



COMUNE DI MILANO - MILANOSPORT S.P.A.
PISCINA ISEO
RISTRUTTURAZIONE DEGLI SPAZI INTERNI

PROGETTO ESECUTIVO



DIRETTORE TECNICO
ARCH. STEFANO PEDULLA



COLLABORAZIONE ALLA PROGETTAZIONE:
ARCH. MARCO BOCCACCIO
ARCH. CHIARA DI MICHELE
ARCH. RENATA FERRI

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO STRUTTURE

ER-05

SCALA ---

REV.1 - APRILE 2013

COMUNE DI MILANO

MILANOSPORT s.p.a.

PISCINA ISEO

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE DEGLI SPAZI INTERNI

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

STRUTTURE

Marzo 2013

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	5
4.	ANALISI DEI CARICHI.....	6
4.1	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO	8

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo si riferisce al progetto strutturale degli interventi di ristrutturazione degli spazi interni ed esterni della piscina Iseo sita in via Iseo 6, Milano.

Tali interventi consistono in:

- Realizzazione di un pensilina di ingresso in acciaio;

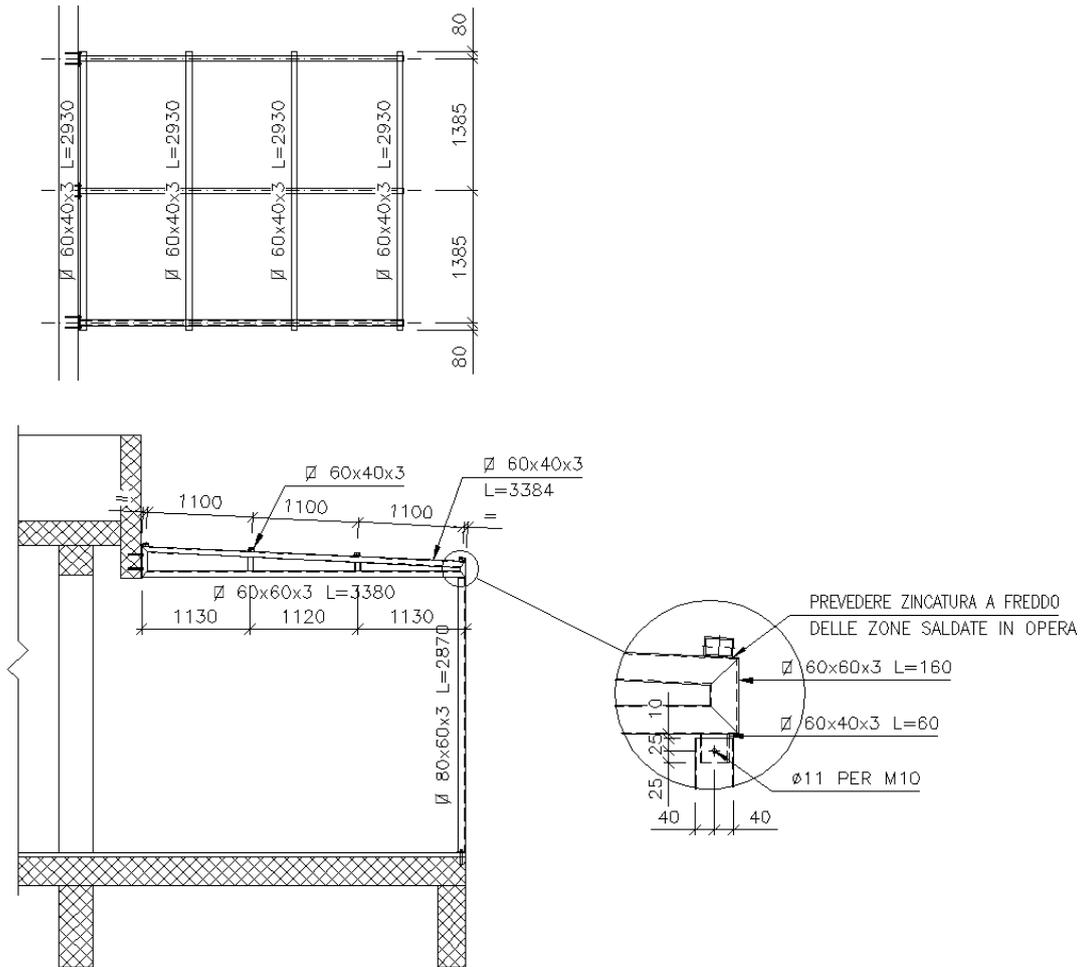


Fig. 1

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alle normative di seguito elencate:

- **D.M. 14/01/2008**

Norme tecniche per le costruzioni.

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le verifiche di sicurezza delle strutture sono state eseguite sulla base delle seguenti caratteristiche meccaniche dei materiali:

Calcestruzzo C35/45 - Strutture di Fondazione ed Elevazione		
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	45 [MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	35 [MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.5 [-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85 [-]
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	43 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo	f_{ctm}	3.2 [MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 5%)	$f_{ctk,0,05}$	2.2 [MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 95%)	$f_{ctk,0,95}$	4.2 [MPa]
Massa volumica	ρ	25 [KN/m ³]
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo	E_{cm}	34077 [MPa]
Deformazione di contrazione nel calcestruzzo alla tensione f_c	ϵ_{c1}	0.0020 [-]
Deformazione ultima di contrazione nel calcestruzzo	ϵ_{cu}	0.0035 [-]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	19.83 [MPa]
Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1.50 [MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo SLE	$\sigma_{c,f}$	15.75 [MPa]

Acciaio FeB450C		
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450 [MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15 [-]
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	200000 [MPa]
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.001957 [-]
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.01 [-]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.3 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]

Acciaio S275 - (profilati e piatti di collegamento)		
Resistenza a snervamento	f_{yk}	275 [MPa]
Resistenza a rottura	f_{tk}	430 [MPa]
Massa volumica	ρ	78.5 [KN/m ³]
Modulo di elasticità normale	E	210000 [MPa]
Coefficiente di sicurezza	γ_{M0}	1.05 [-]
Coefficiente di sicurezza per sezioni tese (al netto dei fori)	γ_{M2}	1.25 [-]
Coefficiente di espansione termica lineare	α	$12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Resistenza di progetto dell'acciaio	f_{yd}	262 [MPa]
Resistenza di progetto a taglio dell'acciaio	$f_{yd}/\sqrt{3}$	151 [MPa]

4. ANALISI DEI CARICHI

SETTO:

La pressione esercitata dall'acqua è calcolata mediante la seguente formula:

$$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot z^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{KN} / \text{m}^3 \cdot z^2$$

dove z è la profondità rispetto alla testa della parete.

SOLETTA BORDO PISCINA:

peso proprio cls (sp 15 cm) (p) = 3.75 KN/m²

carichi accidentali (q) = 5.0 KN/m²

PENSILINA:

Carico da neve

Il carico della neve è valutato in accordo al **DM 14-01-2008** con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} = 0.8 \text{KN} / \text{m}^2$$

dove:

$\mu_i = 0.8$ (la copertura ha inclinazione inferiore di 30°);

$q_{sk} = 1.00 \text{KN/m}^2$ (zona I – mediterranea; $a_s < 200 \text{ m}$)

Carico da vento

L'azione del vento e i coefficienti di forma sono valutati in accordo al **DM 14-01-2008**, tenendo conto dei seguenti parametri:

- Velocità di progetto $v_b = 25 \text{ m/s}$;
- Zona 1;
- $a_o = 1000 \text{ m}$;
- $k_a = 0.01$;
- Categoria di esposizione IV;
- $k_r = 0.22$; $z_o = 0.30 \text{ m}$; $z_{\min} = 8 \text{ m}$;
- Coefficiente di topografia $c_t = 1$;
- Coefficiente dinamico $c_d = 1$.

La pressione del vento è valutata secondo la seguente espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

- $q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 456 N / m^2$ è la pressione cinetica di riferimento;
- $\rho = 1.25 kg / m^3$ è la densità dell'aria;
- $c_e = c_e(z)$ è il coefficiente di esposizione, valutato come:
 - $c_e(z) = \kappa_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z / z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z / z_0)]$ per $z \geq z_{\min}$
 - $c_e(z) = c_e(z_{\min})$ per $z < z_{\min}$;
- c_p è il coefficiente di forma;
- c_d è il coefficiente dinamico.

