

Regione autonoma della Sardegna  
(Provincia di Nuoro)



Comune di Macomer

## CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER

PROGETTO ESECUTIVO  
PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA  
DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILo

ATI: AREAIMPIANTI - MONSUD S.p.A.



Progettista incaricato:



## PROGETTO ESECUTIVO



### AREA 200 SILOS

TABULATI

C.20,2

Sistema Qualità Certificato



UNI EN ISO 9001 (ISO 9001)  
Certificato n° FS 587971



CODICE DESCRITTIVO: **ITV240FMRC720,2.02**

N° ALLEGATO: **C.20,2**

0	01/01/2016	EMISSIONE	cambri	martino	martino
1	12/04/2016	REVISIONE	cambri	martino	martino
2	25/05/2015	REVISIONE	cambri	martino	martino
3					
4					
<b>revisione</b>	<b>data</b>	<b>descrizione</b>	<b>redatto</b>	<b>controllato</b>	<b>approvato</b>

	<b>REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWi PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILo</b> <i>Tabulati</i>	<b>REV. 2</b> <b>PAG. 3/42</b>	
---	---	-----------------------------------	--

## INDICE

<b>1. DATI DI INPUT .....</b>	<b>4</b>
1.1 ELEMENTI TIPO PILASTRO .....	5
1.2 ELEMENTI TIPO TRAVE .....	7
1.3 ELEMENTI TIPO TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER.....	9
1.4 ELEMENTI TIPO PLINTO SU SUOLO ALLA WINKLER.....	10
1.5 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	11
1.6 DATI RELATIVI ALLE AREE DI CARICO .....	12
1.7 ANALISI DINAMICA .....	13
<b>2. DATI DI OUTPUT.....</b>	<b>22</b>
2.1 SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI DI FONDAZIONE .....	22
2.2 SOLLECITAZIONI NEI PLINTI.....	27
<b>3. VERIFICHE .....</b>	<b>30</b>
3.1 VERIFICA CORDOLI DI FONDAZIONE .....	30
3.1.1 Modalità di verifica .....	30
3.1.2 Travata: 1 Travata 1 2 3 4 5.....	31
3.1.3 Travata: 10 Travata 5 10.....	32
3.1.4 Travata: 2 Travata 6 7 8 9 10.....	32
3.1.5 Travata: 9 Travata 1 6.....	34
3.2 VERIFICA PLINTI DI FONDAZIONE.....	35
3.2.1 Sezioni impiegate .....	35
3.2.2 Verifiche Plinti: .....	35
3.3 VERIFICA PROFILI METALLICI.....	37
3.3.1 Riepilogo tassi di sfruttamento .....	37
3.3.2 Verifiche Pilastro DAL NODO 22 AL NODO 32 / Sez. 1 HEB 240.....	39
3.3.3 verifiche Trave DAL NODO 31 AL NODO 32 / Sez. 1 IPE 400.....	40

	<b>REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWi PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILo</b> <i>Tabulati</i>	<b>REV. 2</b> <b>PAG. 4/42</b>	
---	---	-----------------------------------	---

## 1. DATI DI INPUT

### En.Ex.Sys. WinStrand

#### Structural Analisys & Design

##### Ditta produttrice:

**En.Ex.Sys.** s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

##### Sigla:

WinStrand

##### Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

##### Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

##### Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

##### Elementi finiti implementati

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

##### Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

##### Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDLT.
- Analisi Statica:
  - 
  - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
  - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
- Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
  - 
  - Via statica equivalente.
  - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

##### Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- *Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle Costruzioni.* (C.N.R. 10012/85)
- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWi PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIL Tabulati	REV. 2	
		PAG. 5/42	

- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"

## 1.1 ELEMENTI TIPO PILASTRO

### Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo pilastro viene identificato da:

- Il nodo iniziale i;
- Il nodo finale j;
- Il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli flessionali alle estremità dell'elemento (variabili fra lo 0% e il 100%), nei due piani 1-2 e 1-3 del pilastro in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate alle estremità (coefficienti Vi12 - Vj12 - Vi13 - Vj13).

In generale, se non diversamente disposto, l'asse 2 coincide, per i pilastri, con l'asse y globale e pertanto la disposizione della sezione coincide con quella che si avrebbe in una vista in pianta.

### Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elasticio [kg/cm <sup>2</sup> ]	v	alfa [1/°C]	Peso Specifico [kg/m <sup>3</sup> ]	Commento
1	300000.0	0.120	0.000012	2500.0	Calcestruzzo
2	2100000.0	0.330	0.000012	7850.0	Acciaio

### Sezioni Impiegate:

Sezione Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali		Commenti
		1	2	
	HEA 240			

### Caratteristiche Inerziali:

Sezione Materiale	Area [cm <sup>2</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	276.99	42	7778	2769	0	4.2	1.4

Piano Pilastro	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
0	1	1	11	10018	2	1	3.25	100	100	100
0	11	11	23	10018	2	1	5.05	100	100	100
0	2	2	12	10014	2	1	3.25	100	100	100
0	12	12	24	10015	2	1	5.05	100	100	100
0	3	3	13	10008	2	1	3.25	100	100	100

Piano	Pilastro	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione [m]	Luce Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
0	13	13	17	10009	2	1	1.15	100	100	100
0	17	17	25	10010	2	1	3.90	100	100	100
0	4	4	18	10006	2	1	4.40	100	100	100
0	18	18	26	10007	2	1	3.90	100	100	100
0	5	5	19	10000	2	1	4.40	100	100	100
0	19	19	27	10001	2	1	3.90	100	100	100
0	6	6	14	10018	2	1	3.25	100	100	100
0	14	14	28	10018	2	1	5.05	100	100	100
0	7	7	15	10016	2	1	3.25	100	100	100
0	15	15	29	10017	2	1	5.05	100	100	100
0	8	8	16	10011	2	1	3.25	100	100	100
0	16	16	20	10012	2	1	1.15	100	100	100
0	20	20	30	10013	2	1	3.90	100	100	100
0	9	9	21	10004	2	1	4.40	100	100	100
0	21	21	31	10005	2	1	3.90	100	100	100
0	10	10	22	10002	2	1	4.40	100	100	100
0	22	22	32	10003	2	1	3.90	100	100	100

	<b>REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWi PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIL</b>  <b>Tabulati</b>	<b>REV. 2</b>	 <small>Italy - 0299 082428901 - www.monsud.it</small>
		<b>PAG. 7/42</b>	

## 1.2 ELEMENTI TIPO TRAVE

### Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo trave viene identificato da:

- Il nodo iniziale i;
- Il nodo finale j;
- Il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli alle estremità dello elemento (variabili fra 0 e 100%), nei due piani 1-2 e 1-3 della trave in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate (coefficienti Vi12, Vj12, Vi13, Vj13).

### Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [kg/cm <sup>2</sup> ]	v	alfa [1/°C]	Peso Specifico [kg/m <sup>3</sup> ]	Commento
1	300000.0	0.120	0.000012	2500.0	Calcestruzzo
2	2100000.0	0.330	0.000012	7850.0	Acciaio

### Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali		Commenti
			1	2	
		HEA 400			

### Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [cm <sup>2</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	2	159.24	189	45142	8565	0	3.6	1.5

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
3	1	11	12	10028			2	1	3.90	100	100
3	2	12	13	10028			2	1	3.90	100	100
4	1	14	15	10035			2	1	3.90	100	100
4	2	15	16	10036			2	1	3.90	100	100
5	1	17	18	10028			2	1	4.10	100	100
5	2	18	19	10028			2	1	6.80	100	100
6	1	20	21	10033			2	1	4.10	100	100
6	2	21	22	10034			2	1	6.80	100	100
7	1	23	24	10028			2	1	3.90	100	100
7	2	24	25	10028			2	1	3.90	100	100
7	3	25	26	10028			2	1	4.10	100	100
7	4	26	27	10028			2	1	6.80	100	100
8	1	28	29	10029			2	1	3.90	100	100
8	2	29	30	10030			2	1	3.90	100	100

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione [m]	Luce	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
8	3	30	31	10031		2	1	4.10	100	100	100
8	4	31	32	10032		2	1	6.80	100	100	100
11	1	11	14	10023		2	1	4.60	100	100	100
12	1	12	15	10027		2	1	4.60	100	100	100
13	1	13	16	10028		2	1	4.60	100	100	100
14	1	17	20	10024		2	1	4.60	100	100	100
15	1	18	21	10025		2	1	4.60	100	100	100
16	1	19	22	10026		2	1	4.60	100	100	100
17	1	23	28	10023		2	1	4.60	100	100	100
18	1	24	29	10022		2	1	4.60	100	100	100
19	1	25	30	10021		2	1	4.60	100	100	100
20	1	26	31	10020		2	1	4.60	100	100	100
21	1	27	32	10019		2	1	4.60	100	100	100

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWi PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIL <b>Tabulati</b>	REV. 2	
		PAG. 9/42	

### 1.3 ELEMENTI TIPO TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER

#### Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo trave su suolo alla Winkler viene identificato da:

- il nodo iniziale  $i$ ;
  - il nodo finale  $j$ ;
  - il nodo  $k$  che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.
1. La modellazione del terreno sul quale agiscono le travi è alla Winkler e pertanto particolare attenzione va riposta ai casi in cui le travi inducano sul terreno zone di trazione poiché, in tal caso, la modellazione stessa cade in difetto.

#### Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [kg/cm <sup>2</sup> ]	v	alfa [1/°C]	Peso Specifico [kg/m <sup>3</sup> ]	Commento
1	300000.0	0.120	0.000012	2500.0	Calcestruzzo
2	2100000.0	0.330	0.000012	7850.0	Acciaio

#### Caratteristiche dei Terreni di Fondazione:

Tipo	Costante di Sotterraneo [kg/cm <sup>3</sup> ]	Commento
1	1.0	Default

#### Sezioni Impiegate:

Sezione Materiale Tipo di Sezione			Parametri Dimensionali Commenti		
1	1	Rett.	B= 40 H= 40 [cm] Terreno numero 1 Default		

#### Caratteristiche Inerziali:

Sezione Materiale	Area [cm <sup>2</sup> ]	J <sub>t</sub> [cm <sup>4</sup> ]	J <sub>2</sub> [cm <sup>4</sup> ]	J <sub>3</sub> [cm <sup>4</sup> ]	J <sub>23</sub> [cm <sup>4</sup> ]	X <sub>x</sub>	X <sub>y</sub>
1	1600.00	359874	213333	213333	0	1.2	1.2

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]
1	1	1	2	10037	1	1	3.90
1	2	2	3	10037	1	1	3.90
1	3	3	4	10037	1	1	4.10
1	4	4	5	10037	1	1	6.80
2	1	6	7	10038	1	1	3.90
2	2	7	8	10039	1	1	3.90
2	3	8	9	10040	1	1	4.10
2	4	9	10	10041	1	1	6.80
9	1	1	6	10035	1	1	4.60
10	1	5	10	10037	1	1	4.60

## 1.4 ELEMENTI TIPO PLINTO SU SUOLO ALLA WINKLER

### Convenzioni adottate

Il plinto viene identificato con il numero del nodo a cui fa capo.

### Caratteristiche dei Materiali:

Tip	Modulo Elastic	v	alfa	Peso Specifico	Commento
	[kg/cm <sup>2</sup> ]		[1/°C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	
1	300000.0	0.120	0.000012	2500.0	Calcestruzzo
2	2100000.0	0.330	0.000012	7850.0	Acciaio

### Caratteristiche dei Terreni di Fondazione:

Tip	Costante di Sottofondo	Commento
	[kg/cm <sup>3</sup> ]	
1	1.0	Default

### Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali		Commenti
			B	H	
1	1	Plinto tozzo	B=120	H=120	Hp=100 [cm] Terreno numero 1 Default
2	1	Plinto tozzo	B=140	H=140	Hp=100 [cm] Terreno numero 1 Default

Nodo	Sezione	Materiale
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	2	1
5	2	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	2	1
10	2	1

## 1.5 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

### Convenzioni adottate

Nel seguito vengono riportate il numero di condizioni di carico statiche e dinamiche che sollecitano la struttura. Si noti che:

- Per quanto riguarda le condizioni di carico dinamiche, il programma assimila ogni direzione di ingresso del sisma, definita dal progettista, ad una condizione di carico. Pertanto qualora agiscano sulla struttura  $n$  condizioni di carico statiche e il progettista abbia supposto che la struttura venga sollecitata da un sisma entrante in  $m$  direzioni, la struttura stessa viene considerata dal programma come soggetta ad  $n + m$  condizioni di carico.
- Le combinazioni di carico, definite dal progettista, combinano fra loro le  $n + m$  condizioni di carico ognuna partecipante alla combinazione  $i$ -esima secondo i fattori di partecipazione nel seguito riportati. N.B.: se la condizione  $j$ -esima ha fattore di partecipazione unitario, allora partecipa per intero alla combinazione  $i$ -esima.
- Le prime  $n$  condizioni sono sempre statiche mentre sono di origine dinamica le (eventuali) condizioni da  $n+1$  a  $n+m$ .

### Condizioni di carico definite:

#### Condizione

1	Peso proprio
2	Permanente non strutturale
3	Sisma 0SLV
4	Sisma 90SLV
5	Sisma 0SLD
6	Sisma 90SLD

### Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

#### Combinazione di carico numero

1 SLU 1		
Comb.\Cond	1	2
1	1.3	1.3

### Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

#### Combinazione di carico numero

2 Sisma 0 / 90		
3 Sisma 90 / 0		
Comb.\Cond	1	2
2	1	1
3	1	0.3
		1

### Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

#### Combinazione di carico numero

4 SLE Rare		

**Combinazione di carico numero**

Comb.\Cond 1 2

4	1	1
---	---	---

**Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio**

**Combinazione di carico numero**

5|SLE freq. 1

Comb.\Cond 1 2

5	1	1
---	---	---

**Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio**

**Combinazione di carico numero**

6|SLE q.perm.1

Comb.\Cond 1 2

6	1	1
---	---	---

**Combinazioni agli Stati Limite di Danno**

**Combinazione di carico numero**

7|Sisma 0 / 90

8|Sisma 90 / 0

Comb.\Cond 1 2 5 6

7	1	1	0.3
---	---	---	-----

8	1	1	0.3
---	---	---	-----

**1.6 DATI RELATIVI ALLE AREE DI CARICO**

**Convenzioni adottate**

Nel seguito sono riportate le *aree di carico* definite nel progetto.

Un'*area di carico* è definita da una superficie contornata da travi di bordo ed i carichi superficiali su essa agenti vengono riportati dal programma sulle travi perimetrali in ragione dell'area di influenza relativa ad ogni trave e della direzione di orditura della superficie.

È importante rilevare che la **direzione di orditura viene assunta dal programma con riferimento al primo lato della superficie di carico e non con riferimento all'asse x globale della struttura**.

In particolare ricordiamo che le *aree di carico* fungono esclusivamente da supporto per il calcolo dei carichi di tipo superficiale in quanto i carichi definiti tramite tali *aree di carico* in effetti vengono trasferiti (sotto forma di carichi lineari o carichi nodali concentrati nei nodi) sulle travi perimetrali che contornano l'*area di carico* stessa.

A seguire vengono riportati per ogni tipologia definita i carichi agenti nelle varie condizioni di carico. La dizione:

**Globale**

indica che il carico è definito nel sistema di riferimento globale della struttura.

**Globale Proiettato**

indica che il carico è definito nel sistema di riferimento globale della struttura ma il valore viene computato in proiezione.

**Locale**

indica che il carico è definito nel sistema di riferimento locale della superficie di carico.

**Area di Carico Numero Commento**

1	Area 1
---	--------

Tipo	Alfa	Condizione	Carico Trasmesso	Riferimento	qx	qy	qz
					[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
				Qx [kg]	Qy [kg]	Qz [kg]	
1	0.00	2	Alle Travi	Globale	0.0	0.0	5000.0
					-0.0	0.0	335800.0

**Tipologia Nodi**

1	31 26 27 32 31
1	29 24 25 30 29
1	24 29 28 23 24

**1.7 ANALISI DINAMICA**

**Convenzioni adottate**

Nella presente versione del programma **WinStrand** l'analisi in campo dinamico della struttura può essere condotta per via *statica equivalente* ovvero per via *modale* facendo uso, per il calcolo della risposta, dello spettro di pseudo accelerazioni fornito dal regolamento italiano.

Nel caso di analisi dinamica condotta per via *statica equivalente* le azioni di piano vengono calcolate facendo riferimento al punto C.6.1.1. delle **norme tecniche per le costruzioni in zona sismica** e cioè, definiti:

**W<sub>i</sub>**

peso dell'*i*-esimo impalcato valutato tenendo conto dei carichi permanenti e dei coefficienti riduttivi relativi alle condizioni di carico accidentali

**K<sub>hi</sub>**

coefficiente ottenuto tenendo conto del coefficiente di intensità sismica e dei coefficienti di risposta, fondazione, struttura. Ovvero:



dove (indicando con *h<sub>j</sub>* l'altezza del *j*-esimo piano)



L'azione tagliante sul'iesimo piano vale:



A tale azione tagliante viene poi associato (qualora il rapporto fra i lati  $D$  e  $B$  dell'edificio sia superiore a 2.5 in accordo al punto **C.6.1.2** delle norme citate) il momento torcente di piano:



Nel caso di analisi dinamica condotta per via *modale* il programma provvede al calcolo dei modi di vibrare della struttura facendo uso dell'algoritmo noto in letteratura tecnica come *Subspace Iteration*. Una volta *M*-Ortonormalizzati gli autovettori la risposta massima relativa all' $i$ -esimo modo di vibrare viene valutata con la formula:



nella quale:



con:

$$C = (S-2)/100$$

$$L_{ni} = \{f_i^T\}[M]\{f_i\} e$$

$$M_{ni} = \{f_i^T\}[M]\{f_i^T\}$$

I simboli che compaiono nelle espressioni precedenti hanno il seguente significato:

**e**  
coefficiente di fondazione;

**b**  
coefficiente di struttura;

**g**  
accelerazione di gravità

**W<sub>i</sub>**  
 $i$ -esima frequenza associata all' $i$ -esimo autovettore;

**R(T<sub>i</sub>)**  
coefficiente di risposta ricavato dallo spettro di *pseudoaccelerazioni* del regolamento;

**S**

Grado di sismicità;

**f<sub>i</sub>**

*i*-esimo autovettore;

**M**

matrice delle masse;

**I**

vettore di trascinamento;

Per cui il campo di spostamenti indotto dall'*i*-esimo modo di vibrare sulla struttura vale:



Il programma per ogni direzione di ingresso del sisma quindi valuta il campo di spostamenti nodali e il campo di sollecitazioni nel generico elemento secondo la formula di quadratura:



dove:

**n**

numero di modi ( $\geq 3$ ) considerati in soluzione

**S<sub>i</sub>**

generica componente di spostamento o di sollecitazione indotta dallo *i*-esimo modo di vibrare nell'elemento.

