presente relazione tratta esclusivamente la progettazione della passerella metallica pedonale, ancorata ad una trave laterale in c.a. (sezione 40x120 cm) del ponte in progetto.

L'analisi della struttura principale del ponte viene trattata in una relazione specifica (allegata alla pratica sismica) ove vengono tenuti debitamente in conto gli effetti della passerella pedonale sulle strutture in c.a. a cui essa è ancorata, pertanto per qualunque ulteriore specifica si rimanda a tale elaborato.



*Figura 01*

### **2.2. DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO**

#### **2.2.1. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA**

La struttura in oggetto è costituita da una serie di elementi metallici (profilati HEA 180) su cui verrà fissato un grigliato che fungerà da piano di calpestio ed un'ideale barriera pedonale.

I profilati verranno ancorati alle strutture in c.a. del ponte in progetto (in particolare alla trave laterale di sezione 40x120 cm).

Il marciapiede avrà lunghezza di 9 mt ca. e larghezza massima L=1,40 mt ca.

Si rimanda alla visione degli elaborati grafici allegati alla pratica sismica per ulteriori specifiche.

### **2.3. TIPOLOGIA D' INTERVENTO PREVISTO**

Nuova costruzione.

### **2.4. DESTINAZIONI D' USO PREVISTE**

La struttura in esame è costituita da una passerella in acciaio ad uso esclusivamente pedonale ancorata a sbalzo alle strutture in c.a. di un ponte stradale carrabile ad unica carreggiata.

## **3. NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI**

### **3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- ❑ D.M. del 14-01-2008 pubblicato sul S.O. n° 30 della G.U 04-02-2008 n° 29 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- ❑ Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 02-02-2009 pubblicata sul S.O. n° 22 della G.U. 26-02-2009 n°47.

### **3.2. DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI ADOTTATI AD INTEGRAZIONE DELLE VIGENTI NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**

Nessuno.



## 4. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

### 4.1. IDENTIFICAZIONE SITO DI REALIZZAZIONE DELL' INTERVENTO

Identificativi catastali : foglio 46-60, mappali 96-403.

Coordinate geografiche : 44,408887°N, 11,252161°E .

Quota s.l.m. 120 mt.

Tipologia area: zona collinare.

### 4.2. TIPOLOGIA STRUTTURALE

Passerella pedonale a sbalzo in acciaio a servizio di ponte stradale carrabile di 1<sup>a</sup> categoria ad unica carreggiata avente unica campata e fondazioni in c.a. di tipo profondo.

### 4.3. PARAMETRI DI DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Vita nominale  $V_N \Rightarrow \geq 50$  anni

Classe d' uso III  $\Rightarrow C_U = 1,5$  (considerazione prudenziale)

Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.

Tipologia terreno  $\Rightarrow C$

Categoria topografica  $\Rightarrow T1$  ( $S_T = 1,0$ )

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	45	0,066	2,483	0,267
SLD	75	0,081	2,495	0,277
SLV	712	0,185	2,468	0,302
SLC	1462	0,229	2,494	0,312

Figura 02

#### 4.4. SOVRACCARICHI CONSIDERATI

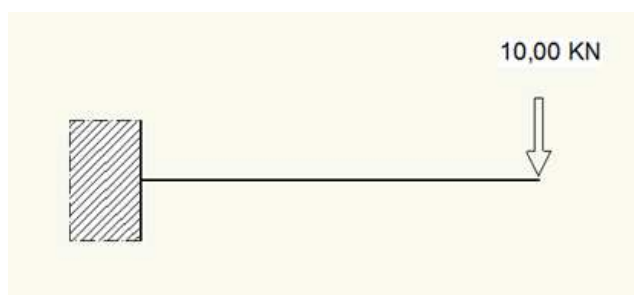
##### Carichi variabili

Per il marciapiede in progetto sono stati adottati gli schemi indicati al § 5.1.3.3. delle NTC 2008 relativi alle passerelle pedonali ed ai marciapiedi protetti da sicurvia.

In particolare nella struttura in oggetto lo schema di carico maggiormente gravoso fra quelli indicati dalla normativa vigente risulta essere costituito dagli "Schemi di carico" n. 4 e n. 5 (§ 5.1.3.3. delle NTC 2008).

##### *SCHEMA DI CARICO N. 4*

Carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10 mt (applicato all'estremità del singolo profilato metallico)



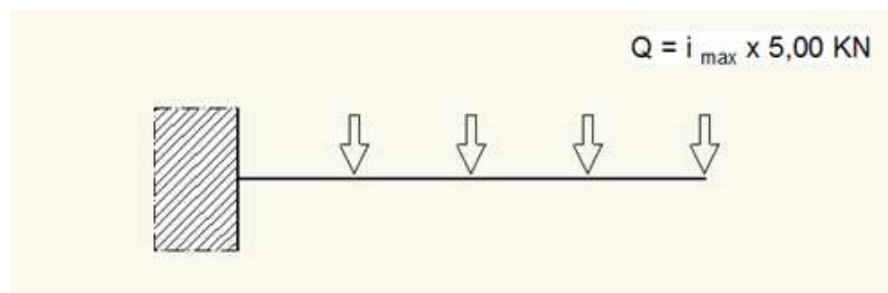
*SCHEMA DI CARICO 4*

##### *SCHEMA DI CARICO N. 5*

Carico costituito da folla.

Si può considerare un carico uniformemente distribuito di 500 daN/mq.

$q_{f,r} = 5,00 \text{ kN/mq}$ .



*SCHEMA DI CARICO 5*

##### Azioni sui parapetti

Carico lineare di 150 daN/mt applicato prudenzialmente in sommità alla barriera.

#### Azione della neve ( § 3.4. e § 5.1.3.7)

$$q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t$$

il lotto oggetto d' intervento è ad una quota di circa 120 mt s.l.m., in zona I mediterranea :

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$$

$$C_E = 1$$

$$C_t = 1$$

$$\mu_i = 1$$

$$q_s = 1,50 \text{ kN/mq} = 150 \text{ daN/mq.}$$

#### Azione del vento ( § 3.3. e § 5.1.3.7)

Non significativa per la struttura in progetto.

#### Azione sismica $q_6$ ( § 3.2. e § 5.1.3.8 )

Alla luce del fatto che la struttura non risulta sollecitata da azioni orizzontali significative in quanto l'effetto di vento e sisma sono trascurabili sulla struttura in oggetto, si è provveduto a realizzare una modellazione tridimensionale statica di un singolo elemento adeguatamente caricato tramite il metodo dell'area di influenza.

### **4.5. ANALISI DEI CARICHI**

#### PASSERELLA

Permanenti strutturali :	=	95	daN/mq
Permanenti non strutturali :	=	20	daN/mq
Sovraccarico accidentale (folla) :	=	500	daN/mq
Sommano :	=	615	daN/mq

#### Definizione dei carichi permanenti (compiutamente definiti):

Profilati HEA 180 → 20 daN/mq

Grigliato metallico calpestabile → 60 daN/mq

Assito ligneo → 20 daN/mq

Strutture parapetto → 15 daN/mq

## **5. DESCRIZIONE MATERIALI**

### **5.1. MATERIALI ADOTTATI**

Acciaio da carpenteria  $\Rightarrow$  tipo S 235 (zincato a caldo)

Barre filettate, dadi e rondelle  $\Rightarrow$  classe 8.8 (zincato a caldo)

Resina chimica certificata per utilizzo strutturale: Hilti HIT-HY 200-A

## **6. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE**

### **6.1. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE**

Tipologia strutturale  $\Rightarrow$  struttura in acciaio

La struttura è composta da una serie di mensole in acciaio a sostegno del grigliato di calpestio (non considerato piano infinitamente rigido).

Alla luce del fatto che la struttura non risulta sollecitata da azioni orizzontali significative in quanto l'effetto di vento e sisma sono trascurabili sulla struttura in oggetto, si è provveduto a realizzare una modellazione tridimensionale statica di un singolo elemento adeguatamente caricato tramite il metodo dell'area di influenza.

### **6.2. GIUNTI DI SEPARAZIONE DA STRUTTURE CONTIGUE**

Assenti.

### **6.3. ANALISI DELLE INTERAZIONI TRA LE COMPONENTI ARCHITETTONICHE, IMPIANTISTICHE E LE OPERE DI CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI**

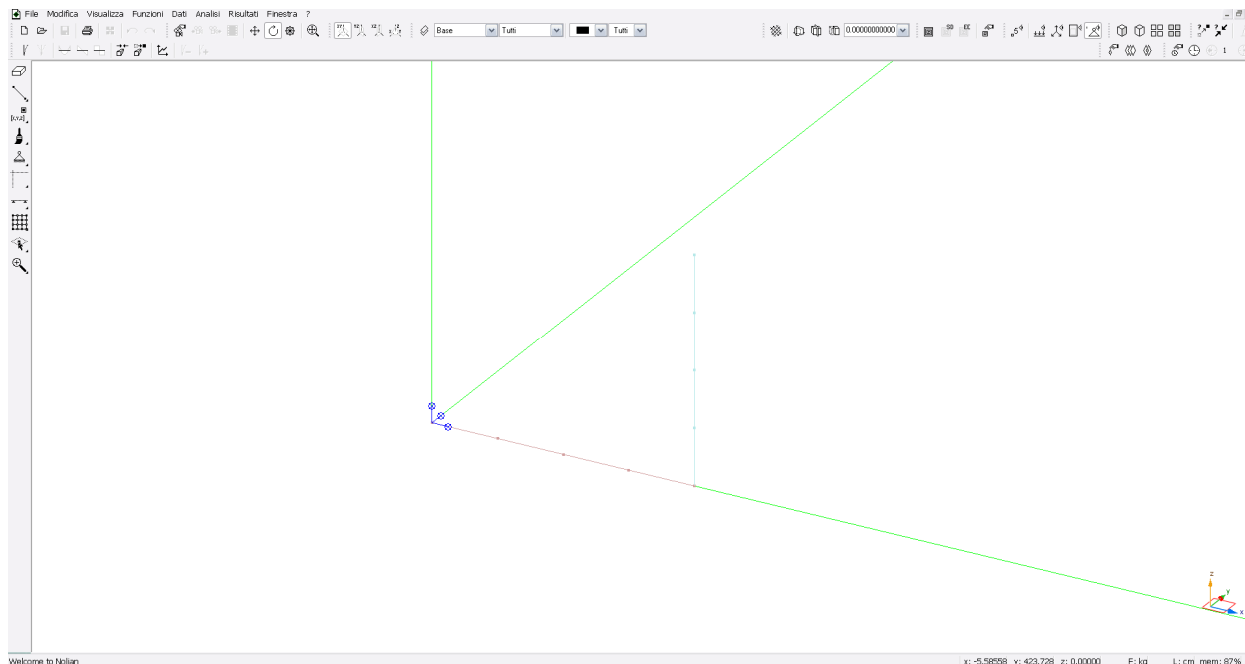
Vista la natura del fabbricato non sono state sviluppate analisi particolari tenuto conto del fatto che le varie componentistiche non influenzano il comportamento globale della struttura.

### **6.4. REQUISITI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE**

La passerella in oggetto risulta ancorata alle strutture in c.a. del ponte, per ulteriori specifiche sulle strutture di fondazione si rimanda alla lettura della specifica relazione allegata alla pratica sismica.

