



HydroGeo Ingegneria s.r.l.

Via Aretina, 167/b

50136 Firenze

Tel 055 6587050 - Fax 055 0676043

e-mail info@studiodydrogeo.it

# INCREMENTO DELLA RETE CICLOPEDONALE ESISTENTE DICOMANO-CONTEA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO TRATTO DI COLLEGAMENTO ALLA STESSA DELLA LOCALITA' PIANDRATI

## PROGETTO ESECUTIVO

## RELAZIONE DI CALCOLO

### COMMITTENTE:



Comune di Dicomano  
Piazza della Repubblica, 3  
50062 Dicomano FI

### PROGETTISTI:

ING. GIACOMO GAZZINI

ING. SALVATORE GIACOMO MORANO

PROGETTO  
L 5 6 5

LOTTO  
0 1

FASE  
P 0 3

DOC  
T

ELABORATO  
C A L I

REV  
C

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Aprile 2018

G.Gazzini

G.Gazzini

G.Gazzini

B

Ottobre 2018

G.Gazzini

G.Gazzini

G.Gazzini

C

Febbraio 2019

G.Gazzini

G.Gazzini

G.Gazzini



Indice generale

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERIALI</b>	<b>5</b>
<b>4. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE</b>	<b>7</b>
<b>5. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, MODELLAZIONE E ANALISI</b>	<b>10</b>
5.1    CRITERI DI PROGETTAZIONE	10
5.2    MODELLAZIONE E ANALISI	11
<b>6. AZIONI SULLE STRUTTURE</b>	<b>14</b>
6.1    ANALISI DEI CARICHI	14
6.2    COMBINAZIONE DELLE AZIONI	17
6.3    SOLLECITAZIONI	18
<b>7. VERIFICHE CAMPATA METALLICA</b>	<b>33</b>
7.1    VERIFICHE DELLE TENSIONI	33
7.2    VERIFICHE DI STABILITÀ	34
7.3    VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ	36
7.4    VERIFICHE ELEMENTI SECONDARI	37
7.5    VERIFICHE SOLETTA SLU	41
7.6    VERIFICHE SOLETTA SLE	42
7.7    VERIFICHE TRALICCI	43
7.8    APPOGGI E GIUNTI	44
<b>8. VERIFICHE SISTEMI DI ACCESSO</b>	<b>45</b>
8.1    VERIFICHE DELLA PLATEA SCALA VALLE	45
8.2    VERIFICHE DELLA PLATEA ACCESSO MONTE	49
8.3    VERIFICHE DEI SETTI	54
8.4    VERIFICHE DELLE SCALE E DEI PIANEROTTOLI LATO VALLE	74
8.5    VERIFICHE DEI PIANEROTTOLI ACCESSO LATO MONTE	80
8.6    VERIFICHE DELLE MENSOLE DI APPOGGIO	83
8.7    VERIFICHE TENSIONI IN ESERCIZIO	87
8.8    VERIFICHE DI FESSURAZIONE	94



## 1. INTRODUZIONE

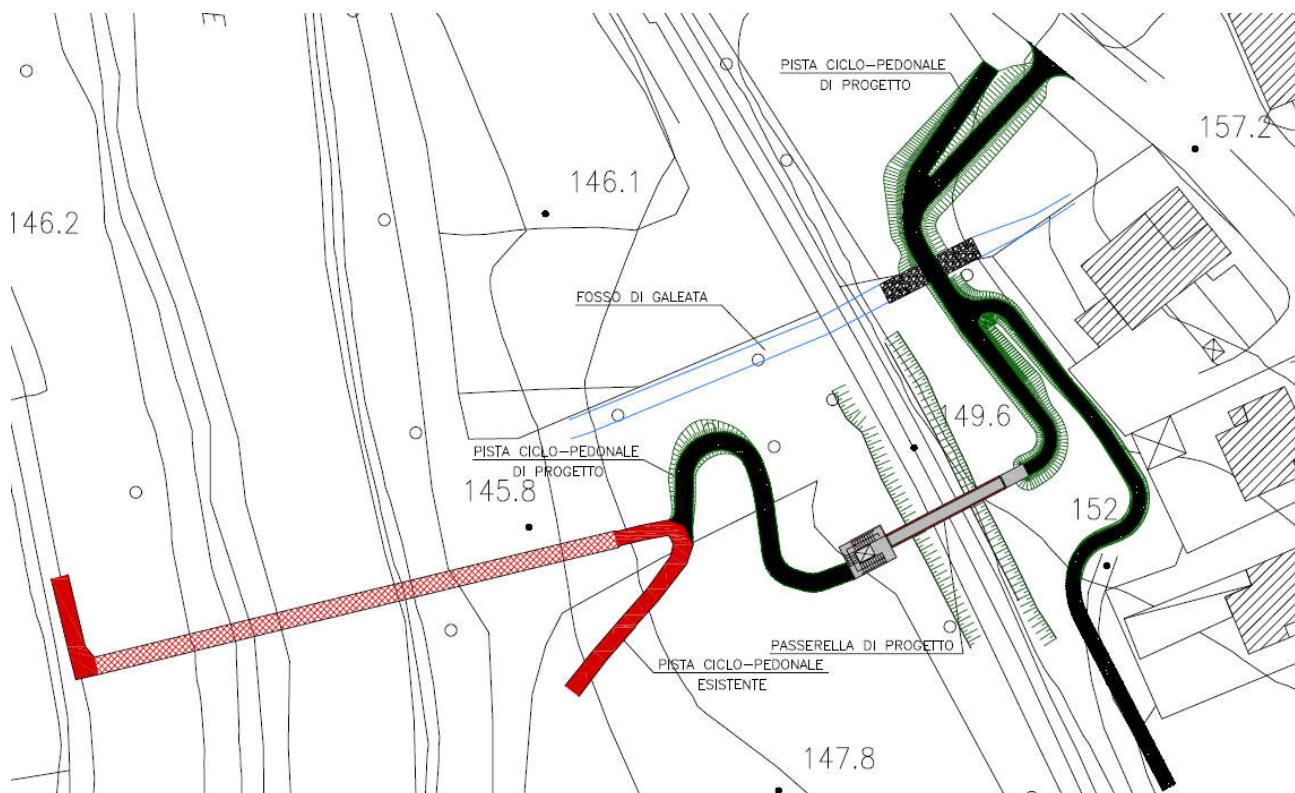
L'intervento progettuale consiste nella realizzazione di una passerella per l'attraversamento della ferrovia "Pontassieve - Borgo San Lorenzo" in loc. "Piandrati" nel Comune di Dicomano.

L'opera d'arte si inserisce nel contesto del percorso attrezzato lungo i fiumi Sieve ed Arno tra Dicomano e Ponte al Rupino. Attualmente la pista ciclopedinale si sviluppa a sud di Dicomano in riva sinistra fino alla passerella sul fiume Sieve. Il percorso verrà completato proseguendo in riva sinistra, verso nord, fino al centro abitato e collegando ad est loc. Piandrati, superando la ferrovia "Pontassieve - Borgo San Lorenzo" con la passerella oggetto della presente relazione.

La passerella garantirà il collegamento in sicurezza del centro abitato ad est della linea ferroviaria con il percorso attrezzato lungo la Sieve, sia ai pedoni che ai ciclisti.

Dato l'elevato dislivello da superare per evitare interferenze con la ferrovia, sul lato valle non è stato possibile prevedere rampe per l'accesso dei portatori di handicap, tuttavia l'accessibilità sarà garantita con l'installazione di un elevatore elettrico (miniascensore) che permetta di raggiungere la quota della passerella e poter proseguire il percorso su rampe di pendenza idonea. Attorno al vano ascensore si sviluppano le rampe delle scale di accesso dotate di scivolo laterale per il trasporto a mano delle biciclette. Le scale sono abbastanza riposanti, avendo alzate di soli 13 cm, per garantire pendenze dolci per un trasporto agevole dei mezzi.

Dal lato monte, il percorso ciclabile supera il fosso Galeata, ad una quota più elevata e continua salire su un rilevato in terra rinforzata fino a raggiungere l'accesso alla passerella. Su questo lato quindi non è necessario realizzare rampe di accesso in calcestruzzo armato e la struttura è costituita solo da un nucleo scatolare in c.a., dotato di pianerottolo di sbarco in sommità e di mensole per l'appoggio della passerella.



## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La progettazione, il dimensionamento e le verifiche delle strutture in oggetto, sono stati redatti in ottemperanza al quadro normativo tecnico vigente, con particolare riferimento all'«Aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

- Legge 05.11.1971 n. 1086 e D.M. 01.04.1993: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso e a struttura metallica";
- D.M. 17.01.2018 "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2018);
- Circolare n. 617/C.S.LL.PP. del 02.02.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008 (NTC 2008)
- UNI EN 1991 – 2005 – Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture
- UNI EN 1992/1 – 2005 – Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 1993/1/1 – 2005 – Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte generale
- UNI EN 1993/1/5 – 2005 – Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Elementi strutturali a lastra
- UNI EN 1993/1/8 – 2005 – Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Progettazione dei collegamenti
- UNI ENV 1993/2 – 2002 – Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Ponti in acciaio
- UNI EN 1994/2 – 2006 – Eurocodice 4 – Progettazione di strutture composte acciaio cls – Regole generali e regole per ponti
- UNI EN 1998/2 – 2009 – Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti

### 3. MATERIALI

Con riferimento alle normative citate le strutture sono state verificate utilizzando il metodo di calcolo agli stati limite. Le verifiche sono state condotte adottando i seguenti parametri di resistenza dei materiali:

#### **Calcestruzzo Armato**

##### **Calcestruzzo (fondazioni)**

###### **C25/30**

fck = 25 MPa

fcm = fck + 8 = 33 MPa (resistenza media cilindrica)

fctm = 0.30 x fck  $^{2/3}$  = 2.56 MPa (resistenza media a trazione assiale)

fcfm = 1.2 x fctm = 3.08 MPa (resistenza media a trazione per flessione)

Ecm = 22000 x (fcm/10) $^{0.3}$  = 31475 MPa (modulo elastico istantaneo)

*Stato limite ultimo*

$\gamma_M$  = 1,5

fcd = 14,17 MPa

##### **Calcestruzzo (elevazioni in c.a. e soletta passerella)**

###### **C32/40**

fck = 32 MPa

fcm = fck + 8 = 40 MPa (resistenza media cilindrica)

fctm = 0.30 x fck  $^{2/3}$  = 3.02 MPa (resistenza media a trazione assiale)

fcfm = 1.2 x fctm = 3.63 MPa (resistenza media a trazione per flessione)

Ecm = 22000 x (fcm/10) $^{0.3}$  = 33345 MPa (modulo elastico istantaneo)

*Stato limite ultimo*

$\gamma_M$  = 1,5

fcd = 18,13 MPa

#### **Acciaio da C.A.**

##### **B450C**

fyk = 450 MPa (tensione di snervamento)

fyt = 540 MPa (tensione di rottura)

da cui:

Stato limite ultimo

$\gamma_M$  = 1,15

fyd = 391 MPa

(Le barre di armatura presenti nelle mensole di appoggio della passerella dovranno essere zincate a caldo)

#### **Acciaio per lastre metalliche tralicciate**

Acciaio tipo S355J2 (per lamiere e per profilati) da cui:

*Verifiche di resistenza*

$\gamma_M$  = 1,05    fyk = 355 MPa    s ≤ 40 mm fyd = 338 MPa

*Verifiche di stabilità*

$\gamma_M$  = 1,1    fyk = 355 MPa    s ≤ 40 mm fyd = 323 MPa

## **Acciaio per carpenteria metallica**

Acciaio tipo S355J2 (per lamiere e per profilati) da cui:

*Verifiche di resistenza*

$\gamma M = 1,05$      $f_y k = 355 \text{ MPa}$      $s \leq 40 \text{ mm } f_y d = 338 \text{ MPa}$

*Verifiche di stabilità*

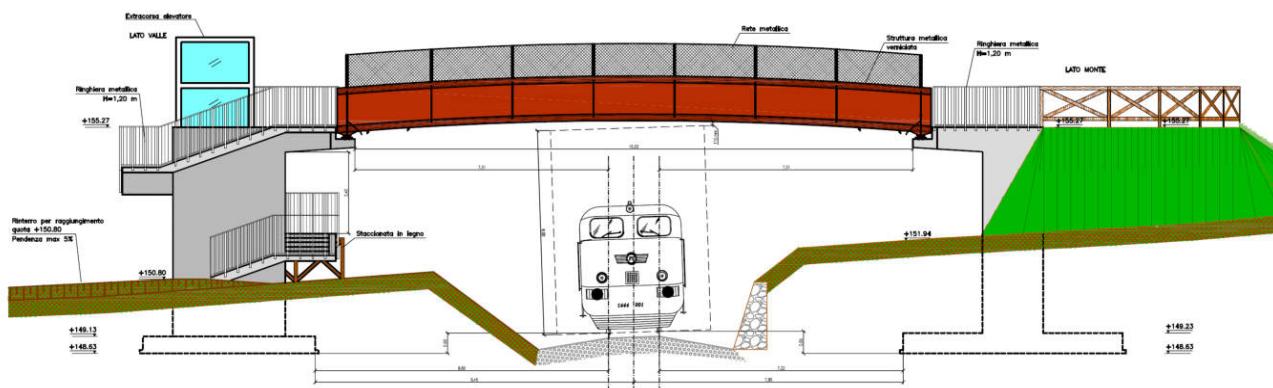
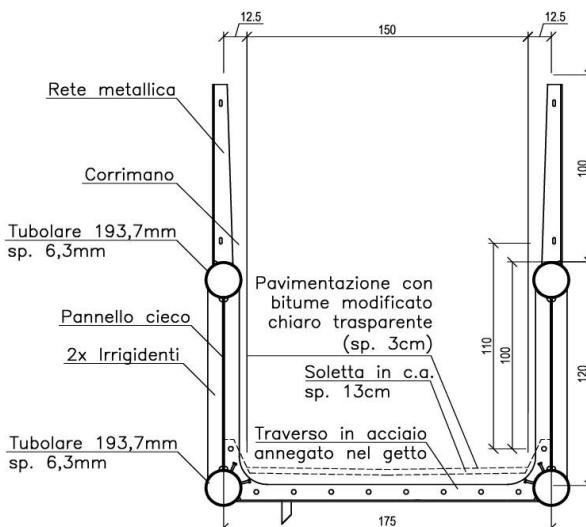
$\gamma M = 1,10$      $f_y k = 355 \text{ MPa}$      $s \leq 40 \text{ mm } f_y d = 323 \text{ MPa}$

#### 4. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

La passerella, con le relative scale e accessi, è larga 1,50 m.

La linea ferroviaria viene superata con una campata metallica di luce 17,00 m, con soletta in c.a. spessore variabile 13-14 cm gettata su lastre tralicciate metalliche, posta ad una quota tale da garantire un franco di almeno 6,0 m sul piano del ferro. La struttura è costituita da due travature metalliche poste ai lati del camminamento, dotate di curvatura e costituite ciascuna da due tubolari metallici Øext 193,7 mm sp. 6,3 mm collegati da un'anima piena con sp. 8 mm. L'anima è irrigidita con costolature sp. 8 mm ogni 2,4 m circa. Le due travature sono poste ad una distanza di 1,75 m e sono collegate tra loro in basso, alla quota di intradosso del camminamento, dove le lastre metalliche tralicciate e i traversi verranno saldati ai tubolari e alle costolature. Non sono previste unioni bullonate e l'intera campata metallica potrà essere assemblata in officina e messa in posizione per mezzo di autogrù.

La passerella prevede una rete di protezione alta 0,95 m al di sopra delle due travi metalliche ad anima piena che sono alte 1,30 m circa, per un'altezza totale di 2,05 m sopra il piano di calpestio, nel rispetto dalle norme ferroviarie.



La campata si appoggia su due mensole che aggettano dai nuclei in calcestruzzo armato che sostengono anche scale lato valle e accesso lato monte. Le mensole sono poste ciascuna ad una distanza di circa 7,50 m dal binario più vicino.

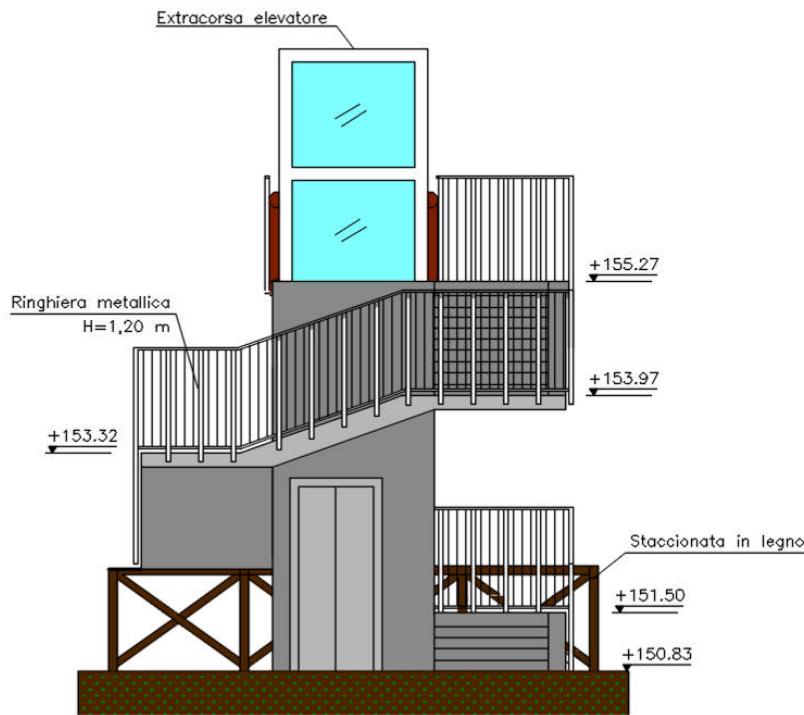
Dai pianerottoli di sbarco della passerella si accede ai due sistemi di accesso posti a monte (lato loc. Piandrati) e a valle (lato Sieve). Data la differenza di quote da superare, i due sistemi di accesso si sviluppano in maniera diversa sui due lati.

Il "D.p.r. Toscana 29 Luglio 2009 n.41/R "Regolamento di attuazione dell'art. 37, comma 2, lett.g e comma 3, della L.R. 3 Gennaio 2005 n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di barriere architettoniche" indica che il dislivello massimo superabile con rampe successive per portatori di handicap è di 3,20 m e che per altezze maggiori il superamento deve essere ottenuto con mezzi meccanici. Visto che, nello specifico caso, dal lato valle, il dislivello da superare risulta superiore a 3,20 m, è necessario prevedere l'installazione di un mezzo meccanico per garantire l'accessibilità dei portatori di handicap. In particolare, su questo lato, è prevista l'adozione di un elevatore elettrico (miniascensore). L'elevatore ha una piattaforma di dimensioni 1,3x1,03 m, portata di 300 kg e rispetta le norme sull'abbattimento delle barriere architettoniche. Esso è posizionato all'interno di un nucleo in calcestruzzo armato attorno al quale, a sbalzo, si sviluppano le scale. Queste sono dotate di uno scivolo, largo 20 cm, per la conduzione a mano delle biciclette. Per agevolare anche il trasporto dei mezzi, le scale hanno una pendenza abbastanza dolce, con gradini dotati di alzata di 13 cm e pedata 37 cm. Le

rampe, larghe 1,5 m, sono 5 e sono intervallate con pianerottoli con dimensioni di 1,5x1,87 m. Il nucleo della struttura è costituito da setti in calcestruzzo armato, dotato di fondazione diretta a platea in c.a..

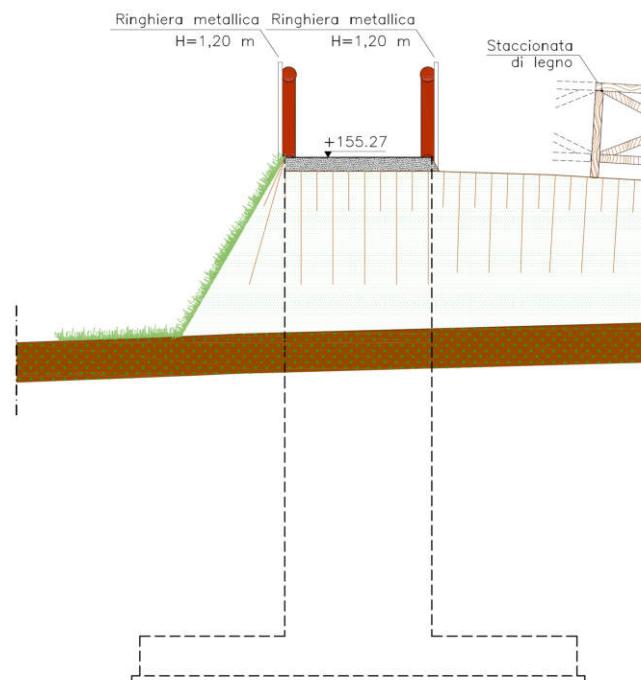
Le rampe delle scale sono così costituite:

- 1 rampa lunga 2,96 m (9 alzate);
- 1 rampa lunga 3,33 m (10 alzate);
- 2 rampe lunghe 1,48 m (5 alzate);
- una rampa di accesso lunga 1,85 m (5 alzate).



Le rampe delle scale sono costituite da una soletta in c.a. di spessore 15 cm, che divengono 16 cm sui pianerottoli, e saranno dotate di parapetto metallico alto 1,2 m fissato all'esterno della rampa.

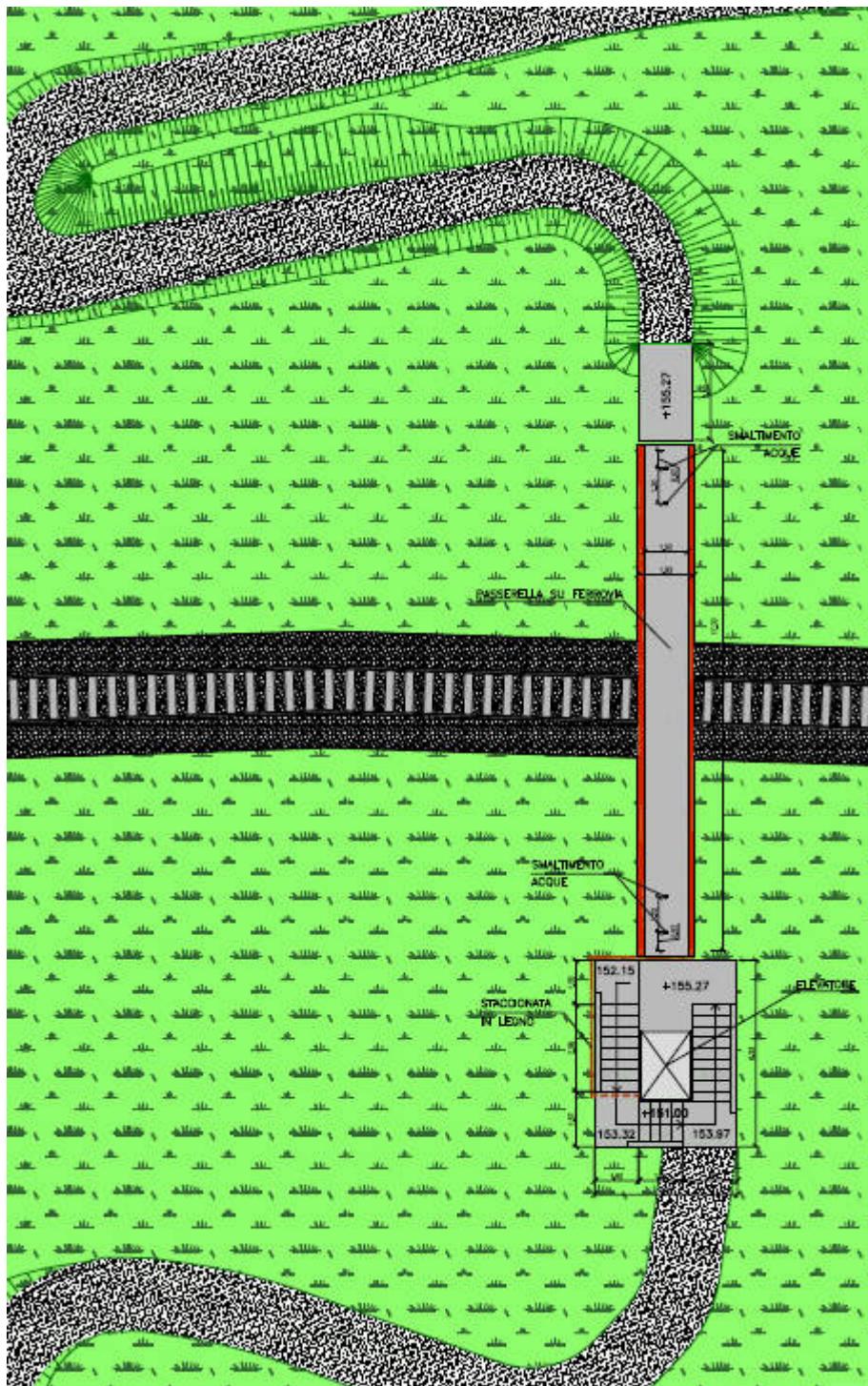
Anche il sistema di accesso posto a monte è costituito da una struttura a setti in calcestruzzo armato, dotato di fondazione diretta a platea in c.a.. In questo caso però, dato che il dislivello per raggiungere il pianerottolo di sbarco della passerella verrà superato per mezzo di rampa su rilevato in terra armata, è prevista solo la realizzazione di un nucleo in c.a. dotato di pianerottolo in sommità e di sbalzi per l'appoggio della passerella.



Tutte le superfici calpestabili di rampe in c.a. e campate metalliche saranno impermeabilizzate e dotate di pavimentazione bituminosa, oltre che di un sistema di allontanamento delle acque.

Le scale e i relativi pianerottoli saranno pavimentate con piastrelle in gres.

Le travi metalliche saranno in acciaio verniciato, con colore idoneo a garantire un inserimento discreto nel contesto ambientale.



## 5. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, MODELLAZIONE E ANALISI

### 5.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE

La progettazione della passerella per l'attraversamento della ferrovia "Pontassieve – Borgo San Lorenzo" in loc. Piandrati nel Comune di Dicomano (FI) ha dovuto affrontare e risolvere il problema dell'accessibilità di tutte le utenze. Se da un lato, per l'elevato dislivello, l'accessibilità ai portatori di handicap è stata demandata necessariamente all'installazione di un sistema meccanico (elevatore) come spiegato al capitolo precedente, dall'altro, sia l'accesso ciclabile che ai portatori di handicap è stato garantito dalla presenza di rampe su rilevati in terra armata con pendenza idonea. Sulle scale lato valle, sempre per l'elevato dislivello da superare, si è deciso di non predisporre rampe per i ciclisti ma installare uno scivolo laterale sulle scale per la conduzione a mano delle biciclette. In ogni caso le scale sono state concepite con alzate molto contenute in modo da garantire un percorso riposante e un agevole trasporto dei mezzi a due ruote.

In questo modo si garantisce il collegamento completo ed efficiente del sistema di piste ciclabili sulle sponde della Sieve nel Comune di Dicomano.

La passerella sulla ferrovia è stata concepita con una struttura metallica che garantisse un ingombro minimo al di sotto del piano calpestabile, in modo da ridurre il più possibile il dislivello da superare con le rampe. La struttura è stata studiata come struttura di solo acciaio, considerando la presenza delle lastre metalliche tralicciate per il solo effetto di casseratura in fase di getto e per il controventamento della travatura.

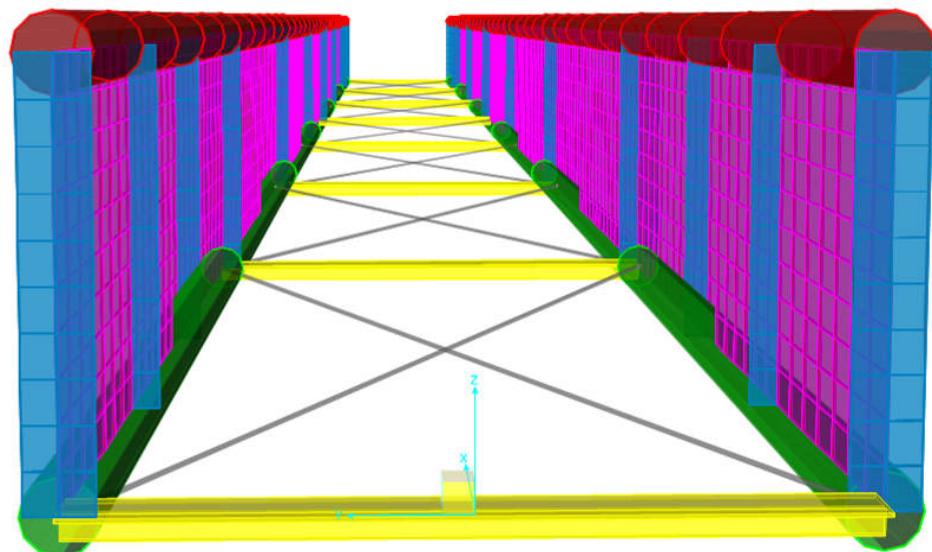
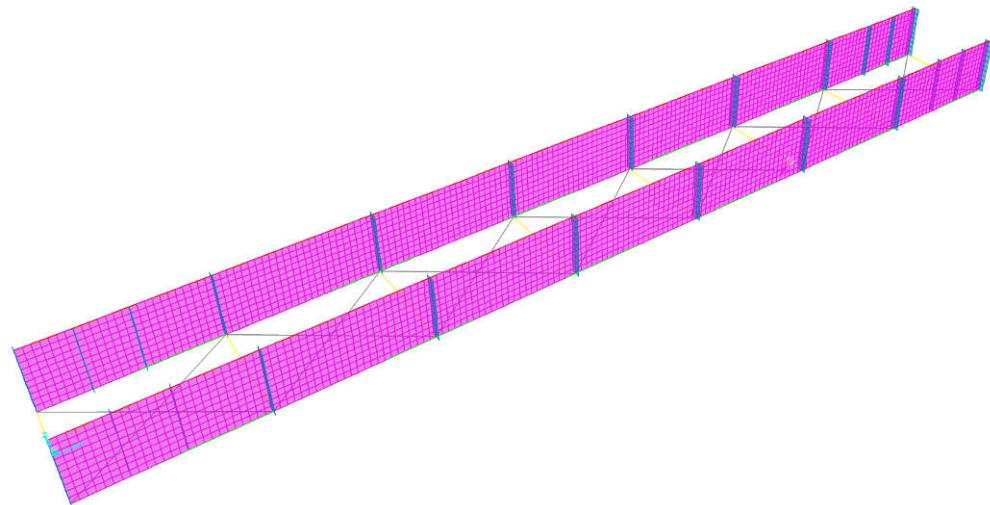
Le scale lato valle e l'accesso lato monte sono state analizzate invece come struttura in calcestruzzo armato costituita da platea, setti, solette e pareti.

## 5.2 MODELLAZIONE E ANALISI

Le analisi strutturali delle campate metalliche e dei sistemi di rampe sono state condotte con modelli ad elementi finiti e con valutazioni semplificate su schemi statici parziali risolti anche manualmente e con fogli di calcolo appositamente messi a punto. Le modellazioni sono state condotte con l'ausilio del software agli elementi finiti CSI Berkely SAP2000 v 20.

Le verifiche sono state condotte con fogli di calcoli prodotti e correntemente utilizzati dal sottoscritto progettista.

Per il dimensionamento degli impalcati metallici si sono adottati modelli FEM complessi, costituiti da elementi mono e bidimensionali (frames e shells), anche con l'obiettivo di valutare i possibili fenomeni di instabilità locale e/o globale sulla struttura. Sono stati modellati tutti gli elementi metallici, compresi irrigidenti e traversi. Per simulare l'effetto della presenza delle lastre ai fini del controventamento delle due travate, sono stati modellati dei controventi fittizi.



Modello campata metallica (ferrovia)

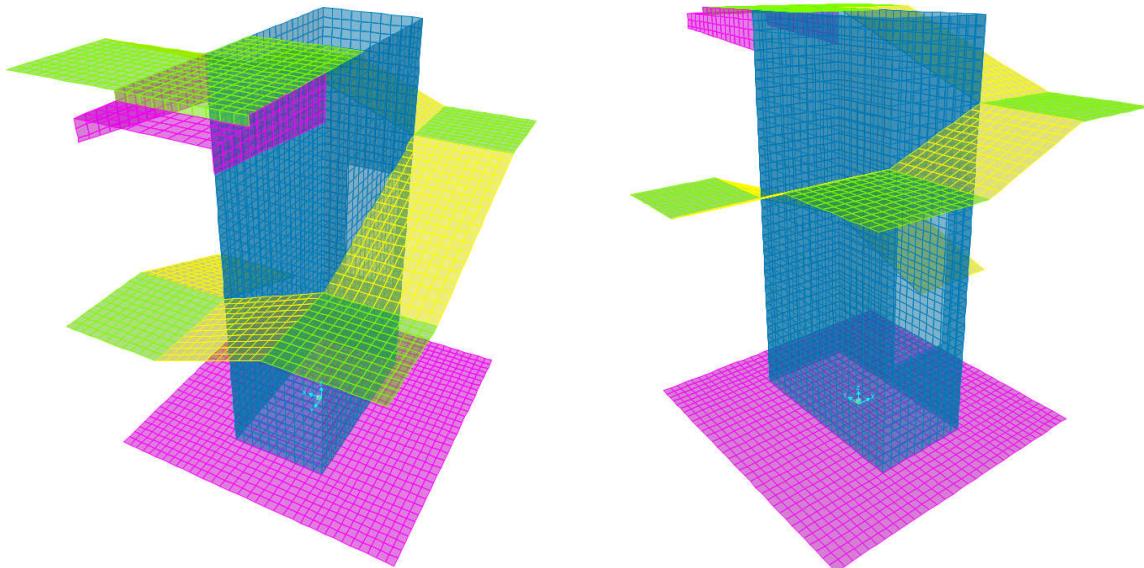


Modello campata metallica (ferrovia) – Vista estrusa

Per il dimensionamento dei sistemi di accesso sono stati realizzati modelli FEM costituiti in prevalenza da elementi bidimensionali che riproducono fedelmente la geometria della struttura. Ai fini dell'analisi sismica le masse della passerella sono state ripartite sui due corpi di fabbrica e considerate cautelativamente vincolate rigidamente con essi.