In output vengono inoltre riportate, per ogni direzione di ingresso del sisma e per ogni modo di vibrare, le cosiddette *masse modali efficaci*. In particolare considerando la *j*-esima direzione di ingresso del sisma e denotando con il pedice *i* le grandezze relative all'*i*-esimo modo di vibrare, vengono forniti in output la grandezze:

- Il modo di vibrare (si noti che per ogni direzione di ingresso il *sub-set* di modi di vibrare utilizzato può cambiare essendo i modi di vibrare scelti in modo tale da fornire il massimo fattore di partecipazione  $L_{ij}$ ).
- Il fattore di partecipazione  $L_{ij}$  (altrimenti noto in letteratura tecnica come  $g_{ij}$ ).
- Il rapporto percentuale fra il fattore di partecipazione del primo modo considerato ed il generico modo (pari a  $100 L_{ij}/L_{1j}$ ).
- La massa modale  $Em_{ij}$  efficace relativa all'*i*-esimo modo ( $Em_{ij} = L_{ij}^2/M_{ij}$ ).
- Il rapporto fra la massa modale efficace dell'*i*-esimo modo e la massa modale efficace totale, calcolato come  $100 Em_{ij} / Em_{Totj}$ .
- La percentuale, cumulativa, della massa modale considerata sommando via via i contributi dovuti ai singoli modi di vibrare e pari a  $100 S_i (Em_{ij} / Em_{Totj})$ . Tale valore è pari al 100% per un'analisi dinamica completa.

#### Dati generali relativi all'analisi dinamica

#### Spettro in accordo con TU 2008

- Macomer NU Longitudine 8.7800 Latitudine 40.2681
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 75.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_u$  1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di struttura massimo  $q_o$  per sisma orizzontale 4.00
- Fattore di duttilità  $K_R$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  0.80
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_w$  1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale 3.20
- Fattore di struttura  $q$  per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

#### TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 712 (anni)
- $S_s$  1.200
- $T_B$  0.16 [sec]
- $T_C$  0.48 [sec]
- $T_D$  1.83 [sec]
- $a_g/g$  0.0566
- $F_o$  2.9358
- $T_c^*$  0.3576



#### TU 2008 SLD H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 63.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 75 (anni)
- $S_s$  1.200

- $T_B$  0.14 [sec]
- $T_c$  0.42 [sec]
- $T_D$  1.71 [sec]
- $a_g/g$  0.0285
- $F_o$  2.7041
- $T_c^*$  0.3035



Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse

Cond. Carico 1 Peso proprio 1.0000

Cond. Carico 2 Permanente non strutturale 1.0000

Angoli d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLD Direzione 3 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLD Direzione 4 Angolo in pianta 90.00 [°]

Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	1.36950e+001	3.701	1.70	0.0177
2	1.67092e+001	4.088	1.54	0.0196
3	1.95433e+001	4.421	1.42	0.0212
4	5.50294e+001	7.418	0.85	0.0356
5	9.63772e+001	9.817	0.64	0.0471
6	1.62726e+002	12.756	0.49	0.0612
7	3.65161e+002	19.109	0.33	0.0623
8	6.51746e+002	25.529	0.25	0.0623
9	6.78164e+002	26.042	0.24	0.0623
10	8.42036e+002	29.018	0.22	0.0623
11	8.44990e+002	29.069	0.22	0.0623
12	8.74250e+002	29.568	0.21	0.0623
13	1.01686e+003	31.888	0.20	0.0623
14	1.21568e+003	34.867	0.18	0.0623
15	1.48838e+003	38.579	0.16	0.0623
16	2.11414e+003	45.980	0.14	0.0632
17	2.63002e+003	51.284	0.12	0.0637
18	2.90834e+003	53.929	0.12	0.0639
19	3.57125e+003	59.760	0.11	0.0643
20	4.14739e+003	64.400	0.10	0.0646

Direzione di Ingresso del Sisma 1 Angolo 0.00

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
1	1.89220e+002	100.0	3.58041e+004	98.8	98.8
16	-1.99105e+001	10.5	3.96427e+002	1.1	99.9
17	-3.22100e+000	1.7	1.03748e+001	0.0	100.0
8	3.08441e+000	1.6	9.51358e+000	0.0	100.0
10	1.23681e+000	0.7	1.52971e+000	0.0	100.0
9	-1.16142e+000	0.6	1.34889e+000	0.0	100.0
14	1.88831e-002	0.0	3.56570e-004	0.0	100.0
2	2.59809e-006	0.0	6.75007e-012	0.0	100.0
3	2.43899e-006	0.0	5.94865e-012	0.0	100.0
5	5.10413e-007	0.0	2.60522e-013	0.0	100.0
11	-4.18517e-007	0.0	1.75156e-013	0.0	100.0
4	-4.06257e-007	0.0	1.65044e-013	0.0	100.0

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
12	-3.08458e-007	0.0	9.51461e-014	0.0	100.0
6	1.30650e-007	0.0	1.70694e-014	0.0	100.0
13	7.02183e-008	0.0	4.93061e-015	0.0	100.0
18	-5.74127e-008	0.0	3.29622e-015	0.0	100.0
20	-2.78008e-008	0.0	7.72884e-016	0.0	100.0
15	1.56980e-008	0.0	2.46428e-016	0.0	100.0
7	-9.05991e-009	0.0	8.20820e-017	0.0	100.0
19	7.74871e-010	0.0	6.00424e-019	0.0	100.0

#### Direzione di Ingresso del Sisma 2 Angolo 90.00

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
2	-1.65965e+002	100.0	2.75445e+004	76.0	76.0
3	8.99871e+001	54.2	8.09768e+003	22.4	98.4
12	-1.37735e+001	8.3	1.89709e+002	0.5	98.9
19	1.07686e+001	6.5	1.15962e+002	0.3	99.2
11	-8.69538e+000	5.2	7.56097e+001	0.2	99.4
20	-7.54636e+000	4.5	5.69475e+001	0.2	99.6
4	4.32606e+000	2.6	1.87148e+001	0.1	99.7
18	-3.65306e+000	2.2	1.33449e+001	0.0	99.7
7	3.46832e+000	2.1	1.20292e+001	0.0	99.7
5	3.15072e+000	1.9	9.92706e+000	0.0	99.7
15	-1.63121e+000	1.0	2.66086e+000	0.0	99.8
6	-7.45405e-001	0.4	5.55628e-001	0.0	99.8
13	2.30373e-001	0.1	5.30717e-002	0.0	99.8
1	4.40401e-005	0.0	1.93953e-009	0.0	99.8
16	-4.53920e-006	0.0	2.06043e-011	0.0	99.8
10	-3.88755e-006	0.0	1.51130e-011	0.0	99.8
9	-7.47603e-007	0.0	5.58911e-013	0.0	99.8
8	-7.47108e-007	0.0	5.58170e-013	0.0	99.8
17	-5.45713e-007	0.0	2.97802e-013	0.0	99.8
14	2.31849e-007	0.0	5.37539e-014	0.0	99.8

#### Direzione di Ingresso del Sisma 3 Angolo 0.00

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
1	1.89220e+002	100.0	3.58041e+004	98.8	98.8

	<b>REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWi PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIL</b>  <b>Tabulati</b>	<b>REV. 2</b>	<b>AREA IMPIANTI</b>  <small>Italy - 0029 0824428901 - www.monsud.it</small>
		<b>PAG. 20/42</b>	

<b>Modo</b>	<b>Li(gi)</b>	<b> Li / L1 </b>	<b>Emi=Li^2/Mi</b>	<b>Emi/EmTot</b>	<b>Sum.Emi/EmTot</b>
16	-1.99105e+001	10.5	3.96427e+002	1.1	99.9
17	-3.22100e+000	1.7	1.03748e+001	0.0	100.0
8	3.08441e+000	1.6	9.51358e+000	0.0	100.0
10	1.23681e+000	0.7	1.52971e+000	0.0	100.0
9	-1.16142e+000	0.6	1.34889e+000	0.0	100.0
14	1.88831e-002	0.0	3.56570e-004	0.0	100.0
2	2.59809e-006	0.0	6.75007e-012	0.0	100.0
3	2.43899e-006	0.0	5.94865e-012	0.0	100.0
5	5.10413e-007	0.0	2.60522e-013	0.0	100.0
11	-4.18517e-007	0.0	1.75156e-013	0.0	100.0
4	-4.06257e-007	0.0	1.65044e-013	0.0	100.0
12	-3.08458e-007	0.0	9.51461e-014	0.0	100.0
6	1.30650e-007	0.0	1.70694e-014	0.0	100.0
13	7.02183e-008	0.0	4.93061e-015	0.0	100.0
18	-5.74127e-008	0.0	3.29622e-015	0.0	100.0
20	-2.78008e-008	0.0	7.72884e-016	0.0	100.0
15	1.56980e-008	0.0	2.46428e-016	0.0	100.0
7	-9.05991e-009	0.0	8.20820e-017	0.0	100.0
19	7.74871e-010	0.0	6.00424e-019	0.0	100.0

#### Direzione di Ingresso del Sisma 4 Angolo 90.00

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

<b>Modo</b>	<b>Li(gi)</b>	<b> Li / L1 </b>	<b>Emi=Li^2/Mi</b>	<b>Emi/EmTot</b>	<b>Sum.Emi/EmTot</b>
2	-1.65965e+002	100.0	2.75445e+004	76.0	76.0
3	8.99871e+001	54.2	8.09768e+003	22.4	98.4
12	-1.37735e+001	8.3	1.89709e+002	0.5	98.9
19	1.07686e+001	6.5	1.15962e+002	0.3	99.2
11	-8.69538e+000	5.2	7.56097e+001	0.2	99.4
20	-7.54636e+000	4.5	5.69475e+001	0.2	99.6
4	4.32606e+000	2.6	1.87148e+001	0.1	99.7
18	-3.65306e+000	2.2	1.33449e+001	0.0	99.7
7	3.46832e+000	2.1	1.20292e+001	0.0	99.7
5	3.15072e+000	1.9	9.92706e+000	0.0	99.7
15	-1.63121e+000	1.0	2.66086e+000	0.0	99.8
6	-7.45405e-001	0.4	5.55628e-001	0.0	99.8
13	2.30373e-001	0.1	5.30717e-002	0.0	99.8
1	4.40401e-005	0.0	1.93953e-009	0.0	99.8
16	-4.53920e-006	0.0	2.06043e-011	0.0	99.8
10	-3.88755e-006	0.0	1.51130e-011	0.0	99.8
9	-7.47603e-007	0.0	5.58911e-013	0.0	99.8
8	-7.47108e-007	0.0	5.58170e-013	0.0	99.8
17	-5.45713e-007	0.0	2.97802e-013	0.0	99.8
14	2.31849e-007	0.0	5.37539e-014	0.0	99.8

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWi PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILo	REV. 2	<b>AREA IMPIANTI</b> <b>monsud</b> Sp.A. infrastructures & facilities Italy - 0039 0824428001 - <a href="http://www.monsud.it">www.monsud.it</a>
	<i>Tabulati</i>	PAG. 21/42	

## 2. DATI DI OUTPUT

### 2.1 SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI DI FONDAZIONE

#### Convenzioni adottate

Le sollecitazioni nelle travi di fondazione sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo K.