### **6.5. MODELLAZIONE DEI VINCOLI INTERNI ED ESTERNI**

I collegamenti fra elementi metallici e c.a. sono costituiti da barre filettate resinate con resina chimica certificata per uso strutturale alle strutture in c.a. e sono stati considerati incastri (si rimanda alla visione degli elaborati grafici allegati alla pratica sismica).



Vincolamento  
Figura 08

## 7. COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO

Le combinazioni di carico che verranno implementate per l'ottenimento dei risultati vedranno impiegate le diverse azioni come indicato nelle NTC 2008.

Dove verrà ritenuto necessario potrà essere modificata la posizione degli carichi mobili in modo da evitare di trascurare alcune condizioni di sollecitazione che potrebbero rivelarsi le più gravose.

### Classificazione dei carichi (Legenda):

Permanenti strutturali	→ Perm. Strutt.
Accidentale Concentrato (Schema 4)	→ Concentrato (C.)
Accidentale Folla (Schema 5)	→ Folla (F.)
Accidentale Urti parapetto	→ Urti (U.)
Accidentale Neve	→ Neve (N.)

### Combinazioni di carico:

SLU 1 ⇒	1,35 Perm. Strut.+ 1,5 F.
SLU 2 ⇒	1,35 Perm. Strut.+ 1,5 C.
SLU 3 ⇒	1,35 Perm. Strut.+ 1,5 N.
SLU 4 ⇒	1,35 Perm. Strut.+ 1,5 U.
SLE (R.) 1 ⇒	1,0 Perm. Strut.+ 1,0 F.

SLE (R.) 2  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 C.

SLE (R.) 3  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 N.

SLE (R.) 4  $\Rightarrow$  1,0 Perm. Strut.+ 1,0 U.

## **8. ANALISI SVOLTE**

### **8.1. TIPO DI ANALISI**

Viene svolta l'analisi statica di un singolo montante in quanto la struttura risulta costituita da una serie di elementi identici ad interasse pressoché costante non collegati da un piano infinitamente rigido.

Si precisa come non sia stata implementata un'analisi sismica in quanto la struttura in progetto subisce le sollecitazioni maggiormente gravose in condizioni statiche mentre in condizioni sismiche le azioni agenti sugli elementi in progetto sono trascurabili.

### **8.2. PRINCIPALI RISULTATI DELL' ANALISI**

Si rimanda alla lettura dei cap. 12 e 13 della presente relazione.

### **8.3. METODOLOGIA DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI**

Nello svolgimento dei calcoli, che porteranno poi ai risultati oggetto di verifica, verranno applicati i principi classici della Scienza delle Costruzioni tenendo conto dei parametri geotecnici ipotizzati e nel pieno rispetto dei livelli di sicurezza previsti dalla vigente normativa.

In particolare per la valutazione delle capacità prestazionali ultime delle sezioni di elementi monodimensionali nei confronti di sforzo normale e flessione, si adotteranno le seguenti ipotesi :

- ☐ conservazione delle sezioni piane;
- ☐ perfetta aderenza tra acciaio e cls;
- ☐ resistenza a trazione del cls nulla ( se ne terrà conto in caso di sforzo tagliante );
- ☐ resistenza a trazione della muratura nulla;
- ☐ deformazione massima del cls compresso pari a 3,5 ‰ nel caso di flessione semplice e composta con asse neutro che interseca la sezione;
- ☐ deformazione massima del cls compresso variabile da a 2,0 ‰ a 3,5 ‰ nel caso di flessione semplice e composta con asse neutro che esterno alla sezione con distanza dal baricentro che tende all' infinito ( compressione semplice );
- ☐ massima resistenza del cls pari a  $f_{cd}$ ;
- ☐ diagramma di calcolo tensione-deformazione del cls di tipo parabola-rettangolo;
- ☐ diagramma di calcolo tensione-deformazione dell' acciaio di tipo bilineare.

In particolare verranno effettuate le seguenti verifiche:

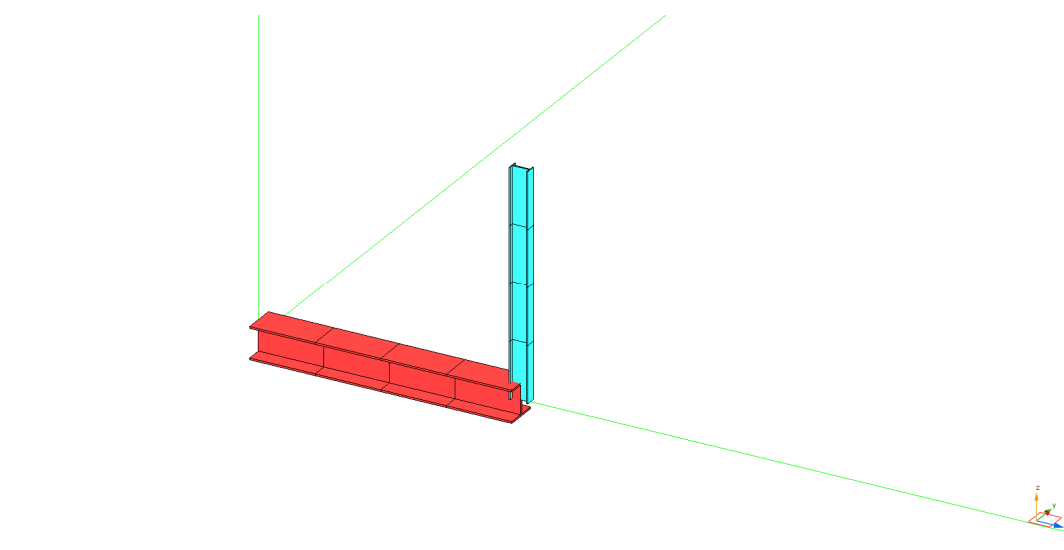


- Acciaio: SLU, SLE in combinazione rara con controllo degli spostamenti verticali e laterali.

Per ulteriori precisazioni riguardo le verifiche si rimanda alla lettura dei capitoli successivi della presente relazione.

#### **8.4. MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E DELLE PROPRIETA' MECCANICHE**

E' stata effettuata una modellazione tridimensionale della struttura con un particolare occhio di riguardo alle reali dimensioni delle strutture in oggetto.



Rappresentazione solida

*Figura 09*

La tipologia e le caratteristiche meccaniche dei singoli elementi strutturali sono state assegnate manualmente come segue:

##### Elementi in acciaio da carpenteria

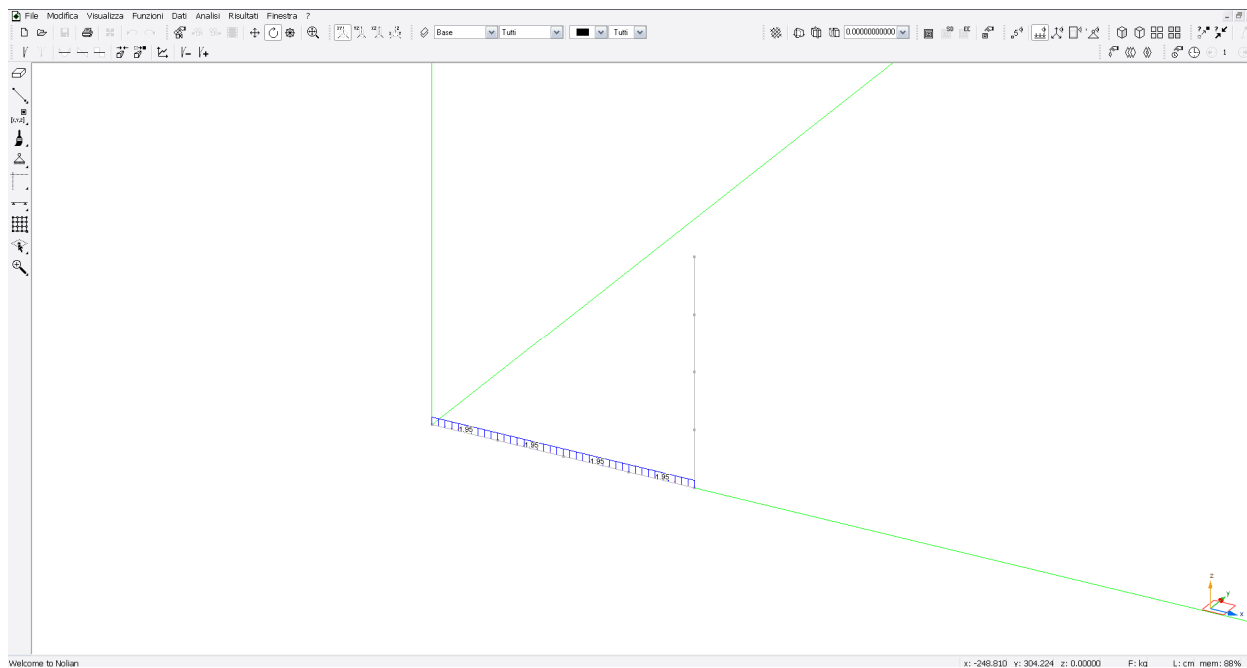
Tipologia elementi: Trave

Modulo di elasticità: 2'100'000 daN/cm<sup>2</sup>

Modulo di elasticità tangenziale: 810'000 daN/cm<sup>2</sup>

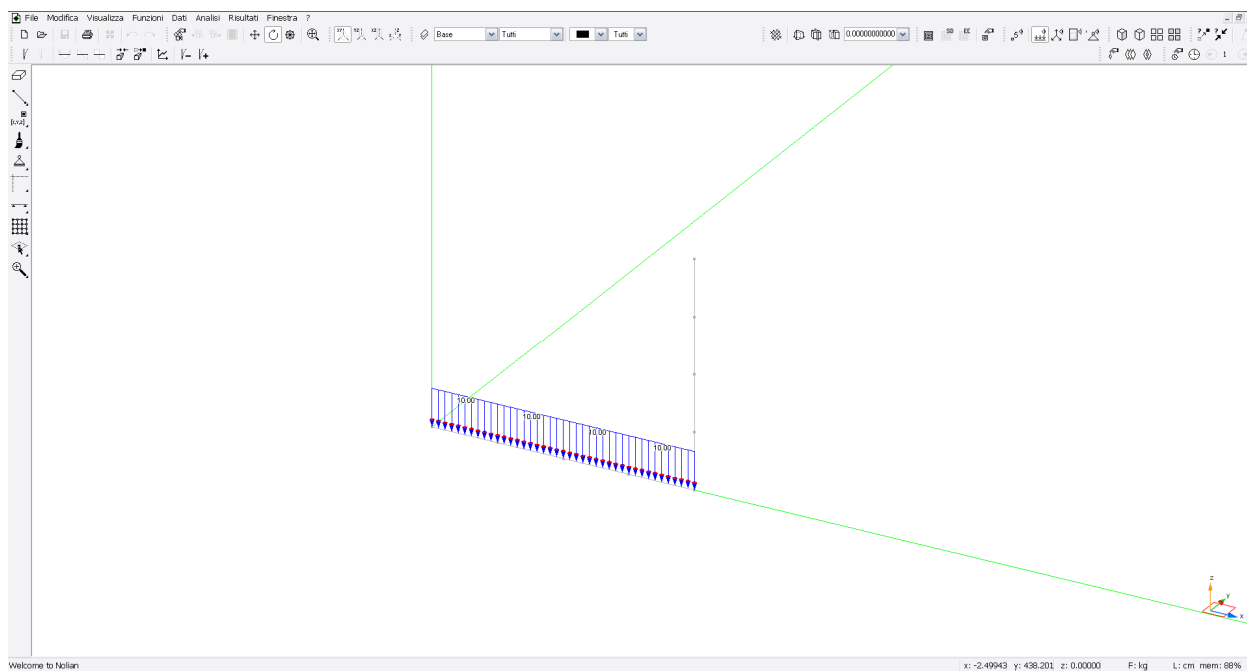
#### **8.5. MODELLAZIONE DELLE AZIONI**

Le azioni statiche agenti sugli elementi strutturali (carichi permanenti, permanenti non strutturali e variabili) sono state calcolate ed assegnate manualmente utilizzando il metodo delle aree di influenza.



