

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 2

Bretella CT-SR e Fascio A-P di prima fase e Collegamento Fascio A-P-Interporto - OPERE CIVILI
CVF e ponti stradali - SL05 Scatolari di approccio IV01 - Relazione di calcolo scatolari di approccio

SCALA:

-

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

RS3H 02 D 78 CL SL0500 001 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|---------|--------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------|--|
| A | Emissione esecutiva | L.Nani | Gennaio 2020 | G. Giustino <i>[Signature]</i> | Gennaio 2020 | S. Vanfiori <i>[Signature]</i> | Gennaio 2020 | D. Tiberti Gennaio 2020 <i>[Signature]</i> |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: RS3H.0.2.D.78.CL.SL.05.0.0.001.A

n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.
 Gruppo Ferrovie dello Stato
 Direzione Generale
 UO Infrastrutture Sud
 Dott. Ing. Daniele Tiberti
 Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10478

INDICE

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | PREMESSA | 4 |
| 2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... | 5 |
| 3 | MATERIALI..... | 6 |
| 3.1 | CALCESTRUZZO STRUTTURA SCATOLARE..... | 6 |
| 3.2 | ACCIAIO PER C.A. (ARMATURA ORDINARIA) | 7 |
| 4 | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 8 |
| 5 | CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO | 9 |
| 5.1 | VITA NOMINALE E CLASSE D'USO | 9 |
| 5.2 | PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA | 9 |
| 6 | DESCRIZIONE DELL'OPERA | 13 |
| 7 | ANALISI DEI CARICHI..... | 14 |
| 7.1 | PESI STRUTTURALI G1 | 14 |
| 7.2 | PERMANENTI PORTATI G2 | 14 |
| 7.3 | RITIRO (E1) E VISCOSITÀ (E4) | 16 |
| 7.4 | AZIONI VARIABILI (Q) | 17 |
| 7.4.1.1 | Carico mobile stradale (Q1,1 – Q1,2) | 17 |
| 7.4.1.2 | Entità dei carichi mobili – Schema di carico 1 | 17 |
| 7.4.1.3 | Forza centrifuga (Q3)..... | 19 |
| 7.4.1.4 | Urto del veicolo in svio sulla barriera sicurvvia (Q6) | 19 |
| 7.5 | AZIONI CLIMATICHE | 20 |
| 7.5.1.1 | Variazione termica uniforme (ε3) | 20 |
| 7.6 | AZIONE DEL VENTO (Q5) | 20 |
| 7.7 | AZIONE DELLA NEVE..... | 22 |
| 7.8 | SCARICHI PER SCALZAMENTO..... | 24 |
| 8 | COMBINAZIONI DI CARICO | 25 |
| 9 | MODELLAZIONE NUMERICA | 33 |
| 9.1 | CODICE DI CALCOLO..... | 33 |

| | | |
|------|--|----|
| 9.2 | TIPO DI ANALISI SVOLTA (PARAGRAFO 10.2 DEL DM 17-01-18)..... | 33 |
| 9.3 | AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO..... | 34 |
| 9.4 | GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI..... | 34 |
| 9.5 | CARICHI APPLICATI..... | 35 |
| 9.6 | SOLLECITAZIONI DI PROGETTO..... | 39 |
| 10 | VERIFICHE..... | 45 |
| 10.1 | SOLETTA INFERIORE..... | 45 |
| 10.2 | SOLETTA SUPERIORE..... | 52 |
| 10.3 | SOLETTA SUPERIORE SBALZI..... | 60 |
| 10.4 | PIEDRITTI..... | 66 |
| 10.5 | PIEDRITTO SBALZO..... | 72 |
| 10.6 | PALI DI FONDAZIONE..... | 79 |
| | 10.6.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO..... | 79 |
| | 10.6.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI..... | 79 |
| 10.7 | VERIFICA PALI..... | 80 |
| | 10.7.1 VERIFICA STRUTTURALE..... | 80 |
| | 10.7.2 ANALISI DEI CARICHI..... | 80 |
| | 10.7.3 VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE..... | 81 |
| | 10.7.4 VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE..... | 82 |

1 PREMESSA

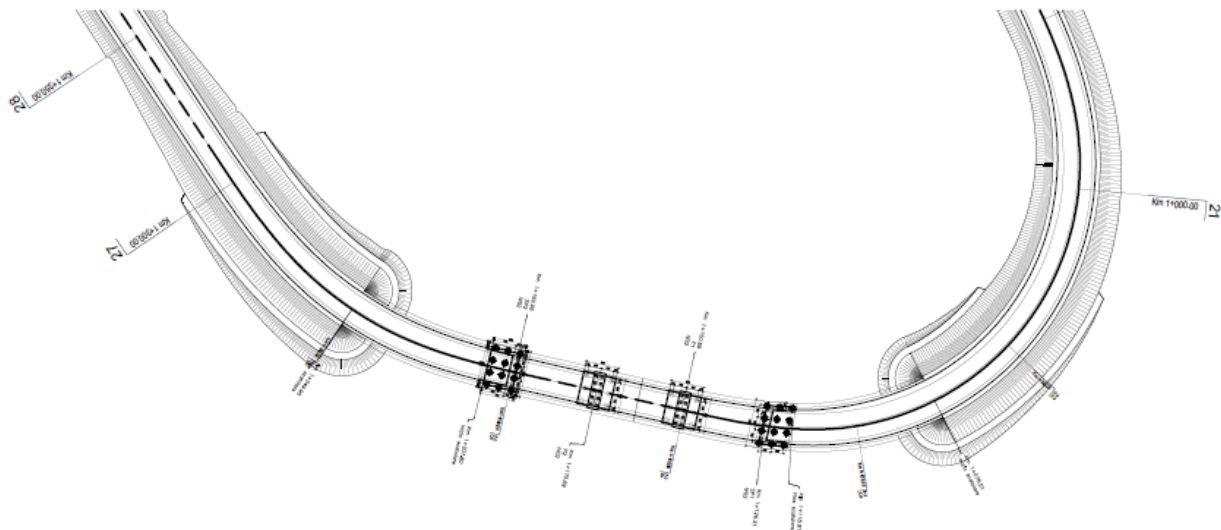
Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo delle opere d'arte e delle opere interferite relative al nodo di Catania ed in particolare al progetto definitivo di Interramento linea dal km 231+631, tra le stazioni di Catania Acquicella e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

In particolare, ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) della struttura in c.a. del ponte scatolare stradale SL05 di approccio al viadotto IV01.

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

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 50 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ai sensi del DM 17 gennaio 2018 da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU=1.5.

Di seguito in pianta un inquadramento generale dell'opera.





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|---------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 5 di 91 |

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

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

[N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

[N.3]. Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019 Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1–Parte 2

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

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

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

3 MATERIALI

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

3.1 Calcestruzzo struttura scatolare

| | | | |
|-----------------------------------|--------|-----|---|
| Classe | C32/40 | | |
| $R_{ck} =$ | 40 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| $f_{ck} =$ | 32 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| $f_{cm} =$ | 40 | MPa | valor medio resistenza cilindrica |
| $\alpha_{cc} =$ | 0,85 | | coeff. rid. Per carichi di lunga durata |
| $\gamma_M =$ | 1,5 | - | coefficiente parziale di sicurezza SLU |
| $f_{cd} =$ | 18,13 | MPa | resistenza di progetto |
| $f_{ctm} =$ | 3,02 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| $f_{ctfm} =$ | 3,63 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| $f_{ctk} =$ | 2,12 | MPa | valore caratteristico resistenza a trazione |
| $E_{cm} =$ | 33346 | MPa | Modulo elastico di progetto |
| $\nu =$ | 0,2 | | Coefficiente di Poisson |
| $G_c =$ | 13894 | MPa | Modulo elastico Tangenziale di progetto |
| $c =$ | 50 | mm | Copriferro minimo |
| XC4 | | | Classe di esposizione |
| $\sigma_c < 0.60 \times f_{ck} =$ | 19.2 | MPa | Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE |
| $\sigma_c < 0.45 \times f_{ck} =$ | 14.4 | MPa | Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI |
| $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$ | 2.52 | MPa | Tensione limite di fessurazione |

3.2 Acciaio per c.a. (armatura ordinaria)

B450C

| | | |
|-----------------------------------|------------|--|
| $f_{yk} \geq$ | 450 MPa | tensione caratteristica di snervamento |
| $f_{tk} \geq$ | 540 MPa | tensione caratteristica di rottura |
| $(f_t/f_y)_k \geq$ | 1,15 | |
| $(f_t/f_y)_k <$ | 1,35 | |
| $\gamma_s =$ | 1,15 - | coefficiente parziale di sicurezza SLU |
| $f_{yd} =$ | 391,3 MPa | tensione caratteristica di snervamento |
| $E_s =$ | 200000 MPa | Modulo elastico di progetto |
| $\varepsilon_{yd} =$ | 0,196% | deformazione di progetto a snervamento |
| $\varepsilon_{uk} = (A_{gt})_k$ | 7,50% | deformazione caratteristica ultima |
| $\sigma_s < 0.80 \times f_{yk} =$ | 360 MPa | Tensione massima di trazione |

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

$$\sigma_c = f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right) - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right)^2 \right]; \quad \text{per: } \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2}$$

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

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

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

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

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

Per l'acciaio armonico si adotta il diagramma elasto-plastico incrudente considerando, in favore di sicurezza, un limite della deformazione unitaria ultima " ε_{ud} " pari a:

deformazione unitaria ultima $\varepsilon_{ud} = 1.0\%$.

La tensione limite del primo tratto è assunta pari a $(0.9 \times f_{ptk})/\gamma_s = f_{p(1)k}/\gamma_s$ mentre la tensione limite di rottura è assunta pari a f_{ptk}/γ_s .







4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

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

| | | | |
|--|------------|-------------|--------|
| PK 1+118,61 | | PK 1+207,80 | |
| IV01A | | | |
| Incrocio con Bretella CT-SR (PK 3+224,60) | | | |
| stratigrafia | | | |
| - | | | |
| RIPORTO | 2 | | |
| U1 | 12.5 | | |
| U2 | 4.5 | | |
| U2a | 17.5 | | |
| U2 | 12 | | |
| sondaggi | | | |
| nome | PK (CT-SR) | Q.ta | D ASSE |
| PZ7 | 3+154,66 | 9.13 | 11 dx |

Tabella 1 – Stratigrafia di riferimento

UNITA' GEOTECNICHE

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

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 50$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

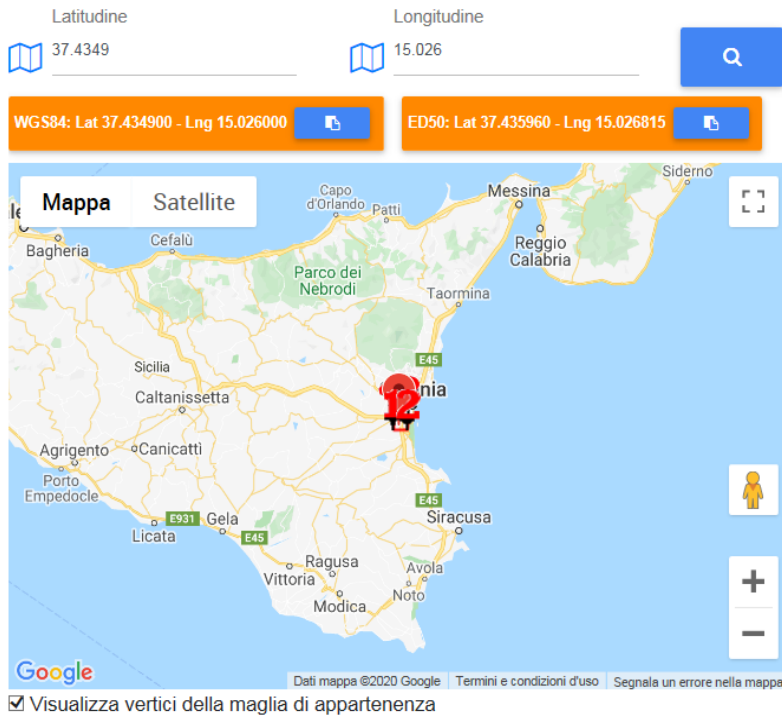
Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 50 \times 1.5 = 75$ anni

5.2 Parametri di pericolosità sismica

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

- Categoria sottosuolo **D**

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



Stati limite

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Classe Edificio | |
| III. Affollamento significativo... | |
| Vita Nominale | 50 |
| Interpolazione | Media ponderata |

CU = 1.5

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | F_0 | T_c^* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|-------------|
| Operatività (SLO) | 45 | 0.066 | 2.504 | 0.266 |
| Danno (SLD) | 75 | 0.083 | 2.507 | 0.282 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 712 | 0.271 | 2.348 | 0.431 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 1462 | 0.386 | 2.356 | 0.493 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 75 | | | |

| | |
|------------------|----|
| Cat. Sottosuolo | D |
| Cat. Topografica | T1 |

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,80 | 1,80 | 1,45 | 1,04 |
| CC Coeff. funz categoria | 2,42 | 2,35 | 1,90 | 1,78 |
| ST Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

- $a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- $F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^* \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Spettri di progetto

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

LOTTO 2

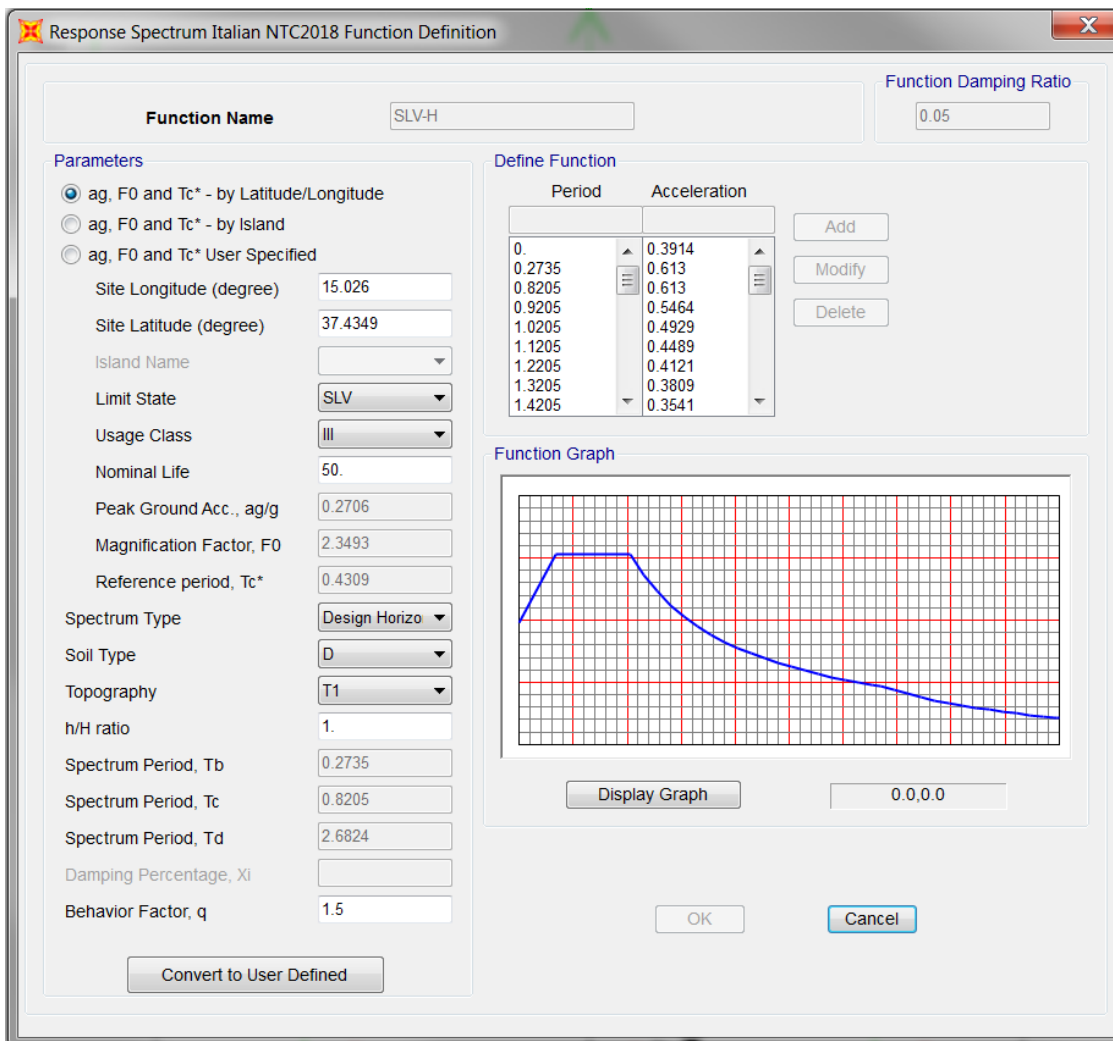
Lat 37.434882 Long 15.025984

Categoria di sottosuolo tipo D

Classe d'uso : III

Vita nominale VN = 50 anni

$q=1.5$



Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition

Function Name: Function Damping Ratio:

Parameters

ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude
 ag, F0 and Tc* - by Island
 ag, F0 and Tc* User Specified

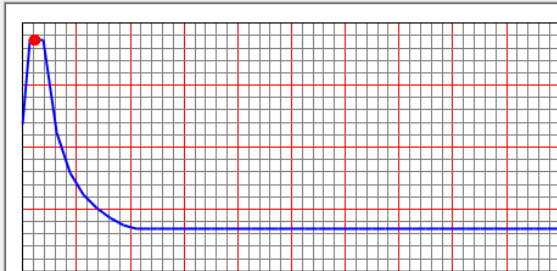
Site Longitude (degree):
 Site Latitude (degree):
 Island Name:
 Limit State:
 Usage Class:
 Nominal Life:
 Peak Ground Acc., ag/g:
 Magnification Factor, F0:
 Reference period, Tc*:
 Spectrum Type:
 Soil Type:
 Topography:
 h/H ratio:
 Spectrum Period, Tb:
 Spectrum Period, Tc:
 Spectrum Period, Td:
 Damping Percentage, Xi:
 Behavior Factor, q:

Define Function

| Period | Acceleration |
|--------|--------------|
| 0. | 0.19 |
| 0.05 | 0.2976 |
| 0.15 | 0.2976 |
| 0.25 | 0.1786 |
| 0.35 | 0.1276 |
| 0.45 | 0.0992 |
| 0.55 | 0.0812 |
| 0.65 | 0.0687 |
| 0.75 | 0.0595 |

Buttons: Add, Modify, Delete

Function Graph



Display Graph (0.0884 , 0.2976)

Buttons: OK, Cancel

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 Pesì strutturali G1

Il carico delle strutture in c.a. viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/mc.

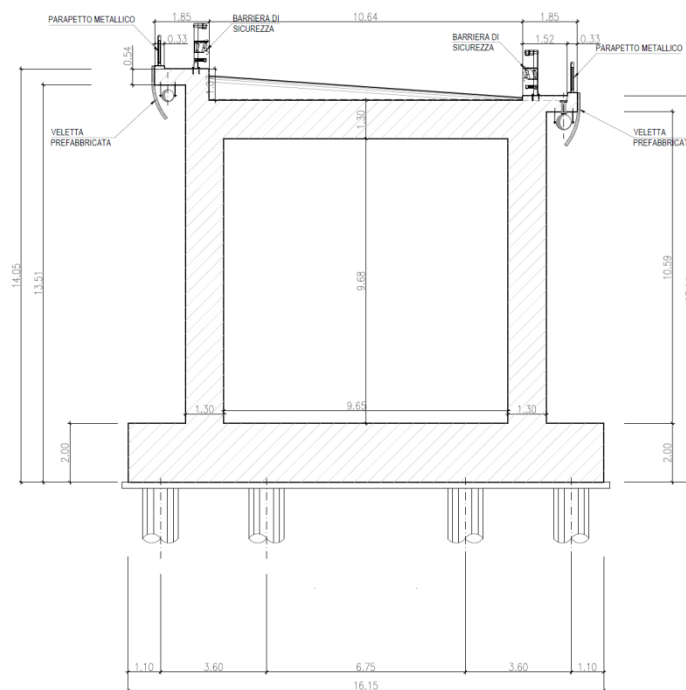


Figura 3 – Sezioni trave in c.a.p.

Il peso della soletta superiore, di quella inferiore, degli sbalzi e dei piedritti è calcolato automaticamente dal programma di calcolo.

- | | |
|----------------------------------|--|
| - Soletta sup sp. 130 cm | $25 \cdot 1.30 = 32.50 \text{ kN/m}^2$ |
| - Soletta sup inf. 200 cm | $25 \cdot 2.00 = 50.00 \text{ kN/m}^2$ |
| - Piedritti sp. 130 cm | $25 \cdot 1.30 = 32.50 \text{ kN/m}^2$ |
| - Soletta sbalzo sp. cost. 54 cm | $25 \cdot 0.54 = 13.5 \text{ kN/m}^2$ |

7.2 Permanenti portati G2

Sono stati considerati i seguenti contributi da applicare alla soletta di copertura.

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| - Pavimentazione 10 cm | $20 \cdot 0.10 = 2.0 \text{ kN/m}^2$ |
| - Barriera | 2.0 kN/m |

- Veletta $25 \cdot 0.1864 = 4.7 \text{ kN/m}$
- Parapetto 1.0 kN/m
- Impianti 1.0 kN/m

Di seguito si riporta il foglio di calcolo adottato per l'analisi dei carichi dello scatolare:

ANALISI DELLE AZIONI ESTERNE AGENTI SU UNO SCATOLARE - SEZIONE TRASVERSALE

| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLO SCATOLARE | | | |
|---|-------|---|-------|
| Angolo inclinazione (°) | 90.00 | Spessore soletta superiore (m) | 1.30 |
| Altezza interna scatolare (m) | 9.68 | Spessore soletta inferiore (m) | 2.00 |
| Larghezza interna scatolare (m) | 9.65 | Larghezza piedritti (m) | 1.30 |
| Lunghezza dello scatolare (m) | 1.00 | Larghezza cordolo sbalzo (m) | 0.80 |
| Larghezza sbalzi da soletta superiore (m) | 0.54 | | |
| Altezza sbalzo oltre soletta (m) | 1.10 | | |
| Angolo attrito terreno ricoprimento (°) | 0 | Dati per analisi sismica NTC 2008: | |
| Peso specifico ricoprimento (kN/mc) | 24.00 | $K_h =$ | 0.000 |
| Peso specifico pavimentazione (kN/mc) | 21.00 | $S_s =$ | 0.000 |
| | | $S_T =$ | 0.00 |
| | | $\beta_m =$ | 1.00 |
| | | $a_v/g =$ | 0.000 |
| | | $K_v =$ | 0.000 |
| Dimensioni in asse scatolare: | | | |
| Angolo inclinazione sottovia (°) | 90.00 | | |
| Altezza (m) | 11.33 | | |
| Larghezza sezione retta (m) | 10.95 | | |
| Larghezza direzione strada (m) | 10.95 | | |
| Larghezza soletta superiore (m) | 13.33 | | |
| Lunghezza (m) | 1.00 | | |
| ANALISI DEI CARICHI | | | |
| Spessore soletta superiore (m) | 1.30 | | |
| Spessore soletta inferiore (m) | 2.00 | | |
| Larghezza piedritti (m) | 1.30 | | |
| Larghezza setti (m) | 0.00 | | |
| Spessore pavimentazione (m) | 0.10 | | |
| Spessore ricoprimento (m) | 0.35 | | |
| CARICHI PERMANENTI VERTICALI | | | |
| Pesi propri: | | | |
| Soletta sup. (kN/mq) | 32.50 | Sbalzo (kN/mq) | 27.50 |
| Soletta inf. (kN/mq) | 50.00 | Zona centrale (kN/mq) | 0.00 |
| Piedritti (kN/mq) | 32.50 | | |
| Setti (kN/mq) | 0.00 | | |
| Sovraccarichi permanenti soletta superiore: | | | |
| Pavimentazione (kN/mq) | 3.00 | | |
| Ricoprimento (kN/mq) | 8.40 | | |
| Totale (kN/mq) | 11.40 | | |
| Parapetto (kN/m) | 1.00 | | |
| Veletta in c.a. (kN/m) | 4.70 | | |
| Barriera stradale (kN/m) | 2.00 | | |
| Impianti (kN/m) | 1.00 | | |

7.3 Ritiro (ϵ_1) e Viscosità (ϵ_4)

Il calcolo delle deformazioni da ritiro e viscosità nelle travi e nella soletta è stato eseguito secondo quanto specificato nel Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 e nella UNI EN 192-1-1.

I valori di seguito calcolati sono assegnati alla soletta ai fini del calcolo sia delle perdite legate al ritiro.