4.1 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

Le condizioni di carico adottate per le *verifiche dei setti e della soletta bordo piscina* sono le seguenti:

(1) Permanenti Strutturali (Peso Proprio)

(2) Permanenti non Strutturali (Azione dell'Acqua) e Sovraccarichi accidentali

Le combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi (*STR*) adottate per le verifiche strutturali sono le seguenti:

$$1.3x(1) + 1.5x(2)$$

Le combinazioni di carico agli Stati Limite di Esercizio (*SLE*) adottate per le verifiche a fessurazione sono le seguenti:

$$1.0x(1) + 1.0x(2)$$

Le condizioni di carico adottate per le *verifiche delle travi della pensilina di ingresso* sono le seguenti:

(1) Permanenti Strutturali (Peso Proprio)

(2) Permanenti non Strutturali (Azione dell'Acqua) e Sovraccarichi accidentali

(3) Carico da vento

(4) Carico da neve

Le combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi (*STR*) adottate per le verifiche strutturali sono le seguenti:

$$1.3x(1) + 1.5x(2) + 1.5x(3) + 0.75x(4)$$

$$1.3x(1) + 1.5x(2) + 0.9x(3) + 1.5x(4)$$

COMUNE DI MILANO

MILANOSPORT s.p.a.

PISCINA ISEO

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE DEGLI SPAZI INTERNI

RELAZIONE DI CALCOLO

Marzo 2013

INDICE

1.	PREMESSA.....	11
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	13
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	13
4.	METODO DI ANALISI E DI VERIFICA.....	14
5.	MODELLO DI CALCOLO	14
6.	ANALISI DEI CARICHI.....	15
6.1	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO	17
7.	VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	18
7.1	SETTO	18
7.2	SOLETTA BORDO PISCINA	21
7.2	PENSILINA DI INGRESSO	24

5. PREMESSA

La presente relazione di calcolo si riferisce al progetto strutturale degli interventi di ristrutturazione degli spazi interni ed esterni della piscina Iseo sita in via Iseo 6, Milano.

Tali interventi consistono in:

- Realizzazione di un pensilina di ingresso in acciaio;

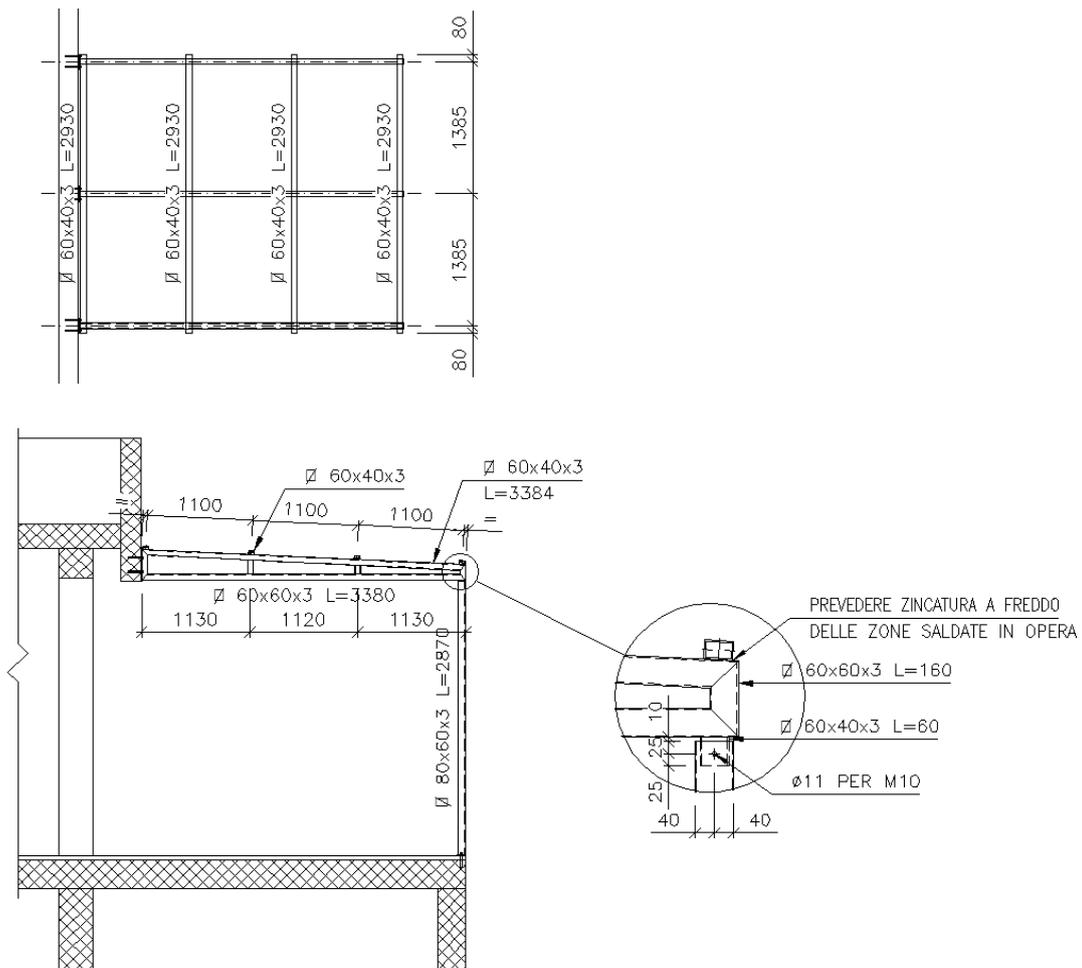


Fig. 5

- Realizzazione di un nuovo setto in c.a. di spessore pari a 30 cm;
- Realizzazione di un nuovo bordo piscina costituita da setti in muratura portante posti a sostegno di tavelloni di dimensioni 160x25x6 sormontati da una soletta in calcestruzzo armato di spessore pari a 15 cm;
- Realizzazione di una soletta di fondazione in c.a. di spessore pari a 15 cm.