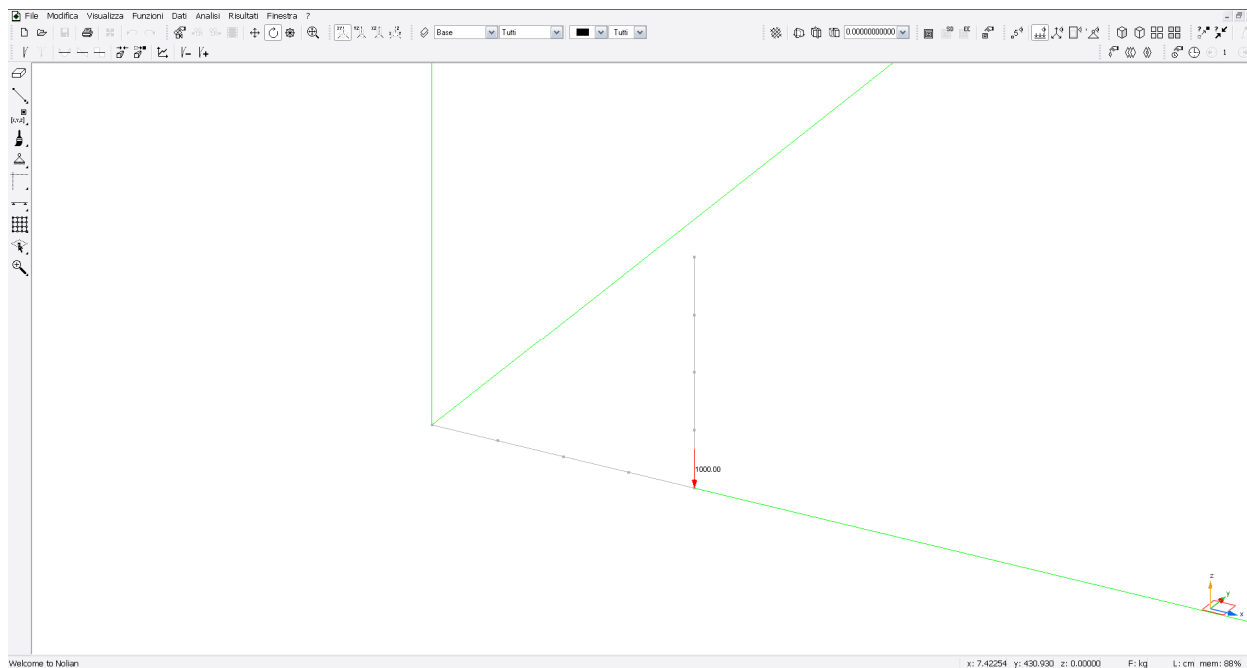
Rappresentazione carichi permanenti

Figura 10



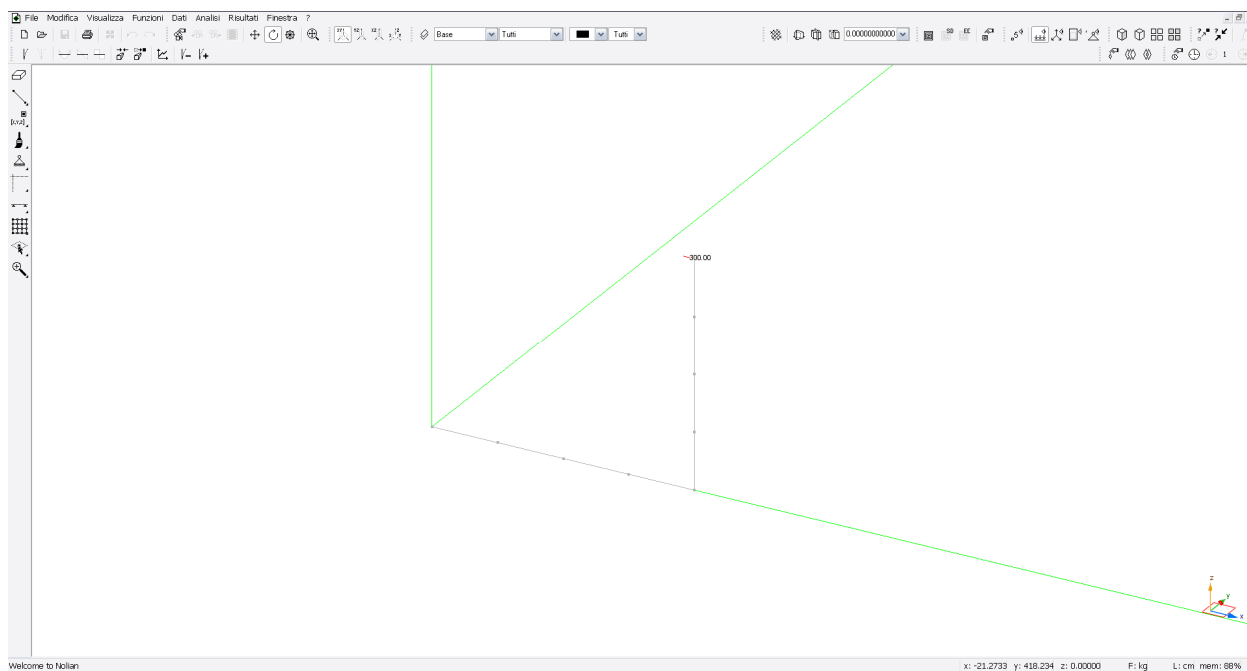
Rappresentazione carichi accidentali folla (F.)

Figura 11



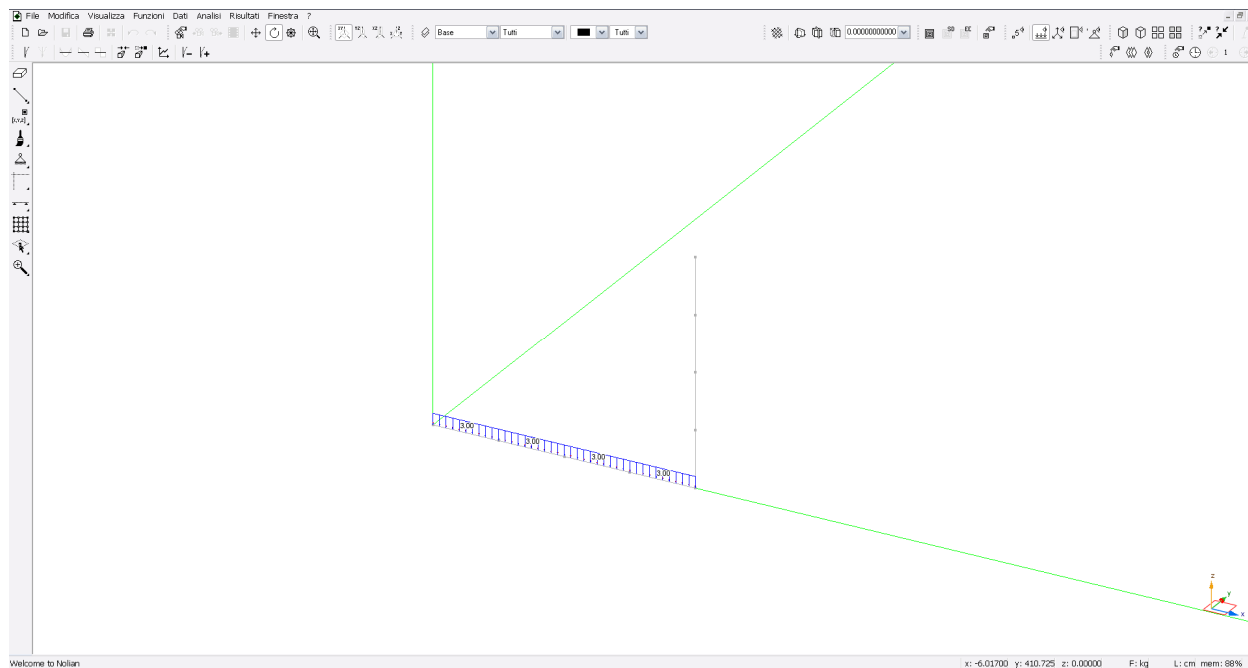
Rappresentazione carichi accidentali concentrato (C.)

Figura 12



Rappresentazione carichi accidentali urti (U)

Figura 13

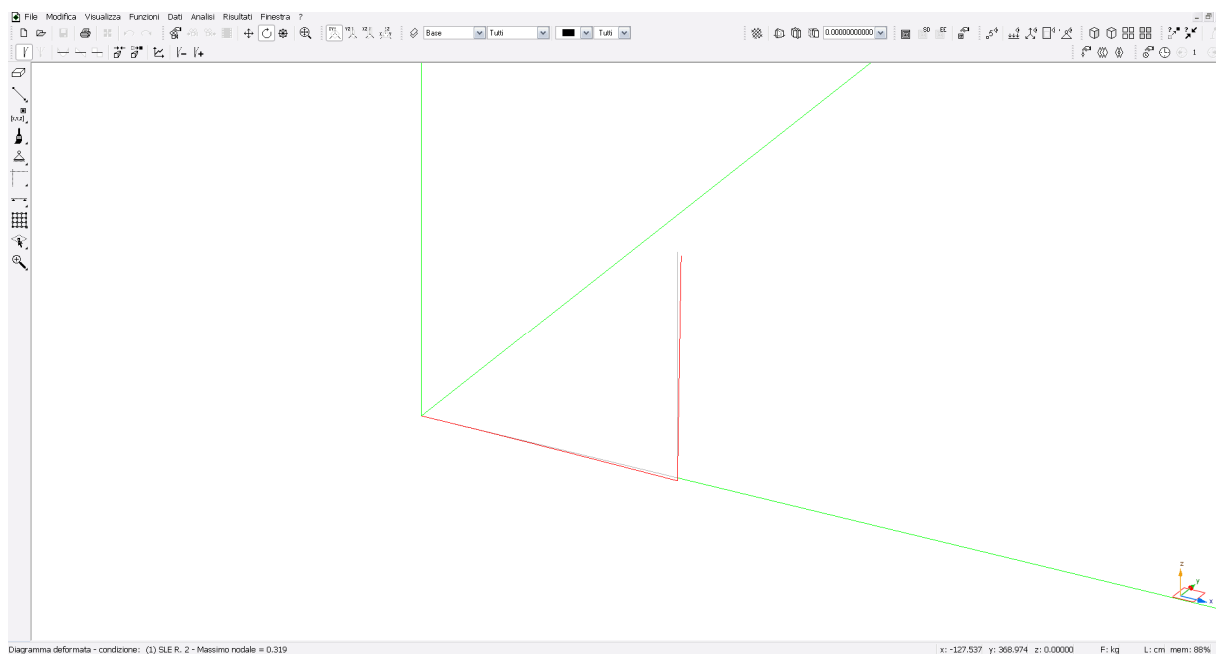


Rappresentazione carichi accidentali neve (N)

