

ACQUA NOVARA VCO S.p.A.
via Triggiani n° 9 - 28100
Novara

LAVORO

COMUNE CASALINO

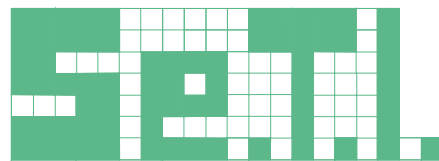
**INTERVENTI SULL'ACQUEDOTTO
IMPIANTO DI FILTRAZIONE
IMPIANTO DI RILANCIO IN RETE**

OGGETTO

RELAZIONE STRUTTURALE

PROGETTO DEFINITIVO

MODIFICA		DESCRIZIONE		DATA	
DATA		GRAFICA		SCALA	
13/10/2022				VARIE	
INCARICO	CODICE	ANNO	TIPOLOGIA	ELABORATO	REVISIONE
ZF	0476	20	DFVAR	002	D0



SERVIZI TECNICI PER L'INGEGNERIA S.r.l.

SEDE

Corte dei Calderai, 1 - 28100 NOVARA

TELEFONO

0321.612691

E-MAIL

info@setisrl.eu

Progettista

Dott. Ing. FERDINANDO ZOLESI

Corte dei Calderai n° 1

28100 - NOVARA

Progettista strutture

Dott. Ing. FABRIZIO DIDO

Via Ramate n° 9

28881 - CASALE CORTE CERRO

Progettista

Dott. Ing. FRANCO COLOMBO

Via Gottardi n° 7

28921 - VERBANIA

ELABORATO

002

1. PREMESSA

La presente relazione riporta i calcoli statici relativi ad un fabbricato in acciaio delle dimensioni in pianta di 7,12x14,52 mt e di altezza al colmo di 6,60 mt.

L'ossatura portante è composta da telai in profili HEB180 posti ad interasse di circa 4,70 mt su cui poggiano arcarecci in profili IPE120

La copertura e le tamponature sono previste in pannelli metallici microdogati con isolamento in poliuretano.

Vengono inoltre riportati i calcoli statici di due vaschette in c.a. delle dimensioni in pianta di 2,50x2,60 e di altezza di 3,20 mt.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono stati eseguiti nel rispetto della Scienza delle Costruzioni ed in ottemperanza alle norme vigenti:

- "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al precedente DM Infrastrutture 14 gennaio 2018, emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in data 21 Gennaio 2019.
- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018: "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»"
- D.M. 14 Gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni".
- C.M.LL.PP 2 febbraio 2009: "Istruzioni per l'applicazione delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> di cui al D.M. 14 gennaio 2008".
- Eurocodice 8, parte 5 (UNI EN 1998-5): "Fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici"
- D.M. 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni, sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- D.M.LL.PP. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- D.M.LL.PP. 16 Gennaio 1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- C.M.LL.PP. 10 Aprile 1997: "Istruzioni per l'applicazione delle << Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche >> di cui al D.M. 16 Gennaio 1996" e suoi allegati.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche."

Le strutture sono situate in zona sismica 4 e sono classificabili, ai sensi del D.M. 17 Gennaio 2018, di tipo 2 e appartenente alla classe d'uso II.

Le verifiche sono state effettuate, per quanto riguarda lo scatolare, secondo il metodo agli Stati Limite come disposto dal D.M. 17 Gennaio 2018 e facendo riferimento per le azioni di calcolo, i materiali e i prodotti, alle disposizioni relative allo stesso D.M.

3. MATERIALI IMPIEGATI

Acciaio da carpenteria

S355JR

$f_{yt} = 355 \text{ N/mm}^2$

$f_{rt} = 510 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo Classe C30/37

- Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni R_{ck}	$\geq 37 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni f_{ck}	$\geq 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo allo S.L.U. ($\gamma_c = 1,5$ - $\alpha_{cc} = 0,85$) f_{cd}	17.40 N/mm^2
- Classe di esposizione ambientale	XC3 (UNI111104)
- Vita utile di progetto VN	≥ 50 anni
- Copriferro	30 mm
- Minimo contenuto di cemento	320 kg/m^3
- Dmax aggregati	25 mm
- Rapporto max a/c	0,55
- Classe di consistenza	S4

Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tab. 11.3.Ia

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

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 ϕ	

4. CALCOLO AZIONE DEL VENTO

DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

1) Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)



Classe di rugosità del terreno:

C) Aree con ostacoli diffusi

a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):

150 [m]

Distanza dalla costa

100 [km]

T_R (Tempo di ritorno):

50 [anni]

Categoria di esposizione

III

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

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

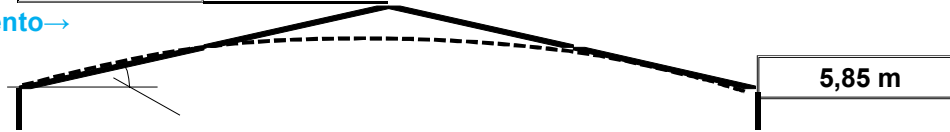
Altezza del colmo della copertura, rispetto al suolo e inclinazione della falda sopravvento

H di colmo

6,65 m

Direzione del vento →

H di gronda



CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_a
1	25	1000	0,4	1,000

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

v_b (velocità base di riferimento) 25,00 m/s

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

c_r coefficiente di ritorno 1,04

v_r (velocità di riferimento) 25,98 m/s

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot r \cdot v^2 \quad (r = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

Pressione cinetica di riferimento

$$q_r = 421,88 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente dinamico

$c_d = 1,00$

Si riportano i grafici di individuazione del coefficiente c_d per edifici con varie tipologie strutturali.
Di norma si assume:

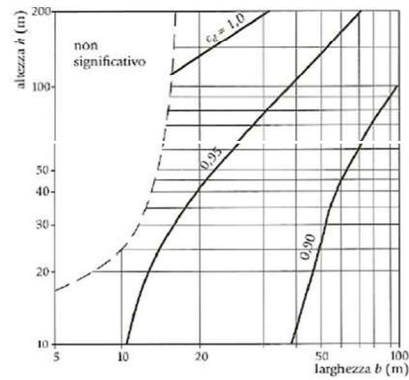
$$c_d = 1$$

con risultati più prudenti rispetto a valutazioni specifiche.
Per es. per un edificio a due piani e larghezza ~10 m si ha:

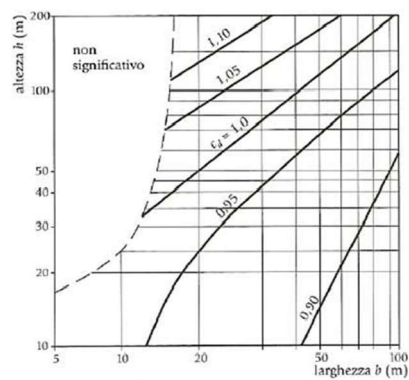
$$c_d = 0,95 \div 0,96$$



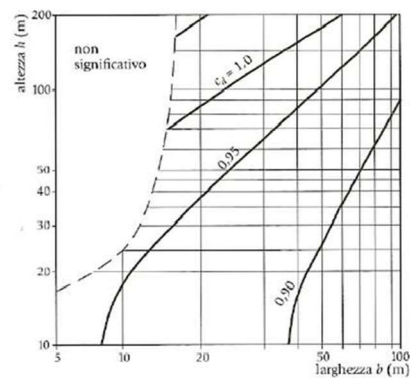
A) Edifici in C.A. o muratura



B) Edifici a struttura d'acciaio

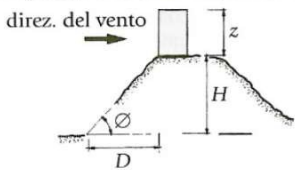
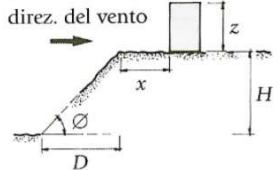
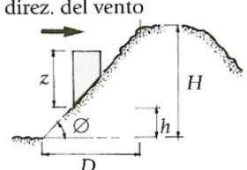


C) Edifici a struttura acciaio/calcestruzzo



Coefficiente Topografico (Orografico)