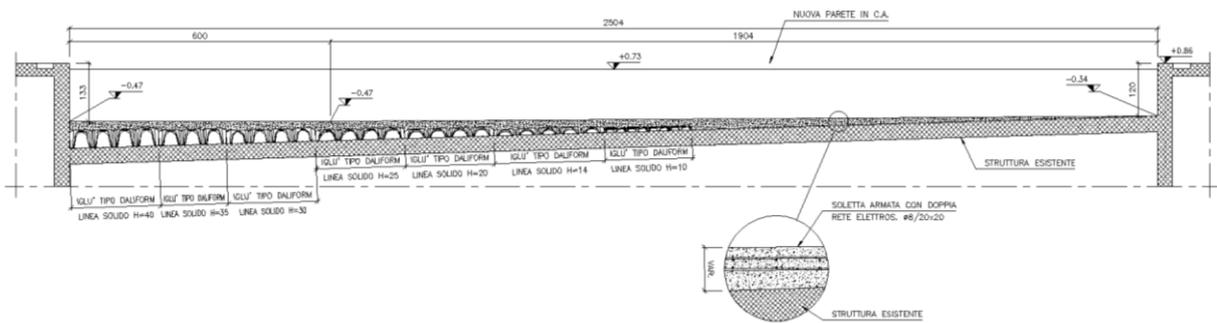


Fig. 6 - sezione A-A

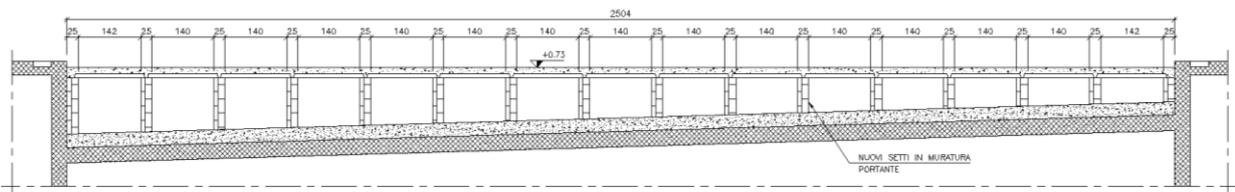


Fig. 7 - sezione B-B

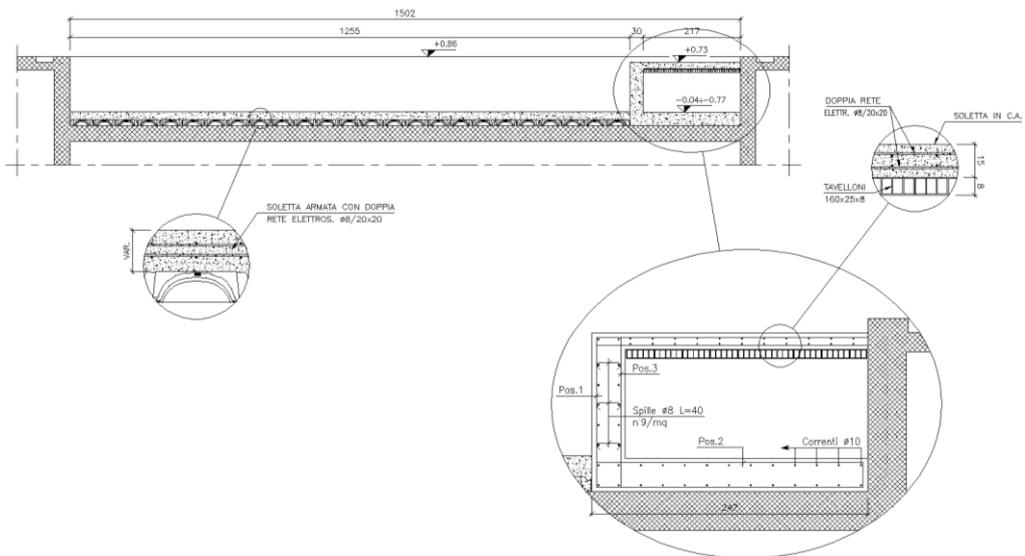


Fig. 8 - sezione C-C

6. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alle normative di seguito elencate:

- **D.M. 14/01/2008**

Norme tecniche per le costruzioni.

7. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le verifiche di sicurezza delle strutture sono state eseguite sulla base delle seguenti caratteristiche meccaniche dei materiali:

Calcestruzzo C35/45 - Strutture di Fondazione ed Elevazione		
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	45 [MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	35 [MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.5 [-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85 [-]
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	43 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo	f_{ctm}	3.2 [MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 5%)	$f_{ctk;0,05}$	2.2 [MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 95%)	$f_{ctk;0,95}$	4.2 [MPa]
Massa volumica	ρ	25 [KN/m ³]
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo	E_{cm}	34077 [MPa]
Deformazione di contrazione nel calcestruzzo alla tensione f_c	ϵ_{c1}	0.0020 [-]
Deformazione ultima di contrazione nel calcestruzzo	ϵ_{cu}	0.0035 [-]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	19.83 [MPa]
Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1.50 [MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo SLE	$\sigma_{c,f}$	15.75 [MPa]

Acciaio FeB450C		
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450 [MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15 [-]
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	200000 [MPa]
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.001957 [-]
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.01 [-]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.3 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]

Acciaio S275 - (profilati e piatti di collegamento)		
Resistenza a snervamento	f_{yk}	275 [MPa]
Resistenza a rottura	f_{tk}	430 [MPa]
Massa volumica	ρ	78.5 [KN/m ³]
Modulo di elasticità normale	E	210000 [MPa]
Coefficiente di sicurezza	γ_{M0}	1.05 [-]
Coefficiente di sicurezza per sezioni tese (al netto dei fori)	γ_{M2}	1.25 [-]
Coefficiente di espansione termica lineare	α	$12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Resistenza di progetto dell'acciaio	f_{yd}	262 [MPa]
Resistenza di progetto a taglio dell'acciaio	$f_{yd}/\sqrt{3}$	151 [MPa]

8. METODO DI ANALISI E DI VERIFICA

Il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato con gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni nell'ipotesi di comportamento elastico lineare dei materiali. I valori dei moduli elastici utilizzati nelle analisi sono stati ricavati dalle equazioni fornite dalla vigente normativa tecnica in funzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali adottati.

Lo studio del comportamento dinamico della struttura è stato eseguito mediante un'analisi modale della struttura.

Le verifiche sono state eseguite utilizzando il metodo agli Stati Limite Ultimi.

Per le verifiche degli elementi in cemento armato riportate in relazione si fa riferimento ai dati di output forniti dal programma di verifica SEZ_CA.

9. MODELLO DI CALCOLO

Le verifiche strutturali della pensilina di ingresso in acciaio, sono state effettuate sulla base delle sollecitazioni fornite da un modello matematico agli elementi finiti realizzato con l'ausilio del programma di calcolo automatico SAP2000.

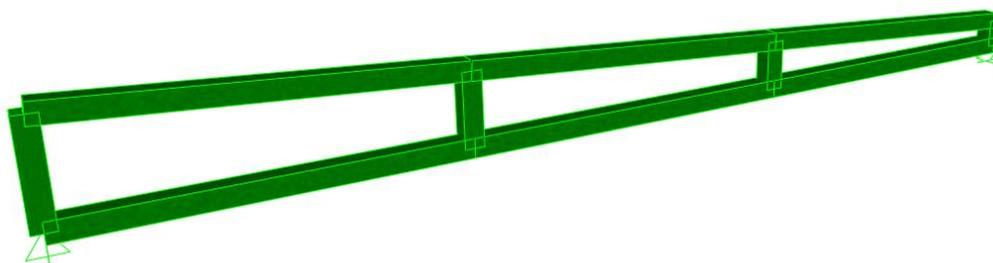


Fig. 9 - Vista 3D modello calcolo

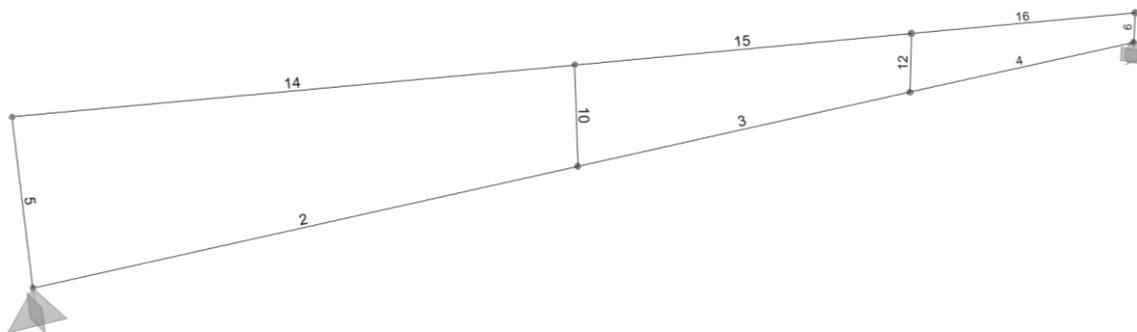


Fig. 10 - Numerazione elementi

10. ANALISI DEI CARICHI

SETTO:

La pressione esercitata dall'acqua è calcolata mediante la seguente formula:

$$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot z^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{KN} / \text{m}^3 \cdot z^2$$

dove z è la profondità rispetto alla testa della parete.

SOLETTA BORDO PISCINA:

peso proprio cls (sp 15 cm) (p) = 3.75 KN/m²

carichi accidentali (q) = 5.0 KN/m²

PENSILINA:

Carico da neve

Il carico della neve è valutato in accordo al **DM 14-01-2008** con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} = 0.8 \text{KN} / \text{m}^2$$

dove:

$\mu_i = 0.8$ (la copertura ha inclinazione inferiore di 30°);

$q_{sk} = 1.00 \text{KN/m}^2$ (zona I – mediterranea; $a_s < 200 \text{ m}$)

Carico da vento

L'azione del vento e i coefficienti di forma sono valutati in accordo al **DM 14-01-2008**, tenendo conto dei seguenti parametri:

- Velocità di progetto $v_b = 25 \text{ m/s}$;
- Zona 1;
- $a_o = 1000 \text{ m}$;
- $k_a = 0.01$;
- Categoria di esposizione IV;
- $k_r = 0.22$; $z_o = 0.30 \text{ m}$; $z_{\min} = 8 \text{ m}$;
- Coefficiente di topografia $c_t = 1$;
- Coefficiente dinamico $c_d = 1$.

La pressione del vento è valutata secondo la seguente espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

- $q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 456 N / m^2$ è la pressione cinetica di riferimento;
- $\rho = 1.25 kg / m^3$ è la densità dell'aria;
- $c_e = c_e(z)$ è il coefficiente di esposizione, valutato come:
 - $c_e(z) = \kappa_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z / z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z / z_0)]$ per $z \geq z_{\min}$
 - $c_e(z) = c_e(z_{\min})$ per $z < z_{\min}$;
- c_p è il coefficiente di forma;
- c_d è il coefficiente dinamico.