---

La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitaione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



La trave è da considerarsi appoggiata su un sottospazio elastico a comportamento bilatero (terreno alla Winkler).

**Comb. Nodo Presione Mt Taglio MFlet.**

**[kg/cm<sup>2</sup>] [kgm] [kg] [kgm]**

1	1	1.4	1149.5	-6149.4	822.2
	2	1.9	-1130.2	-17232.1	17941.8
2	1	1.0	1048.5	-4747.6	-374.0
	2	1.4	-1039.8	-12493.7	13056.4
3	1	1.0	1593.4	-4159.3	612.1
	2	1.4	-1596.5	-12495.1	13307.3
4	1	1.1	884.2	-4730.3	632.5
	2	1.4	-869.4	-13255.5	13801.4
5	1	1.1	884.2	-4730.3	632.5
	2	1.4	-869.4	-13255.5	13801.4
6	1	1.1	884.2	-4730.3	632.5
	2	1.4	-869.4	-13255.5	13801.4
7	1	1.0	1097.7	-4753.5	-675.3
	2	1.4	-1090.8	-12265.4	12832.2
8	1	0.9	1805.5	-3988.6	605.9
	2	1.4	-1814.0	-12266.6	13156.9
<hr/>					
1	2	1.9	266.5	-17809.5	-18187.2
	3	1.5	-259.0	-5977.5	-2426.2
2	2	1.4	317.1	-13904.2	-14627.4
	3	1.1	-318.5	-4075.4	-2687.8
3	2	1.4	633.6	-13328.7	-13943.7
	3	1.1	-651.2	-3905.6	-2546.2
4	2	1.4	205.0	-13699.6	-13990.1
	3	1.1	-199.2	-4598.1	-1866.3
5	2	1.4	205.0	-13699.6	-13990.1
	3	1.1	-199.2	-4598.1	-1866.3
6	2	1.4	205.0	-13699.6	-13990.1
	3	1.1	-199.2	-4598.1	-1866.3
7	2	1.4	350.6	-13965.1	-14817.1
	3	1.1	-354.2	-3919.0	-2933.5
8	2	1.4	761.8	-13216.5	-13926.9
	3	1.1	-786.4	-3698.3	-2749.5
<hr/>					
1	3	1.5	-208.8	-6263.2	1567.9
	4	1.8	216.4	-18019.8	20404.2
2	3	1.1	-250.4	-5003.6	665.6
	4	1.4	252.9	-13573.1	15222.0
3	3	1.1	-425.5	-4416.2	1396.9
	4	1.3	420.4	-13308.7	15110.4
4	3	1.1	-160.6	-4817.9	1206.1
	4	1.4	166.4	-13861.4	15695.5
5	3	1.1	-160.6	-4817.9	1206.1
	4	1.4	166.4	-13861.4	15695.5
6	3	1.1	-160.6	-4817.9	1206.1
	4	1.4	166.4	-13861.4	15695.5

**Comb. Nodo Presione Mt Taglio MFlet.**  
[kg/cm<sup>2</sup>] [kgm] [kg] [kgm]

7	3	1.1	-277.2	-5059.3	503.6
	4	1.4	278.8	-13486.4	15079.8
8	3	1.1	-504.7	-4295.9	1453.9
	4	1.3	496.3	-13142.6	14934.6
<hr/>					
1	4	1.8	-919.0	-18940.9	-21262.4
	5	1.6	958.6	-11772.5	2631.1
2	4	1.4	-883.3	-14712.6	-16805.6
	5	1.2	903.7	-8739.8	1148.8
3	4	1.3	-1229.1	-14048.2	-16092.0
	5	1.1	1223.7	-8107.5	1128.3
4	4	1.4	-706.9	-14569.9	-16355.7
	5	1.2	737.4	-9055.8	2023.9
5	4	1.4	-706.9	-14569.9	-16355.7
	5	1.2	737.4	-9055.8	2023.9
6	4	1.4	-706.9	-14569.9	-16355.7
	5	1.2	737.4	-9055.8	2023.9
7	4	1.4	-936.1	-14755.2	-16939.9
	5	1.2	953.5	-8643.3	886.8
8	4	1.3	-1385.3	-13891.4	-16012.2
	5	1.1	1369.3	-7822.8	860.2
<hr/>					
1	6	1.4	-1149.5	-6149.4	822.2
	7	1.9	1130.2	-17232.1	17941.8
2	6	1.0	-613.5	-5127.6	-559.6
	7	1.5	594.1	-12844.4	13234.8
3	6	1.1	-143.2	-5425.7	-6.7
	7	1.5	110.9	-13664.0	13902.0
4	6	1.1	-884.2	-4730.3	632.5
	7	1.4	869.4	-13255.5	13801.4
5	6	1.1	-884.2	-4730.3	632.5
	7	1.4	869.4	-13255.5	13801.4
6	6	1.1	-884.2	-4730.3	632.5
	7	1.4	869.4	-13255.5	13801.4
7	6	1.0	-532.5	-5247.1	-916.5
	7	1.5	511.8	-12721.6	13065.5
8	6	1.2	78.6	-5633.9	-198.0
	7	1.5	-116.1	-13787.2	13934.4
<hr/>					
1	7	1.9	-266.5	-17809.5	-18187.2
	8	1.5	259.0	-5977.5	-2426.2
2	7	1.5	-56.7	-14189.3	-14784.0
	8	1.2	44.1	-4428.6	-2402.0
3	7	1.5	234.5	-14278.8	-14465.9
	8	1.2	-263.5	-5082.9	-1593.6
4	7	1.4	-205.0	-13699.6	-13990.1
	8	1.1	199.2	-4598.1	-1866.3

**Comb. Nodo Presione Mt Taglio MFlet.**  
[kg/cm<sup>2</sup>] [kgm] [kg] [kgm]

5	7	1.4	-205.0	-13699.6	-13990.1
	8	1.1	199.2	-4598.1	-1866.3
6	7	1.4	-205.0	-13699.6	-13990.1
	8	1.1	199.2	-4598.1	-1866.3
7	7	1.5	-12.3	-14336.1	-15022.3
	8	1.2	-2.3	-4378.0	-2562.2
8	7	1.5	365.9	-14453.3	-14611.1
	8	1.2	-401.9	-5228.1	-1512.0
<hr/>					
1	8	1.5	208.8	-6263.2	1567.9
	9	1.8	-216.4	-18019.8	20404.2
2	8	1.2	93.5	-5305.2	432.9
	9	1.4	-102.6	-13880.5	15514.1
3	8	1.2	-97.4	-5421.4	621.2
	9	1.4	80.7	-14333.3	16084.2
4	8	1.1	160.6	-4817.9	1206.1
	9	1.4	-166.4	-13861.4	15695.5
5	8	1.1	160.6	-4817.9	1206.1
	9	1.4	-166.4	-13861.4	15695.5
6	8	1.1	160.6	-4817.9	1206.1
	9	1.4	-166.4	-13861.4	15695.5
7	8	1.2	73.4	-5451.2	201.3
	9	1.4	-83.5	-13886.1	15459.7
8	8	1.2	-174.6	-5602.2	446.1
	9	1.4	154.6	-14475.0	16201.0
<hr/>					
1	9	1.8	919.0	-18940.9	-21262.4
	10	1.6	-958.6	-11772.5	2631.1
2	9	1.4	573.9	-15084.9	-17068.4
	10	1.3	-615.9	-9302.6	1566.2
3	9	1.4	197.8	-15288.9	-16968.2
	10	1.3	-264.5	-9983.4	2519.6
4	9	1.4	706.9	-14569.9	-16355.7
	10	1.2	-737.4	-9055.8	2023.9
5	9	1.4	706.9	-14569.9	-16355.7
	10	1.2	-737.4	-9055.8	2023.9
6	9	1.4	706.9	-14569.9	-16355.7
	10	1.2	-737.4	-9055.8	2023.9
7	9	1.4	534.1	-15239.1	-17281.9
	10	1.3	-579.6	-9374.7	1429.2
8	9	1.4	45.4	-15504.7	-17152.3
	10	1.4	-123.0	-10260.7	2668.1
<hr/>					
1	1	1.4	7.8	-10266.7	-3773.3
	6	1.4	7.8	-10266.7	3773.3
2	1	1.0	72.1	-7571.1	-3201.7
	6	1.0	-52.3	-7315.5	2265.1