Il coefficiente topografico si assume di norma uguale ad 1, sia per zone pianeggianti, ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni che sorgono presso la sommità di colline o pendii isolati si procede nel modo seguente:

1	2	3
Costruzioni ubicate sulla cresta di una collina	Costruzioni ubicate sul livello superiore	Costruzioni ubicate su di un pendio
		
$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma$	$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \left(1 - 0,1 \cdot \frac{x}{H}\right) \geq 1$	$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \frac{h}{H}$
Coefficiente β		
per: $\frac{z}{H} \leq 0,75$	$0,75 \leq \frac{z}{H} \leq 2$	$\frac{z}{H} \geq 2$
$\beta = 0,5$	$\beta = 0,8 - 0,4 \cdot \frac{z}{H}$	$\beta = 0$
Coefficiente γ		
per: $\frac{H}{D} \leq 0,10$	$0,10 < \frac{H}{D} \leq 0,30$	$\frac{H}{D} > 0,3$
$\gamma = 0$	$\gamma = 5 \left(\frac{H}{D} - 0,10\right)$	$\gamma = 1$

Caso selezionato:

Condizione non isolata

Coefficiente topografico

$c_t = 1,00$

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dallacategoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze nonmaggiori di z=200m valgono le seguenti espressioni:

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

k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
0,20	0,10	5,00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,min}$	1,71	$z < 5,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,gronda}$	1,80	$z = 5,85$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,colmo}$	1,88	$z = 6,65$

PRESSIONI DEL VENTO

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

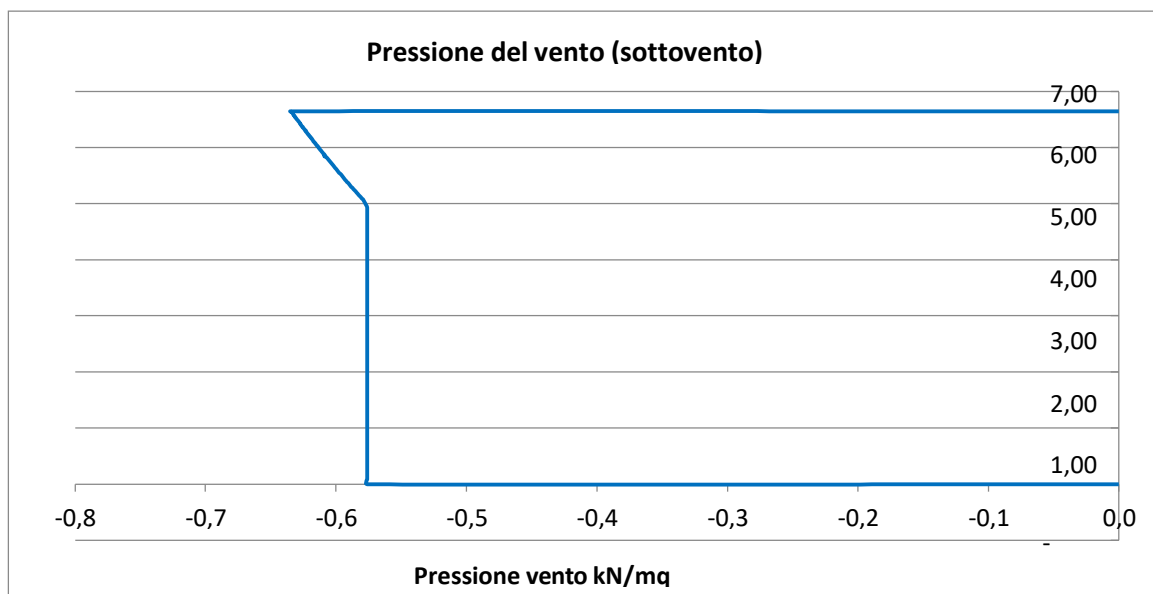
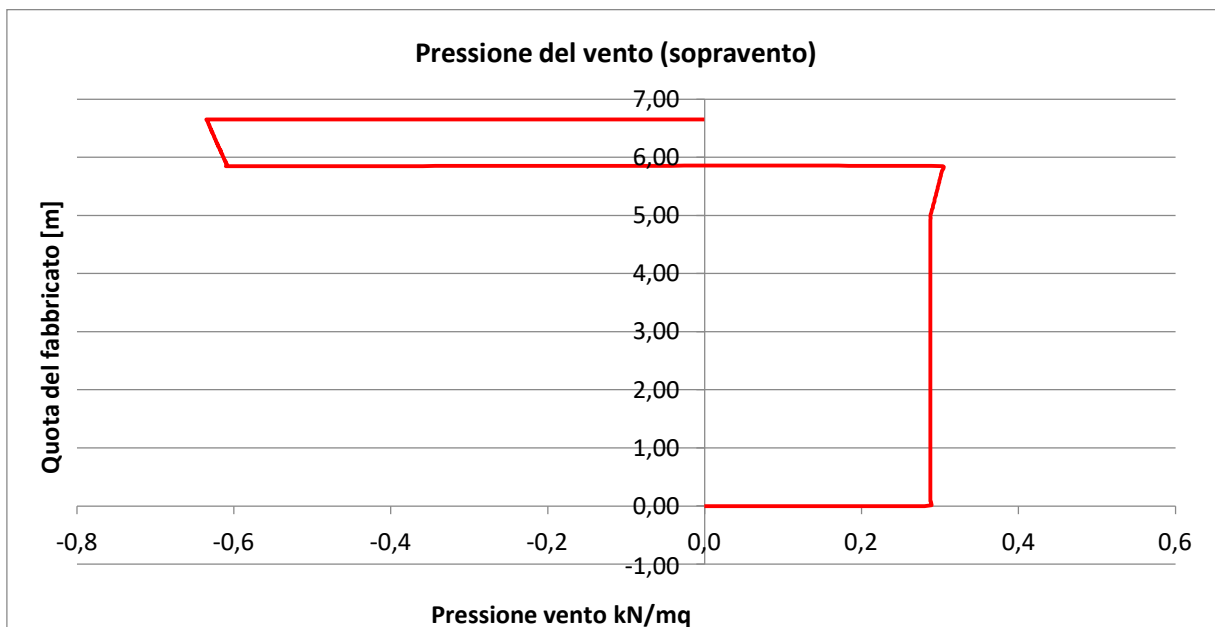
Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot C_d \cdot C_t \cdot C_e \cdot C_p$$

C_d (coefficiente dinamico) C_t (coefficiente topografico) C_e (coefficiente di esposizione) C_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	C_d	C_t	C_e	C_p	P [kN/m ²]
par. sopravent.	0,422	1,00	1,00	1,802	0,40	0,30
cop. sopravent.	0,422	1,00	1,00	1,880	-0,80	-0,63
cop. Sottovent.	0,422	1,00	1,00	1,880	-0,80	-0,63
par. sottovent.	0,422	1,00	1,00	1,802	-0,80	-0,61

Andamento delle pressioni più svantaggiose



5. CALCOLO AZIONE DELLA NEVE

DEFINIZIONE DEI DATI

Il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota $a_s \leq 1500$ m s.l.m., non dovrà essere assunto minore di quello indicato in tabella, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per altitudini $a_s \geq 1500$ m s.l.m. si dovrà fare riferimento a valori statistici locali utilizzando comunque valori non inferiori a quelli previsti per 1500m

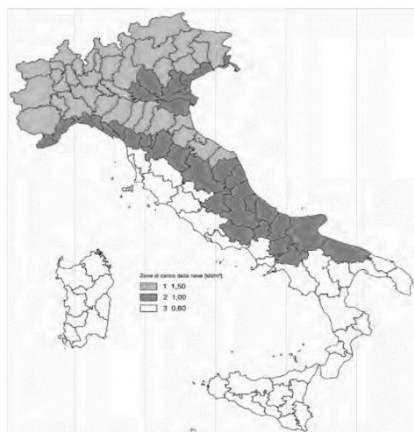
a_s (altitudine sul livello del mare): [m]

150

zona:

Zona I - Mediterranea

<u>Zona I - Alpina</u> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, VerbanoCusio-Ossola, Vercelli, Vicenza	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200$ $m \ q_{sk} = 1,39 [1+(a_s^{/728})^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$
<u>Zona I - Mediterranea</u> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200$ $m \ q_{sk} = 1,35 [1+(a_s^{/602})^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$
<u>Zona II</u> Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200$ $m \ q_{sk} = 0,85 [1+(a_s^{/481})^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$
<u>Zona III</u> Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastro, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s^{/481})^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$



CALCOLO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

q_{sk} valore caratteristico della neve al suolo

1,50

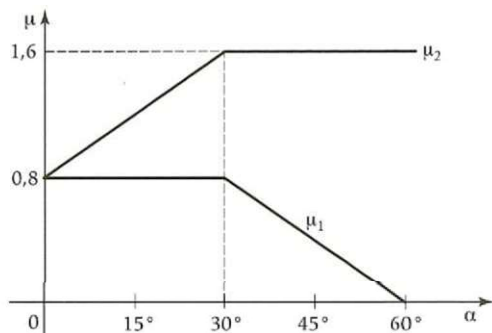
[kN/m²]

CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere utilizzato per modificare il valore del carico della neve in copertura

Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1



$\mu_1 (a_1)$	0,80
$\mu_1 (a_2)$	0,80
$\mu_2 (a)$	1,15

	$0^\circ \leq a \leq 30^\circ$	$30^\circ < a < 60^\circ$	$a \geq 60$
$\mu_1 (a)$	0,80	$0.8(60-a)/30$	0,00
$\mu_2 (a)$	$0.8+0,8 a/30$	1,60	0,00

CLASSE DI TOPOGRAFIA

Riparata

Il coefficiente di esposizione vale:

C _E	1,10
----------------	------

COEFFICIENTE TERMICO

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

C _t	1,00
----------------	------

CARICO NEVE SULLA COPERTURA

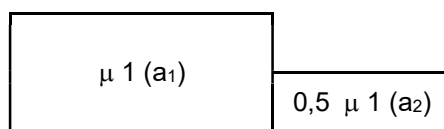
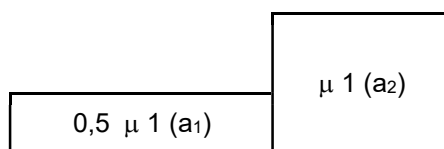
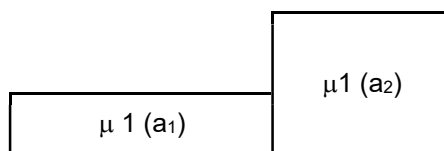
$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/m}^2\text{])} = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

 μ_i (coefficiente di forma) q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/m²]) C_E (coefficiente di esposizione) C_t (coefficiente termico)

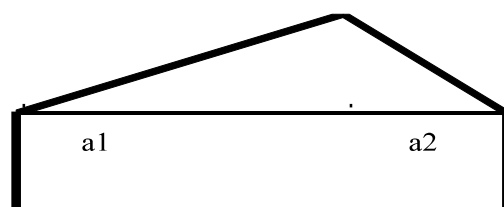
COMBINAZIONE PER IL CASO DI COPERTURA A PIÙ FALDE

Per il calcolo si considera solo la più gravosa delle tre condizioni di carico, di seguito calcolate.

$$a_1 = a_2 \text{ (inclinazione falda)} \quad 13 \text{ [deg]} \quad \mu_1(a_1) = \mu_1(a_2) = 0,80$$



(Caso I)	1,32 kN/mq	1,32 kN/mq
(Caso II)	0,66 kN/mq	1,32 kN/mq
(Caso III)	1,32 kN/mq	0,66 kN/mq



Caso I: Carico da neve depositata in assenza di vento

Caso II: Carico da neve depositata in presenza di vento

Caso III: Carico da neve depositata in presenza di vento

6. CALCOLO AZIONE SISMICA

PARAMETRI SISMICI DEL SITO

LATITUDINE	45,3577505	
LONGITUDINE	8,5227053	
Tipologia di costruzione	2 – Opere ordinarie	
Classe d'uso della struttura	Classe II	
Tipo Costruzione	Struttura a telaio in acciaio	
Fattore di Struttura "q"	q	2
Categoria di Sottosuolo	Tab. 3.2 II	C
Categoria topografica	Tab. 3.2 III	T1

Stato limite	a_g/g	F_0	T_c^*	a_g
Operatività (SLO)	0,0159 (g)	2,510	0,163 s	0,156 m/s ²
Danno (SLD)	0,0186 (g)	2,490	0,170 s	0,183 m/s ²
Salvaguardia vita (SLV)	0,0376 (g)	2,643	0,281 s	0,369 m/s ²
Collasso (SLC)	0,0444 (g)	2,686	0,310 s	0,436 m/s ²

	SLO	SLD	SLV	SLC
S_s Amp. Stratigrafica	1,5000	1,500	1,500	1,500
C_c Coef. Funz. Categoria	1,9108	1,884	1,596	1,545
S_T Amp. Topografica	1,0000	1,000	1,000	1,000
S Amp. Sito $S=S_s*S_T$	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000

ANALISI STATICA LINEARE

Vita nominale	V_n	50 anni
Coefficiente d'uso	C_u	1,00
Periodo di riferimento	V_r	50 anni
Acc. orizzontale riferita al suolo rigido, adimensionalizzata	a_g/g	0,0376 (g)
Coefficiente di amplificazione spettrale	F_0	2,643
Periodo di inizio tratto a velocità costante	T_c^*	0,281 s
Coefficiente per la definizione del periodo fondamentale	C_1	0,085
Accelerazione di gravità	g	9,81 m/s ²
Accelerazione su suolo rigido	a_k	0,37 m/s ²
Coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1,000
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_S	1,500
Amplificazione di sito: $S_s \cdot S_T$	S	1,500
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	C_c	1,596
Periodo del tratto ad accelerazione costante	T_B	0,150 s
Periodo del tratto a velocità costante	T_C	0,449 s
Periodo del tratto a spostamento costante	T_D	1,751 s
Coefficiente di smorzamento viscoso	ξ	5
Coefficiente di correzione per smorzamento viscoso diverso dal 5%	η	1
Inverso del fattore di struttura	$1/q$	0,500
Aliquota della massa partecipante al primo modo	λ	0,85

Pseudoaccelerazione	$S_d(T_1)$	1,46 m/s ²	0,149 (g)
Accelerazione di progetto	$S_u(T_1)$	0,73 m/s ²	0,075 (g)

Risultati Analisi statica lineare:

Periodo fondamentale della struttura (C7.3.3.2 Circolare n.7/2019)	$T_1 = C_1 H^{3/4}$	0,194 s
Taglio alla base della struttura	F_h	2 kN

La forza da applicare a ciascuna massa della costruzione è data dalla formula seguente:

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot W_i / \sum_j z_j W_j$$

dove:

$$F_h = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

F_i è la forza da applicare alla massa i-esima;

W_i e W_j sono i pesi, rispettivamente, della massa i e della massa j;

z_i e z_j sono le quote, rispetto al piano di fondazione (v. § 3.2.3.1), delle masse i e j;

$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto definito al § 3.2.3.5;

W è il peso complessivo della costruzione;

LIVELLO	z_i (m)	W_i	$W_i z_i$	F_i (kN)
Piano primo	6,40 m	37 kN	237 kNm	2 kN

SPETTRI NTC2018

Definizione dei valori di S, TB, TC e TD dello spettro di risposta SLO			
S	1,50		C _c 1,911
T _b	0,104	T _c 0,311	T _d 1,664

Dati spettro	
Secondi	Ordinata elast.
0,000	0,024
0,104	0,060
0,107	0,060
0,150	0,060
0,160	0,060
0,311	0,060
0,320	0,058
0,449	0,042
0,479	0,039
0,582	0,032
0,852	0,022
1,123	0,017
1,393	0,013
1,664	0,011
1,675	0,011
1,751	0,010
1,778	0,010
3,065	0,003
3,533	0,002
4,000	0,002

Inizio tratto orizzontale SLO (T_b)

Fine tratto orizzontale SLO (T_c)

Inizio ultimo tratto SLO (T_d)