6.1 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

Le condizioni di carico adottate per le *verifiche dei setti e della soletta bordo piscina* sono le seguenti:

(1) Permanenti Strutturali (Peso Proprio)

(2) Permanenti non Strutturali (Azione dell'Acqua) e Sovraccarichi accidentali

Le combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi (*STR*) adottate per le verifiche strutturali sono le seguenti:

$$1.3x(1) + 1.5x(2)$$

Le combinazioni di carico agli Stati Limite di Esercizio (*SLE*) adottate per le verifiche a fessurazione sono le seguenti:

$$1.0x(1) + 1.0x(2)$$

Le condizioni di carico adottate per le *verifiche delle travi della pensilina di ingresso* sono le seguenti:

(1) Permanenti Strutturali (Peso Proprio)

(2) Permanenti non Strutturali (Azione dell'Acqua) e Sovraccarichi accidentali

(3) Carico da vento

(4) Carico da neve

Le combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi (*STR*) adottate per le verifiche strutturali sono le seguenti:

$$1.3x(1) + 1.5x(2) + 1.5x(3) + 0.75x(4)$$

$$1.3x(1) + 1.5x(2) + 0.9x(3) + 1.5x(4)$$

11. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

7.1 SETTO

Il calcolo delle sollecitazioni e le conseguenti verifiche di sicurezza sono condotte con riferimento allo schema statico di mensola ($H_{\max}=1.93\text{m}$), considerando i carichi distribuiti su una larghezza di 1m:

$$\text{STR: } M_{\max} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \frac{h}{3} = 1.5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1.93^2 \cdot \frac{1.93}{3} = 18 \text{KNm}$$

$$T_{\max} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 = 1.5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1.93^2 = 28 \text{KNm}$$

$$\text{SLE: } M_{\max} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \frac{h}{3} = 1.5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1.93^2 \cdot \frac{1.93}{3} = 12 \text{KNm},$$

VERIFICA A TAGLIO

§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO		
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	28 [kN]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	40 [mm]
Altezza utile della sezione	d	260 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	0 [mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	35 [MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.5 [-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85 [-]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	19.8 [MPa]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.3 [MPa]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		no [-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12 [-]
Coefficiente k	k	1.88 [-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0 [-]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	0.00 [kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	138.45 [kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	138.45 [kN]

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

VERIFICA A FLESSIONE

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø14	(7.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø14	(7.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-1800	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0	-1200

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.3	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.6	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	0	-1800	3	-7950	4.417	3.0	-7197	0.12	0.70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01154	0.0	-0.00118	4.0	-0.02691	26.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess. formule (7.11)(7.14)EC2

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	14.1	0.0	0.0	6.3	-659	4.0	11.8	1184	7.7	19.6

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	7.1	-7.1	-1.5	0.151	0.50	0.000132	236	0.053

7.2 SOLETTA BORDO PISCINA

Il calcolo delle sollecitazioni e le conseguenti verifiche di sicurezza sono condotte con riferimento allo schema statico di trave appoggiata ad una campata (L=1.4m), considerando i carichi distribuiti su una larghezza di 1m:

$$\text{STR: } M_{\max} = \frac{P \cdot L^2}{8} = \frac{(1.3 \cdot 3.75 + 1.5 \cdot 5) \cdot 1.4^2}{8} = 3 \text{ KNm}$$

$$T_{\max} = \frac{P \cdot L}{2} \cong 9 \text{ KN}$$

$$\text{SLE: } M_{\max} = \frac{P \cdot L^2}{8} = \frac{(1 \cdot 3.75 + 1 \cdot 5) \cdot 1.4^2}{8} = 2.15 \text{ KNm,}$$

VERIFICA A TAGLIO

§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO		
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V _{Ed}	9 [kN]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	150 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	40 [mm]
Altezza utile della sezione	d	110 [mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	0 [mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica	f _{ck}	35 [MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ _c	1.5 [-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α _{cc}	0.85 [-]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f _{cd}	19.8 [MPa]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f _{yd}	391.3 [MPa]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		no [-]
Coefficiente C _{Rd,c}	C _{Rd,c}	0.12 [-]
Coefficiente k	k	2.35 [-]
		2.00 [-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di l _{bd} + d	ρ _t	0 [-]
		0 [-]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V _{Rd,c}	0.00 [kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	V _{Rd,min}	64.42 [kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	64.42 [kN]

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

VERIFICA A FLESSIONE

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	15.0	cm
Barre inferiori:	5Ø8	(2.5 cm ²)
Barre superiori:	5Ø8	(2.5 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0	cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)	
Mx	Coppia concentrata [daN m] applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0	300

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0	215

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.6	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.2	cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [daNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	M ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.
1	S	0	300	7	1375	4.582	13.7	1057	0.12	0.70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01417	15.0	-0.00749	11.0	-0.02673	4.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess. formule (7.11)(7.14)EC2

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac Eff.	Af Eff.	D barre
1	S	17.5	15.0	0.0	12.3	-808	11.0	6.2	615	2.5	11.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	5.6	-5.6	-1.0	0.147	0.50	0.000162	210	0.058

7.2 PENSILINA DI INGRESSO

Come indicato nel DM 14-01-2008, I controlli di resistenza e stabilità di tutti gli elementi strutturali principali sono stati eseguiti tenendo in considerazione i requisiti delle seguenti tabelle.

Parti interne compresse						
Classe	Parte soggetta a flessione	Parte soggetta a compressione	Parte soggetta a flessione e a compressione			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	quando $\alpha > 0,5 : c/t \leq \frac{396e}{13\alpha - 1}$			
			quando $\alpha \leq 0,5 : c/t \leq \frac{36e}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	quando $\alpha > 0,5 : c/t \leq \frac{456e}{13\alpha - 1}$			
			quando $\alpha \leq 0,5 : c/t \leq \frac{41,5e}{\alpha}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	quando $\psi > -1 : c/t \leq \frac{42e}{0,67 + 0,33\psi}$			
			quando $\psi \leq -1' : c/t \leq 62e(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Tab. 1

Piattabande esterne						
Profilati laminati a caldo			Sezioni saldate			
Classe	Piattabande esterne soggette a compressione	Piattabande esterne soggette a flessione e a compressione				
		Con estremità in compressione		Con estremità in trazione		
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_e}$ Per k_e vedere EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Angolari						
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti						
Classe	Sezione in compressione					
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)						
3	$h/t \leq 15\epsilon$		$\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$			
Sezioni Tubolari						
Classe	Sezione inflessa e/o compressa					
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$ (Per $d/t > 90 \epsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)					
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ϵ^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

Tab. 2

La capacità resistente di una sezione è stata determinata mediante i seguenti metodi:

- *Metodo elastico (E)*, assumendo un comportamento elastico del materiale fino al raggiungimento della condizione di snervamento, adottato per sezioni di classe 3 e 4;
- *Metodo plastico (P)*, assumendo la completa plasticizzazione del materiale, adottato per sezioni di classe 1 e 2.

La formulazione generica per valutare la resistenza di calcolo delle membrature R_d è data dalla seguente espressione:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

dove:

- R_k è il valore caratteristico della resistenza della membratura;
- γ_M è il coefficiente di sicurezza, pari a:
 - $\gamma_{M0} = 1.05$ per le verifiche di resistenza e di stabilità;
 - $\gamma_{M1} = 1.05$ per le verifiche di stabilità;
 - $\gamma_{M2} = 1.25$ per le verifiche di resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori).

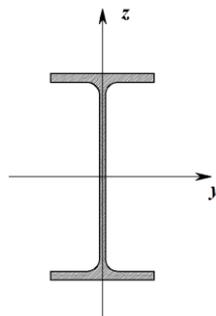


Fig. 11 – convenzione degli assi locali della sezione

Trazione (DM 14/01/2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

- $N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$ (resistenza plastica della sezione lorda);
- $N_{u,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$ (resistenza a rottura della sezione netta, A_{net} , in corrispondenza dei fori per i collegamenti).

Compressione (DM 14/01/2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

- $N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$ (sezioni di classe 1, 2 e 3);
- $N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$ (sezioni di classe 4);

Flessione retta (DM 14/01/2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

- $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$ (sezioni di classe 1 e 2);
- $M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$ (sezioni di classe 3);
- $M_{c,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$ (sezioni di classe 4).