Figura 14

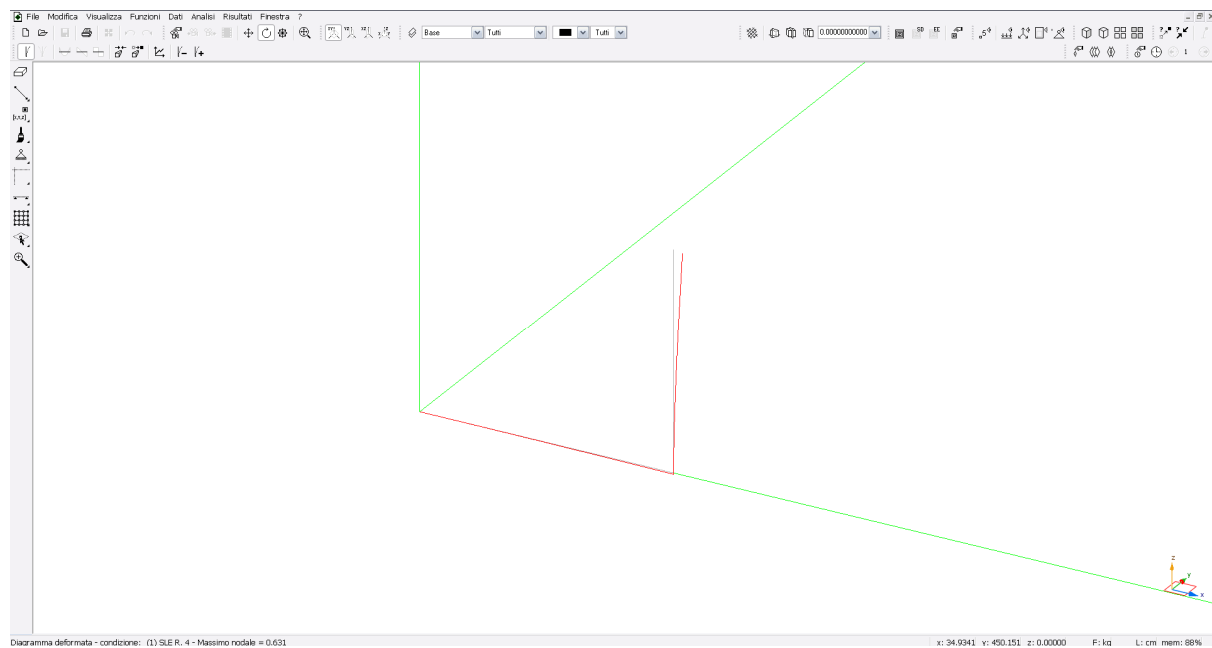
## 8.6. DEFORMATE E SOLLECITAZIONI PER CONDIZIONI DI CARICO

### RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE DEFORMATE (CONDIZIONI DI CARICO MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE)



Condizione di carico SLE 2 (scala x50)

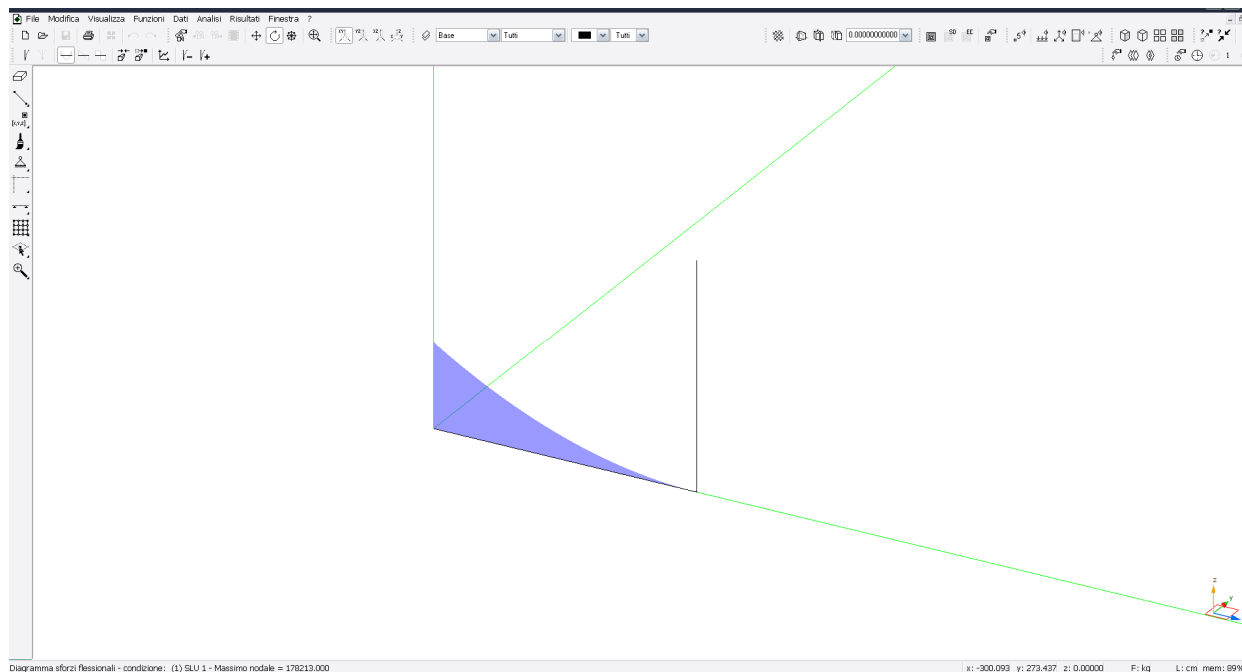
Figura 15



Condizione di carico SLE 4 (scala x50)

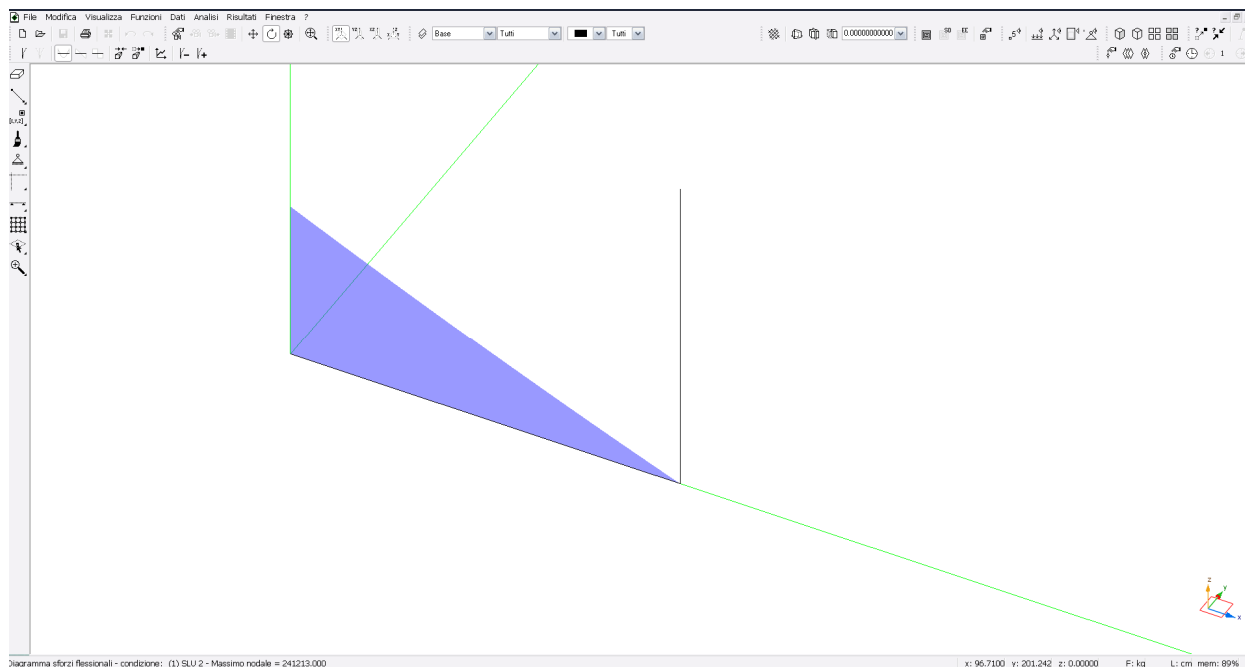
Figura 16

## 8.7. INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE



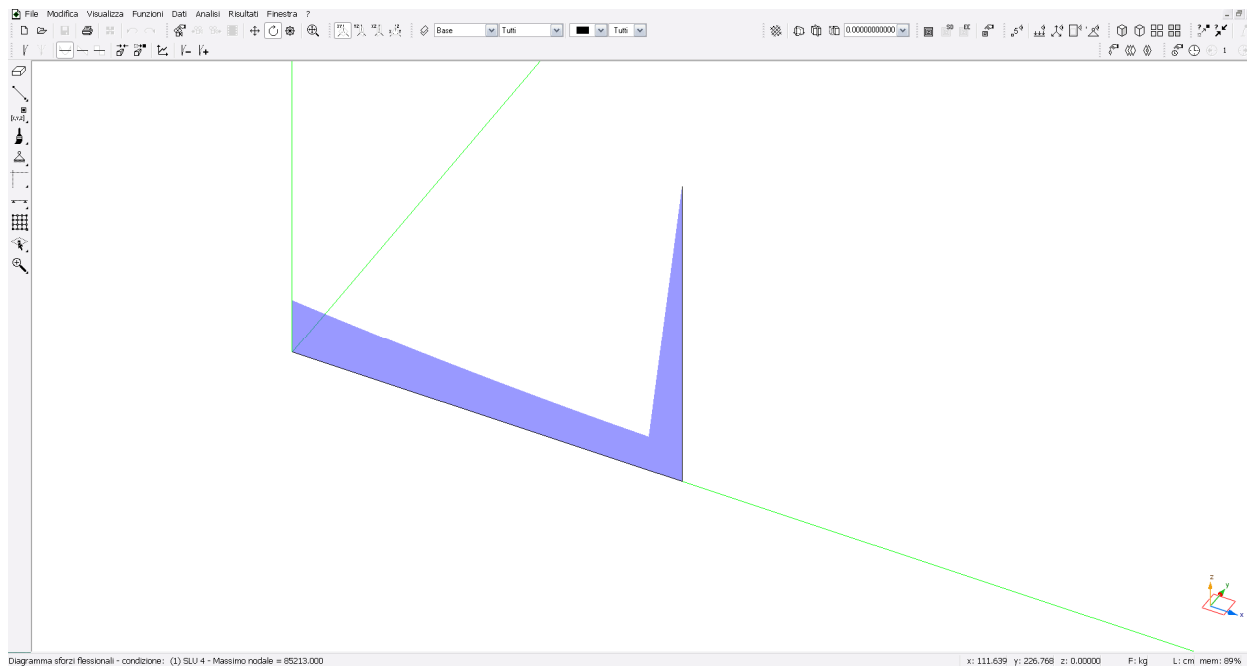
$M_{sd}$  SLU 1 (scala x0,0005)