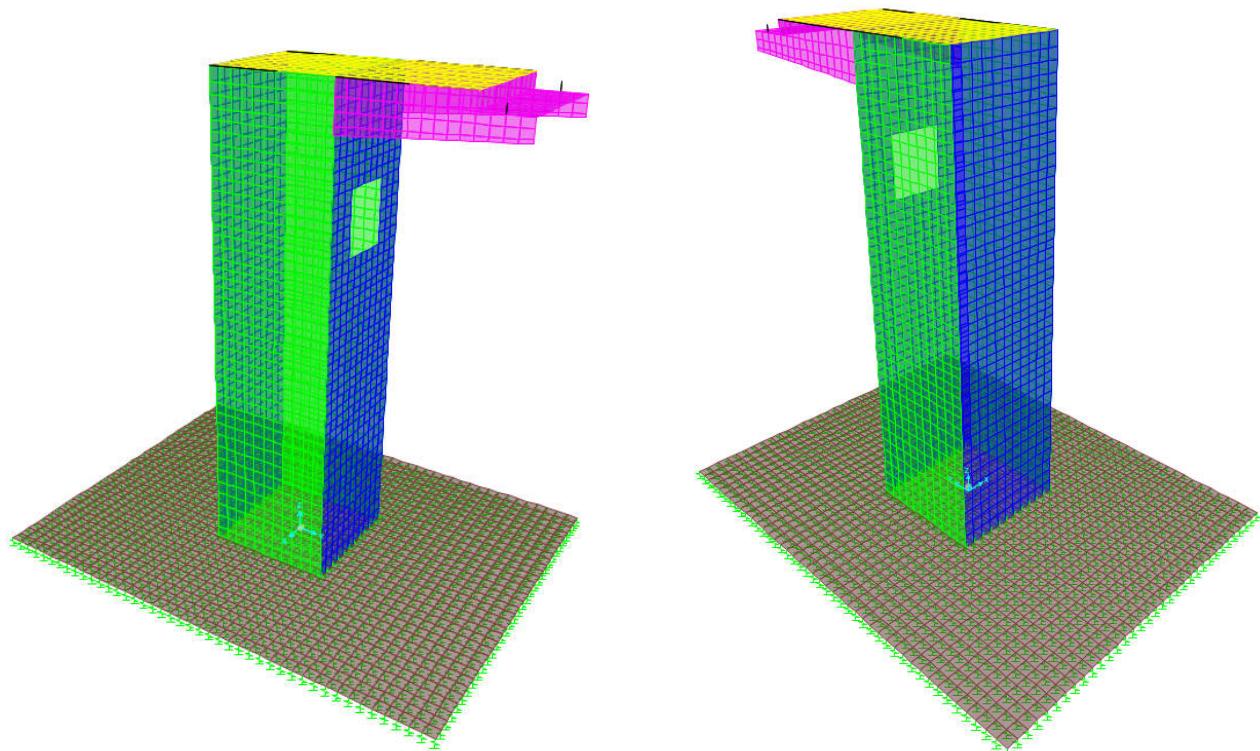
La sovrastruttura in c.a. è stata considerata incastrata alla base. Le reazioni alla base sono state impiegate per valutare le pressioni di contatto fondazione-terreno e conseguentemente le sollecitazioni sulle platee di fondazione.

I carichi sono stati applicati, in corrispondenza degli appoggi delle campate metalliche e sui piani delle rampe. Inoltre si è tenuto conto del peso e delle masse del terreno sulla fondazione e del blocco ascensore, comprensivo di castelletto acciaio-vetro in copertura, sul nucleo in c.a..

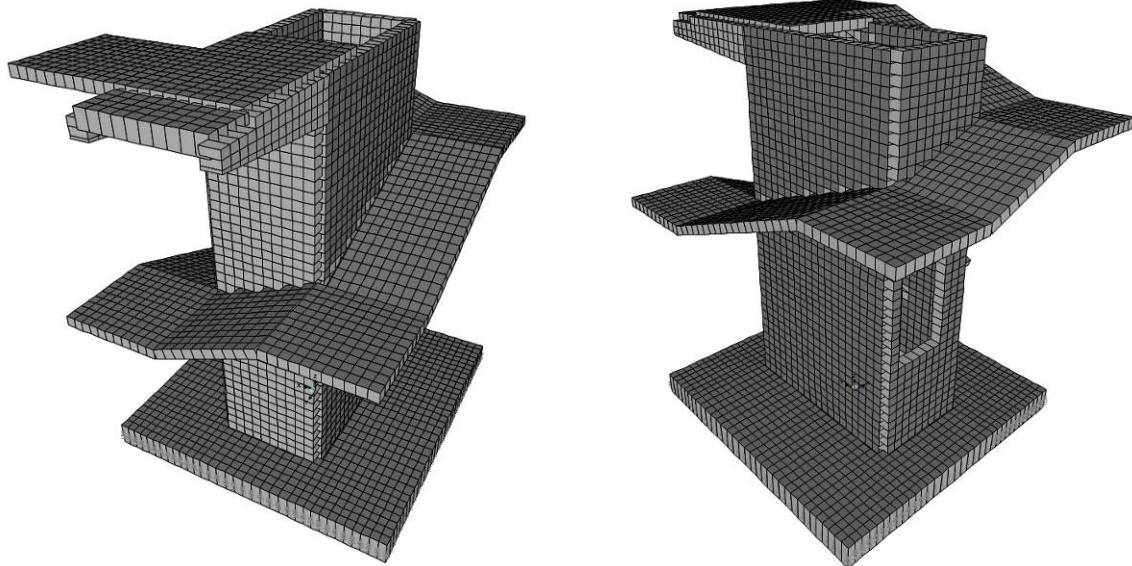


Modello sistema di scale a valle (lato Sieve)

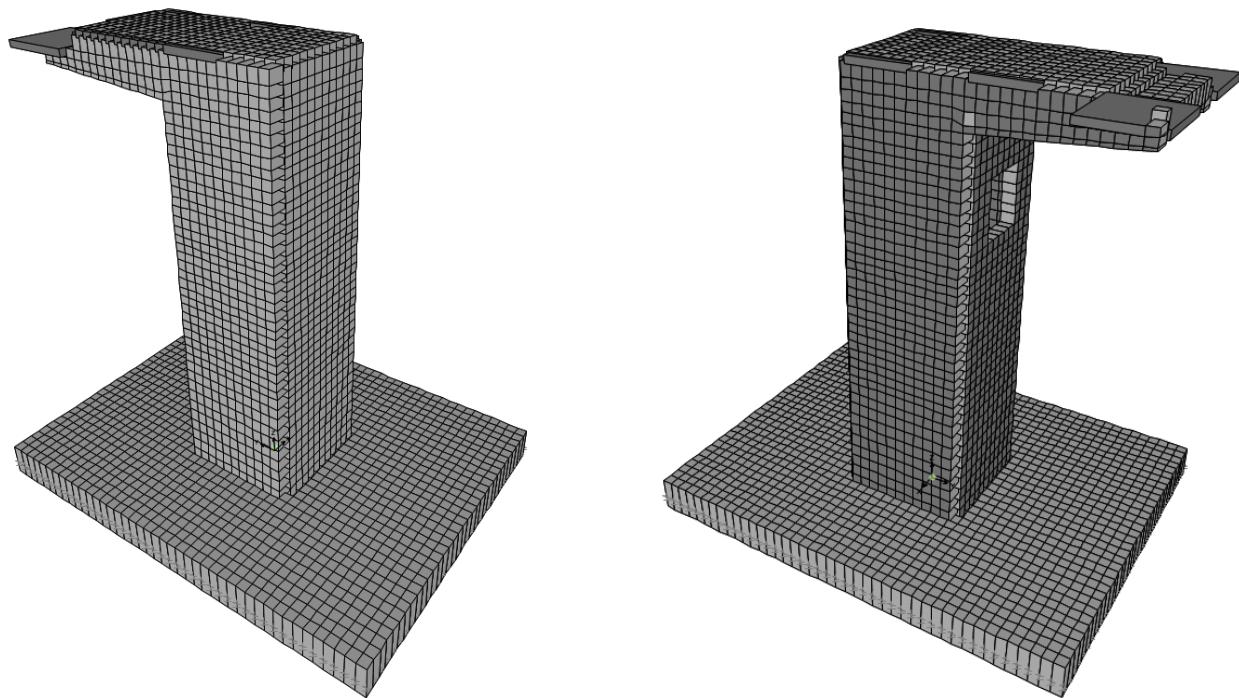
Per una valutazione più accurata delle sollecitazioni sulla fondazione del sistema di accesso lato monte è stata modellata una fondazione su suolo elastico, assumendo rigidezze tali da non alterare il comportamento dinamico rispetto all'assunzione di incastro alla base e riproducendo una ripartizione delle azioni sul terreno a blocco rigido.



Modello sistema di accesso a monte



Modello sistema di scale a valle (lato Sieve)



Modello sistema di accesso a monte

## 6. AZIONI SULLE STRUTTURE

### 6.1 ANALISI DEI CARICHI

#### Pesi propri strutturali

Il peso delle parti strutturali in calcestruzzo armato è stato determinato, sulla base delle dimensioni effettive delle sezioni di impalcato e delle sottostrutture, assumendo un peso specifico di 25 kN/mc.

In particolare, nei modelli delle campate metalliche, il peso della soletta (3,375 kN/mq su 1,6 m) è stato applicato come carico distribuito sulle travi; invece, nei modelli dei sistemi di rampe, tutti gli elementi in c.a. sono stati modellati con la loro effettiva geometria e pertanto i carichi sono stati assunti correttamente in automatico dal programma.

Il peso delle parti strutturali in acciaio è stato determinato, sulla base delle dimensioni effettive assumendo un peso specifico di 78,5 kN/mc. In particolare, nei modelli delle campate metalliche, tutti gli elementi, ad esclusione delle lastre metalliche tralicciate sono stati modellati e pertanto assunti in automatico dal programma sulla base dell'effettiva geometria. Per tener conto degli elementi metallici non modellati tali carichi sono stati comunque incrementati del 25%.

#### Carichi permanenti

Sono stati considerati i carichi permanenti costituiti dal peso dei cordoli, della pavimentazione, della impermeabilizzazione e di reti di protezione o parapetti.

Complessivamente si è assunto un carico di 1,5 kN/mq su 1,6m di larghezza per le parti in campata metallica, di 0,5 kN/mq sui pianerottoli e di 2,125 kN/mq sulle rampe in c.a..

Sui pianerottoli e sulle rampe si è assunto il peso della ringhiera pari a 0,25 kN/m mentre sulle scale, considerando anche il peso dello scivolo per il trasporto delle biciclette si è assunto 0,575 kN/mq.

Il peso del sistema ascensore più vano extracorsa panoramico in ferro-alluminio e vetro è stato cautelativamente assunto pari a 10 kN.

#### Spinta delle terre

Al fine della valutazione della spinta della terra sulla struttura, in particolare per l'accesso lato monte, si assume che il terreno utilizzato per il rilevato in terra rinforzata sia di tipo incoerente con angolo d'attrito  $\Phi=35^\circ$  e peso specifico  $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ .

Si assume agente sulle pareti della struttura la spinta a riposo definita come:

$$F = K_0 \gamma h^2 / 2$$

dove:

$$K_0 = 1 - \sin \Phi = 0,424 \text{ coeff. spinta a riposo}$$

Si assume presente la spinta prodotta dal rilevato a tergo dell'opera e dalle porzioni di rilevato che degradano ai lati della struttura. Le spinte sui due lati sono state differenziate in modo da riprodurre una differente sistemazione dei quarti di cono di terreno sui due lati.

#### Carichi accidentali da traffico

Trattandosi di ponte ciclopeditonale (ponte di 3° Categoria ai sensi del 5.1.3.3.4 delle NTC2018) si è fatto riferimento allo schema di carico 5 di normativa per sia per le verifiche di resistenza che di deformabilità.

Lo schema assunto prevede un carico di 5 kN/mq che riproduce il carico prodotto dalla folla compatta.

Lo stesso schema di carico è stato adottato anche per il dimensionamento di rampe e scale in c.a.

Per il miniascensore si è considerato un sovraccarico di 300 kg (3 kN) pari alla portata massima prevista per lo stesso ascensore.

### Azioni eccezionali per urti da traffico ferroviario

Le strutture si trovano ad una distanza >5 m dall'asse del ferro ma <15 m.

Le eventuali azioni d'urto su strutture prodotte da veicoli ferroviari deragliati andrebbero applicate, ai sensi delle norme vigenti, alla quota di 1,80 m dal piano del ferro.

Nel caso specifico la ferrovia risulta contenuta da due terrapieni laterali di altezza maggiore di 1,80 m dal piano del ferro, per cui l'eventuale azione d'urto non potrebbe essere applicata direttamente sulle strutture.

Pertanto non si considerano le azioni d'urto da traffico ferroviario.

### Azione del vento

Per valutare l'azione del vento sulla struttura si è fatto riferimento alle NTC 2018.

La classificazione climatica dell'Italia permette di definire una pressione cinetica di picco del vento a partire da una velocità di base di riferimento.

Dicomano                quota s.l.m. 162m (a<sub>s</sub> < a<sub>0</sub>)

Zona 3

Classe di rugosità C

Categoria di esposizione sito III

T<sub>R</sub> = 50 anni

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_r^2 \cdot C_e \cdot C_p \quad (\text{pressione cinetica di picco})$$

z = quota sul suolo

ρ = densità media dell'aria (1,25 kg/mc)

V<sub>r</sub> = 27 m/s (velocità di base di riferimento)

Si assume cautelativamente un'altezza dal suolo z=8,6 m.

$$C_e(z) = 2,04$$

Si assume un coefficiente di forma per travi isolate piene:

$$C_p = 1,4$$

La pressione del vento, applicata sulle pareti piene della struttura, risulta quindi pari a:

$$q_p(z) = 1,30 \text{ kN/mq}$$

Per il vento che investe la rete metallica, assumendo un rapporto di occlusione φ = 15%, si considera un coefficiente di forma:

$$C_p = 2 - \frac{4}{3} \varphi = 1,8 \text{ (da applicarsi sulla superficie piena effettiva } S_p)$$

Essendo S<sub>p</sub> = 0,15 S, con S superficie totale di rete metallica, la pressione del vento agente sulla superficie complessiva di rete vale:

$$q_{p,rete}(z) = 0,25 \text{ kN/mq}$$

Comunque, a vantaggio di sicurezza si è cautelativamente assunto una pressione del vento di 1,5 kN/mq per le superfici piene e 0,75 kN/mq (0,25 x 3 ) per quelle con rete metallica.

### **Variazioni termiche**

Si assume la presenza di variazioni termiche uniformi e a farfalla sui diversi elementi strutturali che compongono l'opera.

#### Strutture in C.A.

Variazioni termiche uniformi:  $\Delta T_{unif} = 15 \pm {}^\circ\text{C}$

#### Impalcati in ACCIAIO

Variazioni termiche uniformi:  $\Delta T_{unif} = 30 \pm {}^\circ\text{C}$

Variazioni termiche a farfalla:  $\Delta T_{farf} = 18 \pm {}^\circ\text{C}$

### **Azione sismica**

Per la valutazione delle azioni sismiche sulla struttura, effettuata secondo quanto previsto dal D.M 17.01.2018, sono stati assunti i seguenti dati:

Dati di input

Regione: Toscana

Provincia: Firenze

Comune: Dicomano

Longitudine: 11.52993

Latitudine: 43.87509

Categoria di sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Vita nominale della costruzione : 50 anni

Classe d'uso II

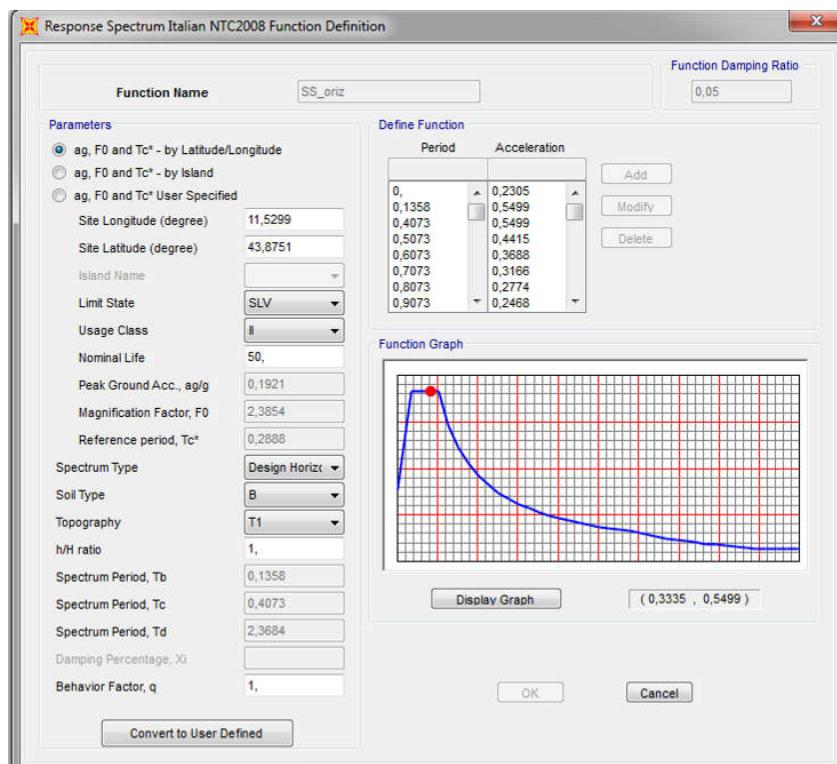
Coefficiente d'uso della costruzione cu = 1

Coefficiente di smorzamento: 5%

Fattore di struttura: q=1,0

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito tenendo conto della Normativa sismica vigente (paragrafo 3.2 NTC 2018).

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è rappresentato dallo spettro di risposta elastico Se(T) proposto dalla normativa, costituito da una forma spezzata (spettro normalizzato) moltiplicata per il valore dell'accelerazione massima (Sag) del terreno che caratterizza il sito.



## 6.2 COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Le combinazioni utilizzate ai fini della determinazione delle azioni sulle strutture sono quelle indicate dalle norme vigenti. In particolare, in funzione della tipologia di verifica da effettuarsi, si combinano le azioni secondo coefficienti di sicurezza differenti, come da tabella seguente.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):  
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:  
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:  
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

In presenza di azioni sismiche (E) abbiamo:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

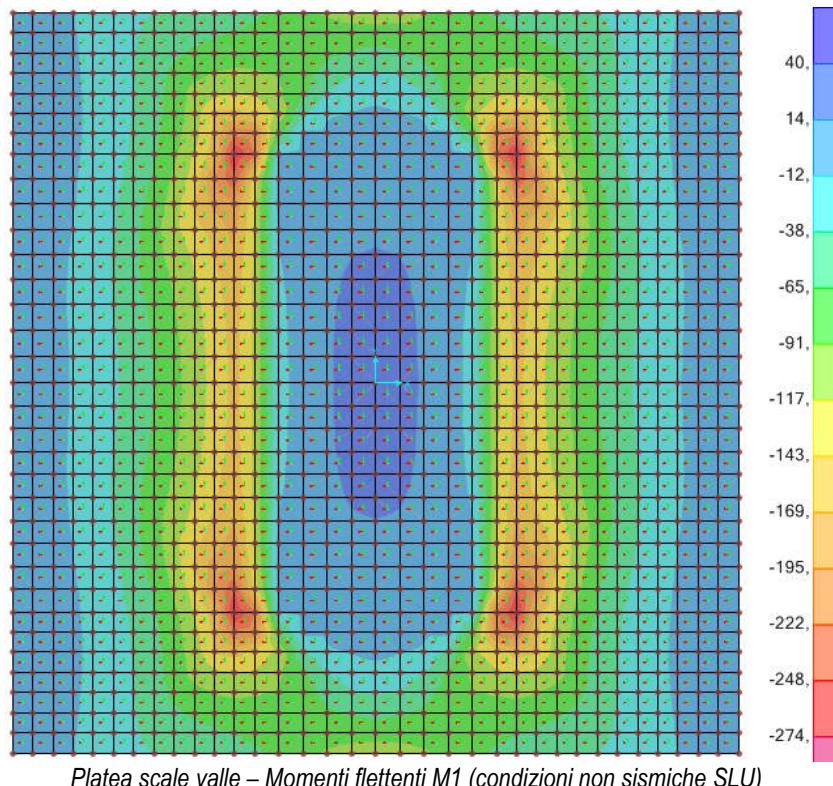
In presenza di azioni eccezionali (Ad) abbiamo:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \dots$$

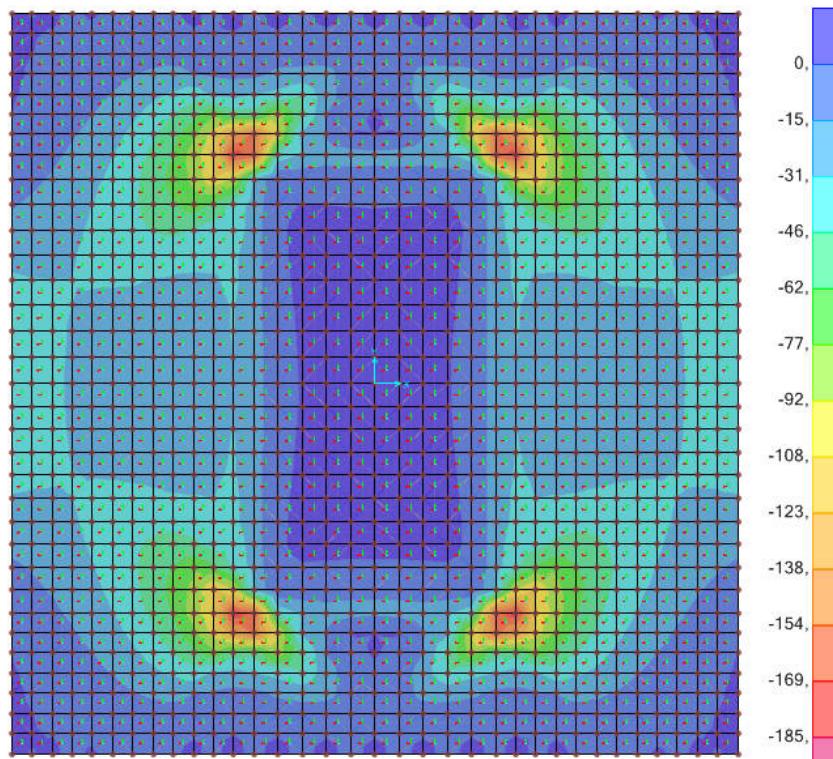
### 6.3 SOLLECITAZIONI

Di seguito si riportano le mappe delle sollecitazioni più significative sui vari elementi che compongono la rampa lato valle. Le sollecitazioni ottenute hanno permesso di condurre le verifiche di resistenza per tutte le parti della struttura.

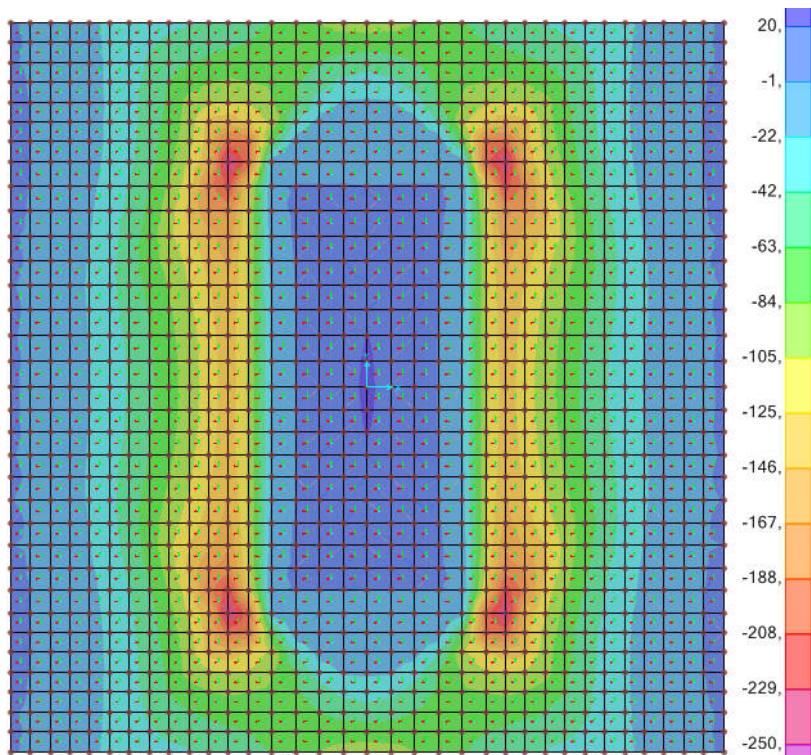
Le sollecitazioni sulla platea sono state ottenute applicando cautelativamente la massima pressione di contatto al suolo su tutta l'impronta di fondazione.



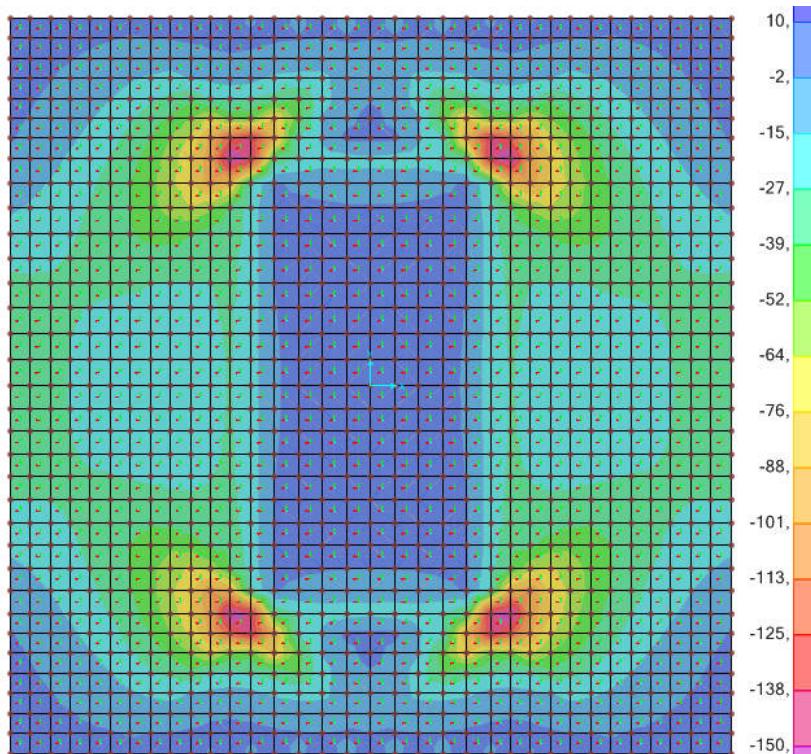
Platea scale valle – Momenti flettenti M1 (condizioni non sismiche SLU)



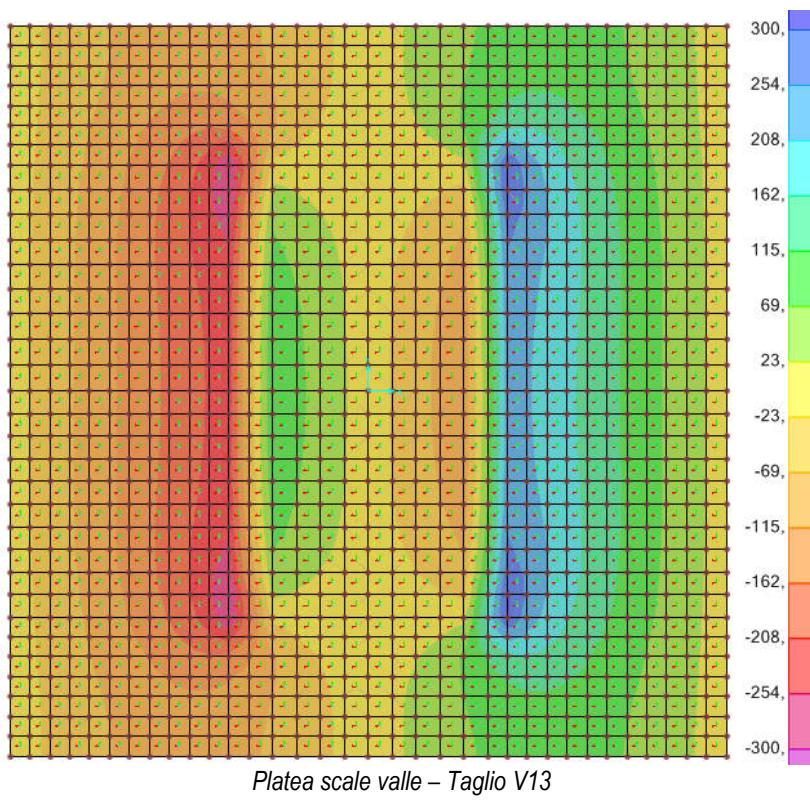
Platea scale valle – Momenti flettenti M2 (condizioni non sismiche SLU)



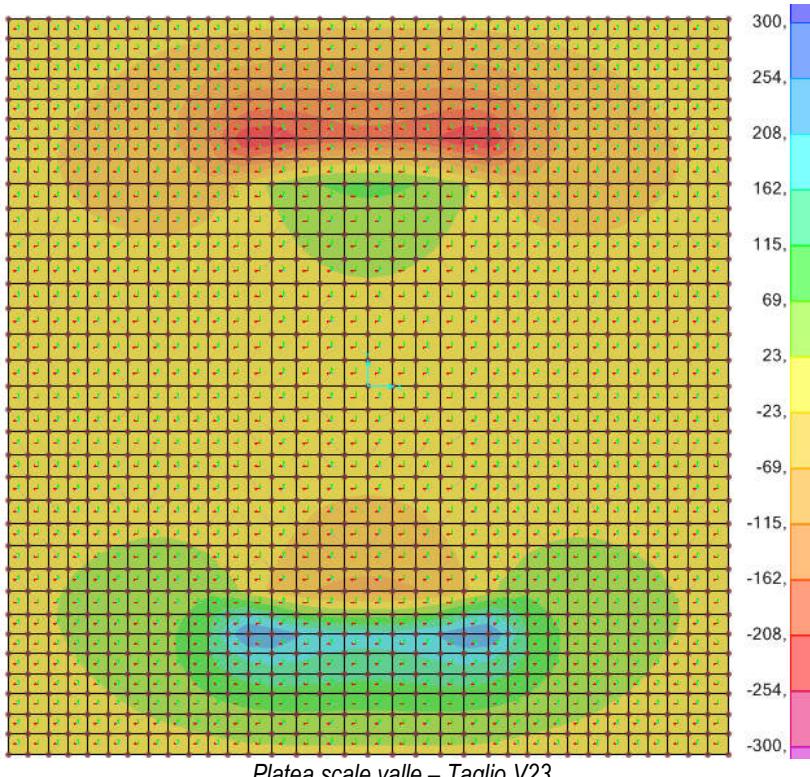
Platea scale valle – Momenti flettenti  $M_1$  (condizioni sismiche SLV)



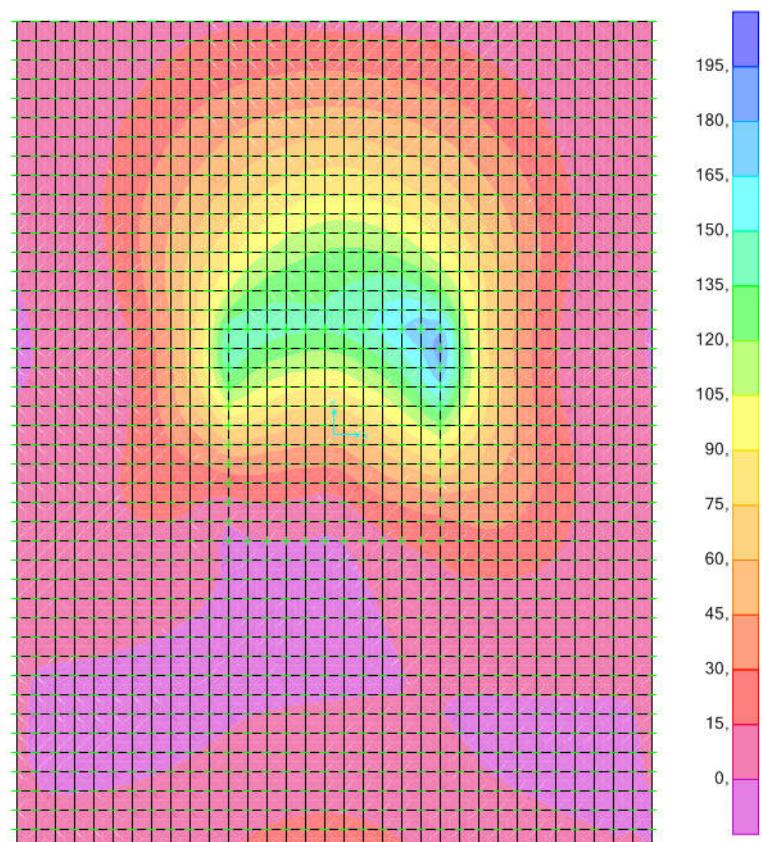
Platea scale valle – Momenti flettenti  $M_2$  (condizioni sismiche SLV)