Definizione dei valori di S, TB, TC e TD degli spettri di risposta SLD			
S	1,50		C _c 1,884
T _b	0,107	T _c 0,320	T _d 1,675

Dati spettro		
Secondi	Ordinata elast.	con $\eta=2/3$
0,000	0,028	0,019
0,104	0,068	0,046
0,107	0,070	0,046
0,150	0,070	0,046
0,160	0,070	0,046
0,311	0,070	0,046
0,320	0,070	0,046
0,449	0,050	0,033
0,479	0,047	0,031
0,582	0,038	0,026
0,852	0,026	0,017
1,123	0,020	0,013
1,393	0,016	0,011
1,664	0,013	0,009
1,675	0,013	0,009
1,751	0,012	0,008
1,778	0,012	0,008
3,065	0,004	0,003
3,533	0,003	0,002
4,000	0,002	0,002

← Colore verde nel grafico

Inizio tratto orizzontale SLD (T_b)

Fine tratto orizzontale SLD (T_c)

Inizio ultimo tratto SLD (T_d)

Definizione dei valori di S, TB, TC e TD dello spettro di risposta SLV				
S	1,5			C _c 1,59572
T _b	0,150	T _c	0,449	T _d 1,751

Dati spett Fattore di struttura 2,00		
Secondi	Ordinata elast.	Ordinata SLU
0,000	0,056	0,028
0,104	0,121	0,060
0,107	0,123	0,061
0,150	0,149	0,075
0,160	0,149	0,075
0,311	0,149	0,075
0,320	0,149	0,075
0,449	0,149	0,075
0,479	0,140	0,070
0,582	0,115	0,058
0,852	0,079	0,039
1,123	0,060	0,030
1,393	0,048	0,024
1,664	0,040	0,020
1,675	0,040	0,020
1,751	0,038	0,019
1,778	0,037	0,019
3,065	0,012	0,006
3,533	0,009	0,005
4,000	0,007	0,004

Inizio tratto orizzontale SLV (T_b)

Fine tratto orizzontale SLV (T_c)

Inizio ultimo tratto SLV (T_d)

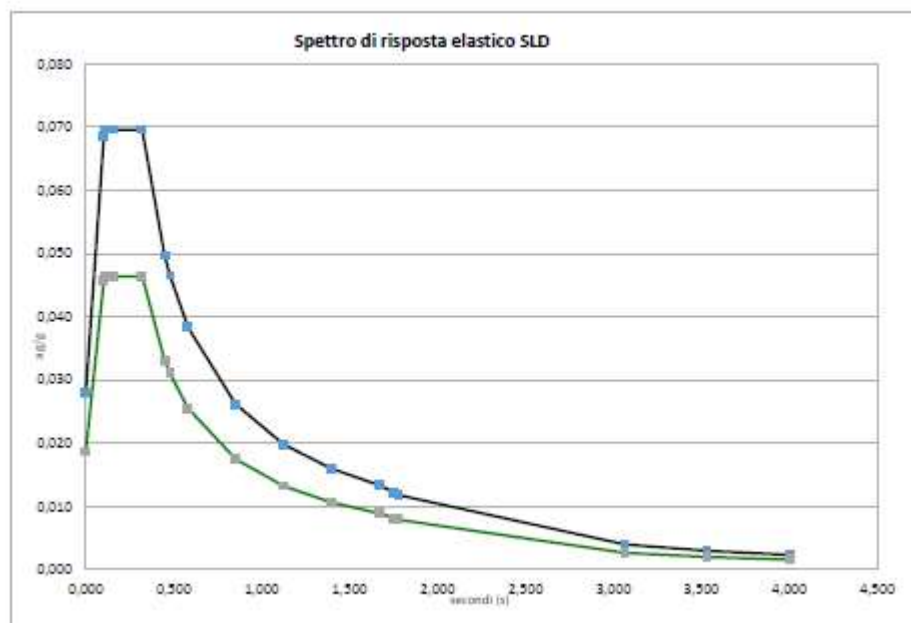
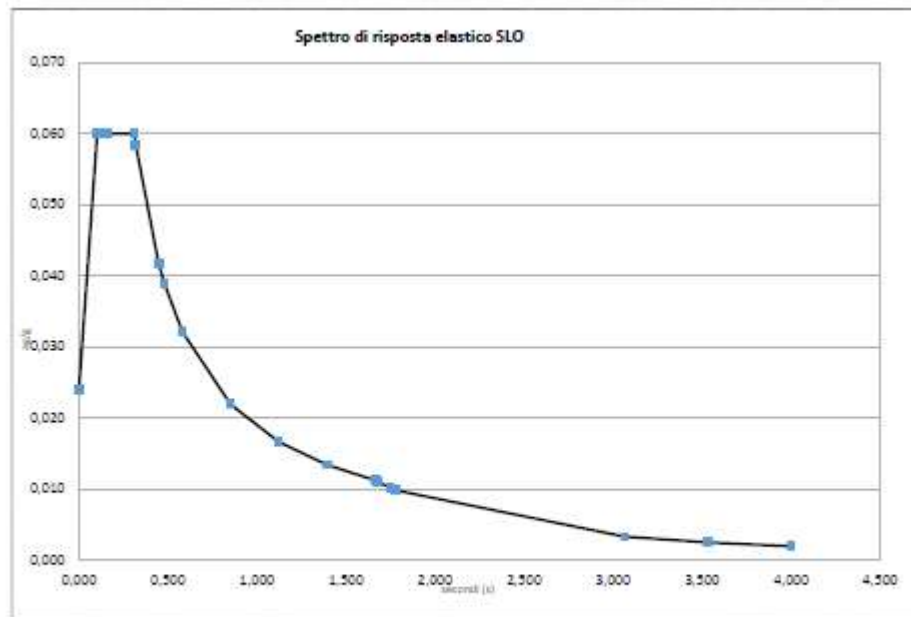
Definizione dei valori di S, TB, TC e TD dello spettro di risposta SLC				
S	1,5			C _c 1,54547
T _b	0,160	T _c	0,479	T _d 1,778

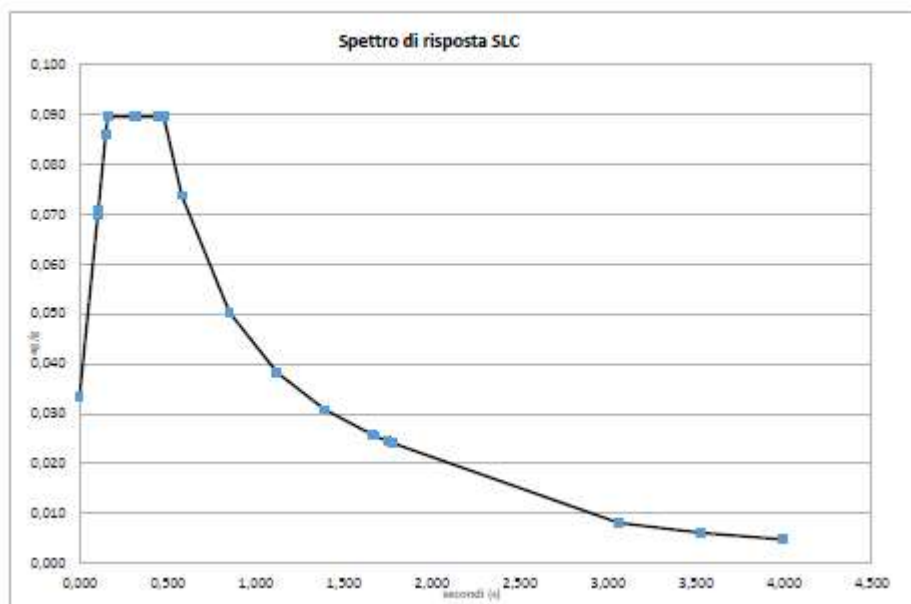
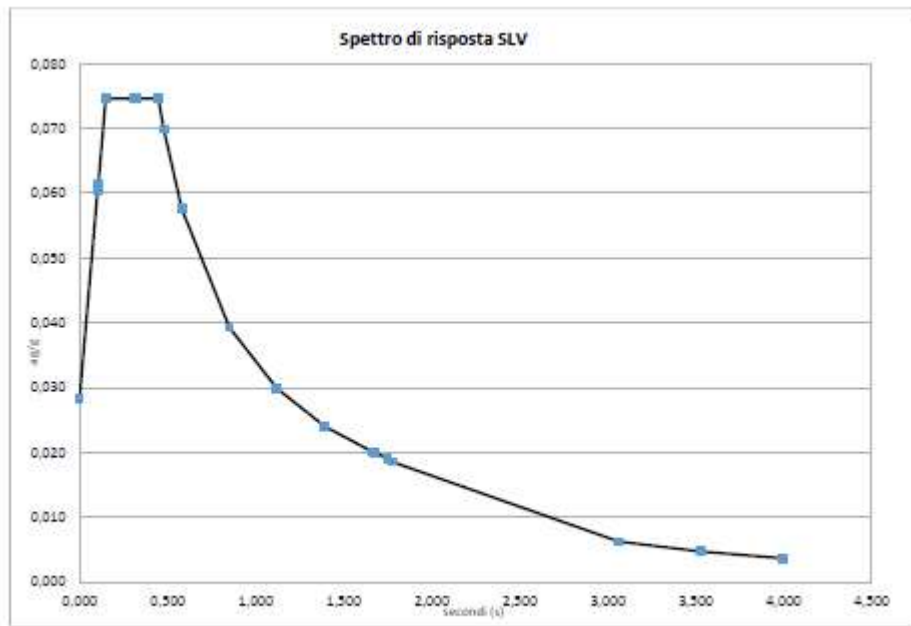
Dati spett Fattore di struttura 2,00		
Secondi	Ordinata elast.	Ordinata SLU
0,000	0,067	0,033
0,104	0,140	0,070
0,107	0,142	0,071
0,150	0,172	0,086
0,160	0,179	0,090
0,311	0,179	0,090
0,320	0,179	0,090
0,449	0,179	0,090
0,479	0,179	0,090
0,582	0,147	0,074
0,852	0,101	0,050
1,123	0,076	0,038
1,393	0,062	0,031
1,664	0,052	0,026
1,675	0,051	0,026
1,751	0,049	0,025
1,778	0,048	0,024
3,065	0,016	0,008
3,533	0,012	0,006
4,000	0,010	0,005

