



HydroGeo Ingegneria s.r.l.



Via Aretina, 167/b
50136 Firenze
Tel 055 6587050 - Fax 055 0676043
e-mail info@studiohydrogeo.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

1. INTRODUZIONE	3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3. MATERIALI	5
4. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	7
5. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, MODELLAZIONE E ANALISI	10
5.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE	10
5.2 MODELLAZIONE E ANALISI	11
6. AZIONI SULLE STRUTTURE	14
6.1 ANALISI DEI CARICHI	14
6.2 COMBINAZIONE DELLE AZIONI	17
6.3 SOLLECITAZIONI	18
7. VERIFICHE CAMPATA METALLICA	33
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
8. VERIFICHE SISTEMI DI ACCESSO	45
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

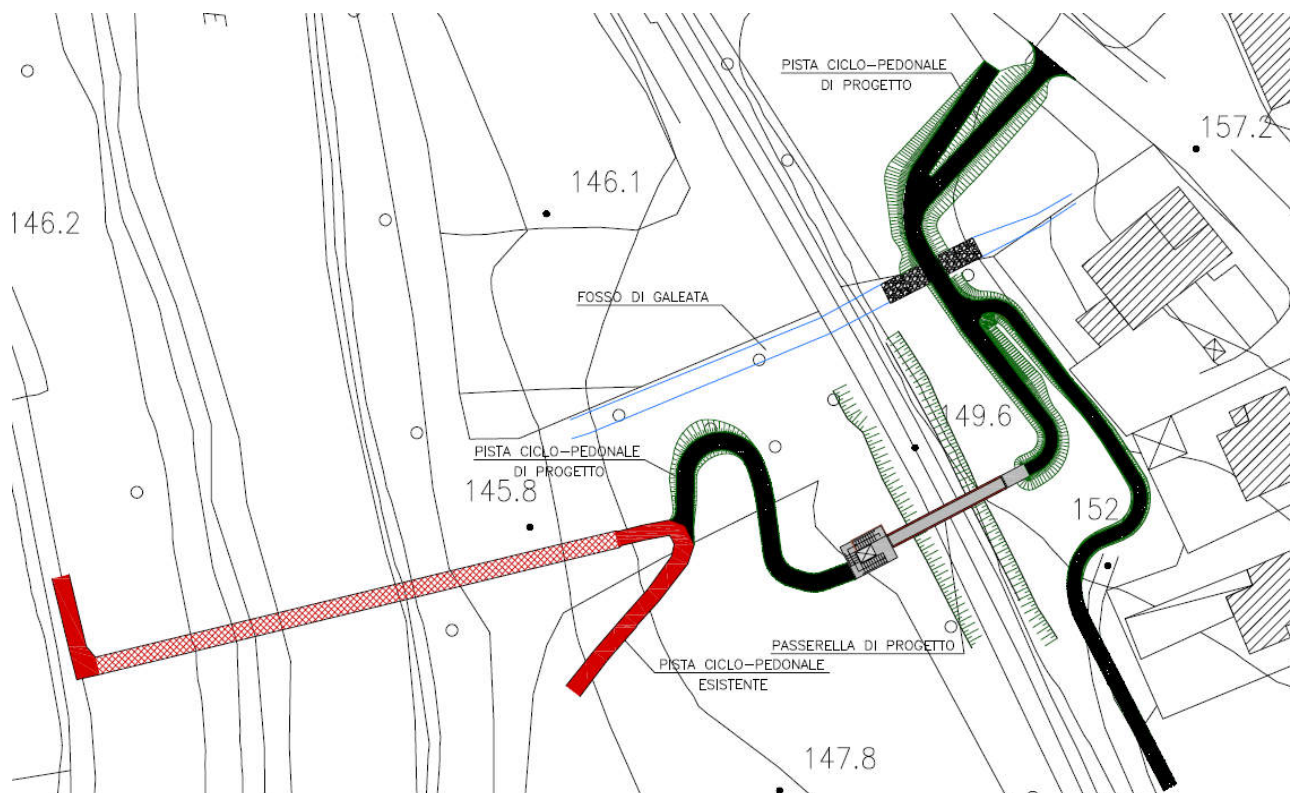
L'intervento progettuale consiste nella realizzazione di una passerella per l'attraversamento della ferrovia "Pontassieve - Borgo San Lorenzo" in loc. "Piandratì" nel Comune di Dicomano.

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 ciclopedonale 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. Piandratì, 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.I.L.P.P. 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

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ MPa}$ (resistenza media cilindrica)

$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$ (resistenza media a trazione assiale)

$f_{ctm} = 1.2 \times f_{ctm} = 3.08 \text{ MPa}$ (resistenza media a trazione per flessione)

$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 31475 \text{ MPa}$ (modulo elastico istantaneo)

Stato limite ultimo

$\gamma_M = 1,5$

$f_{cd} = 14,17 \text{ MPa}$

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

C32/40

$f_{ck} = 32 \text{ MPa}$

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40 \text{ MPa}$ (resistenza media cilindrica)

$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ MPa}$ (resistenza media a trazione assiale)

$f_{ctm} = 1.2 \times f_{ctm} = 3.63 \text{ MPa}$ (resistenza media a trazione per flessione)

$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33345 \text{ MPa}$ (modulo elastico istantaneo)

Stato limite ultimo

$\gamma_M = 1,5$

$f_{cd} = 18,13 \text{ MPa}$

Acciaio da C.A.

B450C

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ (tensione di snervamento)

$f_{yt} = 540 \text{ MPa}$ (tensione di rottura)

da cui:

Stato limite ultimo

$\gamma_M = 1,15$

$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$

(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

$\gamma_M = 1,05$ $f_{yk} = 355 \text{ MPa}$ $s \leq 40 \text{ mm}$ $f_{yd} = 338 \text{ MPa}$

Verifiche di stabilità

$\gamma_M = 1,1$ $f_{yk} = 355 \text{ MPa}$ $s \leq 40 \text{ mm}$ $f_{yd} = 323 \text{ MPa}$

Acciaio per carpenteria metallica

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

Verifiche di resistenza

$$\gamma_M = 1,05 \quad f_{yk} = 355 \text{ MPa} \quad s \leq 40 \text{ mm } f_{yd} = 338 \text{ MPa}$$

Verifiche di stabilità

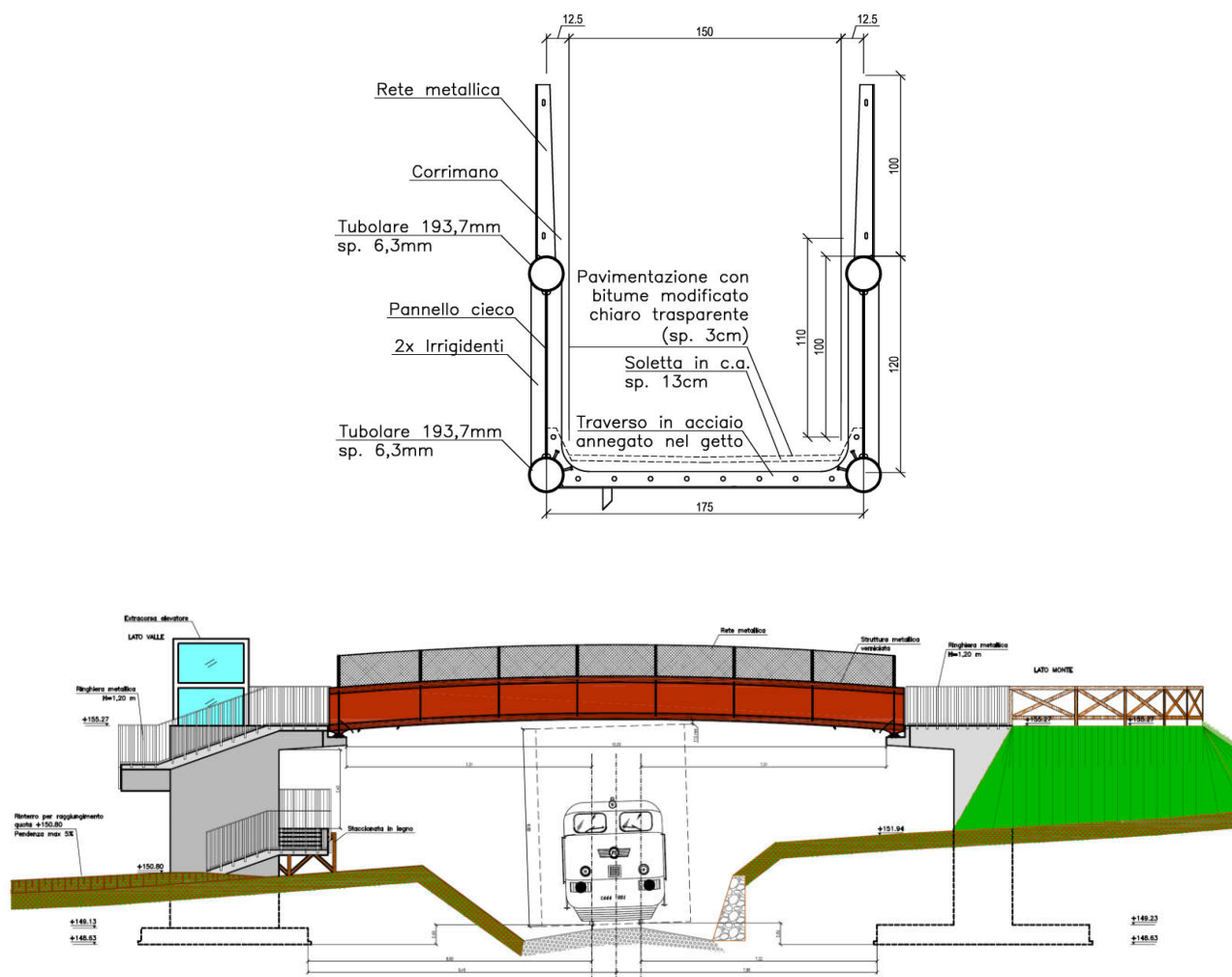
$$\gamma_M = 1,10 \quad f_{yk} = 355 \text{ MPa} \quad s \leq 40 \text{ mm } f_{yd} = 323 \text{ MPa}$$

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 cls 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.

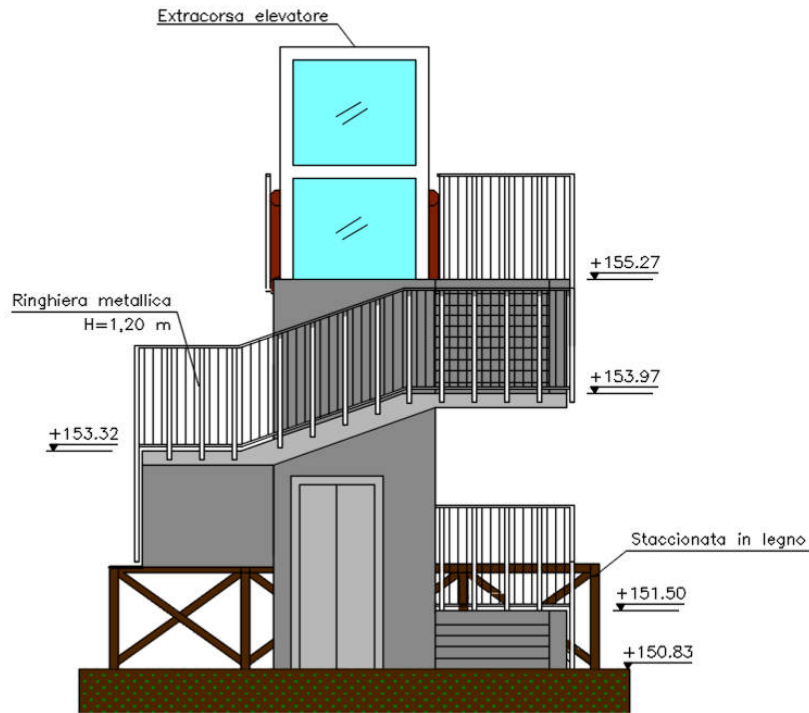
Dai pianerottoli di sbarco della passerella si accede ai due sistemi di accesso posti a monte (lato loc. Piandratì) e a valle (lato Sieve). Data la differenza di quote da superare, i due sistemi di accesso si sviluppano in maniera diversa sui due lati.

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..

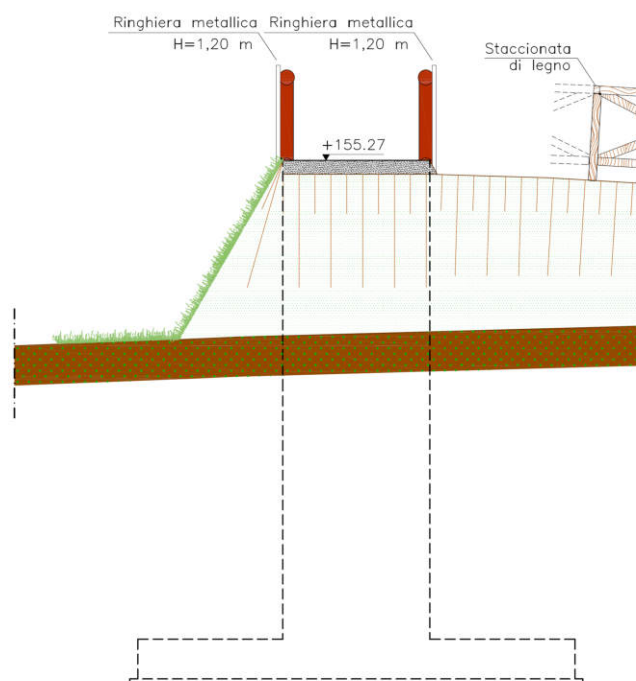
Le rampe delle scale sono così costituite:

- 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.

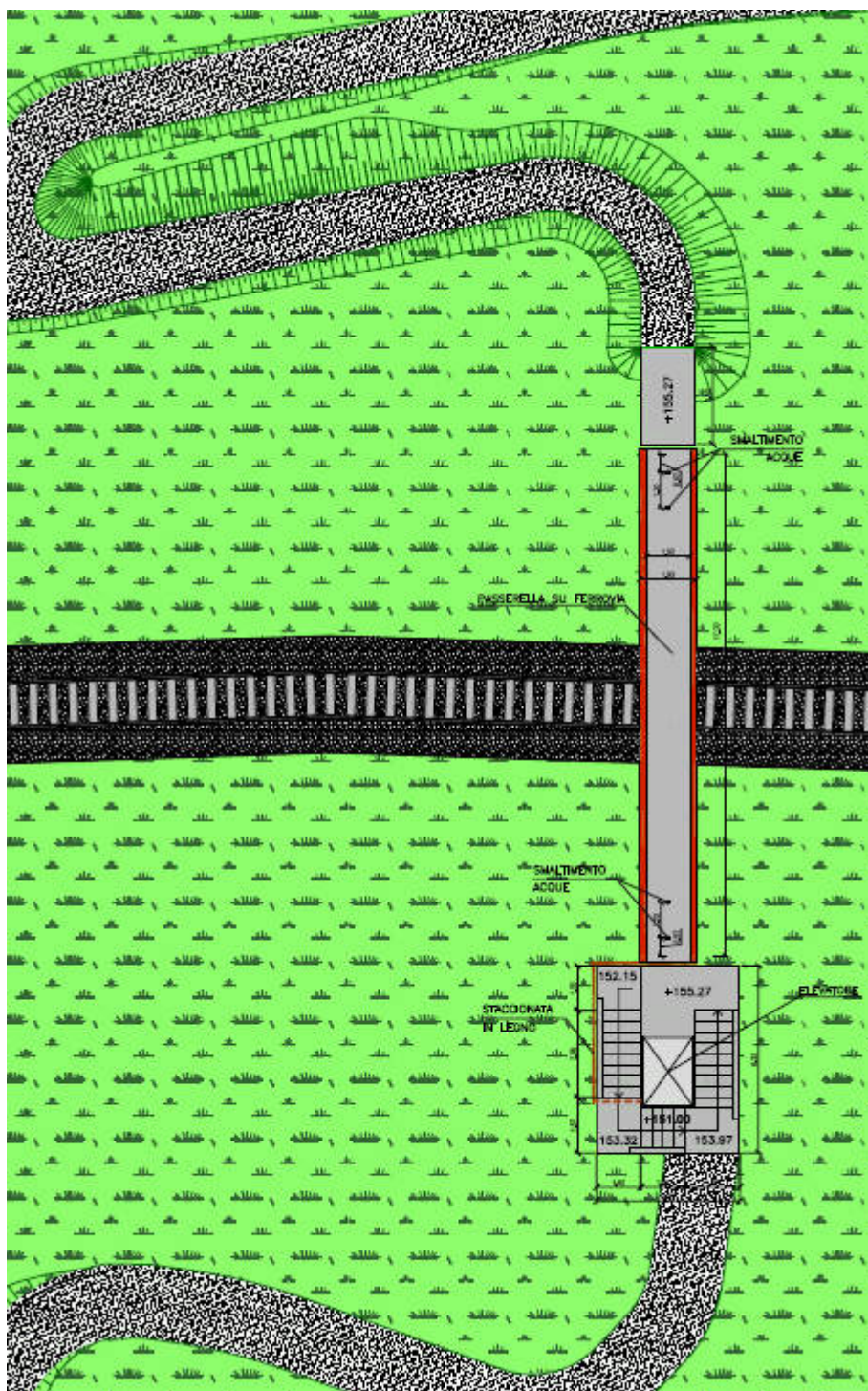
Anche il sistema di accesso posto a monte è costituito da una struttura a setti in calcestruzzo armato, dotato di fondazione diretta a platea in c.a.. In questo caso però, dato che il dislivello per raggiungere il pianerottolo di sbarco della passerella verrà superato per mezzo di rampa su rilevato in 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. Piandratì 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 garantisca 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 cassatura in fase di getto e per il controventamento della travatura.

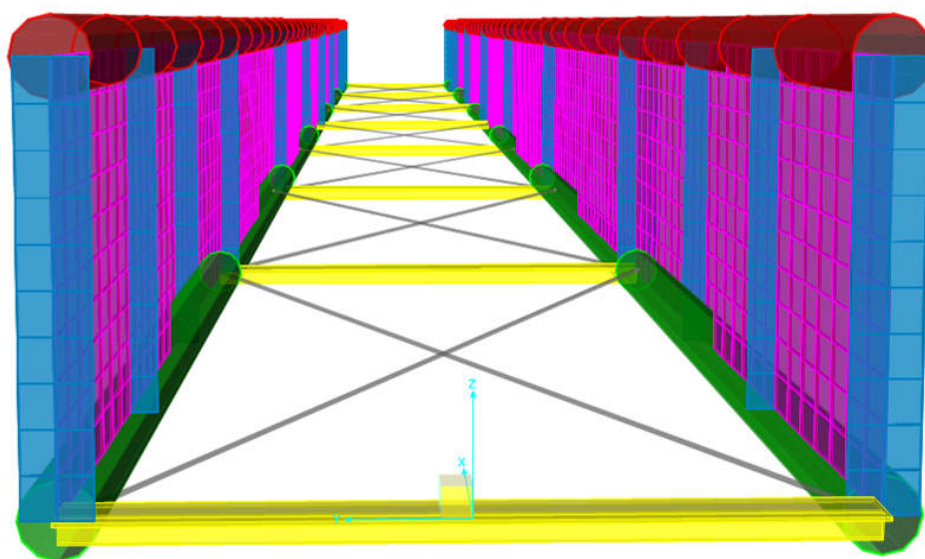
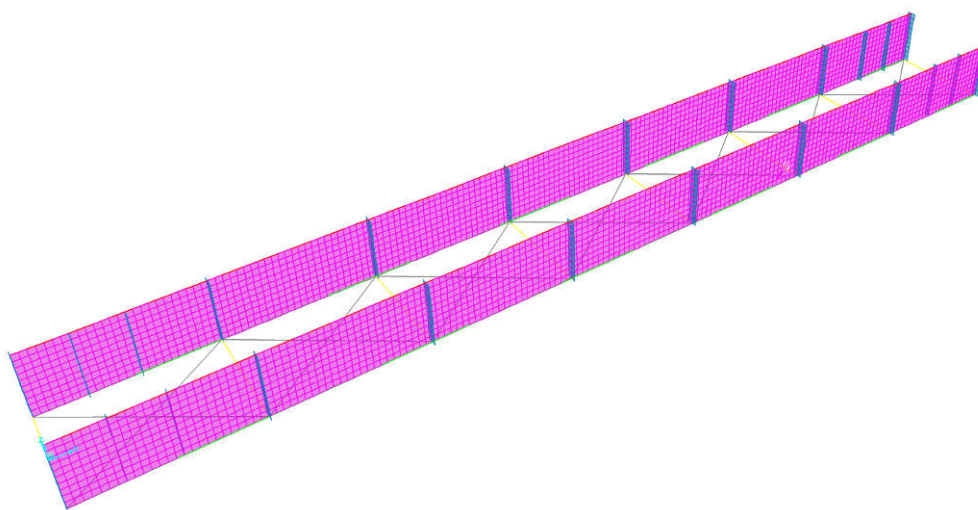
Le scale lato valle e l'accesso lato monte sono state analizzate invece come struttura in calcestruzzo armato costituita da platea, setti, solette e pareti.

5.2 MODELLAZIONE E ANALISI

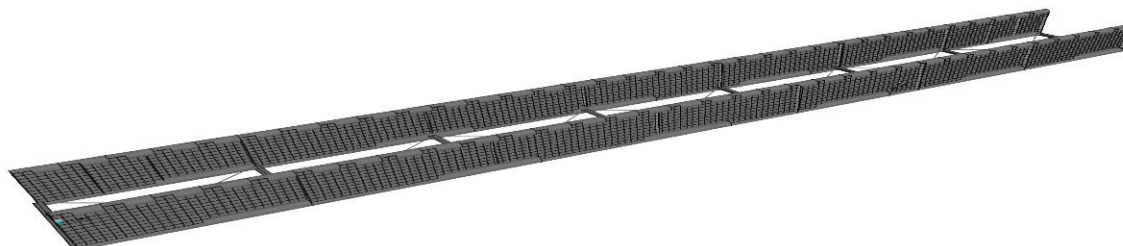
Le analisi strutturali delle campate metalliche e dei sistemi di rampe sono state condotte con modelli ad elementi finiti e con valutazioni semplificate su schemi statici parziali risolti anche manualmente e con fogli di calcolo appositamente messi a punto. Le modellazioni sono state condotte con l'ausilio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

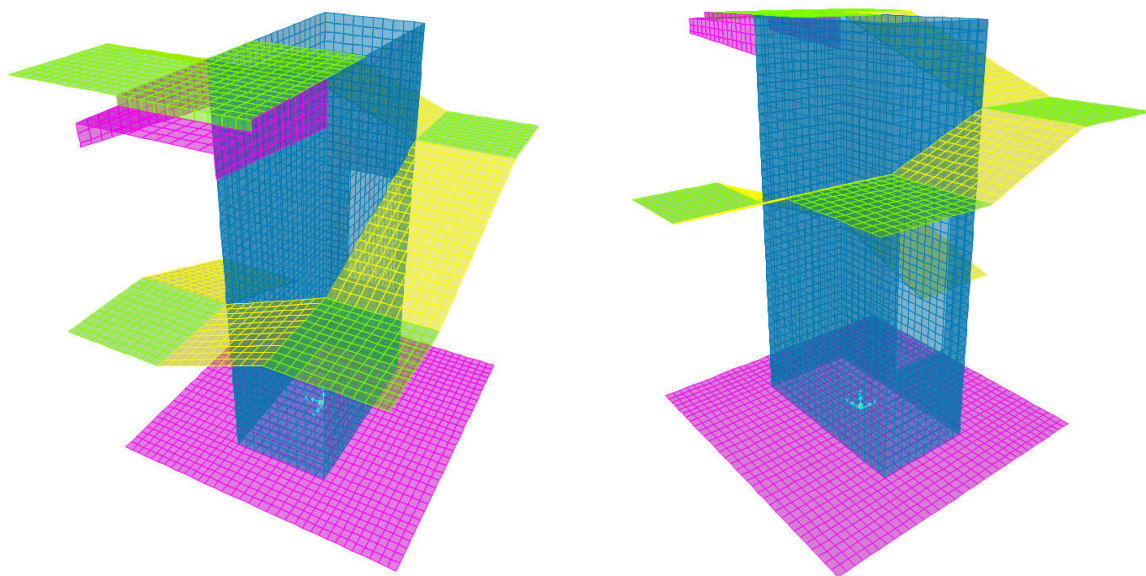


Modello campata metallica (ferrovia) – Vista estrusa

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.

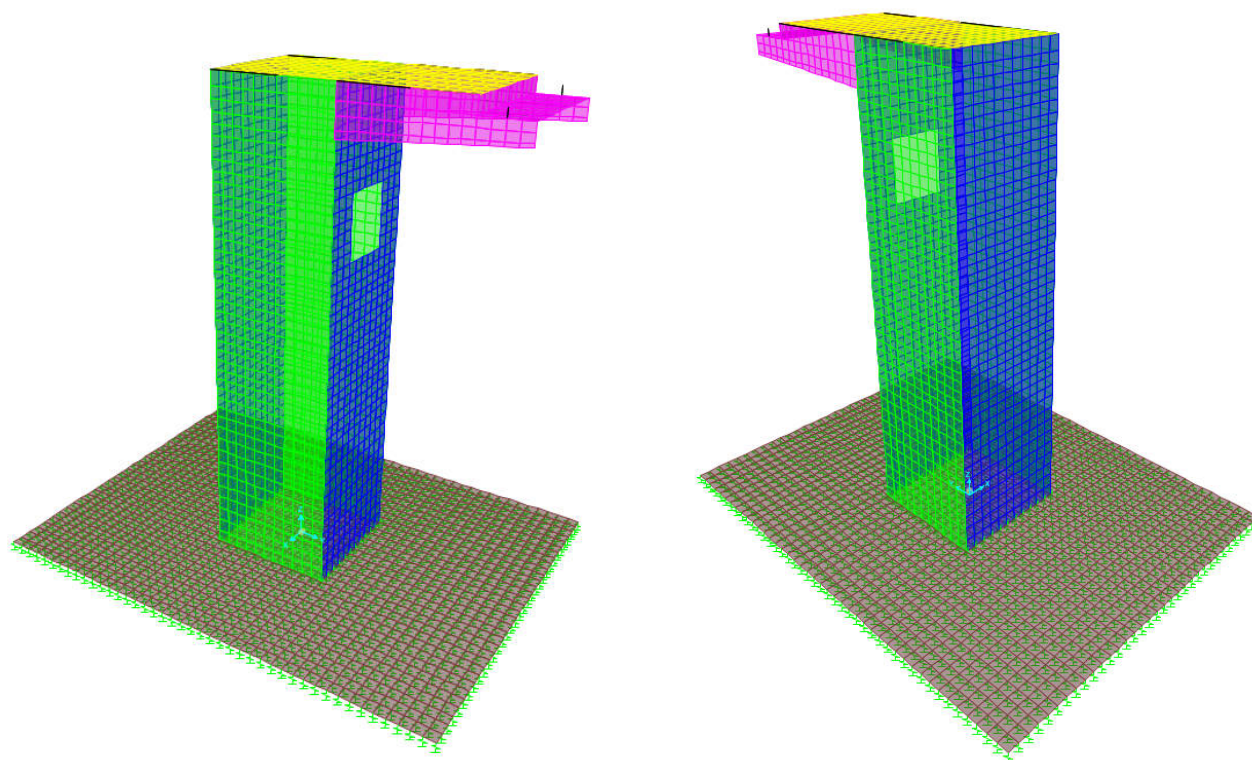
La sovrastruttura in c.a. è stata considerata incastrata alla base. Le reazioni alla base sono state impiegate per valutare le pressioni di contatto fondazione-terreno e conseguentemente le sollecitazioni sulle platee di fondazione.

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..

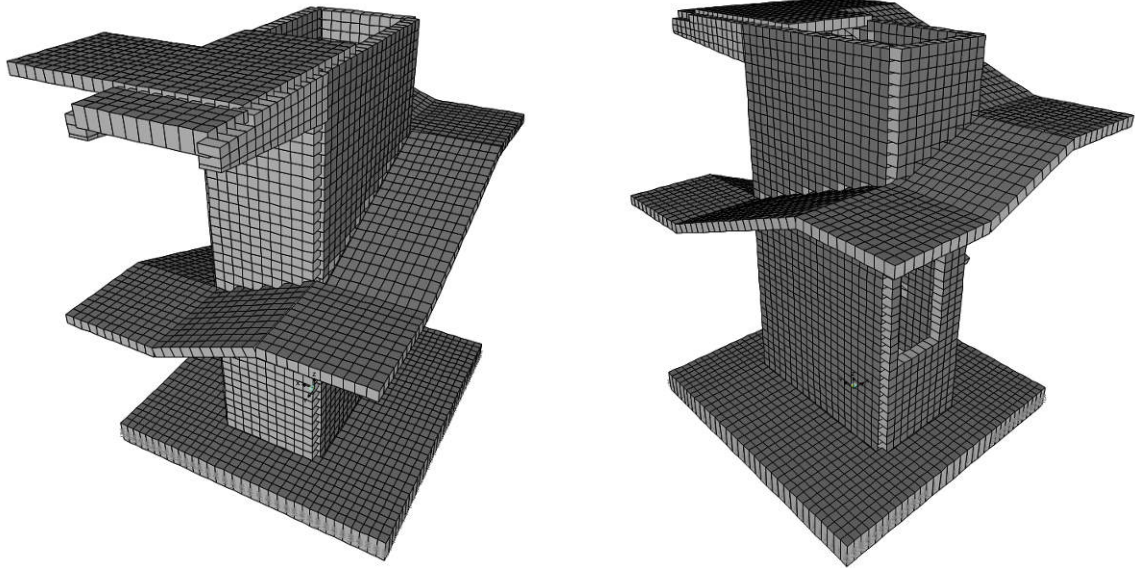


Modello sistema di scale a valle (lato Sieve)

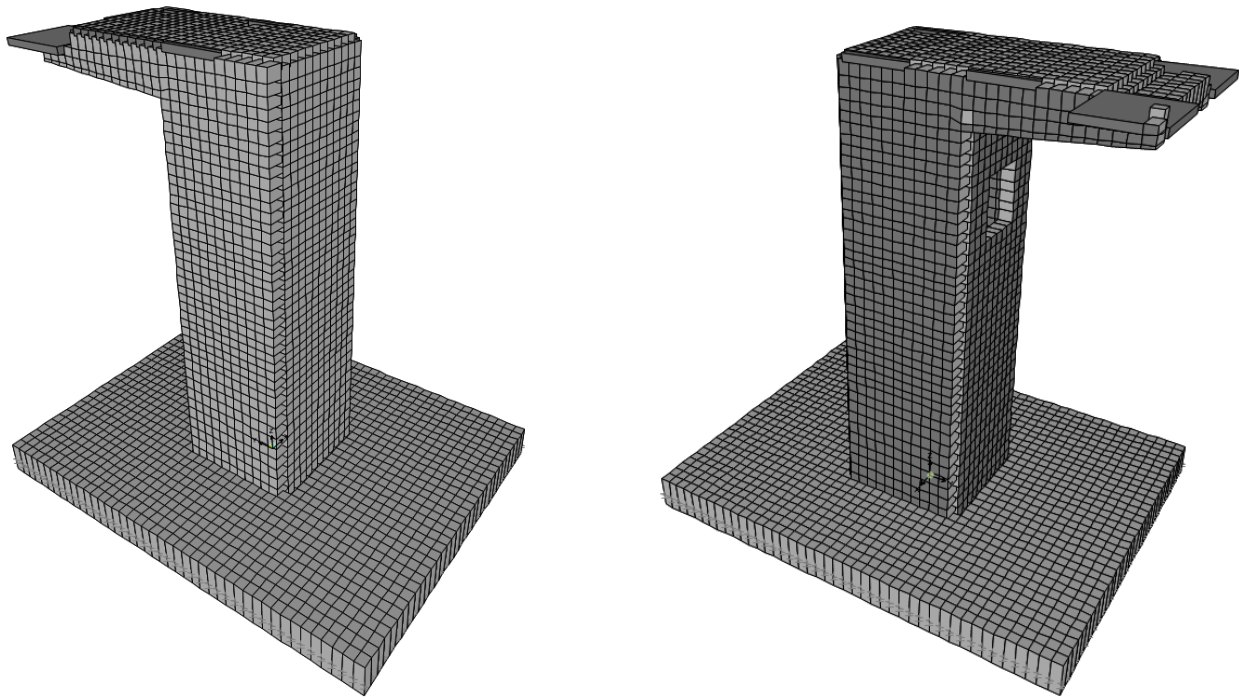
Per una valutazione più accurata delle sollecitazioni sulla fondazione del sistema di accesso lato monte è stata modellata una fondazione su suolo elastico, assumendo rigidzze tali da non alterare il comportamento dinamico rispetto all'assunzione di incastro alla base e riproducendo una ripartizione 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 $\gamma=18$ kN/m³.

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 ciclopeditone (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 ($a_s < a_0$)
Zona 3
Classe di rugosità C
Categoria di esposizione sito III
 $T_R = 50$ anni

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

z = quota sul suolo

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

$V_f = 27$ 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 $\varphi = 15\%$, si considera un coefficiente di forma:

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

Essendo $S_p = 0,15 S$, 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 ($0,25 \times 3$) 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: $\Delta T_{unif} = 15 \text{ +/- } ^\circ\text{C}$

Impalcati in ACCIAIO

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

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

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

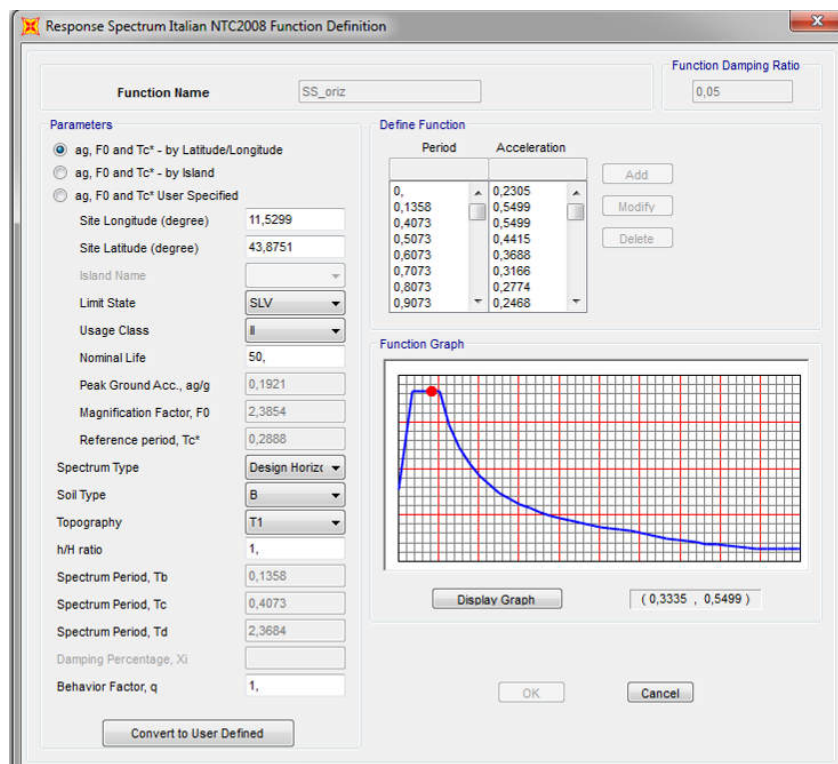
Coefficiente d'uso della costruzione $c_u = 1$

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 $S_e(T)$ proposto dalla normativa, costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato) moltiplicata per il valore dell'accelerazione massima (S_a) 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:

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

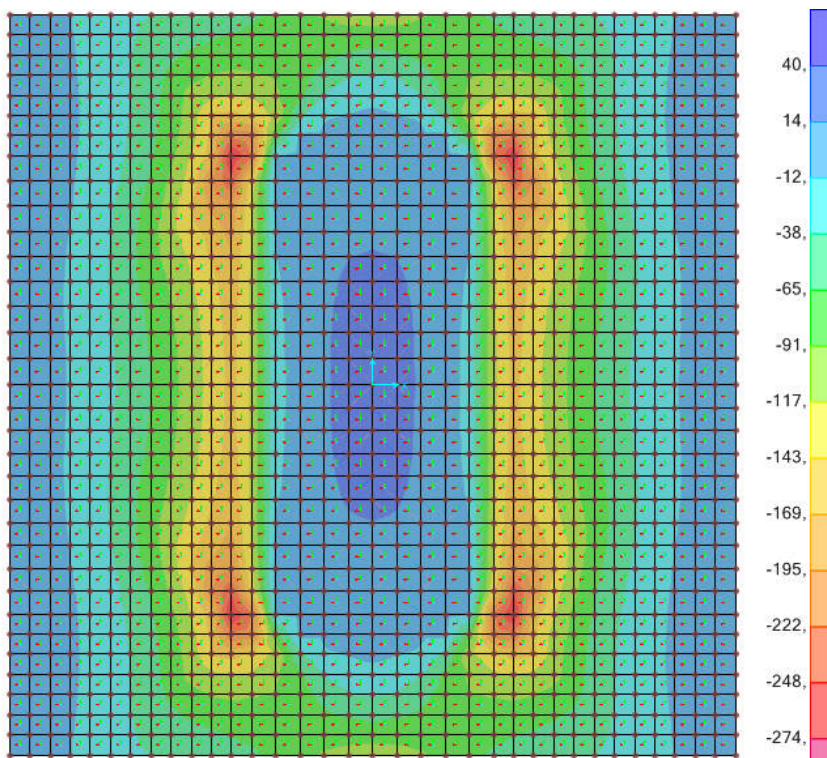
In presenza di azioni eccezionali (Ad) abbiamo:

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

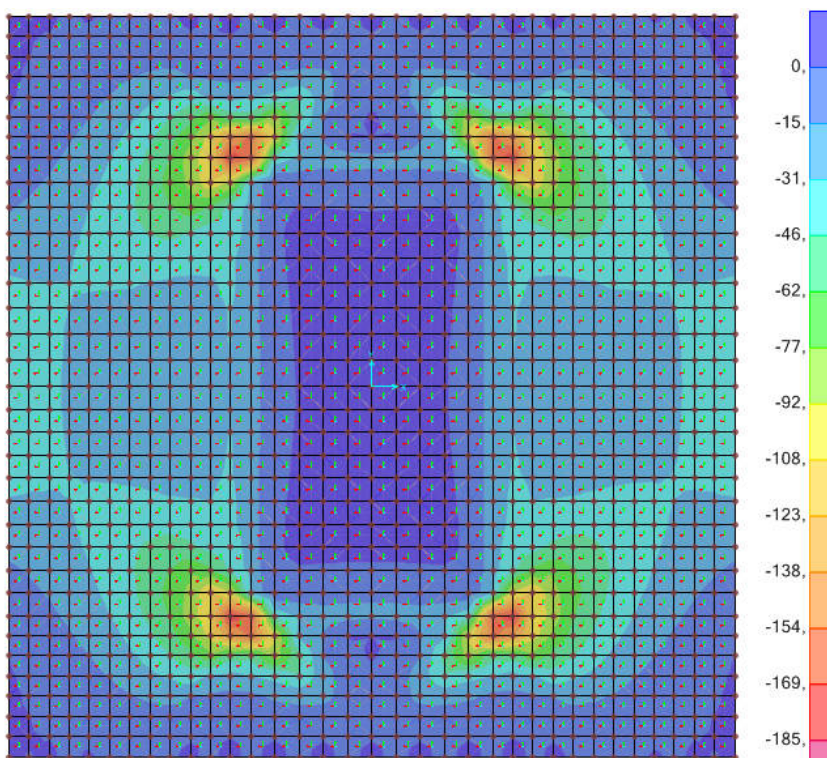
6.3 SOLLECITAZIONI

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.

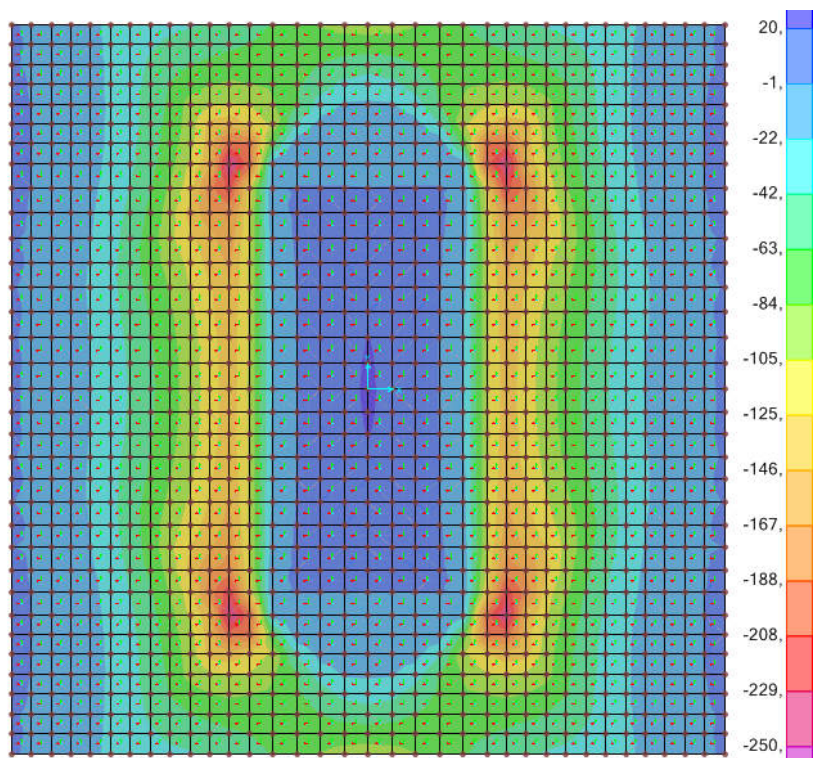
Le sollecitazioni sulla platea sono state ottenute applicando cautelativamente la massima pressione di contatto al suolo su tutta l'impronta di fondazione.



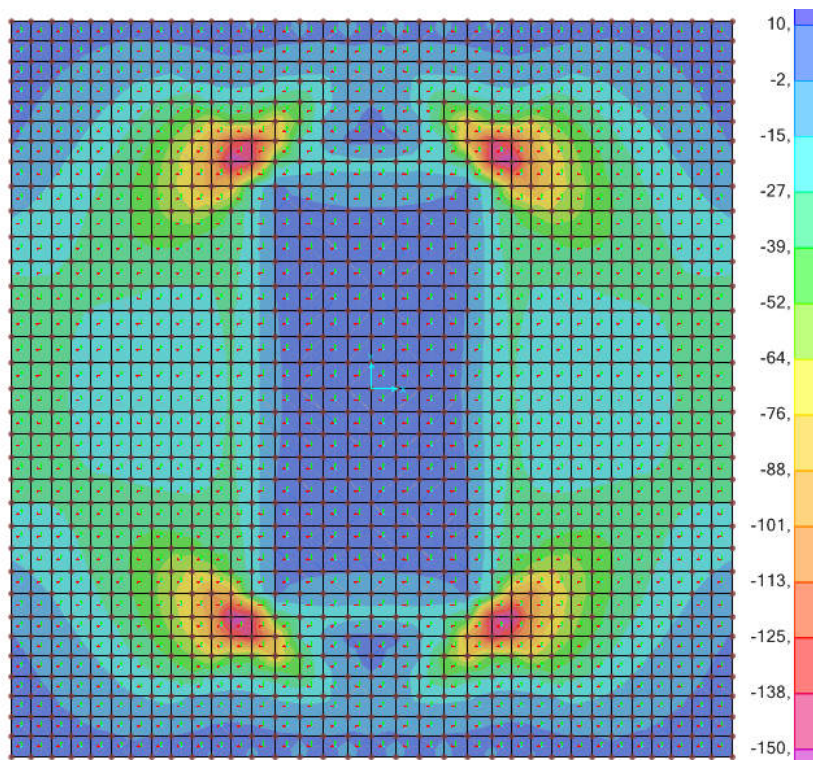
Platea scale valle – Momenti flettenti M1 (condizioni non sismiche SLU)



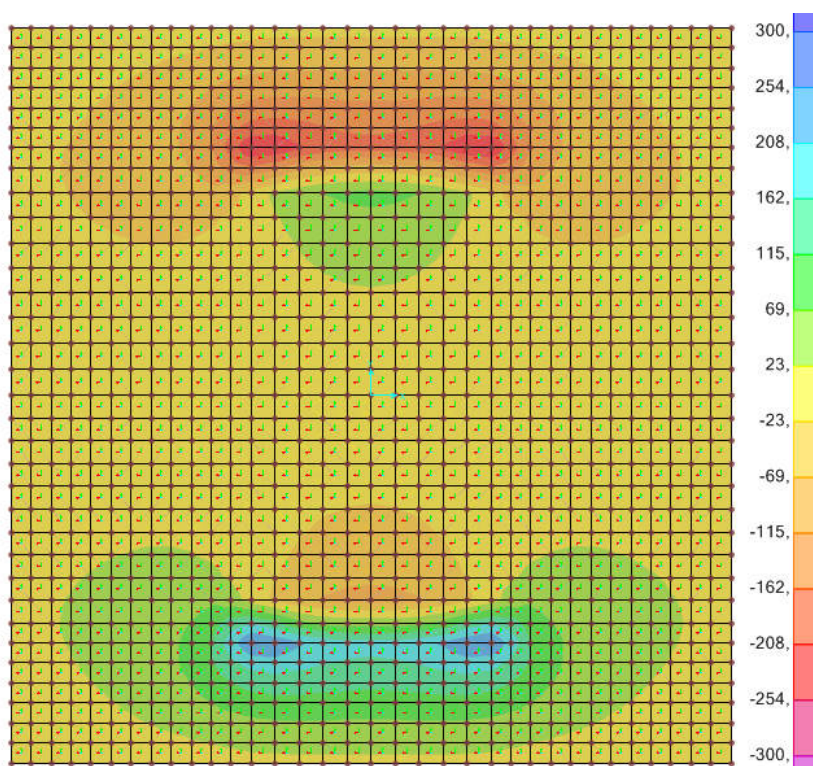
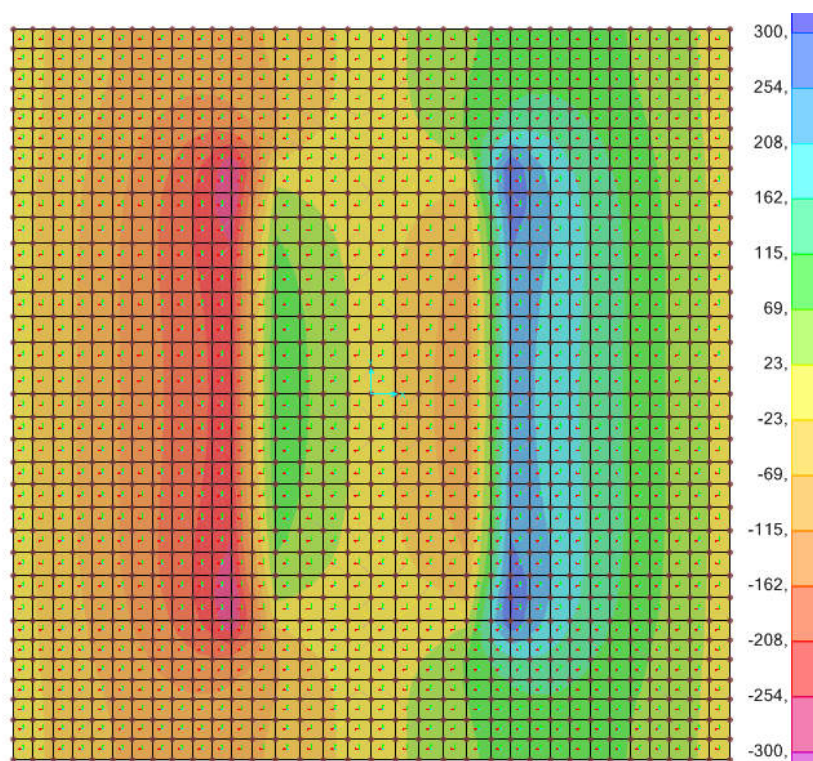
Platea scale valle – Momenti flettenti M2 (condizioni non sismiche SLU)

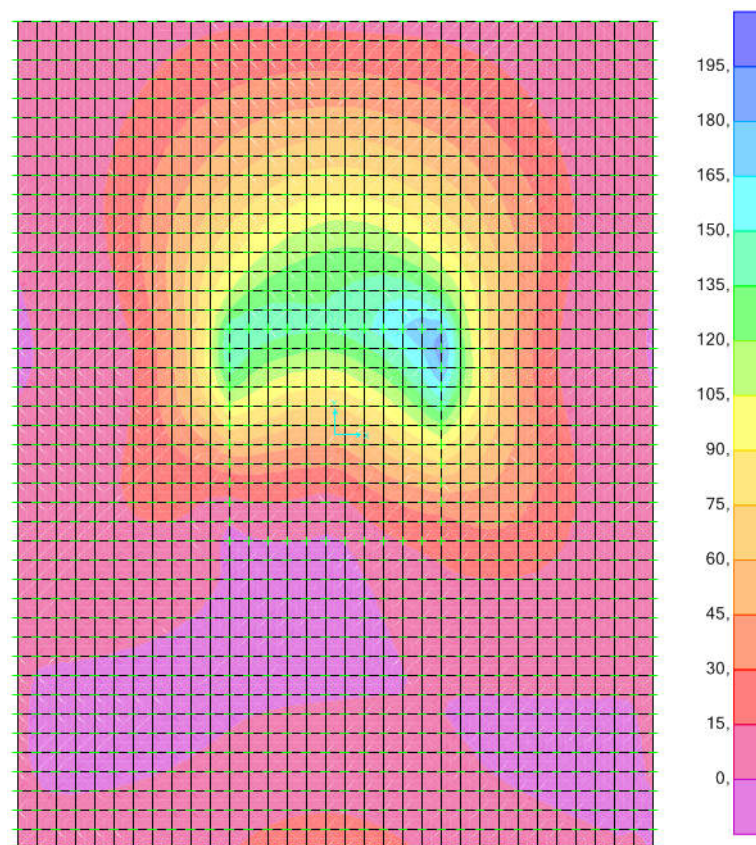


Platea scale valle – Momenti flettenti M_1 (condizioni sismiche SLV)

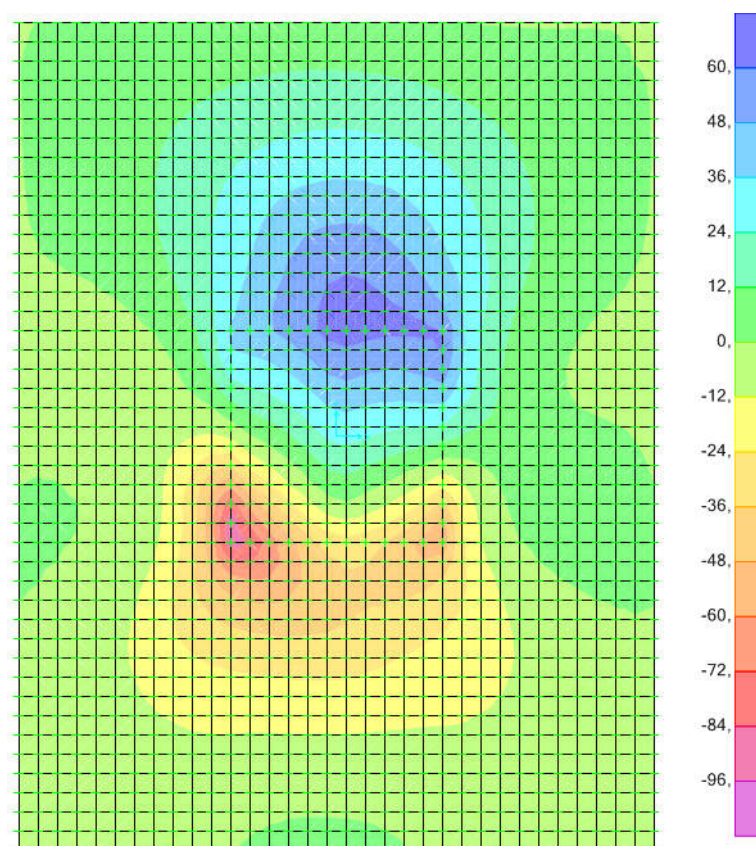


Platea scale valle – Momenti flettenti M_2 (condizioni sismiche SLV)

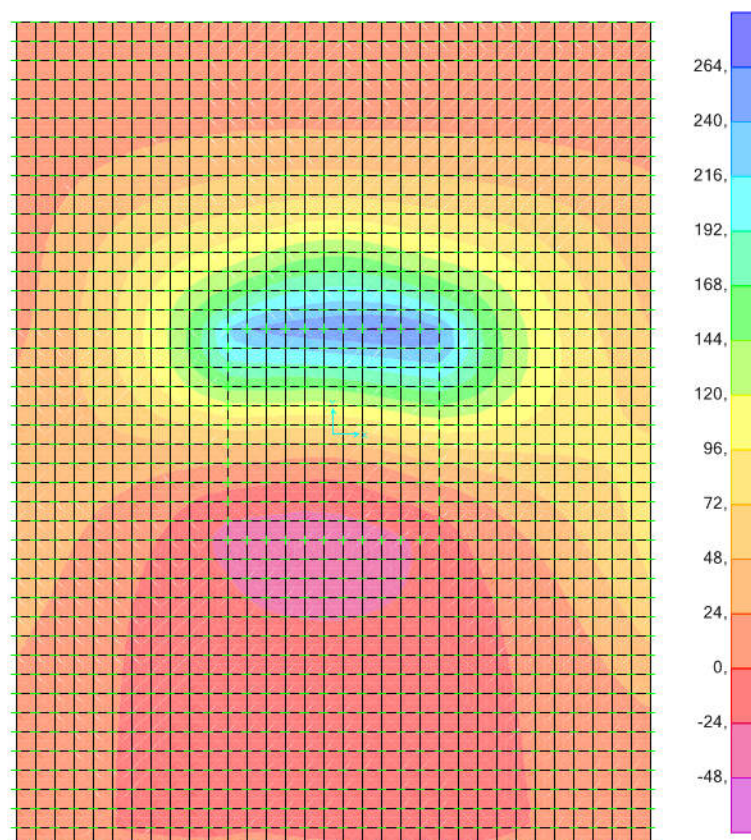




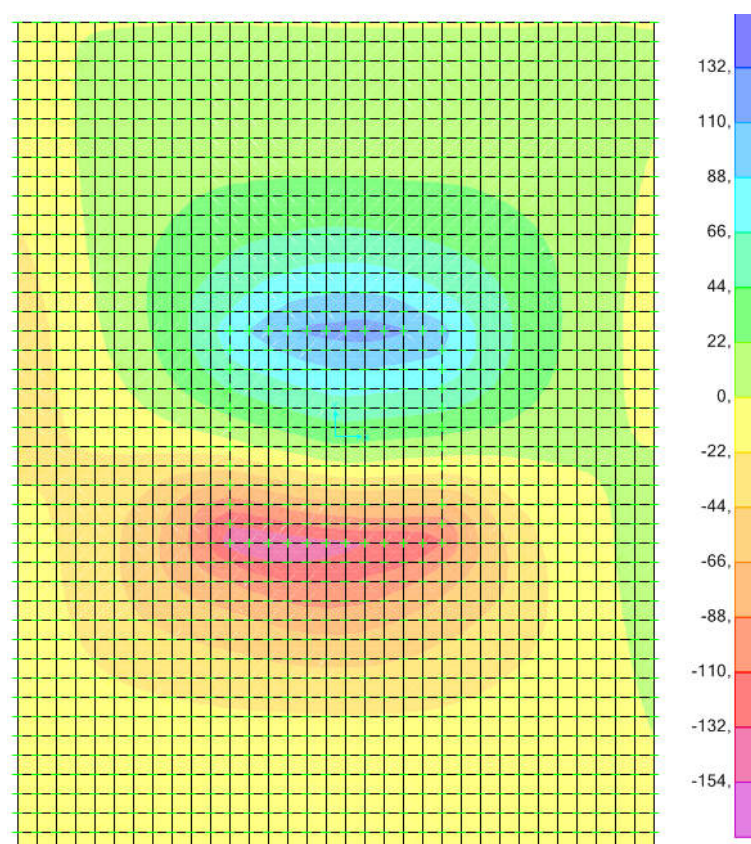
Platea accesso monte – Momenti flettenti M1 massimi (condizioni non sismiche SLU)



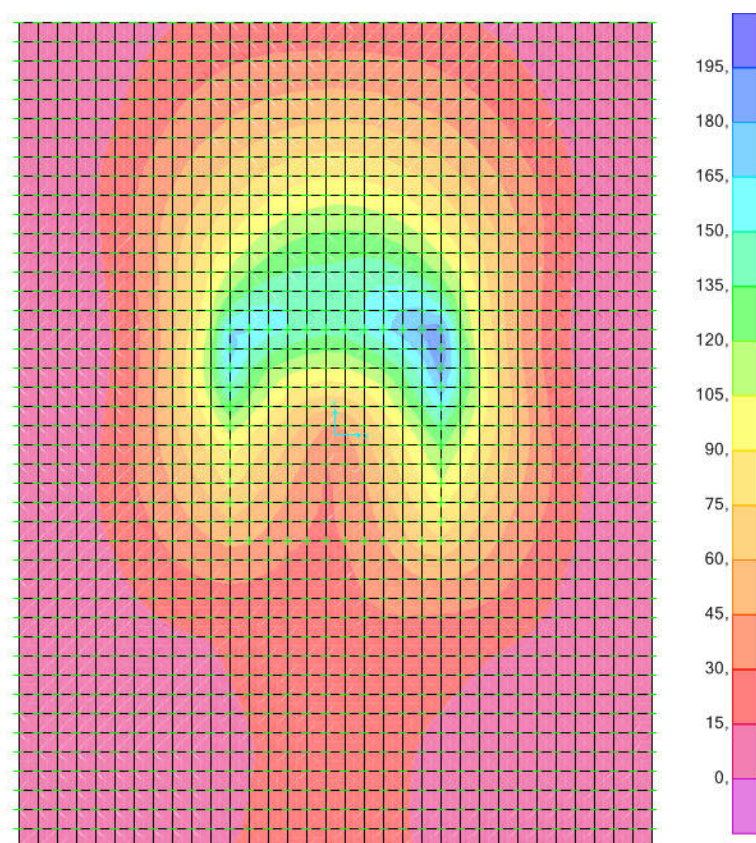
Platea accesso monte – Momenti flettenti M1 minimi (condizioni non sismiche SLU)



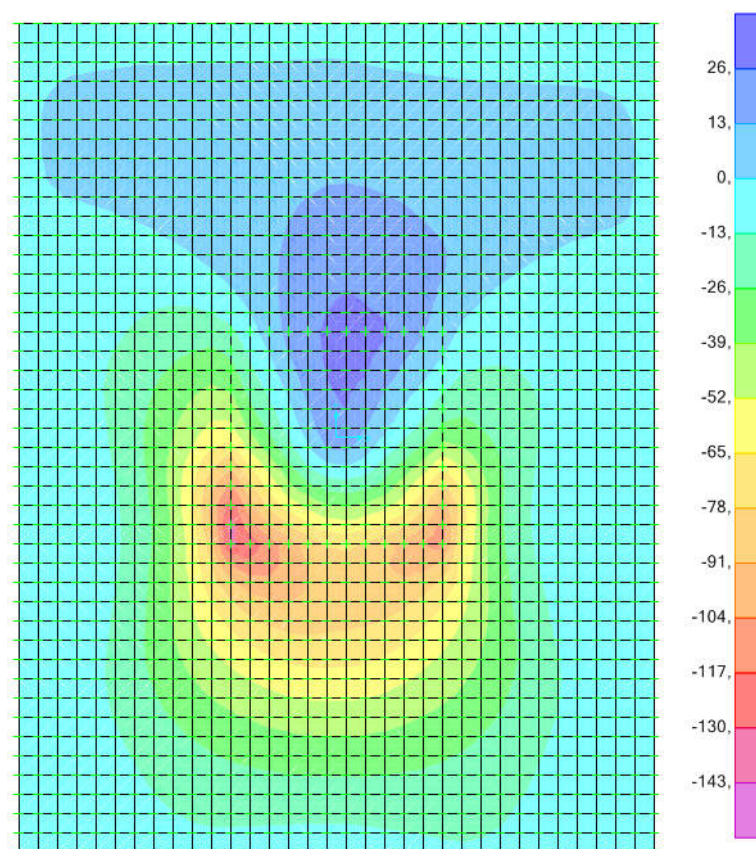
Platea accesso monte – Momenti flettenti M2 massimi (condizioni non sismiche SLU)



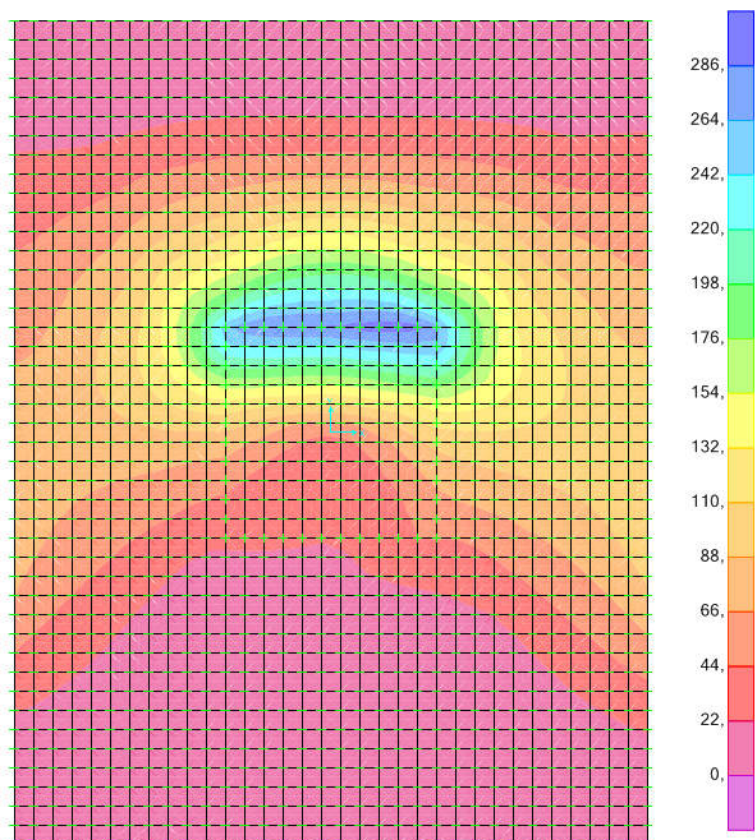
Platea accesso monte – Momenti flettenti M2 minimi (condizioni non sismiche SLU)



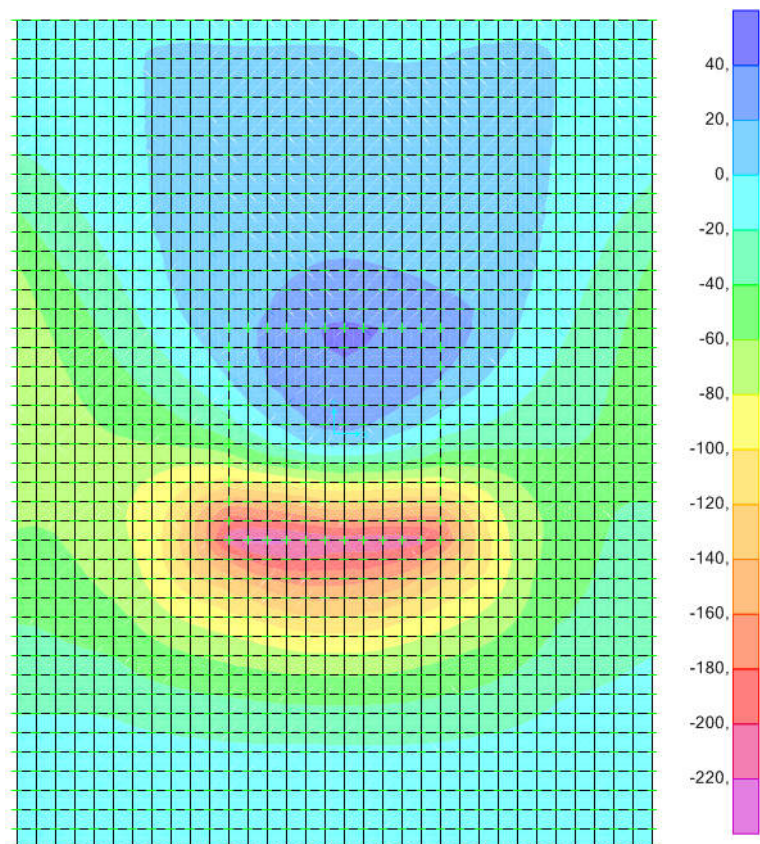
Platea accesso monte – Momenti flettenti M1 massimi (condizioni sismiche SLV)



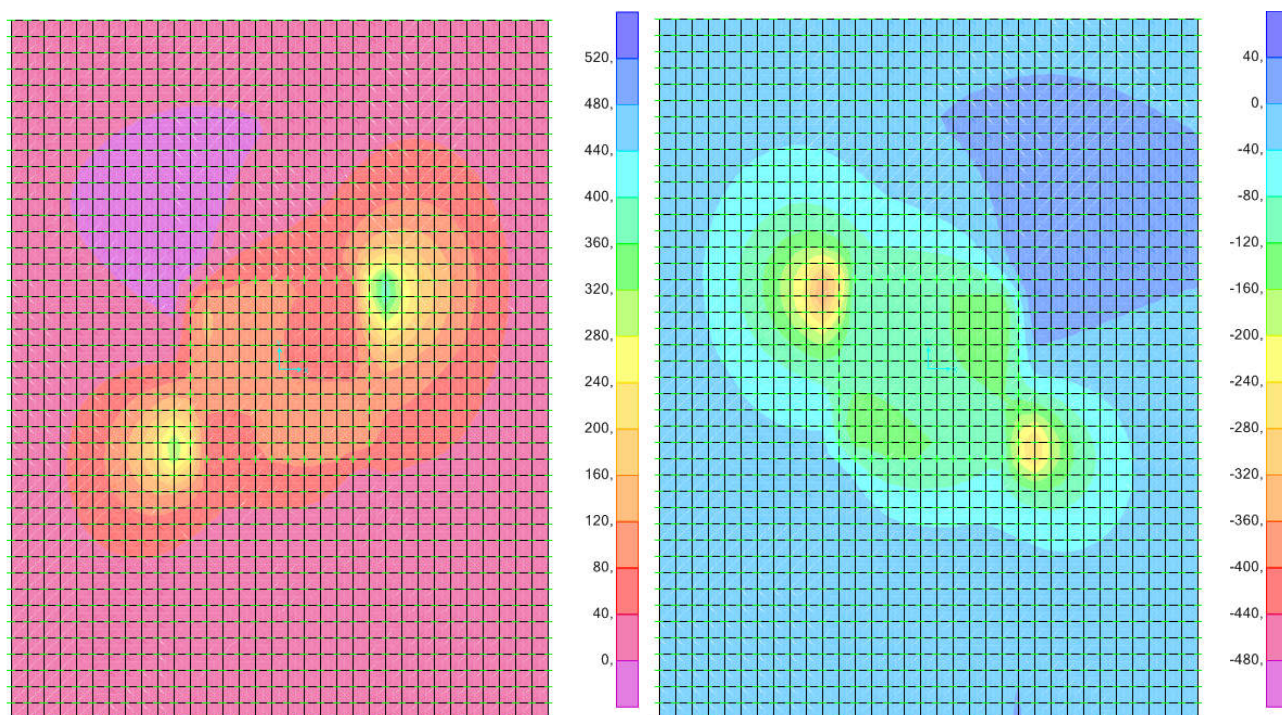
Platea accesso monte – Momenti flettenti M1 minimi (condizioni sismiche SLV)



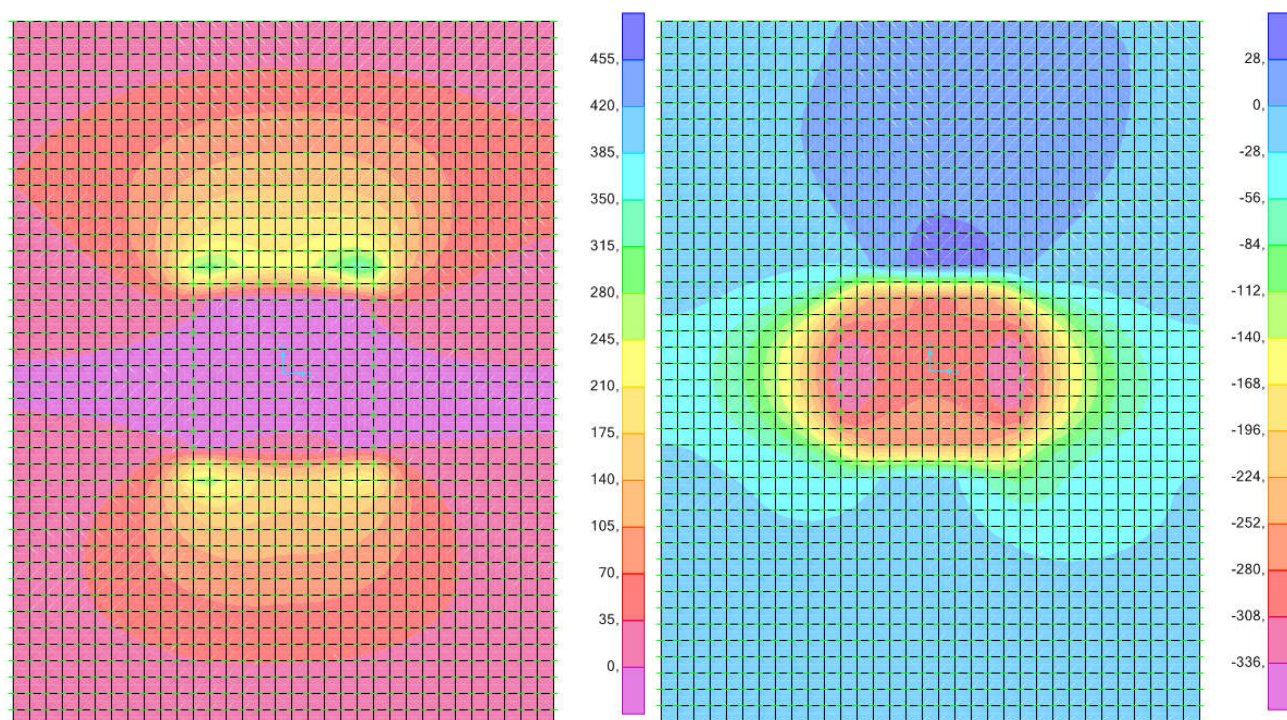
Platea accesso monte – Momenti flettenti M2 massimi (condizioni sismiche SLV)



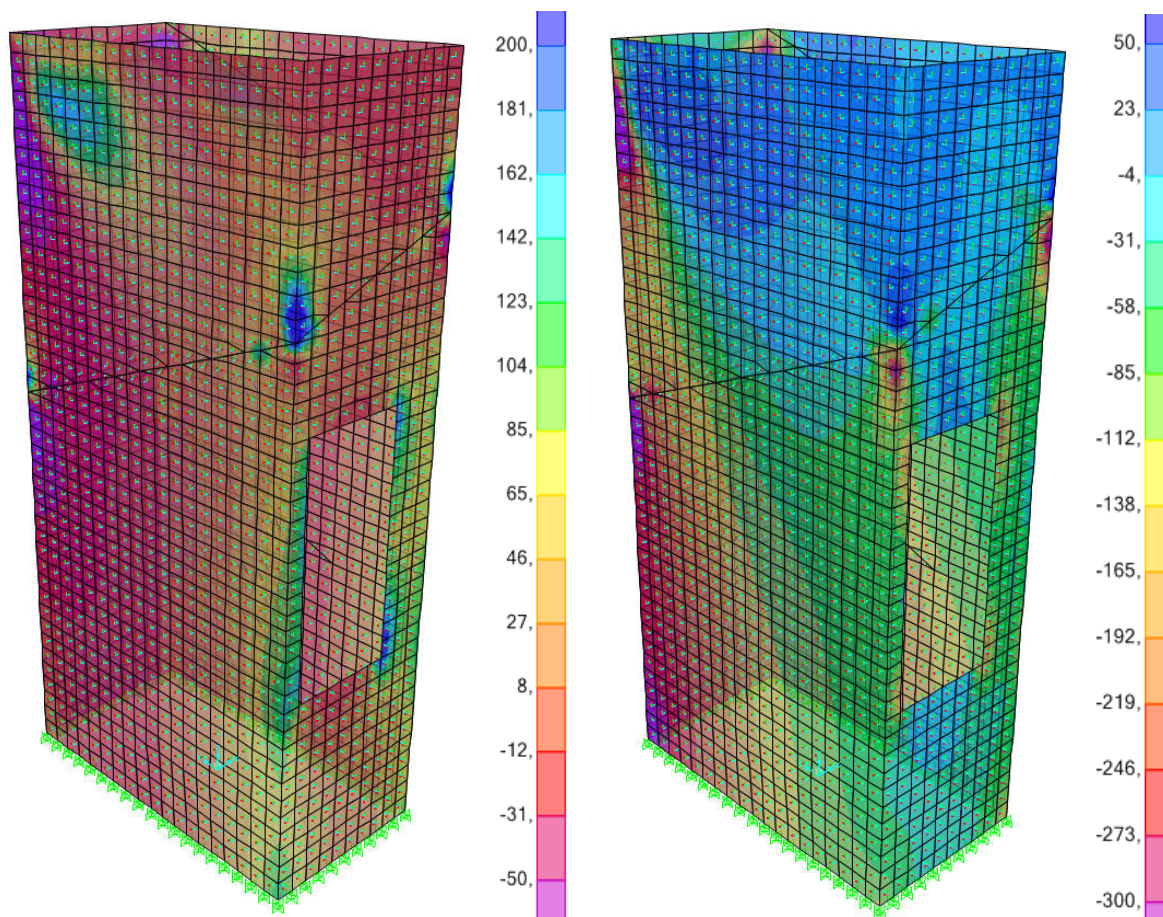
Platea accesso monte – Momenti flettenti M2 minimi (condizioni sismiche SLV)



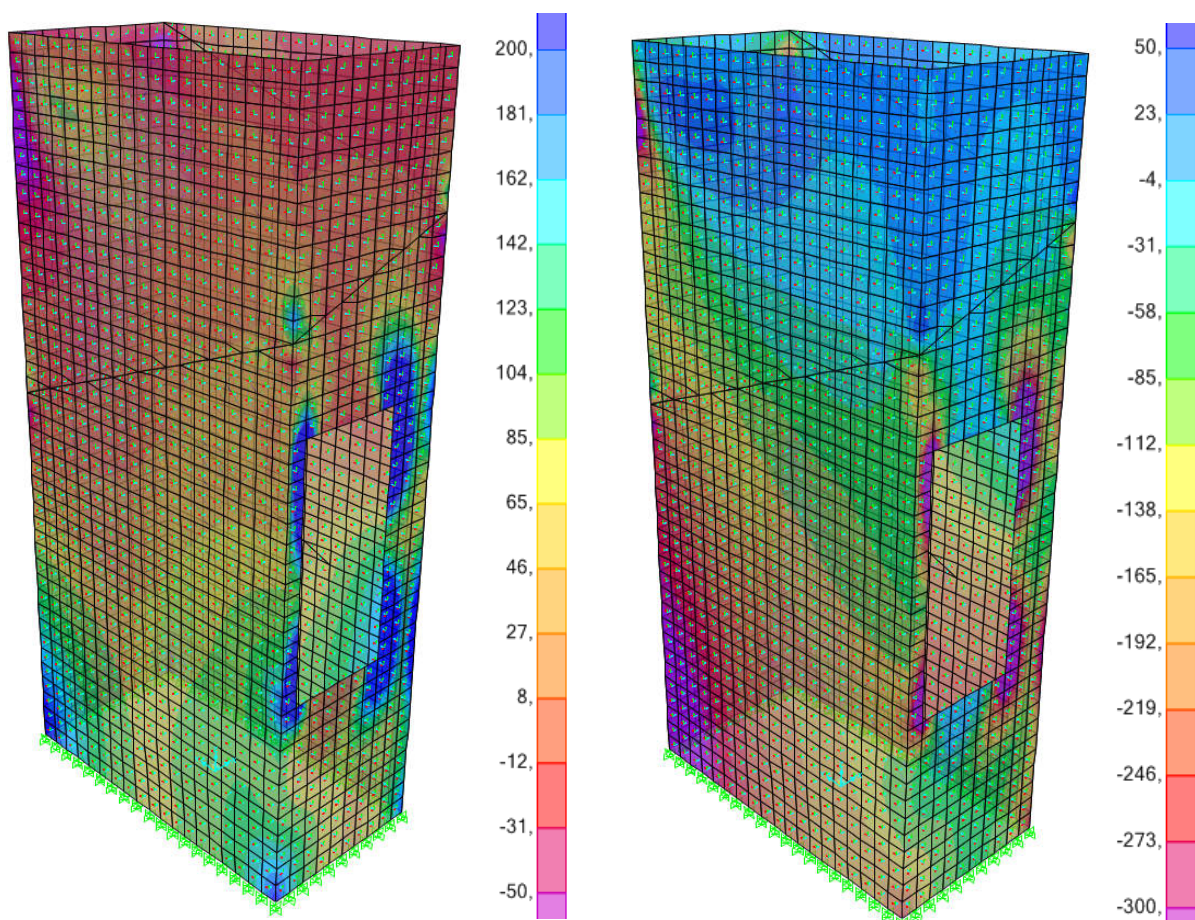
Platea accesso monte – Taglio V13



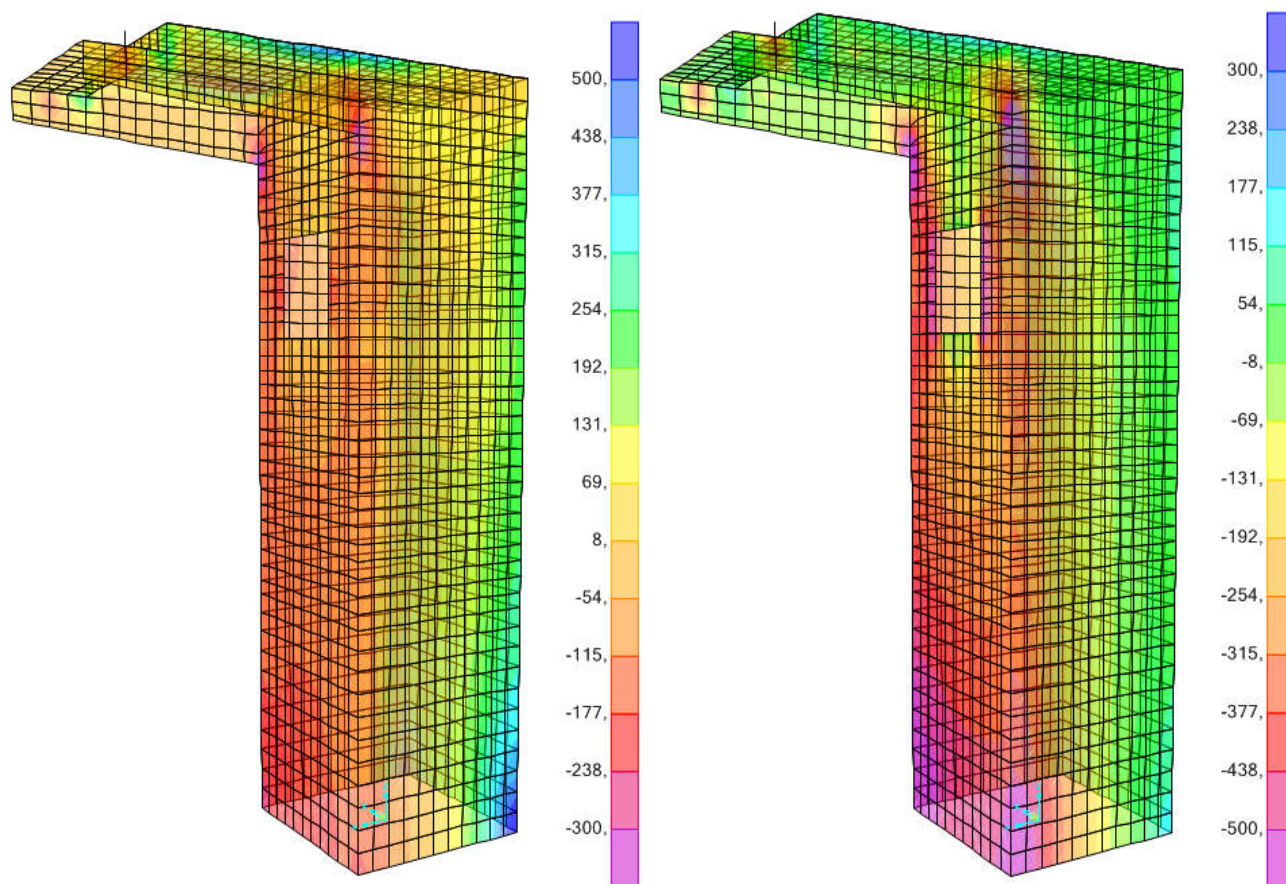
Platea accesso monte – Taglio V23



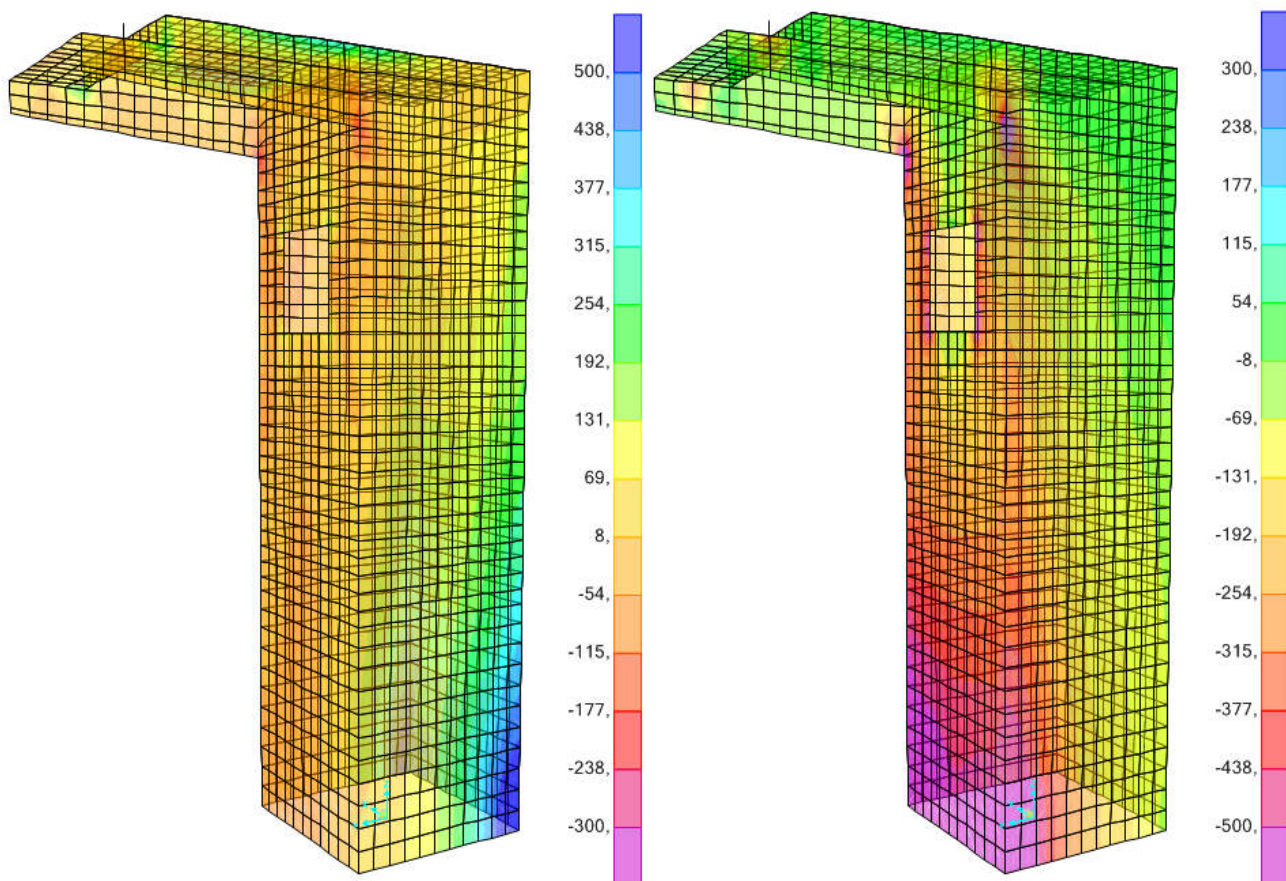
Setti scale valle – Azioni normali max e min in condizioni SLU



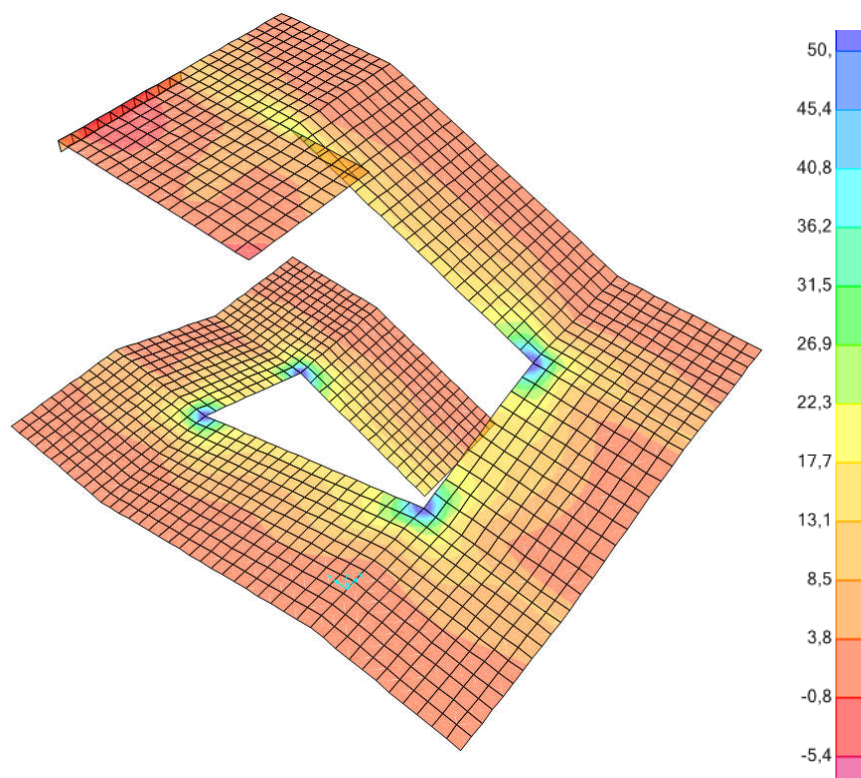
Setti scale valle – Azioni normali max e min in condizioni sismiche SLV



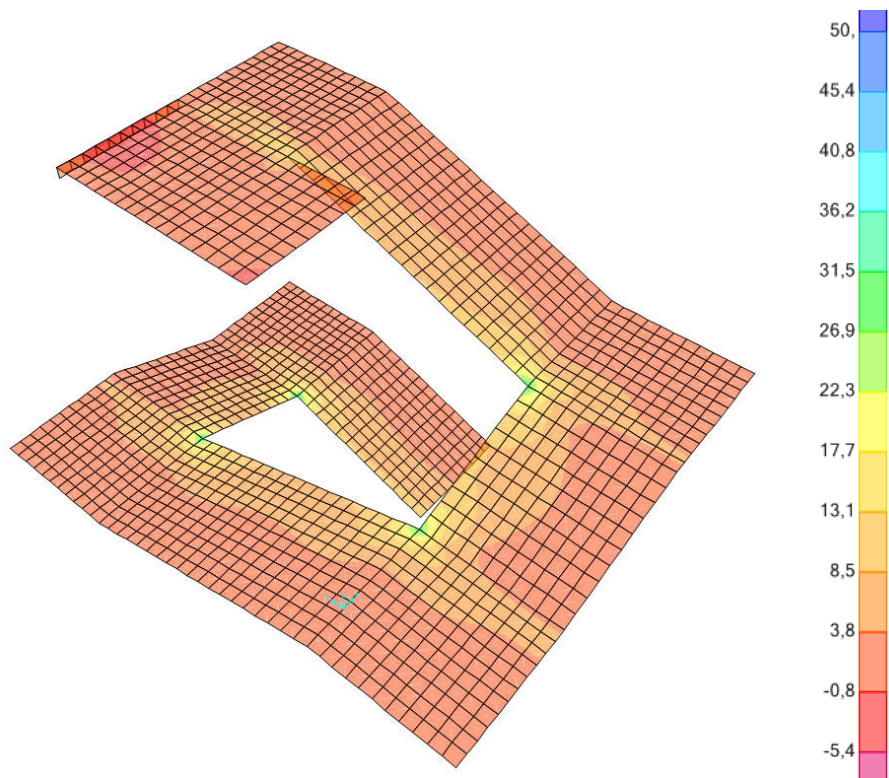
Setti accesso monte – Azioni normali max e min in condizioni SLU



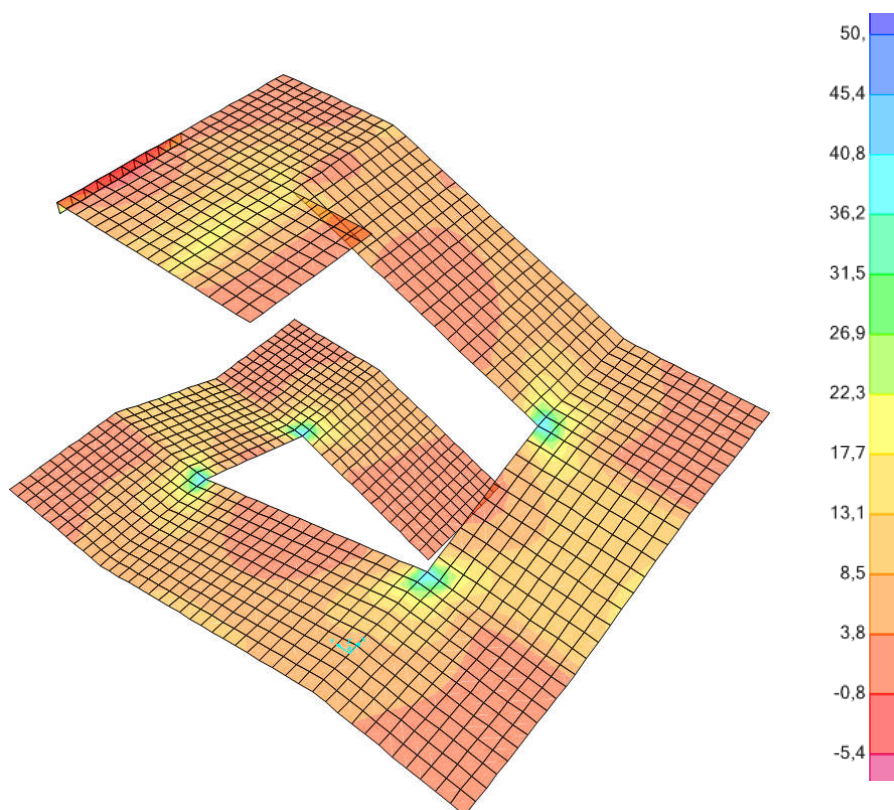
Setti accessi monte – Azioni normali max e min in condizioni SLV



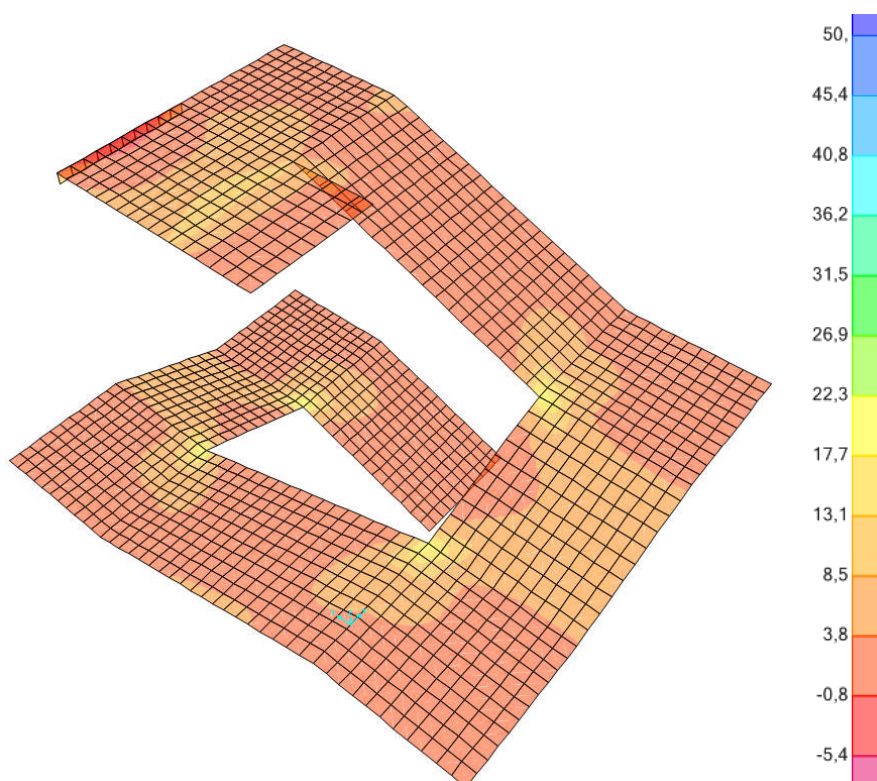
Solette scale valle – Momenti flettenti M1 (SLU)



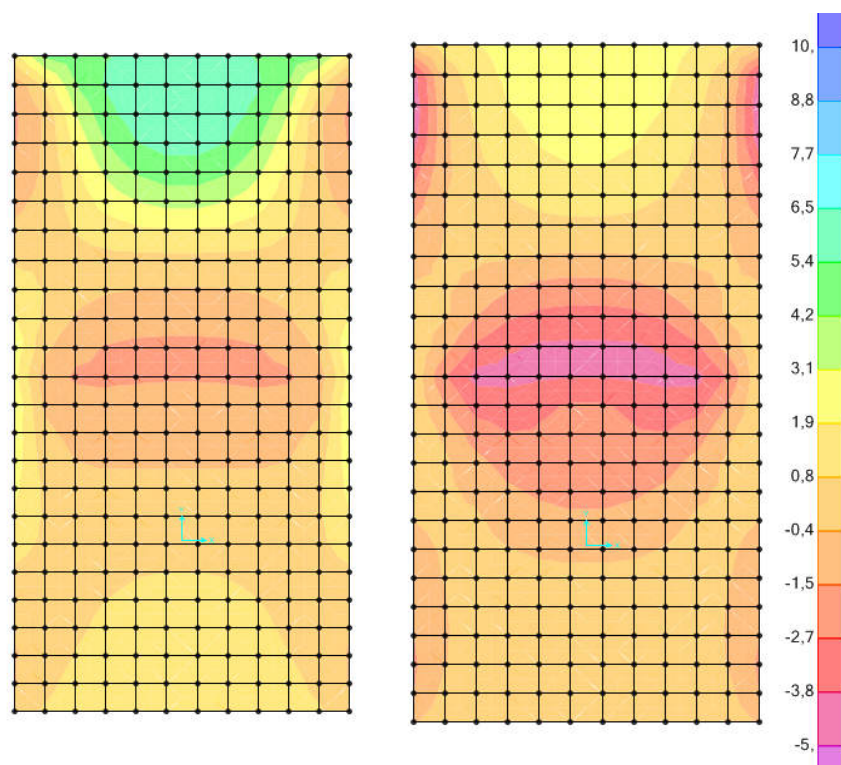
Solette scale valle – Momenti flettenti M1 (SLV)



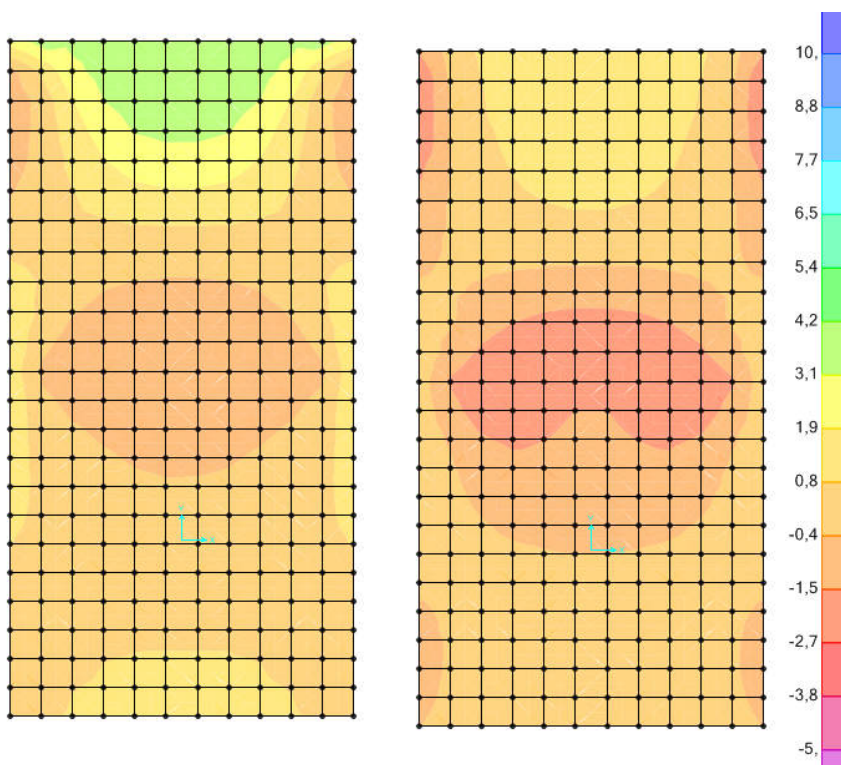
Solette scale valle – Momenti flettenti M2 (SLU)



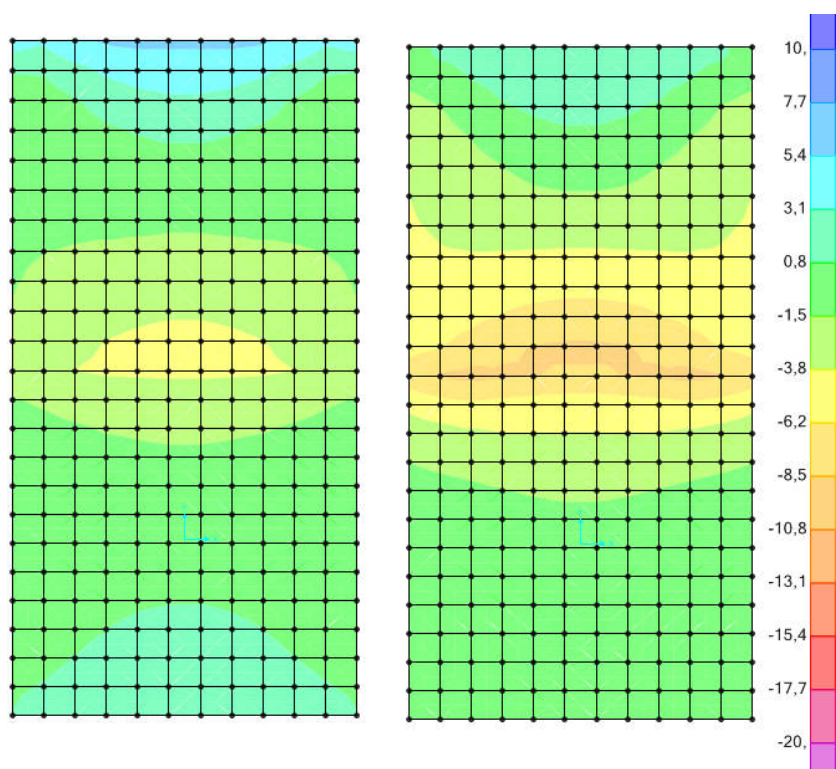
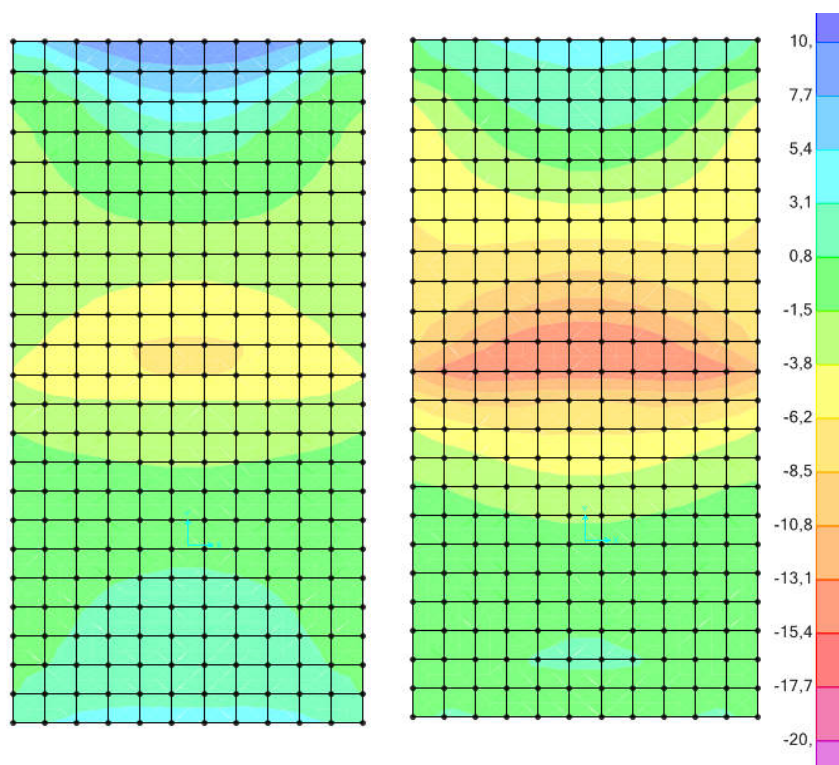
Solette scale valle – Momenti flettenti M2 (SLV)



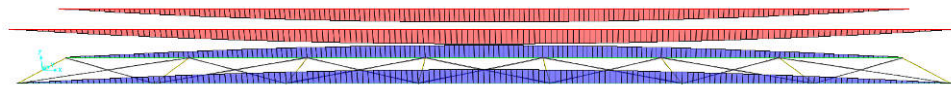
Soletta accesso monte – Momenti flettenti M1 max e min (SLU)



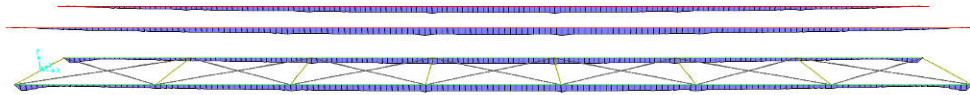
Soletta accesso monte – Momenti flettenti M1 max e min (SLV)



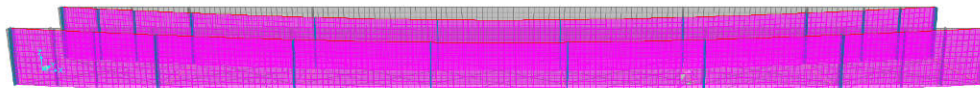
Di seguito si riportano invece gli andamenti delle sollecitazioni più significative sui tubolari che compongono le travature metalliche delle campate.



Tubolari campate metalliche – Sforzo normale



Tubolari campate metalliche – Momenti flettenti



Campate metalliche – Abbassamenti

7. VERIFICHE CAMPATA METALLICA

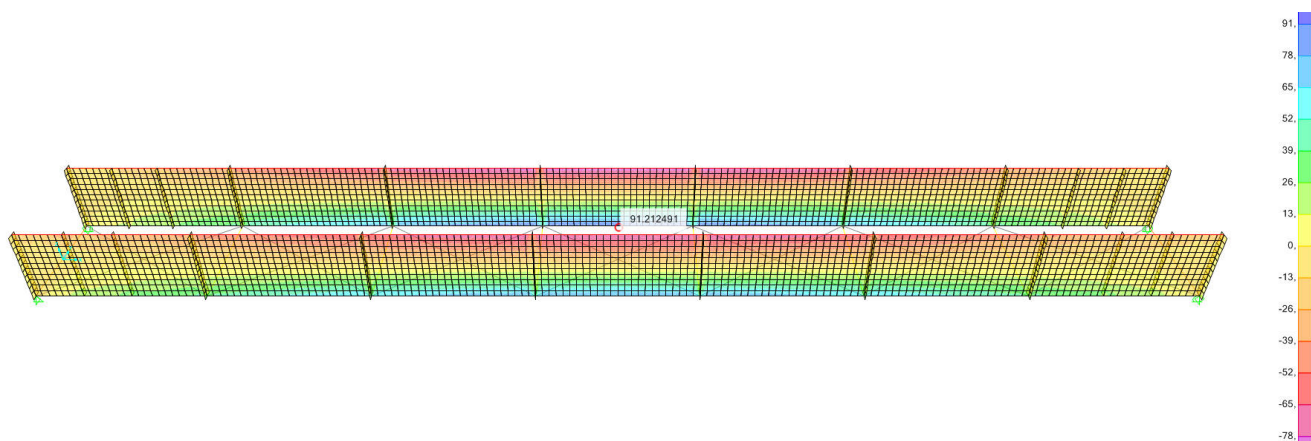
7.1 VERIFICHE DELLE TENSIONI

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.

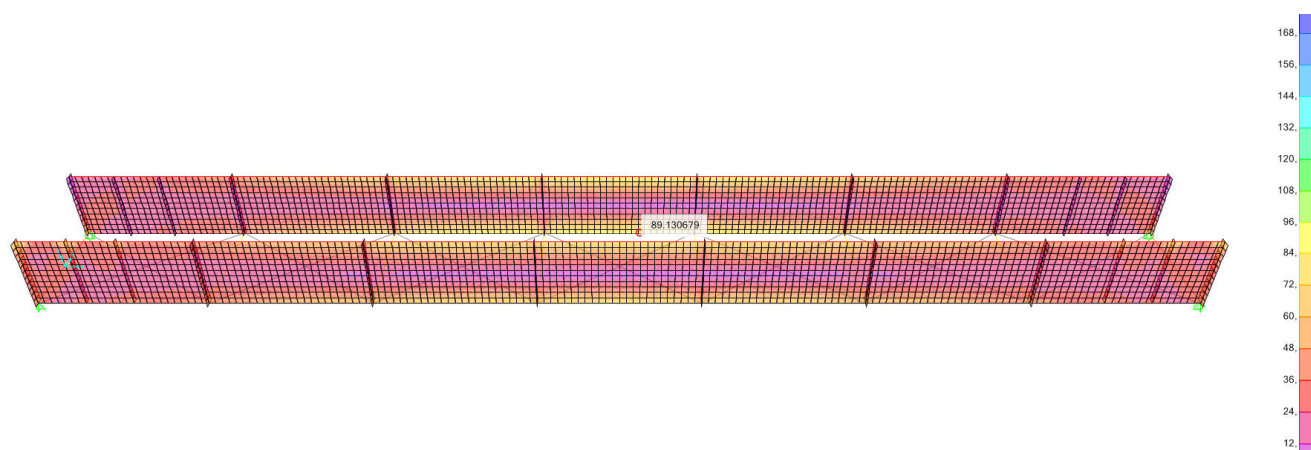
Il modello completo della struttura ha permesso di controllare le tensioni, oltre che sugli elementi principali (travi con anima e tubolari) anche su tutti gli elementi secondari (traversi, irrigidenti).

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

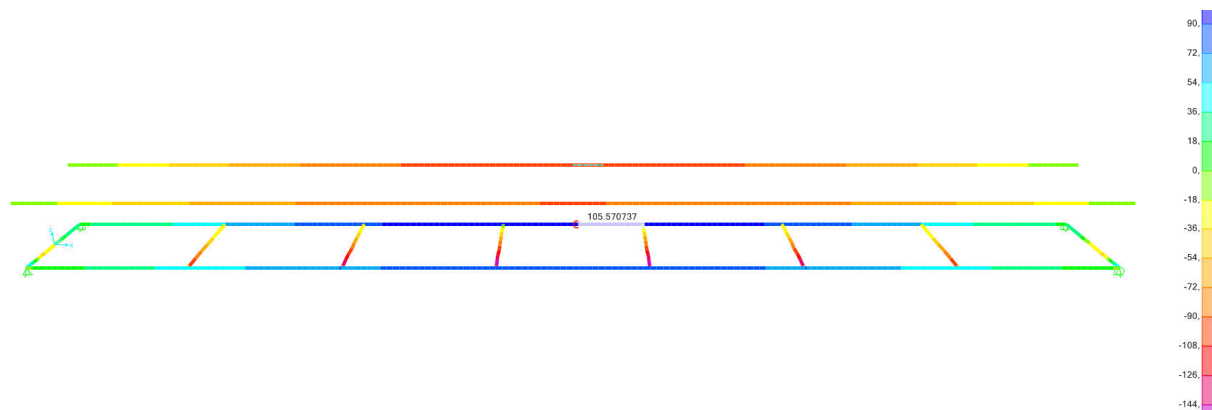
Si riportano di seguito gli output grafici che forniscono in maniera sintetica i risultati del controllo delle tensioni sugli elementi metallici.



Tensioni normali su elementi bidimensionali (max 92 MPa)



Tensioni di Von Mises su elementi bidimensionali (max 92 MPa su anime, 175 MPa su irrigidenti)



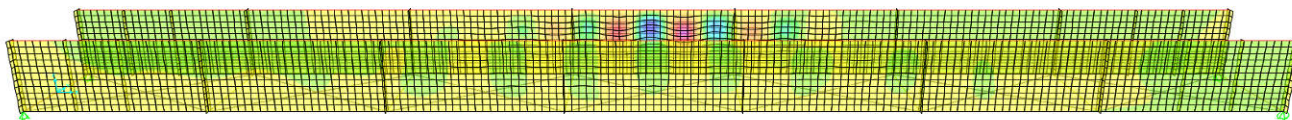
Tensioni normali su elementi monodimensionali (max 106 MPa su travi, 162 MPa su traversi)

7.2 VERIFICHE DI STABILITÀ

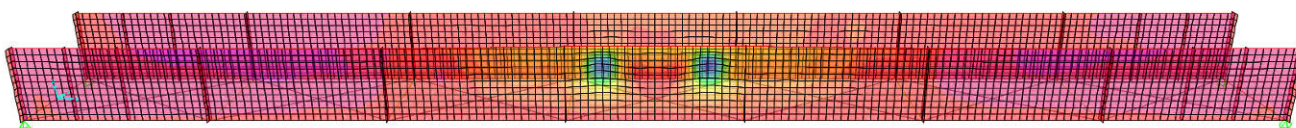
Sul modello sono state anche condotte analisi buckling per verificare possibili fenomeni di instabilità locale dei piatti e globali dell'impalcato. Nelle due analisi effettuate sono state considerate due combinazioni di carico SLU, la prima con carichi da folla assunti principali e la seconda con massima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

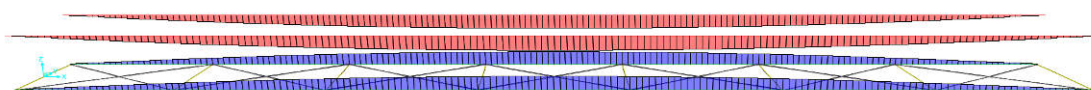


*Prima forma di instabilità globale – $\mu_{cr} = 5,80$
(instabilità del tubolare superiore compresso e del pannello d'anima)*

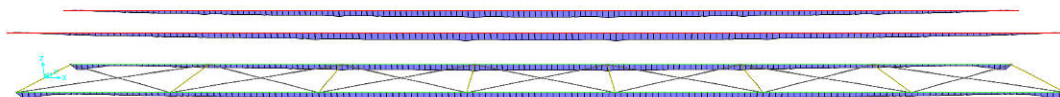
Si conduce anche un'analisi di stabilità fatta in termini di tensioni secondo le indicazioni delle NTC2008 applicando il Metodo A riportato nella relativa circolare (cfr. C4.2.4.1.3.3.1). Si utilizza l'espressione C4.2.32 nella quale intervengono i parametri χ_{min} , $N_{cr,x}$, $N_{cr,y}$.

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

Per la determinazione del minimo fattore χ 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:

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

dalla quale si determina la snellezza λ e il fattore χ .

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 mezzera. 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

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

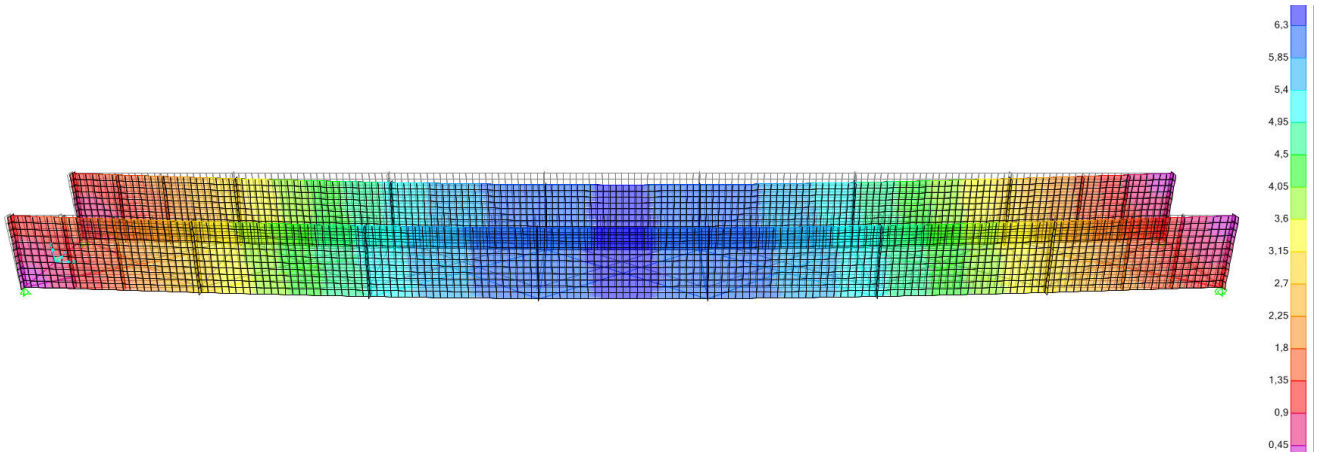
La verifica di stabilità risulta pertanto soddisfatta anche in termini tensionali.

7.3 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

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

Gli abbassamenti massimi prodotti in mezzzeria 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 si 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:

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

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

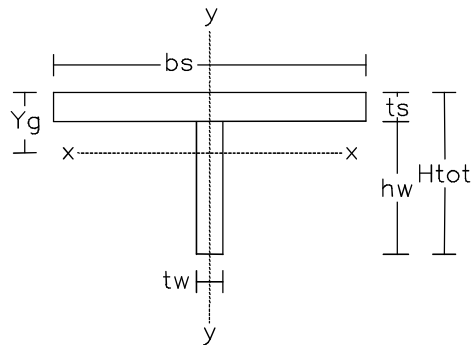
Il fine corsa trasversale, come indicato alla pagina seguente, trasferisce 60 kN in direzione trasversale alla passerella. Il momento trasferito sul traverso, assunta un'eccentricità di 30 cm, vale:

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

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

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 ESTREMITA'							
Piatto superiore	bs =	11	cm	Piatto anima	hw =	20	cm
	ts =	2	cm		tw =	1,5	cm
Atot=	52	cmq					
Htot=	22	cm					
Yg =	7,35	cm					
Jx =	2543	cm4					
Jy =	227	cm4					
Wxs=	346,2	cmc					
Wxi=	173,5	cmc					
Wy=	41,4	cmc					
ix=	6,99	cm					
iy=	2,09	cm					
Sn=	161,05	cmc					
(J*s)/Sn =	23,69	cmq	"Area a taglio"				
As=	22	cmq	Aw =	30	cmq		
Ys=	1	cm	Yaw=	12,00	cm		



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

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

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:

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

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:

$$\sigma_{\text{fine corsa}} = M/W = Fx0,22 / (15 \times 150^2/6) = 235 \text{ MPa} < f_{yd} = 338 \text{ MPa}$$

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:

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

Tutte le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

Montanti sostegno rete metallica

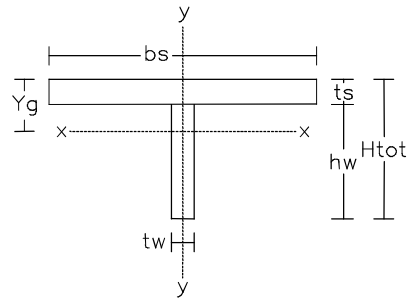
Si verificano i montanti metallici, costituiti da elementi a T saldati sul tubolare superiore della travata, impiegati per il collegamento e sostegno dei pannelli di rete metallica.

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:

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

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		tw = 0,8 cm
Atot=	12	cmq			
Htot=	10,8	cm			
Yg =	4,00	cm			
Jx =	145	cm4			
Jy =	9	cm4			
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:

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

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.

Calcestruzzo		C32/40		NTC 2008 4.1.2.1.2.2 (a)	
fck	32	N/mm ²	Rck	40	N/mm ²
fcd	-18,13	N/mm ²	n	2,00	
eps c2	-0,0020		eps cu2	-0,0035	
Acciaio		B450C		NTC 2008 4.1.2.1.2.3 (b)	
f _{yd}	391,3	N/mm ²	E _s	210000	N/mm ²
k = (f _t /f _y)k	1				
ε _{ud}	0,0675		ε _{uk}	0,075	
SOLETTA SEZ Mezz +					
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
A _{sup}	192	mm ²	c _{sup}	35	mm
A _{inf}	447	mm ²	c _{inf}	10	mm
N _{Ed} (>0 traz)	0	kN	M _{Ed}	4	kNm
Y	17,0	mm			
ε _c min‰	-3,50		ε _s max‰	21,18	
M _{Rd}	22	kNm	M _{Rd} ≥ M _{Ed}	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		
f _{yk} [Mpa]	450	f _{yd} [Mpa]	391,3		
d [mm]	120			V _{Rd} (A _{sl})	66 KN
b _w [mm]	1000	ρ_1	0,00373	V _{Rd} (v _{min})	67 KN
		k	2,000		
A _{sl} [mm ²]	447	v _{min}	0,56	V _{Rd}	67 KN
N _{Ed} [KN]	0	N _{Ed} > 0 , compr.		V _{Ed}	10,1 KN
σ_{cp}	0,0			V _{Rd} ≥ V _{Ed}	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.

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

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:

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

dove:

Deformazione unitaria media delle barre
Distanza media tra le fessure

ε_{sm}
 Δ_{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 cautelativamente:

Ambiente

Aggressivo

Armature

Poco sensibili

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

Combinazione dei carichi - Frequente

$$w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

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 $w_1 = 0,2 \text{ mm}$ 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.

Soletta (SLE Freq)			
M	2,60 kNm	N=	0,00 kN
b	1000 cm	Rck	40 N/mm ²
H	13,0 cm		
c inf	1,0 cm	c sup	3,5 cm
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm
φ inf	0,8 cm	φ sup	0,7 cm
As inf	25,13 cm ²	As sup	19,24 cm ²
Parametri per S _{rm}		Parametri per ε _{sm}	
k ₂	0,4	beta 1	1,0
k ₃	0,125	beta 2	0,5
d _{eff}	5 cm	E _s	210000 N/mm ²
A _{c eff}	2876 cm ²	f _{ctm}	3,15 N/mm ²
ρ _r	0,008737619	f _{cfk}	2,64 N/mm ²
		Sezione resistente: parzializzata	
		$\sigma_{cls\ sup}$	0,2 N/mm ²
		$\sigma_{s\ sup}$	-0,8 N/mm ²
		$\sigma_{s\ inf}$	-9,2 N/mm ²
		Tensioni su sezione inter. Reag.	
		$\sigma_{cls\ inf}$	0 N/mm ²
		σ_{sr}	-342 N/mm ²
		S _{rm}	8,02 cm
		ε _{sm}	1,751E-05
		w _m	0,001 mm
		w _k	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.

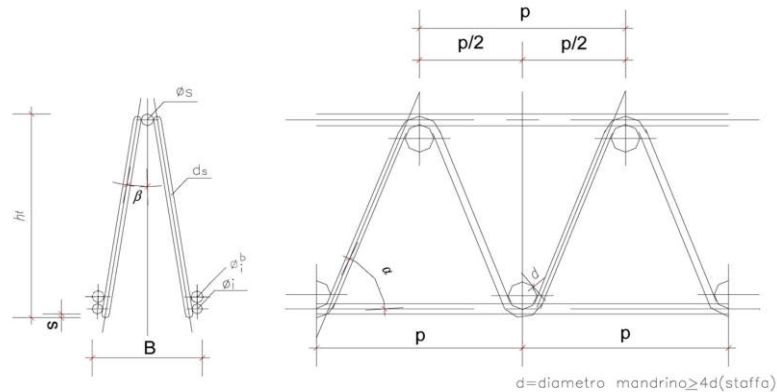
Si verifica il singolo traliccio nella sezione di mezzaria della campata semplicemente appoggiata. L'interasse tra i tralicci è di 200mm. I tralicci sono alti 95 mm e sono composti da un barra Ø7 mm superiore, due barre Ø5 mm inferiori e diagonali Ø5 mm.

Azioni sul traliccio:

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

Geometria traliccio:

corrente superiore	Φ_s (mm)	7
diagonale	d_s (mm)	5
corrente inferiore	Φ_i (mm)	5
eventuale barrotto aggiuntivo sup	Φ_s^b (mm)	0
eventuale barrotto aggiuntivo inf	Φ_i^b (mm)	0



B (mm)	p (mm)	h_i (mm)	β (gradi)	α (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 (mm²)	J (mm⁴)	ρ (mm)	L (mm)	Coefficiente di instabilità	L_0 (mm)	λ	ω (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	σ (N/mm²)	$\sigma \leq f_{yd}$
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]	α [rad]
Permanenti	50	-	-	-	0,0019
Folla	33	-	-	-	0,0013
Vento	± 17	-	13	-	-
Variazioni termiche	-	7*	-	3	0,0012
Sisma long.	-	19	-	8**	-
Sisma trasv.	-	-	19	-	-
Sisma vert.	± 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 kNmm per il dispositivo di appoggio.

** Lo spostamento è stato valutato sulla base dell'azione sismica attesa assumendo una rigidezza di 2,25 kNmm 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 [kNmm]
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 sottostrutture.

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.

Calcestruzzo		C25/30	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
fck	25	N/mm ²	Rck	30 N/mm ²
fcd	-14,17	N/mm ²	n	2,00
ε c2	-0,0020		ε cu	-0,0035
Acciaio		B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
f _{yd}	391,3	N/mm ²	Es	210000 N/mm ²
k = (f _t /f _y)k	1			
ε u _d	0,0675		ε u _k	0,075
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 ²	csup	45 mm
Ainf	1900	mm ²	cinf	50 mm
N _{Ed} (>0 traz)	0	kN	M _{Ed}	204 kNm
Y	57,1	mm		
ε c min‰	-3,50		ε s max‰	17,94
MRd	241	kNm	M _{rd} ≥ M _{ed}	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 ²	csup	45 mm
Ainf	1900	mm ²	cinf	50 mm
N _{Ed} (>0 traz)	0	kN	M _{Ed}	184 kNm
Y	118,5	mm		
ε c min‰	-0,95		ε s max‰	1,86
M' _{yd}	229	kNm	M' _{yd} ≥ M _{ed}	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 ²	csup	60 mm
Ainf	1005	mm ²	cinf	70 mm
N _{Ed} (>0 traz)	0	kN	M _{Ed}	97 kNm
Y	45,7	mm		
ε c min‰	-3,50		ε s max‰	21,77
MRd	128	kNm	M _{rd} ≥ M _{ed}	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 ²	csup	60	mm
Ainf	1005	mm ²	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 ²	csup	45	mm
Ainf	1900	mm ²	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 ²	csup	45	mm
Ainf	1900	mm ²	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 ²	csup	60	mm
Ainf	1005	mm ²	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 ²	csup	60	mm
Ainf	1005	mm ²	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 \geq 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	ρ_1	0,00543	VRd(vmin)	143 KN
		k	1,756		
Asl [mm ²]	1900	Vmin	0,4071913	VRd	176 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	170,0 KN
σ_{cp}	0,0				
				VRd \geq 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
α_c	1				
α [°]	90			VRd	435 KN
θ [°]	21,8	cotg θ	2,500	VEd	273 KN
s [mm]	400				
Asw [mm ²]	565			VRd \geq 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	ρ_1 k	0,00305	VRd(Asl)	139 KN
bw [mm]	1000		1,778	VRd(vmin)	137 KN
Asl [mm ²]	1005		0,4150672	VRd	139 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	135 KN
σ_{cp}	0,0				
				VRd \geq 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
αc	1				
α [°]	90			VRd	410 KN
θ [°]	21,8			cotg θ	2,500
s [mm]	200				
Asw [mm2]	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 ²	csup	64	mm
Ainf	2543,4	mm ²	cinf	67	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	250	kNm
Y	76,4	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	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 ²	csup	64	mm
Ainf	2543,4	mm ²	cinf	67	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	275	kNm
Y	149,9	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-0,99		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	377	kNm	M'yd \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 ²	csup	64	mm
Ainf	2543,4	mm ²	cinf	67	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-40	kNm
Y	58,4	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	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 ²	csup	64	mm
Ainf	2543,4	mm ²	cinf	67	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-80	kNm
Y	94,3	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-0,51		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	-156	kNm	M'yd \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 ²	csup	64	mm
Ainf	1271,7	mm ²	cinf	67	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	80	kNm
Y	57,7	mm			
$\varepsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\varepsilon_s \text{ max}\%$	22,78	
MRd	210	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	64	mm
Ainf	1271,7	mm ²	cinf	67	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	105	kNm
Y	105,0	mm			
$\varepsilon_c \text{ min}\%$	-0,60		$\varepsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	195	kNm	M'yd \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 ²	csup	64	mm
Ainf	1271,7	mm ²	cinf	67	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-140	kNm
Y	67,8	mm			
$\varepsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\varepsilon_s \text{ max}\%$	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 ²	csup	64	mm
Ainf	1271,7	mm ²	cinf	67	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-210	kNm
Y	134,0	mm			
$\varepsilon_c \text{ min}\%$	-0,83		$\varepsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	-304	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	48	mm
Ainf	1271,7	mm ²	cinf	49	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	160	kNm
Y	46,1	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	30,77	
MRd	216	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	48	mm
Ainf	1271,7	mm ²	cinf	49	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	180	kNm
Y	110,5	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-0,60		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	205	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	48	mm
Ainf	1271,7	mm ²	cinf	49	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-75	kNm
Y	43,8	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	32,59	
MRd	-174	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	48	mm
Ainf	1271,7	mm ²	cinf	49	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-120	kNm
Y	97,7	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-0,51		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	-164	kNm	M'yd \geq 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	ρ_1 k		VRd(Asl)	198 KN
bw [mm]	1000		0,00463	VRd(vmin)	165 KN
			1,679		
Asl [mm2]	2009,6	Vmin	0,380674	VRd	198 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	190,0 KN
σ_{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	ρ_1 k		VRd(Asl)	157 KN
bw [mm]	1000		0,00232	VRd(vmin)	165 KN
			1,679		
Asl [mm2]	1004,8	Vmin	0,380674	VRd	165 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	160,0 KN
σ_{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	
αc	1					
α [°]	90	cotg θ	2,500	VRd	540 KN	
θ [°]	21,8			VEd	315 KN	
s [mm]	200					
Asw [mm²]	282,5					
				VRd ≥ VEd	OK	

SEZIONE PLATEA SBALZO (dir. corta)					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
f_{ck} [Mpa]	25	f_{cd} [Mpa]	14,17		
f_{yk} [Mpa]	450	f_{yd} [Mpa]	391,3		
d [mm]	451	ρ_1 k	0,00282	$V_{Rd}(Asl)$	173 KN
b_w [mm]	1000		1,666	$V_{Rd}(vmin)$	170 KN
Asl [mm ²]	1271,7		0,376289	V_{Rd}	173 KN
N_{Ed} [KN]	0	$N_{Ed} > 0$, compr.		V_{Ed}	170,0 KN
σ_{cp}	0,0				
				$V_{Rd} \geq V_{Ed}$	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	cotg θ	2,500	VRcd	991 KN
bw [mm]	1000			VRsd	561 KN
αc	1				
α [°]	90			VRd	561 KN
θ [°]	21,8			VED	325 KN
s [mm]	400				
Asw [mm2]	565	VRd ≥ VEd		OK	

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 - Nmax

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

Titolo: Base nucleo scale - SLU 1 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

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	6,215	23	156,5
2	6,215	-23	156,5
3	6,215	69	156,5
4	6,215	-69	156,5
5	6,215	23	-156,5
6	6,215	-23	-156,5

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 2480 kN
M_{xEd}: 1360 kNm
M_{yEd}: 510 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C32/40

ϵ_{su} : 67,5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391,3 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5 ‰
 E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 18,13 N/mm²
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0,8
 ϵ_{syd} : 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,7333
 τ_{c1} : 2,114

M_{xRd}: 10,094 kN m
M_{yRd}: 3,545 kN m
 σ_c : -18,13 N/mm²
 σ_s : 391,3 N/mm²
 ϵ_c : 3,5 ‰
 ϵ_s : 13,72 ‰
d: 359,5 cm
x: 73,07 x/d: 0,2032
 ϕ : 0,7

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° : 328

Precompresso

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

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

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

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	6,215	23	156,5
2	6,215	-23	156,5
3	6,215	69	156,5
4	6,215	-69	156,5
5	6,215	23	-156,5
6	6,215	-23	-156,5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 1495 0 kN
M_{xEd} 1360 0 kNm
M_{yEd} 510 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 8,739 kN m
M_{yRd} 3,307 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 15,98 ‰
d 359,5 cm
x 64,6 x/d 0,1797
 δ 0,7

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° 328
☐ Precompresso

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

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

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

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	6,215	23	156,5
2	6,215	-23	156,5
3	6,215	69	156,5
4	6,215	-69	156,5
5	6,215	23	-156,5
6	6,215	-23	-156,5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 2380 0 kN
M_{xEd} 1230 0 kNm
M_{yEd} 600 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 9,965 kN m
M_{yRd} 3,519 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 13,91 ‰
d 359,5 cm
x 72,25 x/d 0,201
 δ 0,7

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° 328
☐ Precompresso

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

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

Titolo: Base nucleo scale - SLU 2 Nmin

N° Vertici Zoom N° barre 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

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	6,215	23	156,5
2	6,215	-23	156,5
3	6,215	69	156,5
4	6,215	-69	156,5
5	6,215	23	-156,5
6	6,215	-23	-156,5

Sollecitazioni
S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} N/mm²
τ_{c1} N/mm²

M_{xRd} kN m
M_{yRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

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.
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ°
☐ Precompresso

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

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

Titolo: Base nucleo scale - SSX

N° Vertici Zoom N° barre 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

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	6,215	23	156,5
2	6,215	-23	156,5
3	6,215	69	156,5
4	6,215	-69	156,5
5	6,215	23	-156,5
6	6,215	-23	-156,5

Sollecitazioni
S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} N/mm²
τ_{c1} N/mm²

M_{xRd} kN m
M_{yRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

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.
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ°
☐ Precompresso

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

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

Titolo: Base nucleo scale - SSY

N° Vertici: 10 Zoom N° barre: 16 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-92,5	166,5	1	6,215	23	156,5
2	92,5	166,5	2	6,215	-23	156,5
3	92,5	-166,5	3	6,215	69	156,5
4	-92,5	-166,5	4	6,215	-69	156,5
5	-92,5	166,5	5	6,215	23	-156,5
6	-72,5	146,5	6	6,215	-23	-156,5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 1435 0 kN
M_{Ed} 1250 0 kNm
M_{yEd} 435 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} 1,86 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 2 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{cl} 2,114

M xRd 6,281 kN m
M yRd 1,792 kN m
σ_c -10,99 N/mm²
σ_s 372 N/mm²
ε_c 0,7448 ‰
ε_s 1,86 ‰
d 359,5 cm
x 102,8 x/d 0,2859
δ 0,7974

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° 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 ²	csup	46 mm
Ainf	565,2 mm ²	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 mm2	csup	46 mm
Ainf	565,2 mm2	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'yd	-19 kNm	M'yd ≥ 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	ρ_1 k		VRd(Asl)	112 KN
bw [mm]	200		0,00382	VRd(vmin)	94 KN
			1,368		
Asl [mm ²]	1130	Vmin	0,3166541	VRd	112 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	97,5 KN
σ_{cp}	0,0			VRd \geq VEd	OK

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	ρ_1 k		VRd(Asl)	161 KN
bw [mm]	200		0,00338	VRd(vmin)	136 KN
			1,292		
Asl [mm ²]	1582	Vmin	0,2908805	VRd	161 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	70 KN
σ_{cp}	0,0			VRd \geq 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	97,5 kN
n. barre incl	0		e	0 mm
A barre incl	0 mmq		lw (altezz sez)	1850 mm
θ (angolo)	45 °		bw (largh sez)	200 mm
			Z (braccio coppia int)	1620 mm
			c (copriferro)	50 mm
			ξ (h compr/h tot)	0,00
			Ned	0 kN
			Med	0 kNm
Barre dritte			μf (cls-cls)	0,6
Ø barre dritte	12 mm		αj	0,48
n. barre dritte	18			
A barre	2036 mmq			
Materiale acciaio			Materiale CLS	
fyk	450 Mpa		fck	32 Mpa
ys	1,15		ys	2,025
fyd	391 Mpa		fcd	13,43 Mpa
Vdd	<div>a) 192 kN b) 199 kN</div>	192	kN	
Vid	0	0	kN	
Vfd	<div>a) 0 kN b) 0 kN</div>	0	kN	
Vrd,s	= Vdd + Vid + Vfd =		191,9 kN	OK (Vrd,s>Ved)

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 (largh 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
Vdd	a) 298 kN b) 310 kN	298	kN
Vid	0	0	kN
Vfd	a) 0 kN b) 0 kN	0	kN
Vrd,s	= Vdd + Vid + Vfd =		298,5 kN OK (Vrd,s>Ved)

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 divise poi $\Phi 14/10$. Di seguito le verifiche delle sezioni più significative:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmin_rev01

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

Titolo: Base accesso monte - SLU Nmin

N° Vertici Zoom N° barre 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 [cm²]	x [cm]	y [cm]
8	24,13	80	0
9	22,12	80	-60
10	22,12	-80	60
11	24,13	-80	0
12	22,12	-80	-60

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 0 kNm
M yEd 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipologia
☒ Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M xRd kN m
M yRd kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 13,67 ‰
d cm
x x/d
 δ

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n

Tipologia flessione
☒ Retta ☐ Deviata

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

Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmax_rev01

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

Titolo: Base accesso monte - SLU Nmax

N° Vertici Zoom N° barre 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 [cm²]	x [cm]	y [cm]
8	24,13	80	0
9	22,12	80	-60
10	22,12	-80	60
11	24,13	-80	0
12	22,12	-80	-60

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 0 kNm
M yEd 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipologia
☒ Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M xRd kN m
M yRd kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 12,66 ‰
d cm
x x/d
 δ

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n

Tipologia flessione
☒ Retta ☐ Deviata

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

Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-X_rev01

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

Titolo: Base accesso monte - SLV-X

N° Vertici Zoom N° barre 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 [cm²]	x [cm]	y [cm]
8	24,13	80	0
9	22,12	80	-60
10	22,12	-80	60
11	24,13	-80	0
12	22,12	-80	-60

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
M_{yRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

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.

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

☐ Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLV-Y_rev01

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

Titolo: Base accesso monte - SLV-Y

N° Vertici Zoom N° barre 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 [cm²]	x [cm]	y [cm]
8	24,13	80	0
9	22,12	80	-60
10	22,12	-80	60
11	24,13	-80	0
12	22,12	-80	-60

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
M_{yRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

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.

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

☐ Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLU - Nmin_interm_rev01

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

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

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 [cm²]	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} 330 0 kN
M_{xEd} 1270 0 kNm
M_{yEd} 295 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 6,657 kN m
M_{yRd} 2,504 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 14,85 ‰
d 194,2 cm
x 37,03 x/d 0,1907
 δ 0,7

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 - Nmax_interm_rev01

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

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

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 [cm²]	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} 590 0 kN
M_{xEd} 1270 0 kNm
M_{yEd} 295 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 6,852 kN m
M_{yRd} 2,496 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 14,39 ‰
d 194,2 cm
x 37,98 x/d 0,1956
 δ 0,7

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-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 [cm²]	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} 300 0 kN
M_{xEd} 905 0 kNm
M_{yEd} 555 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 1,86 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 2 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 4,772 kN m
M_{yRd} 1,081 kN m
 σ_c -11,5 N/mm²
 σ_s 372 N/mm²
 ϵ_c 0,7907 ‰
 ϵ_s 1,86 ‰
d 194,2 cm
x 57,92 x/d 0,2983
 δ 0,8129

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_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 [cm²]	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} 270 0 kN
M_{xEd} 1445 0 kNm
M_{yEd} 205 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 1,86 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 2 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 4,751 kN m
M_{yRd} 1,077 kN m
 σ_c -11,46 N/mm²
 σ_s 372 N/mm²
 ϵ_c 0,7869 ‰
 ϵ_s 1,86 ‰
d 194,2 cm
x 57,72 x/d 0,2973
 δ 0,8116

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_foro

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

Titolo: Sez foro accesso monte - SLU Nmin

N° Vertici 13 Zoom N° barre 12 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 [cm²]	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 Ed 228 0 kN
M xEd 845 0 kNm
M yEd 80 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M xRd 6.418 kN m
M yRd 641,6 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 14,29 ‰
d 177,8 cm
x 34,98 x/d 0,1967
 δ 0,7

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° 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° barre 12 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 [cm²]	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 Ed 450 0 kN
M xEd 845 0 kNm
M yEd 80 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M xRd 6.545 kN m
M yRd 806,8 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 12,85 ‰
d 180,3 cm
x 38,6 x/d 0,214
 δ 0,7075

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° 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 [cm²]	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} 200 0 kN
M_{xEd} 490 0 kNm
M_{yEd} 160 0 kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 1,86 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 2 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 4.432 kN m
M_{yRd} 1.230 kN m
 σ_c -13,77 N/mm²
 σ_s 372 N/mm²
 ϵ_c 1,019 ‰
 ϵ_s 1,86 ‰
d 194,2 cm
x 68,73 x/d 0,354
 δ 0,8825

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 [cm²]	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} 165 0 kN
M_{xEd} 675 0 kNm
M_{yEd} 55 0 kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 1,86 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 2 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 4.411 kN m
M_{yRd} 1.226 kN m
 σ_c -13,72 N/mm²
 σ_s 372 N/mm²
 ϵ_c 1,013 ‰
 ϵ_s 1,86 ‰
d 194,2 cm
x 68,46 x/d 0,3526
 δ 0,8808

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 [cm²]	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_{Ed} 175 0 kN
M_{Ed} 785 0 kNm
M_{yEd} 15 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 6.813 kN m
M_{yRd} 284,8 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 27,31 ‰
d 172,7 cm
x 19,61 x/d 0,1136
 δ 0,7

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° 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 [cm²]	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_{Ed} 380 0 kN
M_{Ed} 785 0 kNm
M_{yEd} 15 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 6.963 kN m
M_{yRd} 314,8 kN m
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 26,64 ‰
d 172,7 cm
x 20,05 x/d 0,1161
 δ 0,7

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° 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 [cm²]	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.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali B450C C32/40

ϵ_{su} 1,86 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 2 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M xRd 4.670 kN m
M yRd 1.065 kN m
 σ_c -11,29 N/mm²
 σ_s 372 N/mm²
 ϵ_c 0,7716 ‰
 ϵ_s 1,86 ‰
d 194,2 cm
x 56,93 x/d 0,2932
 δ 0,8065

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 [cm²]	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.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato acciaio - Acciaio elastico

Materiali B450C C32/40

ϵ_{su} 1,86 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 2 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M xRd 4.647 kN m
M yRd 1.061 kN m
 σ_c -11,24 N/mm²
 σ_s 372 N/mm²
 ϵ_c 0,7671 ‰
 ϵ_s 1,86 ‰
d 194,2 cm
x 56,7 x/d 0,292
 δ 0,805

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 ²	csup	47	mm
Ainf	1538,6	mm ²	cinf	47	mm
NEd (>0 traz)	200	kN	MEd	14	kNm
Y	40,3	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	14,15	
MRd	96	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	60	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	60	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	13,5	kNm
Y	30,1	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	18,60	
MRd	50	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	47	mm
Ainf	1538,6	mm ²	cinf	47	mm
NEd (>0 traz)	300	kN	MEd	17	kNm
Y	38,2	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	10,51	
MRd	65	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	60	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	60	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	15	kNm
Y	30,1	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	12,77	
MRd	39	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	47	mm
Ainf	1538,6	mm ²	cinf	47	mm
NEd (>0 traz)	300	kN	MEd	14	kNm
Y	52,8	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-0,65		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	79	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	60	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	60	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	13,5	kNm
Y	47,6	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-0,62		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	39	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	47	mm
Ainf	1538,6	mm ²	cinf	47	mm
NEd (>0 traz)	400	kN	MEd	15	kNm
Y	41,6	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-0,69		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	50	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	60	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	60	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	15	kNm
Y	41,9	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-0,80		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	30	kNm	M'yd \geq 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
α_c	1				
α [°]	90			VRd	677 KN
θ [°]	45	cotg θ	1,000	VEd	242,5 KN
s [mm]	200				
Asw [mm ²]	226,2			VRd \geq 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	ρ_1	0,00233	VRd(vmin)	118 KN
		k	1,341		
Asl [mm ²]	804,0	Vmin	0,307287	VRd	120 KN
NEd [KN]	80	NEd > 0 , compr.		VEd	115,0 KN
σ_{cp}	0,2				
				VRd \geq 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 (largh sez)	250 mm
		Z (braccio coppia int)	1622,7 mm
		c (copriferro)	47 mm
		ξ (h compr/h tot)	0,00
Barre dritte		Ned	0 kN
Ø barre dritte	14 mm	Med	0 kNm
n. barre dritte	30	μf (cls-cls)	0,6
A barre	4618 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
Vdd	a) 435 kN b) 452 kN	435	kN
Vid	0	0	kN
Vfd	a) 0 kN b) 0 kN	0	kN
Vrd,s	= Vdd + Vid + Vfd =		435,3 kN OK (Vrd,s>Ved)

VERIFICA SCORRIMENTO/TRANCIAMENTO (§7.4.4.5.1 NTC2018)

Barre inclinate		Dati	
Ø barre incl	0 mm	Ved	115 kN
n. barre incl	0	e	0 mm
A barre incl	0 mmq	lw (altezz sez)	1800 mm
θ (angolo)	45 °	bw (largh sez)	200 mm
		Z (braccio coppia int)	1577,7 mm
		c (copriferro)	47 mm
		ξ (h compr/h tot)	0,00
		Ned	0 kN
		Med	0 kNm
		μf (cls-cls)	0,6
		αj	0,48
Barre dritte		Materiale CLS	
Ø barre dritte	14 mm	fck	32 Mpa
n. barre dritte	30	ys	2,025
A barre	4618 mmq	fcd	13,43 Mpa
Materiale acciaio			
fyk	450 Mpa		
ys	1,15		
fyd	391 Mpa		
Vdd	a) 435 kN b) 452 kN	435	kN
Vid	0	0	kN
Vfd	a) 0 kN b) 0 kN	0	kN
Vrd,s	= Vdd + Vid + Vfd =		435,3 kN OK (Vrd,s>Ved)

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.

Calcestruzzo		C32/40	NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
fck	32	N/mm2	Rck	40 N/mm2
fcd	-18,13	N/mm2	n	2,00
ε c2	-0,0020		ε cu	-0,0035
Acciaio		B450C	NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
f _{yd}	391,3	N/mm2	E _s	210000 N/mm2
k = (f _t /f _y) _k	1			
ε _{ud}	0,0675		ε _{uk}	0,075
Pianerottolo scala 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	160	mm	B	1000 mm
Asup	1005	mm2	csup	48 mm
Ainf	565,2	mm2	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

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	mm2	csup	48 mm
Ainf	565,2	mm2	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'yd	24	kNm	M'yd ≥ Med	ok

Pianerottolo scala 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	160	mm	B	1000 mm
Asup	1005	mm2	csup	48 mm
Ainf	565,2	mm2	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 ²	csup	48	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	46	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-20	kNm
Y	44,7	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-1,24		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	-38	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	64	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	15	kNm
Y	41,8	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	5,04	
MRd	37	kNm	MRd \geq 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 ²	csup	64	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	7	kNm
Y	41,0	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-1,25		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	27	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	64	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-35	kNm
Y	39,8	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	4,95	
MRd	-39	kNm	MRd \geq 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 ²	csup	64	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-20	kNm
Y	43,6	mm			
ϵ_c min‰	-1,55		ϵ_s max‰	1,86	
M'yd	-34	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	48	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	46	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-32	kNm
Y	35,3	mm			
ϵ_c min‰	-3,50		ϵ_s max‰	6,60	
MRd	-38	kNm	MRd \geq 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 ²	csup	48	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	46	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-18	kNm
Y	42,8	mm			
ϵ_c min‰	-1,35		ϵ_s max‰	1,86	
M'yd	-34	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	64	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-25	kNm
Y	39,8	mm			
ϵ_c min‰	-3,50		ϵ_s max‰	4,07	
MRd	-35	kNm	MRd \geq Med	ok	

Rampa scale 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	150	mm	B	1000	mm
Asup	1005	mm ²	csup	64	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	-12	kNm
Y	41,9	mm			
ε c min‰	-1,77		ε s max‰	1,86	
M'yd	-31	kNm	M'yd ≥ 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 ²	csup	64	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	3	kNm
Y	41,8	mm			
ε c min‰	-3,50		ε s max‰	4,20	
MRd	35	kNm	Mrd ≥ Med	ok	

Rampa scale 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	150	mm	B	1000	mm
Asup	1005	mm ²	csup	64	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	0	kN	MEd	2	kNm
Y	40,3	mm			
ε c min‰	-1,45		ε 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	ρ_1 k	0,01058 2,000	VRd(Asl)	74 KN
bw [mm]	1000			VRd(vmin)	53 KN
Asl [mm2]	1005			Vmin	0,56
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	70 KN
σ_{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	ρ_1 k	0,00914 2,000	VRd(Asl)	81 KN	
bw [mm]	1000			VRd(vmin)	62 KN	
Asl [mm2]	1005			VRd	81 KN	
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	70 KN	
σ_{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	ρ_1 k	0,01005 2,000	VRd(Asl)	76 KN
bw [mm]	1000			VRd(vmin)	56 KN
Asl [mm2]	1005			VRd	76 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	45 KN
σ_{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	ρ_1	0,01182	VRd(Asl)	68 KN
bw [mm]	1000			VRd(vmin)	48 KN
				k	2,000
Asl [mm2]	1005	Vmin	0,56	VRd	68 KN
NEd [KN]	0	NEd >0 , compr.		VEd	35 KN
σ_{cp}	0,0				
				VRd ≥ VEd	OK

8.5 VERIFICHE DEI PIANEROTTOLI ACCESSO LATO MONTE

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

Calcestruzzo		C32/40		NTC 2018 4.1.2.1.2.1(a)	
fck	32	N/mm2	Rck	40	N/mm2
fcd	-18,13	N/mm2	n	2,00	
ε c2	-0,0020		ε cu	-0,0035	

Acciaio		B450C		NTC 2018 4.1.2.1.2.2 (b)	
f _{yd}	391,3	N/mm2	E _s	210000	N/mm2
k = (f _t /f _y)k	1				
ε _{ud}	0,0675		ε _{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	B	1000	mm
A _{sup}	1004,8	mm ²	c _{sup}	48	mm
A _{inf}	565,2	mm ²	c _{inf}	46	mm
NEd (>0 traz)	140	kN	MEd	10	kNm
Y	31,6	mm			
ε c min‰	-3,50		ε s max‰	8,02	
MRd	25	kNm	M _{rd} ≥ M _{ed}	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
A _{sup}	1004,8	mm ²	c _{sup}	48	mm
A _{inf}	565,2	mm ²	c _{inf}	46	mm
NEd (>0 traz)	30	kN	MEd	5,5	kNm
Y	35,6	mm			
ε c min‰	-0,97		ε s max‰	1,86	
M' _{yd}	21	kNm	M' _{yd} ≥ M _{ed}	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	B	1000	mm
A _{sup}	1004,8	mm ²	c _{sup}	48	mm
A _{inf}	565,2	mm ²	c _{inf}	46	mm
NEd (>0 traz)	320	kN	MEd	-15	kNm
Y	20,1	mm			
ε c min‰	-3,50		ε s max‰	14,29	
MRd	-24	kNm	M _{rd} ≥ M _{ed}	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 ²	csup	48	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	46	mm
NEd (>0 traz)	110	kN	MEd	-8,5	kNm
Y	38,0	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-1,11		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	-29	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	62	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	30	kN	MEd	6,5	kNm
Y	28,1	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	7,96	
MRd	27	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	62	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	80	kN	MEd	4	kNm
Y	32,6	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-1,02		$\epsilon_s \text{ max}\%$	1,86	
M'yd	18	kNm	M'yd \geq 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 ²	csup	62	mm
Ainf	565,2	mm ²	cinf	58	mm
NEd (>0 traz)	180	kN	MEd	-4,5	kNm
Y	17,8	mm			
$\epsilon_c \text{ min}\%$	-3,50		$\epsilon_s \text{ max}\%$	13,76	
MRd	-17	kNm	Mrd \geq 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 ²	csup	62	mm
Ainf	565,2	mm ²	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'yd	-11	kNm	M'yd \geq Med	ok	

Le verifiche a taglio sono state condotte, ai sensi delle NTC2018, considerando 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	ρ_1	0,00554	VRd(vmin)	57 KN
		k	2,000		
Asl [mm ²]	565,2	Vmin	0,56	VRd	64 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	33,0 KN
σ_{cp}	0,0				
				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	ρ_1	0,00614	VRd(vmin)	52 KN
		k	2,000		
Asl [mm ²]	565,2	Vmin	0,56	VRd	60 KN
NEd [KN]	0	NEd > 0 , compr.		VEd	25 KN
σ_{cp}	0,0				
				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: Mensola appoggi Htot_nuova_sol_rev01

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

Titolo: Mensola appoggi Htot

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 5 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	35	72

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,09	4,9
2	9,42	8
3	9,42	12,7
4	9,42	50,7
5	6,03	66

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -235 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipi rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipi flessione
Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} -548,8 kNm

σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 10,37 ‰
d 67,1 cm
x 16,94 x/d 0,2524
 δ 0,7555

Verifica C.A. S.L.U. - File: Mensola appoggi Hmin_nuova_sol_rev01

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

Titolo: Mensola appoggi Hmin

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	35	27,5

N°	As [cm²]	d [cm]
1	9,42	6,2
2	6,03	21,5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -43 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipi rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipi flessione
Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} -67,41 kNm

σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 7,935 ‰
d 21,3 cm
x 6,519 x/d 0,3061
 δ 0,8226

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave sotto soletta sommita_nuova_sol_rev01

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

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 [cm²]	d [cm]
1	6,28	6
2	6,28	66

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 100 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333 ‰
τ_{c1} 2,114 ‰

M_{xRd} 155,2 kN m

σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 33,55 ‰
d 66 cm
x 6,234 x/d 0,09446
δ 0,7

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 M-N
L₀ 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

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

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

Titolo: Interno mensola

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	24

N°	As [cm²]	d [cm]
1	4,52	7,5
2	4,52	16,5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 25 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333 ‰
τ_{c1} 2,114 ‰

M_{xRd} 29,05 kN m

σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 6,247 ‰
d 16,5 cm
x 5,925 x/d 0,3591
δ 0,8869

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 M-N
L₀ 0 cm Col. modello

☐ 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
αc	1				
α [°]	90			VRd	263 KN
θ [°]	45	cotg θ	1,000	VEd	135 KN
s [mm]	200				
Asw [mm²]	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
αc	1				
α [°]	90			VRd	167 KN
θ [°]	45	cotg θ	1,000	VEd	125 KN
s [mm]	100				
Asw [mm²]	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
αc	1				
α [°]	90			VRd	525 KN
θ [°]	45	cotg θ	1,000	VEd	262 KN
s [mm]	200				
Asw [mm²]	452			VRd ≥ VEd	OK

Trave sotto-soletta sommità vano ascensore					
Sezione con armature trasversali a taglio					
f_{ck} [Mpa]	32	f_{cd} [Mpa]	18,13		
f_{yk} [Mpa]	450	f_{yd} [Mpa]	391,3		
d [mm]	660			V_{Rcd}	663 KN
b_w [mm]	250			V_{Rsd}	313 KN
α_c	1				
α [°]	90			V_{Rd}	313 KN
θ [°]	40	$\cotg \theta$	1,192	V_{Ed}	262 KN
s [mm]	200				
A_{sw} [mm ²]	226			$V_{Rd} \geq V_{Ed}$	OK

Interno mensola					
Sezione senza armature trasversali a taglio					
f_{ck} [Mpa]	32	f_{cd} [Mpa]	18,13		
f_{yk} [Mpa]	450	f_{yd} [Mpa]	391,3		
d [mm]	165			$V_{Rd}(A_{sl})$	82 KN
b_w [mm]	1000	ρ_1	0,00274	$V_{Rd}(v_{min})$	92 KN
		k	2,000		
A_{sl} [mm ²]	452	v_{min}	0,56	V_{Rd}	92 KN
N_{Ed} [KN]	0	$N_{Ed} > 0$, compr.		V_{Ed}	68 KN
σ_{cp}	0,0			$V_{Rd} \geq V_{Ed}$	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		
b	100 cm	Rck 30 N/mm ²		$\sigma_{cls\ sup} = 7,8\ N/mm^2$	$\leq 0,45\ f_{ck} = 11,3\ N/mm^2$
H	40,0 cm	fyk 450 N/mm ²		$\sigma_{s\ sup} = 70,8\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
c inf	5,0 cm	c sup 4,5 cm		$\sigma_{s\ inf} = -241,2\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
s inf	10,0 cm	s sup 20,0 cm			
ϕ inf	1,6 cm	ϕ sup 1,2 cm		fck 25 N/mm ²	
As inf	20,11 cm ²	As sup 5,65 cm ²			

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

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

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

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

Pianerottolo scala valle M2 (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente	
M	6,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 4,0\ N/mm^2 \leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ sup} = -32,6\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ inf} = -87,3\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $f_{ck}\ 32\ N/mm^2$	
b	100 cm	R _{ck} 40 N/mm ²		
H	16,0 cm	f _{yk} 450 N/mm ²		
c inf	5,8 cm	c sup 6,4 cm		
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm		
φ inf	1,2 cm	φ sup 1,6 cm		
As inf	5,65 cm ²	As sup 10,05 cm ²		

Pianerottolo scala valle M1- (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente	
M	25,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 11,5\ N/mm^2 \leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ sup} = -3,5\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ inf} = -255,8\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $f_{ck}\ 32\ N/mm^2$	
b	100 cm	R _{ck} 40 N/mm ²		
H	16,0 cm	f _{yk} 450 N/mm ²		
c inf	4,8 cm	c sup 4,6 cm		
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm		
φ inf	1,6 cm	φ sup 1,2 cm		
As inf	10,05 cm ²	As sup 5,65 cm ²		

Pianerottolo scala valle M2- (SLE Rara)			Combinazione: SLE Rara	
M	25,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 15,2\ N/mm^2 \leq 0,6\ f_{ck} = 19,2\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ sup} = -79,3\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ inf} = -280,7\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $f_{ck}\ 32\ N/mm^2$	
b	100 cm	R _{ck} 40 N/mm ²		
H	16,0 cm	f _{yk} 450 N/mm ²		
c inf	6,4 cm	c sup 5,8 cm		
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm		
φ inf	1,6 cm	φ sup 1,2 cm		
As inf	10,05 cm ²	As sup 5,65 cm ²		

Pianerottolo scala valle M2- (SLE Qperm)			Combinazione: SLE Quasi permanente	
M	11,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 6,7\ N/mm^2 \leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ sup} = -34,9\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ inf} = -123,5\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $f_{ck}\ 32\ N/mm^2$	
b	100 cm	R _{ck} 40 N/mm ²		
H	16,0 cm	f _{yk} 450 N/mm ²		
c inf	6,4 cm	c sup 5,8 cm		
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm		
φ inf	1,6 cm	φ sup 1,2 cm		
As inf	10,05 cm ²	As sup 5,65 cm ²		

Rampa scala valle M1- (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente	
M	26,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 14,1\ N/mm^2 \leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ sup} = -15,5\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ inf} = -291,7\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $f_{ck}\ 32\ N/mm^2$	
b	100 cm	R _{ck} 40 N/mm ²		
H	15,0 cm	f _{yk} 450 N/mm ²		
c inf	4,8 cm	c sup 4,6 cm		
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm		
φ inf	1,6 cm	φ sup 1,2 cm		
As inf	10,05 cm ²	As sup 5,65 cm ²		

Rampa scala valle M2- (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente	
M	18,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata $\sigma_{cls\ sup} = 13,1\ N/mm^2 \leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ sup} = -83,4\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $\sigma_{s\ inf} = -218,5\ N/mm^2 \leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$ $f_{ck}\ 32\ N/mm^2$	
b	100 cm	R _{ck} 40 N/mm ²		
H	15,0 cm	f _{yk} 450 N/mm ²		
c inf	6,4 cm	c sup 5,8 cm		
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm		
φ inf	1,6 cm	φ sup 1,2 cm		
As inf	10,05 cm ²	As sup 5,65 cm ²		

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

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

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]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	Calcestruzzo		Acciaio	
				σ_c [N/mm ²]	$\leq 0,45\ f_{ck}$	σ_s [N/mm ²]	$\leq 0,8\ f_{yk}$
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 Frequente.

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

Sbalzo platea dir. Lunga M+ fronte (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	190,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	100 cm	Rck 30 N/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	= 6,3 N/mm ²	<= 0,45 fck = 11,3 N/mm ²
H	50,0 cm	fyk 450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup}$	= 51,4 N/mm ²	<= 0,8 fyk = 360,0 N/mm ²
c inf	6,7 cm	c sup 6,4 cm	$\sigma_{s\ inf}$	= -194,4 N/mm ²	<= 0,8 fyk = 360,0 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup 20,0 cm	fck 25 N/mm ²		
ϕ inf	1,8 cm	ϕ sup 1,6 cm			
As inf	25,45 cm ²	As sup 10,05 cm ²			

Sbalzo platea dir. Lunga M- fronte (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	35,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	100 cm	Rck 30 N/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	= 1,6 N/mm ²	<= 0,45 fck = 11,3 N/mm ²
H	50,0 cm	fyk 450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup}$	= 6,3 N/mm ²	<= 0,8 fyk = 360,0 N/mm ²
c inf	6,4 cm	c sup 6,7 cm	$\sigma_{s\ inf}$	= -87,3 N/mm ²	<= 0,8 fyk = 360,0 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup 10,0 cm	fck 25 N/mm ²		
ϕ inf	1,6 cm	ϕ sup 1,8 cm			
As inf	10,05 cm ²	As sup 25,45 cm ²			

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

Sbalzo platea dir. Lunga M- tergo (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	100,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	100 cm	Rck 30 N/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	= 3,5 N/mm ²	<= 0,45 fck = 11,3 N/mm ²
H	50,0 cm	fyk 450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup}$	= 25,0 N/mm ²	<= 0,8 fyk = 360,0 N/mm ²
c inf	6,4 cm	c sup 6,7 cm	$\sigma_{s\ inf}$	= -127,4 N/mm ²	<= 0,8 fyk = 360,0 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup 20,0 cm	fck 25 N/mm ²		
ϕ inf	1,6 cm	ϕ sup 1,8 cm			
As inf	20,11 cm ²	As sup 12,72 cm ²			

Sbalzo platea dir. Corta M+ (SLE Rara)			Combinazione: SLE Quasi permanente		
M	135,00 kNm	N= 0,00 kN	Sezione resistente: parzializzata		
b	100 cm	Rck 30 N/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	= 5,3 N/mm ²	<= 0,45 fck = 11,3 N/mm ²
H	50,0 cm	fyk 450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup}$	= 43,7 N/mm ²	<= 0,8 fyk = 360,0 N/mm ²
c inf	4,9 cm	c sup 4,8 cm	$\sigma_{s\ inf}$	= -256,4 N/mm ²	<= 0,8 fyk = 360,0 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup 20,0 cm	fck 25 N/mm ²		
ϕ inf	1,8 cm	ϕ sup 1,6 cm			
As inf	12,72 cm ²	As sup 10,05 cm ²			

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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup} = 3,0\ N/mm^2$	$\leq 0,45\ f_{ck} = 11,3\ N/mm^2$
H	50,0 cm	f _{yk}	450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup} = 21,5\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
c inf	4,8 cm	c sup	4,9 cm	$\sigma_{s\ inf} = -166,8\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	f _{ck} 25 N/mm ²	
φ inf	1,6 cm	φ sup	1,8 cm		
As inf	10,05 cm ²	As sup	12,72 cm ²		

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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup} = \#VALORE!$	$\leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$
H	25,0 cm	f _{yk}	450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup} = -46,1\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
c inf	4,7 cm	c sup	4,7 cm	$\sigma_{s\ inf} = -129,3\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
s inf	10,0 cm	s sup	10,0 cm	f _{ck} 32 N/mm ²	
φ inf	1,4 cm	φ sup	1,4 cm		
As inf	15,39 cm ²	As sup	15,39 cm ²		

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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup} = 2,7\ N/mm^2$	$\leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$
H	25,0 cm	f _{yk}	450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup} = -7,6\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
c inf	6,0 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ inf} = -110,4\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	f _{ck} 32 N/mm ²	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm		
As inf	5,65 cm ²	As sup	5,65 cm ²		

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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup} = 1,6\ N/mm^2$	$\leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$
H	20,0 cm	f _{yk}	450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup} = -31,2\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
c inf	4,7 cm	c sup	4,7 cm	$\sigma_{s\ inf} = -154,3\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
s inf	10,0 cm	s sup	10,0 cm	f _{ck} 32 N/mm ²	
φ inf	1,4 cm	φ sup	1,4 cm		
As inf	15,39 cm ²	As sup	15,39 cm ²		

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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup} = 4,4\ N/mm^2$	$\leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$
H	20,0 cm	f _{yk}	450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup} = -24,7\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
c inf	6,0 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ inf} = -146,1\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	f _{ck} 32 N/mm ²	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm		
As inf	5,65 cm ²	As sup	5,65 cm ²		

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

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

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

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

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]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	Calcestruzzo		Acciaio	
				σ _c [MPa]	≤ 0,45 f _{ck}	σ _c [MPa]	≤ 0,8 f _{yk}
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 Frequente.

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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup} = 12,4\ N/mm^2$	$\leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$
H	27,5 cm	f _{yk}	450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup} = 60,8\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
c inf	6,2 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ inf} = -260,2\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
s inf	11,7 cm	s sup	8,3 cm	f _{ck} 32 N/mm ²	
φ inf	2,0 cm	φ sup	1,6 cm		
As inf	6,73 cm ²	As sup	6,03 cm ²		

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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup} = 8,1\ N/mm^2$	$\leq 0,45\ f_{ck} = 14,4\ N/mm^2$
H	72,0 cm	f _{yk}	450 N/mm ²	$\sigma_{s\ sup} = 92,9\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
c inf	9,2 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ inf} = -183,2\ N/mm^2$	$\leq 0,8\ f_{yk} = 360,0\ N/mm^2$
s inf	11,7 cm	s sup	8,3 cm	f _{ck} 32 N/mm ²	
φ inf	3,2 cm	φ sup	1,6 cm		
As inf	17,02 cm ²	As sup	6,06 cm ²		

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:

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

dove:

Deformazione unitaria media delle barre	ε_{sm}
Distanza media tra le fessure	Δ_{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	Ordinario (fondazioni) Aggressivo (elevazioni)
Armature	Poco sensibili

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

Combinazione dei carichi - Frequente	$w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm (fondazioni)}$ $w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm (elevazioni)}$
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 $W1 = 0,2 \text{ mm}$ 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/mm ²	$\sigma_{cls \text{ sup}}$	7,2 N/mm ²
H	40,0 cm			$\sigma_{s \text{ sup}}$	68,1 N/mm ²
c inf	4,9 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s \text{ inf}}$	-192,2 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
ϕ inf	1,8 cm	ϕ sup	1,2 cm	$\sigma_{cls \text{ inf}}$	-5 N/mm ²
As inf	25,45 cm ²	As sup	5,65 cm ²	σ_{sr}	-111 N/mm ²
Parametri per Srm		Parametri per ε_{sm}		Srm	14,85 cm
k2	0,4	beta 1	1,0	ε_{sm}	7,633E-04
k3	0,125	beta 2	0,5	w _m	0,113 mm
deff	14 cm	Es	210000 N/mm ²	w _k	0,193 mm
Ac eff	1371 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²	w limite	
p r	0,018563287	fcfk	2,18 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	4,8 N/mm ²
H	40,0 cm			σ s sup	27,1 N/mm ²
c inf	6,7 cm	c sup	5,8 cm	σ s inf	-188,0 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,8 cm	φ sup	1,2 cm	σ cls inf	-2 N/mm ²
As inf	12,72 cm ²	As sup	5,65 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per εsm		σ sr	-202 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	26,47 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	3,802E-04
				w m	0,101 mm
deff	15 cm	Es	210000 N/mm ²	wk	0,171 mm
Ac eff	1537 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²		
ρ r	0,008279722	fcfk	2,18 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	1,3 N/mm ²
H	40,0 cm			σ s sup	4,3 N/mm ²
c inf	4,6 cm	c sup	4,9 cm	σ s inf	-91,9 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	10,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,8 cm	σ cls inf	-1 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	25,45 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per εsm		σ sr	-425 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	22,95 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	1,750E-04
				w m	0,040 mm
deff	13 cm	Es	210000 N/mm ²	wk	0,068 mm
Ac eff	1092 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²		
ρ r	0,005178449	fcfk	2,18 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	0,6 N/mm ²
H	40,0 cm			σ s sup	0,1 N/mm ²
c inf	5,8 cm	c sup	6,7 cm	σ s inf	-37,1 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,8 cm	σ cls inf	0 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	12,72 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per εsm		σ sr	-414 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	26,42 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	7,074E-05
				w m	0,019 mm
deff	14 cm	Es	210000 N/mm ²	wk	0,032 mm
Ac eff	1193 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²		
ρ r	0,004740834	fcfk	2,18 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	3,4 N/mm ²
H	16,0 cm			σ s sup	-9,3 N/mm ²
c inf	4,6 cm	c sup	4,6 cm	σ s inf	-98,9 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	10,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm	σ cls inf	-1 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	11,31 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per εsm		σ sr	-236 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	16,76 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	1,884E-04
				wm	0,032 mm
deff	6 cm	Es	210000 N/mm ²	wk	0,054 mm
Ac eff	509 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²		
ρ r	0,011119292	fcfk	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	8,1 N/mm ²
H	16,0 cm			σ s sup	3,4 N/mm ²
c inf	4,6 cm	c sup	4,6 cm	σ s inf	-171,6 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm	σ cls inf	-4 N/mm ²
As inf	11,31 cm ²	As sup	5,65 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per εsm		σ sr	-134 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	12,99 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	5,670E-04
				wm	0,074 mm
deff	6 cm	Es	210000 N/mm ²	wk	0,125 mm
Ac eff	563 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²		
ρ r	0,020075083	fcfk	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	4,1 N/mm ²
H	16,0 cm			σ s sup	-26,5 N/mm ²
c inf	5,8 cm	c sup	5,8 cm	σ s inf	-93,2 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	10,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm	σ cls inf	-1 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	11,31 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per εsm		σ sr	-213 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	19,09 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	1,775E-04
				wm	0,034 mm
deff	6 cm	Es	210000 N/mm ²	wk	0,058 mm
Ac eff	502 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²		
ρ r	0,011264656	fcfk	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup 10,0 N/mm ²
H	16,0 cm			σ s sup -39,7 N/mm ²
c inf	5,8 cm	c sup	5,8 cm	σ s inf -184,0 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup	20,0 cm	
ϕ inf	1,2 cm	ϕ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.
As inf	11,31 cm ²	As sup	5,65 cm ²	σ cls inf -4 N/mm ²
Parametri per Srm		Parametri per ϵ sm		σ sr -136 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm 15,43 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ sm 6,353E-04
				w m 0,098 mm
deff	6 cm	Es	210000 N/mm ²	w k 0,167 mm
Ac eff	570 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	
ρ r	0,019826549	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup 10,4 N/mm ²
H	15,0 cm			σ s sup 3,4 N/mm ²
c inf	4,9 cm	c sup	4,6 cm	σ s inf -179,4 N/mm ²
s inf	18,5 cm	s sup	20,0 cm	
ϕ inf	1,8 cm	ϕ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.
As inf	13,76 cm ²	As sup	5,65 cm ²	σ cls inf -5 N/mm ²
Parametri per Srm		Parametri per ϵ sm		σ sr -111 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm 15,07 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ sm 6,918E-04
				w m 0,104 mm
deff	5 cm	Es	210000 N/mm ²	w k 0,177 mm
Ac eff	515 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	
ρ r	0,026712914	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup 10,6 N/mm ²
H	15,0 cm			σ s sup -60,3 N/mm ²
c inf	6,4 cm	c sup	5,8 cm	σ s inf -165,8 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup	20,0 cm	
ϕ inf	1,2 cm	ϕ sup	1,2 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.
As inf	11,31 cm ²	As sup	5,65 cm ²	σ cls inf -4 N/mm ²
Parametri per Srm		Parametri per ϵ sm		σ sr -133 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm 16,46 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ sm 5,354E-04
				w m 0,088 mm
deff	5 cm	Es	210000 N/mm ²	w k 0,150 mm
Ac eff	540 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	
ρ r	0,020944409	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	1,1 N/mm ²
H	15,0 cm			σ s sup	-9,7 N/mm ²
c inf	5,8 cm	c sup	6,4 cm	σ s inf	-21,4 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	10,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm	σ cls inf	0 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	11,31 cm ²	σ sr	-170 N/mm ²
Parametri per Srm		Parametri per εsm		Srm	18,63 cm
k2	0,4	beta 1	1,0	ε sm	4,068E-05
k3	0,125	beta 2	0,5	w m	0,008 mm
deff	5 cm	Es	210000 N/mm ²	w k	0,013 mm
Ac eff	459 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²		
ρ r	0,012322062	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	3,2 N/mm ²
H	20,0 cm			σ s sup	-14,5 N/mm ²
c inf	4,6 cm	c sup	4,6 cm	σ s inf	-161,8 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm	σ cls inf	-2 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	5,65 cm ²	σ sr	-334 N/mm ²
Parametri per Srm		Parametri per εsm		Srm	18,30 cm
k2	0,4	beta 1	1,0	ε sm	3,082E-04
k3	0,125	beta 2	0,5	w m	0,056 mm
deff	8 cm	Es	210000 N/mm ²	w k	0,096 mm
Ac eff	654 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²		
ρ r	0,008651554	fck	2,64 N/mm ²	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.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Vano scale SLE rare

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

Titolo: Base nucleo scale - SLE Rare

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

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	6,215	23	156,5
2	6,215	-23	156,5
3	6,215	69	156,5
4	6,215	-69	156,5
5	6,215	23	-156,5
6	6,215	-23	-156,5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 2480 1495 kN
M_{xEd} 1360 975 kNm
M_{yEd} 510 415

Materiali
B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

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

σ_c -0,5385 N/mm²
σ_s 3,556 N/mm²
ε_s 0,01778 ‰
d 312,3 cm
x 216,9 x/d 0,6944
δ 1

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Si assume cautelativamente che la deformazione unitaria media delle barre ε_{sm} sia pari a σ_s/E_s = 1,90 * 10⁻⁵

La distanza massima delle fessure risulta pari a: Δs_m = 860 mm

Pertanto w_d = 1,7 ε_{sm} Δs_m = 0,028 mm < w₁ = 0,2 mm

La verifica risulta soddisfatta.

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

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

Sbalzo platea dir. Lunga M- fronte (SLE Freq)			
M	15,00 kNm	N=	0,00 kN
b	100 cm	Rck	30 N/mm ²
H	50,0 cm		
c inf	6,4 cm	c sup	6,7 cm
s inf	20,0 cm	s sup	10,0 cm
φ inf	1,6 cm	φ sup	1,8 cm
As inf	10,05 cm ²	As sup	25,45 cm ²
Parametri per Srm		Parametri per εsm	
k2	0,4	beta 1	1,0
k3	0,125	beta 2	0,5
deff	18 cm	Es	210000 N/mm ²
Ac eff	1760 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²
ρ r	0,005711987	fck	2,18 N/mm ²
		Sezione resistente: parzializzata	
		σ cls sup	0,7 N/mm ²
		σ s sup	2,7 N/mm ²
		σ s inf	-37,4 N/mm ²
		Tensioni su sezione inter. Reag.	
		σ cls inf	0 N/mm ²
		σ sr	-307 N/mm ²
		Srm	29,21 cm
		ε sm	7,129E-05
		w m	0,021 mm
		w k	0,035 mm
		w limite	0,200 mm

Sbalzo platea dir. Lunga M+ tergo (SLE Freq)			
M	40,00 kNm	N=	0,00 kN
b	100 cm	Rck	30 N/mm ²
H	50,0 cm		
c inf	6,7 cm	c sup	6,4 cm
s inf	20,0 cm	s sup	10,0 cm
φ inf	1,8 cm	φ sup	1,6 cm
As inf	12,72 cm ²	As sup	20,11 cm ²
Parametri per Srm		Parametri per εsm	
k2	0,4	beta 1	1,0
k3	0,125	beta 2	0,5
deff	19 cm	Es	210000 N/mm ²
Ac eff	1930 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²
ρ r	0,006592461	fck	2,18 N/mm ²
		Sezione resistente: parzializzata	
		σ cls sup	1,6 N/mm ²
		σ s sup	9,1 N/mm ²
		σ s inf	-79,9 N/mm ²
		Tensioni su sezione inter. Reag.	
		σ cls inf	-1 N/mm ²
		σ sr	-247 N/mm ²
		Srm	29,25 cm
		ε sm	1,521E-04
		w m	0,044 mm
		w k	0,076 mm
		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/mm ²	σ cls sup	3,2 N/mm ²
H	50,0 cm			σ s sup	22,5 N/mm ²
c inf	6,4 cm	c sup	6,7 cm	σ s inf	-114,7 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,6 cm	φ sup	1,8 cm	σ cls inf	-2 N/mm ²
As inf	20,11 cm ²	As sup	12,72 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ε _{sm}		σ sr	-163 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	20,20 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	2,184E-04
deff	18 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,044 mm
Ac eff	1760 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²	wk	0,075 mm
ρ r	0,011423973	fck	2,18 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	4,3 N/mm ²
H	50,0 cm			σ s sup	35,6 N/mm ²
c inf	4,9 cm	c sup	4,8 cm	σ s inf	-208,9 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,8 cm	φ sup	1,6 cm	σ cls inf	-2 N/mm ²
As inf	12,72 cm ²	As sup	10,05 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ε _{sm}		σ sr	-234 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	24,38 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	3,980E-04
deff	18 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,097 mm
Ac eff	1750 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²	wk	0,165 mm
ρ r	0,007270543	fck	2,18 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	1,7 N/mm ²
H	50,0 cm			σ s sup	12,3 N/mm ²
c inf	4,8 cm	c sup	4,9 cm	σ s inf	-95,3 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,6 cm	φ sup	1,8 cm	σ cls inf	-1 N/mm ²
As inf	10,05 cm ²	As sup	12,72 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ε _{sm}		σ sr	-291 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	24,73 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε sm	1,815E-04
deff	16 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,045 mm
Ac eff	1600 cm ²	fctm	2,60 N/mm ²	wk	0,076 mm
ρ r	0,006283185	fck	2,18 N/mm ²	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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	#VALORE!
H	25,0 cm			$\sigma_{s\ sup}$	-29,6 N/mm ²
c inf	4,7 cm	c sup	4,7 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-100,4 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup	10,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
ϕ inf	1,4 cm	ϕ sup	1,4 cm	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mm ²
As inf	15,39 cm ²	As sup	15,39 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ϵ_{sm}		σ_{sr}	-235 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	12,85 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ_{sm}	1,912E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,025 mm
Ac eff	625 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	w _k	0,042 mm
ρ_r	0,024630086	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	2,4 N/mm ²
H	25,0 cm			$\sigma_{s\ sup}$	-6,9 N/mm ²
c inf	6,0 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-100,4 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
ϕ inf	1,2 cm	ϕ sup	1,2 cm	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	5,65 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ϵ_{sm}		σ_{sr}	-347 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	23,06 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ_{sm}	1,912E-04
deff	10 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,044 mm
Ac eff	839 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	w _k	0,075 mm
ρ_r	0,006743207	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	1,8 N/mm ²
H	20,0 cm			$\sigma_{s\ sup}$	-19,8 N/mm ²
c inf	4,7 cm	c sup	4,7 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-126,5 N/mm ²
s inf	10,0 cm	s sup	10,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
ϕ inf	1,4 cm	ϕ sup	1,4 cm	$\sigma_{cls\ inf}$	-2 N/mm ²
As inf	15,39 cm ²	As sup	15,39 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ϵ_{sm}		σ_{sr}	-182 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	13,00 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ_{sm}	2,410E-04
deff	7 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,031 mm
Ac eff	661 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	w _k	0,053 mm
ρ_r	0,023301031	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	4,0 N/mm ²
H	20,0 cm			$\sigma_{s\ sup}$	-22,5 N/mm ²
c inf	6,0 cm	c sup	6,0 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-132,8 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
ϕ inf	1,2 cm	ϕ sup	1,2 cm	$\sigma_{cls\ inf}$	-1 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	5,65 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ϵ_{sm}		σ_{sr}	-290 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	21,13 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ_{sm}	2,530E-04
deff	8 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,053 mm
Ac eff	656 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	w _k	0,091 mm
ρ_r	0,008614421	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	4,2 N/mm ²
H	15,0 cm			$\sigma_{s\ sup}$	-43,8 N/mm ²
c inf	4,6 cm	c sup	4,8 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-167,8 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
ϕ inf	1,2 cm	ϕ sup	1,6 cm	$\sigma_{cls\ inf}$	-2 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	10,05 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ϵ_{sm}		σ_{sr}	-285 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	16,32 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ_{sm}	3,196E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,052 mm
Ac eff	467 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	w _k	0,089 mm
ρ_r	0,012096979	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	$\sigma_{cls\ sup}$	5,2 N/mm ²
H	15,0 cm			$\sigma_{s\ sup}$	-55,3 N/mm ²
c inf	4,8 cm	c sup	4,6 cm	$\sigma_{s\ inf}$	-218,1 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
ϕ inf	1,6 cm	ϕ sup	1,2 cm	$\sigma_{cls\ inf}$	-3 N/mm ²
As inf	10,05 cm ²	As sup	5,65 cm ²		
Parametri per Srm		Parametri per ϵ_{sm}		σ_{sr}	-203 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	Srm	16,16 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ϵ_{sm}	5,902E-04
deff	5 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,095 mm
Ac eff	523 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	w _k	0,162 mm
ρ_r	0,019213728	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	3,3 N/mm ²
H	15,0 cm			σ s sup	-43,3 N/mm ²
c inf	5,8 cm	c sup	6,2 cm	σ s inf	-88,1 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm	σ cls inf	-1 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	5,65 cm ²		
Parametri per S _{rm}		Parametri per ε _{sm}		σ sr	-237 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	S _{rm}	18,79 cm
k3	0,125	beta 2	0,5	ε _{sm}	1,678E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,032 mm
Ac eff	474 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	w _k	0,054 mm
ρ r	0,011919278	fck	2,64 N/mm ²	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/mm ²	σ cls sup	3,3 N/mm ²
H	15,0 cm			σ s sup	-96,7 N/mm ²
c inf	6,2 cm	c sup	5,8 cm	σ s inf	-172,1 N/mm ²
s inf	20,0 cm	s sup	20,0 cm	Tensioni su sezione inter. Reag.	
φ inf	1,2 cm	φ sup	1,2 cm	σ cls inf	-1 N/mm ²
As inf	5,65 cm ²	As sup	5,65 cm ²		
Parametri per S _{rm}		Parametri per ε _{sm}		σ sr	-389 N/mm ²
k2	0,4	beta 1	1,0	S _{rm}	19,68 cm
k3	0,129	beta 2	0,5	ε _{sm}	3,278E-04
deff	6 cm	Es	210000 N/mm ²	w _m	0,064 mm
Ac eff	466 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²	w _k	0,110 mm
ρ r	0,012146824	fck	2,64 N/mm ²	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_rev01

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

Titolo: Base accesso monte - SLE Freq Nmin

N° Vertici Zoom N° barre 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 [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	22,12	61,5	80
2	24,13	0	80
3	22,12	-61,5	80
4	22,12	61,5	-80
5	24,13	0	-80
6	22,12	-61,5	-80

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 380 kN
M_{xEd} 1035 kNm
M_{yEd} 175

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo Sezione

☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo

☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.- ☒ Metodo n

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -1,651 N/mm²
 σ_s 50,44 N/mm²
 ϵ_s 0,2522 ‰
d 188,4 cm
x 62,05 x/d 0,3293
 δ 0,8517

Verifica N° iterazioni: 4

☐ Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: Accesso monte SLE Freq Nmin_interm_rev01

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

Titolo: Sez 1,5 m da base accesso monte - SLE Freq Nmin

N° Vertici Zoom N° barre 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 [cm²]	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_{Ed} 330 kN
M_{xEd} 805 kNm
M_{yEd} 100

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo Sezione

☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo

☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.- ☒ Metodo n

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -1,385 N/mm²
 σ_s 47,27 N/mm²
 ϵ_s 0,2363 ‰
d 183,2 cm
x 55,93 x/d 0,3053
 δ 0,8216

Verifica N° iterazioni: 5

☐ Precompresso

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 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 [cm²]	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 Ed 0 230 kN
M xEd 0 535 kNm
M yEd 0 20

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

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

Materiali B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 % ϵ_{c2} 2 %
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 % $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -1,535 N/mm²
 σ_s 31,55 N/mm²
 ϵ_s 0,1577 %
d 173,6 cm
x 73,26 x/d 0,422
 δ 0,9675

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 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 [cm²]	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 Ed 0 175 kN
M xEd 0 505 kNm
M yEd 0 5

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

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

Materiali B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 % ϵ_{c2} 2 %
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 % $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -0,7562 N/mm²
 σ_s 29,93 N/mm²
 ϵ_s 0,1496 %
d 171,1 cm
x 47,02 x/d 0,2748
 δ 0,7836

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 ϵ_{sm} sia pari a $\sigma_s/E_s = 2,4 \cdot 10^{-4}$

La distanza massima delle fessure risulta pari a: $\Delta s_m = 407 \text{ mm}$

Pertanto $w_d = 1,7 \cdot \epsilon_{sm} \cdot \Delta s_m = 0,166 \text{ mm} < w_1 = 0,2 \text{ mm}$

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 ϵ_{sm} sia pari a $\sigma_s/E_s = 2,26 \cdot 10^{-4}$

La distanza massima delle fessure risulta pari a: $\Delta s_m = 445 \text{ mm}$

Pertanto $w_d = 1,7 \cdot \epsilon_{sm} \cdot \Delta s_m = 0,171 \text{ mm} < w_1 = 0,2 \text{ mm}$

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
b	35 cm	Rck	40 N/mm ²
H	27,5 cm		
c inf	6,2 cm	c sup	6,0 cm
s inf	11,7 cm	s sup	8,3 cm
φ inf	2,0 cm	φ sup	1,6 cm
As inf	9,42 cm ²	As sup	8,45 cm ²
Parametri per Srm		Parametri per εsm	
k2	0,4	beta 1	1,0
k3	0,125	beta 2	0,5
deff	9 cm	Es	210000 N/mm ²
Ac eff	326 cm ²	fctm	3,15 N/mm ²
ρ r	0,028953016	fck	2,64 N/mm ²
		Sezione resistente: parzializzata	
		σ cls sup	8,0 N/mm ²
		σ s sup	39,2 N/mm ²
		σ s inf	-167,9 N/mm ²
		Tensioni su sezione inter. Reag.	
		σ cls inf	-5 N/mm ²
		σ sr	-105 N/mm ²
		Srm	16,19 cm
		ε sm	6,421E-04
		w m	0,104 mm
		w k	0,177 mm
		w limite	0,200 mm

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