**Comb. Nodo Presione Mt Taglio MFlet.**  
[kg/cm<sup>2</sup>] [kgm] [kg] [kgm]

3	1	1.0	214.6	-8187.2	-4412.7
	6	1.1	-200.2	-7335.2	1290.9
4	1	1.1	6.0	-7897.5	-2902.6
	6	1.1	6.0	-7897.5	2902.6
5	1	1.1	6.0	-7897.5	-2902.6
	6	1.1	6.0	-7897.5	2902.6
6	1	1.1	6.0	-7897.5	-2902.6
	6	1.1	6.0	-7897.5	2902.6
7	1	1.0	91.9	-7473.6	-3291.2
	6	1.0	-69.8	-7141.3	2074.4
8	1	0.9	277.0	-8274.2	-4864.5
	6	1.2	-262.0	-7166.7	808.8
<hr/>					
1	5	1.6	41.1	-11775.4	-3859.7
	10	1.6	41.1	-11775.4	3859.7
2	5	1.2	-89.3	-9523.5	-3738.7
	10	1.3	158.2	-9098.7	2368.2
3	5	1.1	-380.0	-9841.8	-5278.4
	10	1.3	445.0	-8426.0	710.2
4	5	1.2	31.6	-9058.0	-2969.0
	10	1.2	31.6	-9058.0	2969.0
5	5	1.2	31.6	-9058.0	-2969.0
	10	1.2	31.6	-9058.0	2969.0
6	5	1.2	31.6	-9058.0	-2969.0
	10	1.2	31.6	-9058.0	2969.0
7	5	1.2	-125.6	-9663.1	-3969.0
	10	1.3	196.0	-9111.0	2188.5
8	5	1.1	-503.3	-10077.0	-5969.5
	10	1.4	568.8	-8236.5	34.3
<hr/>					

## 2.2 SOLLECITAZIONI NEI PLINTI

### Convenzioni adottate

L'elemento, con riferimento al piano x-y, risulta essere così disposto:



Per ogni plinto vengono riportati i valori dello Sforzo normale sulla testa del plinto i valori del taglio (dedotti a partire da quelli trasmessi al plinto dal pilastro sovrastante), i momenti alla base del plinto e le tensioni correlative indotte sul terreno. Per quanto riguarda i momenti alla base del plinto valgono, indicando con  $H_p$  l'altezza del plinto dalla quota di fondazione a quella di imposta del pilastro sovrastante:



La tensione sul terreno viene calcolata in pressoflessione deviata su una sezione d'impronta di forma rettangolare eventualmente parzializzata.

Nodo	Comb.	N [kg]	Tx [kg]	Ty [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	$\sigma_{ter}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Rib.
------	-------	-----------	------------	------------	-------------	-------------	---	------

1	1	-20072.4	540.5	-976.4	-736.5	-430.7	1.8	
	2	-14236.1	-258.5	-891.2	-748.3	403.2	1.4	
	3	-13865.9	313.6	-1351.3	-1273.9	-195.5	1.5	
	4	-15440.3	415.8	-751.1	-566.5	-331.3	1.4	
	5	-15440.3	415.8	-751.1	-566.5	-331.3	1.4	
	6	-15440.3	415.8	-751.1	-566.5	-331.3	1.4	
	7	-13875.8	-460.3	-933.1	-802.7	623.0	1.5	
	8	-13394.7	283.0	-1530.8	-1485.5	-154.8	1.5	

2	1	-27138.6	-148.7	-309.3	-228.5	154.9	2.0	
	2	-20467.2	-1006.2	-391.1	-392.8	1031.9	1.9	
	3	-19834.8	-498.0	-787.9	-929.2	513.5	1.9	
	4	-20875.8	-114.4	-237.9	-175.8	119.2	1.6	
	5	-20875.8	-114.4	-237.9	-175.8	119.2	1.6	
	6	-20875.8	-114.4	-237.9	-175.8	119.2	1.6	
	7	-20344.1	-1273.1	-436.9	-457.7	1305.0	2.0	
	8	-19522.1	-612.8	-952.5	-1154.6	631.4	2.0	

3	1	-21286.5	-661.0	-165.6	-121.5	647.2	1.7	
	2	-16179.6	-1358.6	-358.8	-402.0	1366.9	1.7	
	3	-15429.6	-872.6	-906.5	-1128.0	871.7	1.8	

**Nodo Comb. N Tx Ty Mx My  $\sigma_{ter}$  Rib.**  
[kg] [kg] [kg] [kgm] [kgm] [kg/cm<sup>2</sup>]

	4-16374.2	-508.5	-127.4	-93.5	497.8	1.3
	5-16374.2	-508.5	-127.4	-93.5	497.8	1.3
	6-16374.2	-508.5	-127.4	-93.5	497.8	1.3
	7-16121.4	-1613.0	-428.0	-494.4	1627.0	1.9
	8-15146.5	-981.5	-1139.6	-1437.5	983.6	1.9
<hr/>						
4	1-34593.2	-211.7	-169.4	-29.8	-49.9	1.8
	2-26573.2	-596.9	-299.3	-324.6	414.7	1.5
	3-25624.1	-345.2	-685.8	-1026.6	167.3	1.6
	4-26610.2	-162.9	-130.3	-22.9	-38.4	1.4
	5-26610.2	-162.9	-130.3	-22.9	-38.4	1.4
	6-26610.2	-162.9	-130.3	-22.9	-38.4	1.4
	7-26561.9	-726.7	-349.9	-414.9	550.3	1.6
	8-25328.1	-399.7	-852.0	-1326.8	228.8	1.6
<hr/>						
5	1-31201.9	480.9	-732.9	-171.2	594.3	1.8
	2-23984.5	14.6	-864.0	-492.4	866.2	1.5
	3-22079.1	177.5	-1516.1	-1322.1	608.4	1.5
	4-24001.5	369.9	-563.8	-131.7	457.2	1.4
	5-24001.5	369.9	-563.8	-131.7	457.2	1.4
	6-24001.5	369.9	-563.8	-131.7	457.2	1.4
	7-23979.8	-91.8	-953.8	-600.3	988.6	1.6
	8-21503.4	120.0	-1801.0	-1678.2	653.7	1.6
<hr/>						
6	1-20072.4	540.5	976.4	736.5	-430.7	1.8
	2-15035.9	-324.5	523.2	317.8	458.9	1.3
	3-16532.1	93.6	124.6	-161.0	-9.7	1.2
	4-15440.3	415.8	751.1	566.5	-331.3	1.4
	5-15440.3	415.8	751.1	566.5	-331.3	1.4
	6-15440.3	415.8	751.1	566.5	-331.3	1.4
	7-14915.0	-546.1	455.0	243.5	695.4	1.4
	8-16859.0	-2.8	-62.8	-378.5	86.6	1.3
<hr/>						
7	1-27138.6	-148.7	309.3	228.5	154.9	2.0
	2-21072.7	-929.7	58.7	-61.1	952.5	1.8
	3-21853.4	-243.0	-319.9	-583.6	248.7	1.8
	4-20875.8	-114.4	237.9	175.8	119.2	1.6
	5-20875.8	-114.4	237.9	175.8	119.2	1.6
	6-20875.8	-114.4	237.9	175.8	119.2	1.6
	7-21131.6	-1173.7	5.1	-131.9	1201.8	1.9
	8-22146.8	-281.5	-486.8	-810.8	287.5	1.9
<hr/>						
8	1-21286.5	-661.0	165.6	121.5	647.2	1.7
	2-16763.9	-1286.7	-109.1	-219.1	1292.3	1.7
	3-17377.3	-632.9	-653.3	-942.3	623.0	1.8
	4-16374.2	-508.5	127.4	93.5	497.8	1.3
	5-16374.2	-508.5	127.4	93.5	497.8	1.3

Nodo Comb.	N [kg]	Tx [kg]	Ty [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	$\sigma_{ter}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Rib.
	6-16374.2	-508.5	127.4	93.5	497.8	1.3	
	7-16880.9	-1519.6	-179.9	-312.5	1530.1	1.8	
	8-17678.1	-670.1	-886.8	-1252.1	660.5	1.9	
<hr/>							
9	1-34593.2	-211.7	169.4	29.8	-49.9	1.8	
	2-27216.1	-562.5	-33.5	-277.5	368.7	1.5	
	3-27766.9	-230.7	-423.7	-980.4	14.0	1.6	
	4-26610.2	-162.9	130.3	22.9	-38.4	1.4	
	5-26610.2	-162.9	130.3	22.9	-38.4	1.4	
	6-26610.2	-162.9	130.3	22.9	-38.4	1.4	
	7-27397.7	-682.1	-82.5	-367.3	490.5	1.6	
	8-28114.1	-251.0	-589.4	-1280.5	29.7	1.7	
<hr/>							
10	1-31201.9	480.9	732.9	171.2	594.3	1.8	
	2-25248.6	71.1	295.4	-221.1	847.4	1.5	
	3-26292.9	366.1	-379.0	-1056.3	545.7	1.7	
	4-24001.5	369.9	563.8	131.7	457.2	1.4	
	5-24001.5	369.9	563.8	131.7	457.2	1.4	
	6-24001.5	369.9	563.8	131.7	457.2	1.4	
	7-25622.6	-18.3	215.2	-326.6	964.2	1.6	
	8-26979.4	364.9	-661.0	-1411.7	572.2	1.8	

### 3. VERIFICHE

#### 3.1 VERIFICA CORDOLI DI FONDAZIONE

##### 3.1.1 Modalità di verifica

Le travi vengono progettate-verificate a flessione retta e taglio nel piano longitudinale della trave sulla base dell'inviluppo delle sollecitazioni, in conformità alle NTC 2008 e successivi aggiornamenti.

Viene comunque sempre predisposta l'armatura minima mentre gli sforzi di taglio vengono integralmente assorbiti dalle staffe.

Le operazioni di progetto-verifica vengono condotte, per ogni asta, in tre diverse sezioni e precisamente in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri e della sezione in campata nella quale viene riscontrato il massimo momento positivo (negativo).

I momenti si intendono postivi se tendono le fibre di intradosso (inferiori).

Per quanto concerne il progetto e la verifica delle travi a taglio esse vengono condotte nel modo seguente:

Si controlla se la trave necessita o meno di armatura aggiuntiva a taglio:

Se non occorre armatura aggiuntiva a taglio si procede a disporre la staffatura minima di regolamento e la progettazione ha termine.