Soletta

| Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1 e DM 14-01-2008 | | |
|--|---------------------|----------------------------|
| Calcolo dell'azione prodotta da ritiro | | |
| | f_{ck} | 40 |
| | f_{sk} | 33.20 N/mm ² |
| resistenza a compressione media | f_{cm} | 41.20 N/mm ² |
| modulo elastico secante | E_{cm} | 33642.78 N/mm ² |
| coefficiente di dilatazione termica | α | 0.00001 |
| classe del cemento | cls tipo | R |
| età del cls all'inizio del ritiro | t_i | 2 gg |
| età del cls al momento del carico | t_0 | 2 gg |
| età del cls | t | 25550 gg |
| | B | 100 cm |
| | H | 130 cm |
| sezione dell'elemento | A_c | 1300000 mm |
| perimetro a contatto con l'atmosfera | u | 1000 mm |
| dimensione elemento di cls | $h_0 = 2A_c/u$ | 2600 mm |
| umidità relativa percentuale | RH | 75 % |
| Calcolo del modulo elastico | | |
| coeff. del tipo di cemento | a | 1 |
| tempo t_0 corretto in funz. del tipo di cem | t_0 | 6.189 gg > 0.5 |
| coeff. della resistenza del cls | $b_{s,f_{cm}}$ | 2.62 |
| coeff. della viscosità nel tempo | b_{s,t_0} | 0.649 |
| coeff. della resistenza del cls | a_1 | 0.892 |
| coeff. della resistenza del cls | a_2 | 0.968 |
| coeff. della resistenza del cls | a_3 | 0.922 |
| coeff. che tiene conto dell'umidità relativa | b_H | 1.383 |
| coeff. della variabilità viscosità nel tempo | b_{s,t_0} | 0.984 |
| coeff. che tiene conto dell'umidità | f_{RH} | 1.157 |
| coeff. nominale della viscosità | f_0 | 1.967 |
| coeff. di viscosità | $f(t_0)$ | 1.94 |
| Modulo elastico al tempo t | $E_{cm}(t_0)$ | 11459.8 N/mm ² |
| Calcolo della deformazione di ritiro | | |
| parametro funzione di h_0 | k_s | 0.7 |
| coeff. variabilità deformazione nel tempo | b_{s,t_0} | 0.828 |
| def. di ritiro per essiccamento | $\epsilon_{sh}(t)$ | 0.000247 |
| deformazione di base | $\epsilon_{sh,0}$ | 0.000426 |
| coeff. per il tipo di cemento | a_{s1} | 6 |
| coeff. per il tipo di cemento | a_{s2} | 0.11 |
| | b_{RH} | 0.896094 |
| | b_{s,t_0} | 1 |
| | $\epsilon_{s,sh}$ | 0.000058 |
| deformazione dovuta al ritiro autogeno | ϵ_{sa} | 5.8E-05 |
| deformazione di ritiro | $\epsilon_s(t_0)$ | 0.000305 |
| Variazione termica uniforme | ΔT_{ritiro} | -10.4 °C |

7.4 Azioni variabili (Q)

7.4.1.1 Carico mobile stradale (Q1,1 – Q1,2)

In accordo con la normativa vigente le azioni variabili da traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dallo schema di carico 1 ovvero lo schema costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40m, e da carichi uniformemente distribuiti. Si considera un solo carico tandem (non segmentabile) per corsia disposto in asse alla stessa.

7.4.1.2 Entità dei carichi mobili – Schema di carico 1

In accordo con la normativa vigente i carichi mobili associati allo schema di carico in esame sono:

- **Corsia 1** ⇒ colonna di carico costituita da un carico tandem “ $2 \times Q_{1k}$ ” da **600 kN** totali su due assi aventi le caratteristiche indicate nella figura sottostante e da uno o più tratti di carico superficiale uniformemente distribuito “ $q_{1,k}$ ” da **9.0 kPa** disposti, ai fini del calcolo delle strutture principali, in asse alla corsia nel modo più sfavorevole;
- **Corsia 2** ⇒ colonna di carico costituita da un carico tandem “ $2 \times Q_{2k}$ ” da **400 kN** totali su due assi aventi le caratteristiche indicate nella figura sottostante e da uno o più tratti di carico superficiale uniformemente distribuito “ $q_{2,k}$ ” da **2.5 kPa** disposti, ai fini del calcolo delle strutture principali, in asse alla corsia nel modo più sfavorevole;
- **Corsia 3** ⇒ colonna di carico costituita da un carico tandem “ $2 \times Q_{3k}$ ” da **200 kN** totali su due assi aventi le caratteristiche indicate nella figura sottostante e da uno o più tratti di carico superficiale uniformemente distribuito “ $q_{3,k}$ ” da **2.5 kPa** disposti, ai fini del calcolo delle strutture principali, in asse alla corsia nel modo più sfavorevole;
- **Corsia 4** ⇒ area rimanente della carreggiata caricata solo con uno o più tratti di carico superficiale uniformemente distribuito “ $q_{4,k}$ ” da **2.5 kPa** disposto, ai fini del calcolo delle strutture principali, in asse all’area caricata nel modo più sfavorevole.

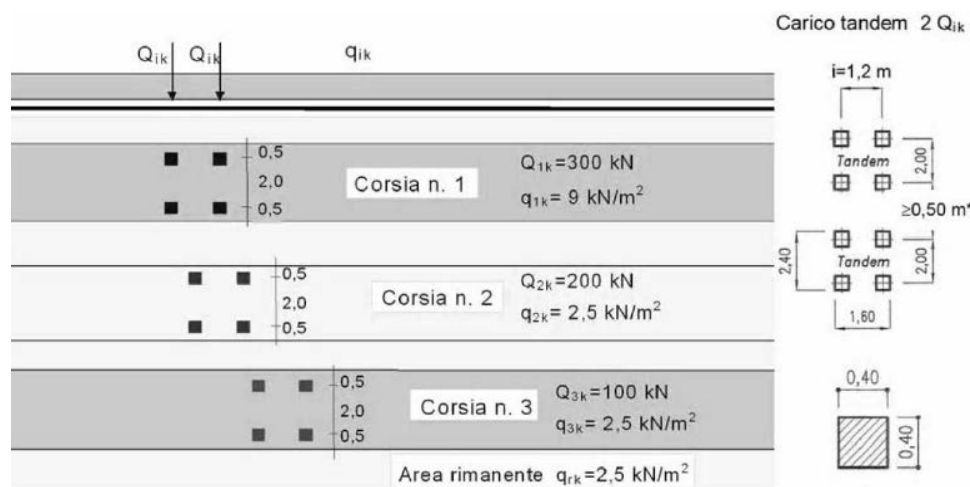


Figura 4 – Corsie: Corsia n°1, corsia n°2 e corsia n°3– Colonne di carico

Esclusivamente per le verifiche locali, si utilizza lo Schema 2, costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m e di altezza 0,35 m. Nel caso sia più gravoso, si considera il peso di una singola ruota da 200 kN.

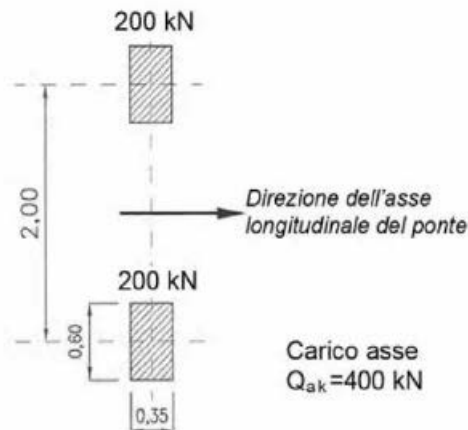


Figura 5: Schema di carico 2 per verifiche locali

Si considerano i carichi verticali associati agli schemi di carico 1 già amplificati con coefficiente dinamico pari a 1.

In particolare, nel caso in esame, poiché il calcolo è stato fatto considerando un modello trasversale piano di profondità un metro, si considera il carico stradale massimo, rappresentato dalla Corsia n°1, su tutte le corsie che interessano la soletta di copertura dello scatolare, quindi considerando la corsia di 3,0 m caricata con il mezzo convenzionale di 600 kN più il carico uniforme di 9 kN/mq ed inoltre considerando una diffusione a 45° dei carichi all'interno della pavimentazione (0.09 m), del massetto e della soletta si calcola la larghezza di ripartizione nella sezione mediana pari a 3.10 m lungo Y e 3.90 m lungo X. A questo punto si dividono le forze agenti per le due larghezze di ripartizione e si calcola il carico per unità di superficie.

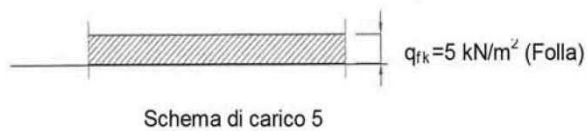
In definitiva si ottiene : $Q_1 = 58.63 \text{ kN/mq}$, $Q_2 = 55.24 \text{ kN/mq}$, $Q_5 = 2.50 \text{ kN/mq}$

Si riporta di seguito il foglio di calcolo con il riassunto dei carichi applicati:

| CARICO DISTRIBUITO SOVRACCARICO MOBILE - SCHEMA DI CARICO 1 | |
|---|---|
| Carico stradale concentrato Q1k (kN) | 600 |
| Larghezza di ripartizione lungo Y (m) = | 3.10 |
| Lunghezza di ripartizione lungo X (m) | 3.90 |
| Carico stradale distribuito Q1k (kN/mq) | 58.63 * applicato sulla larghezza di ripartizione lungo X |
| Carico stradale q1k (kN/mq) | 9.00 * da applicare all'infuori il Q1k |

| CARICO DISTRIBUITO SOVRACCARICO MOBILE - SCHEMA DI CARICO 2 | |
|---|---|
| Carico stradale concentrato Q1k (kN) | 400 |
| Larghezza di ripartizione lungo y (m) = | 1.85 |
| Lunghezza di ripartizione lungo x (m) | 4.10 |
| Carico stradale distribuito Q1k (kN/mq) | 55.24 * applicato sulla larghezza di ripartizione lungo x |
| Carico stradale q1k (kN/mq) | 2.50 * da applicare all'infuori il Q1k |

Nella zona del partitraffico si considera lo schema di carico 5 (Q5), descritto nel seguito:



7.4.1.3 Forza centrifuga (Q3)

Non si considera la forza centrifuga poiché lo scatolare è in rettilifilo.

7.4.1.4 Urto del veicolo in svio sulla barriera sicurvia (Q6)

Sulla base delle prescrizioni normative (§ 5.1.3.10 e § 3.6.3.3.2 – NTC18), l'urto di un veicolo stradale sulle barriere sicurvia è stato modellato come un sistema di forze orizzontale applicate in corrispondenza delle barriere ad un'altezza pari alla minore tra:

h_1 = altezza della barriera (pari a 1.8 m) - 0.10 m = 1.70 m;

h_2 = 1.0 m;

quindi h = 1.0 m.

La forza orizzontale è pari a 100 kN.

Il momento flettente risultante per cui risulta essere pari 100 kNm/m applicato in corrispondenza della barriera di destra e 100 kNm/m applicato in corrispondenza della barriera di sinistra.

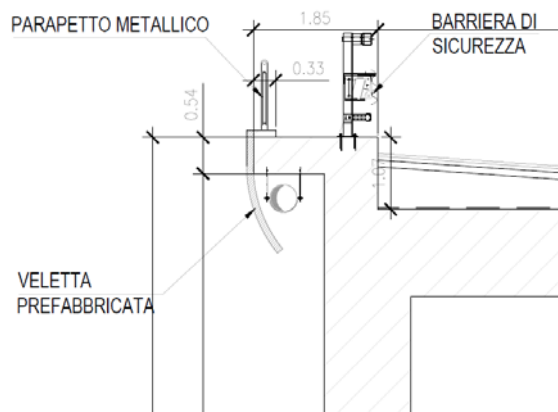


Figura 6: Schema per calcolo urto barriera

URTO VEICOLO IN SVIO

Si considera una forza orizzontale trasversale applicata ad una quota h misurata dal piano viario che risulta la minore tra:

- 1) altezza della barriera - 0.10 m
- 2) 1.00 m

Barriera laterale

Forza = 100.0 KN
quota di applicazione h = 1.00 m
Momento alla base = 100.0 KNm

Barriera centrale

Forza = 100.0 KN
quota di applicazione h = 1.00 m
Momento alla base = 100.0 KNm

7.5 Azioni climatiche

7.5.1.1 Variazione termica uniforme (ϵ_3)

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

7.6 Azione del Vento (Q5)

L'azione del vento è valutata in accordo alla normativa vigente NTC2018.

L'azione del vento è assimilata ad un carico orizzontale statico diretto ortogonalmente all'asse del piedritto di destra e di sinistra ed un carico verticale statico diretto ortogonalmente all'asse della soletta superiore e degli sbalzi.

Di seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato per calcolare l'azione del vento

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

4) Sicilia e provincia di Reggio Calabria

| | | | |
|---|-----------------|-----------|-------------|
| Zona | $v_{k,1}$ [m/s] | a_k [m] | k_s [1/s] |
| 4 | 28 | 500 | 0.02 |
| a_s (altitudine sul livello del mare [m]) | | | 7 |
| T_R (Tempo di ritorno) | | | 50 |
| $v_k = v_{k,1}$ per $a_s \leq a_k$ | | | |
| $v_k = v_{k,1} + k_s \cdot (a_s - a_k)$ per $a_k < a_s \leq 1500$ m | | | |
| v_k ($T_R = 50$ [m/s]) | | | 28.000 |
| $\alpha_R(T_R)$ | | | 1.00073 |
| $v_k(T_R) = v_k \cdot \alpha_R$ [m/s] | | | 28.021 |



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

Pressione cinetica di riferimento

$q_k = 1/2 \cdot \rho \cdot v_k^2$ ($\rho = 1,25$ kg/m³)

| | |
|--------------|--------|
| q_k [N/mq] | 490.72 |
|--------------|--------|

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati edifici o da apposite tabelle o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto pari al valore medio di q_k in corrispondenza di tutti i punti di riferimento, quali gli edifici di forma regolare nei centri urbani o di allineati industriali, oppure può essere determinato mediante analisi sperimentalistiche o facendo riferimento a dati di impregnati affidabili.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

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

Categoria di esposizione

| ZONE 1,2,3,4,5 | | | | | | | ZONA 6 | | | | | ZONE 7,8 | | | | ZONA 9 | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|----|--|----|-----|-----|-----|--------------------------------|---|----|----|---------------|---|----|---|
| costa mare 2 km 10 km 30 km 500m 750m | | | | | | | costa mare 2 km 10 km 30 km 500m | | | | | costa mare 1.5 km 0.5 km | | | | costa mare | | | |
| A | -- | IV | IV | V | V | V | A | -- | III | IV | V | V | A | -- | -- | IV | A | -- | I |
| B | -- | III | III | IV | IV | IV | B | -- | II | III | IV | IV | B | -- | -- | III | B | -- | I |
| C | -- | * | III | III | IV | IV | C | -- | II | III | III | IV | C | -- | -- | * | C | -- | I |
| D | I | II | II | II | III | ** | D | I | I | II | II | III | D | I | II | * | D | I | I |

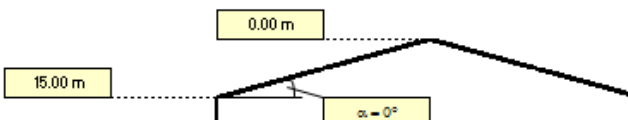
* Categoria II in zona 1,2,3,4
 Categoria III in zona 5
 ** Categoria III in zona 2,3,4,5
 Categoria IV in zona 1

| Zona | Classe di rugosità | a_s [m] |
|------|--------------------|-----------|
| 4 | B | 7 |

$c_s(z) = k_s \cdot c_1 \cdot \ln(z/a_s) [7 \cdot c_1 \cdot \ln(z/a_s)]$ per $z \geq z_{min}$
 $c_s(z) = c_s(z_{min})$ per $z < z_{min}$

| Cat. Esposiz. | k_s | a_s [m] | z_{min} [m] | c_1 |
|---------------|-------|-----------|---------------|-------|
| III | 0.2 | 0.1 | 5 | 1 |

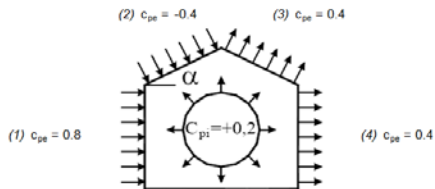
| z [m] | c_s |
|------------|-------|
| $z \leq 5$ | 1.708 |
| $z = 15$ | 2.407 |
| $z = 0$ | 1.708 |



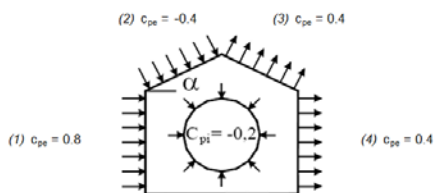
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture stagne

| | | |
|-----|-------|-------------|
| (1) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.80 | 0.945 |
| (2) | c_p | p [kN/mq] |
| | -0.40 | -0.335 |
| (3) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.40 | 0.335 |
| (4) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.40 | 0.473 |

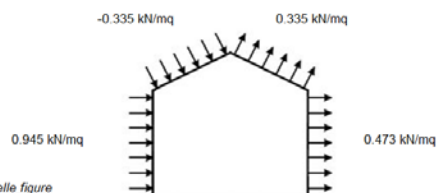


| | | |
|-----|-------|-------------|
| (1) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.80 | 0.945 |
| (2) | c_p | p [kN/mq] |
| | -0.40 | -0.335 |
| (3) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.40 | 0.335 |
| (4) | c_p | p [kN/mq] |
| | 0.40 | 0.473 |



Combinazione più sfavorevole:

| | |
|-----|-------------|
| | p [kN/mq] |
| (1) | 0.945 |
| (2) | -0.335 |
| (3) | 0.335 |
| (4) | 0.473 |



N.B. Se p (o c_{pe}) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

Si considera pertanto:

- una pressione orizzontale del vento di **0.945 kN/m²**, agente sul piedritto di sinistra;
- una pressione orizzontale del vento di **0.473 kN/m²**, agente sul piedritto di destra;
- una pressione verticale del vento di **0.335 kN/m²**, agente sulla soletta superiore e sugli sbalzi.

Il caso di ponte carico, per cui l'altezza della superficie di impatto del vento è pari all'altezza dello scatolare più tre metri, è evidentemente il più gravoso per gli effetti sulle menbrature che per le reazioni agli appoggi.

7.7 Azione della Neve

L'azione della neve è applicata in forma di carichi statici sulla soletta superiore dello scatolare.

Di seguito si riporta il foglio di calcolo dell'azione della neve.

CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE

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

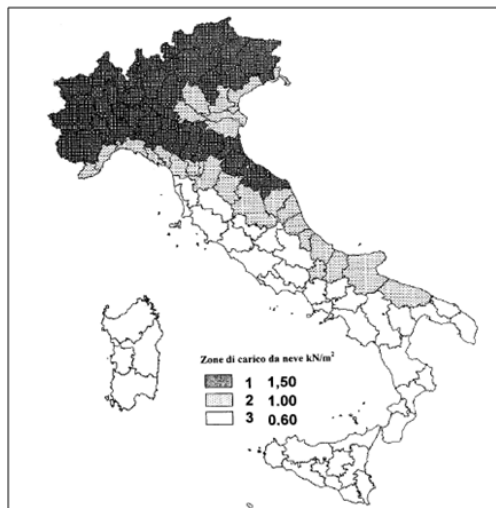
| |
|---|
| q_s (carico neve sulla copertura [N/mq]) = $\mu_i q_{sk} C_E C_t$ |
| μ_i (coefficiente di forma) |
| q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq]) |
| C_E (coefficiente di esposizione) |
| C_t (coefficiente termico) |

Valore caratteristico della neve al suolo

| | |
|---|------|
| a_s (altitudine sul livello del mare [m]) | 7 |
| q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq]) | 0.60 |

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 **Ct = 1**.



Coefficiente di esposizione

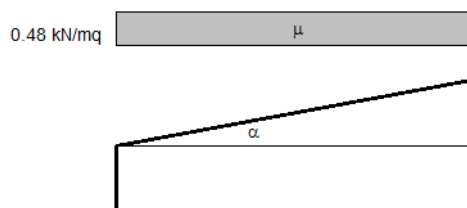
| Topografia | Descrizione | C_E |
|------------|---|-------|
| Normale | Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi. | 1 |

Valore del carico della neve al suolo

| | |
|--|------|
| q_s (carico della neve al suolo [kN/mq]) | 0.60 |
|--|------|

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

| | |
|-----------------------------------|-----|
| α (inclinazione falda [°]) | 0 |
| μ | 0.8 |



7.8 Scarichi per scalzamento

Per la verifica a scalzamento si devono considerare gli scarichi sui singoli pali prodotti dalla combinazione eccezionale G1+G2+0.8Q.

A scopo cautelativo ed in favore di sicurezza si considera la combinazione di carico SLERARA sia per l'impalcato che per la spalla:

| COMBO | SLER | IMPALCATO |
|-------------|------|-----------|
| G1 | 1 | |
| G2 | 1 | |
| C1-SCHEMA-1 | 1 | |
| C2-SCHEMA-2 | 1 | |
| C3-SCHEMA-3 | 1 | |
| C1-FRE | 1 | |
| C2-FRE | 1 | |
| C3-FRE | 1 | |
| Q5 | 1 | |
| Qw | 0.6 | |
| TEMP | 0.6 | |
| Ritiro | 0.6 | |

| COMBO | SLER | SCATOLARE | SL05 |
|------------|------|-----------|------|
| DEAD | 1 | | |
| PERM | 1 | | |
| ACC MOBILE | 1 | | |
| VENTO | 1 | | |
| TERMICO | 0.6 | | |
| RITIRO | 1 | | |

SCARICHI PALI - SCATOLARE SL05

| | | |
|----|-------------|----|
| N= | 2590 | KN |
| V= | 218 | KN |

Per la verifica a scalzamento si rimanda a specifica relazione di calcolo: elaborato RS3H.0.2.D.78.RH.GE.00.0.5.006.A.

8 Combinazioni di carico

Le azioni considerate sono le seguenti:

Le azioni considerate sono le seguenti:

- g1: peso proprio degli elementi strutturali;
- g2: carichi permanenti portati;
- ε3: variazioni termiche uniformi e differenziali;
- q1: carichi mobili;
- q3: azione longitudinale di frenamento;
- q4: azione centrifuga;
- q5: azione trasversale del vento;
- q6: azioni sismiche;

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, in osservanza ai punti 5.1.3.12 e 5.2.3 del D.M. 14 gennaio 2018, si dovranno considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV, combinate considerando gli stati limite di esercizio, gli stati limite ultimi e le condizioni sismiche.

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

| Gruppo di azioni | Carichi sulla carreggiata | | | | | Carichi su marciapiedi e piste ciclabili |
|--------------------|---|----------------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|---|
| | Carichi verticali | | | Carichi orizzontali | | Carichi verticali |
| | Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6) | Veicoli speciali | Folla (Schema di carico 5) | Frenatura q ₃ | Forza centrifuga q ₄ | Carico uniformemente distribuito |
| 1 | Valore caratteristico | | | | | Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m ² |
| 2 a | Valore frequente | | | Valore caratteristico | | |
| 2 b | Valore frequente | | | | Valore caratteristico | |
| 3 ^(*) | | | | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² |
| 4 ^(**) | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² |
| 5 ^(***) | Da definirsi per il singolo progetto | Valore caratteristico o nominale | | | | |

^(*) Ponti di 3^a categoria
^(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
^(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La Tab. 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi, il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_P = 1$.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI.