Taglio (DM 14/01/2008)

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

- $V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$;
- $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r) \cdot t_f$ (sezioni ad **I** e ad **H** caricate nel piano dell'anima);
- $A_v = A - 2bt_f + (t_w + r) \cdot t_f$ (sezioni a **C** e ad **U** caricate nel piano dell'anima);
- $A_v = A - \sum (h_w t_w)$ (sezioni ad **I** e ad **H** caricate nel piano delle ali);

Flessione e Taglio (DM 14/01/2008)

Nei casi in cui il taglio di calcolo V_{Ed} risulti superiore alla metà della resistenza di calcolo a taglio $V_{c,Rd}$, è necessario tener conto dell'influenza del taglio sulla resistenza a flessione, assumendo per l'area resistente a taglio A_v la tensione di snervamento ridotta $(1-\rho)f_{yk}$, dove ρ è dato dalla seguente espressione:

$$\rho = \left[\frac{2 \cdot V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right]^2$$

Per le sezioni ad **I** o ad **H** di classe 1 e 2 doppiamente simmetriche, soggette a flessione e taglio nel piano dell'anima, la corrispondente resistenza convenzionale di calcolo a flessione retta può essere valutata come:

$$M_{y,V,Rd} = \frac{\left[W_{pl,y} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right] f_{yk}}{\gamma_{M0}} \leq M_{y,c,Rd}$$

Presso-Flessione o Tenso-Flessione retta (DM 14/01/2008)

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n)/(1-0.5 \cdot a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \quad \text{for } n \leq a$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right] \quad \text{for } n > a$$

- $n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}$;
- $a = (A - 2bt_f) / A \leq 0.5$

Presso-Flessione o Tenso-Flessione biassiale per classi 1 o 2 (DM 14/01/2008)

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right)^{5n} \leq 1 \quad \text{per } n \geq 0.2;$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1 \quad \text{per } n < 0.2.$$

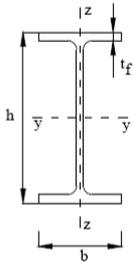
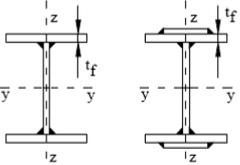
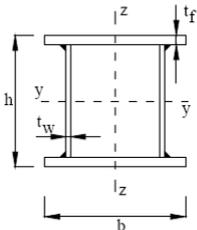
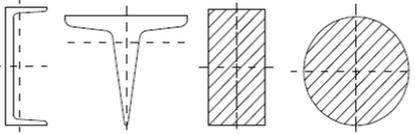
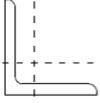
Stabilità delle membrane compresse (DM 14/01/2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

dove:

- $N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$ per classi 1, 2 e 3;
- $N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A_{eff} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$ per classi 4;
- $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0$;

- $\Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$;
- α è il fattore di imperfezione (Tab.12);
- $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$ per le sezioni di classe 1,2 e 3;
- $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$ per le sezioni di classe 4.
- N_{cr} è il carico critico elastico basato sulle proprietà della sezione lorda e sulla lunghezza di libera inflessione l_o dell'asta, calcolato per la modalità di collasso per instabilità appropriata.

Sezione trasversale		Limiti	Inflexione intorno all'asse	Curva di instabilità	
				S235, S275, S355, S420	S460
Sezioni laminate		$h/b > 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 40$ mm	a a ₀
				$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$ mm	b c
		$h/b \leq 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 100$ mm	b c
				$t_f > 100$ mm	d c
Sezioni ad I saldate		$t_f \leq 40$ mm	y-y z-z	b c	b c
		$t_f > 40$ mm	y-y z-z	c d	c d
Sezioni cave		Sezione formata "a caldo"	qualunque	a	a ₀
		Sezione formata "a freddo"	qualunque	c	c
Sezioni scatolari saldate		In generale	qualunque	b	b
		saldature "spesse": $a > 0,5t_f$; $b/t_f < 30$; $h/t_w < 30$	qualunque	c	c
Sezioni piene, ad U e T			qualunque	c	c
Sezioni ad L			qualunque	b	b
Curva di instabilità	a ₀	a	b	c	d
Fattore di imperfezione α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Tab. 3

Stabilità flessio-torsionale delle travi inflesse (DM 14/01/2008)

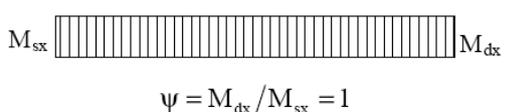
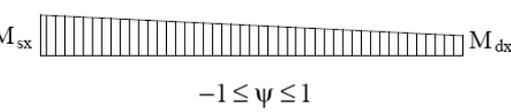
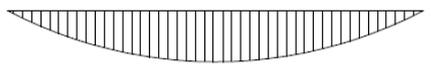
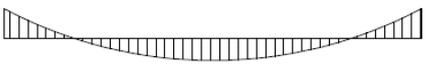
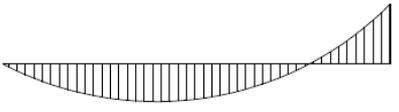
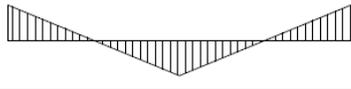
$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

• $M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}$, con:

- $W_y = W_{pl,y}$ per le sezioni di classe 1 e 2;
- $W_y = W_{el,y}$ per le sezioni di classe 3;
- $W_y = W_{eff,y}$ per le sezioni di classe 4;

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \begin{cases} 1.0 \\ \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \cdot \frac{1}{f} \end{cases}$$

- $f = 1 - 0.5 \cdot (1 - k_c) [1 - 2.0 \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.8)^2]$;
- k_c è un fattore correttivo (Tab. 23);
- $\Phi_{LT} = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2]$;
- $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$;
- M_{cr} è il momento critico per la stabilità flessio-torsionale, e dipende dalle proprietà delle sezioni trasversali, dalla reale distribuzione del momento flettente e dalle condizioni di vincolo;
- α_{LT} è il fattore d'imperfezione (Tab.13).

Distribuzione del momento flettente	Fattore correttivo k_c
 <p>$\psi = M_{dx} / M_{sx} = 1$</p>	1,0
 <p>$-1 \leq \psi \leq 1$</p>	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

Tab. 4 – fattore correttivo k_c

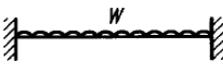
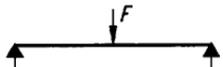
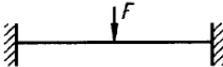
sezione trasversale	limiti	curva di instabilità (Tab. 17)	α_{LT}
sezione laminata ad I	$h/b \leq 2$	b	0.34
	$h/b > 2$	c	0.49
sezione composta saldata	$h/b \leq 2$	c	0.49
	$h/b > 2$	d	0.76
altre sezioni trasversali	-	d	0.76

Tab. 5 – fattore d'imperfezione α_{LT}

Il momento critico M_{cr} può essere calcolato secondo la formulazione generica indicata in **UNI ENV 1993-1-1: 1994 Appendice F** valida per sezioni trasversali simmetriche rispetto all'asse minore:

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right]$$

Nelle seguenti tabelle sono riportati i coefficienti utilizzati nella precedente espressione.

Condizioni di carico e di vincolo	Diagramma del momento flettente	Valori di k	Valori dei coefficienti		
			C_1	C_2	C_3
		1,0	1,132	0,459	0,525
		0,5	0,972	0,304	0,980
		1,0	1,285	1,562	0,753
		0,5	0,712	0,652	1,070
		1,0	1,365	0,553	1,730
		0,5	1,070	0,432	3,050
		1,0	1,565	1,267	2,640
		0,5	0,938	0,715	4,800
		1,0	1,046	0,430	1,120
		0,5	1,010	0,410	1,890

Tab. 6

Stabilità flessio-torsionale delle membrature presso-inflesse (UNI EN 1993-1-1: 2005)

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \quad (\text{f.la. A})$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1 \quad (\text{f.la. B})$$

Class	1	2	3	4
A _i	A	A	A	A _{eff}
W _y	W _{pl,y}	W _{pl,y}	W _{el,y}	W _{eff,y}
W _z	W _{pl,z}	W _{pl,z}	W _{el,z}	W _{eff,z}
ΔM _{y,Ed}	0	0	0	e _{N,y} N _{Ed}
ΔM _{z,Ed}	0	0	0	e _{N,z} N _{Ed}

Tab. 7

Interaction factors	Design assumptions	
	elastic cross-sectional properties class 3, class 4	plastic cross-sectional properties class 1, class 2
k _{yy}	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$
k _{yz}	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0,6 \sqrt{\frac{W_z}{W_y}}$
k _{zy}	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0,6 \sqrt{\frac{W_y}{W_z}}$
k _{zz}	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{zz}}$

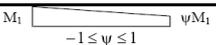
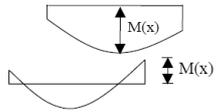
Tab. 8 - fattori di interazione