Se occorre armatura aggiuntiva a taglio la staffatuta viene progettata andando a suddividere la trave, a seconda del caso, in uno, tre o cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione;

due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento

un restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

In ogni caso l'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Per quanto concerne le verifiche a taglio esse vengono condotte suddividendo la trave in cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione; due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento; il restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

L'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Simbologia utilizzata:

Af Es. Area di ferro all'estradosso

Af In. Area di ferro all'intradosso

Sigb.Es. Tensione del calcestruzzo estradosso

Sigb. In. Tensione del calcestruzzo intradosso

Sigf. Es. Tensione dell'acciaio estradosso

Sigf. In. Tensione dell'acciaio intradosso

- Sezioni Impiegate: Trave di fondazione

Sezione Numero	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_{rd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{RARE}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{FREQ}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{QP}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Copriferro Es	Copriferro In [cm]
1	Rett. Terreno numero 1	B 40 [cm] H 40 [cm] Terreno numero 1	Verfond	Rbk 300	141.1	2.8	149.4	249.0	112.0	3913.0	3.00	3.00

EC2. 4.3.2.4.4. Verifica a taglio con il metodo dell'inclinazione variabile del traliccio.  $\cot g \theta = 1.00$

Verifica a fessurazione indiretta

Fattore di sovraresistenza Travi  $\gamma_{R,d}=1.00$

Fattore di sovraresistenza Fondazioni  $\gamma_{R,d}=1.10$

**3.1.2 Travata: 1 Travata 1 2 3 4 5**

Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	W mm
------	----------	---------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	-----	--------------------------	--------------------------	-----	--	--	--	--	---------

*Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

1	0.12	8.71	10.18		4005.3	10528.0	0.16	-3375.7	-12204.0	0.17					
				S.L.E. Rare	1180.6			0.0			0.0	12.7	372.2	103.8	
Camp.	1.95	10.18	10.18		3438.1	12222.1	0.17	-248.8	-12222.1	0.17					
				S.L.E. Rare	2146.4			0.0			0.0	21.9	680.5	187.9	
2	3.78	18.53	24.91		4005.3	21970.6	0.18	-15948.7	-28767.5	0.24					
				S.L.E. Rare	0.0			-12204.3			82.5	0.0	796.9	1634.3	

*Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

2	0.12	19.21	24.91		4049.0	22746.1	0.19	-16136.0	-28804.1	0.24					
				S.L.E. Rare	0.0			-12337.5			82.5	0.0	804.3	1651.1	
Camp.	1.95	12.72	12.72		4369.4	15158.5	0.18	0.0	-15158.5	0.18					
				S.L.E. Rare	2797.1			0.0			0.0	25.4	714.5	227.8	
3	3.78	21.09	22.90		6285.2	24825.2	0.20	0.0	-26797.1	0.22					
				S.L.E. Rare	2395.0			0.0			0.0	15.9	359.7	153.5	

*Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

3	0.13	21.09	22.90		4809.4	24825.2	0.20	-740.8	-26797.1	0.22					
				S.L.E. Rare	1760.0			0.0			0.0	11.7	264.3	112.8	
Camp.	2.05	12.72	10.18		3717.0	15109.5	0.19	0.0	-12246.3	0.16					
				S.L.E. Rare	2281.6			0.0			0.0	21.6	583.6	197.4	
4	3.97	22.69	26.92		4604.2	26743.1	0.20	-18272.8	-31191.0	0.23					
				S.L.E. Rare	0.0			-14021.6			87.3	0.0	852.4	1735.7	

*Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

4	0.13	23.38	26.92		4806.1	27511.9	0.20	-18961.7	-31223.0	0.23					
				S.L.E. Rare	0.0			-14631.0			90.2	0.0	869.2	1810.2	
Camp.	3.40	15.27	12.72		11496.3	18024.2	0.20	0.0	-15195.4	0.17					
				S.L.E. Rare	8634.3			0.0			0.0	73.9	1850.7	694.9	
5	6.68	13.06	12.72		5934.2	15542.2	0.18	-1846.4	-15164.0	0.18					
				S.L.E. Rare	228.7			-1205.4			10.9	2.1	83.3	307.9	

Da	A [m]	Dx [m]	VSd [kg]	Vrd <sub>c</sub> [kg]	VRd <sub>max</sub> [kg]	Vrd <sub>s</sub> [kg]	Staffe
----	----------	-----------	-------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------	--------

*Trave di fondazione 1 2 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

0.12	0.84	0.71	5514.5	7409.9	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
0.84	1.21	0.37	2538.1	7805.6	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
1.21	2.69	1.48	8996.5	7805.6	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'
2.69	3.06	0.37	11453.7	7805.6	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
3.06	3.78	0.71	16355.7	7868.9	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'

*Trave di fondazione 2 3 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

0.12	0.84	0.71	16932.8	8445.5	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
0.84	1.30	0.46	12021.7	8408.4	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
1.30	2.60	1.31	8996.5	8408.4	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'
2.60	3.06	0.46	2771.3	8408.4	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'

3.06	3.78	0.71	5302.9	8463.0	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
------	------	------	--------	--------	---------	---------	-----------------

*Trave di fondazione 3 4 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

0.13	0.84	0.71	5589.4	8453.2	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
0.84	1.40	0.56	2324.5	8408.4	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
1.40	2.70	1.31	8996.5	8408.4	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'
2.70	3.26	0.56	12536.1	8408.4	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
3.26	3.97	0.71	17199.4	8444.0	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'

*Trave di fondazione 4 5 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

0.13	0.84	0.71	18132.2	9055.2	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
0.84	1.71	0.87	13698.8	8935.2	45208.4	15754.8	ø 10 2br. 12.5'
1.71	5.09	3.39	8996.5	8935.2	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'
5.09	5.96	0.87	7363.3	8935.2	45208.4	15754.8	ø 10 2br. 12.5'
5.96	6.68	0.71	11067.7	8482.2	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'

### 3.1.3 Travata: 10 Travata 5 10

Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	W mm
------	----------	---------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	-----	--------------------------	--------------------------	-----	--	--	--	--	---------

*Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

5	0.13	10.88	10.05		2989.0	13042.0	0.17	-11905.1	-12123.0	0.17						
				S.L.E. Rare	0.0			-1895.0			19.1	0.0	139.0	606.1		
Camp.	2.30	12.72	6.03		9138.5	15004.3	0.21	0.0	-7416.7	0.14						
				S.L.E. Rare	7029.6			0.0			0.0	71.7	1802.6	682.2		
10	4.47	10.88	6.03		8760.7	12963.3	0.19	-2869.8	-7417.9	0.14						
				S.L.E. Rare	0.0			-1895.0			23.2	0.0	138.0	993.8		

Da [m]	A [m]	Dx [m]	VSd [kg]	Vrd <sub>c</sub> [kg]	VRd <sub>max</sub> [kg]	Vrd <sub>s</sub> [kg]	Staffe
-----------	----------	-----------	-------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------	--------

*Trave di fondazione 5 10 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

0.13	1.17	1.05	12233.4	7982.1	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
1.17	3.43	2.26	8996.5	8408.4	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'
3.43	4.47	1.05	11053.8	7982.1	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'

### 3.1.4 Travata: 2 Travata 6 7 8 9 10

Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	W mm
------	----------	---------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	-----	--------------------------	--------------------------	-----	--	--	--	--	---------

*Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]*

6	0.12	8.71	6.03		4005.3	10500.0	0.17	-4043.3	-7418.2	0.14						
				S.L.E. Rare	1180.6			0.0			0.0	13.7	372.3	117.7		
Camp.	1.95	10.18	6.03		3438.1	12170.0	0.18	0.0	-7418.2	0.14						
				S.L.E. Rare	2146.4			0.0			0.0	23.6	681.2	212.1		
7	3.78	16.76	20.77		4005.3	19897.8	0.18	-15948.7	-24220.4	0.22						
				S.L.E. Rare	0.0			-12204.3			89.0	0.0	836.5	1944.3		

Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

7	0.12	16.76	20.77		4049.0	19897.8	0.18	-16136.0	-24220.4	0.22					
				S.L.E. Rare	0.0			-12337.5			90.0	0.0	855.2	1965.5	
Camp.	1.95	10.18	12.72		4369.4	12246.3	0.16	0.0	-15109.5	0.19					
				S.L.E. Rare	2797.1			0.0			0.0	27.4	886.3	229.9	
8	3.78	16.09	25.45		5819.9	19142.2	0.17	0.0	-29343.4	0.27					
				S.L.E. Rare	2395.0			0.0			0.0	16.8	465.9	148.6	

Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

8	0.13	15.12	25.45		4809.4	18046.7	0.17	-1645.0	-29278.5	0.28					
				S.L.E. Rare	1760.0			0.0			0.0	12.6	379.1	109.4	
Camp.	2.05	8.04	12.72		3717.0	9794.1	0.15	0.0	-15071.6	0.20					
				S.L.E. Rare	2281.6			0.0			0.0	24.3	905.4	187.3	
9	3.97	18.49	26.92		4604.2	21932.3	0.18	-18272.8	-30977.8	0.26					
				S.L.E. Rare	0.0			-14021.6			92.7	0.0	963.0	1741.2	

Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

9	0.13	20.82	26.92		4806.1	24560.6	0.19	-18961.7	-31112.4	0.24					
				S.L.E. Rare	0.0			-14631.0			93.4	0.0	908.1	1813.2	
Camp.	3.40	15.27	10.18		11882.7	17944.1	0.21	0.0	-12263.5	0.16					
				S.L.E. Rare	8634.3			0.0			0.0	77.2	1854.3	736.8	
10	6.68	13.06	10.18		5666.9	15489.4	0.19	-2993.4	-12249.0	0.16					
				S.L.E. Rare	228.7			-1205.4			11.7	2.1	84.1	381.9	