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

| Azioni | Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV) | Coefficiente ψ_0 di combinazione | Coefficiente ψ_1 (valori frequenti) | Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti) |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV) | Schema 1 (Carichi tandem) | 0,75 | 0,75 | 0,0 |
| | Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schemi 3 e 4 (carichi concentrati) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schema 2 | 0,0 | 0,75 | 0,0 |
| | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 (folla) | ---- | 0,75 | 0,0 |
| | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento q_s | Vento a ponte scarico SLU e SLE | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| | Esecuzione | 0,8 | ---- | 0,0 |
| | Vento a ponte carico | 0,6 | | |
| Neve q_s | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | esecuzione | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Temperatura | T_k | 0,6 | 0,6 | 0,5 |

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

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 STR | A2 GEO |
|--|-------------|---|---------------------|---------------------|--------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Carichi variabili da traffico | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,35 | 1,35 | 1,15 |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Distorsioni e presollecitazioni di progetto | favorevoli | γ_{e1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,00 ⁽³⁾ | 1,00 ⁽⁴⁾ | 1,00 |
| Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari | favorevoli | $\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

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

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

SLE RARA: $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$

SLE QUASI PERMANENTE: $G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

SLE FREQUENTE: $G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 17.01.2018, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- *Sisma in direzione longitudinale "X"* $\Rightarrow 1.0 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$

- *Sisma in direzione trasversale "Y"* $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 1.0 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$

- *Sisma in direzione verticale "Z"* $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 1.0 \times E_Z.$

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

In accordo con il D.M. 17/01/2018 paragrafo 3.2.4, i carichi sismici vanno combinati con le altre azioni secondo la seguente espressione:

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

dove:

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

$G_2 \Rightarrow$ carichi permanenti portati;

$E \Rightarrow$ azioni derivanti dai terremoti;

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

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

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

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

TABLE: Combination Definitions

| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
|-----------------|------------|----------|-------------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| SLU1 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU1 | | perm | 1.5 |
| SLU1 | | q1 | 1.35 |
| SLU1 | | q5 | 1.35 |
| SLU1 | | vento | 0.9 |
| SLU1 | | term+ | 0.72 |
| SLU1 | | ritiro | 0.72 |
| SLU2 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU2 | | perm | 1.5 |
| SLU2 | | q1 | 1.35 |
| SLU2 | | q5 | 1.35 |
| SLU2 | | vento | 0.9 |
| SLU2 | | term- | 0.72 |
| SLU2 | | ritiro | 0.72 |
| SLU3 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU3 | | perm | 1.5 |
| SLU3 | | q1 | 1.0125 |
| SLU3 | | q5 | 1.0125 |
| SLU3 | | vento | 1.5 |
| SLU3 | | term+ | 0.72 |
| SLU3 | | ritiro | 0.72 |
| SLU4 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU4 | | perm | 1.5 |
| SLU4 | | q1 | 1.0125 |
| SLU4 | | q5 | 1.0125 |
| SLU4 | | vento | 1.5 |
| SLU4 | | term- | 0.72 |
| SLU4 | | ritiro | 0.72 |
| CARATTERISTICA1 | Linear Add | dead | 1 |
| CARATTERISTICA1 | | perm | 1 |
| CARATTERISTICA1 | | q1 | 1 |
| CARATTERISTICA1 | | q5 | 1 |
| CARATTERISTICA1 | | term+ | 0.6 |
| CARATTERISTICA1 | | ritiro | 0.6 |
| CARATTERISTICA2 | Linear Add | dead | 1 |
| CARATTERISTICA2 | | perm | 1 |
| CARATTERISTICA2 | | q1 | 1 |
| CARATTERISTICA2 | | q5 | 1 |
| CARATTERISTICA2 | | term- | 0.6 |
| CARATTERISTICA2 | | ritiro | 0.6 |

TABLE: Combination Definitions

| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
|-----------|------------|----------|-------------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| SEIS1 | | q1 | 0 |
| SEIS1 | | SismaV | 0.3 |
| SEIS1 | | SismaH | 1 |
| SEIS1 | | term+ | 0.5 |
| SEIS2 | Linear Add | dead | 1 |
| SEIS2 | | perm | 1 |
| SEIS2 | | q1 | 0 |
| SEIS2 | | SismaV | -0.3 |
| SEIS2 | | SismaH | 1 |
| SEIS2 | | term+ | 0.5 |
| SEIS3 | Linear Add | dead | 1 |
| SEIS3 | | perm | 1 |
| SEIS3 | | q1 | 0 |
| SEIS3 | | SismaV | 0.3 |
| SEIS3 | | SismaH | 1 |
| SEIS3 | | term- | 0.5 |
| SEIS4 | Linear Add | dead | 1 |
| SEIS4 | | perm | 1 |
| SEIS4 | | q1 | 0 |
| SEIS4 | | SismaV | -0.3 |
| SEIS4 | | SismaH | 1 |
| SEIS4 | | term- | 0.5 |
| SEIS5 | Linear Add | dead | 1 |
| SEIS5 | | perm | 1 |
| SEIS5 | | q1 | 0 |
| SEIS5 | | SismaV | 1 |
| SEIS5 | | SismaH | 0.3 |
| SEIS5 | | term+ | 0.5 |
| SEIS6 | Linear Add | dead | 1 |
| SEIS6 | | perm | 1 |
| SEIS6 | | q1 | 0 |
| SEIS6 | | SismaV | -1 |
| SEIS6 | | SismaH | 0.3 |
| SEIS6 | | term+ | 0.5 |
| SEIS7 | Linear Add | dead | 1 |
| SEIS7 | | perm | 1 |
| SEIS7 | | q1 | 0 |
| SEIS7 | | SismaV | 1 |
| SEIS7 | | SismaH | 0.3 |
| SEIS7 | | term- | 0.5 |

| TABLE: Combination Definitions | | | | TABLE: Combination Definitions | | | |
|--------------------------------|------------|----------|-------------|--------------------------------|------------|--------------|-------------|
| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor | ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
| Text | Text | Text | Unitless | Text | Text | Text | Unitless |
| SEIS8 | | q1 | 0 | SLU10 | | perm | 1.5 |
| SEIS8 | | SismaV | -1 | SLU10 | | neve | 1.5 |
| SEIS8 | | SismaH | 0.3 | SLU10 | | vento | 0.9 |
| SEIS8 | | term- | 0.5 | SLU10 | | term- | 0.72 |
| SLU5 | Linear Add | dead | 1.35 | SLU10 | | ritiro | 0.72 |
| SLU5 | | perm | 1.5 | SLU11 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU5 | | q1 | 1.0125 | SLU11 | | perm | 1.5 |
| SLU5 | | q5 | 1.0125 | SLU11 | | vento | 1.5 |
| SLU5 | | vento | 0.9 | SLU11 | | term+ | 0.72 |
| SLU5 | | term+ | 1.2 | SLU11 | | ritiro | 0.72 |
| SLU5 | | ritiro | 0.72 | SLU12 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU6 | Linear Add | dead | 1.35 | SLU12 | | perm | 1.5 |
| SLU6 | | perm | 1.5 | SLU12 | | vento | 1.5 |
| SLU6 | | q1 | 1.0125 | SLU12 | | term- | 0.72 |
| SLU6 | | q5 | 1.0125 | SLU12 | | ritiro | 0.72 |
| SLU6 | | vento | 0.9 | SLU13 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU6 | | term- | 1.2 | SLU13 | | perm | 1.5 |
| SLU6 | | ritiro | 0.72 | SLU13 | | vento | 0.9 |
| SLU7 | Linear Add | dead | 1.35 | SLU13 | | term+ | 1.2 |
| SLU7 | | perm | 1.5 | SLU13 | | ritiro | 0.72 |
| SLU7 | | q1 | 1.0125 | SLU14 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU7 | | q5 | 1.0125 | SLU14 | | perm | 1.5 |
| SLU7 | | vento | 0.9 | SLU14 | | vento | 0.9 |
| SLU7 | | term+ | 0.72 | SLU14 | | term- | 1.2 |
| SLU7 | | ritiro | 1.2 | SLU14 | | ritiro | 0.72 |
| SLU8 | Linear Add | dead | 1.35 | SLU15 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU8 | | perm | 1.5 | SLU15 | | perm | 1.5 |
| SLU8 | | q1 | 1.0125 | SLU15 | | vento | 0.9 |
| SLU8 | | q5 | 1.0125 | SLU15 | | term+ | 0.72 |
| SLU8 | | vento | 0.9 | SLU15 | | ritiro | 1.2 |
| SLU8 | | term- | 0.72 | SLU16 | Linear Add | dead | 1.35 |
| SLU8 | | ritiro | 1.2 | SLU16 | | perm | 1.5 |
| SLU9 | Linear Add | dead | 1.35 | SLU16 | | vento | 0.9 |
| SLU9 | | perm | 1.5 | SLU16 | | term- | 0.72 |
| SLU9 | | neve | 1.5 | SLU16 | | ritiro | 1.2 |
| SLU9 | | vento | 0.9 | SLU-ECC | Linear Add | q2 | 1 |
| SLU9 | | term+ | 0.72 | SLU-ECC | | dead | 1 |
| SLU9 | | ritiro | 0.72 | SLU-ECC | | perm | 1 |
| | | | | SLU-ECC | | urto veicolo | 1.5 |

TABLE: Combination Definitions

| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
|-----------------|------------|----------|-------------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| EnvSlu | Envelope | SEIS1 | 1 |
| EnvSlu | | SEIS2 | 1 |
| EnvSlu | | SEIS3 | 1 |
| EnvSlu | | SEIS4 | 1 |
| EnvSlu | | SEIS5 | 1 |
| EnvSlu | | SEIS6 | 1 |
| EnvSlu | | SEIS7 | 1 |
| EnvSlu | | SEIS8 | 1 |
| EnvSlu | | SLU1 | 1 |
| EnvSlu | | SLU2 | 1 |
| EnvSlu | | SLU3 | 1 |
| EnvSlu | | SLU4 | 1 |
| EnvSlu | | SLU5 | 1 |
| EnvSlu | | SLU6 | 1 |
| EnvSlu | | SLU7 | 1 |
| EnvSlu | | SLU8 | 1 |
| EnvSlu | | SLU9 | 1 |
| EnvSlu | | SLU10 | 1 |
| EnvSlu | | SLU11 | 1 |
| EnvSlu | | SLU12 | 1 |
| EnvSlu | | SLU13 | 1 |
| EnvSlu | | SLU14 | 1 |
| EnvSlu | | SLU15 | 1 |
| EnvSlu | | SLU16 | 1 |
| EnvSlu | | SLU-ECC | 1 |
| CARATTERISTICA3 | Linear Add | dead | 1 |
| CARATTERISTICA3 | | perm | 1 |
| CARATTERISTICA3 | | q1 | 0.75 |
| CARATTERISTICA3 | | q5 | 0.75 |
| CARATTERISTICA3 | | term+ | 1 |
| CARATTERISTICA3 | | ritiro | 0.6 |
| CARATTERISTICA4 | Linear Add | dead | 1 |
| CARATTERISTICA4 | | perm | 1 |
| CARATTERISTICA4 | | q1 | 0.75 |
| CARATTERISTICA4 | | q5 | 0.75 |
| CARATTERISTICA4 | | term- | 1 |
| CARATTERISTICA4 | | ritiro | 0.6 |

TABLE: Combination Definitions

| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
|-----------------|------------|-----------------|-------------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| CARATTERISTICA4 | | ritiro | 0.6 |
| CARATTERISTICA5 | Linear Add | dead | 1 |
| CARATTERISTICA5 | | perm | 1 |
| CARATTERISTICA5 | | q1 | 0.75 |
| CARATTERISTICA5 | | q5 | 0.75 |
| CARATTERISTICA5 | | term+ | 0.6 |
| CARATTERISTICA5 | | ritiro | 1 |
| CARATTERISTICA6 | Linear Add | dead | 1 |
| CARATTERISTICA6 | | perm | 1 |
| CARATTERISTICA6 | | q1 | 0.75 |
| CARATTERISTICA6 | | q5 | 0.75 |
| CARATTERISTICA6 | | term- | 0.6 |
| CARATTERISTICA6 | | ritiro | 1 |
| Enve-Caratt | Envelope | CARATTERISTICA1 | 1 |
| Enve-Caratt | | CARATTERISTICA2 | 1 |
| Enve-Caratt | | CARATTERISTICA3 | 1 |
| Enve-Caratt | | CARATTERISTICA4 | 1 |
| Enve-Caratt | | CARATTERISTICA5 | 1 |
| Enve-Caratt | | CARATTERISTICA6 | 1 |
| FREQUENTE1 | Linear Add | dead | 1 |
| FREQUENTE1 | | perm | 1 |
| FREQUENTE1 | | q1 | 0.75 |
| FREQUENTE1 | | q5 | 0.75 |
| FREQUENTE1 | | term+ | 0.5 |
| FREQUENTE1 | | ritiro | 0.5 |
| FREQUENTE2 | Linear Add | dead | 1 |
| FREQUENTE2 | | perm | 1 |
| FREQUENTE2 | | q1 | 0.75 |
| FREQUENTE2 | | q5 | 0.75 |
| FREQUENTE2 | | term- | 0.5 |
| FREQUENTE2 | | ritiro | 0.5 |
| QUASIPERM-1 | Linear Add | dead | 1 |
| QUASIPERM-1 | | perm | 1 |
| QUASIPERM-1 | | term+ | 0.5 |
| QUASIPERM-1 | | ritiro | 0.5 |
| QUASIPERM-2 | Linear Add | dead | 1 |
| QUASIPERM-2 | | perm | 1 |
| QUASIPERM-2 | | term- | 0.5 |
| QUASIPERM-2 | | ritiro | 0.5 |
| Enve-Freq | Envelope | FREQUENTE1 | 1 |
| Enve-Freq | | FREQUENTE2 | 1 |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
 RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
 APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 32 di 91 |

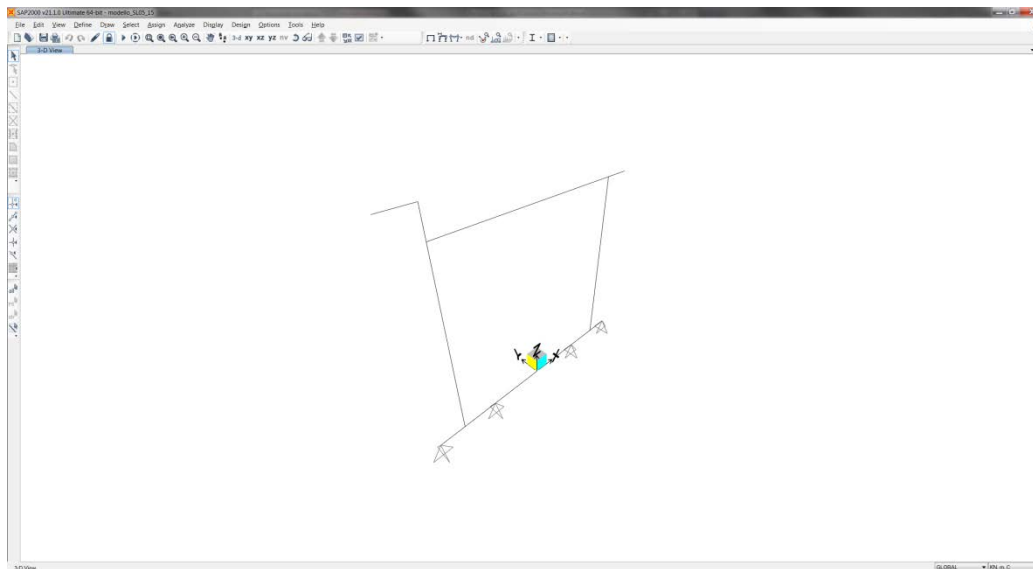
TABLE: Combination Definitions

| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| Text | Text | Text | Unitless |
| Enve-Freq | Envelope | FREQUENTE1 | 1 |
| Enve-Freq | | FREQUENTE2 | 1 |
| Enve-Quasi perm | Envelope | QUASIPERM-1 | 1 |
| Enve-Quasi perm | | QUASIPERM-2 | 1 |
| EnvSlu-STR | Envelope | SLU1 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU2 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU3 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU4 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU5 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU6 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU7 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU8 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU9 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU10 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU11 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU12 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU13 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU14 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU15 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU16 | 1 |
| EnvSlu-STR | | SLU-ECC | 1 |
| EnvSlu-SIS | Envelope | SEIS1 | 1 |
| EnvSlu-SIS | | SEIS2 | 1 |
| EnvSlu-SIS | | SEIS3 | 1 |
| EnvSlu-SIS | | SEIS4 | 1 |
| EnvSlu-SIS | | SEIS5 | 1 |
| EnvSlu-SIS | | SEIS6 | 1 |
| EnvSlu-SIS | | SEIS7 | 1 |
| EnvSlu-SIS | | SEIS8 | 1 |

9 MODELLAZIONE NUMERICA

Il calcolo dello scatolare è stato svolto utilizzando il programma di calcolo SAP2000 vers. 21, schematizzandolo con un modello bidimensionale di telaio chiuso con aste di tipo “beam”. I pali su cui poggia la soletta inferiore sono stati schematizzati con degli appoggi fissi posizionati nel baricentro.

Di seguito si riporta il modello di calcolo.



9.1 Codice di calcolo

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

Titolo SAP2000

Versione 21.0.2 advanced

Distributore CSI Italia

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

L'analisi strutturale è condotta con l'ausilio di un codice di calcolo automatico SAP 2000 v21.0.2.

Gli elementi costituenti la struttura dell'impalcato sono stati modellati utilizzando elementi *frame* e sono stati definiti avvalendo l'ipotesi di materiale elastico lineare isotropo in un campo di piccoli spostamenti e deformazioni.

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

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

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

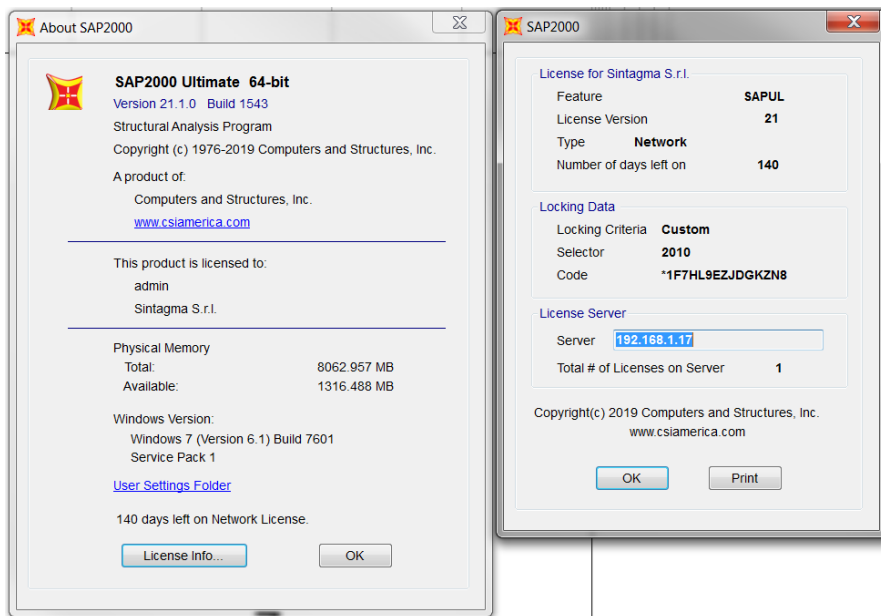
Il codice di calcolo SAP è fornito dalla C.S.I. Italia e correttamente licenziato nella versione 21.0.2.