Figura 17



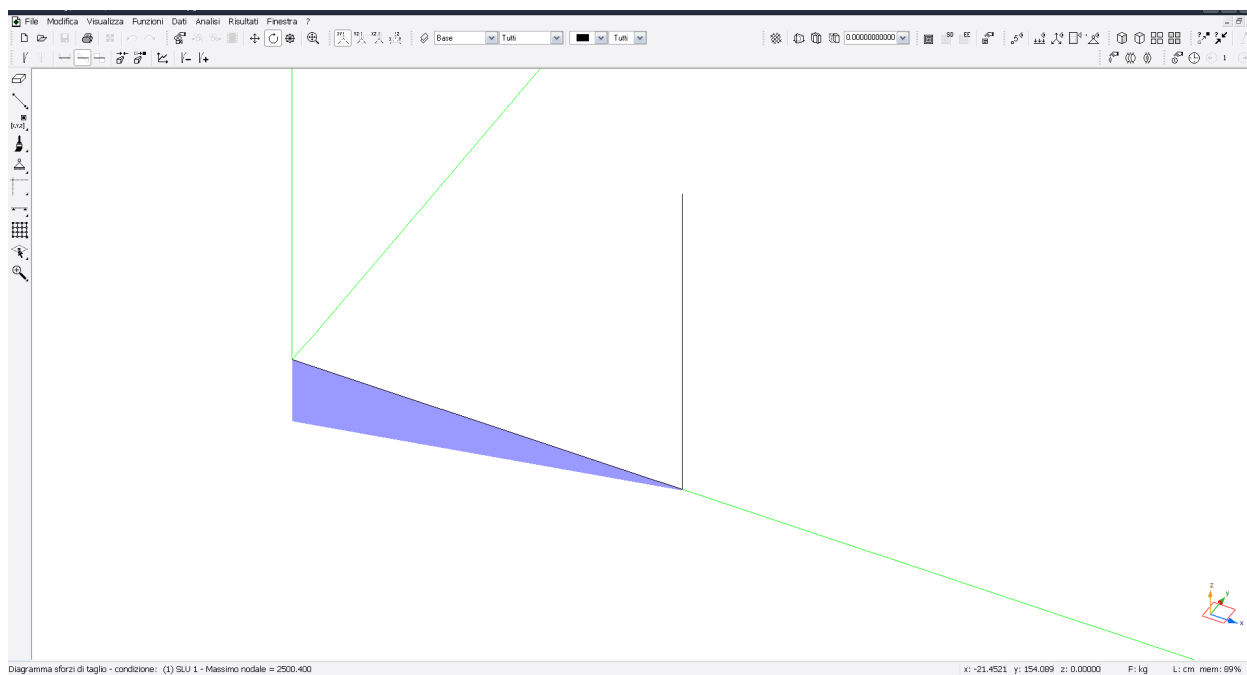
$M_{sd}$  SLU 2 (scala x0,0005)

Figura 18



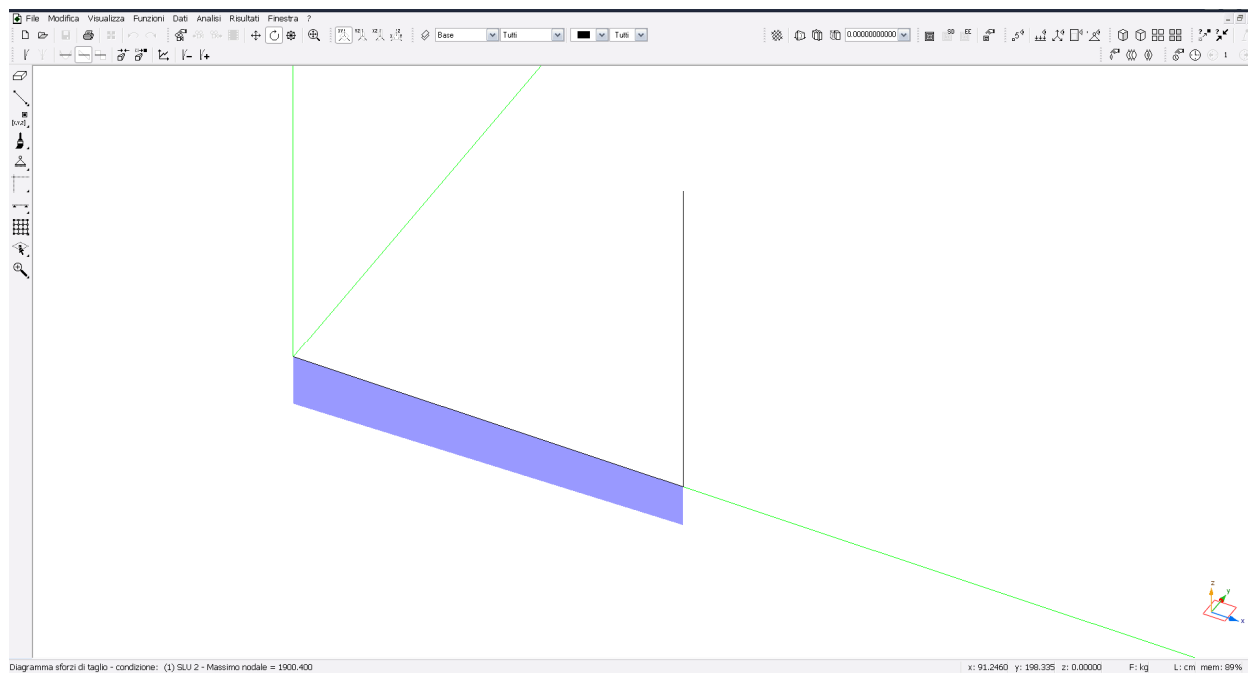
$M_{sd}$  SLU 4 (scala x0,0005)

Figura 19



$V_{sd}$  SLU 1 (scala x0,005)

Figura 20

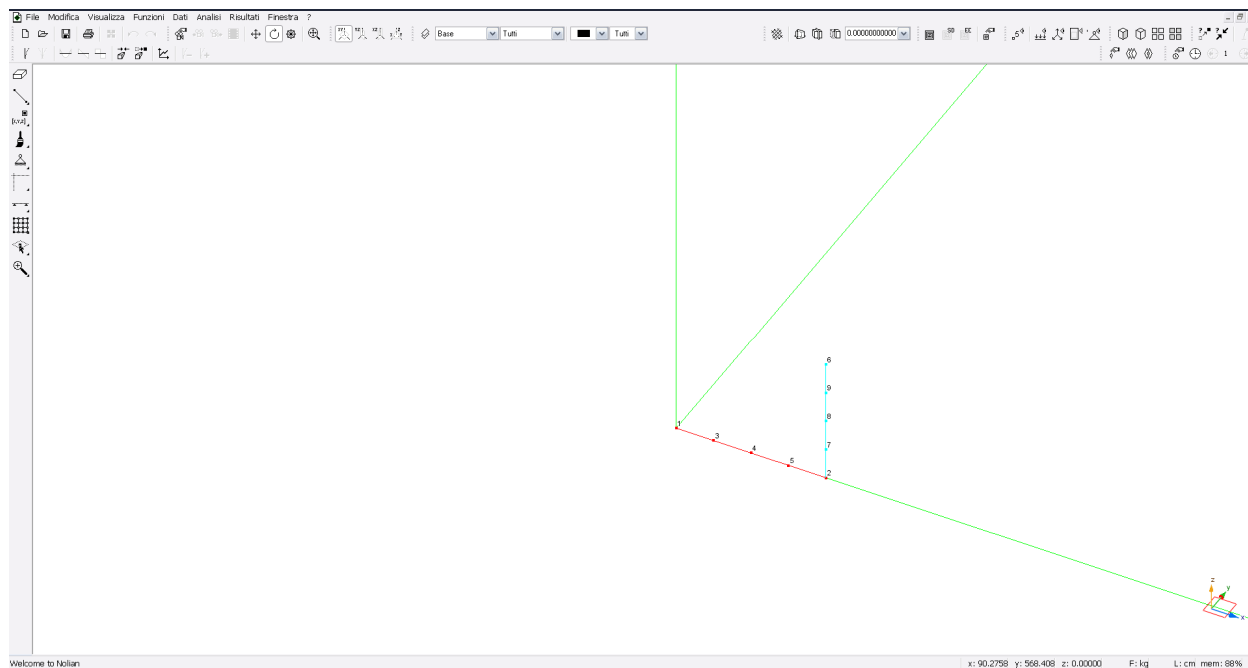


$V_{sd}$  SLU 2 (scala x0,005)

Figura 21



## 8.8. REAZIONI VINCOLARI



Numerazione nodi modello

Figura 22

### REAZIONI "SLE R. 4" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-300	0	308	0	-60010	0

### REAZIONI "SLE R. 3" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-4.8362e-012	0	728	0	-53410	0

### REAZIONI "SLE R. 2" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-2.0472e-011	0	1308	0	-164010	0

### REAZIONI "SLE R. 1" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-1.07754e-011	0	1708	0	-122010	0

### REAZIONI "SLU 4" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-450	0	400.4	0	-85213	0

### REAZIONI "SLU 3" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-6.79613e-012	0	1030.4	0	-75313	0

#### REAZIONI "SLU 2" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-3.02499e-011	0	1900.4	0	-241213	0

#### REAZIONI "SLU 1" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-1.57049e-011	0	2500.4	0	-178213	0

#### REAZIONI "NEVE" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-2.54537e-012	0	420	0	-29400	0

#### REAZIONI "URTI PARAPETTO" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-300	0	-3.91083e-011	0	-36000	0

#### REAZIONI "ACC. CONCENTRATO (10 kN)" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-1.81812e-011	0	1000	0	-140000	0

#### REAZIONI "ACC. DISTRIBUITO (FOLLA)" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-8.48456e-012	0	1400	0	-98000	0

#### REAZIONI "PERMANENTI" (Fase 1)

Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	-2.29083e-012	0	308	0	-24010	0

### 8.9. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Tenuto conto del fatto che :

1. sono state svolte delle elaborazioni con software completi di validazione;
2. le eventuali approssimazioni introdotte sono state preventivamente valutate in modo da non poter minare la validità qualitativa e quantitativa dei risultati, ma hanno il solo scopo di agevolare la lettura degli stessi permettendo di fissare l'attenzione sui reali aspetti strutturali da trattare;
3. è stato effettuato un controllo visivo del comportamento del modello che non ha portato in evidenza anomalie che potessero far credere ad errori di introduzione dei dati;
4. non sono stati considerati nelle verifiche risultati che preventivamente non abbiano superato un controllo di accettabilità concettuale anche tramite sbrigativi controlli numerici manuali (come la verifica manuale di alcune sezioni lignee sulla base di schemi semplificati che sono state riportate ai cap. 13.1);

5. non sono state tralasciate reali condizioni di carico, di vincolo o di interazione con il terreno che avrebbero potuto falsare i risultati;
6. sono state rispettate tutte le prescrizioni della vigente normativa;
7. sono state effettuate tutte le verifiche ritenute necessarie tralasciando quelle palesemente soddisfatte per non appesantire la lettura dei risultati con elaborazioni empiriche senza significato;

si può tranquillamente dire che i risultati ottenuti, e quindi quanto progettato, sono accettabili.