Da A Dx VSd Vrd<sub>c</sub> VRd<sub>max</sub> Vrd<sub>s</sub> Staffe  
[m] [m] [m] [kg] [kg] [kg] [kg]

Trave di fondazione 6 7 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

0.12	0.84	0.71	7199.9	7409.9	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
0.84	1.21	0.37	3490.7	7805.6	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
1.21	2.69	1.48	8996.5	7805.6	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'
2.69	3.06	0.37	11453.7	7805.6	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
3.06	3.78	0.71	16355.7	7856.4	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'

Trave di fondazione 7 8 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

0.12	0.84	0.71	16932.8	7848.7	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
0.84	1.30	0.46	12021.7	7805.6	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
1.30	2.60	1.31	8996.5	7805.6	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'
2.60	3.06	0.46	2207.7	7805.6	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
3.06	3.78	0.71	5856.0	7850.8	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'

Trave di fondazione 8 9 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

0.13	0.84	0.71	6858.3	7264.8	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
0.84	1.40	0.56	3085.0	7216.2	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
1.40	2.70	1.31	8996.5	7216.2	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'
2.70	3.26	0.56	12536.1	7216.2	45208.4	13129.0	ø 10 2br. 15.0'
3.26	3.97	0.71	17199.4	7264.4	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'

Trave di fondazione 9 10 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

0.13	0.84	0.71	18132.2	9020.8	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'
0.84	1.71	0.87	13698.8	8935.2	45208.4	15754.8	ø 10 2br. 12.5'

1.71	5.09	3.39	8996.5	8935.2	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'	
5.09	5.96	0.87	8134.0	8935.2	45208.4	15754.8	ø 10 2br. 12.5'	
5.96	6.68	0.71	12269.6	8482.2	45208.4	19693.5	ø 10 2br. 10.0'	

### 3.1.5 Travata: 9 Travata 1 6

Nodo	x	A <sub>fe</sub>	A <sub>fi</sub>	q <sub>T</sub>	M <sub>rif</sub>	M <sub>de</sub>	M <sub>re</sub>	x/d	M <sub>di</sub>	M <sub>ri</sub>	x/d	σ <sub>be</sub>	σ <sub>bi</sub>	σ <sub>fe</sub>	σ <sub>fi</sub>	W
	[m]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[kgm]	[kgm]	[kgm]		[kgm]	[kgm]		[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	mm

Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

1	0.13	8.71	8.04			2167.1	10522.3	0.16	-8635.3	-9778.3	0.16					
				S.L.E. Rare		0.0			-1965.8			22.3	0.0	153.4	780.0	
Camp.	2.30	10.18	6.03			7587.7	12170.0	0.18	0.0	-7418.2	0.14					
				S.L.E. Rare		5836.7			0.0			0.0	64.1	1852.5	576.7	
6	4.47	8.71	6.03			5708.7	10500.0	0.17	-2893.6	-7418.2	0.14					
				S.L.E. Rare		0.0			-1965.8			24.9	0.0	152.3	1030.2	

Da	A	Dx	V <sub>Sd</sub>	V <sub>rdc</sub>	V <sub>Rdmax</sub>	V <sub>rds</sub>	Staffe
[m]	[m]	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	

Trave di fondazione 1 6 Sez. 1 Rett. 40x40 [cm]

0.13	0.84	0.71	9642.2	7409.9	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'	
0.84	3.76	2.93	7398.7	7805.6	45208.4	7877.4	ø 10 2br. 25.0'	
3.76	4.47	0.71	9642.2	7409.9	45208.4	9846.7	ø 10 2br. 20.0'	

### 3.2 VERIFICA PLINTI DI FONDAZIONE

#### 3.2.1 Sezioni impiegate

Sezione Numero	Info	Dimensioni	Calcestruzzo	$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Trd	$\sigma_{RARE}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{FREQ}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{QP}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Acciaio	$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Copriferro [cm]
1	Plinto tozzo	B 120 [cm] H 120 [cm] Hp 100 [cm] Terreno numero 1	Rbk 300	141.1	2.8	149.4	249.0	112.0	B 450 C	3913.0	3.00
2	Plinto tozzo	B 140 [cm] H 140 [cm] Hp 100 [cm] Terreno numero 1	Rbk 300	141.1	2.8	149.4	249.0	112.0	B 450 C	3913.0	3.00

Fattore di sovraresistenza  $\gamma_{R,d}=1.10$  Fattore di sovraresistenza Bicchieri  $\gamma_{R,d}=1.20$

Verifiche dei plinti a bicchiere

Percentuale dell'armatura di parete utilizzata per la verifica del tirante nella parete ortogonale 0 %

La resistenza della biella compressa in calcestruzzo di parete è valutata come  $S_R=0.4$  do  $h f_{cd} / (1 + \lambda^2)^{1/2}$

#### 3.2.2 Verifiche Plinti:

Nodo	Sez.	Comb. Critica	$N_c$ [kg]	$M_{c,Base}$ [kgm]	$V_{c,Base}$ [kg]	$\bar{h}_{Ter}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Armature	$B_{eq}$ [cm]	$H_{eq}$ [cm]	$M_d$ [kgm]	$M_{Rd}$ [kgm]	$N_d$ [kg]	$N_{Rsd}$ [kg]	$V_{sd}$ [kg/m]	$V_{rd}$ [kg/m]
1	1	B 3	-8355.7	-4124.6	-43.9	4.8	6 12	Tozzo		25812.5	61471.1	0.0	543.2		
		H 3	-8355.7	307.5	-3451.8	4.8	6 12	Tozzo		25812.5	61471.1	0.0	543.2		
2	1	B 2	-19037.6	-1267.5	-4126.8	3.5	6 12	Tozzo		18917.9	61471.1	0.0	543.2		
		H 2	-19037.6	4648.1	-927.1	3.5	6 12	Tozzo		18917.9	61471.1	0.0	543.2		
3	1	B 3	-12124.0	-5223.4	-2146.6	6.6	6 12	Tozzo		35615.2	61471.1	0.0	543.2		
		H 3	-12124.0	2398.0	-3632.9	6.6	6 12	Tozzo		35615.2	61471.1	0.0	543.2		
4	2	B 3	-22173.7	-4993.4	-983.1	2.4	7 12	Tozzo		18795.0	64070.7	0.0	543.2		
		H 3	-22173.7	975.7	-2630.1	2.4	7 12	Tozzo		18795.0	64070.7	0.0	543.2		
5	2	B 3	-15351.0	-6037.3	-495.7	2.8	7 12	Tozzo		21808.4	64070.7	0.0	543.2		
		H 3	-15351.0	1251.5	-4849.3	2.8	7 12	Tozzo		21808.4	64070.7	0.0	543.2		
6	1	B 3	-20353.3	-2977.6	-1033.6	2.9	6 12	Tozzo		15516.7	61471.1	0.0	543.2		
		H 3	-20353.3	1227.1	-2068.2	2.9	6 12	Tozzo		15516.7	61471.1	0.0	543.2		
7	1	B 2	-21762.1	-978.8	-3782.6	3.3	6 12	Tozzo		18035.1	61471.1	0.0	543.2		
		H 2	-21762.1	4255.0	-568.3	3.3	6 12	Tozzo		18035.1	61471.1	0.0	543.2		
8	1	B 3	-20887.2	-5023.6	-1068.4	3.7	6 12	Tozzo		20010.3	61471.1	0.0	543.2		
		H 3	-20887.2	1167.2	-3385.0	3.7	6 12	Tozzo		20010.3	61471.1	0.0	543.2		

9	2	B 3	-31814.6	-4941.0	-467.9	2.8	7/12	Tozzo		21183.2	64070.7	0.0	543.2
		H 3	-31814.6	217.1	-2362.4	2.8	7/12	Tozzo		21183.2	64070.7	0.0	543.2
<hr/>													
10	2	B 3	-34312.3	-5735.8	352.6	3.2	7/12	Tozzo		24721.3	64070.7	0.0	543.2
		H 3	-34312.3	940.9	-3678.8	3.2	7/12	Tozzo		24721.3	64070.7	0.0	543.2

### 3.3 VERIFICA PROFILI METALLICI

#### 3.3.1 Riepilogo tassi di sfruttamento

##### Verifica pilastri sezione 1 profilo HEB 240

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Ty - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 ..... : Non richiesta
- Instabilità Nel Piano 1/3 ..... : Non richiesta
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna) : N - Mx - My
- Instabilità Flesso-Torsionale ..... : A doppio T
- Acciaio tipo **Acciaio**
- F<sub>y</sub> 2750.0 [kg/cm<sup>2</sup>]
- F<sub>u</sub> 4300.0 [kg/cm<sup>2</sup>]

Nella *Classificazione* i seguenti simboli identificano le classificazioni:

- **C** Sezione compatta *Compact*
- **Sc** Sezione semi compatta *Semi Compact*
- **S** Sezione snella *Slender*