Inizio tratto orizzontale SLC (T_b)

Fine tratto orizzontale SLC (T_c)

Inizio ultimo tratto SLC (T_d)





7. COMBINAZIONI DI CARICO

Nel presente capitolo sono definite le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli, in accordo le NTC18.

DEFINIZIONE DEI DATI

COMBINAZIONE:	SLU SFAVOREVOLE
CATEGORIA PER IL VARIABILE FOLLA:	Categoria E Biblioteche, Archivi, Magazzini e ambienti ad uso industriale
CATEGORIA PER IL VARIABILE NEVE:	Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)
CARICO VARIABILE PRINCIPALE:	Q _{k1} VENTO

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

§2.6.1 NTC18	COEFFICIENTI PER COMBINAZIONE SLU	Y ₀₁ 1,3	Y ₀₂ 1,5	Y ₀₃ 1,5
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE FOLLA: Categoria E Biblioteche, Archivi,	Ψ ₀₁ 1,0	Ψ ₁₁ 0,9	Ψ ₂₁ 0,8
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE NEVE: Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	Ψ ₀₁ 0,5	Ψ ₁₁ 0,2	Ψ ₂₁ 0
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE VENTO:	Ψ ₀₁ 0,6	Ψ ₁₁ 0,2	Ψ ₂₁ 0
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE VARIAZIONE DI TEMPERATURA:	Ψ ₀₁ 0,6	Ψ ₁₁ 0,5	Ψ ₂₁ 0

COEFFICIENTI COMBINATI

COMBINAZIONE : SLU SFAVOREVOLE §2.5.3 NTC18

$$\gamma G_1 + \gamma G_2 + G_1 + \gamma P + \gamma Q_1 + \gamma Q_2 + \gamma Q_3 + \gamma Q_4 + \dots$$

CARICO VARIABILE VENTO

Coefficienti combinati da moltiplicare per i relativi carichi:

AZIONE SISMICA	E	0,00
PERMANENTE STRUTTURALE	G ₁	1,30
PERMANENTE NON STRUTTURALE	G ₂	1,50
PRECOMPRESSIONE	P	1,00
AZIONE ECCEZIONALE	Ad	0,00
VARIABILE PRINCIPALE VENTO	Q _{k1}	1,50
VARIABILE 2 TEMPERATURA	Q _{k2}	0,90
VARIABILE 3 FOLLA	Q _{k3}	1,50
VARIABILE 4 NEVE	Q _{k4}	0,75

DEFINIZIONE DEI DATI

COMBINAZIONE:	SLU SFAVOREVOLE
CATEGORIA PER IL VARIABILE FOLLA:	Categoria E Biblioteche, Archivi, Magazzini e ambienti ad uso industriale
CATEGORIA PER IL VARIABILE NEVE:	Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)
CARICO VARIABILE PRINCIPALE:	Q _{k1} NEVE

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

§2.6.1 NTC18	COEFFICIENTI PER COMBINAZIONE SLU	γ ₀₁ 1,3	γ ₀₂ 1,5	γ _{0i} 1,5
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE FOLLA: Categoria E Biblioteche, Archivi,	ψ _{0j} 1,0	ψ _{1j} 0,9	ψ _{2j} 0,8
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE NEVE: Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	ψ _{0j} 0,5	ψ _{1j} 0,2	ψ _{2j} 0
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE VENTO:	ψ _{0j} 0,6	ψ _{1j} 0,2	ψ _{2j} 0
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE VARIAZIONE DI TEMPERATURA:	ψ _{0j} 0,6	ψ _{1j} 0,5	ψ _{2j} 0

COEFFICIENTI COMBINATI

COMBINAZIONE : SLU SFAVOREVOLE §2.5.3 NTC18

$$\gamma G_1 + \gamma G_2 + \gamma p + \gamma Q_1 + \gamma Q_2 + \gamma Q_3 + \dots$$

CARICO VARIABILE NEVE

Coefficienti combinati da moltiplicare per i relativi carichi:

AZIONE SISMICA	E	0,00
PERMANENTE STRUTTURALE	G ₁	1,30
PERMANENTE NON STRUTTURALE	G ₂	1,50
PRECOMPRESSIONE	P	1,00
AZIONE ECCEZIONALE	Ad	0,00
VARIABILE PRINCIPALE NEVE	Q _{k1}	1,50
VARIABILE 2 VENTO	Q _{k2}	0,90
VARIABILE 3 TEMPERATURA	Q _{k3}	0,90
VARIABILE 4 FOLLA	Q _{k4}	1,50

DEFINIZIONE DEI DATI

COMBINAZIONE:	SISMICA
CATEGORIA PER IL VARIABILE FOLLA:	Categoria E Biblioteche, Archivi, Magazzini e ambienti ad uso industriale
CATEGORIA PER IL VARIABILE NEVE:	Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)
CARICO VARIABILE PRINCIPALE:	Q _{k1} NEVE

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

§2.6.1 NTC18	COEFFICIENTI PER COMBINAZIONE SLU	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_{Q1}
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE FOLLA: Categoria E Biblioteche, Archivi,	ψ_{G1} 1,0	ψ_{11} 0,9	ψ_{21} 0,8
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE NEVE: Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	ψ_{G1} 0,5	ψ_{11} 0,2	ψ_{21} 0
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE VENTO:	ψ_{G1} 0,6	ψ_{11} 0,2	ψ_{21} 0
§2.5.3 NTC18	CATEGORIA AZIONE VARIABILE VARIAZIONE DI TEMPERATURA:	ψ_{G1} 0,6	ψ_{11} 0,5	ψ_{21} 0

COEFFICIENTI COMBINATI

COMBINAZIONE :	SISMICA	§2.5.3 NTC18
$E+G1 + G1 + P+ \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$		
CARICO VARIABILE	NEVE	