9.3 Affidabilità dei codici di calcolo

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

Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL

Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



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

9.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di

considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

9.5 Carichi applicati

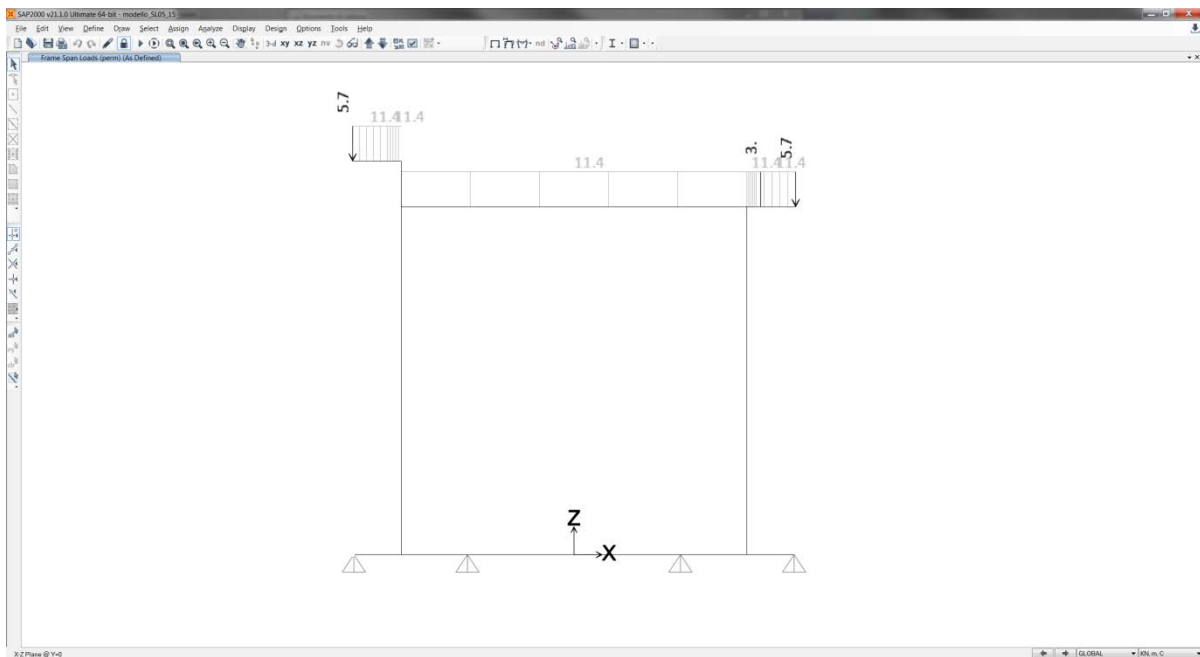


Figura 7: Permanente

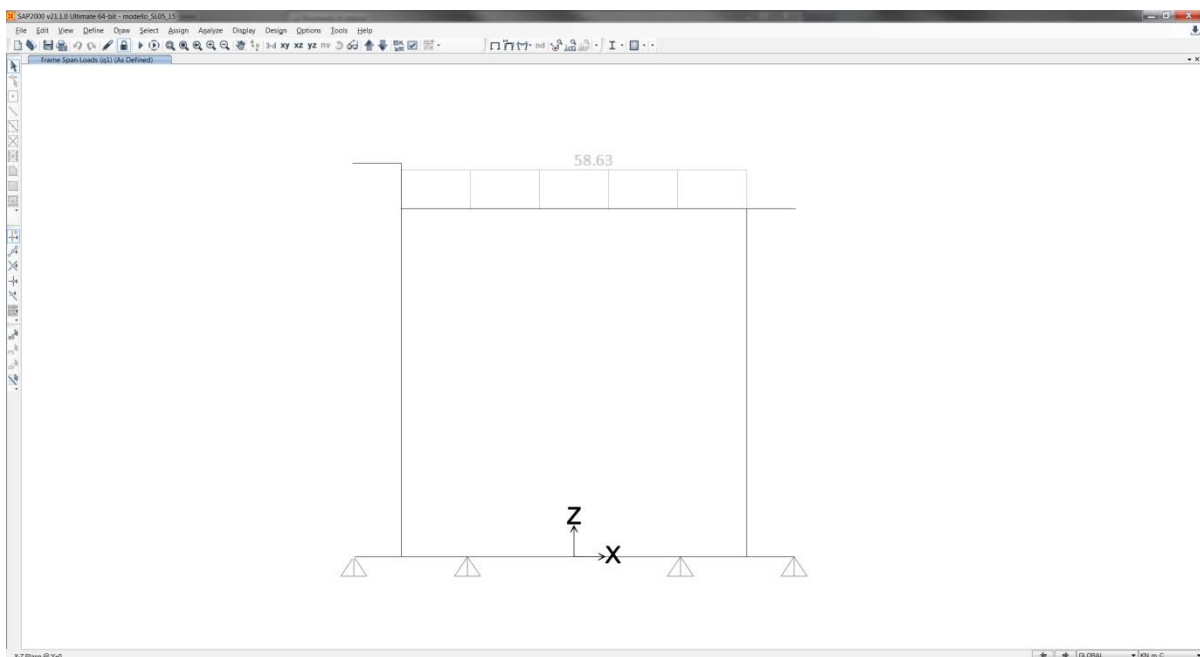


Figura 8: Caricho mobile q1

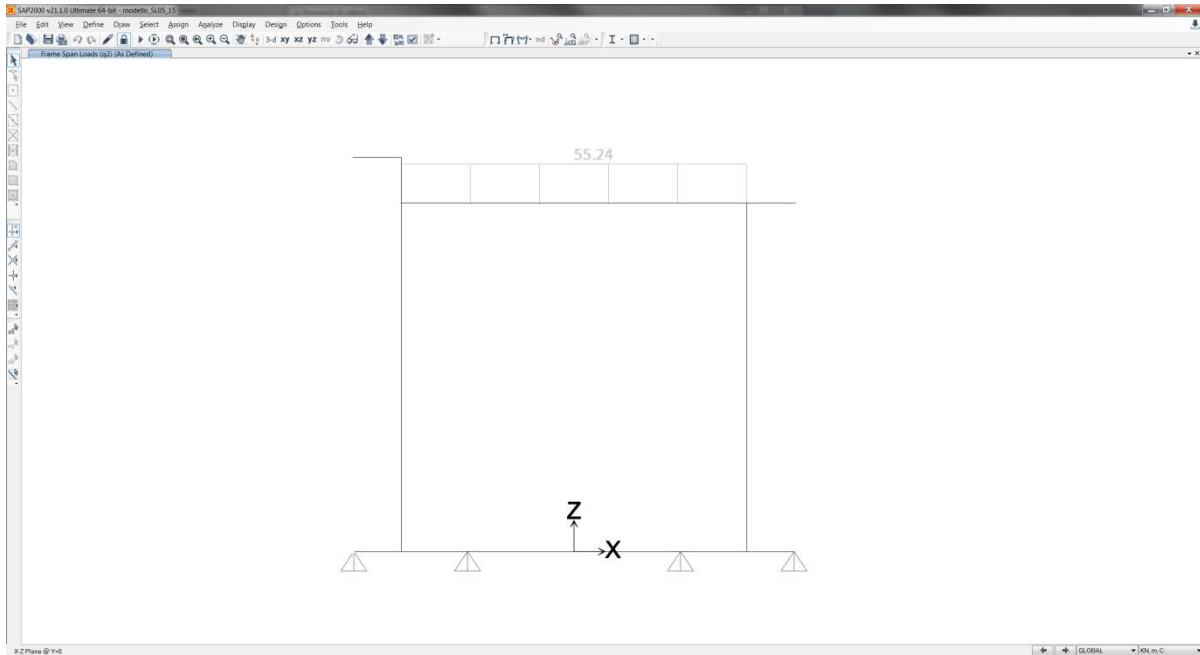


Figura 9: Caricho mobile q2

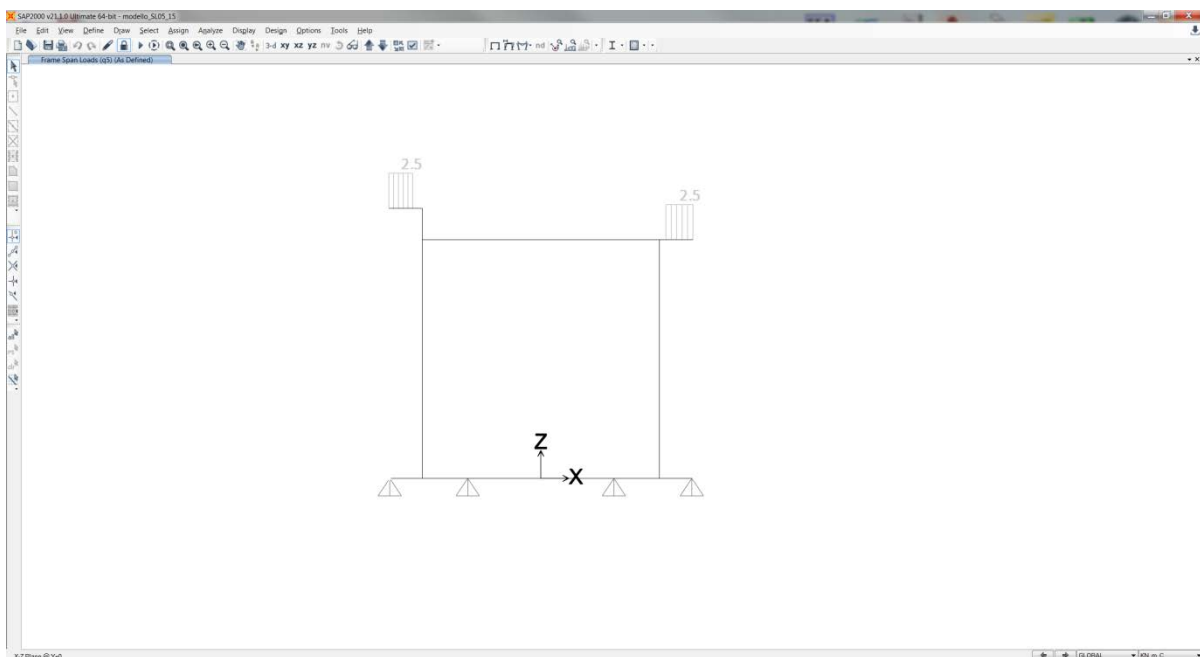


Figura 10: Caricho mobile q5

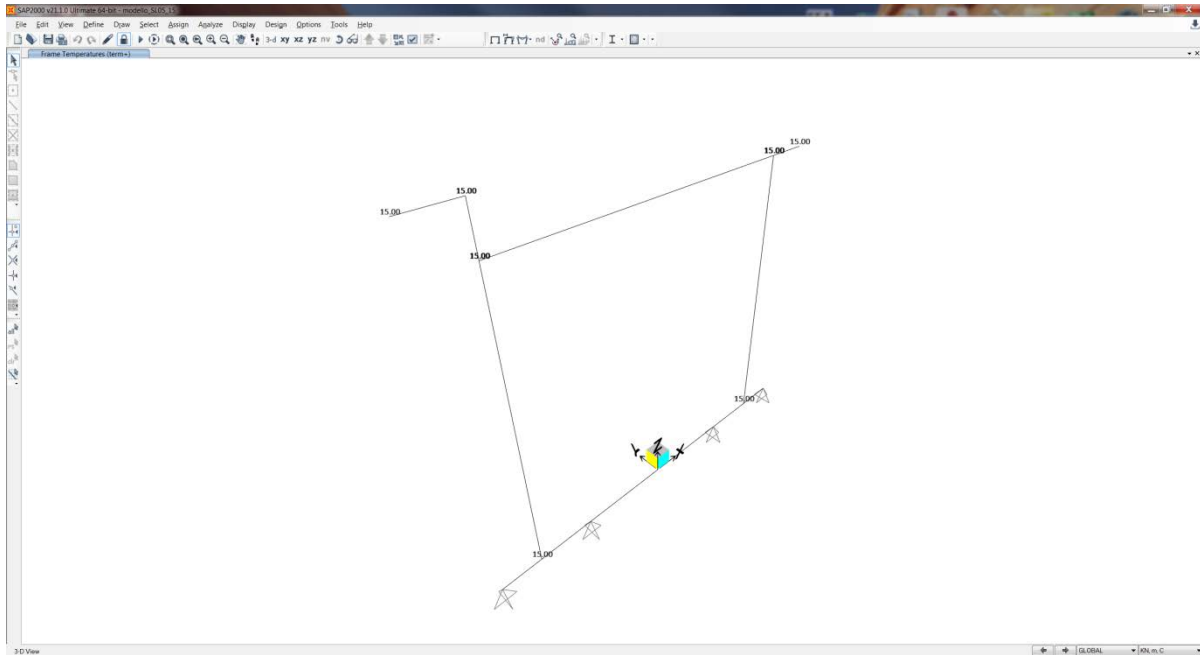


Figura 11: Termico uniforme positivo

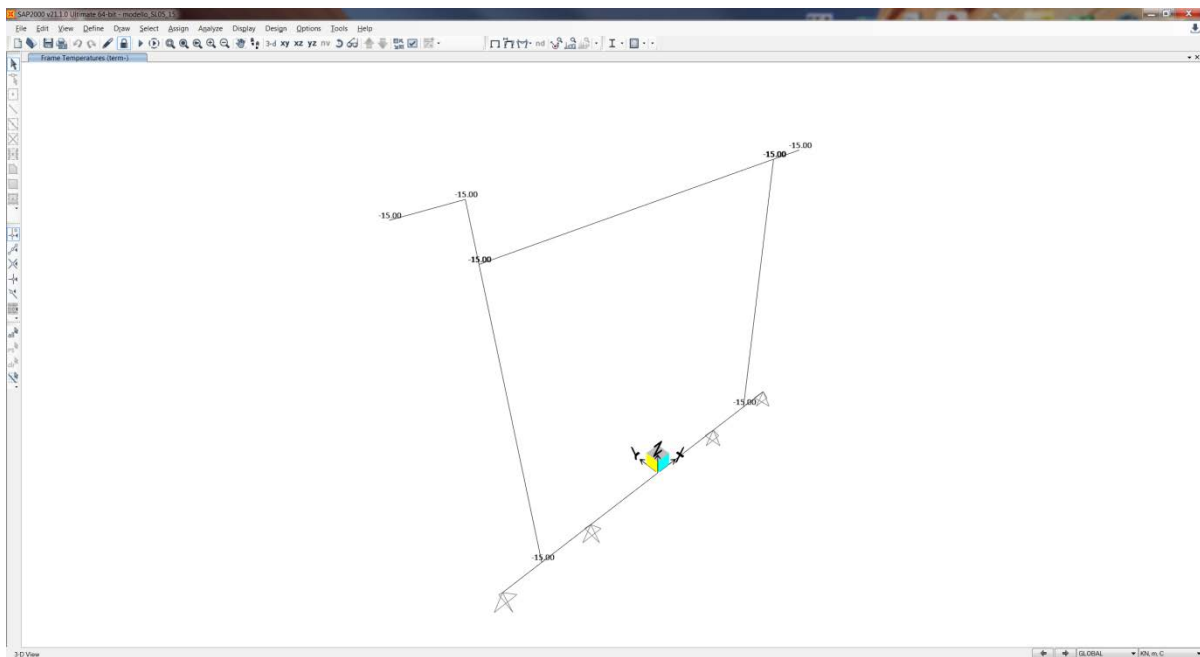


Figura 12: Termico uniforme negativo

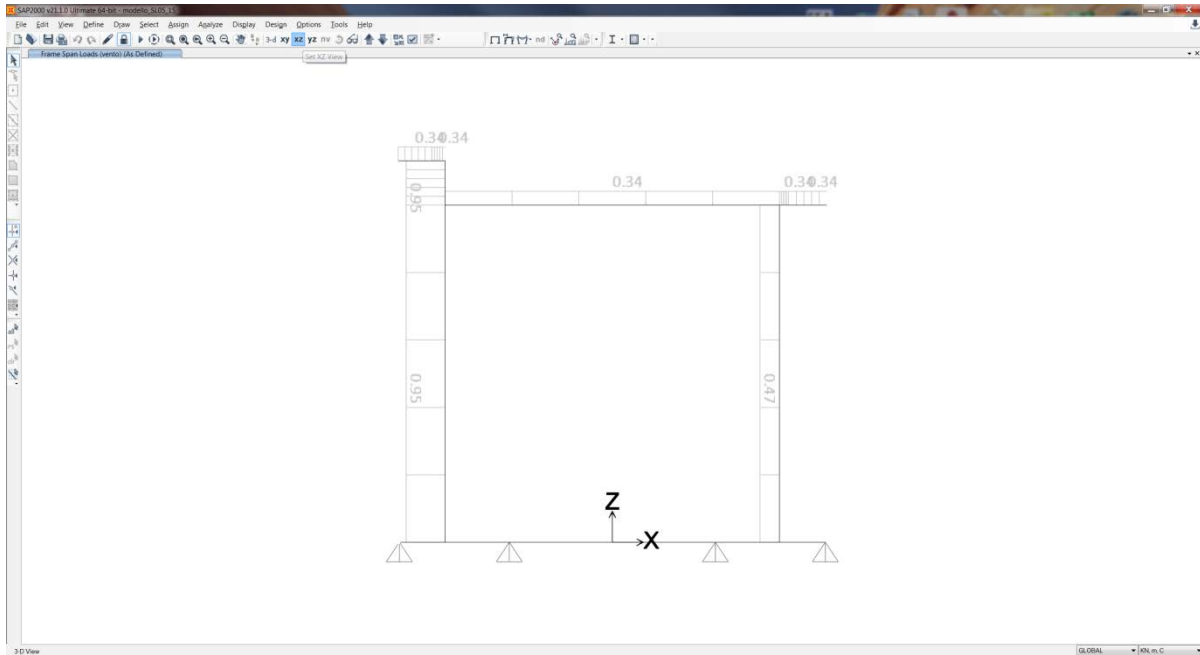


Figura 13: Vento

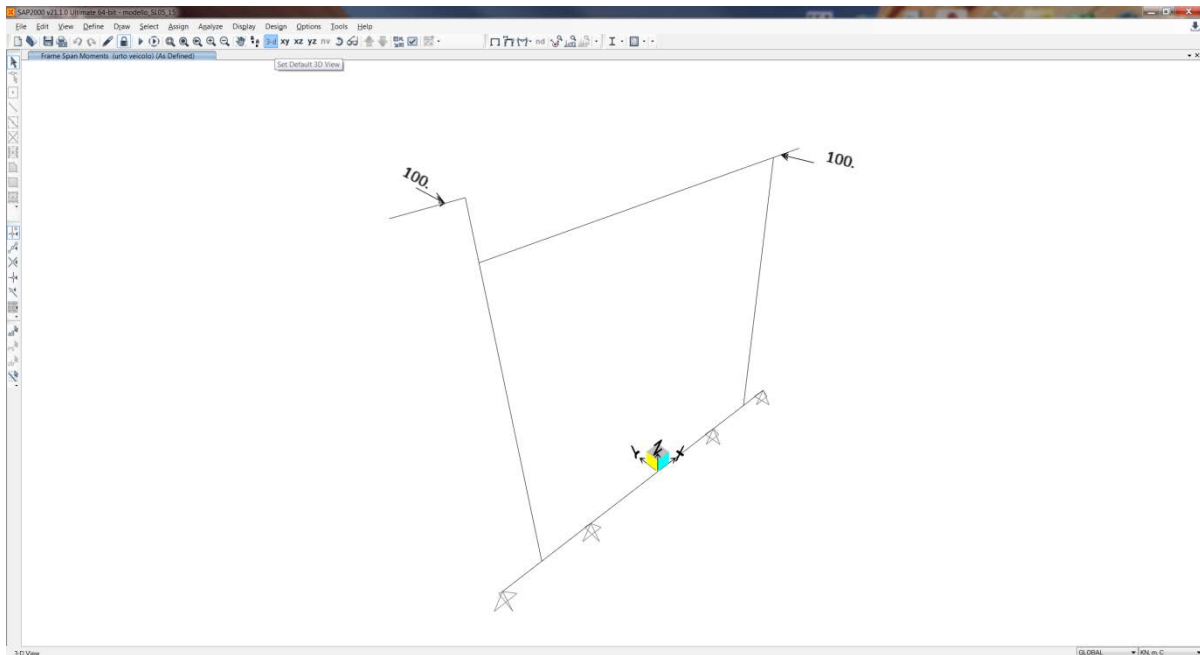


Figura 14: Urto

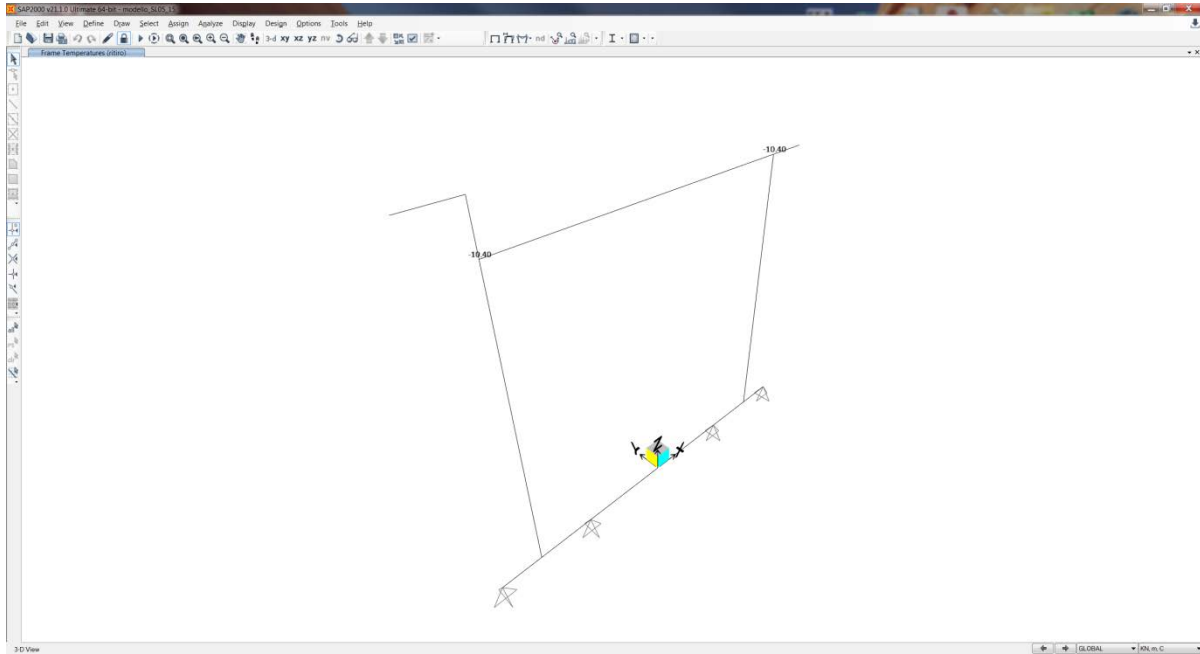


Figura 15: Ritiro

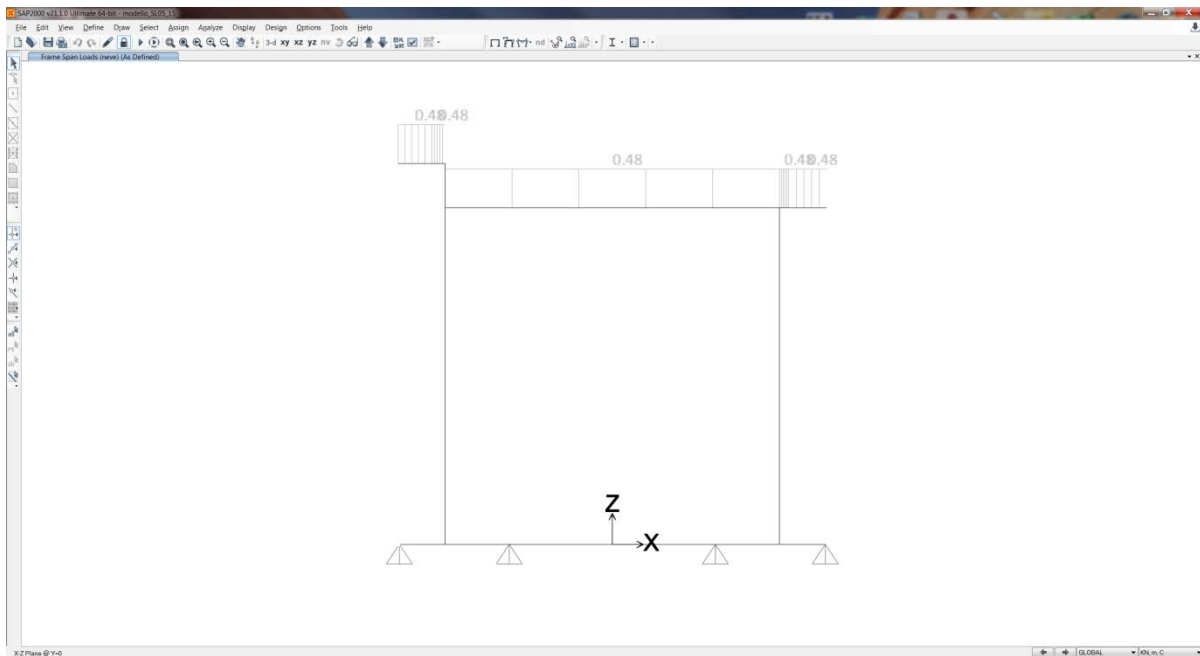


Figura 16: Schema di applicazione dell'azione della neve

9.6 Sollecitazioni di progetto

Di seguito si riportano i diagrammi di sollecitazione massimi ottenuti dal modello di calcolo. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione ottenuti, sono stati utilizzati nelle successive verifiche.

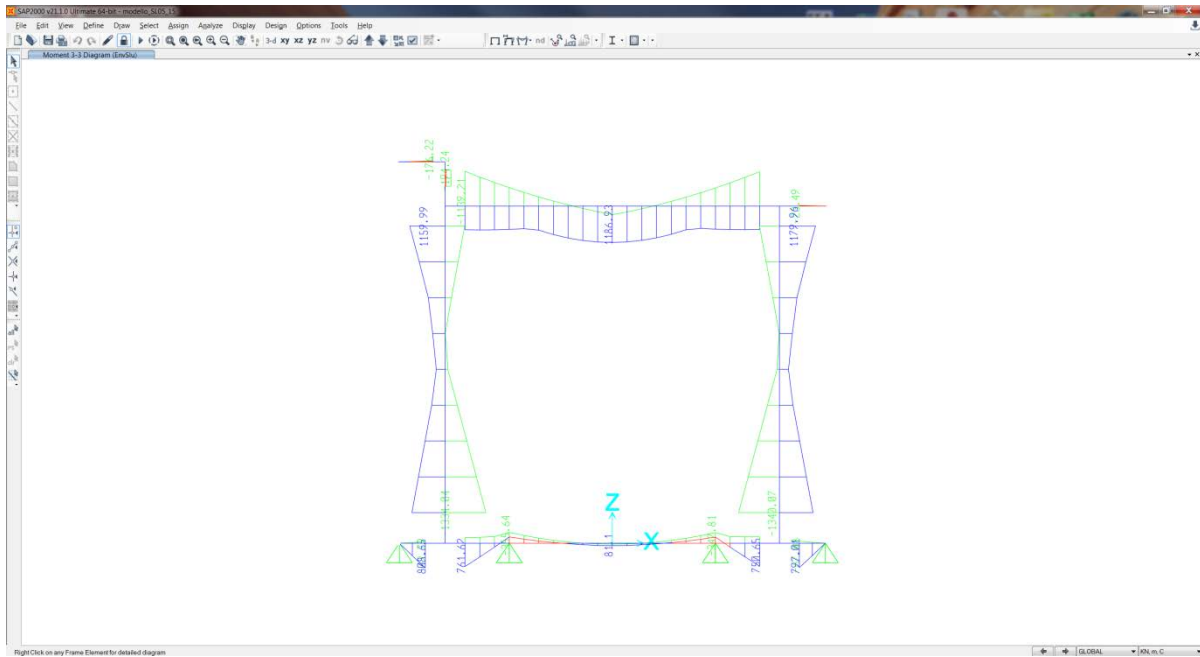


Figura 17: Diagramma del momento flettente M33 (kNm) per la combinazione di carico ENVE-SLU

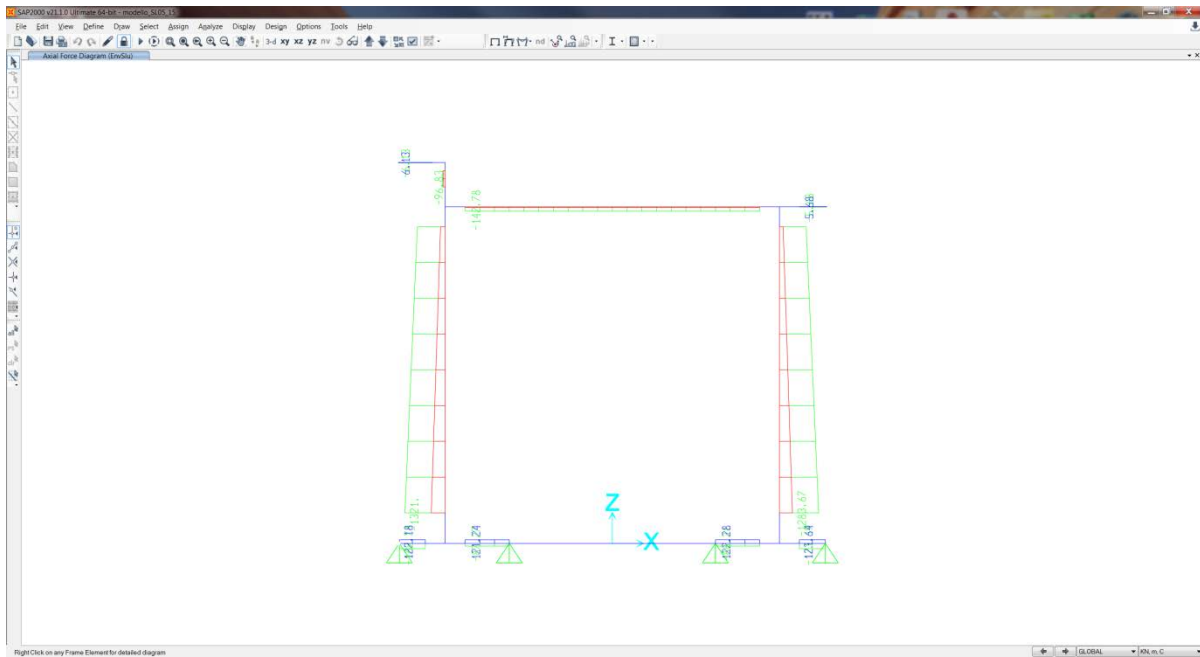


Figura 18: Diagramma dello sforzo assiale N (kN) per la combinazione di carico ENVE-SLU

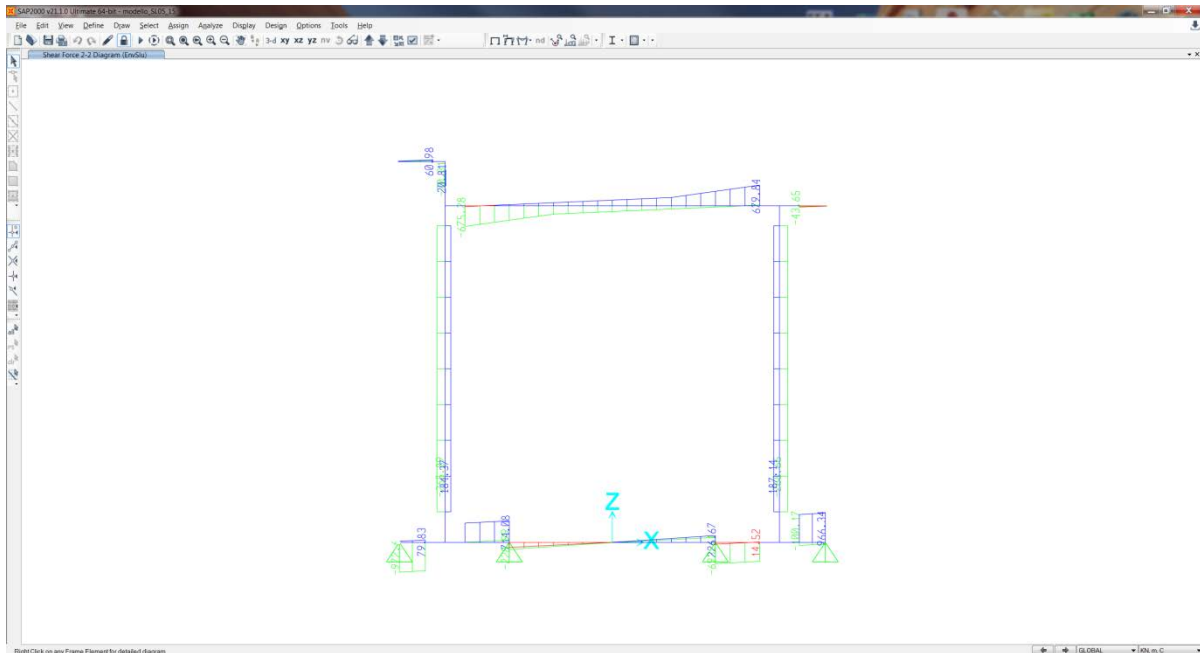


Figura 19: Diagramma del taglio V22 (kN) per la combinazione di carico ENVE-SLU

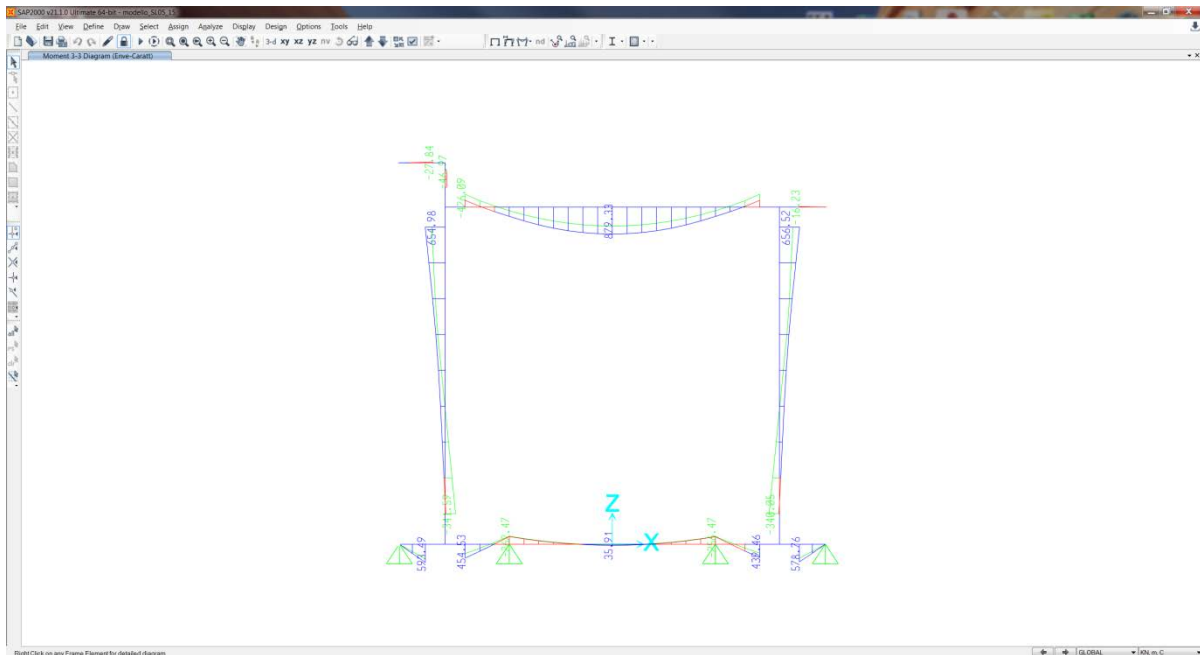


Figura 20: Momento flettente M33 (kNm) per la combinazione di carico ENVE-Caratteristica