Auxiliary terms:	
$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$ <p>with $b_{LT} = 0.5 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{\lambda_z} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}}$</p>
$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5} \right) n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0.6 \sqrt{\frac{W_z}{w_y} \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}}$ <p>with $c_{LT} = 10 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^{-2}}{5 + \lambda_z} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}$</p>
$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1.5$	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0.6 \sqrt{\frac{W_y}{w_z} \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}}$ <p>with $d_{LT} = 2 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \lambda_z} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{C_{mz} M_{pl,z,Rd}}$</p>
$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1.5$	$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - e_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$ <p>with $e_{LT} = 1.7 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \lambda_z} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}$</p>
$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M1}}$	
$C_{my} \text{ see Table A.2}$	
$a_{LT} = 1 - \frac{I_T}{I_y} \geq 0$	

Tab. 9 - parametri ausiliari per il calcolo dei fattori di interazione

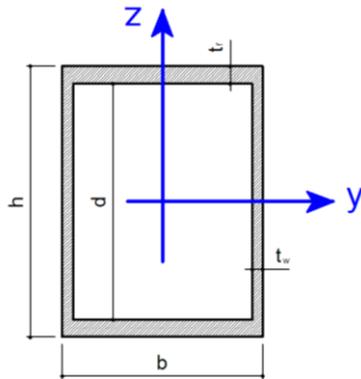
$\bar{\lambda}_{max} = \max \left\{ \frac{\bar{\lambda}_y}{\lambda_z} \right\}$
$\bar{\lambda}_0$ = non-dimensional slenderness for lateral-torsional buckling due to uniform bending moment, i.e. $\psi_y = 1.0$ in Table A.2
$\bar{\lambda}_{LT}$ = non-dimensional slenderness for lateral-torsional buckling
If $\bar{\lambda}_0 \leq 0.2 \sqrt{C_1} \sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,x}} \right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}} \right)}$: $C_{my} = C_{my,0}$ $C_{mz} = C_{mz,0}$ $C_{edLT} = 1.0$
If $\bar{\lambda}_0 > 0.2 \sqrt{C_1} \sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,x}} \right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}} \right)}$: $C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \frac{\sqrt{e_y a_{LT}}}{1 + \sqrt{e_y a_{LT}}}$ $C_{mz} = C_{mz,0}$ $C_{edLT} = C_{my} \sqrt{\frac{a_{LT}}{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,x}} \right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}} \right)}} \geq 1$
$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \frac{A}{W_{el,y}}$ for class 1, 2 and 3 cross-sections
$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \frac{A_{eff}}{W_{eff,y}}$ for class 4 cross-sections
$N_{cr,y}$ = elastic flexural buckling force about the y-y axis
$N_{cr,x}$ = elastic flexural buckling force about the z-z axis
$N_{cr,T}$ = elastic torsional buckling force
I_T = St. Venant torsional constant
I_y = second moment of area about y-y axis

Tab. 10 - parametri ausiliari per il calcolo dei fattori di interazione

Moment diagram	$C_{mi,0}$
M_1  ψM_1 $-1 \leq \psi \leq 1$	$C_{mi,0} = 0,79 + 0,21\psi_i + 0,36(\psi_i - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$
	$C_{mi,0} = 1 + \left(\frac{\pi^2 EI_x \delta_x }{L^2 M_{1,Ed}(x) } - 1 \right) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$ <p>$M_{1,Ed}(x)$ is the maximum moment $M_{y,Ed}$ or $M_{z,Ed}$ δ_x is the maximum member displacement along the member</p>
	$C_{mi,0} = 1 - 0,18 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$
	$C_{mi,0} = 1 + 0,03 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$

Tab. 11

Travi scatolari 60x60x3



h_i	54 [mm]
d	54 [mm]
A	7 [cm ²]
A_{vz}	3 [cm ²]
A_{vy}	3 [cm ²]
I_{yy}	37 [cm ⁴]
I_{zz}	37 [cm ⁴]
i_{yy}	2.3 [cm]
i_{zz}	2.3 [cm]
$W_{el,yy}$	12 [cm ³]
$W_{el,zz}$	12 [cm ³]
$W_{pl,yy}$	15 [cm ³]
$W_{pl,zz}$	15 [cm ³]
I_t	2 [cm ⁴]
I_w	302 [cm ⁶]

I_t	24624	mm ⁴
I_o	742824	mm ⁴
I_w	301679397	mm ⁶
$N_{cr,T}$	1086	KN
$M_{cr,0}$	10	KNm
a_{LT}	0.93	
L	4000	mm

$W_{y,Pl}$	14634	mm ³
I_y	371412	mm ⁴
r_y	23	mm
$I_{cr,y}$	4000	mm
λ_y	171.66	
λ_{by}	1.98	
$N_{cr,y}$	48	KN
Φ_y	2.64	
χ_y	0.23	
w_y	1.18	
$M_{pl,y,Rd}$	4	KNm
$V_{pl,z,Rd}$	52	KN

$W_{z,Pl}$	14634	mm ³
I_z	371412	mm ⁴
r_z	23	mm
$I_{cr,z}$	1300	mm
λ_z	55.79	
λ_{bz}	0.64	
$N_{cr,z}$	455	KN
Φ_z	0.75	
χ_z	0.87	
w_z	1.18	
$M_{pl,z,Rd}$	4	KNm
$V_{pl,y,Rd}$	52	KN

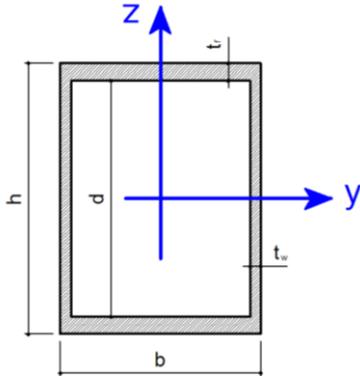
Frame	Station	OutputCase	N	V _z	V _y	T	M _z	M _y
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
10	0	COMB1	-2	-15	0	0	0	-2

χ_{LT}	n_{pl}	b_{LT}	C_{yy}	c_{LT}	C_{yz}	d_{LT}	C_{zy}	e_{LT}	C_{zz}	K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}	A (f.la 6.61)	B (f.la 6.62)
1.00	0.01	0.00	0.99	0.34	0.90	0.00	0.96	1.71	0.85	0.99	0.65	0.63	1.19	0.51	0.31

PRES-FLEX		TENS-FLEX					CL.1-2	CL.3	CL.4
n	a_w	a_f	$M_{N,y,Rd}$	$M_{N,z,Rd}$	α	β	f.la 6.41	f.la 6.44	f.la 6.44
0.01	0.47	0.47	4	4	1.66		0.26		

RIASSUNTO VERIFICHE		
STABILITA'	RESISTENZA	TAGLIO
0.51	0.26	0.28

Pilastri scatolari 80x60x3



h_i	74 [mm]
d	74 [mm]
A	8 [cm ²]
A_{vz}	5 [cm ²]
A_{vy}	3 [cm ²]
I_{yy}	74 [cm ⁴]
I_{zz}	47 [cm ⁴]
i_{yy}	3.0 [cm]
i_{zz}	2.4 [cm]
$W_{el,yy}$	18 [cm ³]
$W_{el,zz}$	16 [cm ³]
$W_{pl,yy}$	22 [cm ³]
$W_{pl,zz}$	18 [cm ³]
I_t	3 [cm ⁴]
I_w	695 [cm ⁶]

I_t	28944	mm ⁴
I_o	1205464	mm ⁴
I_w	695133747	mm ⁶
$N_{cr,T}$	714	KN
$M_{cr,0}$	16	KNm
a_{LT}	0.96	
L	3000	mm

$W_{y,Pl}$	22074	mm ³
I_y	736492	mm ⁴
r_y	30	mm
$I_{cr,y}$	3000	mm
λ_y	99.12	
λ_{by}	1.14	
$N_{cr,y}$	170	KN
Φ_y	1.25	
χ_y	0.57	
w_y	1.20	
$M_{pl,y,Rd}$	6	KNm
$V_{pl,z,Rd}$	69	KN

$W_{z,Pl}$	18054	mm ³
I_z	468972	mm ⁴
r_z	24	mm
$I_{cr,z}$	3000	mm
λ_z	124.22	
λ_{bz}	1.43	
$N_{cr,z}$	108	KN
Φ_z	1.65	
χ_z	0.40	
w_z	1.15	
$M_{pl,z,Rd}$	5	KNm
$V_{pl,y,Rd}$	52	KN

Frame	Station	OutputCase	N	V _z	V _y	T	M _z	M _y
Text	m	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
11	0	COMB1	-7	0	0	0	0	0

χ_{LT}	n_{pl}	b_{LT}	C_{yy}	c_{LT}	C_{yz}	d_{LT}	C_{zy}	e_{LT}	C_{zz}	K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}	A (f.la 6.61)	B (f.la 6.62)
1.00	0.03	0.00	0.99	0.00	0.94	0.00	0.97	0.00	0.98	0.81	0.67	0.50	1.06	0.06	0.08

PRES-FLEX		TENS-FLEX			CL.1-2	CL.3	CL.4	
n	a _w	a _f	M _{Ny,Rd}	M _{Nz,Rd}	α (β)	f.la 6.41	f.la 6.44	f.la 6.44
0.03	0.50	0.40	6	5	1.66			

RIASSUNTO VERIFICHE		
STABILITA'	RESISTENZA	TAGLIO
0.08	0.03	0.00

COMUNE DI MILANO

MILANOSPORT s.p.a.