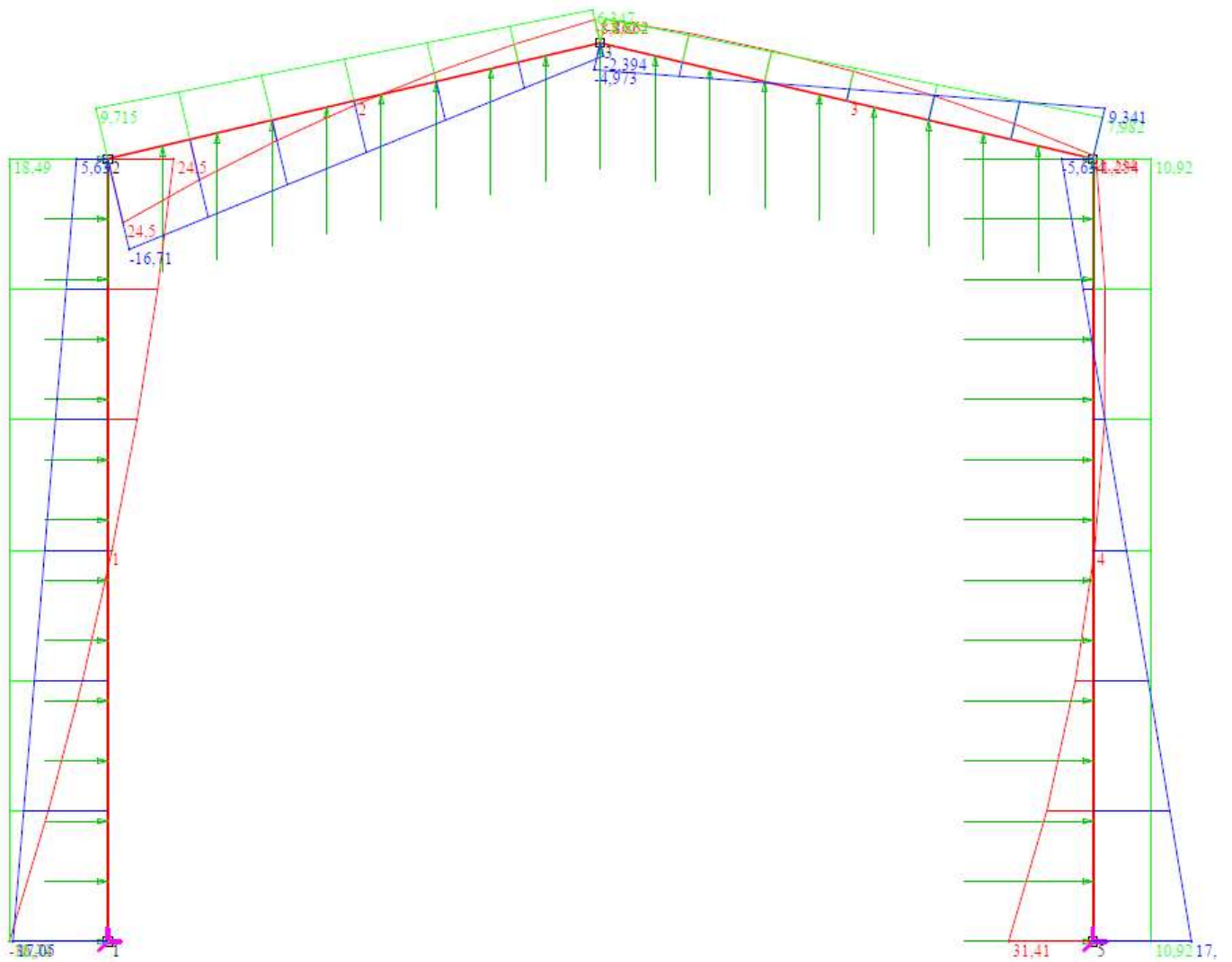
Coefficienti combinati da moltiplicare per i relativi carichi:

AZIONE SISMICA	E	1,00
PERMANENTE STRUTTURALE	G ₁	1,00
PERMANENTE NON STRUTTURALE	G ₂	1,00
PRECOMPRESSIONE	P	1,00
AZIONE ECCEZIONALE	Ad	0,00
VARIABILE PRINCIPALE NEVE	Q _{k1}	0,00
VARIABILE 2 VENTO	Q _{k2}	0,00
VARIABILE 3 TEMPERATURA	Q _{k3}	0,00
VARIABILE 4 FOLLA	Q _{k4}	0,80

8. CALCOLO SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

PORTALE HEB 180

SLU SFAVOREVOLE – CARICO VARIABILE VENTO



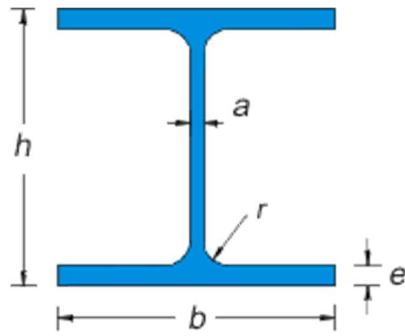
ASTA 1 - HEB180

$X = 0$ cm

$N = 18,49$ kN

$V = 17,05$ kN

$M = - 36,74$ kNm



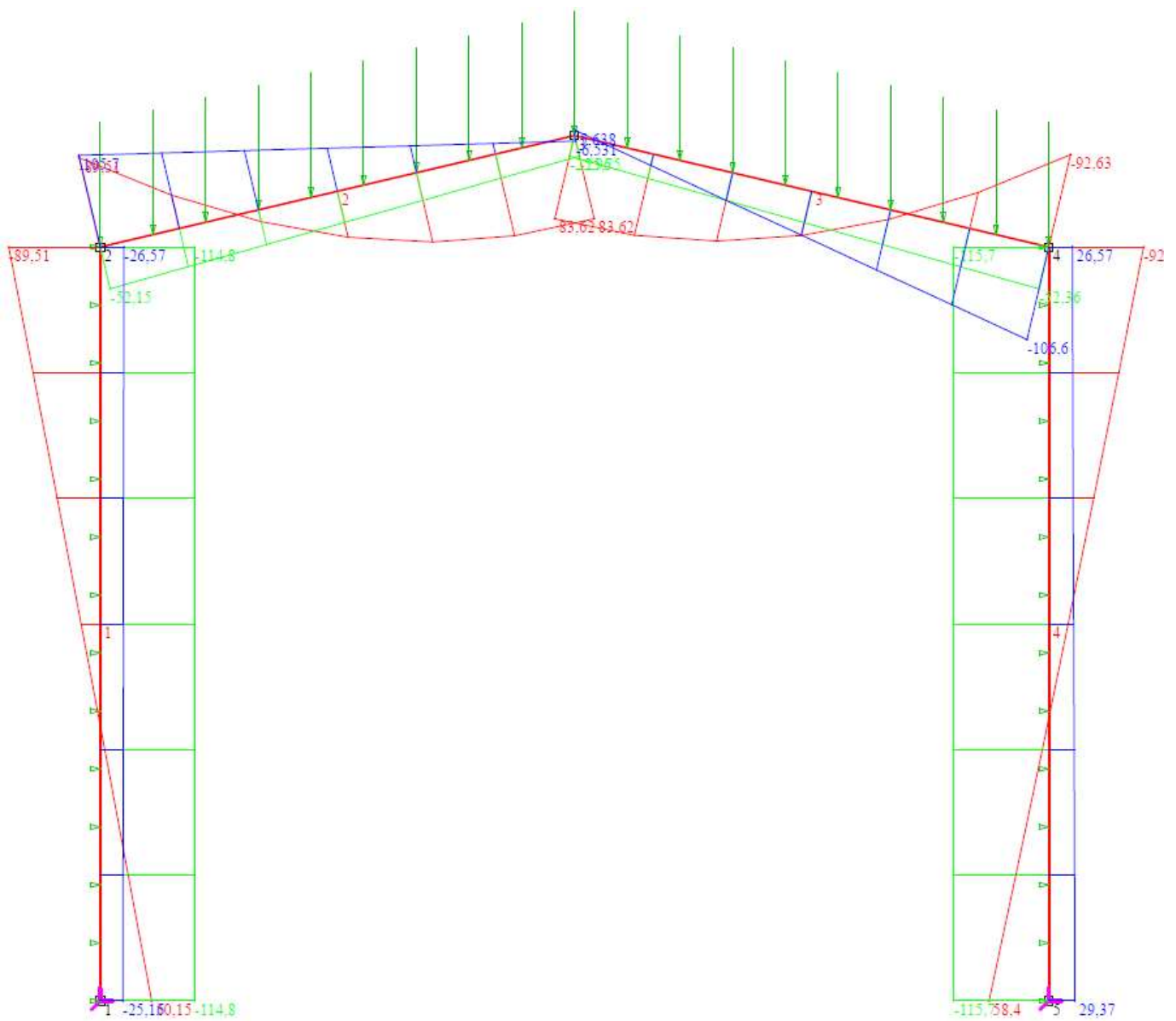
Sigla HEB	b mm	h mm	a mm	e mm	r mm	Peso kg/m	Sezione cm ²	Momenti di inerzia		Moduli di resistenza		Raggi di inerzia	
								Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	ix cm	iy cm
180	180	180	8,5	14,0	15	51,2	65,25	3.831	1.363	425,7	151,4	7,66	4,57