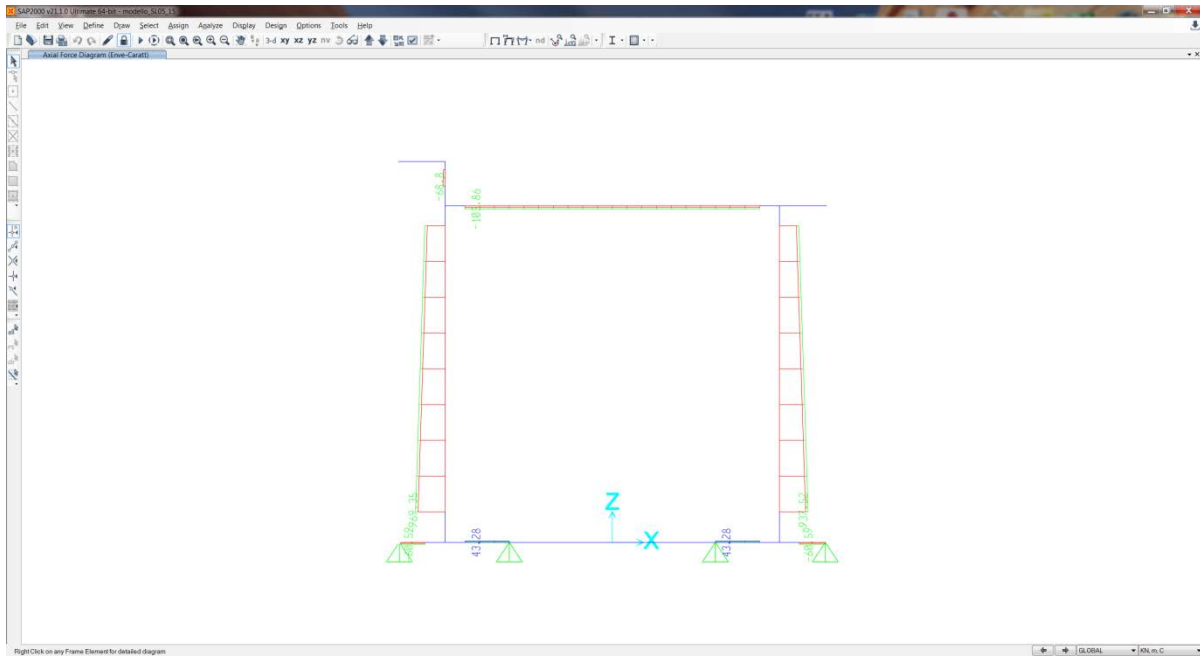


Figura 21: Diagramma dello sforzo assiale N (kN) per la combinazione di carico ENVE-Caratteristica

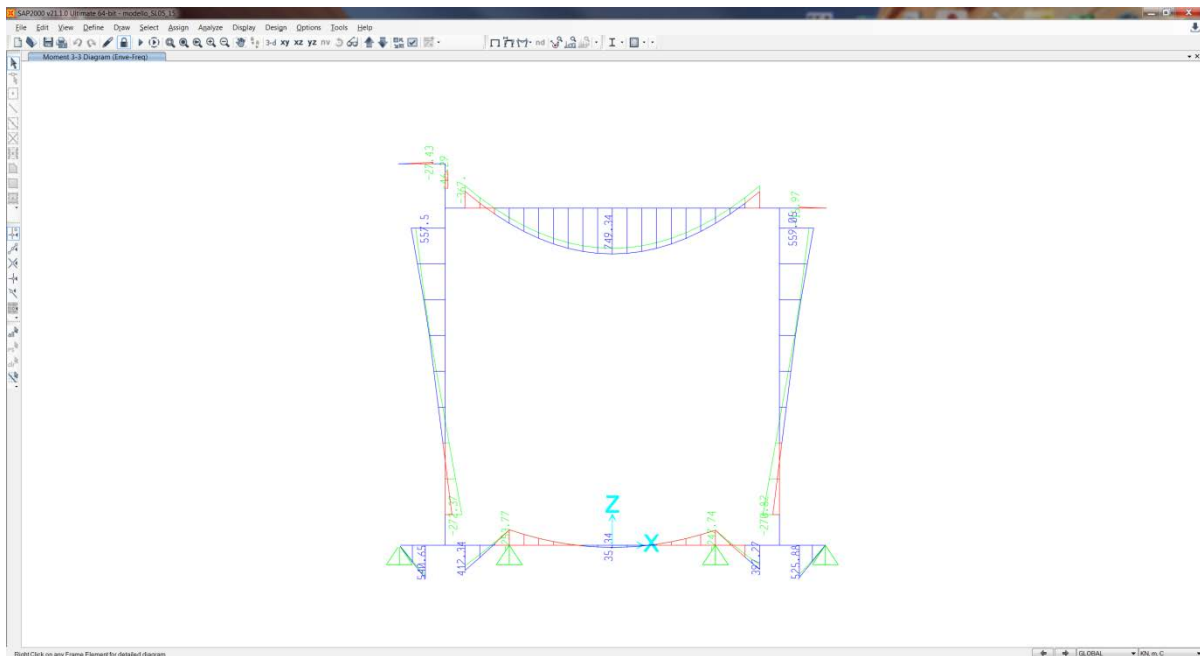


Figura 22: Diagramma del momento flettente M33 (kNm) per la combinazione di carico ENVE-Frequente

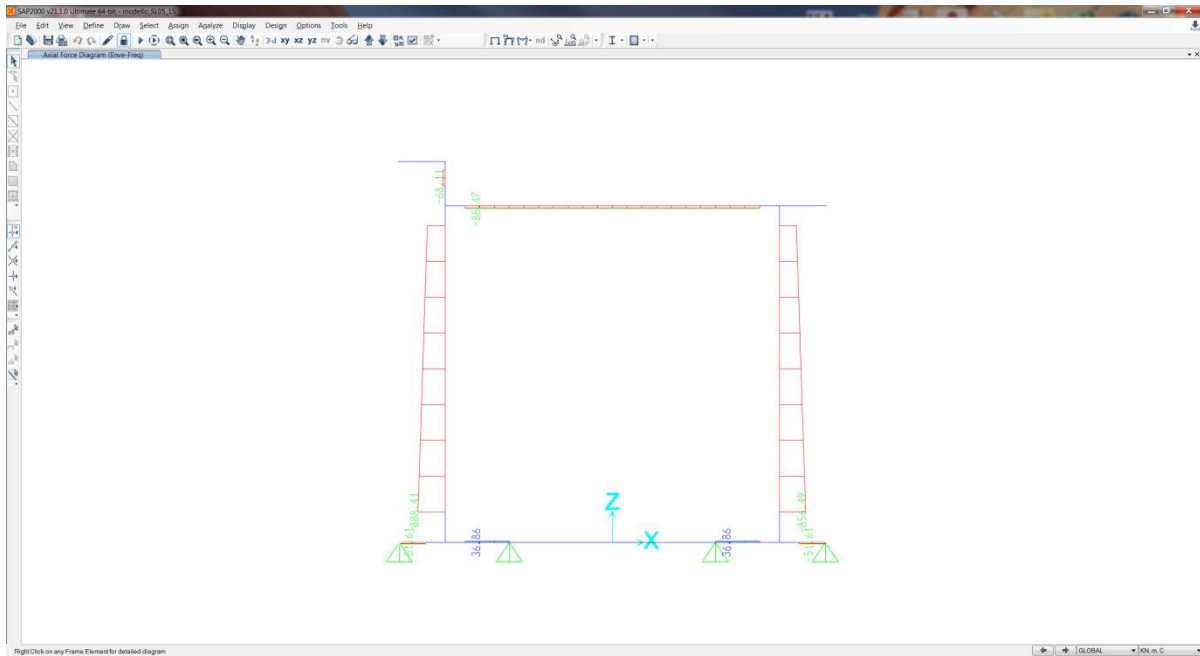


Figura 23: Diagramma dello sforzo assiale N (kN) per la combinazione di carico ENVE-Frequente

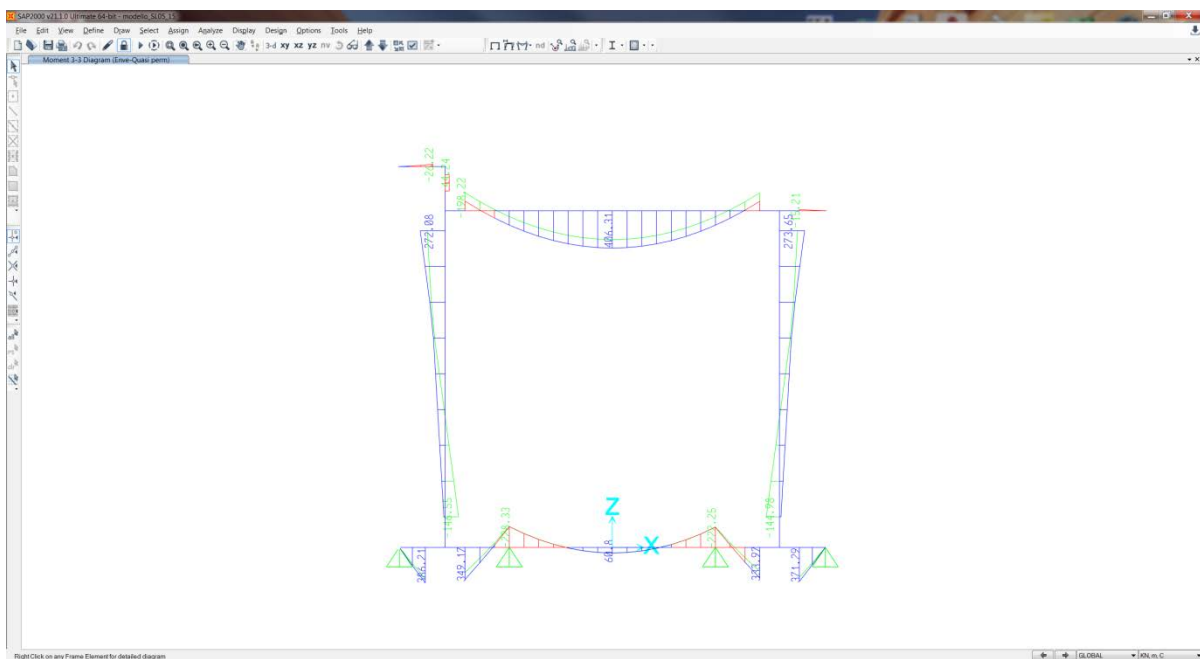


Figura 24: Diagramma del momento flettente M33 (kNm) per la combinazione di carico ENVE-Quasi perm

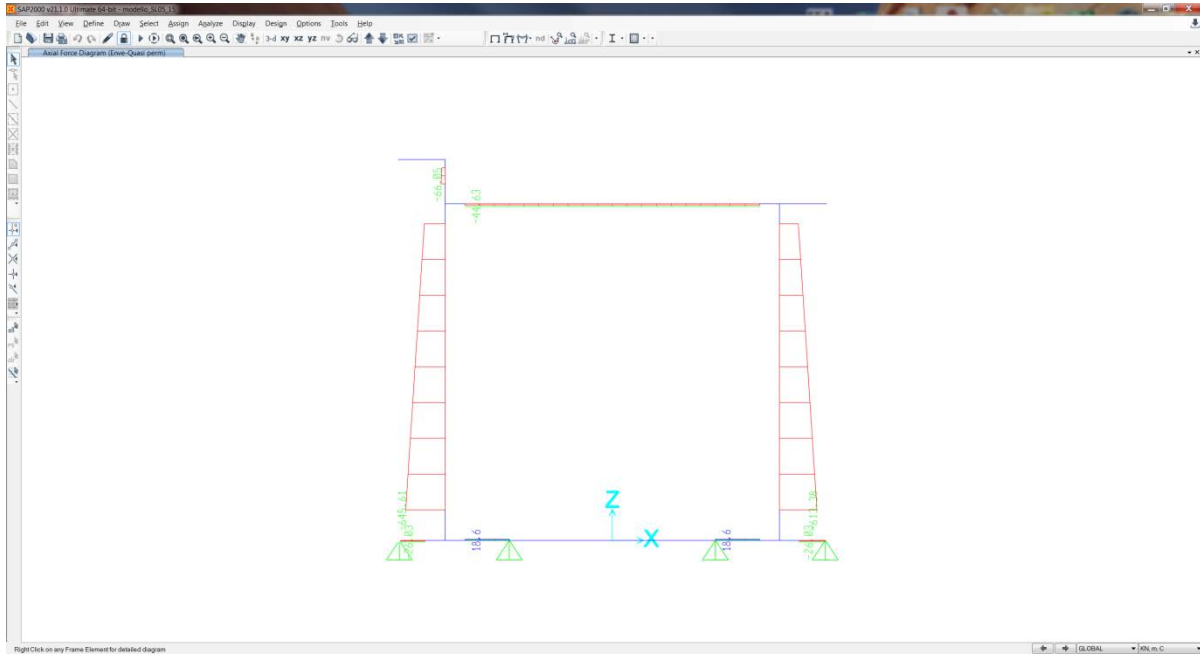
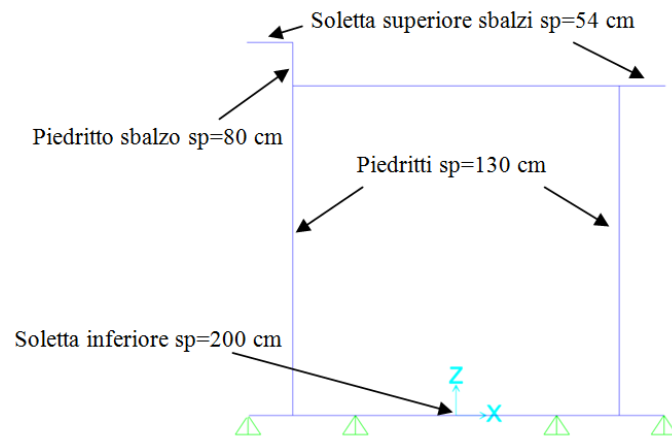


Figura 25: Diagramma dello sforzo assiale N (kN) per la combinazione di carico ENVE-Quasi perm

10 VERIFICHE

Si riportano di seguito le verifiche delle varie membrature che compongono l'opera considerando i valori massimi ottenuti dall'analisi del modello.

Di seguito sono rappresentate le sezioni del modello verificate.



10.1 Soletta inferiore

La soletta inferiore viene armata con armatura corrente orizzontale formata da $\Phi 24/10$ superiormente ed inferiormente.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di progetto che risultano dall'analisi con il programma di calcolo.

| | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|----|-----|---------|----------|---------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | 115.33 | 31.62 | 849.62 | 1 | 0.85 | EnvSlu |
| M3 | min | -82.38 | 91.65 | -355.64 | 2 | 2.1 | EnvSlu |
| V2 | max | 116.79 | 1006.05 | 0.00 | 4 | 1.5 | EnvSlu |
| V2 | min | -176.59 | -1020.80 | 0.00 | 1 | 0 | EnvSlu |
| P | max | 127.17 | -73.98 | -207.90 | 3 | 0 | EnvSlu |
| P | min | -178.04 | -51.96 | -26.11 | 4 | 0.65 | EnvSlu |

| rare | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------|-----|--------|---------|---------|-------|---------|-------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -28.51 | -533.16 | 593.49 | 1 | 0.85 | Enve-Caratt |
| M3 | min | 20.36 | 421.20 | -262.47 | 2 | 2.1 | Enve-Caratt |
| V2 | max | -28.51 | 702.15 | 0.00 | 4 | 1.5 | Enve-Caratt |
| V2 | min | -60.59 | -719.47 | 0.00 | 1 | 0 | Enve-Caratt |
| P | max | 43.28 | 452.76 | 454.53 | 2 | 0.65 | Enve-Caratt |
| P | min | -60.59 | -719.47 | 0.00 | 1 | 0 | Enve-Caratt |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| | | | | | |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 46 di 91 |

| Frequente | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----------|-----|--------|---------|---------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -36.89 | -562.78 | 540.65 | 1 | 0.85 | Enve-Freq |
| M3 | min | 26.35 | 443.60 | -253.77 | 2 | 2.1 | Enve-Freq |
| V2 | max | -36.89 | 639.93 | 0.00 | 4 | 1.5 | Enve-Freq |
| V2 | min | -51.61 | -657.31 | 0.00 | 1 | 0 | Enve-Freq |
| P | max | 36.86 | 423.13 | 412.34 | 2 | 0.65 | Enve-Freq |
| P | min | -51.61 | -657.31 | 0.00 | 1 | 0 | Enve-Freq |

| Quasi perm | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|-----|--------|---------|---------|-------|---------|-----------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -11.31 | -381.08 | 386.21 | 1 | 0.85 | Enve-Quasi perm |
| M3 | min | 8.08 | 382.50 | -228.33 | 2 | 2.1 | Enve-Quasi perm |
| V2 | max | -11.31 | 458.07 | 0.00 | 4 | 1.5 | Enve-Quasi perm |
| V2 | min | -26.03 | -475.61 | 0.00 | 1 | 0 | Enve-Quasi perm |
| P | max | 18.60 | 362.03 | 349.17 | 2 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| P | min | -26.03 | -475.61 | 0.00 | 1 | 0 | Enve-Quasi perm |

Verifica a taglio

Il valore del taglio limite per cui non risulta necessaria armatura a taglio vale:

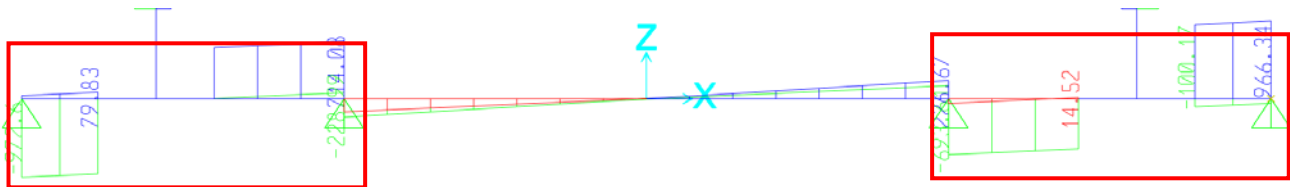
Valore limite del taglio senza armatura a taglio

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

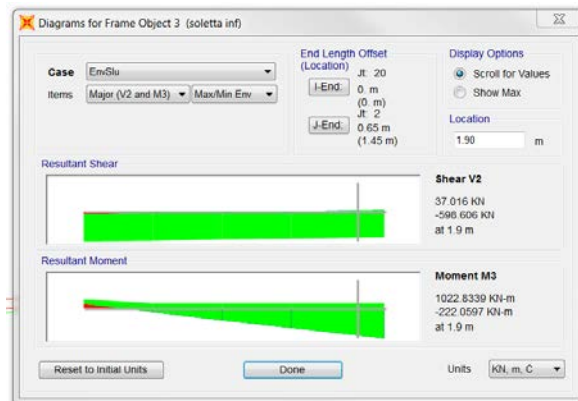
| | | | | | |
|--------------------------|----------------------|----|----|----|------|
| Rck | 40 MPa | | | | |
| fck | 33.2 MPa | | | | |
| γc | 1.5 | | | | |
| h | 2000 mm | | | | |
| d | 1912 mm | | | | |
| bw | 1000 mm | As | 10 | Φ | 24.0 |
| 1+(200/d) ^{1/4} | 1.323 | c= | 88 | mm | |
| k | 1.323 | | | | |
| Asl | 4524 mm ² | | | | |
| Asl/(bw · d) | 0.0024 | | | | |
| ρ1 | 0.002 | | | | |
| vmin | 0.307 | | | | |
| vmin · bw · d | 587047 | | | | |
| VRd | 603.6 KN | | | | |

senza considerare il contributo dello sforzo assiale

Come si può vedere dal diagramma sotto riportato nelle zone evidenziate il taglio limite viene superato per cui è necessaria armatura a taglio:



L'armatura a taglio sarà prevista per un tratto pari a 1.5 m dall'asse dei piedritti (0.85 m dal filo dei piedritti). Infatti come si può vedere dai diagrammi sotto riportati il taglio all'infuori dei tratti indicati, non viene mai superato. In particolare l'armatura a taglio necessaria è costituita da $\Phi 12/20$ a tre bracci.



Verifica a flessione e taglio

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol inf

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di Trave |
| Forma della sezione: | Rettangolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Condizioni Ambientali: | Moderat. aggressive |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità: | Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 181.30 daN/cm ² |
| | Resistenza compress. ridotta fcd': | 90.65 daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 333458 daN/cm ² |
| | Resis. media a trazione fctm: | 30.23 daN/cm ² |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 48 di 91 |

| | | |
|---|--------|---------------------|
| Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 192.00 | daN/cm ² |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 192.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 144.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |

| | | | |
|-----------|---|------------------|---------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef: | 2000000 | daN/cm ² |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito | |
| | Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$: | 1.00 | |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$: | 0.50 | |
| | Comb.Rare - Sf Limite: | 3600.0 | daN/cm ² |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 200.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø24 | (45.2 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø24 | (45.2 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.8 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.8 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 10.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno 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 | -11533 | 84962 | 3162 | 0 |
| 2 | 8238 | -35564 | 9165 | 0 |
| 3 | -11679 | 10 | 100605 | 0 |
| 4 | 17659 | 10 | -102080 | 0 |
| 5 | -12717 | -20790 | -7398 | 0 |
| 6 | 17804 | -2611 | -5196 | 0 |

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

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

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|-------|--------|
| 1 | 2851 | 59349 |
| 2 | -2036 | -26247 |
| 3 | 2851 | 0 |
| 4 | 6059 | 0 |
| 5 | -4328 | 45453 |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
 RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
 APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 49 di 91 |

6 6059 0

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

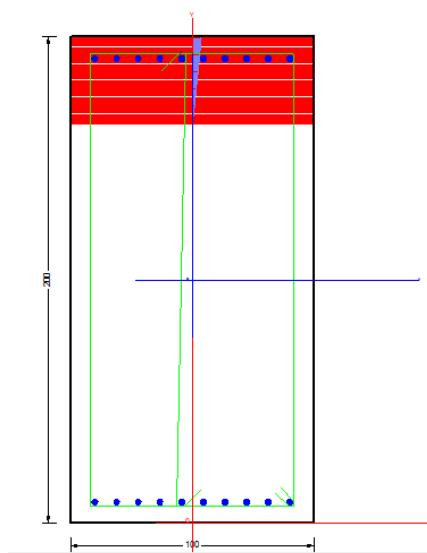
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N° Comb. | N | Mx |
|----------|-------|------------------|
| 1 | 3689 | 54065 (241676) |
| 2 | -2635 | -25377 (-227052) |
| 3 | 3689 | 0 (0) |
| 4 | 5161 | 0 (0) |
| 5 | -3686 | 41234 (228211) |
| 6 | 5161 | 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 [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N° Comb. | N | Mx |
|----------|-------|------------------|
| 1 | 1131 | 38621 (238204) |
| 2 | -808 | -22833 (-232652) |
| 3 | 1131 | 0 (0) |
| 4 | 2603 | 0 (0) |
| 5 | -1860 | 34917 (231163) |
| 6 | 2603 | 0 (0) |



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 50 di 91 |

Copriferro netto minimo staffe: 6.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (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 re | Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|--------|--------|--------|-----------------|----------|-------|------|--------|-------------|
| 1 | S | -11533 | 84962 | -11556 | 307824 | 3.623 | 164.3 | 0.19 | 0.70 | 45.2 (33.4) |
| 2 | S | 8238 | -35564 | 8234 | -324214 | 9.116 | 37.8 | 0.20 | 0.70 | 45.2 (33.4) |
| 3 | S | -11679 | 10 | -11701 | 30770330770.290 | | 164.3 | 0.19 | 0.70 | 45.2 (33.4) |
| 4 | S | 17659 | 10 | 17685 | 33197633197.624 | | 161.3 | 0.20 | 0.70 | 45.2 (33.4) |
| 5 | S | -12717 | -20790 | -12719 | -306854 | 14.760 | 35.6 | 0.19 | 0.70 | 45.2 (33.4) |
| 6 | S | 17804 | -2611 | 17800 | -332070 | 127.181 | 38.7 | 0.20 | 0.70 | 45.2 (33.4) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00045 | 200.0 | 0.00034 | 191.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 2 | 0.00048 | 0.0 | 0.00037 | 8.8 | -0.00196 | 191.2 |
| 3 | 0.00045 | 200.0 | 0.00034 | 191.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 4 | 0.00050 | 200.0 | 0.00038 | 191.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 5 | 0.00045 | 0.0 | 0.00034 | 8.8 | -0.00196 | 191.2 |
| 6 | 0.00050 | 0.0 | 0.00038 | 8.8 | -0.00196 | 191.2 |