## **9. CARATTERISTICHE ED AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO**

### **9.1. SOFTWARE UTILIZZATI**

Nello svolgimento dei calcoli e delle verifiche verranno utilizzati i seguenti software, dei quali si possiede regolare licenza d'uso e tutta la documentazione esplicativa (teorica e pratica consultabile a richiesta):

- ❑ NOLIAN, programma di calcolo utilizzante il metodo agli elementi finiti, prodotto dalla Softing srl con sede in Roma;
- ❑ TRAVILOG TITANIUM, programmi di calcolo e verifica divisi in moduli per l'utilizzo anche su singole parti di strutture o sezioni isolate, anch'essi in parte basati sul metodo agli elementi finiti e impostati per effettuare verifiche sia alle TA che agli SL, prodotto dalla Logical Soft srl con sede a Desio (MI).
- ❑ AC.M risolutore per Aperture e Cerchiature in Murature portanti, Vers.2012. Produttore : AEDES con sede a San Miniato Basso (PI).
- ❑ MAX (versione 10.10) - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno - Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

### **9.2. VALIDAZIONE ED AFFIDABILITA' DEI CODICI DI CALCOLO**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego.

Si possiedono tutte le documentazioni redatte dai produttori sulla validazione ed affidabilità dei codici di calcolo, consultabile in qualsiasi momento su richiesta.

## **10. STRUTTURE GEOTECNICHE E DI FONDAZIONE**

La passerella in oggetto risulta ancorata alle strutture in c.a del ponte, per ulteriori specifiche sulle strutture di fondazione si rimanda alla lettura della specifica relazione allegata alla pratica sismica.

## **11. OSSERVAZIONI TECNICHE STRUTTURALI**

Gli elementi del marciapiede non sono soggetti a significativi valori di sollecitazione causati dal vento e dal sisma a causa della tipologia stessa dell'opera, pertanto non si è implementato un modello dinamico in quanto la condizione statica risulta maggiormente gravosa per ogni parte della struttura.

## 12. VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE

### 12.1. VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO

#### DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO IN ELEVAZIONE (SLU - SLV - SLE) – MONTANTI HEA 180

##### PROFILATI HEA 180

Altezza della sezione trasversale	h	171.00	(mm)
Larghezza della sezione trasversale	b	180.00	(mm)
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	6.00	(mm)
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	9.50	(mm)
Raggio di raccordo	r	15.00	(mm)
Eventuale spessore della saldatura delle ali con l'anima	s	0.00	(mm)

##### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Altezza tra le ali	h <sub>i</sub>	152.00	(mm)
Altezza della porzione saldabile	d	122.00	(mm)
Area della sezione trasversale	A	45.3	(cm <sup>2</sup> )
Area della sezione resistente al taglio agente lungo z	A <sub>vz</sub>	14.47	(cm <sup>2</sup> )
Area della sezione resistente al taglio agente lungo y	A <sub>vy</sub>	34.20	(cm <sup>2</sup> )
Momento d'inerzia attorno all'asse forte	I <sub>yy</sub>	2510	(cm <sup>4</sup> )
Momento d'inerzia attorno all'asse debole	I <sub>zz</sub>	925	(cm <sup>4</sup> )
Raggio d'inerzia attorno all'asse forte	i <sub>yy</sub>	7.45	(cm)
Raggio d'inerzia attorno all'asse debole	i <sub>zz</sub>	4.52	(cm)
Modulo di resistenza elastico attorno all'asse forte	W <sub>el,yy</sub>	293.6	(cm <sup>3</sup> )
Modulo di resistenza elastico attorno all'asse debole	W <sub>el,zz</sub>	102.7	(cm <sup>3</sup> )
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse forte	W <sub>pl,yy</sub>	324.9	(cm <sup>3</sup> )
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse debole	W <sub>pl,zz</sub>	156.5	(cm <sup>3</sup> )
Momento d'inerzia torsionale	I <sub>t</sub>	14.8	(cm <sup>4</sup> )
Costante di warping	I <sub>w</sub>	60211	(cm <sup>6</sup> )

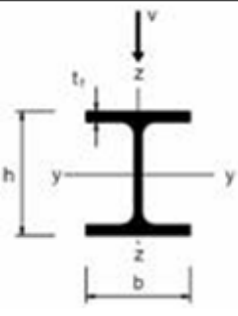
##### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	$f_y$	235	(MPa)
Coefficiente $\epsilon$	$\epsilon$	1.00	(-)
<b><u>Classificazione dell'anima</u></b>			
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	$c$	122.00	(mm)
Spessore dell'anima	$t_w$	6.00	(mm)
Rapporto tra altezza e spessore	$c/t_w$	20.33	(-)
Classificazione dell'anima per flessione		CLASSE 1	
Classificazione dell'anima per compressione		CLASSE 1	
<b><u>Classificazione delle ali</u></b>			
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	$c$	72	(mm)
Spessore delle ali	$t_f$	9.50	(mm)
Rapporto tra semi larghezza e spessore	$c/t_f$	7.58	(-)
Classificazione delle ali per flessione		CLASSE 1	

## VERIFICA A FLESSIONE

IPE - HE - HL = verifica di resistenza a flessione				
(Flessione nel piano dell'anima)				
$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_{yk}}{\gamma_{M0}}$		$W_{pl}$ = modulo resistente plastico $f_{yk}$ = tensione caratteristica a snervamento $\gamma_{M0}$ = coefficiente di sicurezza		
		$M_{Ed}$ = momento flettente di calcolo $M_{pl,Rd}$ = momento resistente		
INPUT				
Definizione dell'azione sollecitante		M = <input type="text" value="24.12"/> [kNm]		
Scelta del profilo		<input type="text" value="HE 180 A"/>		
Classe dell'acciaio		<input type="text" value="S235JO - S235JR - S235J2"/>		
OUTPUT				
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2 NTC 2008)				
$M_{Ed} =$	24.12 [kNm]	$M_{Ed} / M_{c,Rd}$	0.33	Verifica soddisfatta
$M_{c,Rd} =$	72.72 [kNm]			

## VERIFICA A TAGLIO

IPE - HE - HL = verifica di resistenza a taglio				
(Taglio parallelo all'anima)				
		$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v (f_{yk} / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$		
		$V_{Ed}$ = azione tagliante di calcolo $V_{c,Rd}$ = resistenza di calcolo $A_v$ = area resistente a taglio $f_{yk}$ = tensione caratteristica a snervamento $\gamma_{M0}$ = coefficiente di sicurezza		
INPUT				
Definizione dell'azione sollecitante		V = <input type="text" value="25"/> [kN]		
Scelta del profilo		<input type="text" value="HE 180 A"/>		
Classe dell'acciaio		<input type="text" value="S235JO - S235JR - S235J2"/>		
OUTPUT				
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2 NTC 2008)				
$V_{Ed} =$	25.00 [kN]	$V_{Ed} / V_{c,Rd}$	0.13	Verifica soddisfatta
$V_{c,Rd} =$	186.98 [kN]			



## VERIFICA A STABILITA' FLESSIONALE

IPE - HE - HL = verifica di stabilità flessionale			
(Flessione nel piano dell'anima)			
$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}$			
M <sub>Ed</sub> = momento flettente di calcolo M <sub>b,Rd</sub> = momento resistente di progetto per l'instabilità χ <sub>LT</sub> = fattore di riduzione per l'instabilità flessio-torsionale W <sub>y</sub> = modulo resistente della sezione f <sub>yk</sub> = tensione caratteristica a snervamento γ <sub>M1</sub> = coefficiente di sicurezza			
INPUT			
Definizione dell'azione sollecitante	M =	24	[kNm]
Scelta del profilo	HE 180 A		L [m] = 1.40
Classe dell'acciaio	S235JO - S235JR - S235J2		Classe sez. 1
OUTPUT			
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.3.2 NTC 2008)			
M <sub>Ed</sub> =	24.00 [kNm]	M <sub>Ed</sub> / M <sub>b,Rd</sub> =	0.33
M <sub>b,Rd</sub> =	71.89 [kNm]		Verifica soddisfatta

## SPOSTAMENTI VERTICALI (SLE)

Spostamento orizzontale limite δ<sub>LIM</sub> = 1/300 L

SLE 2

L = 140 cm ca.

δ<sub>LIM</sub> = 0,46 cm

δ<sub>MAX</sub> = 0,20 cm

## VERIFICA SALDATURE

(HEA 180 – PIASTRA ACCIAIO s=1,00 cm)

Classe della sezione (Tab.4.2.I, §4.2.3.1) = 1

Modulo di resistenza di calcolo [cfr. (4.2.13)]: W = W<sub>pl</sub> = 325 cm<sup>3</sup>

M<sub>Rd</sub> = 111.43 kNm

Verifica a taglio (N/mm):

L1 (mm) = 170 (a=5 mm); L2 (mm) = 67 (a=5 mm) ; L3 (mm) = 122 (a=3 mm)

$$V_{Ed} = 25000$$

$$F_{w,Ed} = V_{Ed} / L3 = 205$$

$$F_{w,Rd} = 2 a * f_{tk} / (\sqrt{3} * 0.8 * 1.25) = 1247$$

$$\Rightarrow F_{w,Ed} < F_{w,Rd}$$

Verifica a flessione (Nmm):

$$L1 \text{ (mm)} = 170 \text{ (a=5 mm)}; L2 \text{ (mm)} = 67 \text{ (a=5 mm)}; L3 \text{ (mm)} = 122 \text{ (a=3 mm)}$$

$$M_{Ed} = 24120000$$

$$W \text{ (mm}^3\text{)} = 248090; \sigma_{ort.} = M_{Ed}/W = 97,22$$

$$\Rightarrow \sigma_{ort.} < f_{tk} / (0.8 * 1.25) = 360.0$$

$$[f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)} = 360.0]$$

**12.2. VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO  
DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO IN ELEVAZIONE (SLU - SLV - SLE) – PARAPETTO  
PEDONALE IPE 100**

**PROFILATI IPE 100**

Altezza della sezione trasversale	h	100.00	(mm)
Larghezza della sezione trasversale	b	55.00	(mm)
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	4.10	(mm)
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	5.70	(mm)
Raggio di raccordo	r	7.00	(mm)
Eventuale spessore della saldatura delle ali con l'anima	s	0.00	(mm)