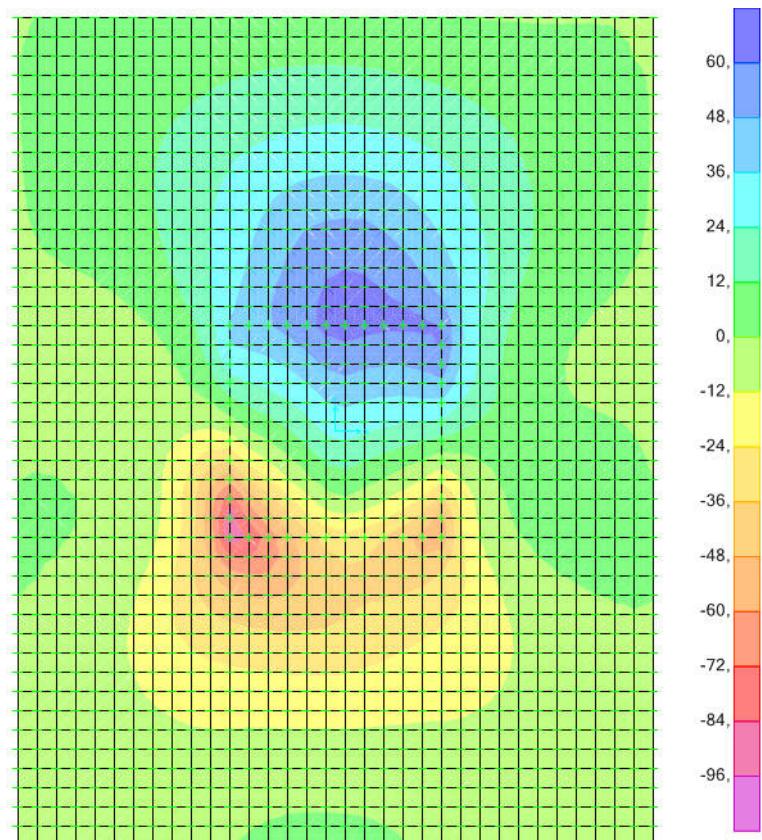
Platea scale valle – Taglio V13



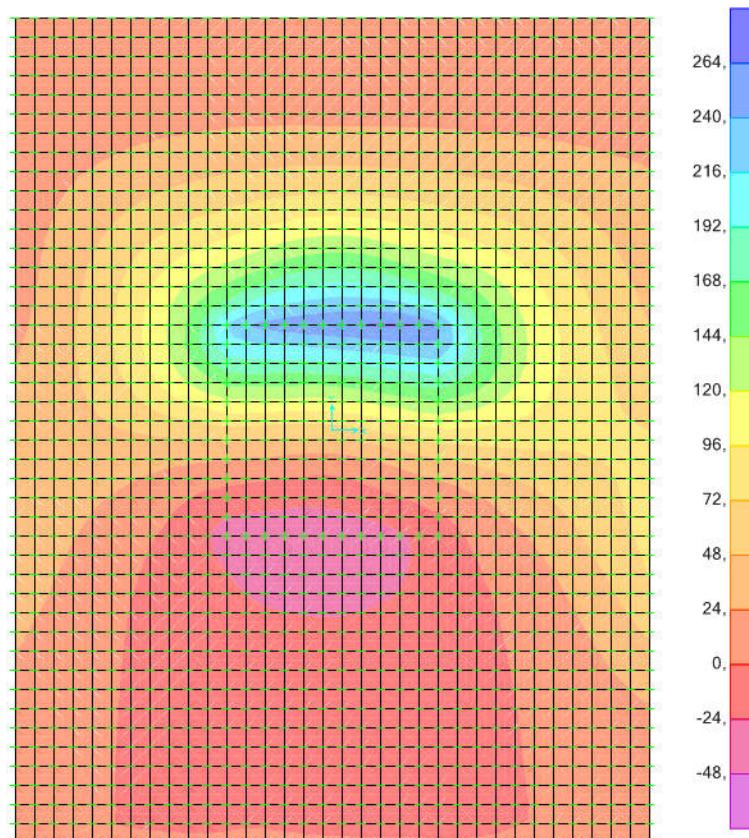
Platea scale valle – Taglio V23



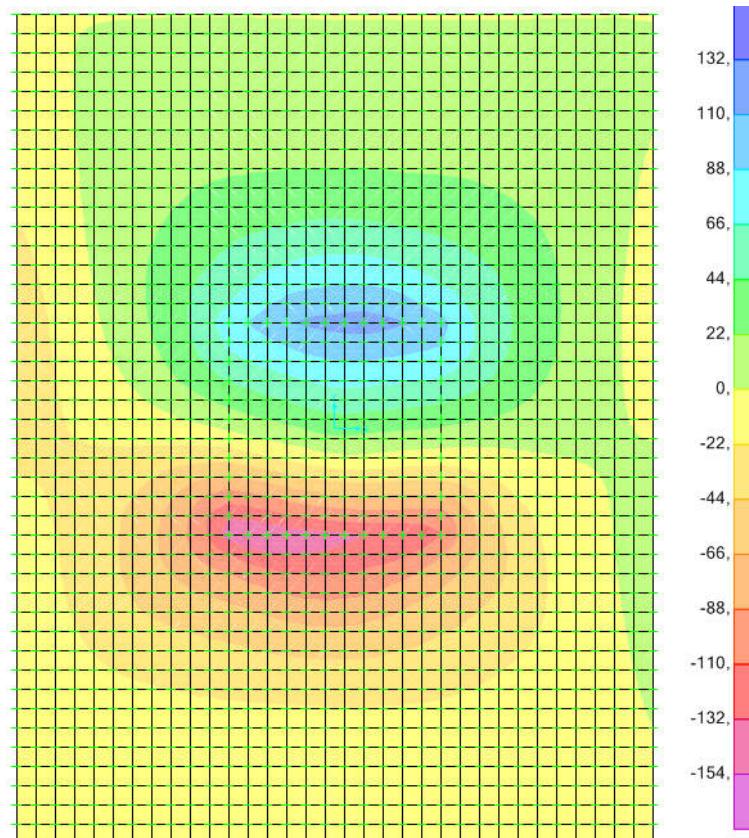
Platea accesso monte – Momenti flettenti  $M_1$  massimi (condizioni non sismiche SLU)



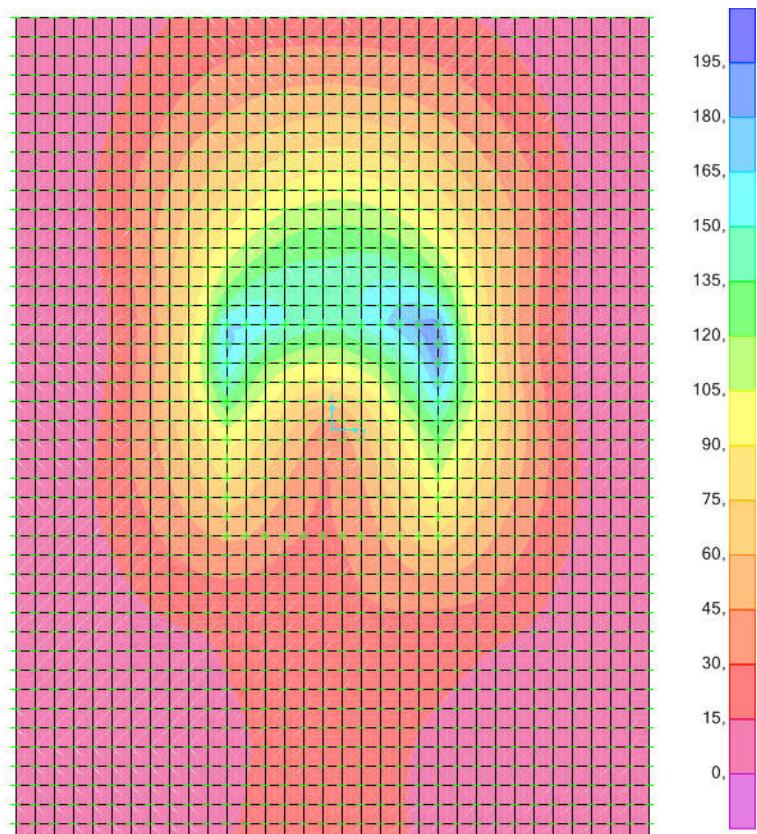
Platea accesso monte – Momenti flettenti  $M_1$  minimi (condizioni non sismiche SLU)



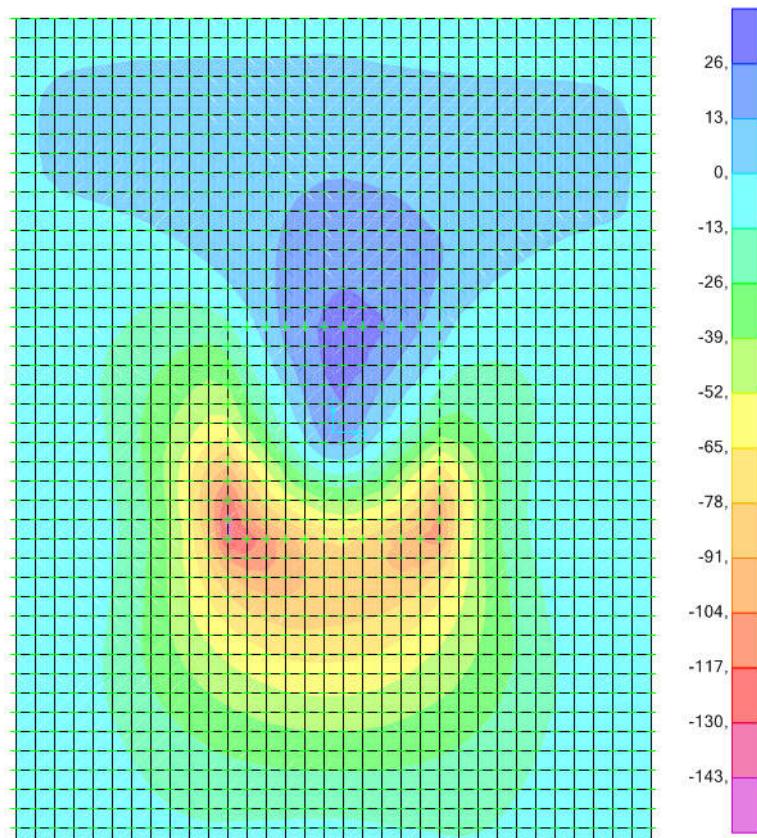
Platea accesso monte – Momenti flettenti  $M_2$  massimi (condizioni non sismiche SLU)



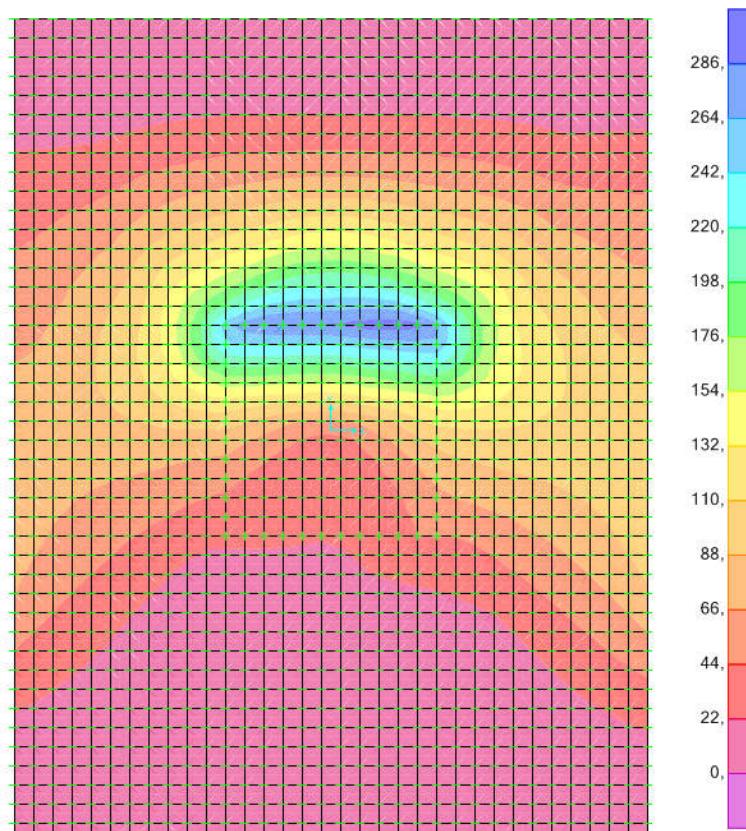
Platea accesso monte – Momenti flettenti  $M_2$  minimi (condizioni non sismiche SLU)



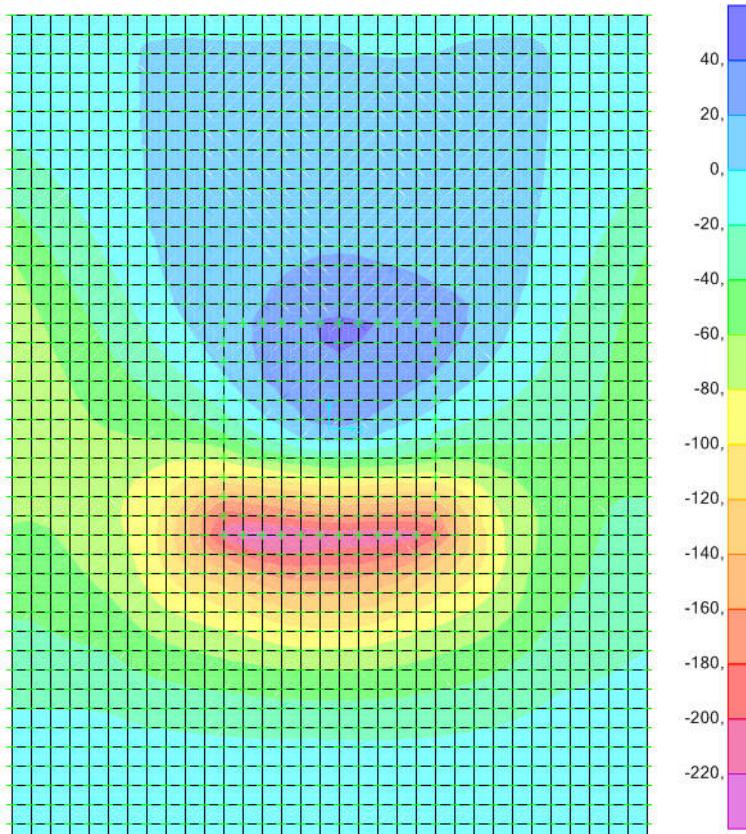
Platea accesso monte – Momenti flettenti  $M_1$  massimi (condizioni sismiche SLV)



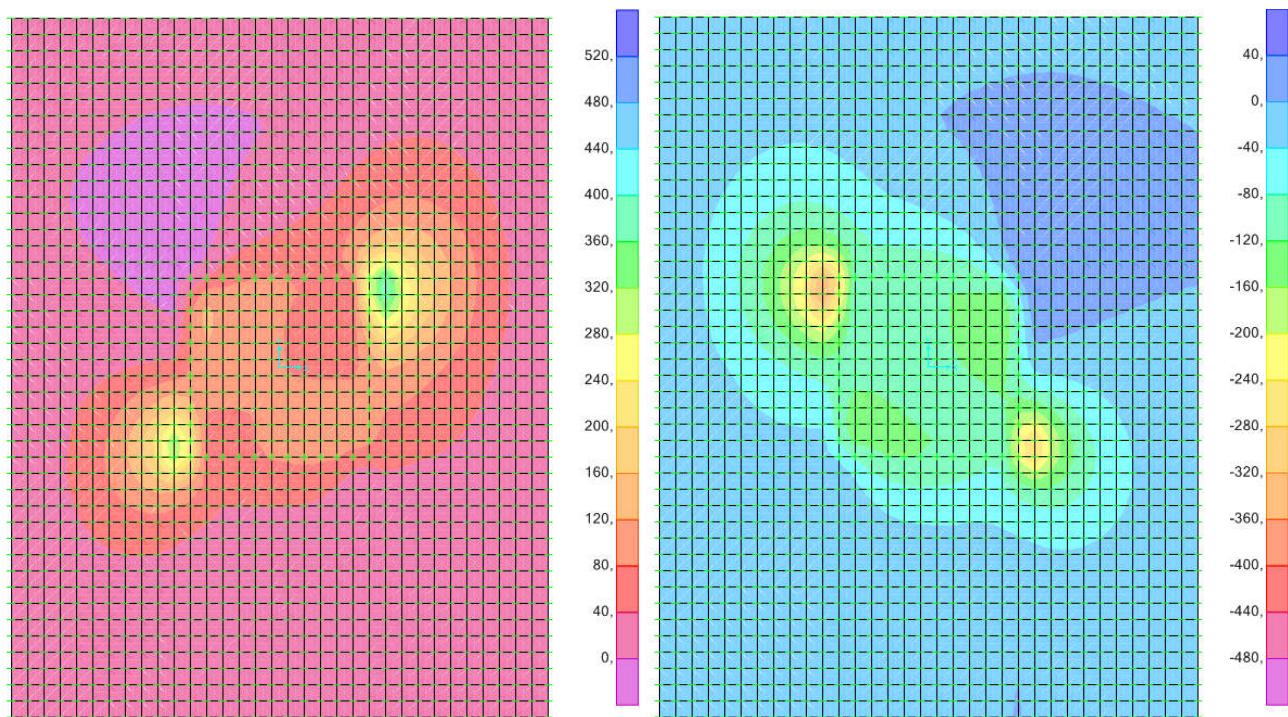
Platea accesso monte – Momenti flettenti  $M_1$  minimi (condizioni sismiche SLV)



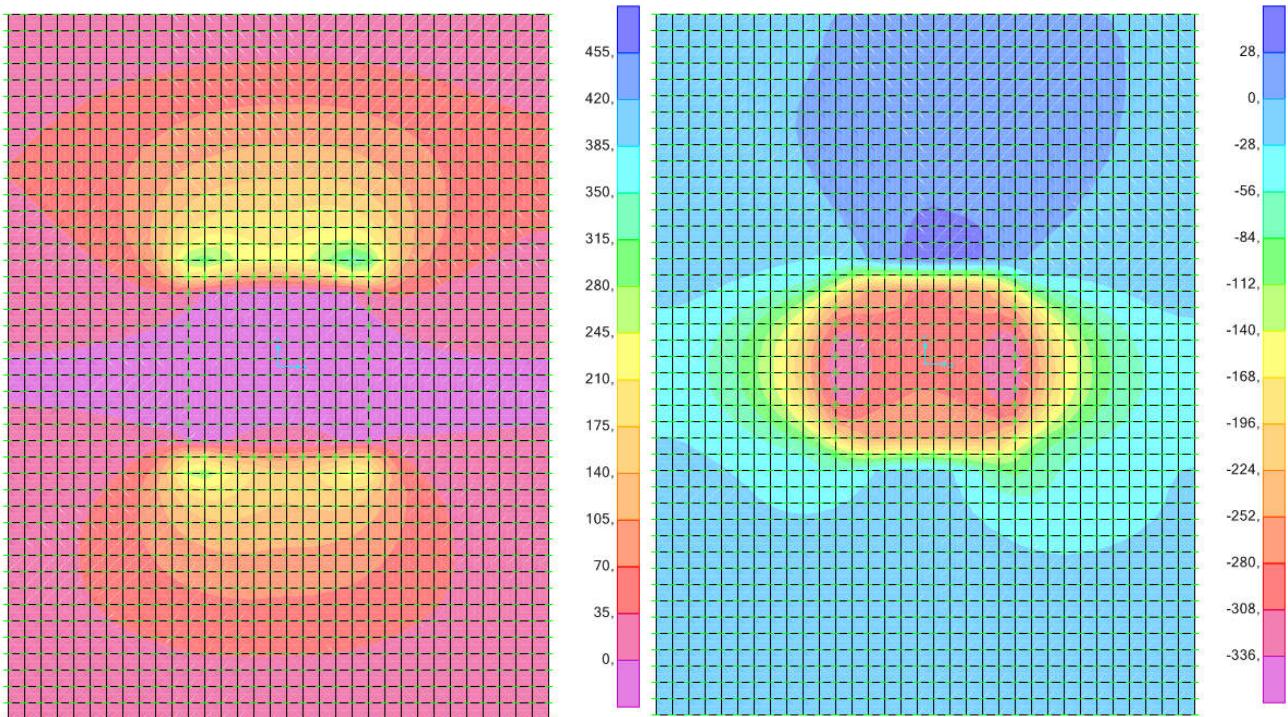
Platea accesso monte – Momenti flettenti  $M_2$  massimi (condizioni sismiche SLV)



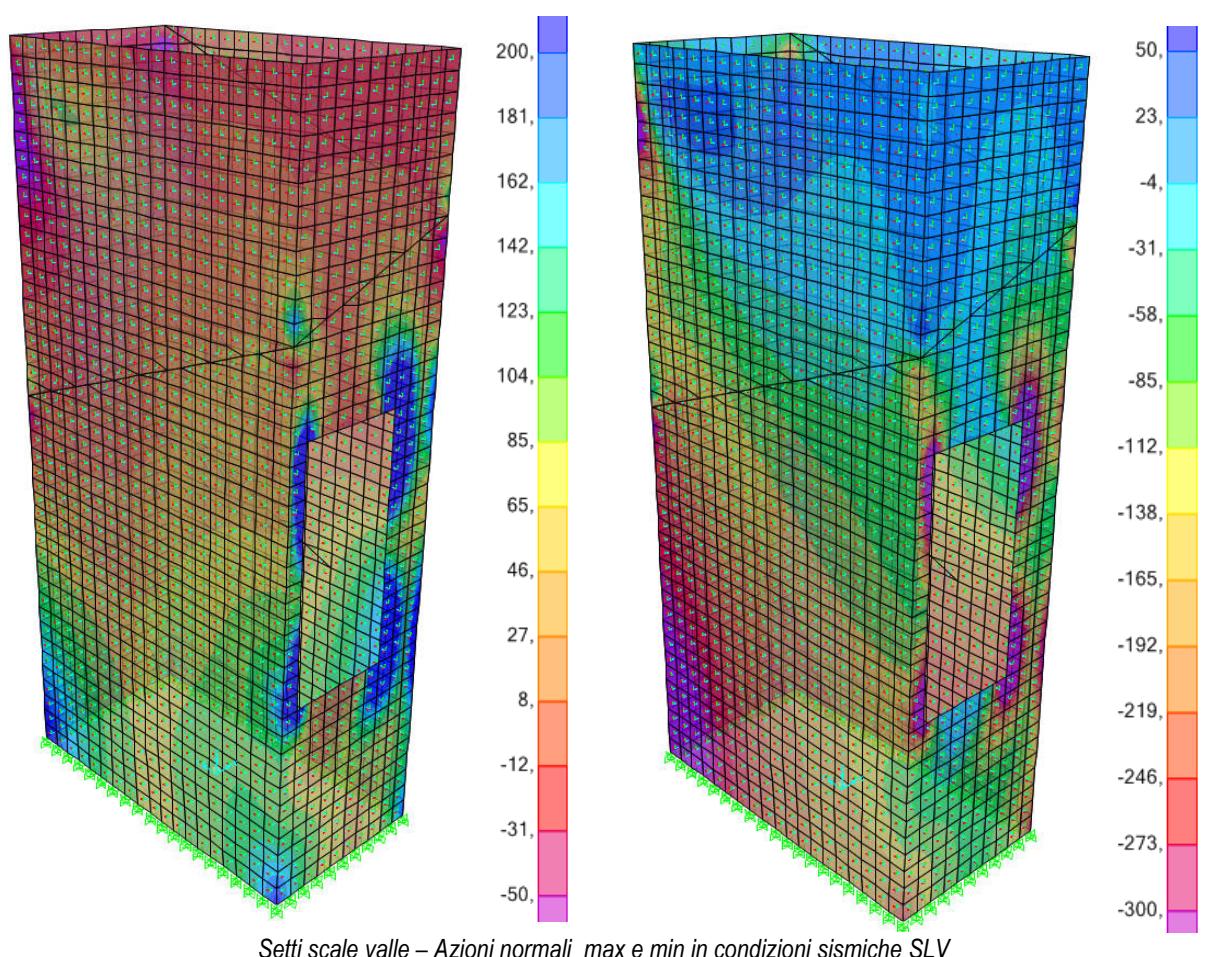
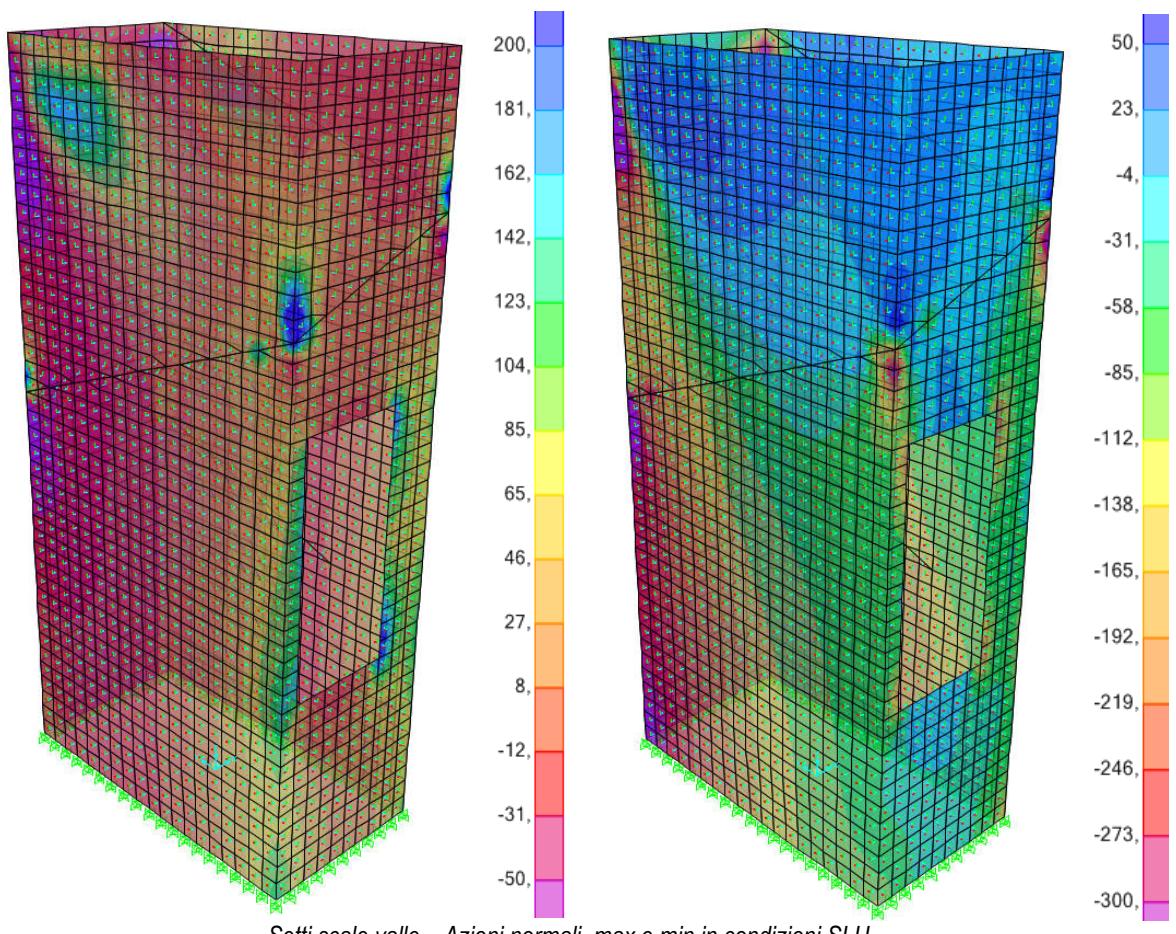
Platea accesso monte – Momenti flettenti  $M_2$  minimi (condizioni sismiche SLV)

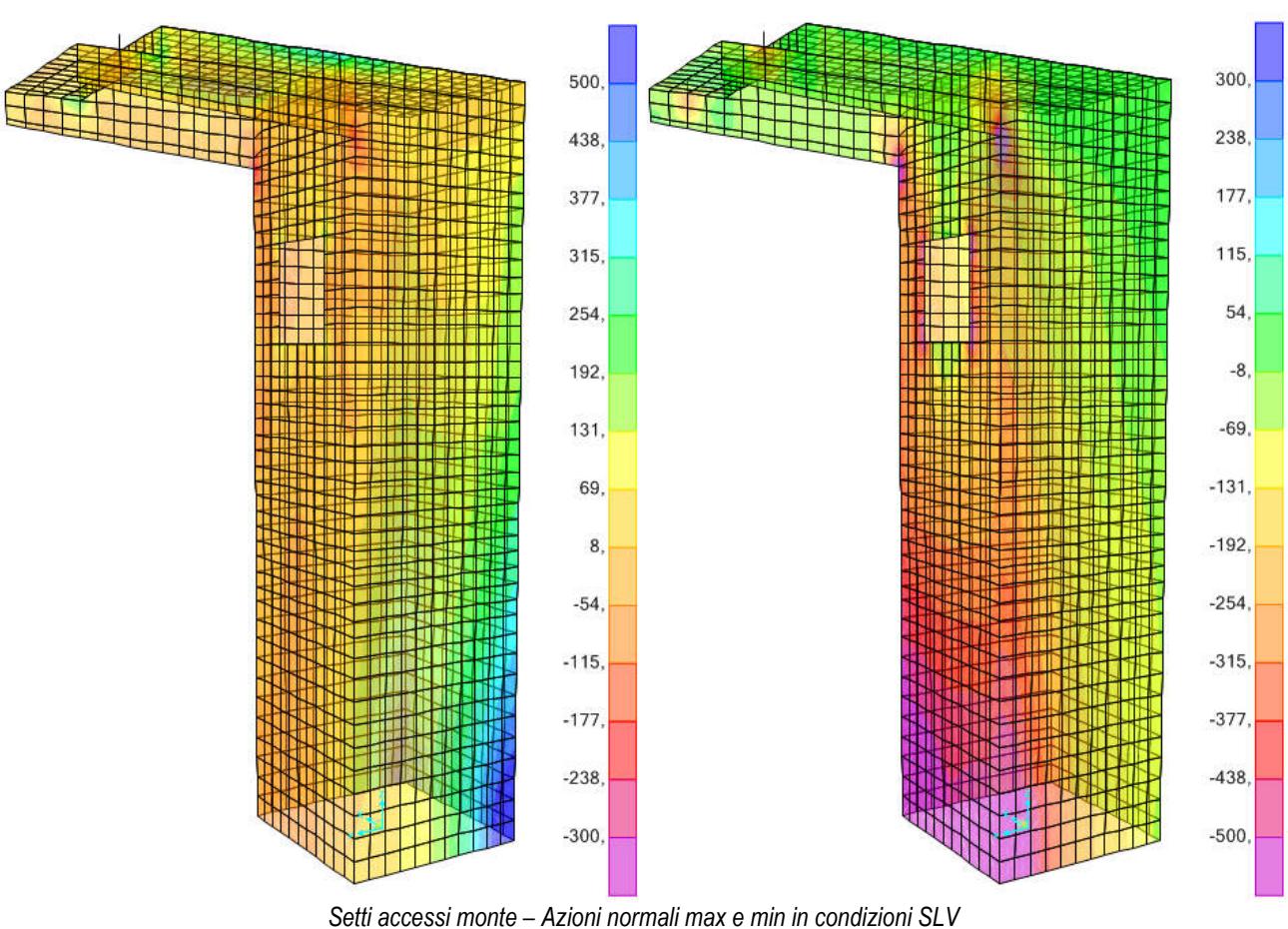
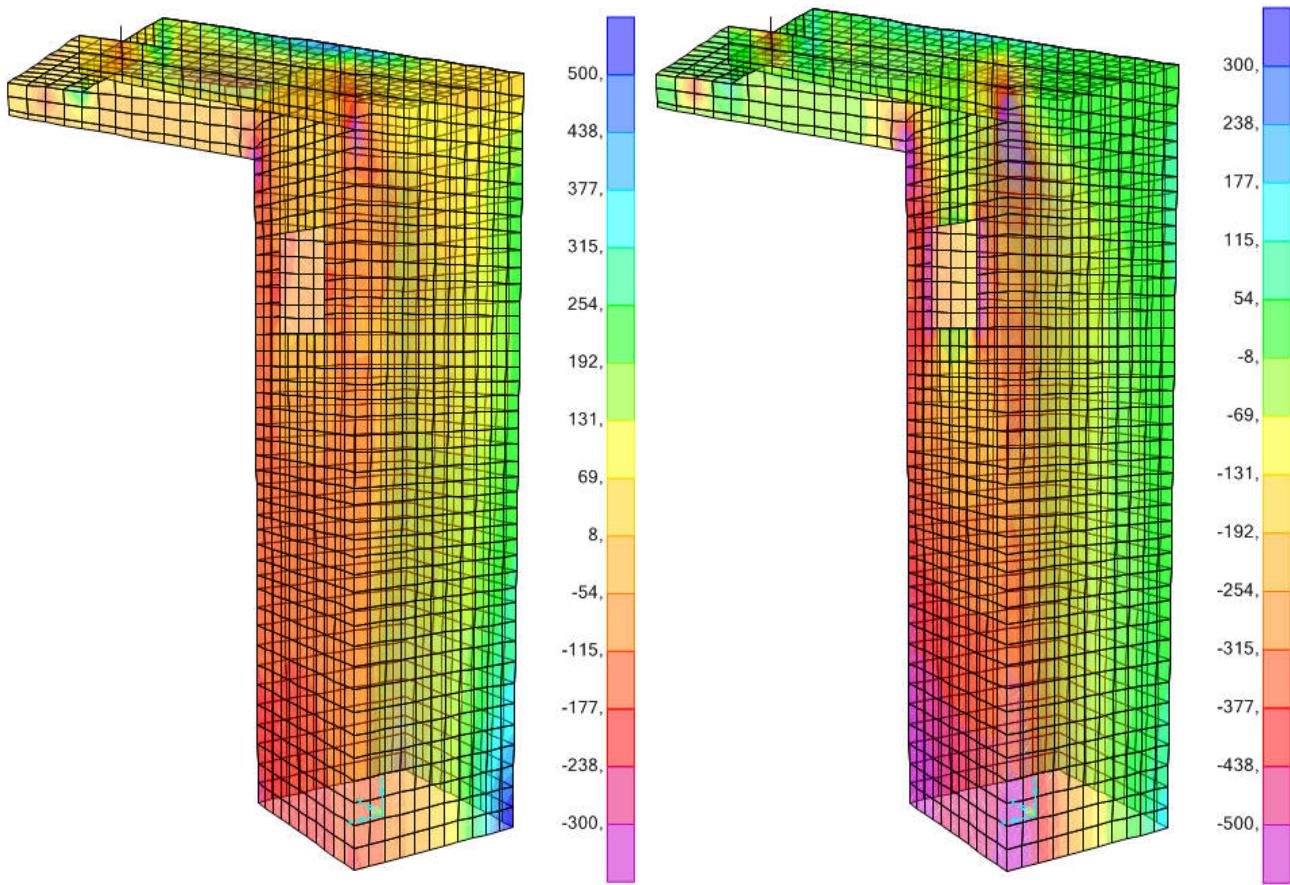