Asta	Luce	Snellezza	Classificazione	Resistenza				Instabilità				Pressoflessione				Svergolamento		
				Da	A [m]	1/2	1/3	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Sd/Sr	Comb.	Sd/Sr	1/2	Comb.	Sd/Sr	1/3	Comb.
22	32	3.90	37.8	64.2	C	C	C	C	0.439	2	0.000	0	0.000	0	0.264	2	0.078	2
10	22	4.40	42.7	72.4	C	C	C	C	0.255	2	0.000	0	0.000	0	0.224	2	0.210	2
21	31	3.90	37.8	64.2	C	C	C	C	0.324	1	0.000	0	0.000	0	0.198	2	0.080	2
9	21	4.40	42.7	72.4	C	C	C	C	0.305	2	0.000	0	0.000	0	0.236	2	0.221	2
20	30	3.90	37.8	64.2	C	C	C	C	0.139	2	0.000	0	0.000	0	0.160	2	0.118	2
16	20	1.15	11.2	18.9	C	C	C	C	0.127	4	0.000	0	0.000	0	0.114	2	0.059	2
8	16	3.25	31.5	53.5	C	C	C	C	0.294	2	0.000	0	0.000	0	0.238	2	0.218	2
15	29	5.05	49.0	83.1	C	C	C	C	0.152	2	0.000	0	0.000	0	0.105	2	0.099	2
7	15	3.25	31.5	53.5	C	C	C	C	0.189	2	0.000	0	0.000	0	0.153	2	0.150	2
14	28	5.05	49.0	83.1	C	C	C	C	0.192	2	0.000	0	0.000	0	0.133	2	0.091	2
6	14	3.25	31.5	53.5	C	C	C	C	0.197	2	0.000	0	0.000	0	0.141	2	0.126	2
19	27	3.90	37.8	64.2	C	C	C	C	0.417	1	0.000	0	0.000	0	0.282	2	0.103	2
5	19	4.40	42.7	72.4	C	C	C	C	0.244	2	0.000	0	0.000	0	0.168	2	0.136	2
18	26	3.90	37.8	64.2	C	C	C	C	0.329	2	0.000	0	0.000	0	0.222	2	0.103	2
4	18	4.40	42.7	72.4	C	C	C	C	0.295	2	0.000	0	0.000	0	0.224	2	0.205	2
17	25	3.90	37.8	64.2	C	C	C	C	0.150	2	0.000	0	0.000	0	0.172	2	0.133	2
13	17	1.15	11.2	18.9	C	C	C	C	0.122	3	0.000	0	0.000	0	0.100	2	0.057	2
3	13	3.25	31.5	53.5	C	C	C	C	0.287	2	0.000	0	0.000	0	0.238	2	0.225	2
12	24	5.05	49.0	83.1	C	C	C	C	0.178	2	0.000	0	0.000	0	0.127	2	0.120	2
2	12	3.25	31.5	53.5	C	C	C	C	0.205	2	0.000	0	0.000	0	0.151	2	0.145	2
11	23	5.05	49.0	83.1	C	C	C	C	0.201	2	0.000	0	0.000	0	0.148	2	0.108	2
1	11	3.25	31.5	53.5	C	C	C	C	0.143	2	0.000	0	0.000	0	0.078	2	0.061	2

### VERIFICA TRAVI SEZIONE 1 PROFILO IPE 400

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - Ty - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 ..... : Non richiesta
- Instabilità Nel Piano 1/3 ..... : Non richiesta
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna) : Non richiesta
- Instabilità Flesso-Torsionale ..... : A doppio T
  
- Acciaio tipo **Acciaio**
- F<sub>y</sub> 2750.0 [kg/cm<sup>2</sup>]
- F<sub>u</sub> 4300.0 [kg/cm<sup>2</sup>]

Nella *Classificazione* i seguenti simboli identificano le classificazioni:

- **C** Sezione compatta *Compact*
- **Sc** Sezione semi compatta *Semi Compact*
- **S** Sezione snella *Slender*

Asta	Luce	Snellezza	Classificazione	Resistenza		Instabilità			Pressoflessione			Svergolamento					
				Da	A [m]	1/2	1/3	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Sd/Sr	Comb.	Sd/Sr	1/2	Comb.	Sd/Sr	Comb.
27	32	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.004	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.008	1
26	31	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.004	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.008	1
25	30	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.004	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.008	1
24	29	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.004	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.008	1
23	28	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.004	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.008	1
19	22	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.053	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.179	2
18	21	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.072	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.248	2
17	20	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.045	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.153	2
13	16	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.058	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.199	2
12	15	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.061	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.214	2
11	14	4.60	27.8 116.6	C	C	C	C	0.041	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.136	2
31	32	6.80	41.1 172.3	C	C	C	C	0.333	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.761	2
30	31	4.10	24.8 103.9	C	C	C	C	0.052	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.358	1
29	30	3.90	23.6 98.8	C	C	C	C	0.191	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.172	1
28	29	3.90	23.6 98.8	C	C	C	C	0.194	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.168	1
26	27	6.80	41.1 172.3	C	C	C	C	0.336	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.754	1
25	26	4.10	24.8 103.9	C	C	C	C	0.056	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.372	2
24	25	3.90	23.6 98.8	C	C	C	C	0.196	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.187	2
23	24	3.90	23.6 98.8	C	C	C	C	0.197	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.181	2
21	22	6.80	41.1 172.3	C	C	C	C	0.013	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.071	4
20	21	4.10	24.8 103.9	C	C	C	C	0.014	2	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.055	2
18	19	6.80	41.1 172.3	C	C	C	C	0.014	3	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.073	3
17	18	4.10	24.8 103.9	C	C	C	C	0.011	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.040	1
15	16	3.90	23.6 98.8	C	C	C	C	0.029	4	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.082	4
14	15	3.90	23.6 98.8	C	C	C	C	0.026	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.078	2
12	13	3.90	23.6 98.8	C	C	C	C	0.029	3	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.084	3
11	12	3.90	23.6 98.8	C	C	C	C	0.024	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.069	1

### 3.3.2 Verifiche Pilastro DAL NODO 22 AL NODO 32 / Sez. 1 HEB 240

#### DATI GENERALI

Luce dell'asta 3.90 [m]

Sezione numero 1 Sez. 1 HEB 240

$K_{1-2/x-x}$  1.00

$K_{1-3/y-y}$  1.00

Materiale Acciaio

$F_y$  2750.0 [kg/cm<sup>2</sup>]

$F_u$  4300.0 [kg/cm<sup>2</sup>]

Coefficienti di sicurezza:

$\phi_{t,Fy}$  0.90

$\phi_{t,Fu}$  0.70

$\phi_c$  0.90

$\phi_b$  0.90

$\phi_v$  0.90

DATI INERZIALI PROFILO : HEB 240



Area	106.14 [cm <sup>2</sup> ]	A.Traz	106.14 [cm <sup>2</sup> ] (L collegamento 0 [mm])
Jx	11274 [cm <sup>4</sup> ]	ix	10.31 [cm]
Wx	939 [cm <sup>3</sup> ]	Zx	1055 [cm <sup>3</sup> ]
Jy	3923 [cm <sup>4</sup> ]	iy	6.08 [cm]
Wy	327 [cm <sup>3</sup> ]	Zy	499 [cm <sup>3</sup> ]
Jt	103 [cm <sup>4</sup> ]		
Cw	486946 [cm <sup>6</sup> ]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **b**

Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **c**

Doppio T

B 240 [mm]  
H 240 [mm]  
tf 17 [mm]  
tw 10 [mm]  
r 21 [mm]

Classificazione generale della sezione:

Classe Compressione Compact

Classe Flessione Mx Compact

Classe Flessione My Compact

## VERIFICA DI RESISTENZA

Combinazione critica 2

Ascissa	3.90	[m]
N <sub>D</sub>	14287.7 [kg]	N <sub>D</sub> /N <sub>R</sub> = 0.05
M <sub>x,D</sub>	-0.1 [kgm]	M <sub>x,D</sub> /M <sub>x,R</sub> = 0.00
M <sub>y,D</sub>	-5084.4 [kgm]	M <sub>y,D</sub> /M <sub>y,R</sub> = 0.41
V <sub>y,D</sub>	171.6 [kgm]	V <sub>y,D</sub> /V <sub>y,R</sub> = 0.00
S <sub>D</sub> /S <sub>R</sub>	0.44	VERIFICATA

### 3.3.3 verifiche Trave DAL NODO 31 AL NODO 32 / Sez. 1 IPE 400

#### DATI GENERALI

Luce dell'asta 6.80 [m]

Sezione numero 1 Sez. 1 IPE 400

$K_{1-2/x-x}$  1.00

$K_{1-3/y-y}$  1.00

Materiale Acciaio

$F_y$  2750.0 [kg/cm<sup>2</sup>]

$F_u$  4300.0 [kg/cm<sup>2</sup>]

Coefficienti di sicurezza:

$\phi_{t,Fy}$  0.90

$\phi_{t,Fu}$  0.70

$\phi_c$  0.90

$\phi_b$  0.90

$\phi_v$  0.90

DATI INERZIALI PROFILO : IPE 400



Area	84.62 [cm <sup>2</sup> ]	A.Traz	84.62 [cm <sup>2</sup> ] (L collegamento 0 [mm])
Jx	23179 [cm <sup>4</sup> ]	ix	16.55 [cm]
Wx	1159 [cm <sup>3</sup> ]	Zx	1310 [cm <sup>3</sup> ]
Jy	1318 [cm <sup>4</sup> ]	iy	3.95 [cm]
Wy	146 [cm <sup>3</sup> ]	Zy	229 [cm <sup>3</sup> ]
Jt	51 [cm <sup>4</sup> ]		
Cw	490049 [cm <sup>6</sup> ]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **a**

Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **b**

Doppio T

B 180 [mm]  
H 400 [mm]  
tf 14 [mm]  
tw 9 [mm]  
r 21 [mm]

Classificazione generale della sezione:

Classe Compressione Compact

Classe Flessione Mx Compact

Classe Flessione My Compact

## VERIFICA DI RESISTENZA

Combinazione critica 1

Ascissa	0.00 [m]
M <sub>x,D</sub>	15123.1 [kgm] M <sub>x,D</sub> /M <sub>x,R</sub> = 0.47
M <sub>y,D</sub>	185.7 [kgm] M <sub>y,D</sub> /M <sub>y,R</sub> = 0.03
V <sub>y,D</sub>	17031.3 [kgm] V <sub>y,D</sub> /V <sub>y,R</sub> = 0.33
S <sub>D</sub> /S <sub>R</sub>	0.33 VERIFICATA