**CARATTERISTICHE MECCANICHE**

Altezza tra le ali	h <sub>i</sub>	88.60	(mm)
Altezza della porzione saldabile	d	74.60	(mm)
Area della sezione trasversale	A	10.3	(cm <sup>2</sup> )
Area della sezione resistente al taglio agente lungo z	A <sub>vz</sub>	5.08	(cm <sup>2</sup> )
Area della sezione resistente al taglio agente lungo y	A <sub>vy</sub>	6.27	(cm <sup>2</sup> )
Momento d'inerzia attorno all'asse forte	I <sub>yy</sub>	171	(cm <sup>4</sup> )
Momento d'inerzia attorno all'asse debole	I <sub>zz</sub>	16	(cm <sup>4</sup> )
Raggio d'inerzia attorno all'asse forte	i <sub>yy</sub>	4.07	(cm)
Raggio d'inerzia attorno all'asse debole	i <sub>zz</sub>	1.24	(cm)
Modulo di resistenza elastico attorno all'asse forte	W <sub>el,yy</sub>	34.2	(cm <sup>3</sup> )
Modulo di resistenza elastico attorno all'asse debole	W <sub>el,zz</sub>	5.8	(cm <sup>3</sup> )
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse forte	W <sub>pl,yy</sub>	39.4	(cm <sup>3</sup> )
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse debole	W <sub>pl,zz</sub>	9.1	(cm <sup>3</sup> )
Momento d'inerzia torsionale	I <sub>t</sub>	1.2	(cm <sup>4</sup> )
Costante di warping	I <sub>w</sub>	351	(cm <sup>6</sup> )

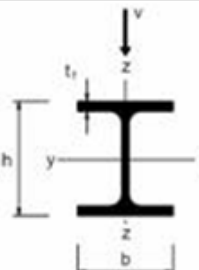
**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	$f_y$	235 (MPa)
Coefficiente $\epsilon$	$\epsilon$	1.00 (-)
<b><u>Classificazione dell'anima</u></b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	$c$	74.60 (mm)
Spessore dell'anima	$t_w$	4.10 (mm)
Rapporto tra altezza e spessore	$c/t_w$	18.20 (-)
Classificazione dell'anima per flessione	CLASSE 1	
Classificazione dell'anima per compressione	CLASSE 1	
<b><u>Classificazione delle ali</u></b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	$c$	18.45 (mm)
Spessore delle ali	$t_f$	5.70 (mm)
Rapporto tra semi larghezza e spessore	$c/t_f$	3.24 (-)
Classificazione delle ali per flessione	CLASSE 1	

## VERIFICA A FLESSIONE

IPE - HE - HL = verifica di resistenza a flessione			
(Flessione nel piano dell'anima)			
$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_{yk}}{\gamma_{M0}}$		$W_{pl}$ = modulo resistente plastico $f_{yk}$ = tensione caratteristica a snervamento $\gamma_{M0}$ = coefficiente di sicurezza	
		$M_{Ed}$ = momento flettente di calcolo $M_{pl,Rd}$ = momento resistente	
INPUT			
Definizione dell'azione sollecitante	M = <input type="text" value="5.4"/> [kNm]		
Sceita del profilo	<input type="text" value="IPE 100"/>		
Classe dell'acciaio	<input type="text" value="S235JO - S235JR - S235J2"/>		
OUTPUT			
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2 NTC 2008)			
$M_{Ed}$ =	5.40 [kNm]	$M_{Ed} / M_{c,Rd}$	0.61
$M_{c,Rd}$ =	8.82 [kNm]	Verifica soddisfatta	

## VERIFICA A TAGLIO

IPE - HE - HL = verifica di resistenza a taglio			
(Taglio parallelo all'anima)			
	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v (f_{yk} / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$		
$V_{Ed}$ = azione tagliante di calcolo $V_{c,Rd}$ = resistenza di calcolo $A_v$ = area resistente a taglio $f_{yk}$ = tensione caratteristica a snervamento $\gamma_{M0}$ = coefficiente di sicurezza			
INPUT			
Definizione dell'azione sollecitante	V = <input type="text" value="4.5"/> [kN]		
Sceita del profilo	<input type="text" value="IPE 100"/>		
Classe dell'acciaio	<input type="text" value="S235JO - S235JR - S235J2"/>		
OUTPUT			
(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2 NTC 2008)			
$V_{Ed}$ =	4.50 [kN]	$V_{Ed} / V_{c,Rd}$	0.07
$V_{c,Rd}$ =	65.66 [kN]	Verifica soddisfatta	

### VERIFICA SALDATURE

(HEA 180 – IPE 100)

IPE 100

Classe della sezione (Tab.4.2.I, §4.2.3.1) = 1

Modulo di resistenza di calcolo [cfr. (4.2.13)]:  $W = W_{pl} = 37,41 \text{ cm}^3$

$M_{Rd} = 9,79 \text{ kNmt}$

Verifica a taglio (N/mm):

$L1 \text{ (mm)} = 47 \text{ (a=4 mm)}; L2 \text{ (mm)} = 15 \text{ (a=4 mm)}; L3 \text{ (mm)} = 75 \text{ (a=2 mm)}$

$V_{Ed} = 4500$

$F_{w,Ed} = V_{Ed} / L3 = 60$

$F_{w,Rd} = 2 a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot 0.8 \cdot 1.25) = 8320$

$\Rightarrow F_{w,Ed} < F_{w,Rd}$

Verifica a flessione (Nmm):

$L1 \text{ (mm)} = 47 \text{ (a=4 mm)}; L2 \text{ (mm)} = 15 \text{ (a=4 mm)}; L3 \text{ (mm)} = 75 \text{ (a=2 mm)}$

$M_{Ed} = 5400000$

$W \text{ (mm}^3\text{)} = 29332; \sigma_{ort.} = M_{Ed}/W = 184,09$

$\Rightarrow \sigma_{ort.} < f_{tk} / (0.8 \cdot 1.25) = 360.0$

$[f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)} = 360.0]$

**12.3. VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO**  
**DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO IN ELEVAZIONE (SLU - SLV - SLE) – COLLEGAMENTI**

COLLEGAMENTO MONTANTI HEA 180 - C.A.

**MATERIALI PER COLLEGAMENTO**

N. 4 barre filettate in acciaio zincato a caldo (Classe minima di resistenza 8.8, tipo HILTI HIT-V-F-(8.8) M20 o similari con punta tagliata a 45°).

Resina tipo HILTI HIT-HY-200-A.

**MODALITA' DI POSA**

Realizzazione dei fori Ø22 L=260 mm nel c.a. eseguiti tramite rotopercussione (utilizzo di idonea dima per realizzare i fori nelle posizioni indicate nell'esecutivo).

Accurata pulizia dei fori tramite getti d'aria ( $\geq 5$  volte) e scovolino ( $\geq 5$  volte).

Iniezione della resina all'interno del foro servendosi del tubo miscelatore in plastica da collegare all'estremità dell'ugello, nelle quantità e con le modalità previste nel libretto di istruzioni allegato alla confezione di resina.

Inserimento manuale della barra con movimento rotatorio immediatamente dopo aver iniettato la resina nel foro.

Lasciare indurire la resina senza applicare alcun tipo di carico per il tempo indicato dal fornitore (funzione della temperatura dell'aria → ad esempio  $\geq 72$  h per temperature comprese fra +5°C e +9°C)

Una volta completato il processo di indurimento della resina sarà possibile completare il montaggio della struttura che andrà fissata tramite rondelle e dadi di acciaio analogo alle barre impiegate (coppia di serraggio 0,15 kN).

Il collegamento è stato dimensionato tramite il software Hilti "Profis Anchor", di cui viene riportata la relazione di calcolo.

**Commenti del progettista:**

### 1 Dati da inserire



Set Dinamico o qualunque soluzione idonea per il riempimento degli spazi anulari

Profondità di posa effettiva:  $h_{ef, eff} = 260 \text{ mm}$  ( $h_{ef, limit} = - \text{ mm}$ )

Material:	8.8
-----------	-----

Certificazione No.: ETA 11/0493

Emesso il Valido: 08/08/2012 | 23/12/2016

Prova: metodo di calcolo Metodo di calcolo SOFA + fib (07/2011) – dopo prove ETAG BOND

Fissaggio distanziato:  $e_b = 0$  mm (Senza distanziamento);  $t = 10$  mm

Piastra d'ancoraggio:  $l_p \times l_p \times t = 400 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

Perfil: IPB/HEA; (L x W x T x FT) = 171 mm x 180 mm x 10 mm x 10 mm

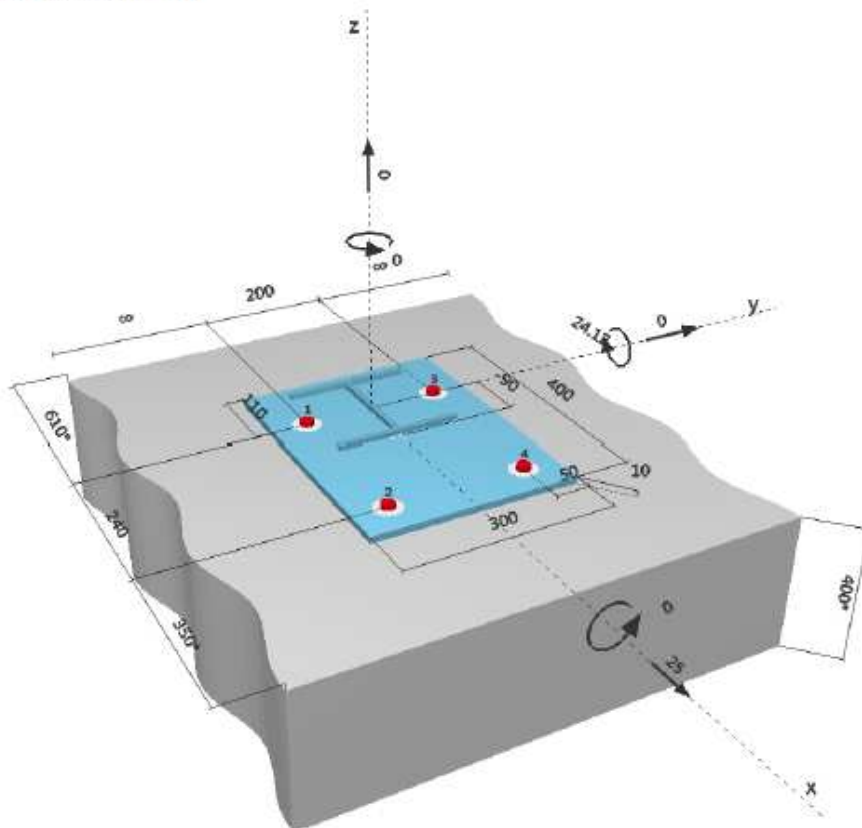
Materiale base: fessurato calcestruzzo, C30/37,  $f_c = 30.00 \text{ N/mm}^2$ ;  $h = 400 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C

Installazione: Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: saturo d'acqua

Armatura: nessuna armatura o interasse tra le armature  $\geq 150$  mm (qualunque  $\varnothing$ ) o  $\geq 100$  mm ( $\varnothing \leq 10$  mm)

senza armatura di bordo longitudinale

Geometria [mm] &amp; Carichi [kN, kNm]



Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!  
PROFIS Anchor | c | 2003-2008 Hill AG, FL-9494 Schaan. Hill è un marchio registrato di Hill AG, Schaan

## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Condizione di carico: Carichi di progetto

### Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

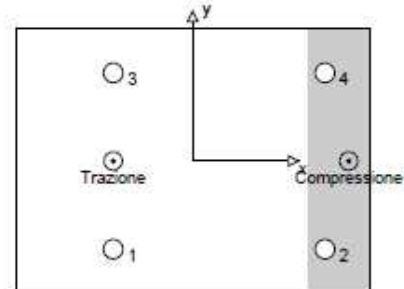
Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	45.187	6.250	6.250	0.000
2	0.000	6.250	6.250	0.000
3	45.187	6.250	6.250	0.000
4	0.000	6.250	6.250	0.000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0.29 [%]

Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 8.69 [N/mm²]

risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-90/0): 90.373 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(177/0): 90.373 [kN]



## 3 Carico di trazione SOFA (fib (07/2011), paragrafo 16.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\mu_s$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	45.187	130.667	35	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	90.373	100.846	90	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	90.373	123.416	74	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

\*ancorante più sollecitato \*\*gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]
198.000	1.500	130.667	45.187

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{s,N}$ [mm²]	$A_{s,N}^0$ [mm²]	$\psi_{s,Np}$	$\tau_{Rk,cr,25}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
557308	426667	1.306	20.00	653	327	590
$\psi_c$	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm²]	max $\tau_{Rk,cr}$ [N/mm²]	$\psi_{s,Np}^0$	$\psi_{s,Np}$		
1.000	6.00	10.82	1.151	1.063		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	
$N_{Rk,c}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]		
130.690	181.522	1.800	100.846	90.373		

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{s,N}$ [mm²]	$A_{s,N}^0$ [mm²]	$\psi_{s,N}$	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
764400	608400	1.256	390	780		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_1$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	7.700
$N_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]			
176.812	1.800	123.416	90.373			



#### 4 Carico di taglio SOFA (fib (07/2011), paragrafo 16.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	6.250	78.400	8	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	25.000	358.847	7	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	12.500	53.230	24	OK

\*ancorante più sollecitato \*\*gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{Ms}$	$V_{Ed,s}$ [kN]	$V_{Sk}$ [kN]
98.000	1.250	78.400	6.250

##### 4.2 Rottura per pryout (adesione)

$A_{b,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{b,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\psi_{s,Np}$	$\tau_{Rk,cr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{rib}$ [mm]
762073	426667	1.579	20.00	327	653	350
$\psi_c$	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	max $\tau_{Rk,cr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k-factor	$\psi_{s,Np}^0$	$\psi_{s,Np}$	
1.000	8.00	10.82	2.000	1.365	1.153	
$\psi_{s,Np}$	$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{s,c1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{s,c2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	
1.000	0	1.000	0	1.000	1.000	
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{Ms,p}$	$V_{Rk,c1}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]		
130.690	268.135	1.500	358.847	25.000		

##### 4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$l_v$ [mm]	$d_{nom}$ [mm]	$k_v$	$\alpha$	$\beta$		
240	20.0	1.700	0.084	0.084		
$c_1$ [mm]	$A_{c,v}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,v}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\psi_{A,v}$			
500	788000	1566450	0.503			
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{s,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{s,c,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{s,v}$
1.000	1.487	1.000	0	1.000	1.000	2.000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$n_1$	$\gamma_{Ms,c}$	$V_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Sk}$ [kN]		
213.417	2	1.500	53.230	12.500		

Nota: resistenza limite in accordo a fib (07/2011), equazione governante (10.2-7).

#### 5 Carichi combinati di trazione e di taglio SOFA (fib (07/2011), paragrafo 10.3)

	$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
acciaio	0.346	0.080	2.000	13	OK
Calcestruzzo	0.896	0.235	1.500	97	OK

$\beta_N^0 + \beta_V^0 \leq 1$

**6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)**

Carichi a breve termine:

$$N_{sk} = 33.471 \text{ [kN]} \quad \delta_N = 0.143 \text{ [mm]}$$

$$V_{sk} = 4.630 \text{ [kN]} \quad \delta_V = 0.185 \text{ [mm]}$$

$$\delta_{NV} = 0.234 \text{ [mm]}$$

Carichi a lungo termine:

$$N_{sk} = 33.471 \text{ [kN]} \quad \delta_N = 0.328 \text{ [mm]}$$

$$V_{sk} = 4.630 \text{ [kN]} \quad \delta_V = 0.278 \text{ [mm]}$$

$$\delta_{NV} = 0.430 \text{ [mm]}$$

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

**7 Attenzione**

- Tramite PROFIS Anchor è possibile calcolare lo spessore della piastra necessario per evitare la rottura della piastra stessa. Fenomeni di ridistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi.
- Il metodo di calcolo ETAG (fori riempiti) presuppone che non ci sia spazio anulare libero tra ancorante e foro nella piastra. Questa condizione può essere ottenuta riempiendo tale spazio con una malta avente sufficiente resistenza a compressione (per es. utilizzando il Set Dinamico Hilti) o ricorrendo ad altre soluzioni idonee.
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- La pulizia del foro deve essere effettuata in conformità alle istruzioni di posa (soffiare con aria compressa due volte (min. 6 bar), spazzolare due volte, soffiare con aria compressa due volte (min. 6 bar)).
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- Contattare Hilti per verificare la fornitura delle barre HIT-V.
- Il metodo di progettazione fib (07/2011) assume che non ci sia spazio anulare tra foro nella piastra e ancorante. Questa condizione può essere ottenuta riempiendo tale spazio con malta avente una sufficiente resistenza alla compressione (per esempio utilizzando il Set Dinamico) o con altri mezzi idonei allo scopo.
- L'utente è responsabile della conformità alle norme correnti (e.g. EC3)
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria in accordo a fib (07/2011)!

**L'ancoraggio risulta verificato!**

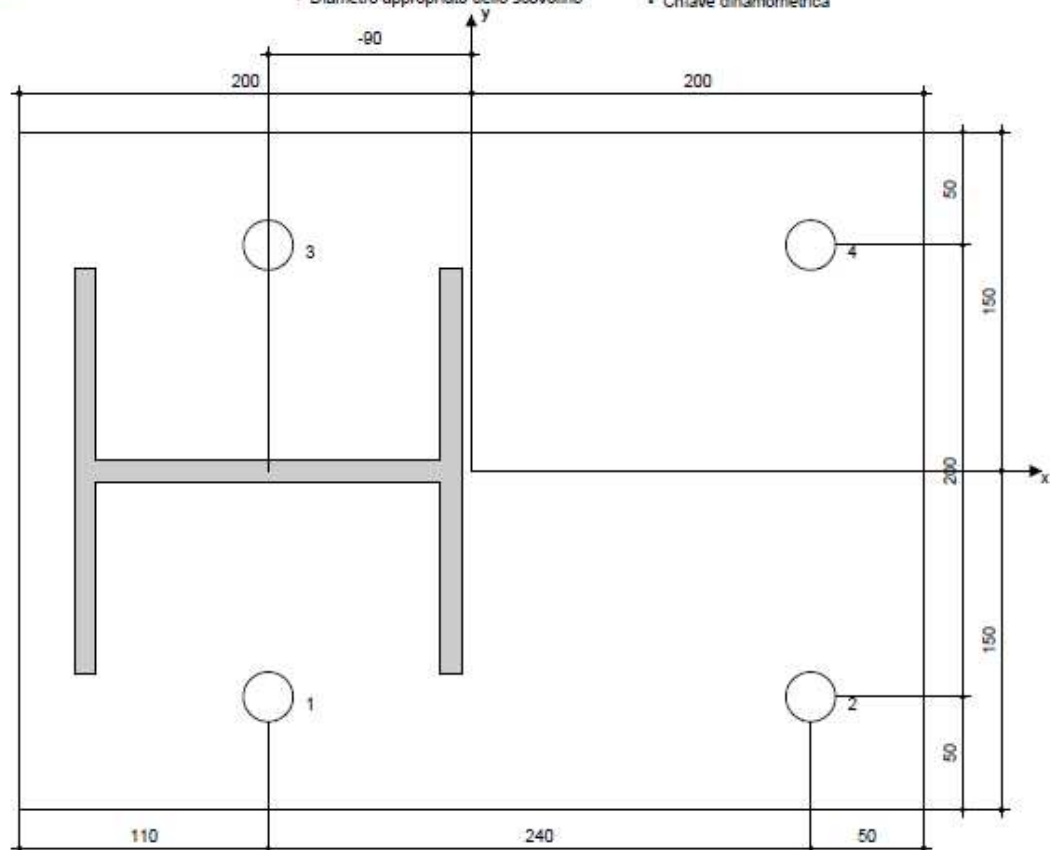
## 8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
Profilo: IPBi/HEA; 171 x 180 x 10 x 10 mm  
Diametro del foro nella piastra:  $d_f = 22$  mm  
Spessore della piastra (input): 10 mm  
Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-HY 200-A + HIT-V-F (8.8) M20  
Coppia di serraggio: 0.150 kNm  
Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
Profondità del foro nel materiale base: 260 mm  
Spessore minimo del materiale base: 304 mm

### 8.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> <li>Idoneo per rotopercuSSIONe</li> <li>Dimensione appropriata della punta del trapano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro.</li> <li>Diametro appropriato dello scovolino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore</li> <li>Set Dinamico</li> <li>Chiave dinamometrica</li> </ul>



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	$c_{1x}$	$c_{1y}$	$c_{2x}$	$c_{2y}$
1	-90	-100	610	590	-	-
2	150	-100	850	350	-	-
3	-90	100	610	590	-	-
4	150	100	850	350	-	-

Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!  
PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan.

## **14. RELAZIONE SUI MATERIALI**

### **14.1. ELENCO DEI MATERIALI E LORO MODALITA' DI POSA IN OPERA**

#### **ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Profilati e piastre - Laminato a caldo tipo S 235 o superiore.

Il confezionamento degli elementi di carpenteria tipo piastra composti da più piatti andranno eseguiti tramite saldature a piena o parziale penetrazione in alternativa a cordoni d'angolo. In ogni caso le caratteristiche delle unioni dovranno essere pari almeno a quelle del materiale dell'elemento connesso più debole.

#### **BULLONERIA / COMPONENTISTICA DI FISSAGGIO**

Bulloni, dadi e barre filettate in acciaio zincato a caldo (8.8)

Piastrame in acciaio tipo S 235

Resina HIT-HY-200-A

La componentistica di fissaggio dovrà essere messa in opera seguendo le prescrizioni fornite dall'azienda produttrice, sia per quanto riguarda le modalità di collegamento che per l'attrezzatura utilizzata.

### **14.2. VALORI DI CALCOLO**

#### **ACCIAIO DA CARPENTERIA**

TIPO S 235

$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$

$f_{tk} = 360 \text{ N/mm}^2$

BULLONERIA IN ACCIAIO INOX CLASSE A4-70

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

## **15. PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE**

### **15.1. ACCIAIO DA CARPENTERIA**

Tutti gli elementi dovranno essere trattati con apposite vernici protettive e non dovranno presentare zone ossidate.

Qualora gli elementi siano esposti direttamente agli agenti atmosferici dovranno essere sottoposti a preventivo trattamento di zincatura.