PISCINA ISEO

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE DEGLI SPAZI INTERNI

RELAZIONE SUI MATERIALI

Marzo 2013

INDICE

1.	PREMESSA.....	41
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	41
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	41

12. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la descrizione e caratterizzazione dei materiali previsti nell'ambito dell'intervento di ristrutturazione degli spazi interni ed esterni della piscina Iseo sita in via Iseo 6, Milano.

13. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alle normative di seguito elencate:

- **D.M. 14/01/2008** Norme tecniche per le costruzioni.

14. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le verifiche di sicurezza delle strutture sono state eseguite sulla base delle seguenti caratteristiche meccaniche dei materiali:

Calcestruzzo C35/45 - Strutture di Fondazione ed Elevazione		
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	45 [MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	35 [MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.5 [-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85 [-]
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	43 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo	f_{ctm}	3.2 [MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 5%)	$f_{ctk;0,05}$	2.2 [MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 95%)	$f_{ctk;0,95}$	4.2 [MPa]
Massa volumica	ρ	25 [KN/m ³]
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo	E_{cm}	34077 [MPa]
Deformazione di contrazione nel calcestruzzo alla tensione f_c	ϵ_{c1}	0.0020 [-]
Deformazione ultima di contrazione nel calcestruzzo	ϵ_{cu}	0.0035 [-]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	19.83 [MPa]
Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1.50 [MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo SLE	$\sigma_{c,f}$	15.75 [MPa]

Acciaio FeB450C		
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450 [MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15 [-]
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	200000 [MPa]
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.001957 [-]
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.01 [-]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.3 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]

Acciaio S275 - (profilati e piatti di collegamento)

Resistenza a snervamento	f_{yk}	275 [MPa]
Resistenza a rottura	f_{tk}	430 [MPa]
Massa volumica	ρ	78.5 [KN/m ³]
Modulo di elasticità normale	E	210000 [MPa]
Coefficiente di sicurezza	γ_{M0}	1.05 [-]
Coefficiente di sicurezza per sezioni tese (al netto dei fori)	γ_{M2}	1.25 [-]
Coefficiente di espansione termica lineare	α	$12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Resistenza di progetto dell'acciaio	f_{yd}	262 [MPa]
Resistenza di progetto a taglio dell'acciaio	$f_{yd}/\sqrt{3}$	151 [MPa]

COMUNE DI MILANO

MILANOSPORT s.p.a.

PISCINA ISEO

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE DEGLI SPAZI INTERNI

VALIDAZIONE CODICE DI CALCOLO

Marzo 2013

INDICE

1.	PREMESSA.....	45
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	45
3.	MODALITA' DI VALIDAZIONE	45
4.	CODICE DI CALCOLO.....	45
5.	TEST DI VALIDAZIONE TRAVE APPOGGIATA.....	46
5.1	CALCOLO MANUALE	46
5.2	CALCOLO AUTOMATICO	46
6.	TEST DI VALIDAZIONE TRAVE MENSOLA.....	47
6.1	CALCOLO MANUALE	47
6.2	CALCOLO AUTOMATICO	47
7.	TEST DI VALIDAZIONE TELAIO.....	48
7.1	CALCOLO MANUALE	48
7.2	CALCOLO AUTOMATICO	49
8.	CONCLUSIONI.....	50

15. PREMESSA

Con il presente documento, si intende dimostrare la piena affidabilità del codice di calcolo in relazione all'attendibilità dei risultati forniti dall'output del programma.

16. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alle normative di seguito elencate:

- **D.M. 14/01/2008** Norme tecniche per le costruzioni.

17. MODALITA' DI VALIDAZIONE

Il controllo è stato condotto elaborando manualmente il calcolo strutturale di alcuni esempi significativi e confrontando i risultati, ottenuti secondo le regole della Scienza delle Costruzioni, con quelli forniti dal modello di calcolo costruito mediante il codice adottato.

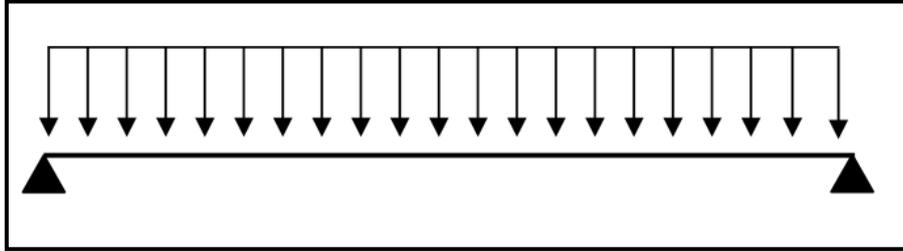
18. CODICE DI CALCOLO

Si riportano di seguito i dati del codice di calcolo adottato.

NOME DEL PROGRAMMA:	Sap 2000 programma ad elementi finiti.
RELEASE:	Relase V12.00 del 2009
LICENZA	SE82

19. TEST DI VALIDAZIONE TRAVE APPOGGIATA

5.1 CALCOLO MANUALE



$L = 10.0 \text{ m}$

$P = 1.0 \text{ t/m}$

Momento in mezzeria $M = pL^2/8 = 12,5 \text{ tm}$

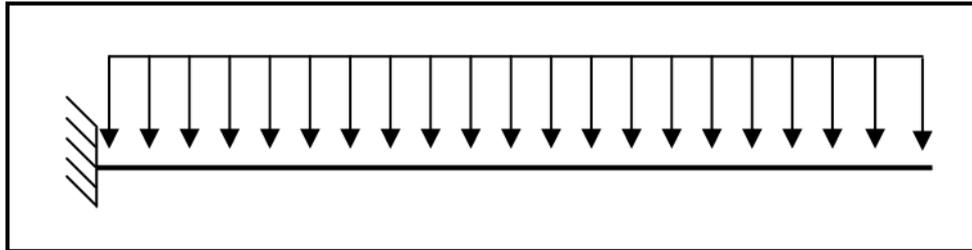
Taglio all'appoggio $T = PL/2 = 5 \text{ t}$

5.2 CALCOLO AUTOMATICO

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m
1	0,00	G	LinStatic	0,00	-5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,50	G	LinStatic	0,00	-4,50	0,00	0,00	0,00	2,38
1	1,00	G	LinStatic	0,00	-4,00	0,00	0,00	0,00	4,50
1	1,50	G	LinStatic	0,00	-3,50	0,00	0,00	0,00	6,38
1	2,00	G	LinStatic	0,00	-3,00	0,00	0,00	0,00	8,00
1	2,00	G	LinStatic	0,00	-3,00	0,00	0,00	0,00	8,00
1	2,50	G	LinStatic	0,00	-2,50	0,00	0,00	0,00	9,38
1	3,00	G	LinStatic	0,00	-2,00	0,00	0,00	0,00	10,50
1	3,50	G	LinStatic	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	11,38
1	4,00	G	LinStatic	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	12,00
1	4,00	G	LinStatic	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	12,00
1	4,50	G	LinStatic	0,00	-0,50	0,00	0,00	0,00	12,38
1	5,00	G	LinStatic	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50
1	5,50	G	LinStatic	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	12,38
1	6,00	G	LinStatic	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12,00
1	6,00	G	LinStatic	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12,00
1	6,50	G	LinStatic	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	11,38
1	7,00	G	LinStatic	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	10,50
1	7,50	G	LinStatic	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	9,38
1	8,00	G	LinStatic	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	8,00
1	8,00	G	LinStatic	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	8,00
1	8,50	G	LinStatic	0,00	3,50	0,00	0,00	0,00	6,38
1	9,00	G	LinStatic	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	4,50
1	9,50	G	LinStatic	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	2,38
1	10,00	G	LinStatic	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00