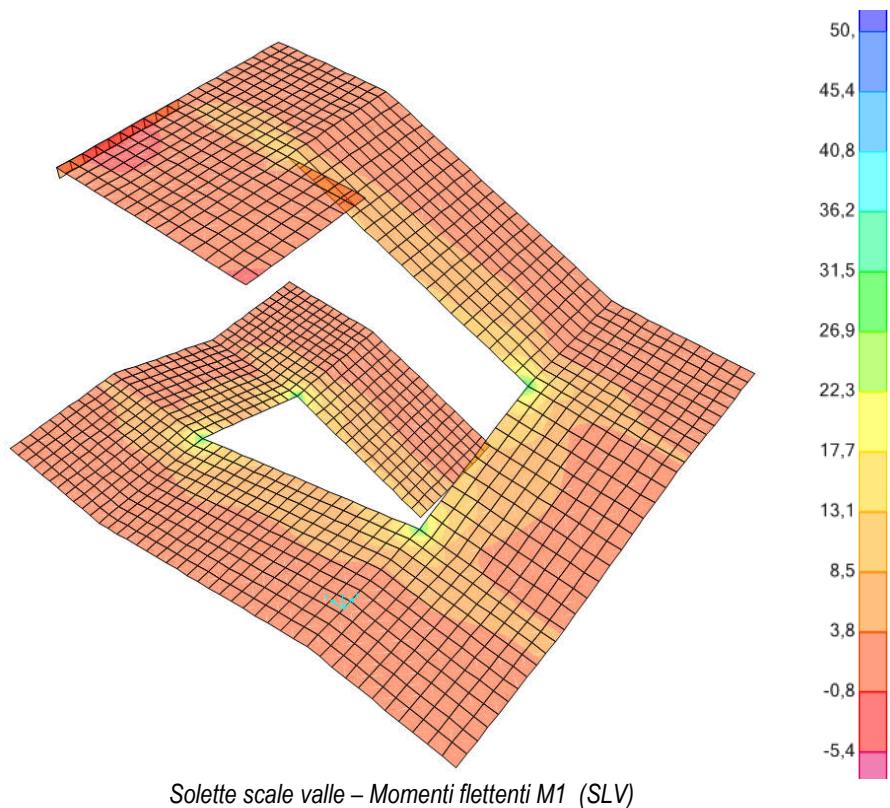
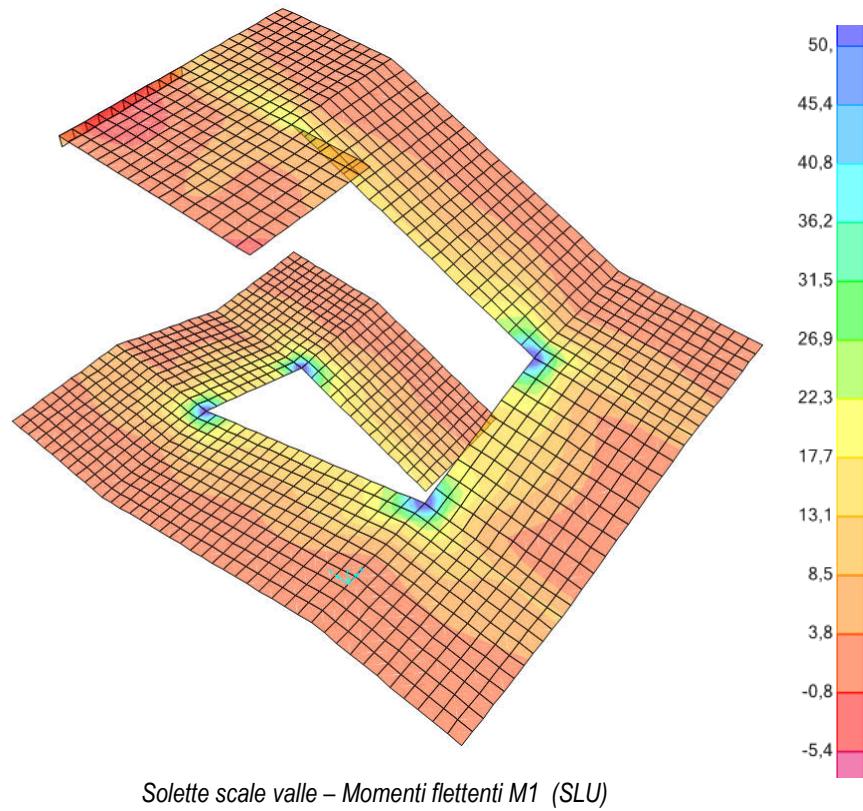
Platea accesso monte – Taglio V13

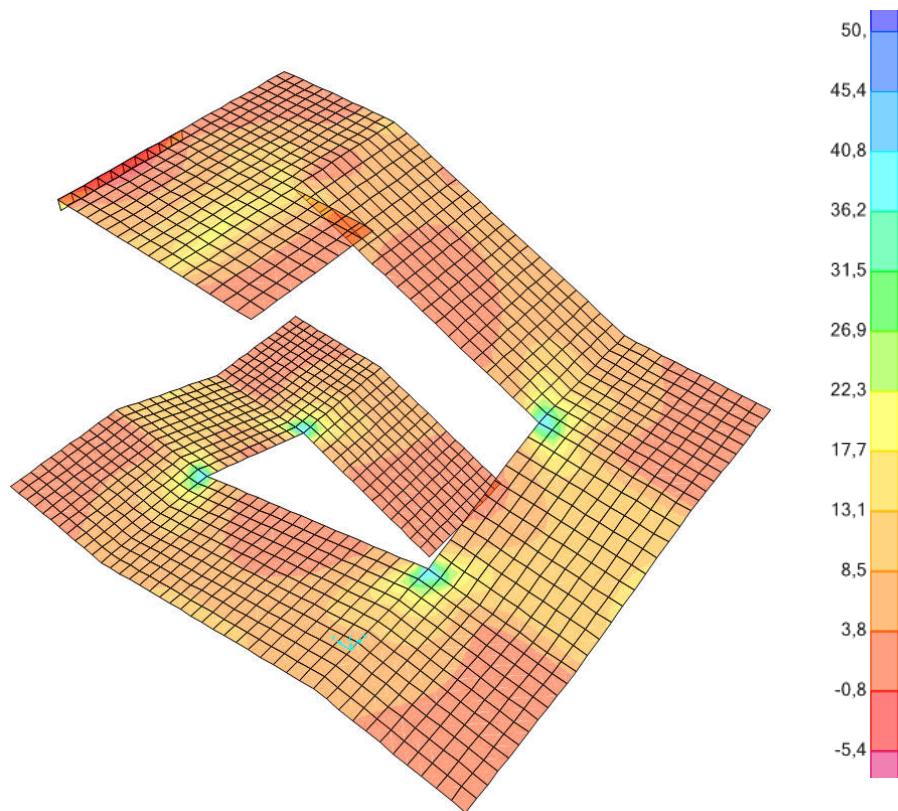


Platea accesso monte – Taglio V23

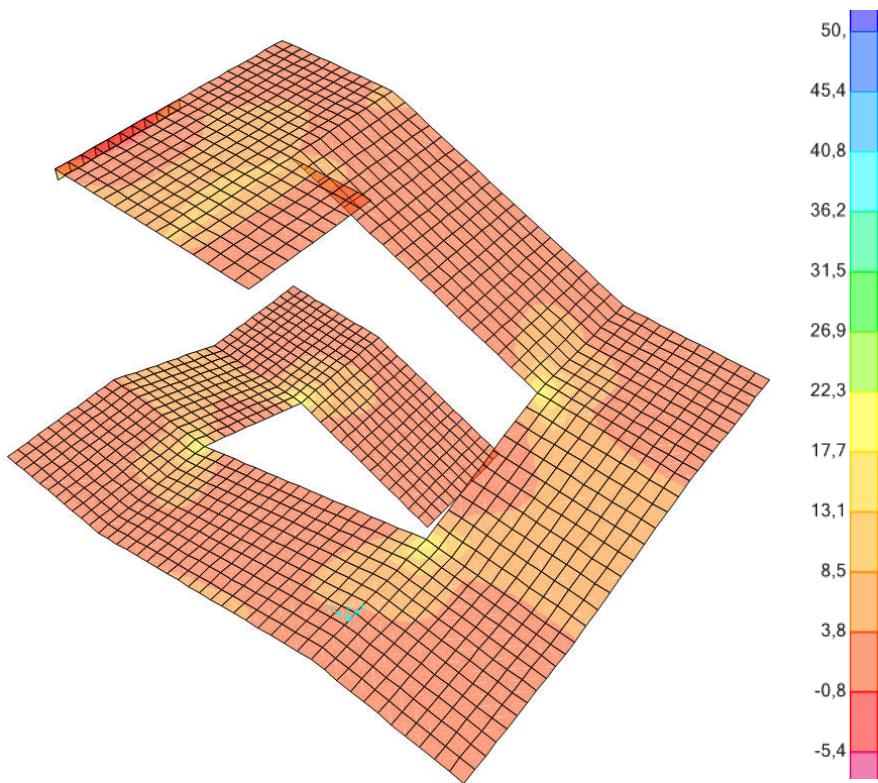




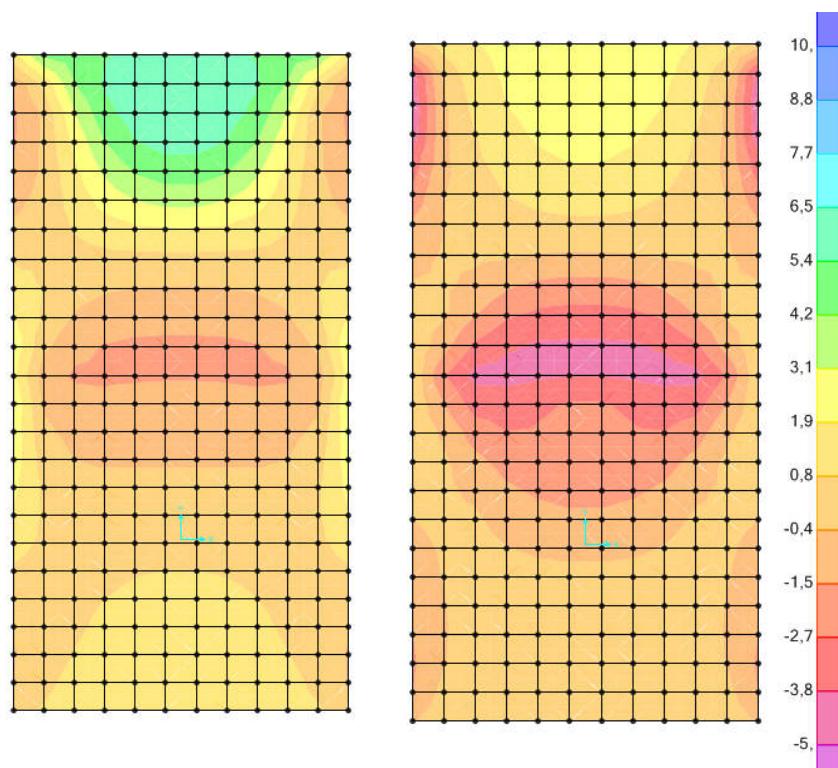




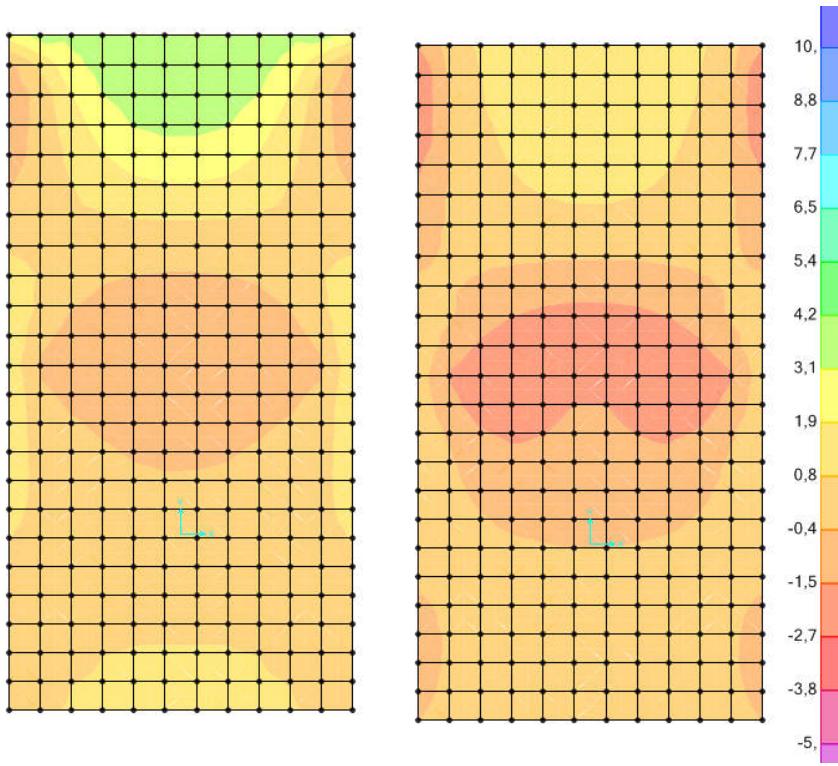
Solette scale valle – Momenti flettenti  $M_2$  (SLU)



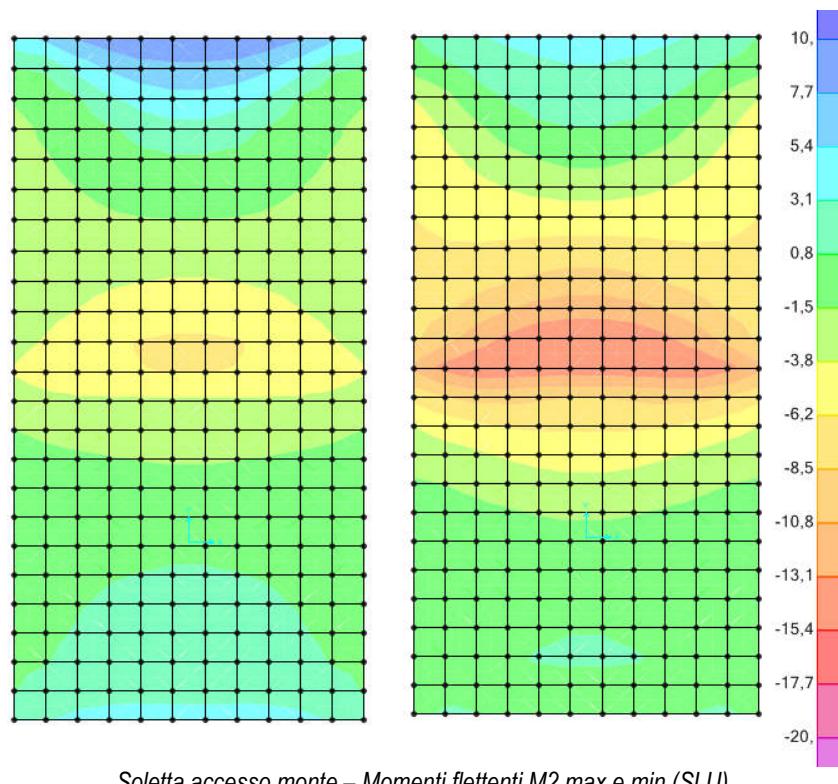
Solette scale valle – Momenti flettenti  $M_2$  (SLV)



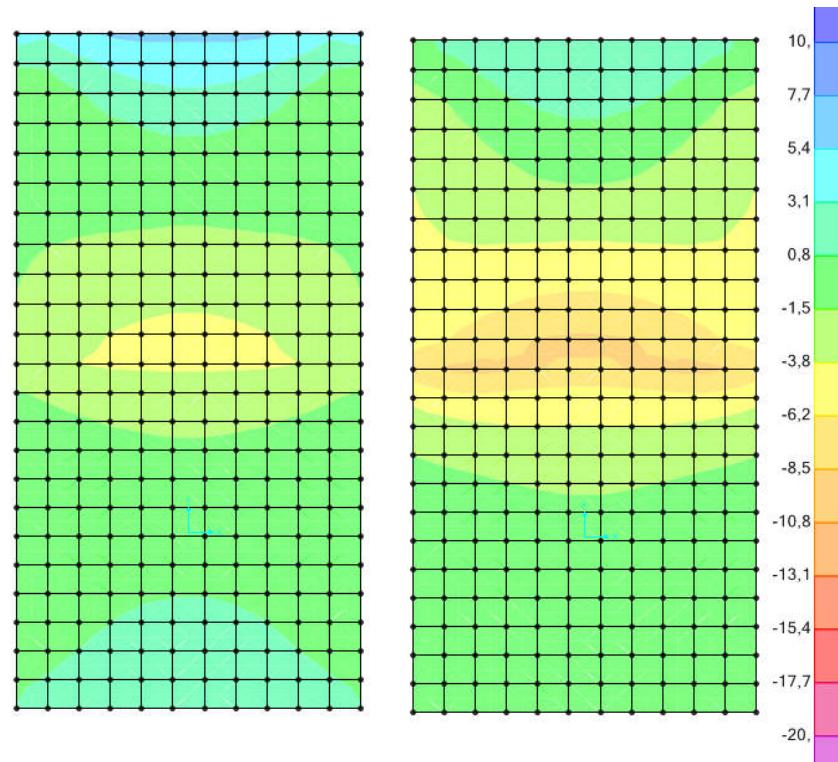
Soletta accesso monte – Momenti flettenti  $M1 \max$  e  $\min$  (SLU)



Soletta accesso monte – Momenti flettenti  $M1 \max$  e  $\min$  (SLV)

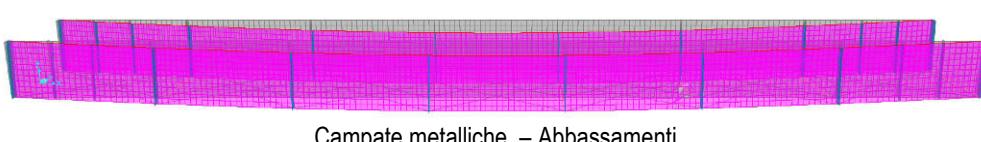
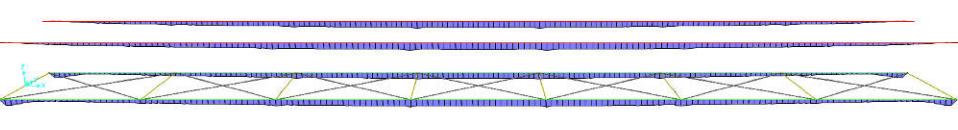
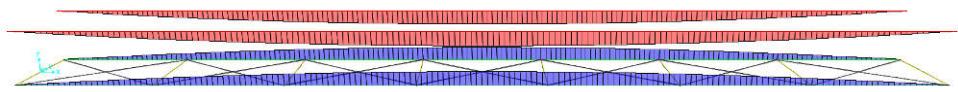


Soletta accesso monte – Momenti flettenti  $M_2$  max e min (SLU)



Soletta accesso monte – Momenti flettenti  $M_2$  max e min(SLV)

Di seguito si riportano invece gli andamenti delle sollecitazioni più significative sui tubolari che compongono le travature metalliche delle campate.



## 7. VERIFICHE CAMPATA METALLICA

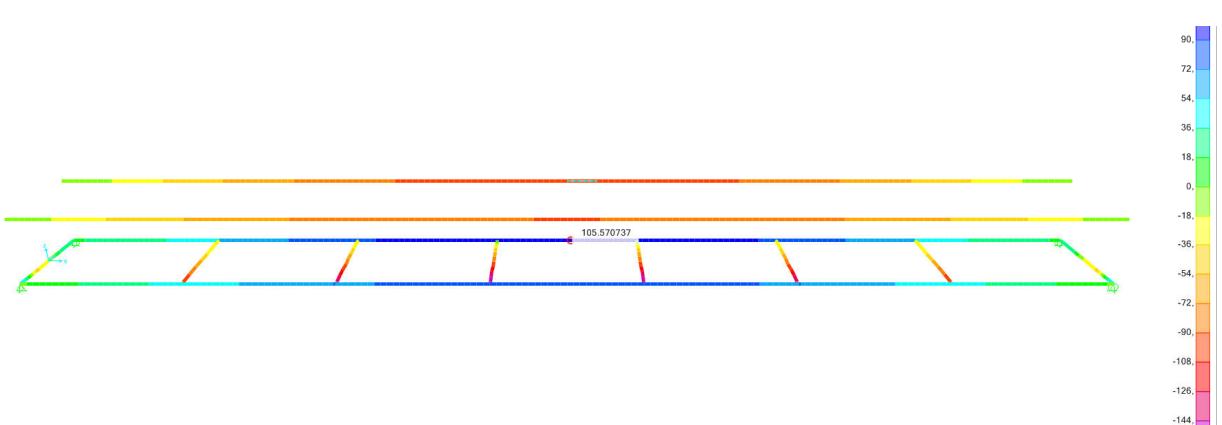
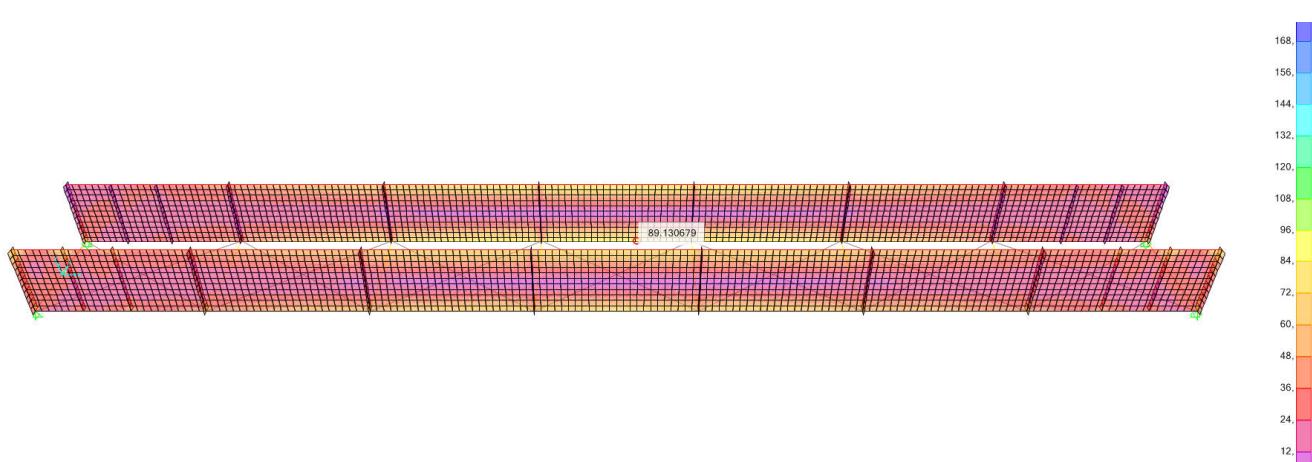
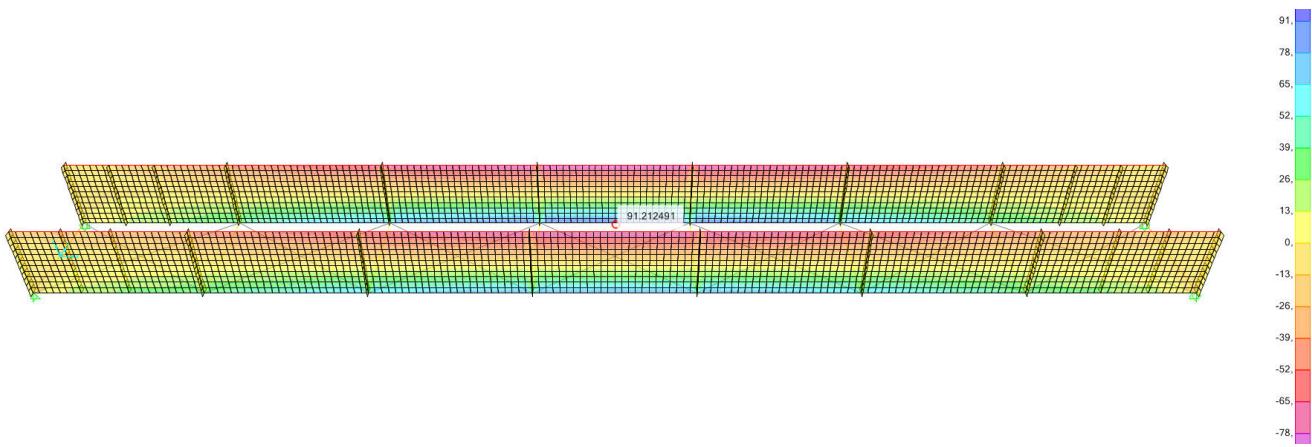
### 7.1 VERIFICHE DELLE TENSIONI

Il modello ha permesso di valutare la distribuzione delle tensioni negli elementi uni e bidimensionali e di verificare che le tensioni non superassero quelle di progetto.

Il modello completo della struttura ha permesso di controllare le tensioni, oltre che sugli elementi principali (travi con anima e tubolari) anche su tutti gli elementi secondari (traversi, irrigidenti).

Il modello è costituito da oltre 4'000 elementi bidimensionali e oltre 700 elementi monodimensionali.

Si riportano di seguito gli output grafici che forniscono in maniera sintetica i risultati del controllo delle tensioni sugli elementi metallici.

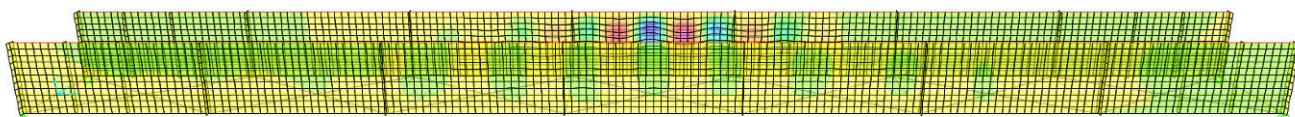


## 7.2 VERIFICHE DI STABILITÀ

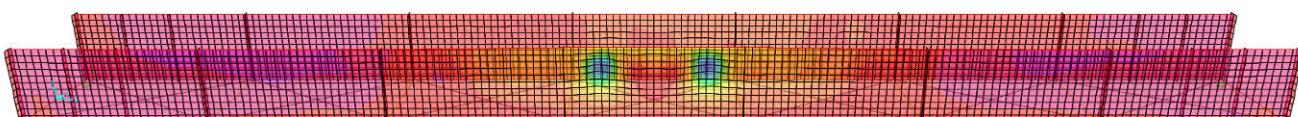
Sul modello sono state anche condotte analisi buckling per verificare possibili fenomeni di instabilità locale dei piatti e globali dell'impalcato. Nelle due analisi effettuate sono state considerate due combinazioni di carico SLU, la prima con carichi da folla assunti principali e la seconda con massima azione del vento e assenza di folla.

La prima condizione esaminata è quella che è risultata più gravosa e di seguito si riportano i modi di buckling significativi che sono stati individuati.

Si osserva che tutti i modi hanno moltiplicatori del carico SLU complessivo sulla campata centrale (pesi propri più carichi accidentali) superiori a 5, tali quindi da escludere possibili fenomeni di instabilità della struttura.



*Prima forma di instabilità –  $\mu_{cr} = 5,12$   
(instabilità locale pannello d'anima in mezzeria)*

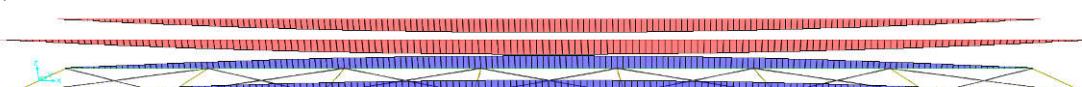


*Prima forma di instabilità globale –  $\mu_{cr} = 5,80$   
(instabilità del tubolare superiore compresso e del pannello d'anima)*

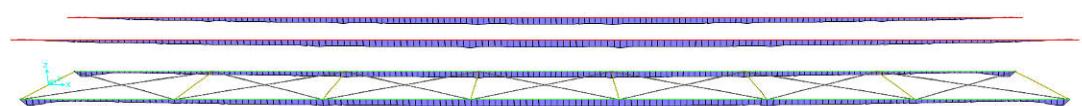
Si conduce anche un'analisi di stabilità fatta in termini di tensioni secondo le indicazioni delle NTC2008 applicando il Metodo A riportato nella relativa circolare (cfr. C4.2.4.1.3.3.1). Si utilizza l'espressione C4.2.32 nella quale intervengono i parametri  $\chi_{min}$ ,  $N_{cr,x}$ ,  $N_{cr,y}$ .

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y_{eq},Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z_{eq},Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

Per la determinazione del minimo fattore  $\chi$  e degli sforzi normali critici, ci siamo avvalsi dell'analogo modello utilizzato per le verifiche strutturali e precedentemente descritto.



*Tubolari campate metalliche – Sforzo normale*



*Tubolari campate metalliche – Momenti flettenti*

Si determina il valore della tensione critica a partire dalla tensione normale prodotta sulla sezione di mezzeria del tubolare superiore dal solo  $N$  prodotto dalla combinazione di carico SLU, utilizzata per l'analisi buckling.

$$N_{mez} = 319 \text{ kN}$$

$$A = 37,10 \text{ cm}^2$$

$$W = 168 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = N_{mezz} / A = 86,0 \text{ MPa}$$

Assumendo il moltiplicatore critico relativo alla prima forma di instabilità globale avremo:

$$\sigma_{cr} = 5,8 \times \sigma = 498,8 \text{ MPa}$$

da cui

$$N_{cr} = A \sigma_{cr} = 1850 \text{ kN}$$

Si determina quindi la snellezza dimensionale come:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_{yk}}{N_{cr,y}}} = 0,844$$

dalla quale si determina la snellezza  $\lambda$  e il fattore  $\chi$ .

Si ottiene  $\chi = 0,64$

L'espressione per la verifica di stabilità si modifica per ottenere una verifica in termini pensionali nel modo seguente:

$$\frac{N_{\max}}{\chi \cdot A} + \frac{M_{eq}}{\left(1 - \frac{N}{N_{cr}}\right) \cdot W} \leq f_{yd}$$

Le sollecitazioni che si utilizzano nella verifica sono quelle massime nel concio di mezzeria.  $M_{eq}$  si assume cautelativamente pari al momento massimo considerato nelle verifiche di resistenza, e ottenuto quadrando i momenti massimi nelle due direzioni principali.

Le sollecitazioni più gravose, nella combinazioni SLU, valgono:

$$N = 319 \text{ kN}$$

$$M = 3 \text{ kNm}$$

A partire dall'espressione precedente, sostituendo i valori calcolati si ottiene:

SLU

$$135 + 22 = 157 \text{ MPa} \leq f_{yd}$$

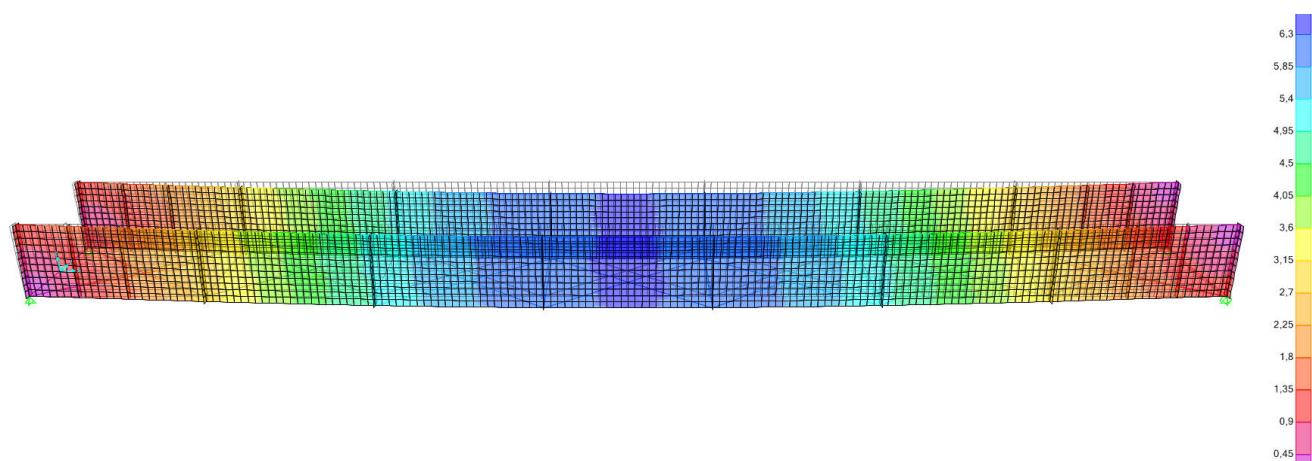
La verifica di stabilità risulta pertanto soddisfatta anche in termini tensionali.

### 7.3 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Per mezzo del modello agli elementi finiti, sono stati valutati gli spostamenti in corrispondenza della sezione di mezzeria dell'impalcato sulla ferrovia per le azioni accidentali.

Gli abbassamenti massimi prodotti in mezzeria dal carico accidentale della folla valgono:

$$f=6,3 \text{ mm}$$



*Deformazione sotto carichi accidentali*

Le deformazioni sulla struttura non devono arrecare disturbo al transito della folla. Si controlla a tal proposito che il rapporto freccia/luce risulti accettabile e compatibile con la funzione.

Il massimo spostamento  $f$  dell'impalcato provocato dai soli carichi della folla, fatti transitare senza applicazione di coefficienti, risulta pari a 6,3 mm per una luce complessiva della campata di 17 m.

Tale abbassamento corrisponde a 1/2700 L.

Si ritiene che tali abbassamenti siano certamente compatibili con il transito della folla e la verifica è pertanto soddisfatta.

Inoltre si valutano gli abbassamenti totali prodotti da pesi propri, portati e accidentali caratteristici. Tale valore vale:

$$f_{\text{tot}} = 16,1 \text{ mm}$$

Rispetto al franco di 6 m dal piano del ferro richiesto, è presente un ulteriore margine di 110 mm in configurazione indeformata. Pertanto la deformazione totale prevista di 16,1 mm non intacca in alcun modo il franco richiesto.

## 7.4 VERIFICHE ELEMENTI SECONDARI

### Traversi su appoggio

I traversi su appoggio si verificano per le condizioni di sollevamento e di attivazione del fine corsa trasversale. Nel primo caso, in fase di sollevamento di applicano due azioni verticali di circa 50 kN a 32,5 cm dagli assi appoggi. In fase di verifica si assume un carico amplificato cautelativamente per un fattore 1,5.

Pertanto avremo:

$$F_{soll} = 75 \text{ kN}$$

$$M_{tr,soll} = 24,375 \text{ kNm}$$

Il fine corsa trasversale, come indicato alla pagina seguente, trasferisce 60 kN in direzione trasversale alla passerella. Il momento trasferito sul traverso, assunta un'eccentricità di 30 cm, vale:

$$F_h = 60 \text{ kN}$$

$$M_{tr,fine corsa} = 9 \text{ kNm}$$

Il traverso ha sezione variabile e pertanto si adottano cautelativamente le dimensioni più ridotte. Le caratteristiche della sezione resistente utilizzate in verifica sono quelle di seguito riportate:

TRASVERSO DI ESTREMITÀ'							
<b>Piatto superiore</b>	$b_s = 11 \text{ cm}$		<b>Piatto anima</b>	$h_w = 20 \text{ cm}$			
	$t_s = 2 \text{ cm}$			$t_w = 1,5 \text{ cm}$			
<hr/>							
Atot=	52	cmq	y				
Htot=	22	cm	$b_s$	$t_s$	$h_w$	$H_{tot}$	
Yg =	7,35	cm	$y_g$				
Jx =	2543	cm <sup>4</sup>	$x$	$x$			
Jy =	227	cm <sup>4</sup>					
Wxs=	346,2	cmc					
Wxi=	173,5	cmc					
Wy=	41,4	cmc					
ix=	6,99	cm					
iy=	2,09	cm					
<hr/>							
Sn=	161,05	cmc	y				
$(J^*)/S_n =$	23,69	cmq	y				
"Area a taglio"							
As=	22	cmq	$A_w =$	30	cmq		
Ys=	1 cm		$Y_{aw} =$	12,00	cm		

Assumendo la massima sollecitazione flettente, ottenuta in caso di sollevamento dell'impalcato, si ottiene:

$$\sigma_{tr,soll} = M/W = 141 \text{ MPa} < f_y = 338 \text{ MPa}$$

La verifica risulta ampiamente soddisfatta.

Si verifica inoltre la piattabanda inferiore del traverso nella parte direttamente a contatto con il dispositivo di appoggio. Assumendo che le dimensioni in pianta dell'appoggio siano 150x300 mm e che cautelativamente il massimo carico verticale sia pari a 130 kN allo SLU si ottiene una pressione di contatto all'interfaccia pari a:

$$\sigma_{g,app} = N/A = 130 \text{ kN} / (150 \times 300 \text{ mm}) = 2,9 \text{ MPa}$$

La sollecitazione flettente indotta sulla piattabanda del traverso, trascurando la presenza degli irrigidenti, vale:

$$M = \sigma_{g,app} \times (70^2/2) = 7100 \text{ Nmm/mm}$$

Assumendo cautelativamente uno spessore della piattabanda di 15 mm anziché 20 mm si ottiene un modulo di resistenza pari a:

$$W = 1/6 \times 15^2 = 37,5 \text{ mm}^3/\text{mm}$$

E pertanto la sollecitazione massima sull'elemento vale:

$$\sigma_{s,app} = M/W = 189 \text{ MPa} < f_y d = 338 \text{ MPa}$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

### **Fine corsa trasversale**

Il fine corsa trasversale si attiva in caso di eventuale rottura degli appoggi.

Le azioni trasversali massime per effetto del vento allo SLU valgono su ciascun ritegno circa 55 kN.

Le azioni trasversali massime in condizioni sismiche SLV, valutate come prodotto delle masse della passerella per l'accelerazione di plateau dello spettro di progetto, valgono invece circa 40 kN.

Cautelativamente nelle verifiche si assume un'azione trasversale massima di 60 kN.

Si verifica il ritegno come elemento rettangolare rappresentato dall'anima della sezione, immaginando le piattabande con sola funzione di stabilizzazione e trasferimento del carico sulla battuta.

Assumendo un braccio della forza pari a 0,22 cm e una sezione costituita da un piatto 15x150 mm si ottiene:

$$\sigma_{\text{fine corsa}} = M/W = Fx0,22 / (15x150^2/6) = 235 \text{ MPa} < f_y = 338 \text{ MPa}$$

L'impronta della battuta in neoprene è 100x100 mm pertanto la pressione di contatto tra neoprene e calcestruzzo sarà pari a:

$$\sigma_{\text{cont}} = Fh/A = 6 \text{ MPa}$$

Le tensioni di contatto sono ampiamente compatibili per entrambi i materiali.

Si verifica quindi a flessione la piattabanda del fine corsa.

$$M = \sigma_{\text{cont}} \times 100\text{mm} \times [(100-15)/2]^2/2 = 541875 \text{ Nmm}$$

La sezione della piattabanda è costituita da un piatto 20x110 mm, quindi:

$$\sigma_{\text{fine corsa}} = M/W = 74 \text{ MPa} < f_y = 338 \text{ MPa}$$

Tutte le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

### **Montanti sostegno rete metallica**

Si verificano i montanti metallici, costituiti da elementi a T saldati sul tubolare superiore della travata, impiegati per il collegamento e sostegno dei pannelli di rete metallica.

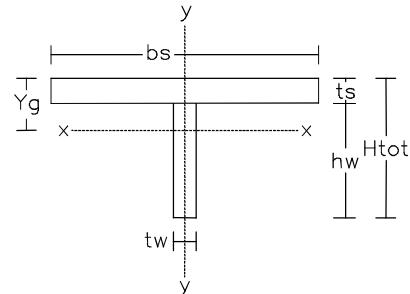
Assumendo, come da analisi dei carichi, una pressione del vento pari a 0,75 kN/mq, un'altezza dei pannelli di rete di 0,95 m ed un interasse massimo di 2,5 m, si ottiene la seguente sollecitazione flettente alla base del montante:

$$M_{\text{base}} = p_{\text{vento,slu}} \times i \times h^2 / 2 = (1,5 * 0,75 \text{ kN/mq}) \times 2,5 \text{ m} \times 0,95^2 / 2 = 1,27 \text{ kNm}$$

La sezione resistente del montante alla base ha le seguenti caratteristiche:

Montanti per rete metallica							
Piatto superiore	bs =	5 cm	Piatto anima	hw =	10 cm	ts =	0,8 cm

Atot=	12 cmq
Htot=	10,8 cm
Yg =	4,00 cm
Jx =	145 cm <sup>4</sup>
Jy =	9 cm <sup>4</sup>
Wxs=	36,2 cmc
Wxi=	21,3 cmc
Wy=	3,5 cmc
ix=	3,47 cm
iy=	0,85 cm



Sn=	18,50 cmc	
(J*'s)/Sn =	6,26 cmq	"Area a taglio"
As=	4 cmq	Aw = 8 cmq
Ys=	0,4 cm	Yaw= 5,80 cm

Assumendo la massima sollecitazione flettente si ottiene:

$$\sigma_{\text{base}} = M/W = 60 \text{ MPa} < f_{yd} = 338 \text{ MPa}$$

La verifica risulta ampiamente soddisfatta.

## 7.5 VERIFICHE SOLETTA SLU

Le sollecitazioni sulla soletta sono state determinate immaginando le strisce di soletta poste in semplice appoggio su 1,60 m e caricate con il carico della folla e il peso proprio di soletta e lastra metallica tralicciata.

Nelle verifiche allo SLU si prendono in conto le armature presenti, Ø8/20 inf, oltre alle barre sup e inf dei tralicci, mentre si trascura la presenza della lastra metallica.

I tralicci sono alti 95 mm, sono posti ad  $i=200$  mm e sono composti da un barra Ø7 superiormente e due barre Ø5 mm inferiormente.

<b>Calcestruzzo</b>		<b>C32/40</b>	NTC 2008 4.1.2.1.2.2 (a)
fck	32	N/mm <sup>2</sup>	Rck
fcd	-18,13	N/mm <sup>2</sup>	n
eps c2	-0,0020		eps cu2
			40 N/mm <sup>2</sup>
			2,00
			-0,0035
<b>Acciaio</b>		<b>B450C</b>	NTC 2008 4.1.2.1.2.3 (b)
fyd	391,3	N/mm <sup>2</sup>	Es 210000 N/mm <sup>2</sup>
k = (ft/fy)k	1		
ε ud	0,0675		ε uk 0,075
<b>SOLETTA SEZ Mezz +</b>			
Calcestruzzo	C32/40		NTC 2008 4.1.2.1.2.2 (a)
Acciaio	B450C		NTC 2008 4.1.2.1.2.3 (b)
H	130	mm	B 1000 mm
Asup	192	mm <sup>2</sup>	csup 35 mm
Ainf	447	mm <sup>2</sup>	cinf 10 mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd
Y	17,0	mm	
ε c min%	-3,50		ε s max% 21,18
MRd	22	kNm	Mrd ≥ MEd
			ok

Segue la verifica a taglio della soletta in c.a. in prossimità dell'appoggio:

Soletta appoggio			
Sezione senza armature trasversali a taglio			
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3
d [mm]	120		VRd(Asl) 66 KN
bw [mm]	1000	ρ1	VRd(vmin) 67 KN
		0,00373	
		k	
		2,000	
Asl [mm <sup>2</sup> ]	447	Vmin	VRd 67 KN
		0,56	
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.	VED 10,1 KN
σcp	0,0		
			VRd ≥ VEd OK

La soletta è protetta all'intradosso dalla lastra metallica e pertanto le verifiche a fessurazione, peraltro ampiamente soddisfatte, perdono di interesse nel caso specifico e non vengono riportate in relazione.

## 7.6 VERIFICHE SOLETTA SLE

### VERIFICA TENSIONI IN ESERCIZIO

A favore di sicurezza, si eseguono le verifiche con le sole combinazioni *Rare*, ma utilizzando il limite per le tensioni in esercizio più gravoso.

Solettta (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	3,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	1000 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 0,2 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq
H	13,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -0,9 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
c inf	1,0 cm	c sup 3,5 cm	$\sigma_{s\ inf} = -10,6 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm			
$\phi$ inf	0,8 cm	$\phi$ sup 0,7 cm	fck 32 N/mmq		
As inf	25,13 cmq	As sup 19,24 cmq			

### VERIFICA A FESSURAZIONE

Le verifiche di fessurazione sono state condotte in aderenza con la normativa vigente.

Il valore di calcolo dell'apertura delle fessure è dato dalla seguente espressione:

$$w_d = 1,7 \epsilon_{sm} \Delta_{sm}$$

dove:

Deformazione unitaria media delle barre  
Distanza media tra le fessure

$$\left| \begin{array}{l} \epsilon_{sm} \\ \Delta_{sm} \end{array} \right|$$

La deformazione media delle barre e la distanza tra le fessure possono essere valutate utilizzando la procedura del D.M. 09/01/1996, come indicato nella succitata Circolare.

Assumendo cautelativamente:

Ambiente	<b>Aggressivo</b>
Armature	<b>Poco sensibili</b>

Si devono rispettare i seguenti limiti per l'apertura di fessure:

Combinazione dei carichi - Frequenti	$w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$
Combinazione dei carichi – Quasi permanente	$w_d \leq w_1 = 0,2 \text{ mm}$

Tuttavia, trattandosi di un sovrappasso ferroviario, il "Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 Ponti e strutture" (codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 A) di RFI impone che sia per le strutture a permanente contatto con il terreno (fondazioni) che per quelle in condizioni ambientali aggressive (elevazioni) debba essere rispettato il valore limite di apertura delle fessure W1 = 0,2 mm per la combinazione frequente.

Pertanto non si riportano le verifiche per le combinazioni quasi permanenti in quanto meno gravose di quelle frequenti richieste in ambito ferroviario.

Solettta (SLE Freq)					
M	2,60 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	1000 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$ 0,2 N/mmq		
H	13,0 cm		$\sigma_{s\ sup}$ -0,8 N/mmq		
c inf	1,0 cm	c sup 3,5 cm	$\sigma_{s\ inf}$ -9,2 N/mmq		
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm			
$\phi$ inf	0,8 cm	$\phi$ sup 0,7 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.		
As inf	25,13 cmq	As sup 19,24 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$ 0 N/mmq		
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$			
k2	0,4	beta 1 1,0	$\sigma_{sr}$ -342 N/mmq		
k3	0,125	beta 2 0,5	Srm 8,02 cm		
deff	5 cm	Es 210000 N/mmq	$\epsilon_{sm}$ 1,751E-05		
Ac eff	2876 cmq	fctm 3,15 N/mmq	wm 0,001 mm		
p r	0,008737619	fcfk 2,64 N/mmq	wk 0,002 mm		
			w limite 0,200 mm		

## 7.7 VERIFICHE TRALICCI

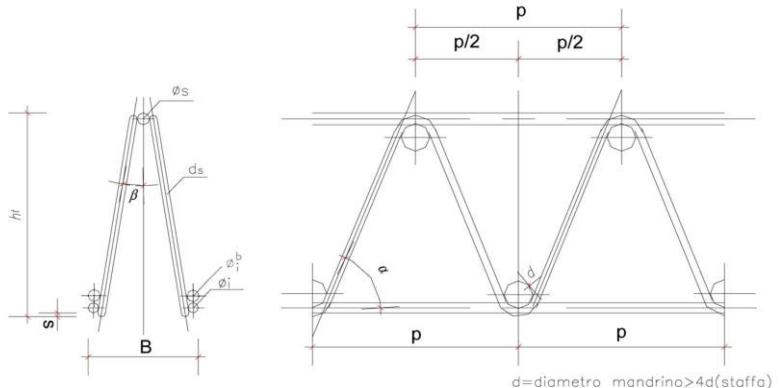
La lastra è posta in semplice appoggio tra le due travi principali. Il getto avviene in una fase unica. Si verifica il singolo traliccio nella sezione di mezzeria della campata semplicemente appoggiata. L'interasse tra i tralicci è di 200mm. I tralicci sono alti 95 mm e sono composti da un barra Ø7 mm superiore, due barre Ø5 mm inferiori e diagonali Ø5 mm.

Azioni sul traliccio:

	Sezione 1
M (N-mm)	324000
T (N)	810

Geometria traliccio:

corrente superiore	$\phi_s$ (mm)	7
diagonale	$d_s$ (mm)	5
corrente inferiore	$\phi_i$ (mm)	5
eventuale barotto aggiuntivo sup	$\phi_s^b$ (mm)	0
eventuale barotto aggiuntivo inf	$\phi_i^b$ (mm)	0



B (mm)	p (mm)	$h_t$ (mm)	$\beta$ (gradi)	$\alpha$ (gradi)
100	200	95	25	57

s (mm)	$h_{ut,sez\ 1}$ (mm)	$h_{ut,sez\ 2}$ (mm)	$L_{staffe}$ (mm)
4	85	85,00	138,0

Caratteristiche geometriche delle barre:

	A (mm <sup>2</sup> )	J (mm <sup>4</sup> )	$\rho$ (mm)	L (mm)	Coefficiente di instabilità	$L_0$ (mm)	$\lambda$	$\omega$ (CNR-UNI 10011/97 Prospetto 7-lvc)
corrente superiore	38	118	1,8	200	1	200	114	3,14
diagonale	20	31	1,3	138	1	138	110	2,98
corrente inferiore (senza lastra)	20	297	3,9	-	-	-	-	-
corrente inferiore (sezione 1)	20	31	1,3	0	1	0	0	1

Verifica di resistenza				
Sezione 1				
	N (N)	azione	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma \leq f_{yd}$
corrente superiore	-3812	compressione	311,01	OK
diagonale	-533	compressione	80,87	OK
corrente inferiore	1906	trazione	97,07	OK

## 7.8 APPOGGI E GIUNTI

I dispositivi di appoggio sono del tipo ad elastomero armato con perno metallico di collegamento alla carpenteria metallica superiore.

Si riporta di seguito una tabella con le azioni agenti sul singolo dispositivo di appoggio ottenute come cautelativa approssimazione dei risultati di calcolo.

	Fv [kN]	Fhl [kN]	Fht [kN]	Vhl [mm]	$\alpha$ [rad]
Permanenti	50	-	-	-	0,0019
Folla	33	-	-	-	0,0013
Vento	$\pm 17$	-	13	-	-
Variazioni termiche	-	7*	-	3	0,0012
Sisma long.	-	19	-	8**	-
Sisma trasv.	-	-	19	-	-
Sisma vert.	$\pm 14$	-	-	-	$\pm 0,0005$
SLU (non sismica)	130 kN	11	20	4,5	0,006
SLV (sisma long.)	65 kN	22,5	6	9,5	0,003
SLV (sisma trasv.)	65 kN	9,5	19	5,5	0,003

\* L'azione è stata valutata sulla base dello spostamento atteso assumendo una rigidezza di 2,25 kNm per il dispositivo di appoggio.

\*\* Lo spostamento è stato valutato sulla base dell'azione sismica attesa assumendo una rigidezza di 2,25 kNm per il dispositivo di appoggio.

Al fine di dotare il dispositivo di ridondanza e per migliorarne la durabilità e mitigare nel contempo le pressioni di contatto, fermo restando la necessità di assorbire le azioni effettive, si prescrive l'adozione di un dispositivo con le seguenti caratteristiche nominali:

	Fv [kN]	Fh [kN]	Veq [mm]	Ko [kNm]
SLU	750	40	17,8	2,25

Dove :

Veq = deformazione equivalente Fxy

Ko = rigidezza orizzontale

La cedevolezza del dispositivo cautelativamente non è stata in alcun modo considerata ai fini dell'allungamento del periodo della sovrastruttura e quindi rappresenta un parametro importante solo per la definizione degli effettivi spostamenti relativi tra sovrastruttura e sottostruttura.

I dispositivi coprigiunto dovranno garantire spostamenti compatibili con quelli che sono in grado di sopportare i dispositivi di appoggio. Nel caso specifico si chiede che i coprigiunti possano garantire spostamenti orizzontali longitudinali di almeno 20 mm e trasversali di 10 mm. Il varco medio in soletta deve risultare di almeno 40 mm.

## 8. VERIFICHE SISTEMI DI ACCESSO

Le strutture sono state considerate come non dissipative nei confronti delle azioni sismiche, pertanto le verifiche degli elementi strutturali in c.a. che compongono i due sistemi di per l'accesso alla passerella sono state condotte senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità. Per questo motivo, al fine di garantire il mantenimento di un comportamento sostanzialmente elastico delle sezioni le verifiche per azioni sismiche sono condotte in riferimento a M'yd, cioè alla capacità flessionale corrispondente alla curvatura convenzionale di prima plasticizzazione.

### 8.1 VERIFICHE DELLA PLATEA SCALA VALLE

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza eseguite sulla platea in c.a.

<b>Calcestruzzo</b>	<b>C25/30</b>	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
fck	25 N/mm <sup>2</sup>	Rck	30 N/mm <sup>2</sup>
fcd	-14,17 N/mm <sup>2</sup>	n	2,00
ε c2	-0,0020	ε cu	-0,0035
<b>Acciaio</b>	<b>B450C</b>	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
fyd	391,3 N/mm <sup>2</sup>	Es	210000 N/mm <sup>2</sup>
k = (ft/fy)k	1		
ε ud	0,0675	ε uk	0,075
<b>Fondazione Scala Valle M1 (SLU)</b>			
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	400 mm	B	1000 mm
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	45 mm
Ainf	1900 mm <sup>2</sup>	cinf	50 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	204 kNm
Y	57,1 mm		
ε c min%	-3,50	ε s max%	17,94
MRd	241 kNm	Mrd ≥ Med	ok
<b>Fondazione Scala Valle M1 (SLV)</b>			
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	400 mm	B	1000 mm
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	45 mm
Ainf	1900 mm <sup>2</sup>	cinf	50 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	184 kNm
Y	118,5 mm		
ε c min%	-0,95	ε s max%	1,86
M'yd	229 kNm	M'yd ≥ Med	ok
<b>Fondazione Scala Valle M2 (SLU)</b>			
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	400 mm	B	1000 mm
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	60 mm
Ainf	1005 mm <sup>2</sup>	cinf	70 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	97 kNm
Y	45,7 mm		
ε c min%	-3,50	ε s max%	21,77
MRd	128 kNm	Mrd ≥ Med	ok

Fondazione Scala Valle M2 (SLV)					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	400 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	60 mm		
Ainf	1005 mm <sup>2</sup>	cinf	70 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	88 kNm		
Y	87,3 mm				
ε c min%	-0,67	ε s max%	1,86		
M'yd	117 kNm	M'yd ≥ Med	ok		

Fondazione Scala Valle M1- (SLU)					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	400 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	45 mm		
Ainf	1900 mm <sup>2</sup>	cinf	50 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-23 kNm		
Y	42,1 mm				
ε c min%	-3,50	ε s max%	25,99		
MRd	-83 kNm	Mrd ≥ Med	ok		

Fondazione Scala Valle M1- (SLV)					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	400 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	45 mm		
Ainf	1900 mm <sup>2</sup>	cinf	50 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-21 kNm		
Y	65,5 mm				
ε c min%	-0,42	ε s max%	1,86		
M'yd	-72 kNm	M'yd ≥ Med	ok		

Fondazione Scala Valle M2- (SLU)					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	400 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	60 mm		
Ainf	1005 mm <sup>2</sup>	cinf	70 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-9 kNm		
Y	48,3 mm				
ε c min%	-3,50	ε s max%	21,16		
MRd	-87 kNm	Mrd ≥ Med	ok		

Fondazione Scala Valle M2- (SLV)					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	400 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	60 mm		
Ainf	1005 mm <sup>2</sup>	cinf	70 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	Med	-8 kNm		
Y	70,1 mm				
ε c min%	-0,48	ε s max%	1,86		
M'yd	-70 kNm	M'yd ≥ Med	ok		

Le verifiche a taglio sono state condotte, ai sensi delle NTC2018, sia considerando gli elementi privi di armatura resistente a taglio che considerando la presenza di armatura a taglio, ove necessaria:

Fondazione scala valle V13					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	350			VRd(Asl)	176 KN
bw [mm]	1000	p1	0,00543	VRd(vmin)	143 KN
		k	1,756		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	1900	Vmin	0,4071913	VRd	176 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	170,0 KN
σcp	0,0			VRd ≥ VEd	OK

Fondazione scala valle V13					
Sezione con armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,304		
d [mm]	350			VRcd	769 KN
bw [mm]	1000			VRsd	435 KN
αc	1				
α [°]	90			VRd	435 KN
θ [°]	21,8	cotg θ	2,500	VEd	273 KN
s [mm]	400				
Asw [mm <sup>2</sup> ]	565			VRd ≥ VEd	OK

Fondazione scala valle V23					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	330			VRd(Asl)	139 KN
bw [mm]	1000	$\rho_1$	0,00305	VRd(vmin)	137 KN
		k	1,778		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	1005	V <sub>min</sub>	0,4150672	VRd	139 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	135 KN
$\sigma_{cp}$	0,0	VRd ≥ VEd			
		OK			

Fondazione scala valle V23					
Sezione con armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,304		
d [mm]	330			VRcd	725 KN
bw [mm]	1000			VRsd	410 KN
$\alpha_c$	1				
$\alpha$ [°]	90			VRd	410 KN
$\theta$ [°]	21,8	cotg $\theta$	2,500	VEd	203 KN
s [mm]	200				
Asw [mm <sup>2</sup> ]	282,5	VRd ≥ VEd			
		OK			

## 8.2 VERIFICHE DELLA PLATEA ACCESSO MONTE

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza eseguite sulla platea in c.a.

PLATEA SBALZO (dir. lunga) M+ fronte SLU					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	500 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm		
Ainf	2543,4 mm <sup>2</sup>	cinf	67 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	250 kNm		
Y	76,4 mm				
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	16,35		
MRd	395 kNm	Mrd $\geq$ Med	ok		

PLATEA SBALZO (dir. lunga) M+ fronte SLV					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	500 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm		
Ainf	2543,4 mm <sup>2</sup>	cinf	67 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	275 kNm		
Y	149,9 mm				
$\epsilon_c$ min%	-0,99	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'y'd	377 kNm	M'y'd $\geq$ Med	ok		

PLATEA SBALZO (dir. lunga) M- fronte SLU					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	500 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm		
Ainf	2543,4 mm <sup>2</sup>	cinf	67 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-40 kNm		
Y	58,4 mm				
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	22,64		
MRd	-174 kNm	Mrd $\geq$ Med	ok		

PLATEA SBALZO (dir. lunga) M- fronte SLV					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	500 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm		
Ainf	2543,4 mm <sup>2</sup>	cinf	67 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-80 kNm		
Y	94,3 mm				
$\epsilon_c$ min%	-0,51	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'y'd	-156 kNm	M'y'd $\geq$ Med	ok		

**PLATEA SBALZO (dir. lunga) M+ tergo SLU**

Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	500 mm	B 1000 mm
Asup	2009,6 mm <sup>2</sup>	csup 64 mm
Ainf	1271,7 mm <sup>2</sup>	cinf 67 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd
Y	57,7 mm	
ε c min%	-3,50	ε s max% 22,78
MRd	210 kNm	Mrd ≥ Med ok

**PLATEA SBALZO (dir. lunga) M+ tergo SLV**

Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	500 mm	B 1000 mm
Asup	2009,6 mm <sup>2</sup>	csup 64 mm
Ainf	1271,7 mm <sup>2</sup>	cinf 67 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd
Y	105,0 mm	
ε c min%	-0,60	ε s max% 1,86
M'y'd	195 kNm	M'y'd ≥ Med ok

**PLATEA SBALZO (dir. lunga) M- tergo SLU**

Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	500 mm	B 1000 mm
Asup	2009,6 mm <sup>2</sup>	csup 64 mm
Ainf	1271,7 mm <sup>2</sup>	cinf 67 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd
Y	67,8 mm	
ε c min%	-3,50	ε s max% 19,02

**PLATEA SBALZO (dir. lunga) M- tergo SLV**

Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	500 mm	B 1000 mm
Asup	2009,6 mm <sup>2</sup>	csup 64 mm
Ainf	1271,7 mm <sup>2</sup>	cinf 67 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd
Y	134,0 mm	
ε c min%	-0,83	ε s max% 1,86
M'y'd	-304 kNm	M'y'd ≥ Med ok

PLATEA SBALZO (dir. corta) M+ SLU					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	500 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm		
Ainf	1271,7 mm <sup>2</sup>	cinf	49 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	160 kNm		
Y	46,1 mm				
ε c min%	-3,50	ε s max%	30,77		
MRd	216 kNm	Mrd ≥ Med	ok		

PLATEA SBALZO (dir. corta) M+ SLV					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	500 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm		
Ainf	1271,7 mm <sup>2</sup>	cinf	49 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	180 kNm		
Y	110,5 mm				
ε c min%	-0,60	ε s max%	1,86		
M'y'd	205 kNm	M'y'd ≥ Med	ok		

PLATEA SBALZO (dir. corta) M- SLU					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	500 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm		
Ainf	1271,7 mm <sup>2</sup>	cinf	49 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-75 kNm		
Y	43,8 mm				
ε c min%	-3,50	ε s max%	32,59		
MRd	-174 kNm	Mrd ≥ Med	ok		

PLATEA SBALZO (dir. corta) M- SLV					
Calcestruzzo	C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	500 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm		
Ainf	1271,7 mm <sup>2</sup>	cinf	49 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-120 kNm		
Y	97,7 mm				
ε c min%	-0,51	ε s max%	1,86		
M'y'd	-164 kNm	M'y'd ≥ Med	ok		

Le verifiche a taglio sono state condotte, ai sensi delle NTC2018, sia considerando gli elementi privi di armatura resistente a taglio che considerando la presenza di armatura a taglio, ove necessaria:

PLATEA SBALZO (dir. lunga) con rinf arm long					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	434			VRd(Asl)	198 KN
bw [mm]	1000	$\rho_1$	0,00463	VRd(vmin)	165 KN
		k	1,679		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	2009,6	Vmin	0,380674	VRd	198 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VED	190,0 KN
$\sigma_{cp}$	0,0				
				VRd ≥ VEd	OK

PLATEA SBALZO (dir. lunga) senza rinf arm long					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	434			VRd(Asl)	157 KN
bw [mm]	1000	$\rho_1$	0,00232	VRd(vmin)	165 KN
		k	1,679		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	1004,8	Vmin	0,380674	VRd	165 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VED	160,0 KN
$\sigma_{cp}$	0,0				
				VRd ≥ VEd	OK

PLATEA SBALZO (dir. lunga)					
Sezione con armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	434			VRcd	954 KN
bw [mm]	1000			VRsd	540 KN
$\alpha_c$	1				
$\alpha$ [°]	90			VRd	540 KN
$\theta$ [°]	21,8	cotg $\theta$	2,500		
s [mm]	200			VED	315 KN
Asw [mm <sup>2</sup> ]	282,5			VRd ≥ VEd	
				OK	

SEZIONE PLATEA SBALZO (dir. corta)					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	451			VRd(Asl)	173 KN
bw [mm]	1000	$\rho_1$	0,00282	VRd(vmin)	170 KN
		k	1,666		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	1271,7	Vmin	0,376289	VRd	173 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VED	170,0 KN
$\sigma_{cp}$	0,0			VRd ≥ VEd	OK

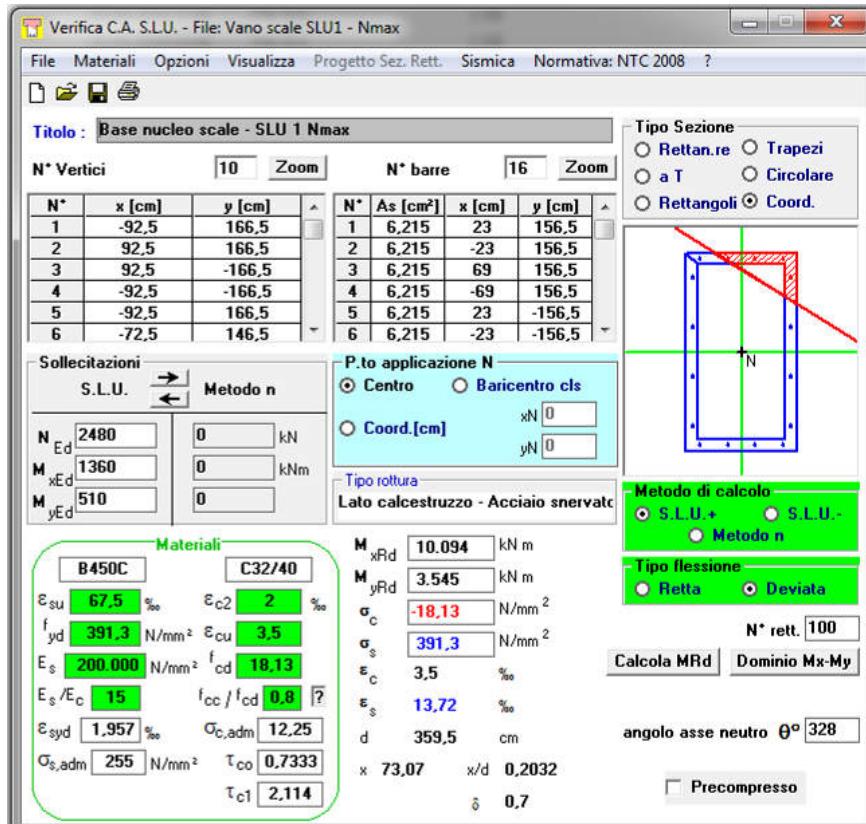
PLATEA SBALZO (dir. corta)					
Sezione con armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	25	fcd [Mpa]	14,17		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	451			VRcd	991 KN
bw [mm]	1000			VRsd	561 KN
$\alpha_c$	1				
$\alpha$ [°]	90			VRd	561 KN
$\theta$ [°]	21,8	cotg $\theta$	2,500	VED	325 KN
s [mm]	400			VRd ≥ VEd	OK
Asw [mm <sup>2</sup> ]	565				

### 8.3 VERIFICHE DEI SETTI

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza eseguite sui setti in c.a.

Le verifiche sono state condotte sull'intera sezione scatolare, considerando la sezione più sollecitata alla base dei nuclei in c.a., e sulle singole pareti per tener conto anche degli effetti flettenti fuori piano prodotti dalle rampe a sbalzo.

In particolare per le scale lato valle abbiamo:



**Verifica C.A. S.L.U. - File: Vano scale SLU1 - Nmin**

Titolo : Base nucleo scale - SLU 1 Nmin		
N° Vertici	10	Zoom
N° barre	16	Zoom
N°	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	166,5
2	92,5	166,5
3	92,5	-166,5
4	-92,5	-166,5
5	-92,5	166,5
6	-72,5	146,5

Sollecitazioni		
S.L.U.	Metodo n	
N <sub>Ed</sub>	1495	0 kN
M <sub>xEd</sub>	1360	0 kNm
M <sub>yEd</sub>	510	0

P.tto applicazione N		
<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls	xN 0 yN 0
<input type="radio"/> Coord.[cm]		
Tipo rottura		
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato		

Materiali		
B450C	C32/40	
ε <sub>su</sub>	67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub>	1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
		τ <sub>c1</sub> 2,114

Tipi Sezione		
<input type="radio"/> Rettan.re	<input checked="" type="radio"/> Trapezi	
<input type="radio"/> a T	<input type="radio"/> Circolare	
<input type="radio"/> Rettangoli	<input checked="" type="radio"/> Coord.	

Metodo di calcolo		
<input checked="" type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-	<input type="radio"/> Metodo n
Tipo flessione		
<input checked="" type="radio"/> Retta	<input type="radio"/> Deviata	
N° rett.	100	
Calcola MRd	Dominio Mx-My	
angolo asse neutro θ° 328		
<input type="checkbox"/> Precompresso		

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Vano scale SLU2 - Nmax**

Titolo : Base nucleo scale - SLU 2 Nmax		
N° Vertici	10	Zoom
N° barre	16	Zoom
N°	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	166,5
2	92,5	166,5
3	92,5	-166,5
4	-92,5	-166,5
5	-92,5	166,5
6	-72,5	146,5

Sollecitazioni		
S.L.U.	Metodo n	
N <sub>Ed</sub>	2380	0 kN
M <sub>xEd</sub>	1230	0 kNm
M <sub>yEd</sub>	600	0

P.tto applicazione N		
<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls	xN 0 yN 0
<input type="radio"/> Coord.[cm]		
Tipo rottura		
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato		

Materiali		
B450C	C32/40	
ε <sub>su</sub>	67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub>	1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
		τ <sub>c1</sub> 2,114

Tipi Sezione		
<input type="radio"/> Rettan.re	<input checked="" type="radio"/> Trapezi	
<input type="radio"/> a T	<input type="radio"/> Circolare	
<input type="radio"/> Rettangoli	<input checked="" type="radio"/> Coord.	

Metodo di calcolo		
<input checked="" type="radio"/> S.L.U.+	<input type="radio"/> S.L.U.-	<input type="radio"/> Metodo n
Tipo flessione		
<input checked="" type="radio"/> Retta	<input type="radio"/> Deviata	
N° rett.	100	
Calcola MRd	Dominio Mx-My	
angolo asse neutro θ° 328		
<input type="checkbox"/> Precompresso		

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Vano scale SLU2 - Nmin**

**Titolo : Base nucleo scale - SLU 2 Nmin**

N° Vertici	x [cm]	y [cm]	N° barre	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	166,5	2	6,215	23
2	92,5	166,5	3	6,215	69
3	92,5	-166,5	4	6,215	-69
4	-92,5	-166,5	5	6,215	23
5	-92,5	166,5	6	6,215	-23
6	-72,5	146,5		6,215	-156,5

**Sollecitazioni**

S.L.U.	Metodo n
N <sub>Ed</sub> 1495	0 kN
M <sub>xEd</sub> 1230	0 kNm
M <sub>yEd</sub> 600	0

**Punto applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C	C32/40
$\varepsilon_{su}$ 67,5 %	$\varepsilon_{c2}$ 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\varepsilon_{cu}$ 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
$\varepsilon_{syd}$ 1,957 %	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	T <sub>co</sub> 0,7333
T <sub>c1</sub> 2,114	

**Calcolo**

M <sub>xRd</sub> 8.739 kNm
M <sub>yRd</sub> 3.307 kNm
$\sigma_c$ -18,13 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_s$ 391,3 N/mm <sup>2</sup>
$\varepsilon_c$ 3,5 %
$\varepsilon_s$ 15,98 %
d 359,5 cm
x 64,6 x/d 0,1797
$\delta$ 0,7

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

**Calcola MRd** **Dominio Mx-My**

angolo asse neutro θ° 328

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Vano scale SSX - Nmin**

**Titolo : Base nucleo scale - SSX**

N° Vertici	x [cm]	y [cm]	N° barre	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	166,5	2	6,215	23
2	92,5	166,5	3	6,215	69
3	92,5	-166,5	4	6,215	-69
4	-92,5	-166,5	5	6,215	23
5	-92,5	166,5	6	6,215	-23
6	-72,5	146,5		6,215	-156,5

**Sollecitazioni**

S.L.U.	Metodo n
N <sub>Ed</sub> 1450	0 kN
M <sub>xEd</sub> 860	0 kNm
M <sub>yEd</sub> 1150	0

**Punto applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**

Lato acciaio - Acciaio elastico

**Materiali**

B450C	C32/40
$\varepsilon_{su}$ 1,86 %	$\varepsilon_{c2}$ 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\varepsilon_{cu}$ 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
$\varepsilon_{syd}$ 1,957 %	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	T <sub>co</sub> 0,7333
T <sub>c1</sub> 2,114	

**Calcolo**

M <sub>xRd</sub> 6.301 kNm
M <sub>yRd</sub> 1.796 kNm
$\sigma_c$ -11,01 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_s$ 372 N/mm <sup>2</sup>
$\varepsilon_c$ 0,7467 %
$\varepsilon_s$ 1,86 %
d 359,5 cm
x 103 x/d 0,2864
$\delta$ 0,7981

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

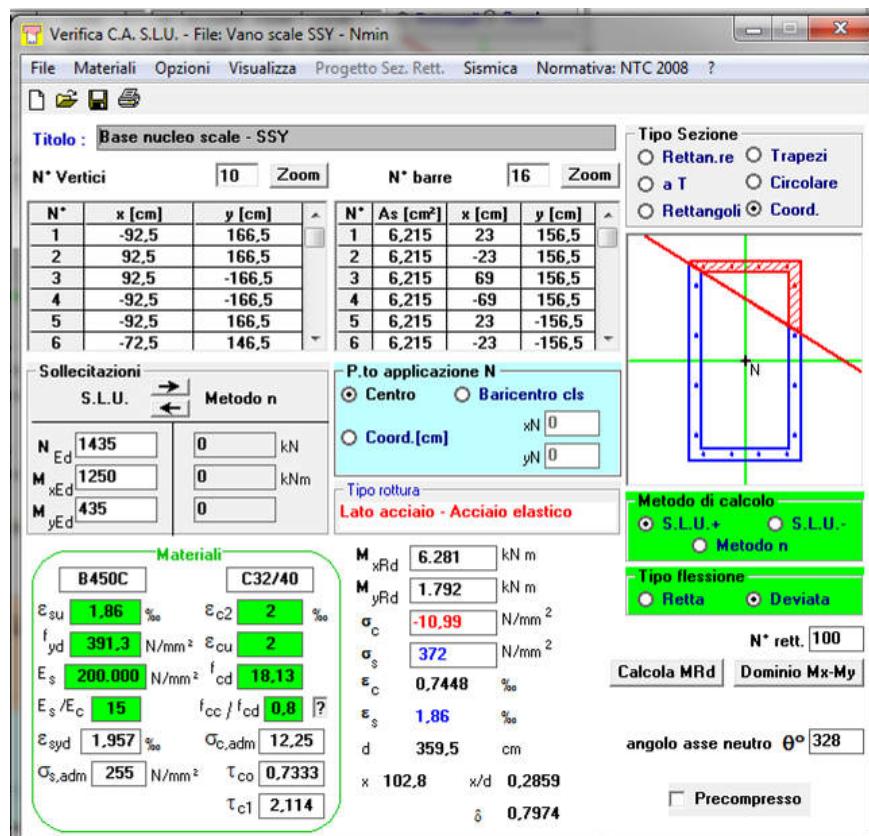
**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

**Calcola MRd** **Dominio Mx-My**

angolo asse neutro θ° 328

Precompresso



#### Muro scala valle (SLU)

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	150 mm	B 1000 mm
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup 46 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf 46 mm
NEd (>0 traz)	60 kN	MEd 20 kNm
Y	26,1 mm	
ε c min%	-3,50	ε s max% 10,47
MRd	25 kNm	Mrd ≥ Med ok

#### Muro scala valle (SLV)

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	150 mm	B 1000 mm
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup 46 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf 46 mm
NEd (>0 traz)	40 kN	MEd -15 kNm
Y	33,0 mm	
ε c min%	-0,87	ε s max% 1,86
M'y'd	-19 kNm	M'y'd ≥ Med ok

Le verifiche a taglio sono state condotte, ai sensi delle NTC2018, considerando gli elementi privi di armatura resistente a taglio:

Base setto Dir X					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	1480			VRd(Asl)	112 KN
bw [mm]	200	p1	0,00382	VRd(vmin)	94 KN
		k	1,368		
Asl [mm2]	1130	Vmin	0,3166541	VRd	112 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	97,5 KN
$\sigma_{cp}$	0,0			$VRd \geq VEd$ <b>OK</b>	

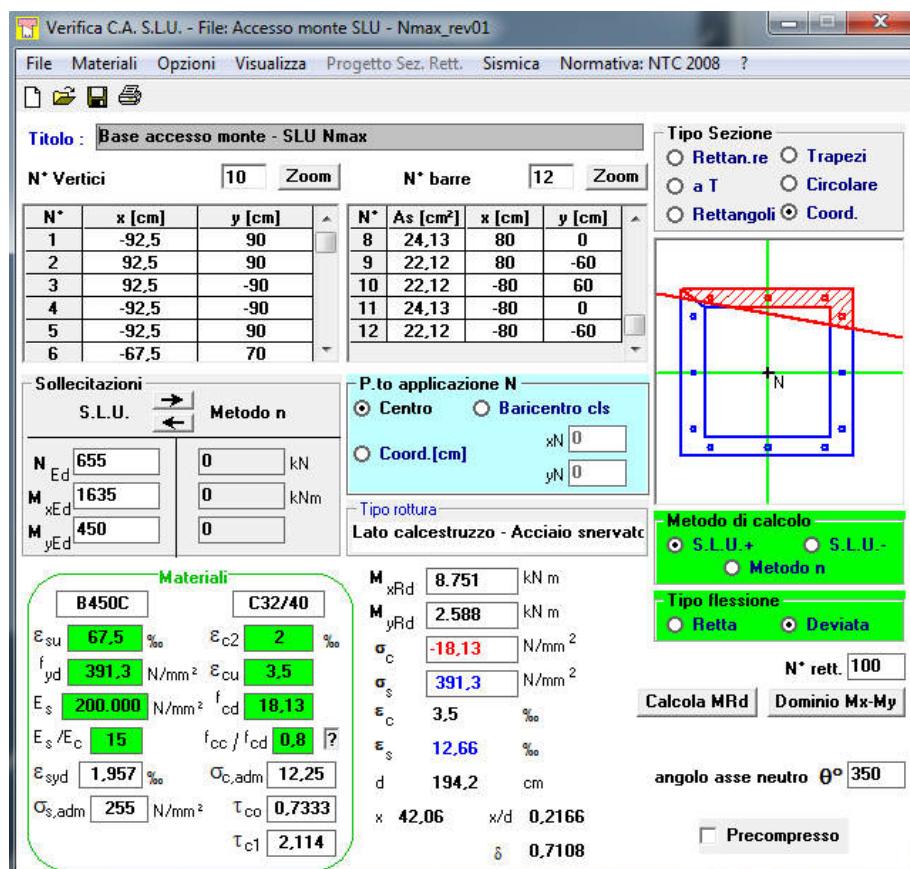
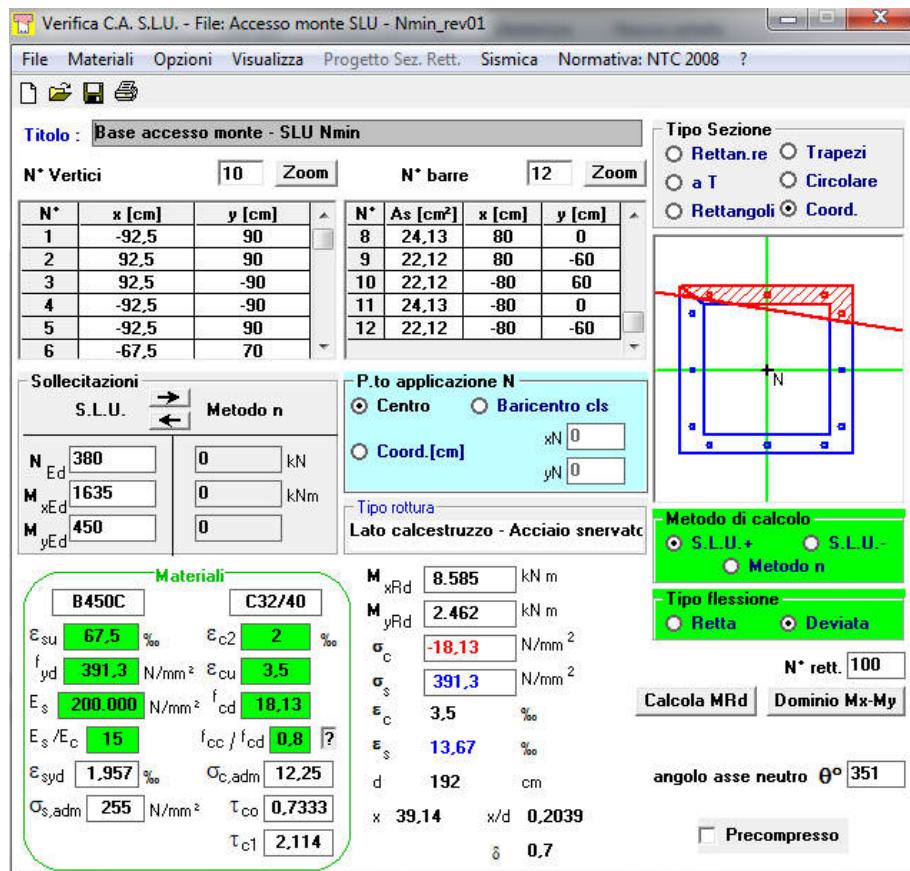
Base setto Dir Y					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	2340			VRd(Asl)	161 KN
bw [mm]	200	p1	0,00338	VRd(vmin)	136 KN
		k	1,292		
Asl [mm2]	1582	Vmin	0,2908805	VRd	161 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	70 KN
$\sigma_{cp}$	0,0			$VRd \geq VEd$ <b>OK</b>	

Sono state inoltre condotte verifiche a scorrimento alla base dei singoli setti trascurando cautelativamente il contributo di resistenza per attrito.

VERIFICA SCORRIMENTO/TRANCIAMENTO (\$7.4.4.5.1. NTC2018)		
Barre inclinate		Dati
Ø barre incl	0 mm	Ved
n. barre incl	0	e
A barre incl	0 mmq	lw (altezz sez)
θ (angolo)	45 °	bw (lorgh sez)
		Z (braccio coppia int)
Barre dritte		c (copriferro)
Ø barre dritte	12 mm	ξ (h compr/h tot)
n. barre dritte	18	Ned
A barre	2036 mmq	Med
		μf (cls-cls)
Materiale acciaio		αj
fyk	450 Mpa	
γs	1,15	Materiale CLS
fyd	391 Mpa	fck
		ys
<b>Vdd</b>	a) 192 kN b) 199 kN	fcd
<b>Vid</b>	0	
<b>Vfd</b>	a) 0 kN b) 0 kN	
<b>Vrd,s</b>	= Vdd + Vid + Vfd =	<b>192 kN</b>
		<b>0 kN</b>
		<b>191,9 kN</b>
		<b>OK (Vrd,s &gt; Ved)</b>

VERIFICA SCORRIMENTO/TRANCIAMENTO (\$7.4.4.5.1. NTC2018)	
Barre inclinate	Dati
Ø barre incl 0 mm	Ved 70 kN
n. barre incl 0	e 0 mm
A barre incl 0 mmq	lw (altezz sez) 2930 mm
θ (angolo) 45 °	bw (lorgh sez) 200 mm
	Z (braccio coppia int) 2592 mm
	c (copriferro) 50 mm
	ξ (h compr/h tot) 0,00
Barre dritte	Ned 0 kN
Ø barre dritte 12 mm	Med 0 kNm
n. barre dritte 28	μf (cls-cls) 0,6
A barre 3167 mmq	αj 0,48
Materiale acciaio	Materiale CLS
fyk 450 Mpa	fck 32 Mpa
ys 1,15	ys 2,025
fyd 391 Mpa	fcd 13,43 Mpa
<i>Vdd</i>	a) 298 kN
	b) 310 kN
	298 kN
<i>Vid</i>	0 kN
<i>Vfd</i>	a) 0 kN b) 0 kN
	0 kN
<b>Vrd,s</b>	= Vdd + Vid + Vfd = <b>298,5 kN</b> OK ( <i>Vrd,s</i> > <i>Ved</i> )

Per l'accesso lato monte abbiamo un'armatura verticale differenziata tra la sezione di base e la parte superiore. Per un tratto di circa 1,50 m a partire dalla base, l'armatura verticale che arma le pareti è costituita da  $\Phi 16/10$  su entrambe le facce e divine poi  $\Phi 14/10$ . Di seguito le verifiche delle sezioni più significative:



**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-X\_rev01**

**Titolo : Base accesso monte - SLV-X**

N° Vertici		10	Zoom	N° barre		12	Zoom
N°	x [cm]	y [cm]		N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90		8	24,13	80	0
2	92,5	90		9	22,12	80	-60
3	92,5	-90		10	22,12	-80	60
4	-92,5	-90		11	24,13	-80	0
5	-92,5	90		12	22,12	-80	-60
6	-67,5	70					

**Sollecitazioni**

S.L.U.	→	Metodo n
N <sub>Ed</sub> 350	0	kN
M <sub>xEd</sub> 1235	0	kNm
M <sub>yEd</sub> 820	0	

**Punto applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**

**Lato acciaio - Acciaio elastico**

<b>Materiali</b>	
B450C C32/40	
ε <sub>su</sub> 1,86 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
τ <sub>c1</sub> 2,114	

**Tipo Sezione**

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

**Tipi di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipi flessione**

- Retta
- Deviata

**Calcola MRd** **Dominio Mx-My**

**N° rett.** 100 **angolo asse neutro** θ° 350

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-Y\_rev01**

**Titolo : Base accesso monte - SLV-Y**

N° Vertici		10	Zoom	N° barre		12	Zoom
N°	x [cm]	y [cm]		N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90		8	24,13	80	0
2	92,5	90		9	22,12	80	-60
3	92,5	-90		10	22,12	-80	60
4	-92,5	-90		11	24,13	-80	0
5	-92,5	90		12	22,12	-80	-60
6	-67,5	70					

**Sollecitazioni**

S.L.U.	→	Metodo n
N <sub>Ed</sub> 315	0	kN
M <sub>xEd</sub> 2005	0	kNm
M <sub>yEd</sub> 330	0	

**Punto applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**

**Lato acciaio - Acciaio elastico**

<b>Materiali</b>	
B450C C32/40	
ε <sub>su</sub> 1,86 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
τ <sub>c1</sub> 2,114	

**Tipo Sezione**

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

**Tipi di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipi flessione**

- Retta
- Deviata

**Calcola MRd** **Dominio Mx-My**

**N° rett.** 100 **angolo asse neutro** θ° 350

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmin\_interm\_rev01**

File Materiai Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo :** Sez a 1,5 m base accesso monte - SLU Nmin

N° Vertici	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	92,5	90
3	92,5	-90
4	-92,5	-90
5	-92,5	90
6	-67,5	70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
8	18,47	80	0
9	16,93	80	-60
10	16,93	-80	60
11	18,47	-80	0
12	16,93	-80	-60

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub>	330	0	kN
M <sub>xEd</sub>	1270	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	295	0	

**Punto applicazione N**

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0  
yN 0

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C	C32/40
$\epsilon_{su}$ 67,5 %	$\epsilon_{c2}$ 2 %
$f_yd$ 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3,5
$E_s$ 200.000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 18,13
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\epsilon_{syd}$ 1,957 %	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0,7333
	$\tau_{c1}$ 2,114

**Tipi Sezione**

Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**

Retta Deviata

**Calcola MRd** **Dominio Mx-My**

**N° rett.** 100

**angolo asse neutro** θ° 350

**Precompresso**

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmax\_interm\_rev01**

File Materiai Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo :** Sez a 1,5 m base accesso monte - SLU Nmax

N° Vertici	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	92,5	90
3	92,5	-90
4	-92,5	-90
5	-92,5	90
6	-67,5	70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
8	18,47	80	0
9	16,93	80	-60
10	16,93	-80	60
11	18,47	-80	0
12	16,93	-80	-60

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub>	590	0	kN
M <sub>xEd</sub>	1270	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	295	0	

**Punto applicazione N**

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0  
yN 0

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C	C32/40
$\epsilon_{su}$ 67,5 %	$\epsilon_{c2}$ 2 %
$f_yd$ 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3,5
$E_s$ 200.000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 18,13
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\epsilon_{syd}$ 1,957 %	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0,7333
	$\tau_{c1}$ 2,114

**Tipi Sezione**

Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**

Retta Deviata

**Calcola MRd** **Dominio Mx-My**

**N° rett.** 100

**angolo asse neutro** θ° 350

**Precompresso**

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-X\_interm\_rev01**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo :** Sez a 1,5 m base accesso monte - SLV-X

N° Vertici 10 Zoom N° barre 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	92,5	90
3	92,5	-90
4	-92,5	-90
5	-92,5	90
6	-67,5	70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
8	18,47	80	0
9	16,93	80	-60
10	16,93	-80	60
11	18,47	-80	0
12	16,93	-80	-60

**Sollecitazioni** S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub> 300	0 kN
M <sub>xEd</sub> 905	0 kNm
M <sub>yEd</sub> 555	0

**Punto applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura** Lato acciaio - Acciaio elastico

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 1.86 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391.3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1.957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
	τ <sub>c1</sub> 2,114

**Calcolo**

M<sub>xRd</sub> 4.772 kN m  
M<sub>yRd</sub> 1.081 kN m  
σ<sub>c</sub> 11,5 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 372 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 0,7907 %  
ε<sub>s</sub> 1,86 %  
d 194,2 cm  
x 57,92 x/d 0,2983  
δ 0,8129

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 350

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-Y\_interm\_rev01**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo :** Sez a 1,5 m base accesso monte - SLV-Y

N° Vertici 10 Zoom N° barre 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	92,5	90
3	92,5	-90
4	-92,5	-90
5	-92,5	90
6	-67,5	70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
8	18,47	80	0
9	16,93	80	-60
10	16,93	-80	60
11	18,47	-80	0
12	16,93	-80	-60

**Sollecitazioni** S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub> 270	0 kN
M <sub>xEd</sub> 1445	0 kNm
M <sub>yEd</sub> 205	0

**Punto applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura** Lato acciaio - Acciaio elastico

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 1.86 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391.3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1.957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
	τ <sub>c1</sub> 2,114

**Calcolo**

M<sub>xRd</sub> 4.751 kN m  
M<sub>yRd</sub> 1.077 kN m  
σ<sub>c</sub> 11,46 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 372 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 0,7869 %  
ε<sub>s</sub> 1,86 %  
d 194,2 cm  
x 57,72 x/d 0,2973  
δ 0,8116

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 350

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmin\_foro**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo : Sez foro accesso monte - SLU Nmin**

N° Vertici	13	Zoom
N°	x [cm]	y [cm]
6	67,5	-70
7	67,5	70
8	42,5	70
9	42,5	90
10	92,5	90
11	92,5	-90

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	16,16	67,5	80
2	0	0	80
3	16,16	-67,5	80
4	16,93	61,5	-80
5	18,47	0	-80
6	16,93	-61,5	-80

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub> 228	0 kN
M <sub>xEd</sub> 845	0 kNm
M <sub>yEd</sub> 80	0

P.tto applicazione N

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
	τ <sub>c1</sub> 2,114

**Tipo Sezione**

Rettangoli Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 357

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmax\_foro**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo : Sez foro accesso monte - SLU Nmax**

N° Vertici	13	Zoom
N°	x [cm]	y [cm]
6	67,5	-70
7	67,5	70
8	42,5	70
9	42,5	90
10	92,5	90
11	92,5	-90

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	16,16	67,5	80
2	0	0	80
3	16,16	-67,5	80
4	16,93	61,5	-80
5	18,47	0	-80
6	16,93	-61,5	-80

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub> 450	0 kN
M <sub>xEd</sub> 845	0 kNm
M <sub>yEd</sub> 80	0

P.tto applicazione N

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
	τ <sub>c1</sub> 2,114

**Tipo Sezione**

Rettangoli Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 356

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-X\_foro\_rev01**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo :** Sez foro accesso monte - SLV-X

N° Vertici	13	Zoom
N° barre	12	Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	-42,5	90
3	-42,5	70
4	-67,5	70
5	-67,5	-70
6	67,5	-70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
8	18,47	80	0
9	16,93	80	-60
10	16,93	-80	60
11	18,47	-80	0
12	16,93	-80	-60

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub>	200	0 kN
M <sub>xEd</sub>	490	0 kNm
M <sub>yEd</sub>	160	0

**Punto applicazione N**

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
**Lato acciaio - Acciaio elastico**

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 1,86 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	T <sub>co</sub> 0,7333
	T <sub>c1</sub> 2,114

**Tipo Sezione**

Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 350

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-Y\_foro\_rev01**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo :** Sez foro accesso monte - SLV-Y

N° Vertici	13	Zoom
N° barre	12	Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	-42,5	90
3	-42,5	70
4	-67,5	70
5	-67,5	-70
6	67,5	-70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
8	18,47	80	0
9	16,93	80	-60
10	16,93	-80	60
11	18,47	-80	0
12	16,93	-80	-60

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub>	165	0 kN
M <sub>xEd</sub>	675	0 kNm
M <sub>yEd</sub>	55	0

**Punto applicazione N**

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
**Lato acciaio - Acciaio elastico**

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 1,86 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	T <sub>co</sub> 0,7333
	T <sub>c1</sub> 2,114

**Tipo Sezione**

Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 350

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmin\_sommita**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo : Sommità accesso monte - SLU Nmin**

N° Vertici 10 Zoom N° barre 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
6	-67,5	70
7	67,5	70
8	67,5	-70
9	-67,5	-70
10	-67,5	70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	16,93	61,5	80
2	18,47	0	80
3	16,93	-61,5	80
4	16,93	61,5	-80
5	18,47	0	-80
6	16,93	-61,5	-80

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub> 175	0 kN
M <sub>xEd</sub> 785	0 kNm
M <sub>yEd</sub> 15	0

**Punto applicazione N**

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rotura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	T <sub>co</sub> 0,7333
	T <sub>c1</sub> 2,114

**Calcolo**

M<sub>xRd</sub> 6,813 kNm  
M<sub>yRd</sub> 284,8 kNm  
σ<sub>c</sub> -18,13 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 3,5 %  
ε<sub>s</sub> 27,31 %  
d 172,7 cm  
x 19,61 x/d 0,1136  
δ 0,7

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**

Retta Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio Mx-My  
angolo asse neutro θ° 359  
Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmax\_sommita**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo : Sommità accesso monte - SLU Nmax**

N° Vertici 10 Zoom N° barre 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
6	-67,5	70
7	67,5	70
8	67,5	-70
9	-67,5	-70
10	-67,5	70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	16,93	61,5	80
2	18,47	0	80
3	16,93	-61,5	80
4	16,93	61,5	-80
5	18,47	0	-80
6	16,93	-61,5	-80

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub> 380	0 kN
M <sub>xEd</sub> 785	0 kNm
M <sub>yEd</sub> 15	0

**Punto applicazione N**

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rotura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	T <sub>co</sub> 0,7333
	T <sub>c1</sub> 2,114

**Calcolo**

M<sub>xRd</sub> 6,963 kNm  
M<sub>yRd</sub> 314,8 kNm  
σ<sub>c</sub> -18,13 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 3,5 %  
ε<sub>s</sub> 26,64 %  
d 172,7 cm  
x 20,05 x/d 0,11161  
δ 0,7

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**

Retta Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio Mx-My  
angolo asse neutro θ° 359  
Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-X\_sommita\_rev01**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo :** Sommità accesso monte - SLV-X

**N° Vertici** 10 **Zoom**    **N° barre** 12 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	92,5	90
3	92,5	-90
4	-92,5	-90
5	-92,5	90
6	-67,5	70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
8	18,47	80	0
9	16,93	80	-60
10	16,93	-80	60
11	18,47	-80	0
12	16,93	-80	-60

**Sollecitazioni** S.L.U. → Metodo n

N Ed	150	0 kN
M xEd	420	0 kNm
M yEd	40	0

**P.t. applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN 0  
yN 0

**Tipo rottura:** Lato acciaio - Acciaio elastico

**Materiali**

B450C	C32/40
$\varepsilon_{su}$ 1.86 %	$\varepsilon_{c2}$ 2 %
$f_yd$ 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\varepsilon_{cu}$ 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 18,13
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\varepsilon_{syd}$ 1.957 %	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0,7333
	$\tau_{c1}$ 2,114

**Tipo Sezione**

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

**N° rett.** 100    **Calcola MRd**    **Dominio Mx-My**

**angolo asse neutro** θ° 350

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-Y\_sommita\_rev01**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo :** Sommità accesso monte - SLV-Y

**N° Vertici** 10 **Zoom**    **N° barre** 12 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	92,5	90
3	92,5	-90
4	-92,5	-90
5	-92,5	90
6	-67,5	70

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
8	18,47	80	0
9	16,93	80	-60
10	16,93	-80	60
11	18,47	-80	0
12	16,93	-80	-60

**Sollecitazioni** S.L.U. → Metodo n

N Ed	115	0 kN
M xEd	520	0 kNm
M yEd	15	0

**P.t. applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN 0  
yN 0

**Tipo rottura:** Lato acciaio - Acciaio elastico

**Materiali**

B450C	C32/40
$\varepsilon_{su}$ 1.86 %	$\varepsilon_{c2}$ 2 %
$f_yd$ 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\varepsilon_{cu}$ 2
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 18,13
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\varepsilon_{syd}$ 1.957 %	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0,7333
	$\tau_{c1}$ 2,114

**Tipo Sezione**

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

**N° rett.** 100    **Calcola MRd**    **Dominio Mx-My**

**angolo asse neutro** θ° 350

Precompresso

**SETTO sp.25 Mvert**

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	250 mm	B 1000 mm
Asup	1538,6 mm <sup>2</sup>	csup 47 mm
Ainf	1538,6 mm <sup>2</sup>	cinf 47 mm
NEd (>0 traz)	200 kN	MEd 14 kNm
Y	40,3 mm	
ε c min%	-3,50	ε s max% 14,15
MRd	96 kNm	Mrd ≥ Med ok

**SETTO sp.25 Moriz**

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	250 mm	B 1000 mm
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup 60 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf 60 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd 13,5 kNm
Y	30,1 mm	
ε c min%	-3,50	ε s max% 18,60
MRd	50 kNm	Mrd ≥ Med ok

**SETTO sp.20 Mvert**

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	200 mm	B 1000 mm
Asup	1538,6 mm <sup>2</sup>	csup 47 mm
Ainf	1538,6 mm <sup>2</sup>	cinf 47 mm
NEd (>0 traz)	300 kN	MEd 17 kNm
Y	38,2 mm	
ε c min%	-3,50	ε s max% 10,51
MRd	65 kNm	Mrd ≥ Med ok

**SETTO sp.20 Moriz**

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	200 mm	B 1000 mm
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup 60 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf 60 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd 15 kNm
Y	30,1 mm	
ε c min%	-3,50	ε s max% 12,77
MRd	39 kNm	Mrd ≥ Med ok

SETTO sp.25 Mvert (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	250 mm	B	1000 mm		
Asup	1538,6 mm <sup>2</sup>	csup	47 mm		
Ainf	1538,6 mm <sup>2</sup>	cinf	47 mm		
NEd (>0 traz)	300 kN	MEd	14 kNm		
Y	52,8 mm				
$\epsilon_c$ min%	-0,65	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'y'd	79 kNm	M'y'd ≥ Med	ok		

SETTO sp.25 Moriz (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	250 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	60 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	60 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	13,5 kNm		
Y	47,6 mm				
$\epsilon_c$ min%	-0,62	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'y'd	39 kNm	M'y'd ≥ Med	ok		

SETTO sp.20 Mvert (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	200 mm	B	1000 mm		
Asup	1538,6 mm <sup>2</sup>	csup	47 mm		
Ainf	1538,6 mm <sup>2</sup>	cinf	47 mm		
NEd (>0 traz)	400 kN	MEd	15 kNm		
Y	41,6 mm				
$\epsilon_c$ min%	-0,69	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'y'd	50 kNm	M'y'd ≥ Med	ok		

SETTO sp.20 Moriz (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	200 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	60 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	60 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	15 kNm		
Y	41,9 mm				
$\epsilon_c$ min%	-0,80	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'y'd	30 kNm	M'y'd ≥ Med	ok		

Le verifiche a taglio sono state condotte, ai sensi delle NTC2018, considerando, ove sufficiente, gli elementi privi di armatura resistente a taglio (muri sp.20 cm) e sezioni armate a taglio con le armature orizzontali di parete laddove si rende necessario (muri sp. 25 cm):

SETTO MONTE (sp.25 cm)				
Sezione con armature trasversali a taglio				
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13	
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3	
d [mm]	1700		VRcd	1734 KN
bw [mm]	250		VRsd	677 KN
ac	1			
α [°]	90		VRd	677 KN
θ [°]	45	cotg θ	1,000	
s [mm]	200		VED	242,5 KN
Asw [mm <sup>2</sup> ]	226,2		VRd ≥ VEd	OK

SETTO MONTE (sp. 20 cm)				
Sezione senza armature trasversali a taglio				
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13	
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3	
d [mm]	1725		VRd(Asl)	120 KN
bw [mm]	200	ρ₁	VRd(vmin)	118 KN
Asl [mm <sup>2</sup> ]	804,0	k		
NEd [KN]	80	Vmin	VRd	120 KN
σcp	0,2		VED	115,0 KN
		NEd > 0 , compr.		
			VRd ≥ VEd	OK

Sono state inoltre condotte verifiche a scorrimento alla base dei singoli setti trascurando cautelativamente il contributo di resistenza per attrito.

VERIFICA SCORRIMENTO/TRANCIAMENTO (§7.4.4.5.1 NTC2018)	
Barre inclinate	Dati
Ø barre incl 0 mm	Ved 242,5 kN
n. barre incl 0	e 0 mm
A barre incl 0 mmq	lw (altezz sez) 1850 mm
θ (angolo) 45 °	bw (lorgh sez) 250 mm
Barre dritte	Z (braccio coppia int) 1622,7 mm
Ø barre dritte 14 mm	c (copriferro) 47 mm
n. barre dritte 30	ξ (h compr/h tot) 0,00
A barre 4618 mmq	Ned 0 kN
	Med 0 kNm
	μf (cls-cls) 0,6
	αj 0,48
Materiale acciaio	Materiale CLS
fyk 450 Mpa	fck 32 Mpa
ys 1,15	ys 2,025
fyd 391 Mpa	fcd 13,43 Mpa
<b>Vdd</b>	<b>a) 435 kN</b>
	<b>b) 452 kN</b>
	<b>435 kN</b>
<b>Vid</b>	<b>0 kN</b>
<b>Vfd</b>	<b>a) 0 kN</b>
	<b>b) 0 kN</b>
	<b>0 kN</b>
<b>Vrd,s</b>	<b>= Vdd + Vid + Vfd =</b>
	<b>435,3 kN</b>
	<b>OK (Vrd,s &gt; Ved)</b>

VERIFICA SCORRIMENTO/TRANCIAMENTO (§7.4.4.5.1 NTC2018)			
Barre inclinate		Dati	
$\emptyset$ barre incl 0 mm		Ved	115 kN
n. barre incl 0		e	0 mm
A barre incl 0 mmq		lw (altezz sez)	1800 mm
$\theta$ (angolo) 45 °		bw (lorgh sez)	200 mm
Barre dritte		Z (braccio coppia int)	1577,7 mm
$\emptyset$ barre dritte 14 mm		c (coprirerro)	47 mm
n. barre dritte 30		$\xi$ (h compr/h tot)	0,00
A barre 4618 mmq		Ned	0 kN
Materiale acciaio		Med	0 kNm
fyk 450 Mpa		$\mu_f$ (cls-cls)	0,6
ys 1,15		$\alpha_j$	0,48
fyd 391 Mpa		Materiale CLS	
		fck	32 Mpa
		ys	2,025
		fcd	13,43 Mpa
<b>Vdd</b>		<b>435</b>	<b>kN</b>
a) 435 kN			
b) 452 kN			
<b>Vid</b>		<b>0</b>	<b>kN</b>
<b>Vfd</b>		<b>0</b>	<b>kN</b>
<b>Vrd,s</b>		<b>= Vdd + Vid + Vfd =</b>	<b>435,3 kN</b>
		<i>OK (Vrd,s &gt; Ved)</i>	

#### 8.4 VERIFICHE DELLE SCALE E DEI PIANEROTTOLI LATO VALLE

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza eseguite sulle rampe delle scale e sui pianerottoli in c.a.

<b>Calcestruzzo</b>	<b>C32/40</b>	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
fck	32 N/mm <sup>2</sup>	Rck	40 N/mm <sup>2</sup>
fcd	-18,13 N/mm <sup>2</sup>	n	2,00
ε c2	-0,0020	ε cu	-0,0035
<b>Acciaio</b>	<b>B450C</b>	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
k = (ft/fy)k	fyd 391,3 N/mm <sup>2</sup>	Es 210000 N/mm <sup>2</sup>	
	1		
ε ud	0,0675	ε uk 0,075	
<b>Pianerottolo scala valle M1 (SLU)</b>			
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	160 mm	B	1000 mm
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	46 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	15 kNm
Y	34,6 mm		
ε c min%	-3,50	ε s max%	8,04
MRd	32 kNm	Mrd ≥ Med	ok

<b>Pianerottolo scala valle M1 (SLV)</b>			
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	160 mm	B	1000 mm
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	46 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	7 kNm
Y	38,1 mm		
ε c min%	-0,93	ε s max%	1,86
M'y'd	24 kNm	M'y'd ≥ Med	ok

<b>Pianerottolo scala valle M1- (SLU)</b>			
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	160 mm	B	1000 mm
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	46 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-35 kNm
Y	35,3 mm		
ε c min%	-3,50	ε s max%	7,60
MRd	-42 kNm	Mrd ≥ Med	ok

Pianerottolo scala valle M1- (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	160 mm	B	1000 mm		
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	46 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-20 kNm		
Y	44,7 mm				
$\epsilon_c$ min%	-1,24	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'yd	-38 kNm	M'yd ≥ Med	ok		

Pianerottolo scala valle M2 (SLU)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	160 mm	B	1000 mm		
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	15 kNm		
Y	41,8 mm				
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	5,04		
MRd	37 kNm	Mrd ≥ Med	ok		

Pianerottolo scala valle M2 (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	160 mm	B	1000 mm		
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	7 kNm		
Y	41,0 mm				
$\epsilon_c$ min%	-1,25	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'yd	27 kNm	M'yd ≥ Med	ok		

Pianerottolo scala valle M2- (SLU)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	160 mm	B	1000 mm		
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-35 kNm		
Y	39,8 mm				
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	4,95		
MRd	-39 kNm	Mrd ≥ Med	ok		

Pianerottolo scala valle M2- (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	160 mm	B	1000 mm		
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	c <sub>sup</sub>	64 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	c <sub>inf</sub>	58 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-20 kNm		
Y	43,6 mm				
$\epsilon_c$ min%	-1,55	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'y <sub>d</sub>	-34 kNm	M'y <sub>d</sub> ≥ Med	ok		

Rampa scale valle M1- (SLU)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	150 mm	B	1000 mm		
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	c <sub>sup</sub>	48 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	c <sub>inf</sub>	46 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-32 kNm		
Y	35,3 mm				
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	6,60		
MRd	-38 kNm	MRd ≥ Med	ok		

Rampa scale valle M1- (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	150 mm	B	1000 mm		
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	c <sub>sup</sub>	48 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	c <sub>inf</sub>	46 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-18 kNm		
Y	42,8 mm				
$\epsilon_c$ min%	-1,35	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'y <sub>d</sub>	-34 kNm	M'y <sub>d</sub> ≥ Med	ok		

Rampa scale valle M2- (SLU)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	150 mm	B	1000 mm		
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	c <sub>sup</sub>	64 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	c <sub>inf</sub>	58 mm		
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-25 kNm		
Y	39,8 mm				
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	4,07		
MRd	-35 kNm	MRd ≥ Med	ok		

<b>Rampa scale valle M2- (SLV)</b>			
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	150 mm	B	1000 mm
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	-12 kNm
Y	41,9 mm		
$\epsilon_c$ min%	-1,77	$\epsilon_s$ max%	1,86
M'yd	-31 kNm	M'yd ≥ Med	ok

<b>Rampa scale valle M2 (SLU)</b>			
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	150 mm	B	1000 mm
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	3 kNm
Y	41,8 mm		
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	4,20
MRd	35 kNm	Mrd ≥ Med	ok

<b>Rampa scale valle M2 (SLV)</b>			
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	150 mm	B	1000 mm
Asup	1005 mm <sup>2</sup>	csup	64 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm
NEd (>0 traz)	0 kN	MEd	2 kNm
Y	40,3 mm		
$\epsilon_c$ min%	-1,45	$\epsilon_s$ max%	1,86
M'yd	26 kNm	M'yd ≥ Med	ok

Le verifiche a taglio sono state condotte, ai sensi delle NTC2018, considerando gli elementi più sollecitati privi di armatura resistente a taglio:

Pianerottoli scala valle V13					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	95			VRd(Asl)	74 KN
bw [mm]	1000	$\rho_1$	0,01058	VRd(vmin)	53 KN
		k	2,000		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	1005	V <sub>min</sub>	0,56	VRd	74 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	70 KN
$\sigma_{cp}$	0,0			VRd ≥ VEd	OK

Pianerottoli scala valle V23					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	110			VRd(Asl)	81 KN
bw [mm]	1000	$\rho_1$	0,00914	VRd(vmin)	62 KN
		k	2,000		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	1005	V <sub>min</sub>	0,56	VRd	81 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	70 KN
$\sigma_{cp}$	0,0			VRd ≥ VEd	OK

Rampa scala valle V13					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	100			VRd(Asl)	76 KN
bw [mm]	1000	$\rho_1$	0,01005	VRd(vmin)	56 KN
		k	2,000		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	1005	V <sub>min</sub>	0,56	VRd	76 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	45 KN
$\sigma_{cp}$	0,0			VRd ≥ VEd	OK

Rampa scala valle V23					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	85			VRd(Asl)	68 KN
bw [mm]	1000	$\rho_1$	0,01182	VRd(vmin)	48 KN
		k	2,000		
Asl [mm <sup>2</sup> ]	1005	V <sub>min</sub>	0,56	VRd	68 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	35 KN
$\sigma_{cp}$	0,0	$VRd \geq VEd$			
		<b>OK</b>			

### 8.5 VERIFICHE DEI PIANEROTTOLI ACCESSO LATO MONTE

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza eseguite sui pianerottoli in c.a.

#### Calcestruzzo

fck	32	N/mm <sup>2</sup>
fcd	-18,13	N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	-0,0020	

#### C32/40 NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)

Rck	40	N/mm <sup>2</sup>
n	2,00	
$\epsilon_{cu}$	-0,0035	

#### Acciaio

fyd	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$k = (f_t/f_y)k$	1	
$\epsilon_{ud}$	0,0675	

#### B450C NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)

Es	210000	N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{uk}$	0,075	

#### Pianerottolo (dir. lunga) M+ (SLU)

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	150	mm
Asup	1004,8	mm <sup>2</sup>
Ainf	565,2	mm <sup>2</sup>
NEd (>0 traz)	140	kN
Y	31,6	mm
$\epsilon_c$ min%	-3,50	
MRd	25	kNm
		MEd
		10 kNm
		$\epsilon_s$ max%
		8,02
		Mrd ≥ Med
		ok

#### Pianerottolo (dir. lunga) M+ (SLV)

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	150	mm
Asup	1004,8	mm <sup>2</sup>
Ainf	565,2	mm <sup>2</sup>
NEd (>0 traz)	30	kN
Y	35,6	mm
$\epsilon_c$ min%	-0,97	
M'y'd	21	kNm
		MEd
		5,5 kNm
		$\epsilon_s$ max%
		1,86
		M'y'd ≥ Med
		ok

#### Pianerottolo (dir. lunga) M- (SLU)

Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)
H	150	mm
Asup	1004,8	mm <sup>2</sup>
Ainf	565,2	mm <sup>2</sup>
NEd (>0 traz)	320	kN
Y	20,1	mm
$\epsilon_c$ min%	-3,50	
MRd	-24	kNm
		MEd
		-15 kNm
		$\epsilon_s$ max%
		14,29
		Mrd ≥ Med
		ok

Pianerottolo (dir. lunga) M- (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	150 mm	B	1000 mm		
Asup	1004,8 mm <sup>2</sup>	csup	48 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	46 mm		
NEd (>0 traz)	110 kN	MEd	-8,5 kNm		
Y	38,0 mm				
$\epsilon_c$ min%	-1,11	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'yd	-29 kNm	M'yd ≥ Med	ok		

Pianerottolo (dir. corta) M+ (SLU)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	150 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	62 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm		
NEd (>0 traz)	30 kN	MEd	6,5 kNm		
Y	28,1 mm				
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	7,96		
MRd	27 kNm	Mrd ≥ Med	ok		

Pianerottolo (dir. corta) M+ (SLV)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	150 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	62 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm		
NEd (>0 traz)	80 kN	MEd	4 kNm		
Y	32,6 mm				
$\epsilon_c$ min%	-1,02	$\epsilon_s$ max%	1,86		
M'yd	18 kNm	M'yd ≥ Med	ok		

Pianerottolo (dir. corta) M- (SLU)					
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)			
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)			
H	150 mm	B	1000 mm		
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	62 mm		
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm		
NEd (>0 traz)	180 kN	MEd	-4,5 kNm		
Y	17,8 mm				
$\epsilon_c$ min%	-3,50	$\epsilon_s$ max%	13,76		
MRd	-17 kNm	Mrd ≥ Med	ok		

Pianerottolo (dir. corta) M- (SLV)			
Calcestruzzo	C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
Acciaio	B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
H	150 mm	B	1000 mm
Asup	565,2 mm <sup>2</sup>	csup	62 mm
Ainf	565,2 mm <sup>2</sup>	cinf	58 mm
NEd (>0 traz)	180 kN	MEd	-2,5 kNm
Y	25,7 mm		
$\epsilon_c \text{ min\%}$	-0,77	$\epsilon_s \text{ max\%}$	1,86
M'y'd	-11 kNm	M'y'd $\geq$ Med	ok

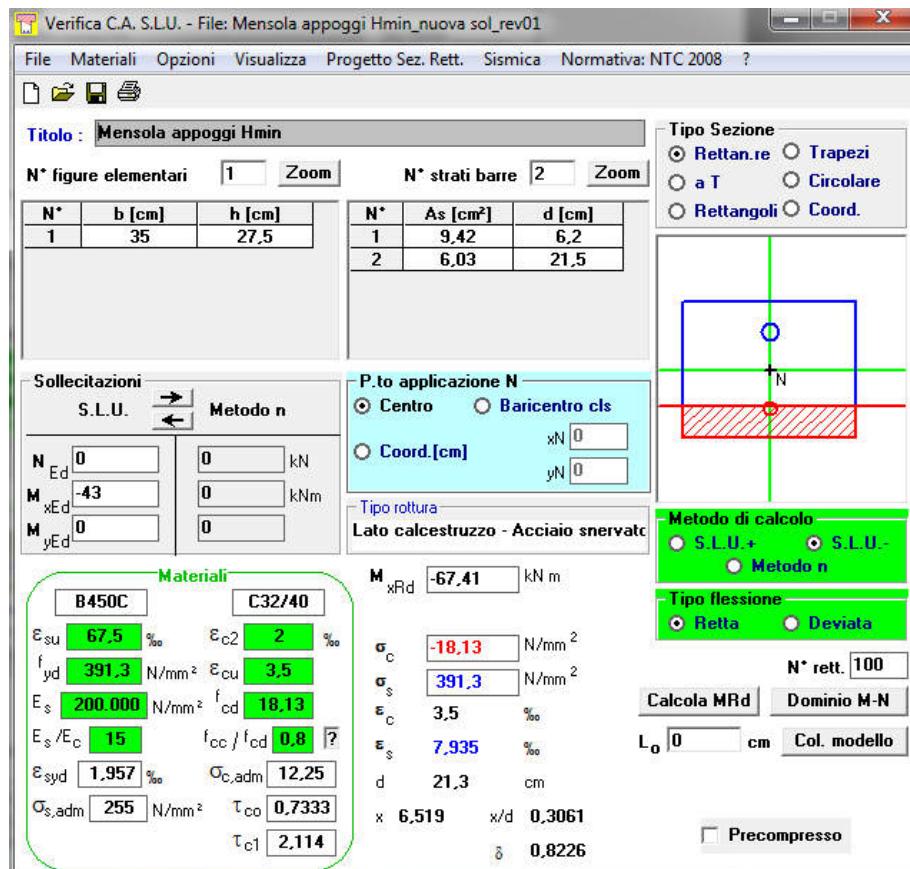
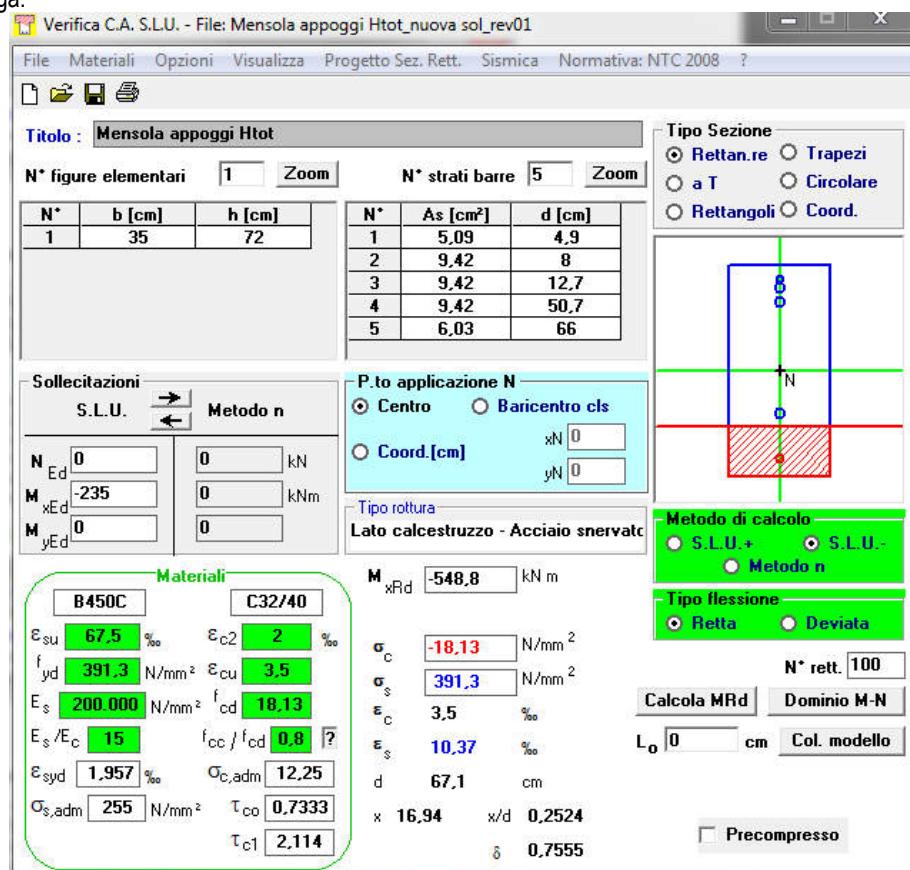
Le verifiche a taglio sono state condotte, ai sensi delle NTC2018, considerando gli elementi gli elementi più sollecitati privi di armatura resistente a taglio:

Pianerottolo dir. lunga			
Sezione senza armature trasversali a taglio			
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3
d [mm]	102	VRd(Asl)	64 KN
bw [mm]	1000	P1	0,00554
		k	2,000
Asl [mm <sup>2</sup> ]	565,2	Vmin	0,56
NEd [KN]	0	VRd	64 KN
$\sigma_{cp}$	0,0	NEd >0 , compr.	VED
			33,0 KN
		VRd $\geq$ VEd	OK

Pianerottolo dir. corta			
Sezione senza armature trasversali a taglio			
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3
d [mm]	92	VRd(Asl)	60 KN
bw [mm]	1000	P1	0,00614
		k	2,000
Asl [mm <sup>2</sup> ]	565,2	Vmin	0,56
NEd [KN]	0	VRd	60 KN
$\sigma_{cp}$	0,0	NEd >0 , compr.	VED
			25 KN
		VRd $\geq$ VEd	OK

## 8.6 VERIFICHE DELLE MENSOLE DI APPOGGIO

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza eseguite sulle travi a mensola in c.a. per il sostegno della campata metallica e il relativo traverso che le collega:



**Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave sotto soletta sommità nuova sol\_rev01**

**Titolo : Trave sotto soletta vano ascensore**

N° figure elementari	1	Zoom
N° strati barre	2	Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	25	72

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	6,28	6
2	6,28	66

**Tipo Sezione**

- Rettangoli
- Trapezzi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub>	0	0 kN
M <sub>xEd</sub>	100	0 kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0

**Punto applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN	0
yN	0

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
	τ <sub>c1</sub> 2,114

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

M<sub>xRd</sub> 155,2 kN m

σ<sub>c</sub> 18,13 N/mm<sup>2</sup>

σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm<sup>2</sup>

ε<sub>c</sub> 3,5 %

ε<sub>s</sub> 33,55 %

d 66 cm

x 6,234 x/d 0,09446

δ 0,7

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Interno mensola**

**Titolo : Interno mensola**

N° figure elementari	1	Zoom
N° strati barre	2	Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	24

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	4,52	7,5
2	4,52	16,5

**Tipo Sezione**

- Rettangoli
- Trapezzi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub>	0	0 kN
M <sub>xEd</sub>	25	0 kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0

**Punto applicazione N**

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN	0
yN	0

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
	τ <sub>c1</sub> 2,114

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

M<sub>xRd</sub> 29,05 kN m

σ<sub>c</sub> 18,13 N/mm<sup>2</sup>

σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm<sup>2</sup>

ε<sub>c</sub> 3,5 %

ε<sub>s</sub> 6,247 %

d 16,5 cm

x 5,925 x/d 0,3591

δ 0,8889

Precompresso

Le verifiche a taglio sono state condotte, ai sensi delle NTC2018, prevedendo un'armatura resistente a taglio costituita da staffe chiuse per la trave a mensola e trascurando la presenza di armature a taglio per il traverso interno che le collega.

Mensola appoggi Htot					
Sezione con armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	660			VRcd	942 KN
bw [mm]	350			VRsd	263 KN
ac	1				
α [°]	90			VRd	263 KN
θ [°]	45	cotg θ	1,000	VEd	135 KN
s [mm]	200				
Asw [mm <sup>2</sup> ]	226			VRd ≥ VEd	OK

Mensola appoggi Hrid					
Sezione con armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	210			VRcd	300 KN
bw [mm]	350			VRsd	167 KN
ac	1				
α [°]	90			VRd	167 KN
θ [°]	45	cotg θ	1,000	VEd	125 KN
s [mm]	100				
Asw [mm <sup>2</sup> ]	226			VRd ≥ VEd	OK

Mensola appoggi interno Htot					
Sezione con armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	660			VRcd	942 KN
bw [mm]	350			VRsd	525 KN
ac	1				
α [°]	90			VRd	525 KN
θ [°]	45	cotg θ	1,000	VEd	262 KN
s [mm]	200				
Asw [mm <sup>2</sup> ]	452			VRd ≥ VEd	OK

Trave sotto-soletta sommità vano ascensore					
Sezione con armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	660			VRcd	663 KN
bw [mm]	250			VRsd	313 KN
ac	1				
α [°]	90			VRd	313 KN
θ [°]	40	cotg θ	1,192	VEd	262 KN
s [mm]	200			VRd ≥ VEd	OK
Asw [mm <sup>2</sup> ]	226				

Interno mensole					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
fck [Mpa]	32	fcd [Mpa]	18,13		
fyk [Mpa]	450	fyd [Mpa]	391,3		
d [mm]	165			VRd(Asl)	82 KN
bw [mm]	1000	ρ₁	0,00274	VRd(vmin)	92 KN
Asl [mm <sup>2</sup> ]	452	k	2,000	VRd	92 KN
NEd [KN]	0	Vmin	0,56	VEd	68 KN
σcp	0,0			VRd ≥ VEd	OK

## 8.7 VERIFICHE TENSIONI IN ESERCIZIO

Quando possibile, a favore di sicurezza, si eseguono le verifiche con le sole combinazioni *Rare*, ma utilizzando il limite per le tensioni in esercizio più gravoso. Negli estratti delle verifiche riportati di seguito, gli indici inf e sup si devono riferire alle armature rispettivamente tese e compresse, indipendentemente dalla posizione reale all'interno della sezione dell'elemento.

Di seguito le verifiche degli elementi strutturali che costituiscono le scale lato valle.

Fondazione scala valle M1 (Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M 151,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 7,8 \text{ N/mmq} \leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ sup} = 70,8 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ inf} = -241,2 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$	
b 100 cm	Rck 30 N/mmq		
H 40,0 cm	fyk 450 N/mmq		
c inf 5,0 cm	c sup 4,5 cm	fck 25 N/mmq	
s inf 10,0 cm	s sup 20,0 cm		
$\phi$ inf 1,6 cm	$\phi$ sup 1,2 cm		
As inf 20,11 cmq	As sup 5,65 cmq		

Fondazione scala valle M2 (Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M 71,85 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 5,4 \text{ N/mmq} \leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ sup} = 23,0 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ inf} = -238,0 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$	
b 100 cm	Rck 30 N/mmq		
H 40,0 cm	fyk 450 N/mmq		
c inf 7,0 cm	c sup 6,0 cm	fck 25 N/mmq	
s inf 20,0 cm	s sup 20,0 cm		
$\phi$ inf 1,6 cm	$\phi$ sup 1,2 cm		
As inf 10,05 cmq	As sup 5,65 cmq		

Fondazione scala valle M1- (Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M 17,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 1,3 \text{ N/mmq} \leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ sup} = 4,4 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ inf} = -91,4 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$	
b 100 cm	Rck 30 N/mmq		
H 40,0 cm	fyk 450 N/mmq		
c inf 4,5 cm	c sup 5,0 cm	fck 25 N/mmq	
s inf 20,0 cm	s sup 10,0 cm		
$\phi$ inf 1,2 cm	$\phi$ sup 1,6 cm		
As inf 5,65 cmq	As sup 20,11 cmq		

Fondazione scala valle M2- (Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M 6,70 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 0,6 \text{ N/mmq} \leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ sup} = -0,2 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ inf} = -37,3 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$	
b 100 cm	Rck 30 N/mmq		
H 40,0 cm	fyk 450 N/mmq		
c inf 6,0 cm	c sup 7,0 cm	fck 25 N/mmq	
s inf 20,0 cm	s sup 20,0 cm		
$\phi$ inf 1,2 cm	$\phi$ sup 1,6 cm		
As inf 5,65 cmq	As sup 10,05 cmq		

Pianerottolo scala valle M1 (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M 6,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 3,4 \text{ N/mmq} \leq 0,45 fck = 14,4 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ sup} = -11,6 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$ $\sigma_{s\ inf} = -98,0 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$	
b 100 cm	Rck 40 N/mmq		
H 16,0 cm	fyk 450 N/mmq		
c inf 4,6 cm	c sup 4,8 cm	fck 32 N/mmq	
s inf 20,0 cm	s sup 20,0 cm		
$\phi$ inf 1,2 cm	$\phi$ sup 1,6 cm		
As inf 5,65 cmq	As sup 10,05 cmq		

Pianerottolo scala valle M2 (SLE Rara)				Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	6,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 4,0 \text{ N/mmq}$	<=	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	16,0 cm	fyk	450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -32,6 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	5,8 cm	c sup	6,4 cm	$\sigma_{s\ inf} = -87,3 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm				
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup	1,6 cm				
As inf	5,65 cmq	As sup	10,05 cmq	fck 32 N/mmq			

Pianerottolo scala valle M1- (SLE Rara)				Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	25,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 11,5 \text{ N/mmq}$	<=	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	16,0 cm	fyk	450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -3,5 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	4,8 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ inf} = -255,8 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm				
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup	1,2 cm				
As inf	10,05 cmq	As sup	5,65 cmq	fck 32 N/mmq			

Pianerottolo scala valle M2- (SLE Rara)				Combinazione: SLE Rara			
M	25,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 15,2 \text{ N/mmq}$	<=	0,6 fck = 19,2 N/mmq	
H	16,0 cm	fyk	450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -79,3 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	6,4 cm	c sup	5,8 cm	$\sigma_{s\ inf} = -280,7 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm				
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup	1,2 cm				
As inf	10,05 cmq	As sup	5,65 cmq	fck 32 N/mmq			

Pianerottolo scala valle M2- (SLE Qperm)				Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	11,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 6,7 \text{ N/mmq}$	<=	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	16,0 cm	fyk	450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -34,9 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	6,4 cm	c sup	5,8 cm	$\sigma_{s\ inf} = -123,5 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm				
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup	1,2 cm				
As inf	10,05 cmq	As sup	5,65 cmq	fck 32 N/mmq			

Rampa scale valle M1- (SLE Rara)				Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	26,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 14,1 \text{ N/mmq}$	<=	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	15,0 cm	fyk	450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -15,5 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	4,8 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ inf} = -291,7 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm				
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup	1,2 cm				
As inf	10,05 cmq	As sup	5,65 cmq	fck 32 N/mmq			

Rampa scale valle M2- (SLE Rara)				Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	18,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 13,1 \text{ N/mmq}$	<=	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	15,0 cm	fyk	450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -83,4 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	6,4 cm	c sup	5,8 cm	$\sigma_{s\ inf} = -218,5 \text{ N/mmq}$	<=	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm				
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup	1,2 cm				
As inf	10,05 cmq	As sup	5,65 cmq	fck 32 N/mmq			

Rampa scale valle M2 (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M	2,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 1,5 \text{ N/mmq} \leq 0,45 f_{ck} = 14,4 \text{ N/mmq}$
H	15,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -13,6 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fy_k = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	5,8 cm	c sup 6,4 cm	$\sigma_{s\ inf} = -29,4 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fy_k = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm	fck 32 N/mmq
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup 1,6 cm	
As inf	5,65 cmq	As sup 10,05 cmq	

Muro scala valle (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M	11,00 kNm	N= -55,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 3,7 \text{ N/mmq} \leq 0,45 f_{ck} = 14,4 \text{ N/mmq}$
H	20,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -18,4 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fy_k = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	4,6 cm	c sup 4,6 cm	$\sigma_{s\ inf} = -192,5 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fy_k = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm	fck 32 N/mmq
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup 1,2 cm	
As inf	5,65 cmq	As sup 5,65 cmq	

Inoltre si conduce una verifica sulla sezione del nucleo composto dai setti in c.a. sulla base delle sollecitazioni più gravose valutate in condizione SLE Rara sulla sezione di base e su quella di sommità.

Elemento	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	$\sigma_c$ [N/mmq]	Calcestruzzo		Acciaio	
					$\leq 0,45 f_{ck}$	$\sigma_c$ [N/mmq]	$\leq 0,8 f_{yk}$	
SLE_rara SEZ. Base Nmin	1495	975	975	0,54	19,2	3,6	360	
SLE_rara SEZ. Base Nmax	1750	415	415	0,53	19,2	2,5	360	

Si osserva che le tensioni che si ottengono con le sollecitazioni della combinazione SLE Rara soddisfano anche le prescrizioni per la combinazione SLE Frequenti.

Di seguito le verifiche degli elementi strutturali che costituiscono l'accesso lato monte.

<b>Sbalzo platea dir. Lunga M+ fronte (SLE Rara)</b>			<b>Combinazione: SLE Quasi permanente</b>
M	190,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	100 cm	Rck 30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 6,3 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$
H	50,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = 51,4 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	6,7 cm	c sup 6,4 cm	$\sigma_{s\ inf} = -194,4 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	10,0 cm	s sup 20,0 cm	
$\phi$ inf	1,8 cm	$\phi$ sup 1,6 cm	fck 25 N/mmq
As inf	25,45 cmq	As sup 10,05 cmq	

<b>Sbalzo platea dir. Lunga M- fronte (SLE Rara)</b>			<b>Combinazione: SLE Quasi permanente</b>
M	35,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	100 cm	Rck 30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 1,6 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$
H	50,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = 6,3 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	6,4 cm	c sup 6,7 cm	$\sigma_{s\ inf} = -87,3 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	20,0 cm	s sup 10,0 cm	
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup 1,8 cm	fck 25 N/mmq
As inf	10,05 cmq	As sup 25,45 cmq	

<b>Sbalzo platea dir. Lunga M+ tergo (SLE Rara)</b>			<b>Combinazione: SLE Quasi permanente</b>
M	65,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	100 cm	Rck 30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 2,7 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$
H	50,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = 14,8 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	6,7 cm	c sup 6,4 cm	$\sigma_{s\ inf} = -129,8 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	20,0 cm	s sup 10,0 cm	
$\phi$ inf	1,8 cm	$\phi$ sup 1,6 cm	fck 25 N/mmq
As inf	12,72 cmq	As sup 20,11 cmq	

<b>Sbalzo platea dir. Lunga M- tergo (SLE Rara)</b>			<b>Combinazione: SLE Quasi permanente</b>
M	100,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	100 cm	Rck 30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 3,5 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$
H	50,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = 25,0 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	6,4 cm	c sup 6,7 cm	$\sigma_{s\ inf} = -127,4 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	10,0 cm	s sup 20,0 cm	
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup 1,8 cm	fck 25 N/mmq
As inf	20,11 cmq	As sup 12,72 cmq	

<b>Sbalzo platea dir. Corta M+ (SLE Rara)</b>			<b>Combinazione: SLE Quasi permanente</b>
M	135,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	100 cm	Rck 30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 5,3 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,45 fck = 11,3 \text{ N/mmq}$
H	50,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = 43,7 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	4,9 cm	c sup 4,8 cm	$\sigma_{s\ inf} = -256,4 \text{ N/mmq}$ $\leq 0,8 fyk = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm	
$\phi$ inf	1,8 cm	$\phi$ sup 1,6 cm	fck 25 N/mmq
As inf	12,72 cmq	As sup 10,05 cmq	

Sbalzo platea dir. Corta M- (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	70,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	100 cm	Rck 30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 3,0 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 11,3 N/mmq
H	50,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = 21,5 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
c inf	4,8 cm	c sup 4,9 cm	$\sigma_{s\ inf} = -166,8 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm			
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup 1,8 cm	fck 25 N/mmq		
As inf	10,05 cmq	As sup 12,72 cmq			

Setto sp.25 Mvert (SLE Rare)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	10,00 kNm	N= -270,00 kN	Sezione resistente: tutta tesa		
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = \#VALORE!$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq
H	25,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -46,1 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
c inf	4,7 cm	c sup 4,7 cm	$\sigma_{s\ inf} = -129,3 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
s inf	10,0 cm	s sup 10,0 cm			
$\phi$ inf	1,4 cm	$\phi$ sup 1,4 cm	fck 32 N/mmq		
As inf	15,39 cmq	As sup 15,39 cmq			

Setto sp.25 Mor (SLE Rare)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	11,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 2,7 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq
H	25,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -7,6 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
c inf	6,0 cm	c sup 6,0 cm	$\sigma_{s\ inf} = -110,4 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm			
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup 1,2 cm	fck 32 N/mmq		
As inf	5,65 cmq	As sup 5,65 cmq			

Setto sp. 20 Mvert (SLE Rare)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	11,50 kNm	N= -270,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 1,6 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq
H	20,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -31,2 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
c inf	4,7 cm	c sup 4,7 cm	$\sigma_{s\ inf} = -154,3 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
s inf	10,0 cm	s sup 10,0 cm			
$\phi$ inf	1,4 cm	$\phi$ sup 1,4 cm	fck 32 N/mmq		
As inf	15,39 cmq	As sup 15,39 cmq			

Setto sp. 20 Mor (SLE Rare)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	11,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 4,4 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq
H	20,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -24,7 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
c inf	6,0 cm	c sup 6,0 cm	$\sigma_{s\ inf} = -146,1 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm			
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup 1,2 cm	fck 32 N/mmq		
As inf	5,65 cmq	As sup 5,65 cmq			

Pianerottolo dir. lunga M+ (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	6,00 kNm	N= -80,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 4,5 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	15,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -45,0 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	4,6 cm	c sup 4,8 cm	$\sigma_{s\ inf} = -176,5 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm				
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup 1,6 cm	fck 32 N/mmq			
As inf	5,65 cmq	As sup 10,05 cmq				

Pianerottolo dir. lunga M- (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	11,00 kNm	N= -220,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 6,0 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	15,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -67,5 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	4,8 cm	c sup 4,6 cm	$\sigma_{s\ inf} = -259,8 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm				
$\phi$ inf	1,6 cm	$\phi$ sup 1,2 cm	fck 32 N/mmq			
As inf	10,05 cmq	As sup 5,65 cmq				

Pianerottolo dir. corta M+ (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	4,50 kNm	N= -25,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 3,7 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	15,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -50,2 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	5,8 cm	c sup 6,2 cm	$\sigma_{s\ inf} = -101,5 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm				
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup 1,2 cm	fck 32 N/mmq			
As inf	5,65 cmq	As sup 5,65 cmq				

Pianerottolo dir. corta M- (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente			
M	3,00 kNm	N= -130,00 kN	Sezione resistente: parzializzata			
b	100 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 3,8 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,45 fck = 14,4 N/mmq	
H	15,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = -106,4 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
c inf	6,2 cm	c sup 5,8 cm	$\sigma_{s\ inf} = -190,7 \text{ N/mmq}$	$\leq$	0,8 fyk = 360,0 N/mmq	
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm				
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup 1,2 cm	fck 32 N/mmq			
As inf	5,65 cmq	As sup 5,65 cmq				

Inoltre si conducono le verifiche sulle sezioni significative (base, foro e sommità) del nucleo composto dai setti in c.a. sulla base delle sollecitazioni più gravose valutate in condizione SLE Rara

Elemento	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Calestruzzo		Acciaio	
				$\sigma_c$ [MPa]	$\leq 0,45 fck$	$\sigma_c$ [MPa]	$\leq 0,8 fyk$
Base_SLE Rara Nmin	380	1145	395	2,19	14,4	61,8	360
Base_SLE Rara Nmax	475	1145	395	2,16	14,4	58,2	360
Interm_SLE Rara Nmin	330	895	265	1,86	14,4	58,3	360
Interm_SLE Rara Nmax	425	895	265	1,82	14,4	53,5	360
Foro_SLE Rara Nmin	230	595	85	1,84	14,4	37,9	360
Foro_SLE Rara Nmax	320	595	85	1,87	14,4	33,6	360
Sommità_SLE Rara Nmin	175	555	15	0,85	14,4	33,9	360
Sommità_SLE Rara Nmax	270	555	15	0,84	14,4	29,4	360

Si osserva che le tensioni che si ottengono con le sollecitazioni della combinazione SLE Rara soddisfano anche le prescrizioni per la combinazione SLE Frequenti.

Di seguito le verifiche delle mensole per l'appoggio della passerella.

Mensola appoggi Hrid (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M	31,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	25 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 12,4 \text{ N/mmq} \leq 0,45 f_{ck} = 14,4 \text{ N/mmq}$
H	27,5 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = 60,8 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fy_k = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	6,2 cm	c sup 6,0 cm	$\sigma_{s\ inf} = -260,2 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fy_k = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	11,7 cm	s sup 8,3 cm	
$\phi$ inf	2,0 cm	$\phi$ sup 1,6 cm	fck 32 N/mmq
As inf	6,73 cmq	As sup 6,03 cmq	

Mensola appoggi Htot (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente
M	171,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata
b	25 cm	Rck 40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup} = 8,1 \text{ N/mmq} \leq 0,45 f_{ck} = 14,4 \text{ N/mmq}$
H	72,0 cm	fyk 450 N/mmq	$\sigma_{s\ sup} = 92,9 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fy_k = 360,0 \text{ N/mmq}$
c inf	9,2 cm	c sup 6,0 cm	$\sigma_{s\ inf} = -183,2 \text{ N/mmq} \leq 0,8 fy_k = 360,0 \text{ N/mmq}$
s inf	11,7 cm	s sup 8,3 cm	
$\phi$ inf	3,2 cm	$\phi$ sup 1,6 cm	fck 32 N/mmq
As inf	17,02 cmq	As sup 6,06 cmq	

## 8.8 VERIFICHE DI FESSURAZIONE

Le verifiche di fessurazione sono state condotte in aderenza con la normativa vigente.

Il valore di calcolo dell'apertura delle fessure è dato dalla seguente espressione:

$$w_d = 1,7 \epsilon_{sm} \Delta_{sm}$$

dove:

Deformazione unitaria media delle barre	$\epsilon_{sm}$
Distanza media tra le fessure	$\Delta_{sm}$

La deformazione media delle barre e la distanza tra le fessure possono essere valutate utilizzando la procedura del D.M. 09/01/1996, come indicato nella succitata Circolare.

Assumendo:

Ambiente	<i>Ordinario (fondazioni)</i> <i>Aggressivo (elevazioni)</i>
Armature	<i>Poco sensibili</i>

Si devono rispettare i seguenti limiti per l'apertura di fessure:

Combinazione dei carichi - Frequenti	$w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm (fondazioni)}$ $w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm (elevazioni)}$
Combinazione dei carichi – Quasi permanente	$w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm (fondazioni)}$ $w_d \leq w_1 = 0,2 \text{ mm (elevazioni)}$

Tuttavia, trattandosi di un sovrappasso ferroviario, il "Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 Ponti e strutture" (codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 A) di RFI impone che sia per le strutture a permanente contatto con il terreno (fondazioni) che per quelle in condizioni ambientali aggressive (elevazioni) debba essere rispettato il valore limite di apertura delle fessure  $W_1 = 0,2 \text{ mm}$  per la combinazione frequente.

Pertanto non si riportano le verifiche per le combinazioni quasi permanenti in quanto meno gravose di quelle frequenti richieste in ambito ferroviario.

Di seguito le verifiche degli elementi strutturali che costituiscono le scale lato valle.

Fondazione scala valle M1 (SLE Rara)					
M	151,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	7,2 N/mmq
H	40,0 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ sup}$	68,1 N/mmq
c inf	4,9 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-192,2 N/mmq
s inf	10,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,8 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-5 N/mmq
As inf	25,45 cmq	Parametri per Srm			
k2	0,4	beta 1	1,0	$\sigma_{sr}$	-111 N/mmq
k3	0,125	beta 2	0,5	Srm	14,85 cm
deff	14 cm	Es	210000 N/mmq	$\epsilon_{sm}$	7,633E-04
Ac eff	1371 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wm	0,113 mm
p r	0,018563287	fck	2,18 N/mmq	wk	0,193 mm
				w limite	0,200 mm

Fondazione scala valle M2 (SLE RARA)					
M	71,85 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	4,8 N/mmq
H	40,0 cm	c sup	5,8 cm	$\sigma_{s\ sup}$	27,1 N/mmq
c inf	6,7 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-188,0 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,8 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-2 N/mmq
As inf	12,72 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-202 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	26,47 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	3,802E-04
deff	15 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,101 mm
Ac eff	1537 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,171 mm
p r	0,008279722	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

Fondazione scala valle M1- (SLE RARA)					
M	17,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	1,3 N/mmq
H	40,0 cm	c sup	4,9 cm	$\sigma_{s\ sup}$	4,3 N/mmq
c inf	4,6 cm	s sup	10,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-91,9 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,8 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	25,45 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mmq
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-425 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	22,95 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	1,750E-04
deff	13 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,040 mm
Ac eff	1092 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,068 mm
p r	0,005178449	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

Fondazione scala valle M2- (SLE RARA)					
M	6,70 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	0,6 N/mmq
H	40,0 cm	c sup	6,7 cm	$\sigma_{s\ sup}$	0,1 N/mmq
c inf	5,8 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-37,1 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,8 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	12,72 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	0 N/mmq
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-414 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	26,42 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	7,074E-05
deff	14 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,019 mm
Ac eff	1193 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,032 mm
p r	0,004740834	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

Pianerottolo scala valle M1 (SLE Freq)					
M	6,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	3,4 N/mmq
H	16,0 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-9,3 N/mmq
c inf	4,6 cm	s sup	10,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-98,9 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	11,31 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mmq
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-236 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	16,76 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	1,884E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,032 mm
Ac eff	509 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,054 mm
p r	0,011119292	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Pianerottolo scala valle M1- (SLE Freq)					
M	19,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	8,1 N/mmq
H	16,0 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ sup}$	3,4 N/mmq
c inf	4,6 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-171,6 N/mmq
s inf	10,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-4 N/mmq
As inf	11,31 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-134 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	12,99 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	5,670E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,074 mm
Ac eff	563 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,125 mm
p r	0,020075083	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Pianerottolo scala valle M2 (SLE Freq)					
M	6,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	4,1 N/mmq
H	16,0 cm	c sup	5,8 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-26,5 N/mmq
c inf	5,8 cm	s sup	10,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-93,2 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	11,31 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mmq
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-213 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	19,09 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	1,775E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,034 mm
Ac eff	502 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,058 mm
p r	0,011264656	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Pianerottolo scala valle M2- (SLE Freq)					
M	19,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	10,0 N/mmq
H	16,0 cm	c sup	5,8 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-39,7 N/mmq
c inf	5,8 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-184,0 N/mmq
s inf	10,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-4 N/mmq
As inf	11,31 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-136 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	15,43 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	6,353E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,098 mm
Ac eff	570 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,167 mm
p r	0,019826549	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

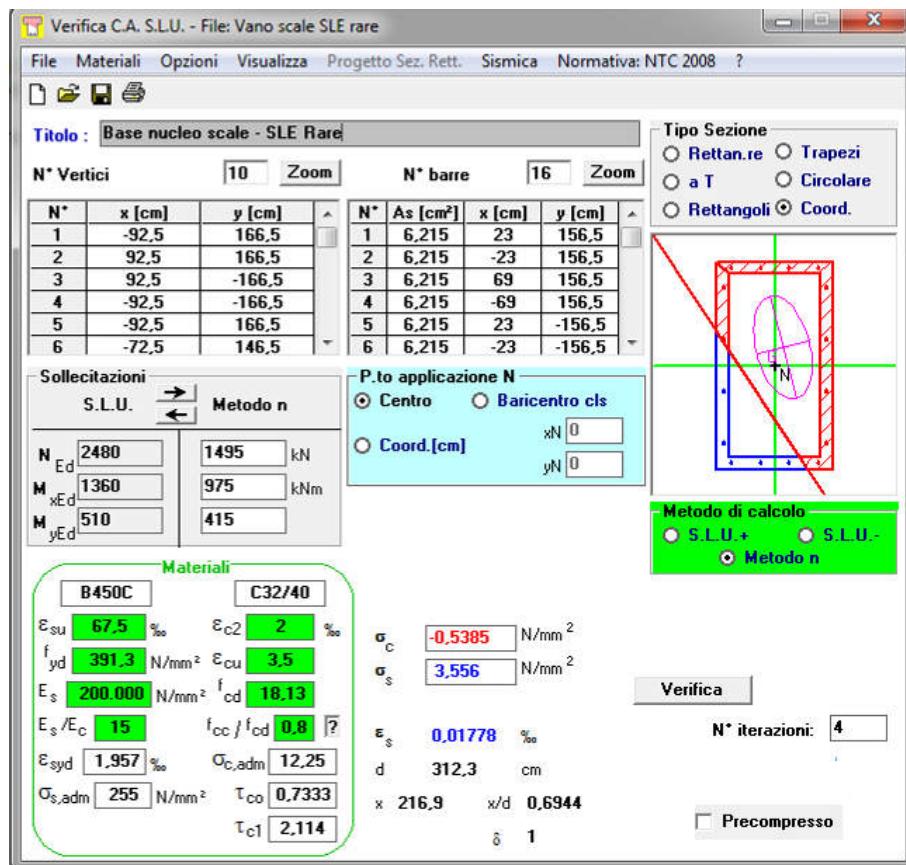
Rampa scale valle M1- (SLE Freq)					
M	21,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	10,4 N/mmq
H	15,0 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ sup}$	3,4 N/mmq
c inf	4,9 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-179,4 N/mmq
s inf	18,5 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,8 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-5 N/mmq
As inf	13,76 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-111 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	15,07 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	6,918E-04
deff	5 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,104 mm
Ac eff	515 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,177 mm
p r	0,026712914	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Rampa scale valle M2- (SLE Freq)					
M	15,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	10,6 N/mmq
H	15,0 cm	c sup	5,8 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-60,3 N/mmq
c inf	6,4 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-165,8 N/mmq
s inf	10,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-4 N/mmq
As inf	11,31 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-133 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	16,46 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	5,354E-04
deff	5 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,088 mm
Ac eff	540 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,150 mm
p r	0,020944409	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Rampa scale valle M2 (SLE Freq)					
M	1,50 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	1,1 N/mmq
H	15,0 cm	c sup	6,4 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-9,7 N/mmq
c inf	5,8 cm	s sup	10,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-21,4 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	11,31 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	0 N/mmq
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-170 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	18,63 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	4,068E-05
deff	5 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,008 mm
Ac eff	459 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,013 mm
p r	0,012322062	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Muro scala valle (SLE Freq)					
M	9,50 kNm	N=	-43,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	3,2 N/mmq
H	20,0 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-14,5 N/mmq
c inf	4,6 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-161,8 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-2 N/mmq
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-334 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	18,30 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	3,082E-04
deff	8 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,056 mm
Ac eff	654 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,096 mm
p r	0,008651554	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Si conduce inoltre una verifica sulla sezione di base del nucleo costituito dai setti in c.a. applicando le sollecitazioni della combinazione SLE Rara.



Si assume cautelativamente che la deformazione unitaria media delle barre  $\varepsilon_{sm}$  sia pari a  $\sigma_s/E_s = 1,90 \times 10^{-5}$

La distanza massima delle fessure risulta pari a:  $\Delta sm = 860$  mm

Pertanto  $wd = 1,7 \varepsilon_{sm} \Delta sm = 0,028$  mm <  $w1 = 0,2$  mm

La verifica risulta soddisfatta.

Di seguito le verifiche degli elementi strutturali che costituiscono l'accesso lato monte.

<b>Sbalzo platea dir. Lunga M+ fronte (SLE Freq)</b>					
M	170,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	5,6 N/mmq
H	50,0 cm	c sup	6,4 cm	$\sigma_{s\ sup}$	46,0 N/mmq
c inf	6,7 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-173,9 N/mmq
s inf	10,0 cm	$\phi$ sup	1,6 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,8 cm	As sup	10,05 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-3 N/mmq
As inf	25,45 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-134 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	19,94 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	5,836E-04
deff	18 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,116 mm
Ac eff	1794 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,198 mm
p r	0,014185514	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

<b>Sbalzo platea dir. Lunga M- fronte (SLE Freq)</b>					
M	15,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	0,7 N/mmq
H	50,0 cm	c sup	6,7 cm	$\sigma_{s\ sup}$	2,7 N/mmq
c inf	6,4 cm	s sup	10,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-37,4 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,8 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,6 cm	As sup	25,45 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	0 N/mmq
As inf	10,05 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-307 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	29,21 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	7,129E-05
deff	18 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,021 mm
Ac eff	1760 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,035 mm
p r	0,005711987	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

<b>Sbalzo platea dir. Lunga M+ tergo (SLE Freq)</b>					
M	40,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	1,6 N/mmq
H	50,0 cm	c sup	6,4 cm	$\sigma_{s\ sup}$	9,1 N/mmq
c inf	6,7 cm	s sup	10,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-79,9 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,6 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,8 cm	As sup	20,11 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mmq
As inf	12,72 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-247 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	29,25 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	1,521E-04
deff	19 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,044 mm
Ac eff	1930 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,076 mm
p r	0,006592461	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

Sbalzo platea dir. Lunga M- tergo (SLE Freq)					
M	90,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	3,2 N/mmq
H	50,0 cm	c sup	6,7 cm	$\sigma_{s\ sup}$	22,5 N/mmq
c inf	6,4 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-114,7 N/mmq
s inf	10,0 cm	$\phi$ sup	1,8 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,6 cm	As sup	12,72 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-2 N/mmq
As inf	20,11 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\varepsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-163 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	20,20 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\varepsilon_{sm}$	2,184E-04
deff	18 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,044 mm
Ac eff	1760 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,075 mm
$\rho$ r	0,011423973	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

Sbalzo platea dir. Corta M+ (SLE Freq)					
M	110,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	4,3 N/mmq
H	50,0 cm	c sup	4,8 cm	$\sigma_{s\ sup}$	35,6 N/mmq
c inf	4,9 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-208,9 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,6 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,8 cm	As sup	10,05 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-2 N/mmq
As inf	12,72 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\varepsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-234 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	24,38 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\varepsilon_{sm}$	3,980E-04
deff	18 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,097 mm
Ac eff	1750 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,165 mm
$\rho$ r	0,007270543	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

Sbalzo platea dir. Corta M- (SLE Freq)					
M	40,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	30 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	1,7 N/mmq
H	50,0 cm	c sup	4,9 cm	$\sigma_{s\ sup}$	12,3 N/mmq
c inf	4,8 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-95,3 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,8 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,6 cm	As sup	12,72 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mmq
As inf	10,05 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\varepsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-291 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	24,73 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\varepsilon_{sm}$	1,815E-04
deff	16 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,045 mm
Ac eff	1600 cmq	fctm	2,60 N/mmq	wk	0,076 mm
$\rho$ r	0,006283185	fcfk	2,18 N/mmq	w limite	0,200 mm

Setto sp.25 Mvert (SLE Freq)					
M	8,50 kNm	N=	-200,00 kN	Sezione resistente: tutta tesa	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$ #VALORE!	
H	25,0 cm	c sup	4,7 cm	$\sigma_{s\ sup}$ -29,6 N/mmq	
c inf	4,7 cm	s sup	10,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$ -100,4 N/mmq	
s inf	10,0 cm	$\phi$ sup	1,4 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,4 cm	As sup	15,39 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$ -1 N/mmq	
As inf	15,39 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$ -235 N/mmq	
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm 12,85 cm	
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$ 1,912E-04	
deff	6 cm	Es	210000 N/mmq	wm 0,025 mm	
Ac eff	625 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk 0,042 mm	
$\rho$ r	0,024630086	fcfk	2,64 N/mmq	w limite 0,200 mm	

Setto sp.25 Mor (SLE Freq)					
M	10,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$ 2,4 N/mmq	
H	25,0 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ sup}$ -6,9 N/mmq	
c inf	6,0 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$ -100,4 N/mmq	
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$ -1 N/mmq	
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$ -347 N/mmq	
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm 23,06 cm	
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$ 1,912E-04	
deff	10 cm	Es	210000 N/mmq	wm 0,044 mm	
Ac eff	839 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk 0,075 mm	
$\rho$ r	0,006743207	fcfk	2,64 N/mmq	w limite 0,200 mm	

Setto sp. 20 Mvert (SLE Freq)					
M	11,00 kNm	N=	-200,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$ 1,8 N/mmq	
H	20,0 cm	c sup	4,7 cm	$\sigma_{s\ sup}$ -19,8 N/mmq	
c inf	4,7 cm	s sup	10,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$ -126,5 N/mmq	
s inf	10,0 cm	$\phi$ sup	1,4 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,4 cm	As sup	15,39 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$ -2 N/mmq	
As inf	15,39 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$ -182 N/mmq	
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm 13,00 cm	
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$ 2,410E-04	
deff	7 cm	Es	210000 N/mmq	wm 0,031 mm	
Ac eff	661 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk 0,053 mm	
$\rho$ r	0,023301031	fcfk	2,64 N/mmq	w limite 0,200 mm	

Setto sp. 20 Mor (SLE Freq)					
M	10,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	4,0 N/mmq
H	20,0 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-22,5 N/mmq
c inf	6,0 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-132,8 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mmq
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-290 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	21,13 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	2,530E-04
deff	8 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,053 mm
Ac eff	656 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,091 mm
$\rho$ r	0,008614421	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

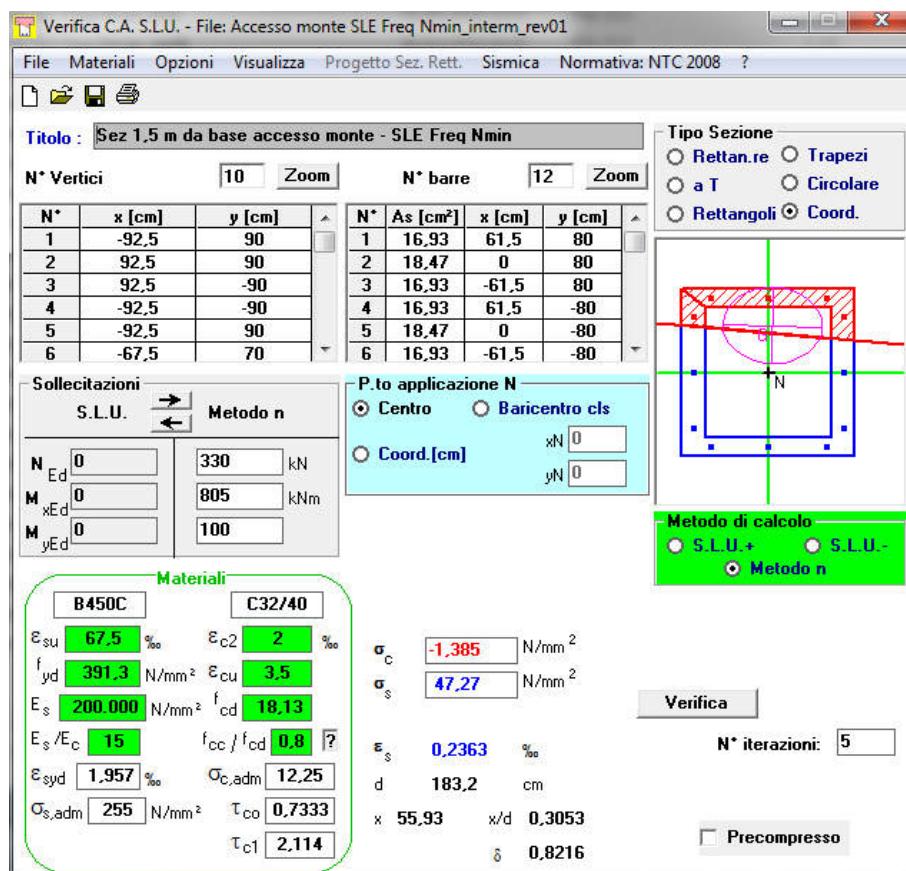
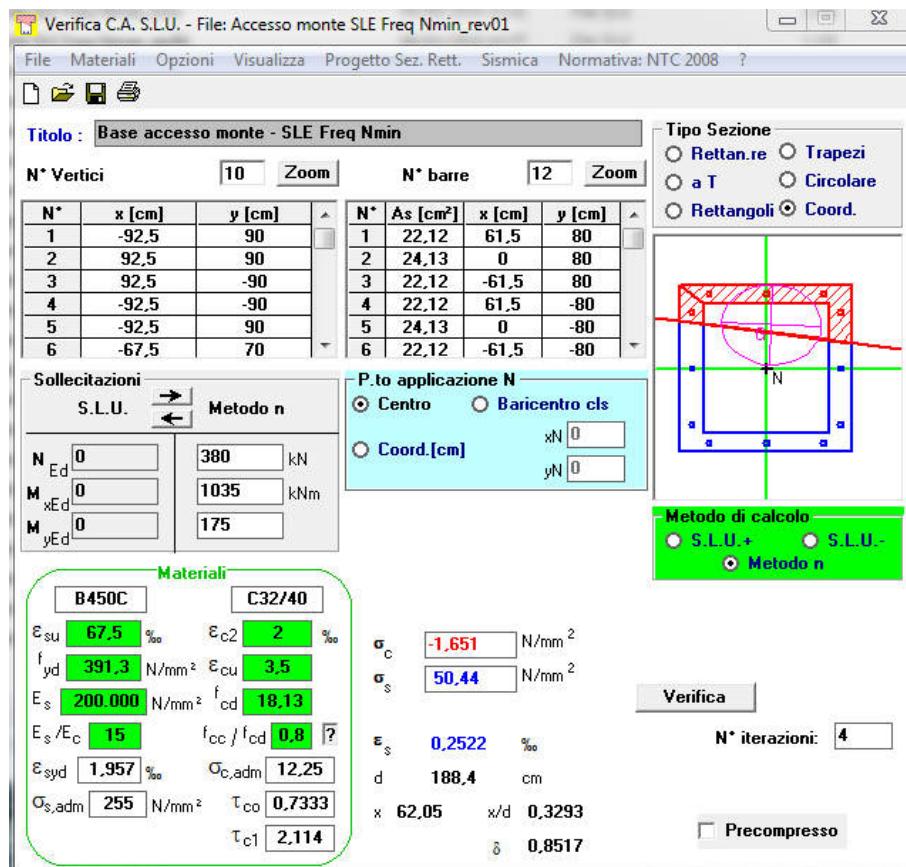
Pianerottolo dir. lunga M+ (SLE Freq)					
M	5,50 kNm	N=	-80,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	4,2 N/mmq
H	15,0 cm	c sup	4,8 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-43,8 N/mmq
c inf	4,6 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-167,8 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,6 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,2 cm	As sup	10,05 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-2 N/mmq
As inf	5,65 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-285 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	16,32 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	3,196E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,052 mm
Ac eff	467 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,089 mm
$\rho$ r	0,012096979	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Pianerottolo dir. lunga M- (SLE Freq)					
M	9,50 kNm	N=	-180,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	5,2 N/mmq
H	15,0 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ sup}$	-55,3 N/mmq
c inf	4,8 cm	s sup	20,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-218,1 N/mmq
s inf	20,0 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	1,6 cm	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-3 N/mmq
As inf	10,05 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-203 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	16,16 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	5,902E-04
deff	5 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,095 mm
Ac eff	523 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,162 mm
$\rho$ r	0,019213728	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Pianerottolo dir. corta M+ (SLE Freq)					
M	4,00 kNm	N=	-20,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	3,3 N/mmq
H	15,0 cm			$\sigma_{s\ sup}$	-43,3 N/mmq
c inf	5,8 cm	c sup	6,2 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-88,1 N/mmq
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm		
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
As inf	5,65 cmq	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mmq
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-237 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	18,79 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	1,678E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,032 mm
Ac eff	474 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,054 mm
p r	0,011919278	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Pianerottolo dir. corta M- (SLE Freq)					
M	2,55 kNm	N=	-120,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	100 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	3,3 N/mmq
H	15,0 cm			$\sigma_{s\ sup}$	-96,7 N/mmq
c inf	6,2 cm	c sup	5,8 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-172,1 N/mmq
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm		
$\phi$ inf	1,2 cm	$\phi$ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
As inf	5,65 cmq	As sup	5,65 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mmq
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-389 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	19,68 cm
k3	0,129	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	3,278E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,064 mm
Ac eff	466 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,110 mm
p r	0,012146824	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Si conducono inoltre le verifica sulla sezione di base, su quella forata e su quella in sommità del nucleo costituito dai setti in c.a. applicando le sollecitazioni della combinazione SLE Freq.



**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLE Freq Nmin\_foro\_rev01**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo : Sez foro accesso monte - SLE Freq Nmin**

N° Vertici	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	-42,5	90
3	-42,5	70
4	-67,5	70
5	-67,5	-70
6	67,5	-70

N° barre	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	16,16	67,5	80
2	0	0	80
3	16,16	-67,5	80
4	16,93	61,5	-80
5	18,47	0	-80
6	16,93	-61,5	-80

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub>	230	kN
M <sub>xEd</sub>	535	kNm
M <sub>yEd</sub>	20	

**P.tto applicazione N**

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0  
yN 0

**Tipo Sezione**

Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
τ <sub>c1</sub> 2,114	

**Calcoli**

σ<sub>c</sub> 1,535 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 31,55 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>s</sub> 0,1577 %  
d 173,6 cm  
x 73,26 x/d 0,422  
δ 0,9675

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Verifica**

N° iterazioni: 4

Precompresso

**Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLE Freq Nmin\_sommita\_rev01**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo : Sommità accesso monte - SLE Freq Nmin**

N° Vertici	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	90
2	92,5	90
3	92,5	-90
4	-92,5	-90
5	-92,5	90
6	-67,5	70

N° barre	As [cm <sup>2</sup> ]	x [cm]	y [cm]
1	16,93	61,5	80
2	18,47	0	80
3	16,93	-61,5	80
4	16,93	61,5	-80
5	18,47	0	-80
6	16,93	-61,5	-80

**Sollecitazioni**

S.L.U. → Metodo n

N <sub>Ed</sub>	175	kN
M <sub>xEd</sub>	505	kNm
M <sub>yEd</sub>	5	

**P.tto applicazione N**

Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0  
yN 0

**Tipo Sezione**

Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

**Materiali**

B450C	C32/40
ε <sub>su</sub> 67,5 %	ε <sub>c2</sub> 2 %
f <sub>yd</sub> 391,3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3,5
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,957 %	σ <sub>c,adm</sub> 12,25
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0,7333
τ <sub>c1</sub> 2,114	

**Calcoli**

σ<sub>c</sub> -0,7562 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 29,93 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>s</sub> 0,1496 %  
d 171,1 cm  
x 47,02 x/d 0,2748  
δ 0,7836

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Verifica**

N° iterazioni: 5

Precompresso

Essendo i setti armati diversamente lungo il loro sviluppo in altezza ( $\phi 16/10$  e  $\phi 14/10$ ), si effettuano controlli sulle sezioni più sollecitate per ciascun tratto con armatura diversa.

La sezione più impegnata è quella di base, armata con  $\phi 16/10$ , per la quale si assume cautelativamente che la deformazione unitaria media delle barre  $\epsilon_{sm}$  sia pari a  $\sigma_s/E_s = 2,4 * 10^{-4}$

La distanza massima delle fessure risulta pari a:  $\Delta sm = 407$  mm

Pertanto  $wd = 1,7 \epsilon_{sm} \Delta sm = 0,166$  mm <  $w_1 = 0,2$  mm

La verifica risulta soddisfatta.

Per il tratto armato con  $\phi 14/10$ , la sezione più impegnata risulta quella in corrispondenza del cambio di armatura a 1,5 m dalla base, per la quale si assume cautelativamente che la deformazione unitaria media delle barre  $\epsilon_{sm}$  sia pari a  $\sigma_s/E_s = 2,26 * 10^{-4}$

La distanza massima delle fessure risulta pari a:  $\Delta sm = 445$  mm

Pertanto  $wd = 1,7 \epsilon_{sm} \Delta sm = 0,171$  mm <  $w_1 = 0,2$  mm

La verifica risulta soddisfatta.

Di seguito le verifiche delle mensole di appoggio della passerella.

Mensola appoggi Hrid (SLE Freq)					
M	28,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	35 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	8,0 N/mmq
H	27,5 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ sup}$	39,2 N/mmq
c inf	6,2 cm	s sup	8,3 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-167,9 N/mmq
s inf	11,7 cm	$\phi$ sup	1,6 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	2,0 cm	As sup	8,45 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-5 N/mmq
As inf	9,42 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-105 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	16,19 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	6,421E-04
deff	9 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,104 mm
Ac eff	326 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,177 mm
p r	0,028953016	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm

Mensola appoggi Htot (SLE Freq)					
M	156,00 kNm	N=	0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata	
b	35 cm	Rck	40 N/mmq	$\sigma_{cls\ sup}$	5,3 N/mmq
H	72,0 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ sup}$	60,5 N/mmq
c inf	9,2 cm	s sup	8,3 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-119,4 N/mmq
s inf	11,7 cm	$\phi$ sup	1,6 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
$\phi$ inf	3,2 cm	As sup	8,48 cmq	$\sigma_{cls\ inf}$	-4 N/mmq
As inf	23,83 cmq				
Parametri per Srm		Parametri per $\epsilon_{sm}$		$\sigma_{sr}$	-102 N/mmq
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	23,03 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	$\epsilon_{sm}$	3,592E-04
deff	23 cm	Es	210000 N/mmq	wm	0,083 mm
Ac eff	820 cmq	fctm	3,15 N/mmq	wk	0,141 mm
p r	0,029039479	fcfk	2,64 N/mmq	w limite	0,200 mm