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

| | | | |
|------------------|------|--------------------|--|
| Diametro staffe: | 12 | mm | |
| Passo staffe: | 20.0 | cm | [Passo massimo di normativa = 22.6 cm] |
| N.Bracci staffe: | 3 | | |
| Area staffe/m : | 17.0 | cm ² /m | [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m] |

VERIFICHE A TAGLIO

| | |
|-----|---|
| Ver | S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. |
| Vrd | Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC] |
| Vcd | Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC] |
| Vvd | Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC] |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 51 di 91 |

bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Colangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

| N°Comb | Ver | Vcd | Vrd | Vcd | Vvd | bw d | Ctg | Acw | Ast |
|--------|-----|---------|-------|--------|--------------|-------|-------|-------|------|
| 1 | S | 3162 | 0 | 779954 | 114231 100.0 | 191.2 | 1.000 | 1.000 | 0.5 |
| 2 | S | 9165 | 60806 | 781726 | 114231 100.0 | 191.2 | 1.000 | 1.002 | 1.4 |
| 3 | S | 100605 | 0 | 779954 | 114231 100.0 | 191.2 | 1.000 | 1.000 | 14.9 |
| 4 | S | -102080 | 62157 | 783752 | 114231 100.0 | 191.2 | 1.000 | 1.005 | 15.2 |
| 5 | S | -7398 | 0 | 779954 | 114231 100.0 | 191.2 | 1.000 | 1.000 | 1.1 |
| 6 | S | -5196 | 62178 | 783783 | 114231 100.0 | 191.2 | 1.000 | 1.005 | 0.8 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
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/cm²)
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/cm²)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 13.2 | 200.0 | 0.0 | 158.1 | -705 | 191.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 2 | S | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 37.7 | -345 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 3 | S | 0.1 | 200.0 | 0.1 | 0.0 | 2 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | S | 0.3 | 200.0 | 0.3 | 0.0 | 4 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | S | 9.7 | 200.0 | 0.0 | 162.9 | -606 | 191.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 0.3 | 200.0 | 0.3 | 0.0 | 4 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |

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

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|----------------|---------|
| 1 | S | -0.00037 | 0.00010 | 0.50 | 0.60 | 0.000212 (0.000212) | 457 | 0.097 (990.00) | 239863 |
| 2 | S | -0.00018 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000104 (0.000104) | 457 | 0.047 (990.00) | -229169 |
| 3 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 5 | S | -0.00032 | 0.00007 | 0.50 | 0.60 | 0.000182 (0.000182) | 457 | 0.083 (990.00) | 227742 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 52 di 91 |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 12.1 | 200.0 | 0.0 | 157.3 | -631 | 191.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 2 | S | 5.4 | 0.0 | 0.0 | 36.9 | -341 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 3 | S | 0.2 | 200.0 | 0.2 | 0.0 | 3 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | S | 0.2 | 200.0 | 0.2 | 0.0 | 4 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | S | 8.9 | 200.0 | 0.0 | 162.7 | -548 | 191.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 0.2 | 200.0 | 0.2 | 0.0 | 4 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00033 | 0.00009 | 0.50 | 0.60 | 0.000189 (0.000189) | 457 | 0.087 (0.30) | 241676 |
| 2 | S | -0.00018 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000102 (0.000102) | 457 | 0.047 (0.30) | -227052 |
| 3 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 5 | S | -0.00029 | 0.00007 | 0.50 | 0.60 | 0.000164 (0.000164) | 457 | 0.075 (0.30) | 228211 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 8.6 | 200.0 | 0.0 | 158.7 | -466 | 191.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 2 | S | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 39.1 | -291 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 3 | S | 0.1 | 200.0 | 0.1 | 0.0 | 1 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | S | 0.1 | 200.0 | 0.1 | 0.0 | 2 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | S | 7.6 | 200.0 | 0.0 | 161.5 | -451 | 191.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 0.1 | 200.0 | 0.1 | 0.0 | 2 | 191.2 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00025 | 0.00006 | 0.50 | 0.40 | 0.000140 (0.000140) | 457 | 0.064 (0.20) | 238204 |
| 2 | S | -0.00015 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000087 (0.000087) | 457 | 0.040 (0.20) | -232652 |
| 3 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 5 | S | -0.00024 | 0.00006 | 0.50 | 0.40 | 0.000135 (0.000135) | 457 | 0.062 (0.20) | 231163 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |

10.2 Soletta superiore

La soletta superiore viene armata con armatura corrente orizzontale formata da $\Phi 24/10$ superiormente ed inferiormente.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di progetto che risultano dall'analisi con il programma di calcolo.

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| | | | | | |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 53 di 91 |

| | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|----|-----|---------|---------|----------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -15.41 | 187.11 | 1186.93 | 12 | 5.475 | EnvSlu |
| M3 | min | -142.78 | -675.28 | -1184.04 | 12 | 0.65 | EnvSlu |
| V2 | max | -15.41 | 679.84 | 718.57 | 12 | 10.3 | EnvSlu |
| V2 | min | -142.78 | -675.28 | -1184.04 | 12 | 0.65 | EnvSlu |
| P | max | -15.41 | -81.28 | 726.26 | 12 | 0.65 | EnvSlu |
| P | min | -142.78 | -675.28 | -1184.04 | 12 | 0.65 | EnvSlu |

| rare | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------|-----|---------|---------|---------|-------|---------|-------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -48.87 | -0.23 | 879.33 | 12 | 5.475 | Enve-Caratt |
| M3 | min | -103.86 | -494.93 | -426.09 | 12 | 0.65 | Enve-Caratt |
| V2 | max | -48.87 | 494.48 | -219.83 | 12 | 10.3 | Enve-Caratt |
| V2 | min | -103.86 | -494.93 | -426.09 | 12 | 0.65 | Enve-Caratt |
| P | max | -48.87 | -424.21 | -222.03 | 12 | 0.65 | Enve-Caratt |
| P | min | -103.86 | -494.93 | -426.09 | 12 | 0.65 | Enve-Caratt |

| Frequenti | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----------|-----|--------|---------|---------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -63.24 | -0.23 | 749.34 | 12 | 5.475 | Enve-Freq |
| M3 | min | -88.47 | -424.21 | -367.00 | 12 | 0.65 | Enve-Freq |
| V2 | max | -63.24 | 423.76 | -272.42 | 12 | 10.3 | Enve-Freq |
| V2 | min | -63.24 | -424.21 | -274.62 | 12 | 0.65 | Enve-Freq |
| P | max | -63.24 | -424.21 | -274.62 | 12 | 0.65 | Enve-Freq |
| P | min | -88.47 | -424.21 | -367.00 | 12 | 0.65 | Enve-Freq |

| Quasi perm | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|-----|--------|---------|---------|-------|---------|-----------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -19.39 | -0.24 | 406.31 | 12 | 5.475 | Enve-Quasi perm |
| M3 | min | -44.63 | -212.06 | -198.22 | 12 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| V2 | max | -19.39 | 211.58 | -103.55 | 12 | 10.3 | Enve-Quasi perm |
| V2 | min | -19.39 | -212.06 | -105.85 | 12 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| P | max | -19.39 | -212.06 | -105.85 | 12 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| P | min | -44.63 | -212.06 | -198.22 | 12 | 0.65 | Enve-Quasi perm |

Verifica a taglio

Il valore del taglio limite per cui non risulta necessaria armatura a taglio vale:

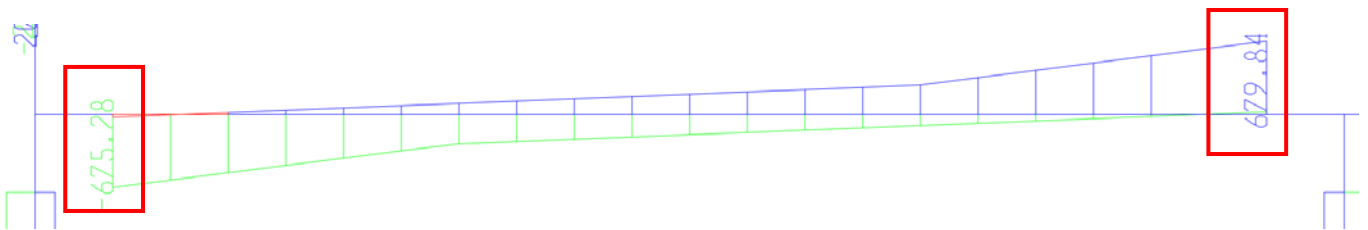
Valore limite del taglio senza armatura a taglio

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

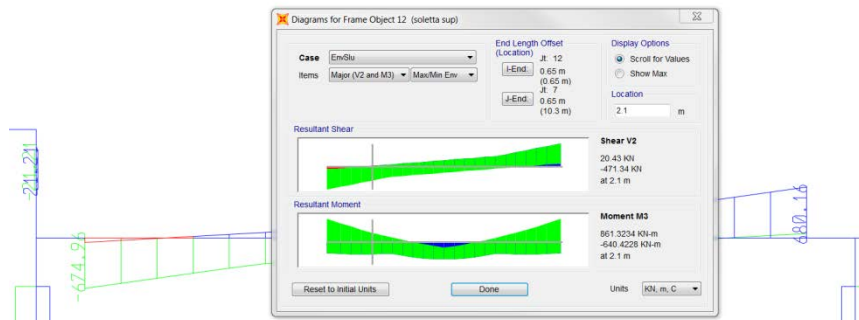
| | | | | | |
|---------------|----------|----|----|----|------|
| Rck | 40 MPa | As | 10 | Φ | 24.0 |
| fck | 33.2 MPa | c= | 88 | mm | |
| γc | 1.5 | | | | |
| h | 1300 mm | | | | |
| d | 1212 mm | | | | |
| bw | 1000 mm | | | | |
| 1+(200/d)' | 1.406 | | | | |
| k | 1.406 | | | | |
| Asl | 4524 mmq | | | | |
| Asl/(bw · d) | 0.0037 | | | | |
| ρ1 | 0.004 | | | | |
| vmin | 0.336 | | | | |
| vmin · bw · d | 407587 | | | | |
| VRd | 473.3 KN | | | | |

senza considerare il contributo dello sforzo assiale

Come si può vedere dal diagramma sotto riportato nelle zone evidenziate il taglio limite viene superato per cui è necessaria un'armatura a taglio:



L'armatura a taglio sarà prevista per un tratto pari a 2.2 m dall'asse dei piedritti (1.55 m dal filo dei piedritti). Infatti come si può vedere dai diagrammi sotto riportato il taglio all'infuori dei tratti indicati, non viene mai superato. In particolare l'armatura a taglio necessaria è costituita da Φ12/20 a tre bracci.





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 55 di 91 |

Verifica a flessione e taglio

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol sup

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di Trave |
| Forma della sezione: | Rettangolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Condizioni Ambientali: | Moderat. aggressive |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicit : | Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|--------------------------------------|---|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 | |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 181.30 | daN/cm ² |
| | Resistenza compress. ridotta fcd': | 90.65 | daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 | |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 333458 | daN/cm ² |
| | Resis. media a trazione fctm: | 30.23 | daN/cm ² |
| | Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 192.00 | daN/cm ² |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 192.00 | daN/cm ² |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 144.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm | |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef: | 2000000 | daN/cm ² |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito | |
| | Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$: | 1.00 | |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$: | 0.50 | |
| Comb.Rare - Sf Limite: | 3600.0 | daN/cm ² | |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 130.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø24 | (45.2 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø24 | (45.2 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.8 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.8 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 10.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 56 di 91 |

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Momento flettente [daNm] intorno 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 | 1541 | 118693 | 18711 | 0 |
| 2 | 14278 | -118404 | -67528 | 0 |
| 3 | 1541 | 71857 | 67984 | 0 |
| 4 | 14278 | -118404 | -67528 | 0 |
| 5 | 1541 | 72626 | -8128 | 0 |
| 6 | 14278 | -118404 | -67528 | 0 |

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

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

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|-------|--------|
| 1 | 4887 | 87933 |
| 2 | 10386 | -42609 |
| 3 | 4887 | -21983 |
| 4 | 10386 | -42609 |
| 5 | 4887 | -22203 |
| 6 | 10386 | -42609 |

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

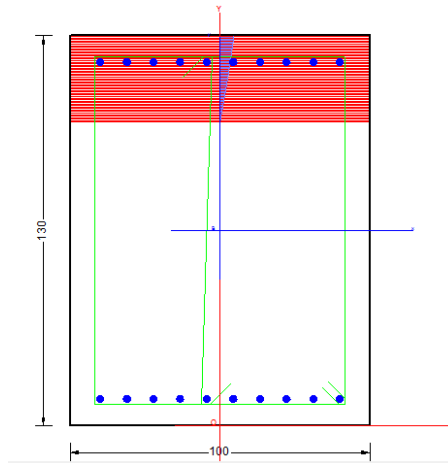
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|------------------|
| 1 | 6324 | 74934 (107276) |
| 2 | 8847 | -36700 (-111597) |
| 3 | 6324 | -27242 (-111342) |
| 4 | 6324 | -27462 (-111288) |
| 5 | 6324 | -27462 (-111288) |
| 6 | 8847 | -36700 (-111597) |

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

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

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|------------------|
| 1 | 1939 | 40631 (106312) |
| 2 | 4463 | -19822 (-111142) |
| 3 | 1939 | -10355 (-110074) |
| 4 | 1939 | -10585 (-109960) |
| 5 | 1939 | -10585 (-109960) |
| 6 | 4463 | -19822 (-111142) |



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|-----|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 7.6 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 6.5 | cm |
| Copriferro netto minimo staffe: | 6.4 | cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | |
|----------|---|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (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 re | Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[S 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|-------|---------|-------|---------|----------|-------|------|--------|-------------|
| 1 | S | 1541 | 118693 | 1518 | 198422 | 1.672 | 101.4 | 0.24 | 0.73 | 45.2 (21.2) |
| 2 | S | 14278 | -118404 | 14251 | -204953 | 1.731 | 29.5 | 0.24 | 0.74 | 45.2 (21.2) |
| 3 | S | 1541 | 71857 | 1518 | 198422 | 2.761 | 101.4 | 0.24 | 0.73 | 45.2 (21.2) |
| 4 | S | 14278 | -118404 | 14251 | -204953 | 1.731 | 29.5 | 0.24 | 0.74 | 45.2 (21.2) |
| 5 | S | 1541 | 72626 | 1518 | 198422 | 2.732 | 101.4 | 0.24 | 0.73 | 45.2 (21.2) |
| 6 | S | 14278 | -118404 | 14251 | -204953 | 1.731 | 29.5 | 0.24 | 0.74 | 45.2 (21.2) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 58 di 91 |

| | | | | | | |
|---|---------|-------|---------|-------|----------|-------|
| 1 | 0.00060 | 130.0 | 0.00042 | 121.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 2 | 0.00063 | 0.0 | 0.00044 | 8.8 | -0.00196 | 121.2 |
| 3 | 0.00060 | 130.0 | 0.00042 | 121.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 4 | 0.00063 | 0.0 | 0.00044 | 8.8 | -0.00196 | 121.2 |
| 5 | 0.00060 | 130.0 | 0.00042 | 121.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 6 | 0.00063 | 0.0 | 0.00044 | 8.8 | -0.00196 | 121.2 |

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

| | | | |
|------------------|------|--------------------|--|
| Diametro staffe: | 12 | mm | |
| Passo staffe: | 20.0 | cm | [Passo massimo di normativa = 22.6 cm] |
| N.Bracci staffe: | 3 | | |
| Area staffe/m : | 17.0 | cm ² /m | [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m] |

VERIFICHE A TAGLIO

| | |
|------|--|
| Ver | S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. |
| Vrd | Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC] |
| Vcd | Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC] |
| Vwd | Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC] |
| bw d | Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione |
| Ctg | Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato |
| Acw | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione |
| Ast | Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m] |

| N°Comb | Ver | Ved | Vrd | Vcd | Vwd | bw d | Ctg | Acw | AST |
|--------|-----|--------|-------|--------|-------------|-------|-------|-------|------|
| 1 | S | 18711 | 46967 | 494729 | 72410 100.0 | 121.2 | 1.000 | 1.001 | 4.4 |
| 2 | S | -67528 | 48748 | 497401 | 72410 100.0 | 121.2 | 1.000 | 1.006 | 15.8 |
| 3 | S | 67984 | 46967 | 494729 | 72410 100.0 | 121.2 | 1.000 | 1.001 | 15.9 |
| 4 | S | -67528 | 48748 | 497401 | 72410 100.0 | 121.2 | 1.000 | 1.006 | 15.8 |
| 5 | S | -8128 | 46967 | 494729 | 72410 100.0 | 121.2 | 1.000 | 1.001 | 1.9 |
| 6 | S | -67528 | 48748 | 497401 | 72410 100.0 | 121.2 | 1.000 | 1.006 | 15.8 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| | |
|---------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(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) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Dw Eff. | Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| Ac eff. | Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.) |
| As eff. | Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.) |
| D barre | Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2) |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 39.6 | 130.0 | 0.0 | 98.6 | -1696 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 2 | S | 19.7 | 0.0 | 0.0 | 34.5 | -741 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 3 | S | 10.2 | 0.0 | 0.0 | 34.7 | -387 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 4 | S | 19.7 | 0.0 | 0.0 | 34.5 | -741 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 5 | S | 10.3 | 0.0 | 0.0 | 34.6 | -391 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 19.7 | 0.0 | 0.0 | 34.5 | -741 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 59 di 91 |

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

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|----------------|---------|
| 1 | S | -0.00093 | 0.00030 | 0.50 | 0.60 | 0.000509 (0.000509) | 457 | 0.232 (990.00) | 106517 |
| 2 | S | -0.00041 | 0.00015 | 0.50 | 0.60 | 0.000222 (0.000222) | 457 | 0.102 (990.00) | -111674 |
| 3 | S | -0.00021 | 0.00008 | 0.50 | 0.60 | 0.000116 (0.000116) | 457 | 0.053 (990.00) | -111061 |
| 4 | S | -0.00041 | 0.00015 | 0.50 | 0.60 | 0.000222 (0.000222) | 457 | 0.102 (990.00) | -111674 |
| 5 | S | -0.00022 | 0.00008 | 0.50 | 0.60 | 0.000117 (0.000117) | 457 | 0.054 (990.00) | -110999 |
| 6 | S | -0.00041 | 0.00015 | 0.50 | 0.60 | 0.000222 (0.000222) | 457 | 0.102 (990.00) | -111674 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 33.9 | 130.0 | 0.0 | 98.1 | -1423 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 2 | S | 16.9 | 0.0 | 0.0 | 34.5 | -639 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 3 | S | 12.6 | 0.0 | 0.0 | 34.3 | -477 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 4 | S | 12.7 | 0.0 | 0.0 | 34.3 | -481 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 5 | S | 12.7 | 0.0 | 0.0 | 34.3 | -481 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 16.9 | 0.0 | 0.0 | 34.5 | -639 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00078 | 0.00025 | 0.50 | 0.60 | 0.000427 (0.000427) | 457 | 0.195 (0.30) | 107276 |
| 2 | S | -0.00035 | 0.00013 | 0.50 | 0.60 | 0.000192 (0.000192) | 457 | 0.088 (0.30) | -111597 |
| 3 | S | -0.00026 | 0.00009 | 0.50 | 0.60 | 0.000143 (0.000143) | 457 | 0.065 (0.30) | -111342 |
| 4 | S | -0.00027 | 0.00009 | 0.50 | 0.60 | 0.000144 (0.000144) | 457 | 0.066 (0.30) | -111288 |
| 5 | S | -0.00027 | 0.00009 | 0.50 | 0.60 | 0.000144 (0.000144) | 457 | 0.066 (0.30) | -111288 |
| 6 | S | -0.00035 | 0.00013 | 0.50 | 0.60 | 0.000192 (0.000192) | 457 | 0.088 (0.30) | -111597 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 18.3 | 130.0 | 0.0 | 98.7 | -787 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 2 | S | 9.2 | 0.0 | 0.0 | 34.7 | -348 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 3 | S | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 34.1 | -186 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 4 | S | 4.9 | 0.0 | 0.0 | 34.0 | -191 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 5 | S | 4.9 | 0.0 | 0.0 | 34.0 | -191 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 9.2 | 0.0 | 0.0 | 34.7 | -348 | 8.8 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00043 | 0.00014 | 0.50 | 0.40 | 0.000236 (0.000236) | 457 | 0.108 (0.20) | 106312 |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 60 di 91 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 2 | S | -0.00019 | 0.00007 | 0.50 | 0.40 | 0.000105 (0.000105) | 457 | 0.048 (0.20) | -111142 |
| 3 | S | -0.00010 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000056 (0.000056) | 457 | 0.025 (0.20) | -110074 |
| 4 | S | -0.00010 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000057 (0.000057) | 457 | 0.026 (0.20) | -109960 |
| 5 | S | -0.00010 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000057 (0.000057) | 457 | 0.026 (0.20) | -109960 |
| 6 | S | -0.00019 | 0.00007 | 0.50 | 0.40 | 0.000105 (0.000105) | 457 | 0.048 (0.20) | -111142 |

10.3 Soletta superiore sbalzi

I due sbalzi vengono armati con armatura corrente orizzontale formata da $\Phi 16/20$ superiormente ed inferiormente.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di progetto che risultano dall'analisi con il programma di calcolo.

| | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|----|-----|----|-------|--------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | 6 | 13 | 0.0 | 71 | 0 | EnvSlu |
| M3 | min | -6 | 39 | -176.2 | 71 | 1.14 | EnvSlu |
| V2 | max | 6 | 60.98 | -25.4 | 71 | 1.14 | EnvSlu |
| V2 | min | -6 | -44 | -23.5 | 73 | 0.65 | EnvSlu |
| P | max | 6 | 13 | 0.0 | 71 | 0 | EnvSlu |
| P | min | -6 | 8 | 0.0 | 71 | 0 | EnvSlu |

| rare | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------|-----|------|--------|--------|-------|---------|-------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | 0.00 | -5.70 | 0.00 | 73 | 1.55 | Enve-Caratt |
| M3 | min | 0.00 | 42.15 | -27.84 | 71 | 1.14 | Enve-Caratt |
| V2 | max | 0.00 | 42.84 | -27.43 | 71 | 1.14 | Enve-Caratt |
| V2 | min | 0.00 | -30.36 | -16.23 | 73 | 0.65 | Enve-Caratt |
| P | max | 0.00 | -29.80 | -15.97 | 73 | 0.65 | Enve-Caratt |
| P | min | 0.00 | -30.36 | -16.23 | 73 | 0.65 | Enve-Caratt |

| Frequente | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----------|-----|------|--------|--------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | 0.00 | -5.70 | 0.00 | 73 | 1.55 | Enve-Freq |
| M3 | min | 0.00 | 42.15 | -27.43 | 71 | 1.14 | Enve-Freq |
| V2 | max | 0.00 | 42.15 | -27.43 | 71 | 1.14 | Enve-Freq |
| V2 | min | 0.00 | -29.80 | -15.97 | 73 | 0.65 | Enve-Freq |
| P | max | 0.00 | -29.80 | -15.97 | 73 | 0.65 | Enve-Freq |
| P | min | 0.00 | -29.80 | -15.97 | 73 | 0.65 | Enve-Freq |

| Quasi perm | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|-----|-----|-------|-------|-------|---------|-----------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | 0.0 | -5.7 | 0.0 | 73 | 1.55 | Enve-Quasi perm |
| M3 | min | 0.0 | 40.1 | -26.2 | 71 | 1.14 | Enve-Quasi perm |
| V2 | max | 0.0 | 40.1 | -26.2 | 71 | 1.14 | Enve-Quasi perm |
| V2 | min | 0.0 | -28.1 | -15.2 | 73 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| P | max | 0.0 | -28.1 | -15.2 | 73 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| P | min | 0.0 | -28.1 | -15.2 | 73 | 0.65 | Enve-Quasi perm |

Verifica a taglio

Il valore del taglio limite per cui non risulta necessaria armatura a taglio vale:

Valore limite del taglio senza armatura a taglio

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

| | | | | |
|------------------------|----------|----|----|--------|
| Rck | 40 MPa | | | |
| fck | 33.2 MPa | | | |
| γc | 1.5 | | | |
| h | 540 mm | | | |
| d | 480 mm | | | |
| bw | 1000 mm | As | 5 | Φ 16.0 |
| 1+(200/d) ⁿ | 1.645 | c= | 60 | mm |
| k | 1.645 | | | |
| Asl | 1005 mmq | | | |
| Asl/(bw·d) | 0.0021 | | | |
| ρ1 | 0.002 | | | |
| vmin | 0.426 | | | |
| vmin·bw·d | 204326 | | | |
| VRd | 204.3 KN | | | |

senza considerare il contributo dello sforzo assiale

Come si può vedere dalla tabella sopra riportata il taglio limite non viene superato per cui non è necessaria un'armatura a taglio.