$$\sigma_{\text{sup}} = 89,09 \text{ N/mm}^2 < f_{yt} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{inf}} = 83,43 \text{ N/mm}^2 < f_{yt} = 355 \text{ N/mm}^2$$

PORTALE HEB 180

SLU SFAVOREVOLE – CARICO VARIABILE NEVE



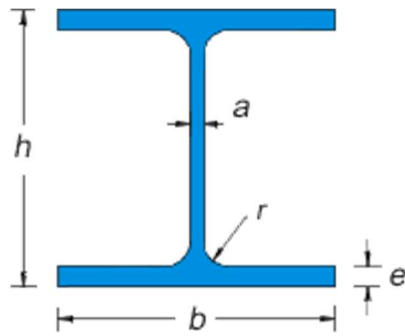
ASTA 3 - HEB180

X = 349 cm

N = 52,36 kN

V = - 106,60 kN

M = - 92,63 kNm

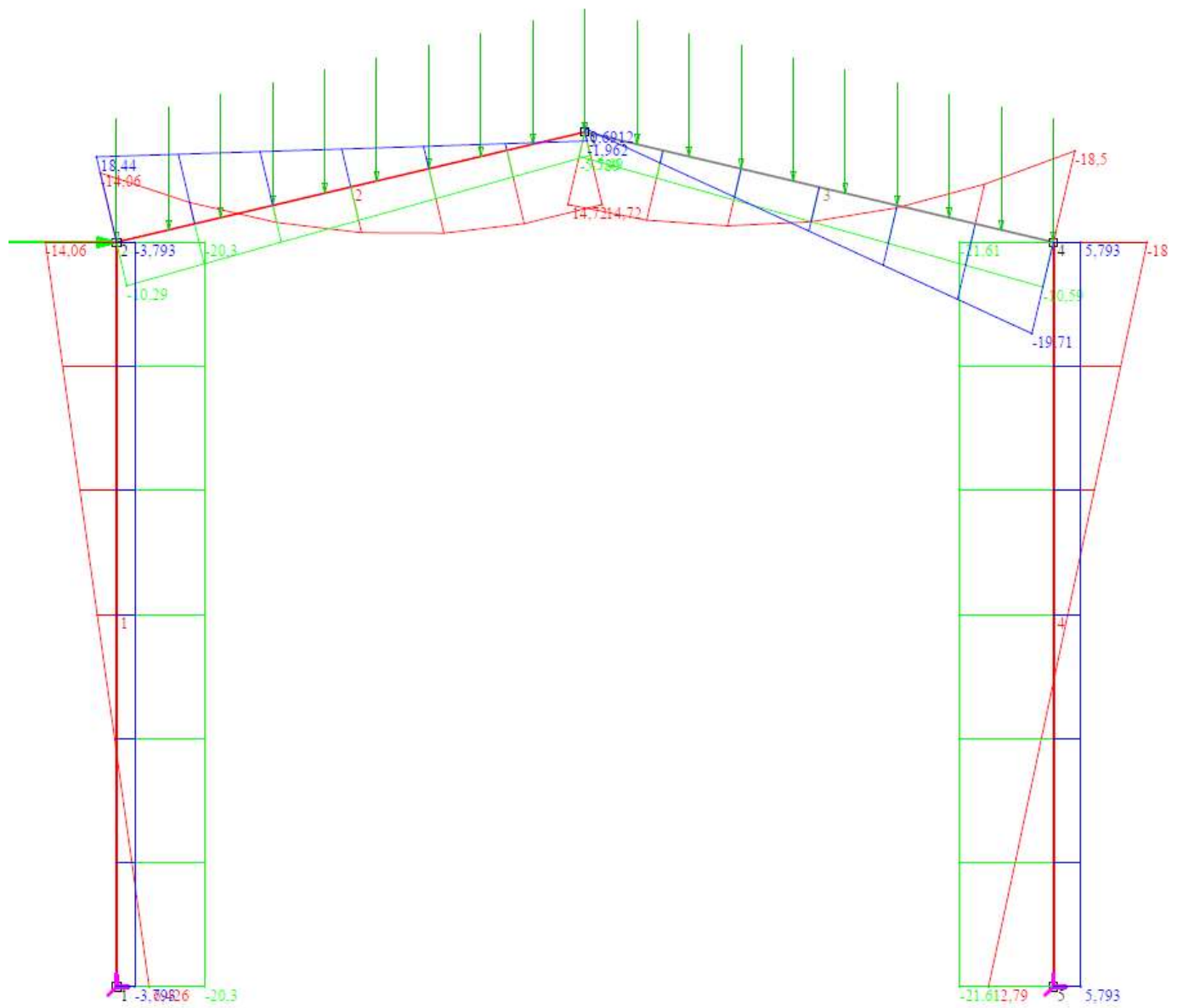


Sigla HEB	b mm	h mm	a mm	e mm	r mm	Peso kg/m	Sezione cm ²	Momenti di inerzia		Moduli di resistenza		Raggi di inerzia	
								Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	ix cm	iy cm
180	180	180	8,5	14,0	15	51,2	65,25	3.831	1.363	425,7	151,4	7,66	4,57

$$\sigma_{\text{sup}} = 209,50 \text{ N/mm}^2 < f_{yt} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{inf}} = 225,50 \text{ N/mm}^2 < f_{yt} = 355 \text{ N/mm}^2$$

PORTALE HEB 180
SISMICA



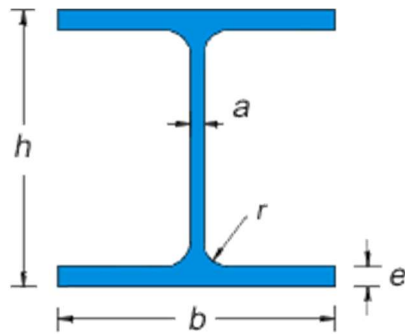
ASTA 3 - HEB180

X = 349 cm

N = - 10,59 kN

V = - 19,71 kN

M = - 18,50 kNm



Sigla HEB	b mm	h mm	a mm	e mm	r mm	Peso kg/m	Sezione cm ²	Momenti di inerzia		Moduli di resistenza		Raggi di inerzia	
								Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	ix cm	iy cm
180	180	180	8,5	14,0	15	51,2	65,25	3.831	1.363	425,7	151,4	7,66	4,57

$$\sigma_{\text{sup}} = 41,80 \text{ N/mm}^2 < f_{yt} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{inf}} = 45,05 \text{ N/mm}^2 < f_{yt} = 355 \text{ N/mm}^2$$

ARCARECCIO IPE 120

VERIFICA SLU

E (MPa)	J (cm ⁴)	Luce (m)
210.000	317,8	4,70

Carichi distribuiti trapezi (kN/m)

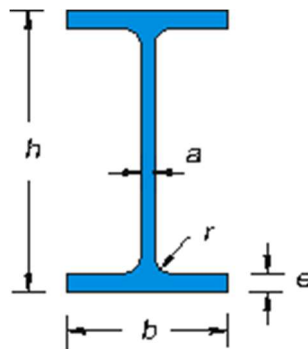
N°	q1	q2	d1	d2
1	1,8	1,8	0	4,7

Risultati

MA = 0 (kNm)	MB = 0 (kNm)
RA = 4,23 (kN)	RB = 4,23 (kN)
Rotaz. A = 0,01167 (rad)	Rotaz. B = 0,01167 (rad)
max M+ = 4,97 (kNm)	x max M+ = 2,35 (m)
max M- = 0 (kNm)	x max M- = 0 (m)
f max = 0,01713 (m)	x f max = 2,35 (m)