20. TEST DI VALIDAZIONE TRAVE MENSOLA

6.1 CALCOLO MANUALE



$L = 10.0 \text{ m}$

$P = 1.0 \text{ t/m}$

Momento all'incastro $M = qL^2/2 = 50 \text{ tm}$

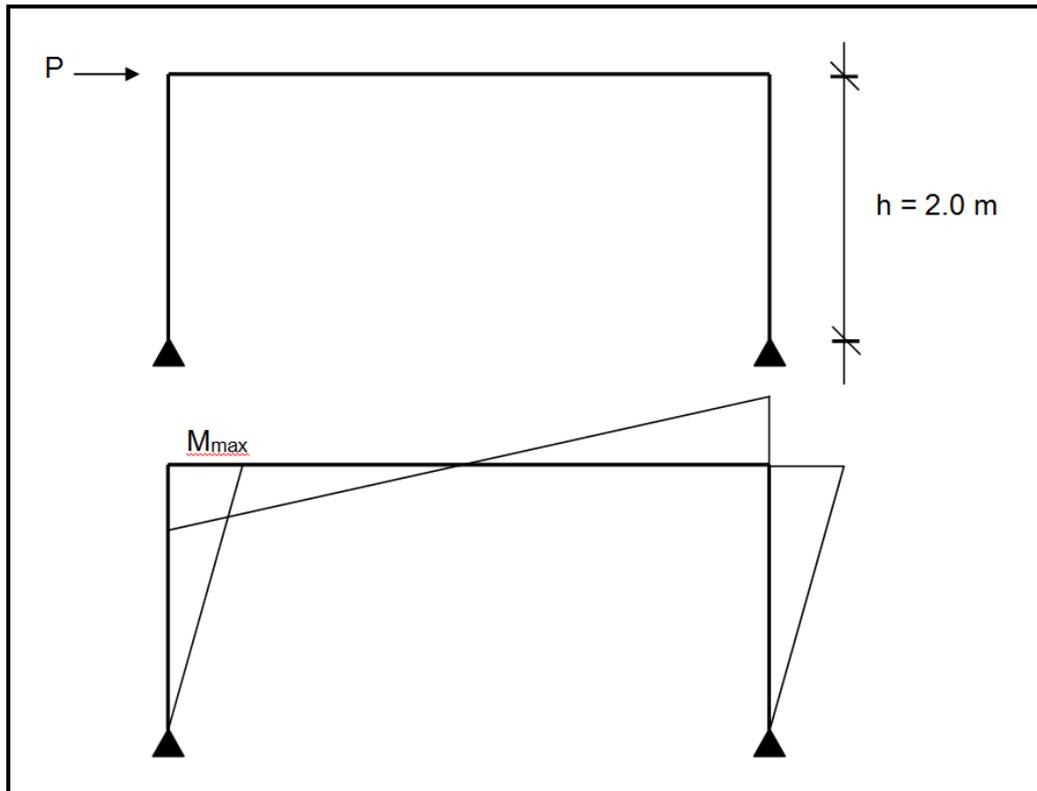
Taglio all'appoggio $T = PL = 10 \text{ t}$

6.2 CALCOLO AUTOMATICO

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P Ton	V2 Ton	V3 Ton	T Ton-m	M2 Ton-m	M3 Ton-m
2	0	DEAD	LinStatic	0	-10	0	0	0	-50
2	0.58824	DEAD	LinStatic	0	-9.4118	0	0	0	-44.29066
2	1.17647	DEAD	LinStatic	0	-8.8235	0	0	0	-38.92734
2	1.76471	DEAD	LinStatic	0	-8.2353	0	0	0	-33.91003
2	2.35294	DEAD	LinStatic	0	-7.6471	0	0	0	-29.23875
2	2.94118	DEAD	LinStatic	0	-7.0588	0	0	0	-24.91349
2	3.52941	DEAD	LinStatic	0	-6.4706	0	0	0	-20.93426
2	4.11765	DEAD	LinStatic	0	-5.8824	0	0	0	-17.30104
2	4.70588	DEAD	LinStatic	0	-5.2941	0	0	0	-14.01384
2	5.29412	DEAD	LinStatic	0	-4.7059	0	0	0	-11.07266
2	5.88235	DEAD	LinStatic	0	-4.1176	0	0	0	-8.47751
2	6.47059	DEAD	LinStatic	0	-3.5294	0	0	0	-6.22837
2	7.05882	DEAD	LinStatic	0	-2.9412	0	0	0	-4.32526
2	7.64706	DEAD	LinStatic	0	-2.3529	0	0	0	-2.76817
2	8.23529	DEAD	LinStatic	0	-1.7647	0	0	0	-1.55709
2	8.82353	DEAD	LinStatic	0	-1.1765	0	0	0	-0.69204
2	9.41176	DEAD	LinStatic	0	-0.5882	0	0	0	-0.17301
2	10	DEAD	LinStatic	0	-1.938E-15	0	0	0	2.246E-14

21. TEST DI VALIDAZIONE TELAIO

7.1 CALCOLO MANUALE



$$L = 10.0 \text{ m}$$

$$P = 1.0 \text{ t/m}$$

$$\text{Momento all'incastro } M = qL^2/2 = 50 \text{ tm}$$

$$\text{Taglio all'appoggio } T = PL = 10 \text{ t}$$

7.2 CALCOLO AUTOMATICO

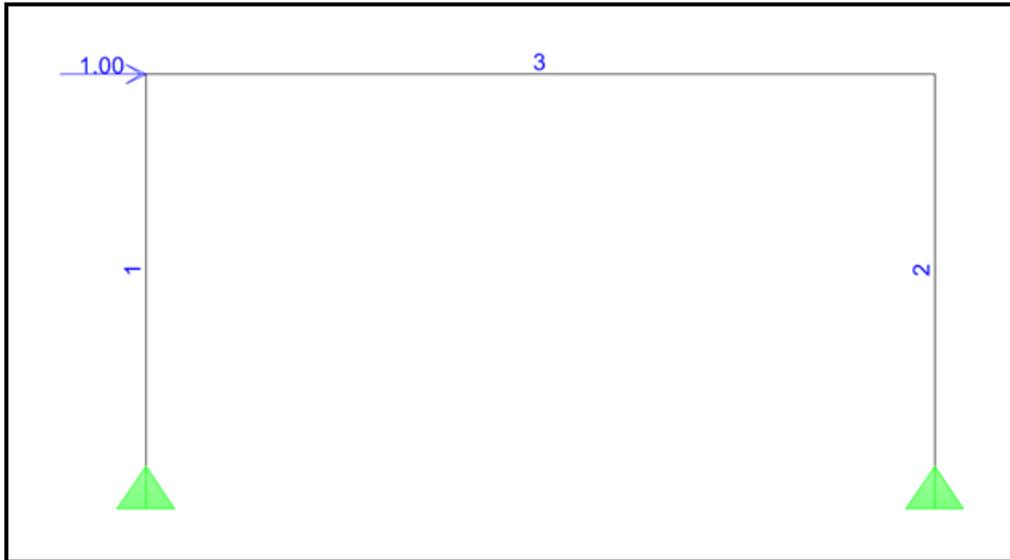


TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m
1	0	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.22222	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.1
1	0.44444	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.2
1	0.66667	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.3
1	0.88889	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.4
1	1.11111	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.6
1	1.33333	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.7
1	1.55556	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.8
1	1.77778	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.9
1	2	DEAD	LinStatic	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-1.0
2	0	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.22222	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.1
2	0.44444	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.2
2	0.66667	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.3
2	0.88889	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.4
2	1.11111	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.6
2	1.33333	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.7
2	1.55556	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.8
2	1.77778	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.9
2	2	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-1.0
3	0	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0
3	0.44444	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.8
3	0.88889	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.6
3	1.33333	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3
3	1.77778	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1
3	2.22222	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.1
3	2.66667	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.3
3	3.11111	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.5
3	3.55556	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.8
3	4	DEAD	LinStatic	-0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	-1.0

22. CONCLUSIONI

Per tutti gli schemi di calcolo proposti, i risultati forniti dal modello di calcolo mostrano l'efficacia e l'attendibilità del codice di calcolo adottato per l'analisi agli elementi finiti.