Verifica a flessione e taglio

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol sup sbalzi

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di Trave |
| Forma della sezione: | Rettangolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Condizioni Ambientali: | Moderat. aggressive |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inertia |
| Riferimento alla sismicità: | Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|----------------|---|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 | |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 181.30 | daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 | |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 333458 | daN/cm ² |
| | Resis. media a trazione fctm: | 30.23 | daN/cm ² |
| | Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 192.00 | daN/cm ² |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 192.00 | daN/cm ² |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 144.00 | daN/cm ² |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 62 di 91 |

| | | |
|-----------|---|-----------------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 daN/cm ² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 daN/cm ² |
| | Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 daN/cm ² |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 daN/cm ² |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef: | 2000000 daN/cm ² |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito |
| | Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 |
| | Comb.Rare - Sf Limite: | 3600.0 daN/cm ² |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 54.0 | cm |
| Barre inferiori: | 5Ø20 | (15.7 cm ²) |
| Barre superiori: | 5Ø20 | (15.7 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.6 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.6 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 10.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno 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 | -613 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 613 | -17622 | 0 | 0 |
| 3 | -613 | -2536 | 0 | 0 |
| 4 | 568 | -2349 | 0 | 0 |
| 5 | -613 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 613 | 0 | 0 | 0 |

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

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

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|---|-------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | -2784 |
| 3 | 0 | -2743 |
| 4 | 0 | -1623 |
| 5 | 0 | -1597 |

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

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

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

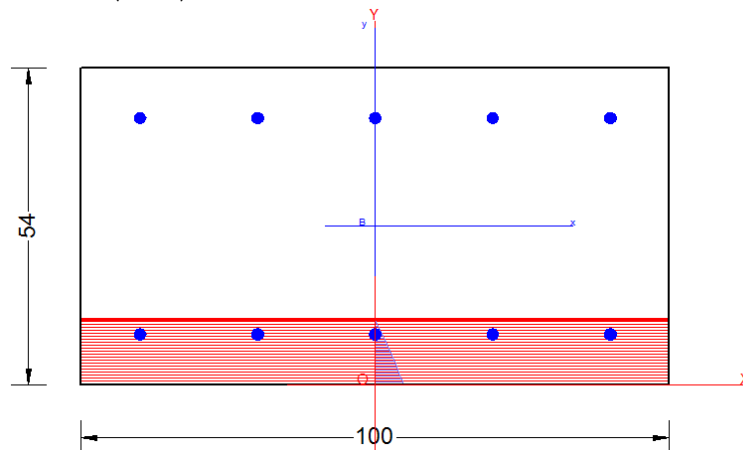
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 63 di 91 |

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|---|----------------|
| 1 | 0 | 0 (0) |
| 2 | 0 | -2743 (-16478) |
| 3 | 0 | -2743 (-16478) |
| 4 | 0 | -1597 (-16478) |
| 5 | 0 | -1597 (-16478) |

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

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

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|---|----------------|
| 1 | 0 | 0 (0) |
| 2 | 0 | -2622 (-16478) |
| 3 | 0 | -2622 (-16478) |
| 4 | 0 | -1521 (-16478) |
| 5 | 0 | -1521 (-16478) |



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|------|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 7.6 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 18.0 | cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | |
|----------|---|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (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 re | Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette) [S 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 64 di 91 |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|------|--------|------|--------|----------|------|------|--------|------------|
| 1 | S | -613 | 0 | -616 | -25218 | 9999.000 | 11.1 | 0.24 | 0.74 | 15.7 (7.9) |
| 2 | S | 613 | -17622 | 585 | -25470 | 1.445 | 11.1 | 0.25 | 0.75 | 15.7 (7.9) |
| 3 | S | -613 | -2536 | -616 | -25218 | 9.944 | 11.1 | 0.24 | 0.74 | 15.7 (7.9) |
| 4 | S | 568 | -2349 | 585 | -25470 | 10.843 | 11.1 | 0.25 | 0.75 | 15.7 (7.9) |
| 5 | S | -613 | 0 | -616 | -25218 | 9999.000 | 11.1 | 0.24 | 0.74 | 15.7 (7.9) |
| 6 | S | 613 | 0 | 585 | 25470 | 9999.000 | 42.9 | 0.25 | 0.75 | 15.7 (7.9) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00063 | 0.0 | 0.00014 | 8.6 | -0.00196 | 45.4 |
| 2 | 0.00064 | 0.0 | 0.00015 | 8.6 | -0.00196 | 45.4 |
| 3 | 0.00063 | 0.0 | 0.00014 | 8.6 | -0.00196 | 45.4 |
| 4 | 0.00064 | 0.0 | 0.00015 | 8.6 | -0.00196 | 45.4 |
| 5 | 0.00063 | 0.0 | 0.00014 | 8.6 | -0.00196 | 45.4 |
| 6 | 0.00064 | 54.0 | 0.00015 | 45.4 | -0.00196 | 8.6 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| | |
|---------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(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) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Dw Eff. | Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| Ac eff. | Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.) |
| As eff. | Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.) |
| D barre | Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2) |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 8.6 | 0.0 | 2200 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | S | 10.3 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | -433 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 3 | S | 10.1 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | -426 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 4 | S | 6.1 | 0.0 | 0.0 | 12.2 | -252 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 5 | S | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 12.2 | -248 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |

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

| | |
|-----|--|
| Ver | Esito verifica |
| e1 | Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata |
| e2 | Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata |
| K2 | = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC |
| Kt | fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2 |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 65 di 91 |

e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm Distanza massima in mm tra le fessure
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|----------------|---------|
| 1 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 2 | S | -0.00027 | 0.00008 | 0.50 | 0.60 | 0.000130 (0.000130) | 562 | 0.073 (990.00) | -16478 |
| 3 | S | -0.00027 | 0.00008 | 0.50 | 0.60 | 0.000128 (0.000128) | 562 | 0.072 (990.00) | -16478 |
| 4 | S | -0.00016 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000076 (0.000076) | 562 | 0.043 (990.00) | -16478 |
| 5 | S | -0.00016 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 562 | 0.042 (990.00) | -16478 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 8.6 | 14.0 | 2200 | 15.7 | 0.0 |
| 2 | S | 10.1 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | -426 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 3 | S | 10.1 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | -426 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 4 | S | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 12.2 | -248 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 5 | S | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 12.2 | -248 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00016 | 0.00004 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 2 | S | -0.00027 | 0.00008 | 0.50 | 0.60 | 0.000128 (0.000128) | 562 | 0.072 (0.30) | -16478 |
| 3 | S | -0.00027 | 0.00008 | 0.50 | 0.60 | 0.000128 (0.000128) | 562 | 0.072 (0.30) | -16478 |
| 4 | S | -0.00016 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 562 | 0.042 (0.30) | -16478 |
| 5 | S | -0.00016 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 562 | 0.042 (0.30) | -16478 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 8.6 | 14.0 | 2200 | 15.7 | 0.0 |
| 2 | S | 9.7 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | -407 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 3 | S | 9.7 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | -407 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 4 | S | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 12.2 | -236 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |
| 5 | S | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 12.2 | -236 | 8.6 | 14.0 | 1403 | 15.7 | 20.7 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00016 | 0.00004 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 2 | S | -0.00026 | 0.00007 | 0.50 | 0.40 | 0.000122 (0.000122) | 562 | 0.069 (0.20) | -16478 |
| 3 | S | -0.00026 | 0.00007 | 0.50 | 0.40 | 0.000122 (0.000122) | 562 | 0.069 (0.20) | -16478 |
| 4 | S | -0.00015 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000071 (0.000071) | 562 | 0.040 (0.20) | -16478 |
| 5 | S | -0.00015 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000071 (0.000071) | 562 | 0.040 (0.20) | -16478 |

10.4 Piedritti

I due piedritti vengono armati con armatura corrente orizzontale formata da $\Phi 24/10$ superiormente ed inferiormente.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di progetto che risultano dall'analisi con il programma di calcolo.

| | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|----|-----|----------|---------|----------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -182.81 | 175.40 | 1256.41 | 7 | 10.38 | EnvSlu |
| M3 | min | -1283.67 | -280.40 | -1373.76 | 7 | 1 | EnvSlu |
| V2 | max | -487.66 | 175.40 | 1065.71 | 7 | 1 | EnvSlu |
| V2 | min | -1283.67 | -280.40 | -1373.76 | 7 | 1 | EnvSlu |
| P | max | -182.81 | 175.40 | 1256.41 | 7 | 10.38 | EnvSlu |
| P | min | -1321.00 | -277.63 | -1367.74 | 5 | 1 | EnvSlu |

| rare | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------|-----|---------|---------|---------|-------|---------|-------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -551.64 | -48.87 | 656.52 | 7 | 10.38 | Enve-Caratt |
| M3 | min | -969.35 | -103.86 | -341.59 | 5 | 1 | Enve-Caratt |
| V2 | max | -888.41 | -48.87 | -20.11 | 5 | 1 | Enve-Caratt |
| V2 | min | -969.35 | -103.86 | -341.59 | 5 | 1 | Enve-Caratt |
| P | max | -551.64 | -48.87 | 656.52 | 7 | 10.38 | Enve-Caratt |
| P | min | -969.35 | -103.86 | -341.59 | 5 | 1 | Enve-Caratt |

| Frequente | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----------|-----|---------|--------|---------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -551.64 | -63.24 | 559.05 | 7 | 10.38 | Enve-Freq |
| M3 | min | -888.41 | -88.47 | -272.37 | 5 | 1 | Enve-Freq |
| V2 | max | -888.41 | -63.24 | -111.62 | 5 | 1 | Enve-Freq |
| V2 | min | -888.41 | -88.47 | -272.37 | 5 | 1 | Enve-Freq |
| P | max | -551.64 | -63.24 | 559.05 | 7 | 10.38 | Enve-Freq |
| P | min | -888.41 | -63.24 | -111.62 | 5 | 1 | Enve-Freq |

| Quasi perm | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|-----|---------|--------|---------|-------|---------|-----------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -308.54 | -19.39 | 273.65 | 7 | 10.38 | Enve-Quasi perm |
| M3 | min | -645.61 | -44.63 | -146.55 | 5 | 1 | Enve-Quasi perm |
| V2 | max | -645.61 | -19.39 | 14.19 | 5 | 1 | Enve-Quasi perm |
| V2 | min | -645.61 | -44.63 | -146.55 | 5 | 1 | Enve-Quasi perm |
| P | max | -308.54 | -19.39 | 273.65 | 7 | 10.38 | Enve-Quasi perm |
| P | min | -645.61 | -19.39 | 14.19 | 5 | 1 | Enve-Quasi perm |

Verifica a taglio

Il valore del taglio limite per cui non risulta necessaria armatura a taglio vale:

| Valore limite del taglio senza armatura a taglio | | | | | |
|--|----------|----|----|--------|------|
| $V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ | | | | | |
| Rck | 40 MPa | | | | |
| fck | 33.2 MPa | | | | |
| γ_c | 1.5 | | | | |
| h | 1300 mm | | | | |
| d | 1212 mm | | | | |
| bw | 1000 mm | As | 10 | Φ | 24.0 |
| $1+(200/d)^2$ | 1.406 | c= | 88 | mm | |
| k | 1.406 | | | | |
| Asl | 4524 mmq | | | | |
| Asl/(bw · d) | 0.0037 | | | | |
| ρ_1 | 0.004 | | | | |
| vmin | 0.336 | | | | |
| vmin · bw · d | 407587 | | | | |
| VRd | 473.3 KN | | | | |
| senza considerare il contributo dello sforzo assiale | | | | | |

Come si può vedere dalla tabella sopra riportata il taglio limite non viene superato per cui non è necessaria un'armatura a taglio.

Verifica a flessione e taglio

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: piedritto

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistente: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di Trave |
| Forma della sezione: | Rettangolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Condizioni Ambientali: | Moderat. aggressive |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità: | Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 181.30 daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 333458 daN/cm ² |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 68 di 91 |

| | | |
|---|--------|---------------------|
| Resis. media a trazione fctm: | 30.23 | daN/cm ² |
| Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 192.00 | daN/cm ² |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 192.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 144.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |

ACCIAIO -

| | | |
|---|------------------|---------------------|
| Tipo: | B450C | |
| Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef: | 2000000 | daN/cm ² |
| Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito | |
| Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 | |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 | |
| Comb.Rare - Sf Limite: | 3600.0 | daN/cm ² |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 130.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø24 | (45.2 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø24 | (45.2 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.8 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.8 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 10.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno 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 | 18281 | 125641 | 0 | 0 |
| 2 | 128367 | -137376 | 0 | 0 |
| 3 | 48766 | 106571 | 0 | 0 |
| 4 | 128367 | -137376 | 0 | 0 |
| 5 | 18281 | 125641 | 0 | 0 |
| 6 | 132100 | -136774 | 0 | 0 |

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

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

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|-------|--------|
| 1 | 55164 | 65652 |
| 2 | 96935 | -34159 |
| 3 | 88841 | -2011 |
| 4 | 96935 | -34159 |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
 RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
 APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 69 di 91 |

| | | |
|---|-------|--------|
| 5 | 55164 | 65652 |
| 6 | 96935 | -34159 |

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

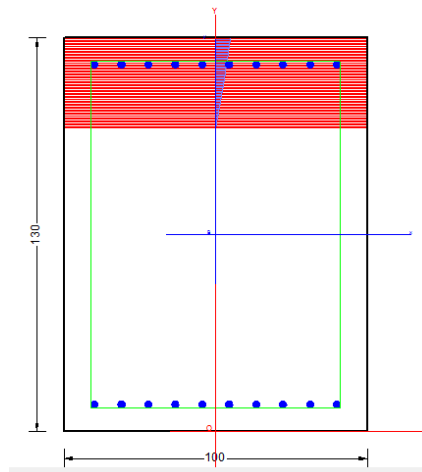
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|-------|------------------|
| 1 | 55164 | 55905 (138070) |
| 2 | 88841 | -27237 (-499769) |
| 3 | 88841 | -11162 (0) |
| 4 | 88841 | -27237 (-499769) |
| 5 | 55164 | 55905 (138070) |
| 6 | 88841 | -11162 (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 [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|-------|----------------|
| 1 | 30854 | 27365 (144541) |
| 2 | 64561 | -14655 (0) |
| 3 | 64561 | 1419 (0) |
| 4 | 64561 | -14655 (0) |
| 5 | 30854 | 27365 (144541) |
| 6 | 64561 | 1419 (0) |



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|-----|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 7.6 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 6.5 | cm |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 70 di 91 |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | |
|----------|---|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (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 re | Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]; non richiesto per calcolo non dissipativo |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|--------|---------|--------|---------|----------|-------|------|--------|-------------|
| 1 | S | 18281 | 125641 | 18286 | 207012 | 1.648 | 100.2 | 0.25 | 0.75 | 45.2 (21.2) |
| 2 | S | 128367 | -137376 | 128344 | -261178 | 1.901 | 36.9 | 0.30 | 0.82 | 45.2 (21.2) |
| 3 | S | 48766 | 106571 | 48753 | 222380 | 2.087 | 98.0 | 0.26 | 0.77 | 45.2 (21.2) |
| 4 | S | 128367 | -137376 | 128344 | -261178 | 1.901 | 36.9 | 0.30 | 0.82 | 45.2 (21.2) |
| 5 | S | 18281 | 125641 | 18286 | 207012 | 1.648 | 100.2 | 0.25 | 0.75 | 45.2 (21.2) |
| 6 | S | 132100 | -136774 | 132128 | -262978 | 1.923 | 37.2 | 0.31 | 0.82 | 45.2 (21.2) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00064 | 130.0 | 0.00045 | 121.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 2 | 0.00086 | 0.0 | 0.00065 | 8.8 | -0.00196 | 121.2 |
| 3 | 0.00070 | 130.0 | 0.00051 | 121.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 4 | 0.00086 | 0.0 | 0.00065 | 8.8 | -0.00196 | 121.2 |
| 5 | 0.00064 | 130.0 | 0.00045 | 121.2 | -0.00196 | 8.8 |
| 6 | 0.00087 | 0.0 | 0.00066 | 8.8 | -0.00196 | 121.2 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| | |
|---------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(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] |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X, Y, O) |
| Dw Eff. | Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| Ac eff. | Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.) |
| As eff. | Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.) |
| D barre | Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2) |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 31.7 | 130.0 | 0.0 | 84.0 | -775 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 71 di 91 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-------|-----|-------|------|-------|------|------|------|-----|
| 2 | S | 17.1 | 0.0 | 0.0 | 103.7 | -45 | 8.8 | 8.9 | 895 | 45.2 | 9.2 |
| 3 | S | 6.8 | 0.0 | 5.6 | 130.0 | 85 | 8.8 | 0.0 | 2200 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | S | 17.1 | 0.0 | 0.0 | 103.7 | -45 | 8.8 | 8.9 | 895 | 45.2 | 9.2 |
| 5 | S | 31.7 | 130.0 | 0.0 | 84.0 | -775 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 17.1 | 0.0 | 0.0 | 103.7 | -45 | 8.8 | 8.9 | 895 | 45.2 | 9.2 |

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

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|----------------|---------|
| 1 | S | -0.00043 | 0.00024 | 0.50 | 0.60 | 0.000233 (0.000233) | 457 | 0.106 (990.00) | 131922 |
| 2 | S | -0.00003 | 0.00013 | 0.50 | 0.60 | 0.000013 (0.000013) | 339 | 0.005 (990.00) | -335801 |
| 3 | S | 0.00005 | 0.00004 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 4 | S | -0.00003 | 0.00013 | 0.50 | 0.60 | 0.000013 (0.000013) | 339 | 0.005 (990.00) | -335801 |
| 5 | S | -0.00043 | 0.00024 | 0.50 | 0.60 | 0.000233 (0.000233) | 457 | 0.106 (990.00) | 131922 |
| 6 | S | -0.00003 | 0.00013 | 0.50 | 0.60 | 0.000013 (0.000013) | 339 | 0.005 (990.00) | -335801 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 27.1 | 130.0 | 0.0 | 80.6 | -590 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 2 | S | 14.2 | 0.0 | 0.0 | 113.7 | -14 | 8.8 | 5.5 | 548 | 45.2 | 9.2 |
| 3 | S | 9.4 | 0.0 | 3.0 | 130.0 | 51 | 8.8 | 0.0 | 2200 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | S | 14.2 | 0.0 | 0.0 | 113.7 | -14 | 8.8 | 5.5 | 548 | 45.2 | 9.2 |
| 5 | S | 27.1 | 130.0 | 0.0 | 80.6 | -590 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 9.4 | 0.0 | 3.0 | 130.0 | 51 | 8.8 | 0.0 | 2200 | 0.0 | 0.0 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00033 | 0.00020 | 0.50 | 0.60 | 0.000177 (0.000177) | 457 | 0.081 (0.30) | 138070 |
| 2 | S | -0.00002 | 0.00011 | 0.50 | 0.60 | 0.000004 (0.000004) | 308 | 0.001 (0.30) | -499769 |
| 3 | S | 0.00007 | 0.00002 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 4 | S | -0.00002 | 0.00011 | 0.50 | 0.60 | 0.000004 (0.000004) | 308 | 0.001 (0.30) | -499769 |
| 5 | S | -0.00033 | 0.00020 | 0.50 | 0.60 | 0.000177 (0.000177) | 457 | 0.081 (0.30) | 138070 |
| 6 | S | 0.00007 | 0.00002 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 13.3 | 130.0 | 0.0 | 77.2 | -258 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 2 | S | 8.7 | 0.0 | 0.3 | 130.0 | 13 | 8.8 | 0.0 | 2200 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | S | 4.9 | 130.0 | 4.1 | 0.0 | 62 | 121.2 | 0.0 | 2200 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | S | 8.7 | 0.0 | 0.3 | 130.0 | 13 | 8.8 | 0.0 | 2200 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | S | 13.3 | 130.0 | 0.0 | 77.2 | -258 | 121.2 | 22.0 | 2200 | 45.2 | 9.2 |
| 6 | S | 4.9 | 130.0 | 4.1 | 0.0 | 62 | 121.2 | 0.0 | 2200 | 0.0 | 0.0 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00015 | 0.00010 | 0.50 | 0.40 | 0.000077 (0.000077) | 457 | 0.035 (0.20) | 144541 |
| 2 | S | 0.00007 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 3 | S | 0.00003 | 0.00004 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 4 | S | 0.00007 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 5 | S | -0.00015 | 0.00010 | 0.50 | 0.40 | 0.000077 (0.000077) | 457 | 0.035 (0.20) | 144541 |
| 6 | S | 0.00003 | 0.00004 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |

10.5 Piedritto sbalzo

Lo sbalzo del piedritto viene armato con armatura corrente orizzontale formata da $\Phi 16/20$ superiormente ed inferiormente.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di progetto che risultano dall'analisi con il programma di calcolo.

| | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|----|-----|--------|--------|---------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -65.16 | 20.81 | -26.69 | 13 | 0.65 | EnvSlu |
| M3 | min | -96.83 | -20.81 | -194.24 | 13 | 0.65 | EnvSlu |
| V2 | max | -65.16 | 20.81 | -26.69 | 13 | 0.65 | EnvSlu |
| V2 | min | -96.83 | -20.81 | -194.24 | 13 | 0.65 | EnvSlu |
| P | max | -54.56 | 20.81 | -37.69 | 13 | 1.18 | EnvSlu |
| P | min | -96.83 | -20.81 | -194.24 | 13 | 0.65 | EnvSlu |

| rare | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------|-----|--------|------|--------|-------|---------|-------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -68.11 | 0.00 | -46.29 | 13 | 0.65 | Enve-Caratt |
| M3 | min | -68.80 | 0.00 | -46.97 | 13 | 0.65 | Enve-Caratt |
| V2 | max | -68.11 | 0.00 | -46.29 | 13 | 0.65 | Enve-Caratt |
| V2 | min | -68.80 | 0.00 | -46.97 | 13 | 0.65 | Enve-Caratt |
| P | max | -57.51 | 0.00 | -46.29 | 13 | 1.18 | Enve-Caratt |
| P | min | -68.80 | 0.00 | -46.97 | 13 | 0.65 | Enve-Caratt |

| Frequente | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----------|-----|--------|------|--------|-------|---------|------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -68.11 | 0.00 | -46.29 | 13 | 0.65 | Enve-Freq |
| M3 | min | -68.11 | 0.00 | -46.29 | 13 | 0.65 | Enve-Freq |
| V2 | max | -68.11 | 0.00 | -46.29 | 13 | 0.65 | Enve-Freq |
| V2 | min | -68.11 | 0.00 | -46.29 | 13 | 0.65 | Enve-Freq |
| P | max | -57.51 | 0.00 | -46.29 | 13 | 1.18 | Enve-Freq |
| P | min | -68.11 | 0.00 | -46.29 | 13 | 0.65 | Enve-Freq |

| Quasi perm | | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|-----|--------|------|--------|-------|---------|-----------------|
| | | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| M3 | max | -66.05 | 0.00 | -44.24 | 13 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| M3 | min | -66.05 | 0.00 | -44.24 | 13 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| V2 | max | -66.05 | 0.00 | -44.24 | 13 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| V2 | min | -66.05 | 0.00 | -44.24 | 13 | 0.65 | Enve-Quasi perm |
| P | max | -55.45 | 0.00 | -44.24 | 13 | 1.18 | Enve-Quasi perm |
| P | min | -66.05 | 0.00 | -44.24 | 13 | 0.65 | Enve-Quasi perm |

Verifica a taglio

Il valore del taglio limite per cui non risulta necessaria armatura a taglio vale:

| Valore limite del taglio senza armatura a taglio | | | | | |
|--|----------------------|----|----|--------|------|
| $V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ | | | | | |
| Rck | 40 MPa | | | | |
| fck | 33.2 MPa | | | | |
| γ_c | 1.5 | | | | |
| h | 800 mm | | | | |
| d | 714 mm | | | | |
| bw | 1000 mm | As | 5 | Φ | 20.0 |
| $1+(200/d)^4$ | 1.529 | c= | 86 | mm | |
| k | 1.529 | | | | |
| Asl | 1571 mm ² | | | | |
| Asl/(bw · d) | 0.0022 | | | | |
| ρ_1 | 0.002 | | | | |
| vmin | 0.381 | | | | |
| vmin · bw · d | 272305 | | | | |
| VRd | 272.3 KN | | | | |
| senza considerare il contributo dello sforzo assiale | | | | | |

Come si può vedere dalla tabella sopra riportata il taglio limite non viene superato per cui non è necessaria un'armatura a taglio.