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
2,35	4,97	0	0,01713



h mm	b mm	a mm	e mm	r mm	Peso kg/m	Sezione cm ²	Momenti di inerzia		Moduli di resistenza		Raggi di inerzia	
							Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	ix cm	iy cm
120	64	4,4	6,3	7	10,4	13,21	317,8	27,67	52,96	8,65	4,90	1,45

IPE - HE - HL = verifica di resistenza a flessione retta

(Flessione nel piano dell'anima)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

M_{Ed} = momento flettente di calcolo

$M_{pl,Rd}$ = momento resistente

W_{pl} = modulo resistente plastico

f_{yk} = tensione caratteristica a snervamento

γ_{M0} = coefficiente di sicurezza

INPUT

Definizione dell'azione sollecitante

M = [kNm]

Scelta del profilo



Classe dell'acciaio



OUTPUT

(VERIFICA Punto 4.2.4.1.2.3 NTC 2018)

M_{Ed} = 4,97 [kNm]

$M_{Ed} / M_{c,Rd}$ = 0,24

$M_{c,Rd}$ = 20,53 [kNm]

Verifica soddisfatta

VERIFICA A DEFORMAZIONE

E (MPa)	J (cm ⁴)	Luce (m)
210.000	317,8	4,70

Vincoli: Appoggio - Appoggio

Carichi distribuiti trapezi (kN/m)

N°	q1	q2	d1	d2
1	1,15	1,15	0	4,7

Risultati

MA = 0 (kNm)	MB = 0 (kNm)
RA = 2,703 (kN)	RB = 2,703 (kN)
Rotaz. A = 0,007454 (rad)	Rotaz. B = 0,007454 (rad)
max M+ = 3,175 (kNm)	x max M+ = 2,35 (m)
max M- = 0 (kNm)	x max M- = 0 (m)
f max = 0,01095 (m)	x f max = 2,35 (m)

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
2,35	3,175	0	0,01095

$$f = 10,95 \text{ mm} < 4700/400 = 11,75 \text{ mm}$$

9. CALCOLO SOLLECITAZIONI E VERIFICHE VASCHETTA IN C.A.

VERIFICA PARETE

Spinta idraulica

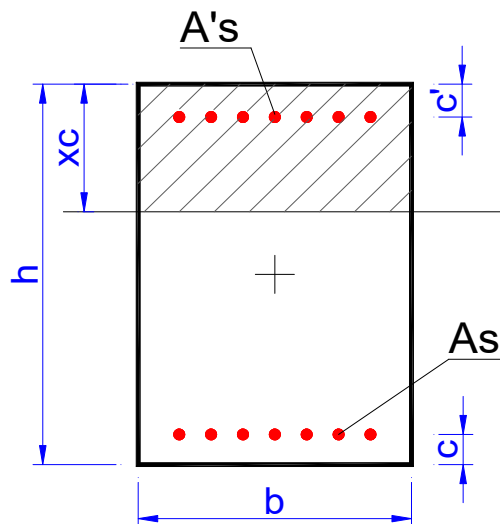
$$S = \frac{1}{2} \gamma H^2 = 45,00 \text{ kN}$$

Sovrappinta sismica

$$S_s = \gamma St S_s a_g/g H = 1,70 \text{ kN}$$

Momento

$$MS = 45,00 + 2,55 = 47,55 \text{ kNm}$$

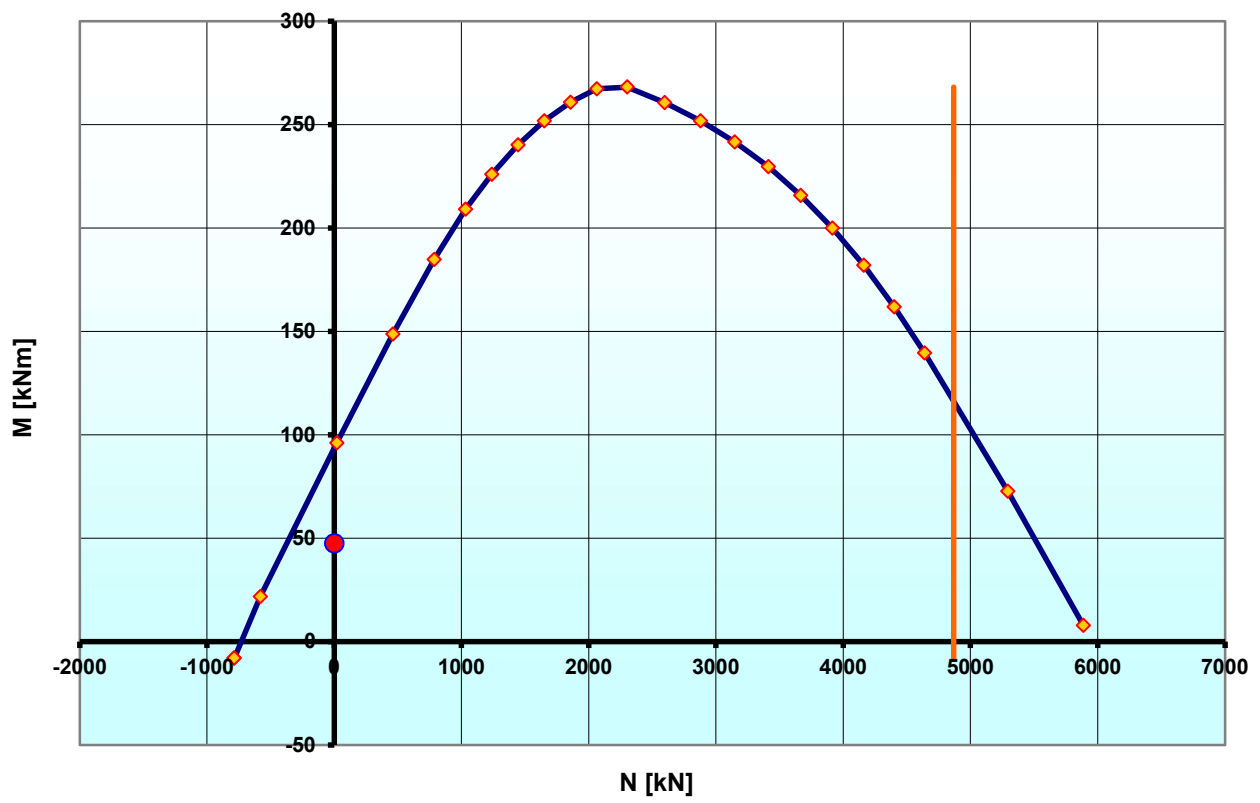


Geometria della sezione		
[cm]		
Altezza	h	30
Base	b	100

Armatura tesa As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm²]	[cm]
5	16	10,05	5

Armatura compressa A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm²]	[cm]
5	16	10,05	3

C30/37	γ_c	α_{cc}	Rck [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fcc/fcd	ϵ_{c2}	ϵ_{cu2}
	1,5	0,85	37	30	17,0	0,8	0,200%	0,350%
B450C	γ_s	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ϵ_{ys}	ϵ_{uk}	α_s	$\epsilon_{ud} = \epsilon_{uk} \alpha_s$
	1,15	200000	450	391,3	0,196%	7,500%	1	7,500%



$$MS = 45,00 + 2,55 = 47,55 \text{ kNm} < MU = 93,70 \text{ kNm}$$

10. VERIFICA MICROPALO

Considerata la platea esistente, sulla base della distribuzione dei micropali al di sotto delle vaschette in c.a., il carico allo SLU relativo ad un micropalo della lunghezza di 6,00 mt con diametro di perforazione di 180 mm, tubo di armatura del diametro di 139,7 mm e spessore di 8 mm, risulta di 4,57 kN.

Di seguito si propone la verifica.