Verifica a flessione e taglio

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: piedritto sbalzo

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistente: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di Trave |
| Forma della sezione: | Rettangolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Condizioni Ambientali: | Moderat. aggressive |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità: | Zona non sismica |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 74 di 91 |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|------------------------|---|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 | |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 181.30 | daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 | |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 333458 | daN/cm ² |
| | Resis. media a trazione fctm: | 30.23 | daN/cm ² |
| | Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 192.00 | daN/cm ² |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 192.00 | daN/cm ² |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 144.00 | daN/cm ² |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef: | 2000000 | daN/cm ² |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito | |
| | Coeff. Aderenza istant. B1*B2: | 1.00 | |
| | Coeff. Aderenza differito B1*B2: | 0.50 | |
| Comb.Rare - Sf Limite: | 3600.0 | daN/cm ² | |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 80.0 | cm |
| Barre inferiori: | 5Ø20 | (15.7 cm ²) |
| Barre superiori: | 5Ø20 | (15.7 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.6 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.6 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 10.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno 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 | 6516 | -2669 | 0 | 0 |
| 2 | 9683 | -19424 | 0 | 0 |
| 3 | 6516 | -2669 | 0 | 0 |
| 4 | 9683 | -19424 | 0 | 0 |
| 5 | 5456 | -3769 | 0 | 0 |
| 6 | 9683 | -19424 | 0 | 0 |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.) |
| Mx | Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
 RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
 APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 75 di 91 |

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

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|-------|
| 1 | 6811 | -4629 |
| 2 | 6880 | -4697 |
| 3 | 6811 | -4629 |
| 4 | 6880 | -4697 |
| 5 | 5751 | -4629 |
| 6 | 6880 | -4697 |

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

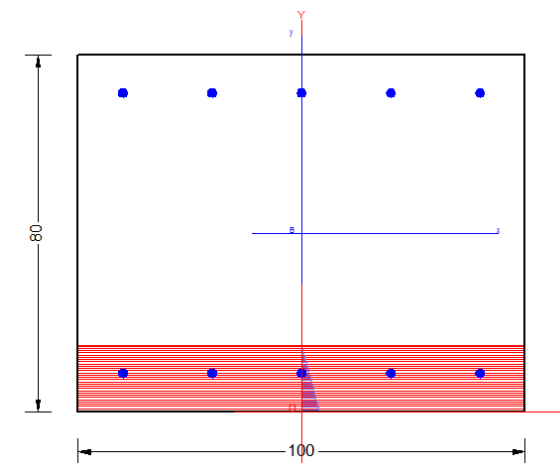
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|----------------|
| 1 | 6811 | -4629 (-45002) |
| 2 | 6811 | -4629 (-45002) |
| 3 | 6811 | -4629 (-45002) |
| 4 | 6811 | -4629 (-45002) |
| 5 | 5751 | -4629 (-43261) |
| 6 | 6811 | -4629 (-45002) |

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

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

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|----------------|
| 1 | 6605 | -4424 (-45172) |
| 2 | 6605 | -4424 (-45172) |
| 3 | 6605 | -4424 (-45172) |
| 4 | 6605 | -4424 (-45172) |
| 5 | 5545 | -4424 (-43340) |
| 6 | 6605 | -4424 (-45172) |



**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 76 di 91 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|------|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 7.6 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 18.0 | cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (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 re | Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]; non richiesto per calcolo non dissipativo |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|------|--------|------|--------|----------|------|------|--------|-------------|
| 1 | S | 6516 | -2669 | 6541 | -42867 | 16.061 | 14.7 | 0.21 | 0.70 | 15.7 (12.5) |
| 2 | S | 9683 | -19424 | 9686 | -43885 | 2.259 | 15.0 | 0.21 | 0.70 | 15.7 (12.5) |
| 3 | S | 6516 | -2669 | 6541 | -42867 | 16.061 | 14.7 | 0.21 | 0.70 | 15.7 (12.5) |
| 4 | S | 9683 | -19424 | 9686 | -43885 | 2.259 | 15.0 | 0.21 | 0.70 | 15.7 (12.5) |
| 5 | S | 5456 | -3769 | 5473 | -42520 | 11.282 | 14.5 | 0.20 | 0.70 | 15.7 (12.5) |
| 6 | S | 9683 | -19424 | 9686 | -43885 | 2.259 | 15.0 | 0.21 | 0.70 | 15.7 (12.5) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00051 | 0.0 | 0.00021 | 8.6 | -0.00196 | 71.4 |
| 2 | 0.00052 | 0.0 | 0.00022 | 8.6 | -0.00196 | 71.4 |
| 3 | 0.00051 | 0.0 | 0.00021 | 8.6 | -0.00196 | 71.4 |
| 4 | 0.00052 | 0.0 | 0.00022 | 8.6 | -0.00196 | 71.4 |
| 5 | 0.00050 | 0.0 | 0.00020 | 8.6 | -0.00196 | 71.4 |
| 6 | 0.00052 | 0.0 | 0.00022 | 8.6 | -0.00196 | 71.4 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| | |
|--------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²] |
| 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/cm²] |
| 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/cm²] |

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 77 di 91 |

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -245 | 8.6 | 18.8 | 1882 | 15.7 | 20.7 |
| 2 | S | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -249 | 8.6 | 18.8 | 1883 | 15.7 | 20.7 |
| 3 | S | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -245 | 8.6 | 18.8 | 1882 | 15.7 | 20.7 |
| 4 | S | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -249 | 8.6 | 18.8 | 1883 | 15.7 | 20.7 |
| 5 | S | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 22.8 | -274 | 8.6 | 19.3 | 1935 | 15.7 | 20.7 |
| 6 | S | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -249 | 8.6 | 18.8 | 1883 | 15.7 | 20.7 |

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

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|----------------|---------|
| 1 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 666 | 0.049 (990.00) | -45003 |
| 2 | S | -0.00015 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000075 (0.000075) | 666 | 0.050 (990.00) | -44950 |
| 3 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 666 | 0.049 (990.00) | -45003 |
| 4 | S | -0.00015 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000075 (0.000075) | 666 | 0.050 (990.00) | -44950 |
| 5 | S | -0.00016 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000082 (0.000082) | 677 | 0.056 (990.00) | -43262 |
| 6 | S | -0.00015 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000075 (0.000075) | 666 | 0.050 (990.00) | -44950 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -245 | 8.6 | 18.8 | 1882 | 15.7 | 20.7 |
| 2 | S | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -245 | 8.6 | 18.8 | 1882 | 15.7 | 20.7 |
| 3 | S | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -245 | 8.6 | 18.8 | 1882 | 15.7 | 20.7 |
| 4 | S | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -245 | 8.6 | 18.8 | 1882 | 15.7 | 20.7 |
| 5 | S | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 22.8 | -274 | 8.6 | 19.3 | 1935 | 15.7 | 20.7 |
| 6 | S | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 24.4 | -245 | 8.6 | 18.8 | 1882 | 15.7 | 20.7 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 666 | 0.049 (0.30) | -45002 |
| 2 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 666 | 0.049 (0.30) | -45002 |
| 3 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 666 | 0.049 (0.30) | -45002 |
| 4 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 666 | 0.049 (0.30) | -45002 |
| 5 | S | -0.00016 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000082 (0.000082) | 677 | 0.056 (0.30) | -43261 |
| 6 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.60 | 0.000074 (0.000074) | 666 | 0.049 (0.30) | -45002 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 78 di 91 |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 24.6 | -232 | 8.6 | 18.8 | 1876 | 15.7 | 20.7 |
| 2 | S | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 24.6 | -232 | 8.6 | 18.8 | 1876 | 15.7 | 20.7 |
| 3 | S | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 24.6 | -232 | 8.6 | 18.8 | 1876 | 15.7 | 20.7 |
| 4 | S | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 24.6 | -232 | 8.6 | 18.8 | 1876 | 15.7 | 20.7 |
| 5 | S | 7.9 | 0.0 | 0.0 | 22.9 | -261 | 8.6 | 19.3 | 1933 | 15.7 | 20.7 |
| 6 | S | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 24.6 | -232 | 8.6 | 18.8 | 1876 | 15.7 | 20.7 |

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

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.40 | 0.000069 (0.000069) | 665 | 0.046 (0.20) | -45172 |
| 2 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.40 | 0.000069 (0.000069) | 665 | 0.046 (0.20) | -45172 |
| 3 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.40 | 0.000069 (0.000069) | 665 | 0.046 (0.20) | -45172 |
| 4 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.40 | 0.000069 (0.000069) | 665 | 0.046 (0.20) | -45172 |
| 5 | S | -0.00015 | 0.00006 | 0.50 | 0.40 | 0.000078 (0.000078) | 677 | 0.053 (0.20) | -43340 |
| 6 | S | -0.00014 | 0.00006 | 0.50 | 0.40 | 0.000069 (0.000069) | 665 | 0.046 (0.20) | -45172 |

10.6 PALI DI FONDAZIONE

10.6.1 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La caratterizzazione geotecnica dei terreni che caratterizzano l'opera è stata già riportata al paragrafo 8.5.

10.6.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle fondazioni su pali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Le verifiche delle fondazioni su pali vengono effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali.

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza dei pali.

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1 + M1 + R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 5.1.V, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI delle NTC18. Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

10.7 VERIFICA PALI

La fondazione è costituita da 48 pali $\Phi 1200$

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

10.7.1 VERIFICA STRUTTURALE

Si prevede di disporre un'armatura longitudinale costituita da uno strato di $30\phi 26$.

10.7.2 ANALISI DEI CARICHI

I carichi assiali e trasversali agenti in testa ai pali per le varie combinazioni di carico sono riportati nelle tabelle che seguono. Tali valori derivano dal modello di calcolo dello scatolare, nel quale sono stati inseriti degli appoggi fissi in corrispondenza dell'asse dei pali di fondazione.

| OutputCase | P max | V2 max | | P max | V2 max |
|------------|-------|--------|---|--------|--------|
| [-] | [kN] | [kN] | | [kN] | [kN] |
| EnvSlu-STR | 968.7 | 77.1 | → | 3487.4 | 277.6 |

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

| OutputCase | P max | V2 max | | P max | V2 max |
|------------|-------|--------|---|--------|--------|
| [-] | [kN] | [kN] | | [kN] | [kN] |
| EnvSlu-SIS | 972.6 | 169.7 | → | 3501.3 | 611.0 |

Tabella 3 – Sforzo assiale e taglio massimi sul singolo palo in combinazione SLU SIS.

| OutputCase | P max | V2 max | | P max | V2 max |
|-------------|-------|--------|---|--------|--------|
| [-] | [kN] | [kN] | | [kN] | [kN] |
| Enve-Caratt | 719.5 | 60.6 | → | 2590.1 | 218.1 |

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

| OutputCase | P max | V2 max | | P max | V2 max |
|------------|-------|--------|---|--------|--------|
| [-] | [kN] | [kN] | | [kN] | [kN] |
| Enve-Freq | 665.3 | 51.6 | → | 2395.0 | 185.8 |

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

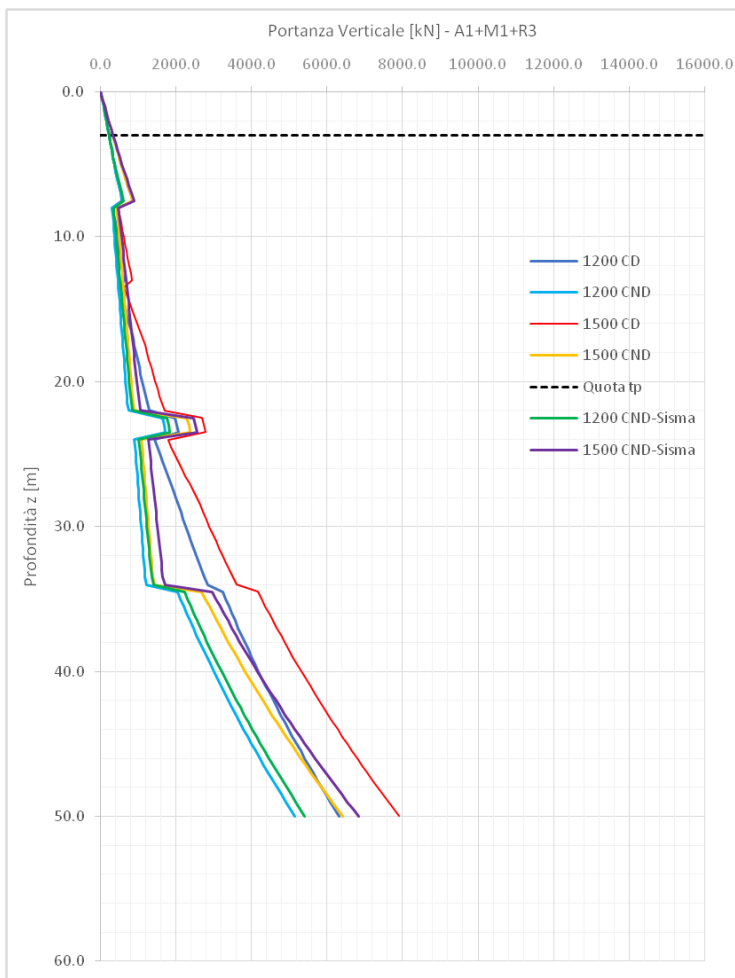
| OutputCase | P max | V2 max | P max | V2 max |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|
| [-] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] |
| Enve-Quasi perm | 604.2 | 26.0 | 2175.0 | 93.7 |

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

10.7.3 VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE

La verifica è stata effettuata considerando il valore massimo dello sforzo assiale di compressione e di trazione, se presente, agente sul palo.

Per la verifica si considerano le curve di capacità presenti nella relazione geotecnica che si riporta di seguito.



VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 82 di 91 |

SFORZO ASSIALE DI COMPRESSIONE IN CONDIZIONI SISMICHE

$N_{max\ SLU} = 3501\ KN \Rightarrow L_{palo} = 39\ m$

VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE

SFORZO ASSIALE DI COMPRESSIONE IN CONDIZIONI STATICHE

$N_{max\ SLU} = 3487\ KN \Rightarrow L_{palo} = 34\ m$

Come si evince, sia dalle tabelle delle sollecitazioni sopra riportate, sia dalla lunghezza dei pali che si può dedurre dalle curve di capacità portante in funzione dello sforzo assiale massimo, si ottengono valori maggiori nel caso di condizioni sismiche non drenate. Per cui nei successivi calcoli e nelle successive analisi si è tenuto conto soltanto del palo che presenta una lunghezza maggiore.

10.7.4 VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE

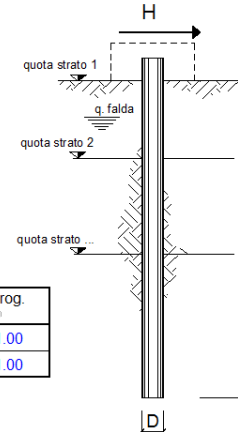
La verifica è stata effettuata considerando il valore massimo dello sforzo trasversale agente sul palo.

VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE

opera

| coefficienti parziali Metodo di calcolo | | | A | | M | | R |
|--|----------|---|--------------------------|-------------------------|------------|---------------|------------|
| | | | permanenti γ_G | variabili γ_Q | γ_E | γ_{sw} | γ_T |
| S1 | A1+M1+R1 | ⊙ | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | A2+M1+R2 | ⊙ | 1.00 | 1.30 | 1.00 | 1.00 | 1.60 |
| | A1+M1+R3 | ⊙ | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.30 |
| | SISMA | ⊙ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.30 |
| DM88 | | | ⊙ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| definiti dal progettista | | | ⊙ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.30 |

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | ≥10 | T.A. | prog. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| ξ_3 | 1.70 | 1.65 | 1.60 | 1.55 | 1.50 | 1.45 | 1.40 | 1.00 | 1.00 |
| ξ_4 | 1.70 | 1.55 | 1.48 | 1.42 | 1.34 | 1.28 | 1.21 | 1.00 | 1.00 |



| strati terreno | descrizione | quote (m) | γ (kN/m ³) | γ' (kN/m ³) | ϕ (°) | Parametri medi | | Parametri minimi | | |
|----------------|-------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|------------------|-------|----------------|
| | | | | | | k_p | c_u (kPa) | ϕ (°) | k_p | c_u (kPa) |
| p.c.=strato 1 | U1 | 100.00 | 18.5 | 8.5 | 30 | 3.00 | | 30 | 3.00 | |
| strato 2 | U2 | 87.50 | 19.5 | 9.5 | 31 | 3.12 | | 31 | 3.12 | |
| strato 3 | U2a | 83.00 | 19 | 9 | 23 | 2.28 | | 23 | 2.28 | |
| strato 4 | U2 | 66.00 | 19.5 | 9.5 | 31 | 3.12 | | 31 | 3.12 | |
| strato 5 | | | | | | 1.00 | | | 1.00 | |
| strato 6 | | | | | | 1.00 | | | 1.00 | |

Quota falda 98 (m)
 Diametro del palo D 1.20 (m)
 Lunghezza del palo L 39.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 3482.45 (kNm)
 Step di calcolo 0.2 (m)

| | <u>H medio</u> | | <u>H minimo</u> | |
|-----------------|----------------|--|-----------------|--|
| Palo lungo | 2100.4 (kN) | | 2100.4 (kN) | |
| Palo intermedio | 20200.4 (kN) | | 20200.4 (kN) | |
| Palo corto | 70865.0 (kN) | | 70865.0 (kN) | |

H_{med} 2100.4 (kN) Palo lungo H_{min} 2100.4 (kN) Palo lungo

H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄) 1235.51 (kN)
EFFICIENZA E del gruppo di pali 0.80
H_d = E · H_k / γ_T 760.31 (kN)

Carico Assiale Permanente (G): G = 610.9 (kN)
 Carico Assiale variabile (Q): Q = 0 (kN)

F_d = G · γ_G + Q · γ_Q = 610.90 (kN)

FS = H_d / F_d = 1.24

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1200 (mm)

Raggio = 600 (mm)

Sforzo Normale = 3501 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

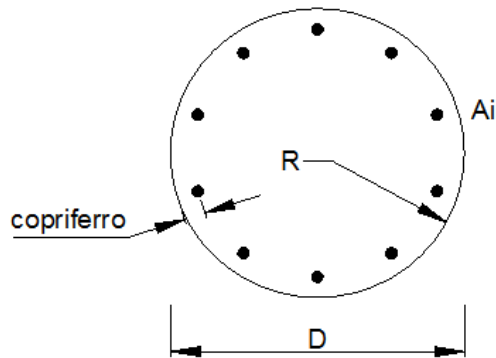
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1.5

α_{cc} = 0.85

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



Acciaio

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

γ_s = 1.15

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

Es = 210000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0.186%

ϵ_{uk} = 10.000%

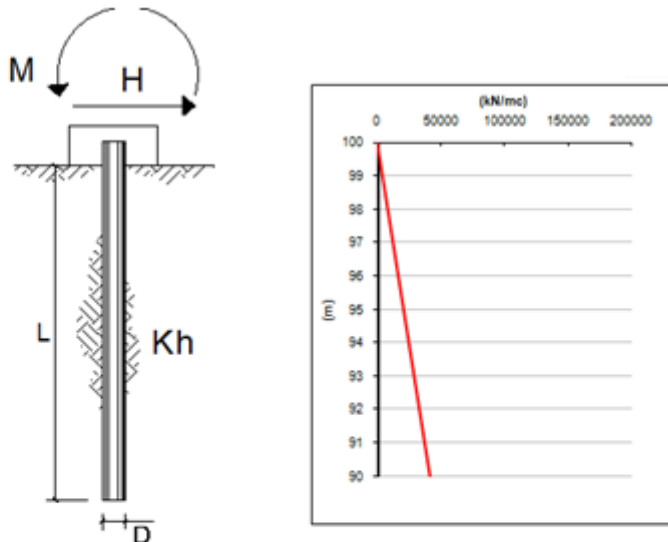
Armature

| numero | diametro (mm) | area (mm ²) | copriferro (mm) |
|--------|---------------|-------------------------|-----------------|
| 30 | φ 26 | 15927.87 | 95 |
| 0 | φ 26 | 0.00 | 0 |
| 0 | φ 20 | 0.00 | 0 |

Momento di Plasticizzazione

My = 3482.6 (kN m)

I momenti massimi in testa al palo, ottenuti a partire dai massimi valori di taglio per le varie combinazioni di carico, sono pari a:



| strati terreno | descrizione | quote (m) | k_h (kN/m^3) | n_h (kN/m^3) |
|--|-------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| p.c.=strato 1 | U1 | 100.00 | 0 | 5000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> strato 2 | U2 | 87.50 | 0 | 5000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> strato 3 | U2a | 83.00 | 33333 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> strato 4 | U2 | 66.00 | | 5000 |
| <input type="checkbox"/> strato 5 | | | | |
| <input type="checkbox"/> strato 6 | | | | |

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Diametro del palo | 1.2 (m) |
| J palo | 0.10179 (m^4) |
| Lunghezza del palo | 39 (m) |
| Forza orizzontale in testa | 611 (kN) |
| Momento in testa | 0 (kNm) |
| E cls | 31475.8 (Mpa) |
| dimensione elementi | 0.2 (m) |

Combo SLU

| Sollecitazioni | | | |
|----------------|-----------|----------|--------|
| nodo | z | M(z) | T(z) |
| | quota (m) | (kNm) | (kN) |
| 1 | 100.00 | -2062.71 | 610.78 |

Combo SLERARA

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| Diametro del palo | 1.2 (m) |
| J palo | 0.10179 (m ⁴) |
| Lunghezza del palo | 39 (m) |
| Forza orizzontale in testa | 218 (kN) |
| Momento in testa | 0 (kNm) |
| E cls | 31475.8 (Mpa) |
| dimensione elementi | 0.2 (m) |

| Sollecitazioni | | | |
|----------------|-----------|---------|--------|
| nodo | z | M(z) | T(z) |
| | quota (m) | (kNm) | (kN) |
| 1 | 100.00 | -735.96 | 217.92 |

Combo SLEFREQ

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| Diametro del palo | 1.2 (m) |
| J palo | 0.10179 (m ⁴) |
| Lunghezza del palo | 39 (m) |
| Forza orizzontale in testa | 186 (kN) |
| Momento in testa | 0 (kNm) |
| E cls | 31475.8 (Mpa) |
| dimensione elementi | 0.2 (m) |

| Sollecitazioni | | | |
|----------------|-----------|---------|--------|
| nodo | z | M(z) | T(z) |
| | quota (m) | (kNm) | (kN) |
| 1 | 100.00 | -627.93 | 185.93 |

Combo SLEQP

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| Diametro del palo | 1.2 (m) |
| J palo | 0.10179 (m ⁴) |
| Lunghezza del palo | 39 (m) |
| Forza orizzontale in testa | 94 (kN) |
| Momento in testa | 0 (kNm) |
| E cls | 31475.8 (Mpa) |
| dimensione elementi | 0.2 (m) |

Sollecitazioni

| nodo | z | M(z) | T(z) |
|------|--------------|---------|-------|
| | quota (m) | (kNm) | (kN) |
| 1 | 100.00 | -317.34 | 93.97 |

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A. NOME SEZIONE: palo1200

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Tipologia sezione: | Sezione generica di Pilastro |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Condizioni Ambientali: | Moderat. aggressive |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità: | Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.160 MPa |
| | Resis. compr. ridotta fcd': | 7.080 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.560 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 150.00 daN/cm ² |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.00 Mpa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm |

| | | |
|-----------|--|-----------------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.00 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.00 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.30 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.30 MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm ² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito |
| | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 |
| | Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

| | |
|----------------------|-----------|
| Forma del Dominio: | Circolare |
| Classe Conglomerato: | C25/30 |

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
 RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
 APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 88 di 91 |

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | Ø |
|--------|---------|---------|--------|---------|----|
| 1 | 0.0 | 0.0 | 51.5 | 30 | 26 |

ARMATURE A TAGLIO

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|---------|----------|------|--------|------|
| 1 | 3501.40 | -2062.37 | 0.00 | 610.68 | 0.00 |

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

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

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|---------|------|
| 1 | 2590.20 | -736.50 | 0.00 |

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

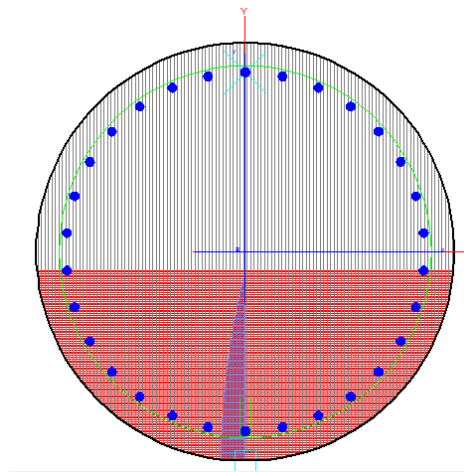
N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia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

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|--------------------|-------------|
| 1 | 2395.10 | -627.30 (-1498.66) | 0.00 (0.00) |

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

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

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 1 | 2175.12 | -316.30 (0.00) | 0.00 (0.00) |



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | |
|--|--------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 7.2 cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 8.2 cm |
| Copriferro netto minimo staffe: | 6.0 cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|---------|----------|------|---------|----------|--------|----------|-------------|
| 1 | S | 3501.40 | -2062.37 | 0.00 | 3501.36 | -2905.54 | 0.00 | 1.41 | 159.3(33.9) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 90 di 91 |

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00188 | 0.0 | -60.0 | 0.00159 | 0.0 | -51.5 | -0.00196 | 0.0 | 51.5 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1 | 0.000000000 | -0.000034444 | -0.000182652 | ---- | ---- |

VERIFICHE A TAGLIO

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

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

| N°Comb | Ver | Ved | Vcd | Vwd | d z | bw | Ctg | Acw | Ast | A.Eff |
|--------|-----|--------|---------|---------|-------------|-------|-------|-------|-----|-----------|
| 1 | S | 610.68 | 2464.76 | 1673.98 | 93.3 75.7 | 109.5 | 2.500 | 1.219 | 8.3 | 22.6(0.0) |

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

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

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

**SL05 – SCATOLARI DI APPROCCIO IV01
 RELAZIONE DI CALCOLO SCATOLARI DI
 APPROCCIO**

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H | 02 | D 78 | CL SL0500 001 | A | 91 di 91 |

1 S 5.47 0.0 0.0 -21.6 0.0 51.5 468 15.9

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

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

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00015 | 0 | 0.500 | 26.0 | 72 | 0.00006 (0.00006) | 375 | 0.024 (990.00) | -1327.75 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.73 | 0.0 | 0.0 | -14.4 | 0.0 | 51.5 | 291 | 5.3 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00010 | 0 | 0.500 | 26.0 | 72 | 0.00004 (0.00004) | 487 | 0.021 (0.20) | -1498.66 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.01 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | 0.0 | 51.5 | ---- | ---- |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|---------|---------|------|------|------|-------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |