

COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO
PROVINCIA DI AREZZO

Ufficio Tecnico
Settore Lavori Pubblici

www.comune.castiglionfiorentino.arezzo.it



CAMPO SPORTIVO POLIVALENTE DI
MONTECCHIO

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE

Comune di Castiglion Fiorentino

Piazza del Municipio n.12 - 52043 Castiglion Fiorentino (Ar)

tel. 0575 65641 - fax. 0575 680103

e-mail:utecnico@comune.castiglionfiorentino.ar.it

RESPONSABILE UNICO del PROGETTO

Arch. Francesca Bucci

PROGETTISTI

Arch. Marcello Marchesini - MDU architetti (progetto architettonico)

Ing. Iacopo Ceramelli - ACS ingegneri (progetto strutture)

Ing. Luca Tocchio (IE), Ing. Filippo Sarti (IM) - ST Ingegnerie (progetto impianti)

Arch. Carlos Gustavo Loggia (progetto sicurezza)

descrizione	numero	data	redatto	controllato	approvato
emissione	1	18-04-2025	M. Lulja	I. Ceramelli	I. Ceramelli
emissione	2	20-05-2025	M. Lulja	I. Ceramelli	I. Ceramelli

OGGETTO

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA, DI
CALCOLO, SUI MATERIALI E DELLE
FONDAZIONI

ELABORATO

E.ST.DOC.01_01

scala

nome file

E.ST.DOC.01_01.doc

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE, TECNICHE E FUNZIONALI DEL PROGETTO	6
3	DESCRIZIONE STRUTTURALE DELL'OPERA	7
3.1	Descrizione Generale dell'intervento	7
4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA.....	8
5	VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	9
6	LOCALIZZAZIONE, CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	9
7	ANALISI DEI CARICHI	10
7.1	Pesi propri strutturali	10
7.1.1	Solaio piano copertura – corpo servizi	10
7.1.2	Solaio piano copertura – corpo spogliatoi.....	10
7.2	Pesi non strutturali	10
7.2.1	Solaio piano copertura – corpo servizi	10
7.2.2	Solaio piano copertura – corpo spogliatoi.....	11
7.2.3	Tamponatura – corpo servizi	11
7.2.4	Tamponatura – corpo spogliatoi.....	11
7.3	Spinta statica del terreno sulle pareti	12
7.4	Azione della neve.....	12
7.5	Azione sismica struttura in elevazione e di fondazione	13
7.5.1	Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018.....	13
7.5.2	Parametri sismici per la determinazione dello spettro	15

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

8	DESCRIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE	16
8.1	Combinazioni di carico.....	22
8.2	Modellazione FEM e codici di calcolo.....	23
8.2.1	Considerazioni generali sui modelli agli elementi finiti.....	23
8.3	Applicazione dei carichi	23
9	MATERIALI IMPIEGATI	24
9.1	CARATTERISTICHE MECCANICHE MATERIALI	24
9.1.1	Struttura in cemento armato.....	24
9.2	COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA PER I MATERIALI	25
9.2.1	Acciaio per cemento armato	25
9.2.2	Calcestruzzo	25
9.3	CLASSE DI ESPOSIZIONE e COPRIFERRO	25
10	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	27
10.1	CORPO SERVIZI	27
10.1.1	Verifiche della platea di fondazione.....	27
10.1.2	Verifiche delle pareti in c.a.....	30
10.1.3	Verifiche dei pilastri in c.a.	33
10.1.4	Verifiche delle travi in c.a.	37
10.1.5	Verifica del solaio di copertura.....	40
10.1.6	Verifica di rigidezza degli elementi strutturali	51
10.2	CORPO SPOGLIATOI.....	52
10.2.1	Verifiche della platea di fondazione.....	52

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.2	Verifiche delle pareti in c.a.....	55
10.2.3	Verifiche dei pilastri in c.a.	58
10.2.4	Verifiche delle travi in c.a.	61
10.2.5	Verifica del solaio di copertura.....	65
10.2.6	Verifica di rigidezza degli elementi strutturali	76
11	VERIFICHE PARAPETTO.....	77
11.1	verifiche parapetto corpo servizi e spogliatoi	77
11.1.1	Verifica del montante.....	77
11.1.2	Verifica della piastra di base.....	78
12	VERIFICHE GEOTECNICHE	87
12.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	87
12.2	CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE	87
12.2.1	Verifica delle pressioni di contatto – corpo servizi	88
12.2.2	Verifica delle pressioni di contatto – corpo spogliatoi.....	89
13	AFFIDABILITA' CODICI UTILIZZATI	90

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

1 PREMESSA

Intervento: Realizzazione del corpo servizi e corpo spogliatoi di Nuovo Centro Sportivo in Via Giovanni Battista Schiatti - Castiglion Fiorentino (AR)

Committente: Comune di Castiglion Fiorentino, Piazza del Municipio 12 – 52043, Castiglion Fiorentino (AR)

Responsabile Unico del Progetto: Arch. Francesca Bucci – Piazza del Municipio 12, Castiglion Fiorentino (AR)

utecnico@comune.castiglionfiorentino.ar.it – tel. 0575/65641

La presente relazione descrive gli interventi di realizzazione del corpo servizi e spogliatoi di un Nuovo Centro Sportivo Polivalente sito in località Montecchio nel Comune di Castiglion Fiorentino (AR), in via Giovanni Battista Schiatti.

Le suddette realizzazioni rientrano nella proposta di riqualificazione dell'area di circa 24960 mq, la quale prevede la realizzazione di un centro sportivo multidisciplinare. Questo intervento è finalizzato al miglioramento della qualità del decoro urbano e del tessuto socio ambientale, con particolare riferimento allo sviluppo e potenziamento dei servizi sociali culturali e alla promozione delle attività culturali sportive. Nella sostanza, la proposta realizzativa, consiste in integrazioni funzionali ai che di fatto sono da considerarsi migliorativi per la fruizione dell'area.

Si precisa inoltre che il blocco servizi è escluso dall'appalto.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

2 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE, TECNICHE E FUNZIONALI DEL PROGETTO

Il lotto è situato a sud del centro cittadino, delimitato a est dalla strada provinciale Sr 71 e a ovest dalla linea ferroviaria lenta Firenze-Roma, si affaccia su via Giovanni Battista Schiatti in località Montecchio a Castiglion F.no (AR), è di proprietà comunale.

Si tratta di un intervento che consiste nella sistemazione di un'area urbana attraverso la realizzazione un centro polisportivo e nello specifico di questa relazione alla realizzazione di un corpo servizi e un corpo spogliatoi funzionali all'attività del centro.

Le strutture del corpo servizi e del corpo spogliatoi realizzate in c.a. si sviluppano su un piano fuori terra, aventi dimensioni rispettivamente di 25.25 m x 7.51 m e 29.30 m x 7.51 m, dispongono entrambi di uno scannafosso, oltre che di un aggetto al piano copertura di larghezza pari a 1.50 m.

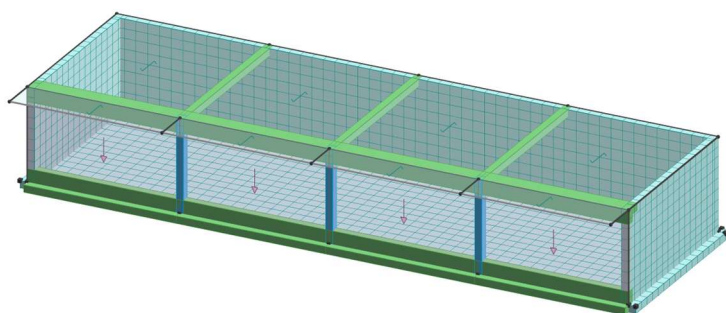
3 DESCRIZIONE STRUTTURALE DELL'OPERA

3.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Il progetto in questione prevede la realizzazione di un corpo servizi ed un corpo spogliatoi inerenti al nuovo centro sportivo polivalente posto in località Montecchio nel Comune di Castiglion F.no (AR) su via Giovanni Battista Schiatti.

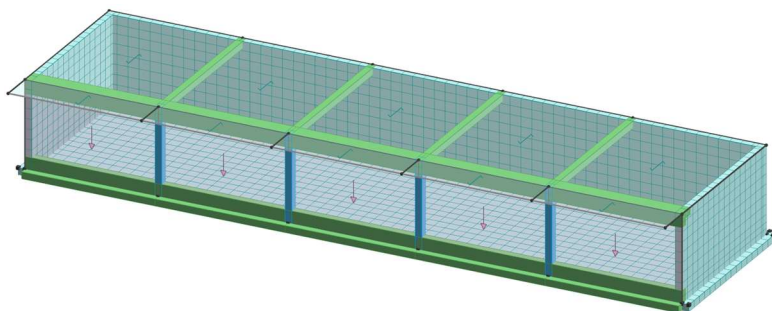
Corpo servizi

La struttura del corpo servizi si sviluppa su 1 piano fuori terra (piano terra e copertura). La pianta dell'edificio ha una forma rettangolare, con dimensioni di circa 25 m x 7.5 m. La struttura portante è costituita da telai in c.a. (travi e pilastri) e da pareti in c.a. Il solaio di copertura è costituito da solaio bausta tralicciato 25+5 cm. La fondazione è costituita da una platea di fondazione di spessore 30 cm con nervature in corrispondenza dei pilastri dello spessore di 30 cm, su uno strato di magrone di 10 cm.



Corpo spogliatoi

La struttura del corpo spogliatoi si sviluppa su 1 piano fuori terra (piano terra e copertura). La pianta dell'edificio ha una forma rettangolare, con dimensioni di circa 25 m x 7.5 m. La struttura portante è costituita da telai in c.a. (travi e pilastri) e da pareti in c.a. Il solaio di copertura è costituito da solaio bausta tralicciato 25+5 cm. La fondazione è costituita da una platea di fondazione di spessore 30 cm con nervature in corrispondenza dei pilastri dello spessore di 30 cm, su uno strato di magrone di 10 cm.



Per una miglior comprensione si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici di progetto.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA

Il progetto in questione prevede la realizzazione di un corpo servizi ed un corpo spogliatoio inerenti al nuovo centro sportivo polivalente posto in località Montecchio nel Comune di Castiglion F.no (AR) su via Giovanni Battista Schiatti. Di seguito si riportano i riferimenti normativi per la progettazione:

- D.M. 17.01.2018 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21.01.2019 n.7 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”;
- Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1:2005 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.”;
- Eurocodice 7 UNI EN 1997-1:2005 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.”;
- CNR-DT 207/2008 “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;
- Teoria e Tecnica delle Strutture - Piero Pozzati Vol n°1 Ed. UTET 1997;
- Fondazioni, Progetto e Analisi - Joseph E. Bowles, Ed. McGraw-Hill 1998.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

5 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Per poter definire i livelli di sicurezza attesi dall'opera è necessario definire, nella fase preliminare del progetto la sua Classe d'Uso e la Vita Nominale.

L'opera in esame trattandosi di costruzioni il cui uso prevede ambienti suscettibili a grandi affollamenti, risulta essere di **Classe III**. Inoltre, in base al numero di anni nel quale la struttura in esame deve poter essere usata, per lo scopo al quale è stata destinata, purché soggetta a manutenzione, si definisce una Vita Nominale pari a 50 anni.

La sicurezza dell'opera e le sue prestazioni vengono valutate in relazione agli Stati Limite Ultimi (SLU) e agli Stati Limite di Esercizio (SLE) che si possono verificare durante la vita di progetto (successivamente definita Vita Nominale).

La caratterizzazione strutturale statica e sismica dell'edificio è la seguente:

Vita nominale V_N : 50 anni

Classe d'uso: Classe III

Coefficiente d'uso $C_U = 1.5$

Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = C_U V_N = 75$ anni

6 LOCALIZZAZIONE, CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Le coordinate geografiche del sito di riferimento sono:

Latitudine: 43,31219 °N

Longitudine: 11,92313 °E

Quota s.l.m.: 264 m

La categoria del sottosuolo è di tipologia "B", rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Le condizioni topografiche sono di categoria T1.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

7 ANALISI DEI CARICHI

I carichi che agiscono sulla presente struttura sono costituiti dai pesi propri degli elementi strutturali (G_1), dai pesi propri degli elementi non strutturali (G_2) e dai carichi variabili (Q_k). Inoltre si considera anche la forza orizzontale del sisma calcolata come indicato dal D.M. 17/01/2018 per elementi strutturali (cap. 7.2.3).

7.1 PESI PROPRI STRUTTURALI

IL peso proprio è stato considerato in ragione della reale geometria della struttura e dei pesi specifici dei materiali.

Materiale	γ [kN/mc]
Calcestruzzo armato	25
Acciaio da carpenteria	78.5

7.1.1 Solaio piano copertura – corpo servizi

Solaio	descrizione	Peso [kN/mq]
SC-1ss	Solaio bausta tralicciato 25+5	4,50
Totale G1		4,50
SC-2ss	Soletta armata H=25	6,25
Totale G1		6,25

7.1.2 Solaio piano copertura – corpo spogliatoi

Solaio	descrizione	Peso [kN/mq]
SC-1sp	Solaio bausta tralicciato 25+5	4,50
Totale G1		4,50
SC-2sp	Soletta armata H=25	6,25
Totale G1		6,25

7.2 PESI NON STRUTTURALI

7.2.1 Solaio piano copertura – corpo servizi

Solaio	descrizione	Peso [kN/mq]
--------	-------------	--------------

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

SC-1ss	Solaio bausta tralicciato 25+5	
Totale G2		4,00
Qkcat, C		5,00
Qkacc. Neve		0,89
SC-2ss	Soletta armata H=25	
Totale G2		0,81
Qkcat, C		5,00
Qkacc. Neve		0,89

7.2.2 Solaio piano copertura – corpo spogliatoi

Solaio	descrizione	Peso [kN/mq]
SC-1sp	Solaio bausta tralicciato 25+5	
Totale G2		4,00
Qkcat, C		5,00
Qkacc. Neve		0,89
SC-2sp	Soletta armata H=25	
Totale G2		0,81
Qkcat, C		5,00
Qkacc. Neve		0,89

7.2.3 Tamponatura – corpo servizi

Tamponatura	descrizione	Peso [kN/mq]
T101ss – T102ss – T103ss – T104ss	Tamponatura sp.30cm + cappotto + intonaco	
Totale G2		3,20

7.2.4 Tamponatura – corpo spogliatoi

Tamponatura	descrizione	Peso [kN/mq]
T101sp – T102sp – T103sp – T104sp – T105sp	Tamponatura sp.30cm + cappotto + intonaco	
Totale G2		3,20

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

7.3 SPINTA STATICA DEL TERRENO SULLE PARETI

L'entità e la distribuzione delle spinte del terreno dipendono sostanzialmente dallo spostamento relativo che lo stesso può subire; si considera che le deformazioni del terreno siano impedita dalla struttura che non cede in nessun punto, per cui la pressione esercitata è una spinta a riposo espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione:

$$S = \frac{1}{2} \cdot q \cdot H^2 \cdot K_0$$

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo mentre φ è l'angolo di resistenza a taglio del terreno.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ($1/3 H$ rispetto alla base della platea).

Per il terreno in esame, vedi relazione geologica, si evincono i seguenti dati:

$$K_0 = 0.55 \quad ; \quad \varphi = 33.4^\circ$$

7.4 AZIONE DELLA NEVE

I carichi dovuti alla neve vengono calcolati secondo quanto previsto dal D.M. Infrastrutture e dei Trasporti, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 14.01.2018.

Il carico della neve sulle coperture viene determinato per situazioni di progetto persistenti/transitorie come segue:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot c_e \cdot c_t$$

dove: q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2] per un periodo di ritorno di 50 anni;

c_e è il coefficiente di esposizione;

c_t è il coefficiente termico.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. Trovandosi l'edificio in Zona II e considerando un'altitudine massima del sito superiore a 200 m s.l.m. si ottiene:

$$q_{sk} = 1.11 \text{ kN/m}^2$$

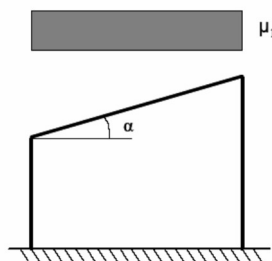
Dato che il manufatto si trova in una zona riconducibile a "Topografia normale", aree nelle quali non vi è una rimozione significativa della neve esercitata dal vento a causa della sua interazione con il terreno con altre costruzioni o con alberi si assume $C_e = 1$. Non disponendo di uno studio accurato circa le proprietà di isolamento termico del materiale impiegato si assume:

$$C_t = 1.0.$$

Il coefficiente di forma μ_i della copertura è funzione della pendenza della falda:

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 1^\circ$



Sulla base di quanto sopra riportato, possiamo assumere un carico costante della neve sia sulla falda del corpo servizi che sulla falda del corpo spogliatoi pari a 0,89 kN/mq.

7.5 AZIONE SISMICA STRUTTURA IN ELEVAZIONE E DI FONDAZIONE

7.5.1 Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018

CORPO SERVIZI

Tipologia strutturale: strutture a pareti non accoppiate

Valore base fattore: $q_0 = 3.000$

Fattore di regolarità $K_R = 1.0$

Fattore dissipativo $q_D = q_0 \cdot K_R = 3.000$

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Fattore non dissipativo $q_{ND} = 2/3 \cdot q_D = 2 (\leq 1.5)$

Fattori di comportamento utilizzati

Non dissipativi

$q_{SLV\ x} \quad 1.3333 \quad q_{SLD\ x} 1.3333 \quad q \quad SLO\ x \quad 1.0000$

$q_{SLV\ y} \quad 1.3333 \quad q_{SLD\ x} 1.3333 \quad q \quad SLO\ x \quad 1.0000$

CORPO SPOGLIATOI

Tipologia strutturale: strutture a pareti non accoppiate

Valore base fattore: $q_0 = 3.000$

Fattore di regolarità $K_R = 1.0$

Fattore dissipativo $q_D = q_0 \cdot K_R = 3.000$

Fattore non dissipativo $q_{ND} = 2/3 \cdot q_D = 2 (\leq 1.5)$

Fattori di comportamento utilizzati

Non dissipativi

$q_{SLV\ x} \quad 1.3333 \quad q_{SLD\ x} 1.3333 \quad q \quad SLO\ x \quad 1.0000$

$q_{SLV\ y} \quad 1.3333 \quad q_{SLD\ x} 1.3333 \quad q \quad SLO\ x \quad 1.0000$

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

7.5.2 Parametri sismici per la determinazione dello spettro

Sito di costruzione

☐ ID

☒ Coordinate Lat. 43.3122 Long. 11.9231 Cerca Controlla

☐ Isola

Commento Montecchio

Dettagli

OK Annulla

- Sito di costruzione: Montecchio LON. 11.92310 LAT. 43.31220
Contenuto tra ID reticolo: 22066 22288 22067 22289

Simbologia

A_g = Accelerazione orizzontale massima al sito
 C_c = Coefficiente funzione della categoria del suolo
 F_o = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
 S_s = Coefficiente di amplificazione stratigrafica
 T_R = Periodo di ritorno <anni>
 TCC = Tipo di combinazione di carico
 SLU = Stato limite ultimo
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLO = Stato limite di operatività
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
 T_c^* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione
 orizzontale <sec>

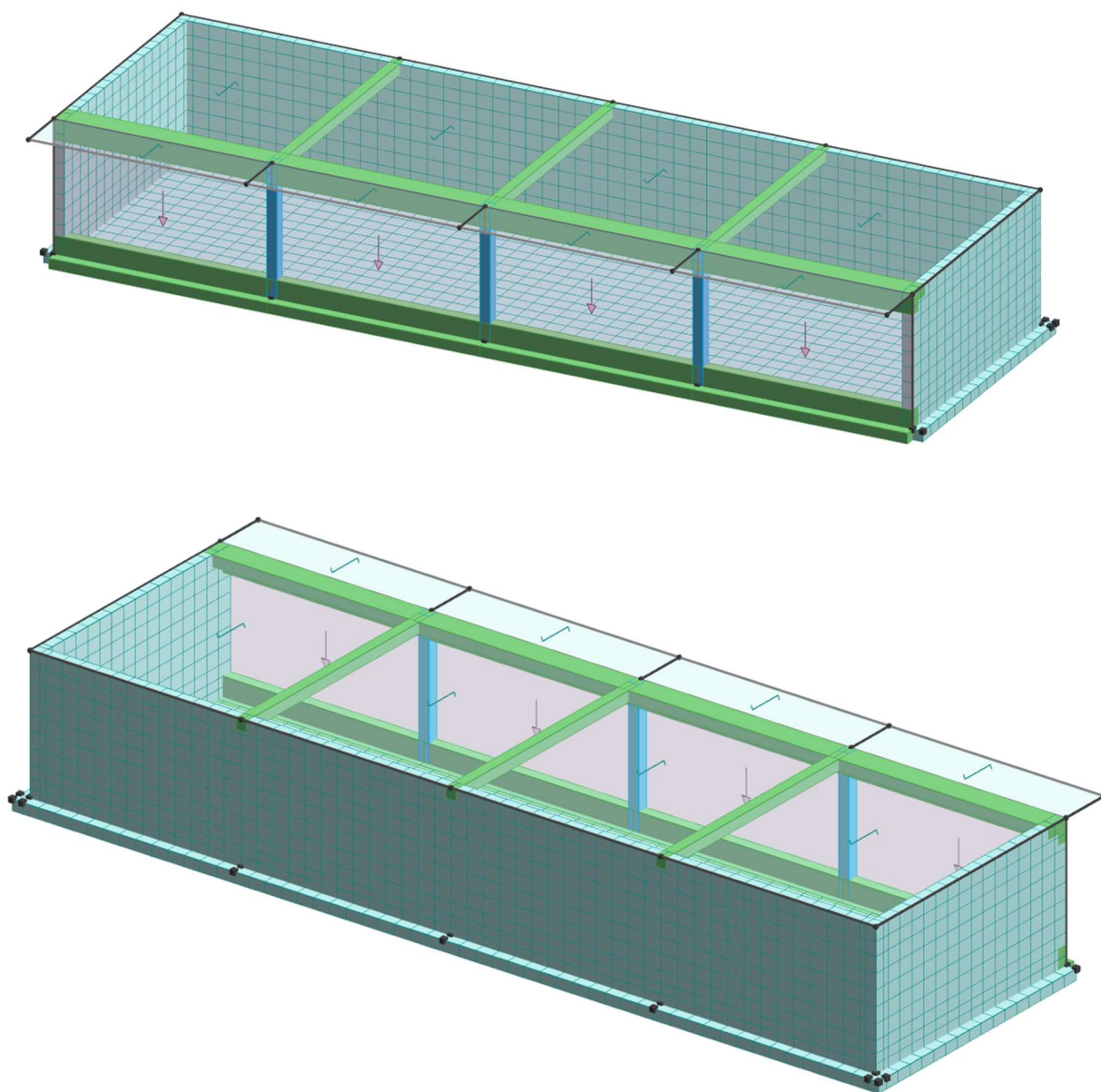
TCC	T_R	A_g	<g>	F_o	T_c^*	S_s	C_c
SLO	45	0.0626	2.54	0.27	1.20	1.43	
SLD	75	0.0764	2.53	0.28	1.20	1.42	
SLV	712	0.1760	2.46	0.29	1.20	1.41	

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

8 DESCRIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE

Per la valutazione della sicurezza degli interventi previsti si è fatto riferimento a diversi modelli strutturali. In particolare per lo studio delle strutture portanti in cemento armato sono state utilizzate modellazioni agli elementi finiti (FEM Finite Elements Method). Per quanto concerne gli elementi strutturali secondari sono stati adottati modelli di calcolo semplificati.



Viste tridimensionali modello di calcolo corpo servizi

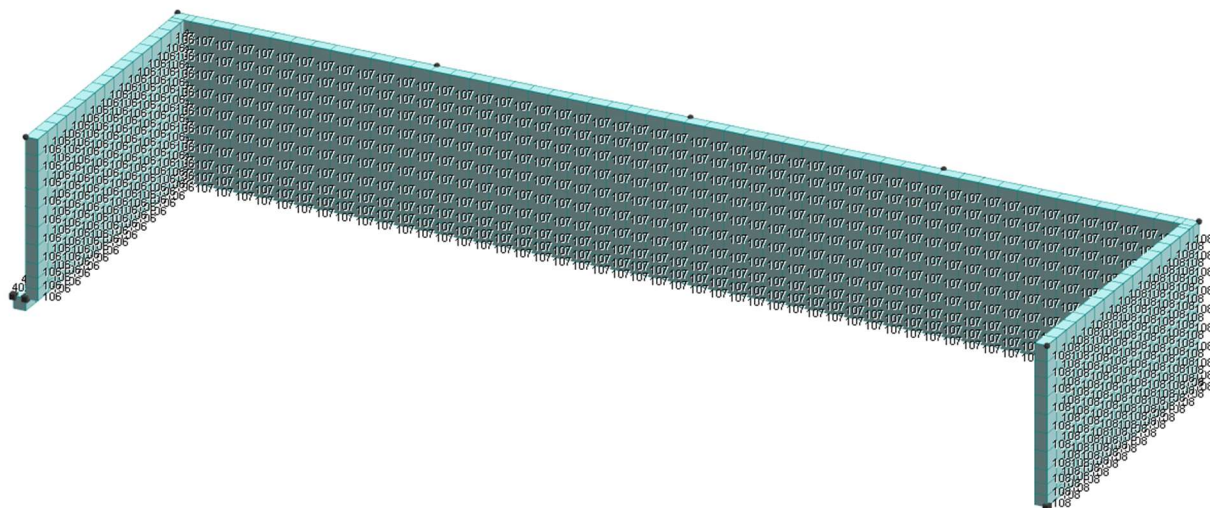
The diagram illustrates a beam element with four nodes, labeled 1, 2, 3, and 4 from left to right. The beam is divided into four equal segments by three vertical lines. Each segment contains a downward-pointing arrow labeled 101, 102, 103, and 104 respectively, representing a distributed load. The beam is shown in a perspective view, sloping downwards from left to right. The nodes are marked with black dots at the ends of the segments.

17

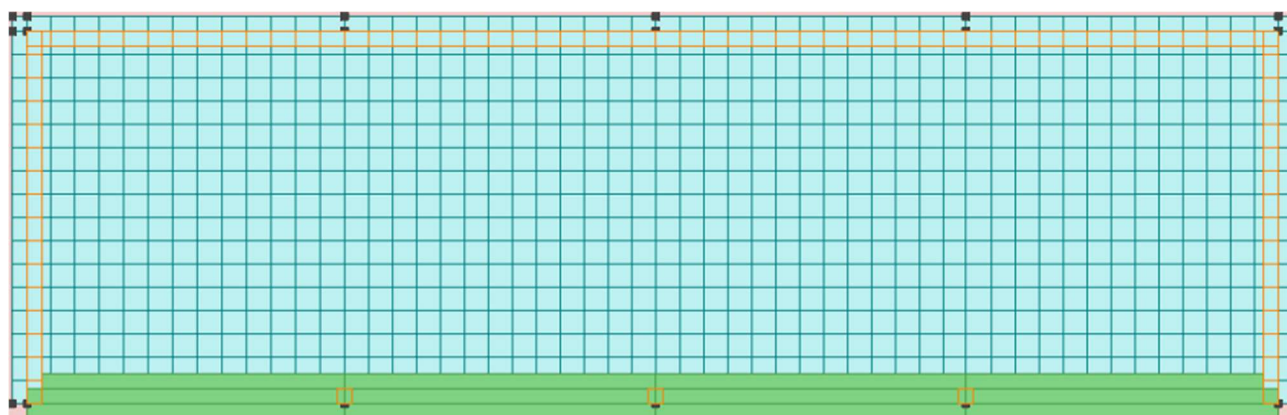
REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE



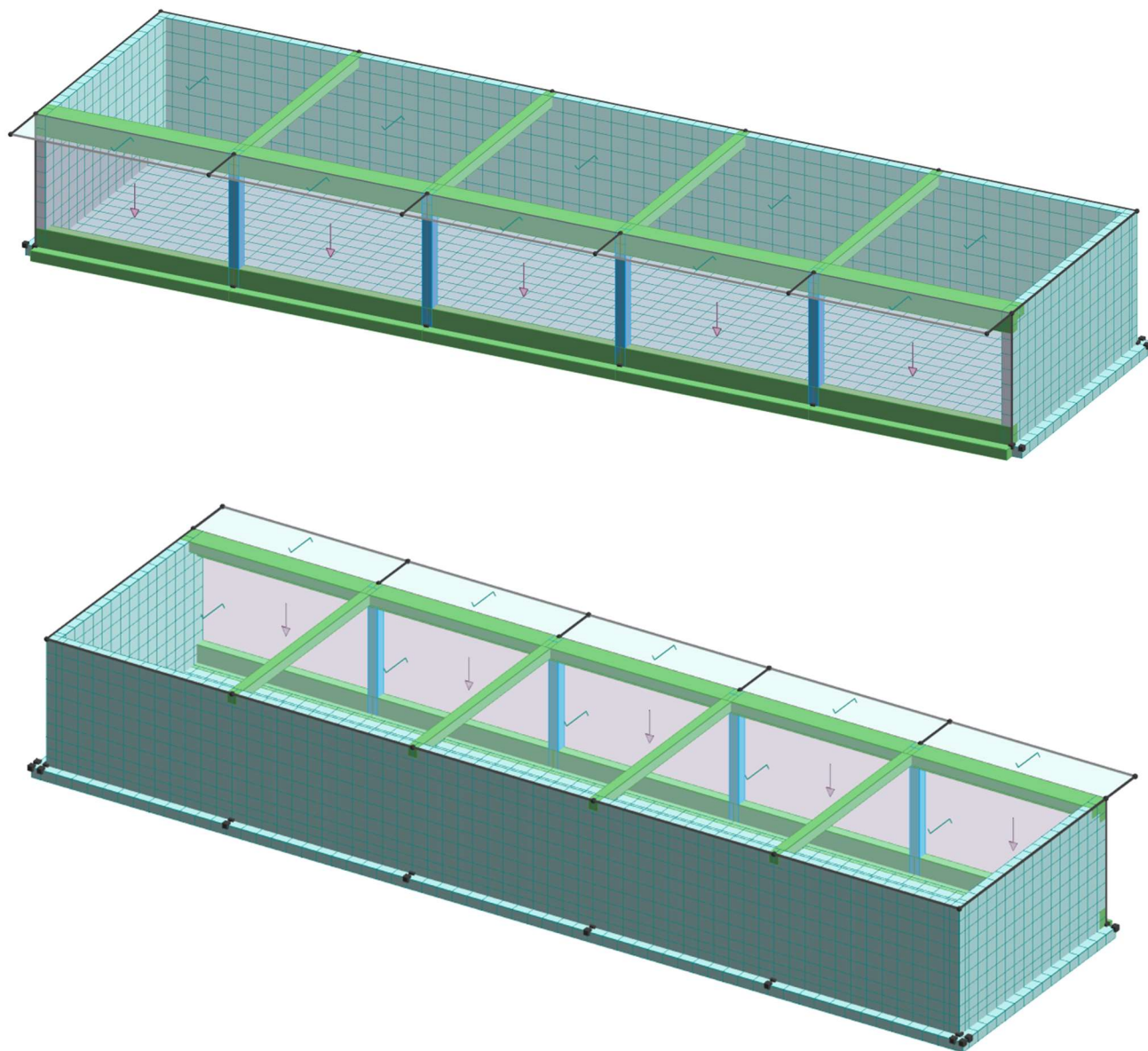
Numerazione elementi pareti in c.a. corpo servizi



Platea di fondazione corpo servizi

PROGETTO ESECUTIVO

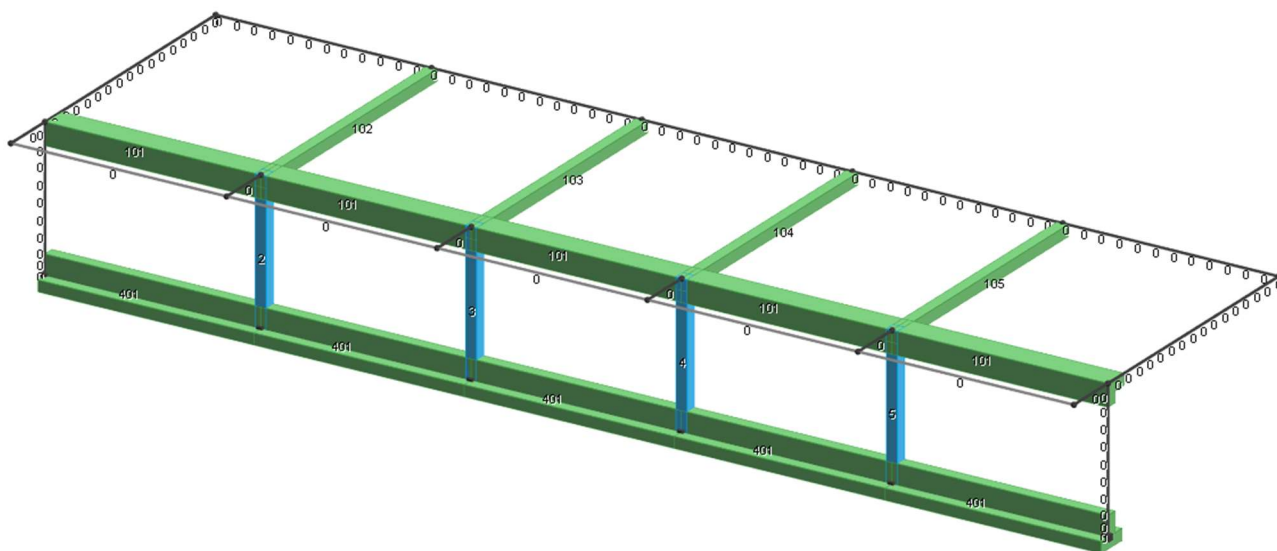
RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE



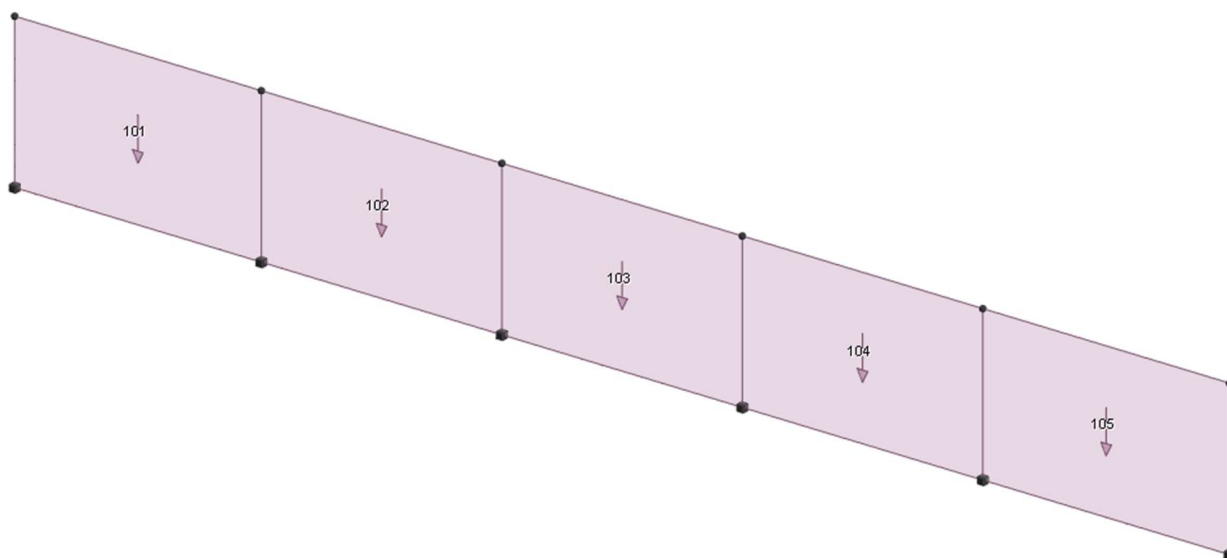
Viste tridimensionali modello di calcolo corpo spogliatoi

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE



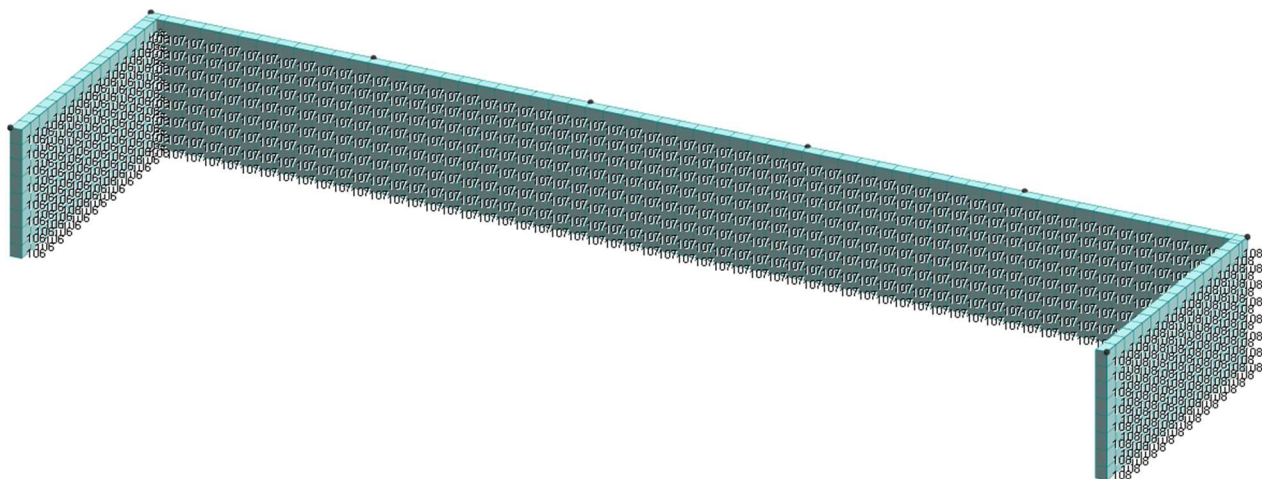
Numerazione elementi pilastri e travi in c.a. corpo spogliatoi



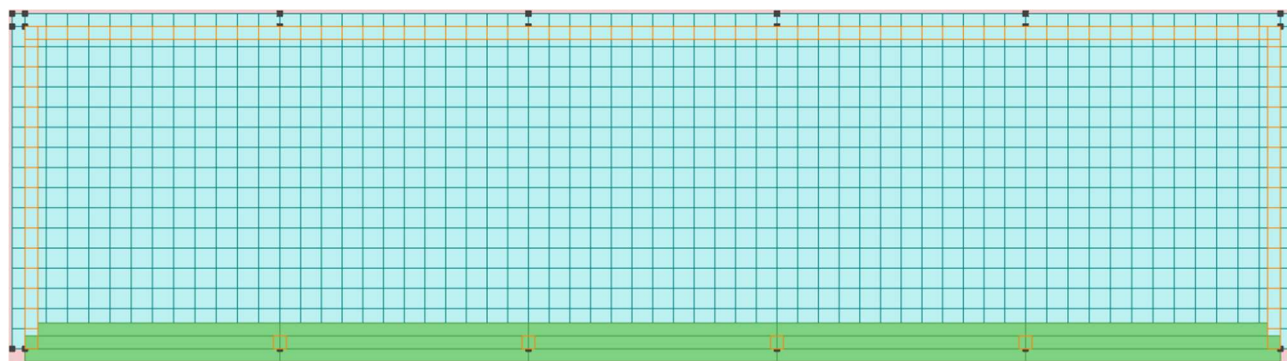
Numerazione elementi tamponature in c.a. corpo spogliatoi

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE



Numerazione elementi pareti in c.a. corpo spogliatoi



Platea di fondazione corpo aule

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

8.1 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni di carico, oggetto di verifica:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.6]

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo "+" vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} sono dati nel § 2.6.1.

G_k : il valore caratteristico delle azioni permanenti

Q_{k1} : il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione

Q_{ki} : i valori caratteristici delle azioni variabili che possono agire contemporaneamente

ψ : coefficiente che tiene conto della durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione variabile.

Le azioni variabili che sono state considerate, come riportato nel corrispondente paragrafo sono:

- Carichi variabili (cat. C)
- Neve

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

8.2 MODELLAZIONE FEM E CODICI DI CALCOLO

Per lo studio della struttura portante in cemento armato sia del corpo servizi che del corpo spogliatoi è stato utilizzato il metodo ad elementi finiti (FEM), con l'ausilio del programma di calcolo ModesST 8.35 prodotto dalla Tecnisoft di Prato (PO), accoppiato al solutore SAP2000 prodotto da CSI_Berkley (USA).

Tutti i tabulati di calcolo comprendenti dati di input e dati di output sono allegati nel Fascicolo dei calcoli.

8.2.1 Considerazioni generali sui modelli agli elementi finiti

Le strutture sono state modellate tridimensionalmente schematizzando gli elementi strutturali quali travi e pilastri con elementi finiti monodimensionali e le pareti in cemento armato con elementi finiti bidimensionali. Sono stati utilizzati elementi "beam" sia per le travi che per le colonne. Le fondazioni sono state modellate con elementi bidimensionali piastre e considerando il modello alla Winkler.

Per i dettagli relativi al modello di calcolo quali caratteristiche dei materiali e dimensioni geometriche degli elementi finiti si rimanda al Fascicolo dei calcoli.

Per quanto riguarda i carichi agenti sulla struttura questi sono stati applicati al modello FEM assegnandoli ai vari elementi come carichi distribuiti o puntuali.

Per quanto concerne l'azione sismica è stata effettuata una analisi dinamica di tipo modale con la quale sono state condotte tutte le verifiche.

8.3 APPLICAZIONE DEI CARICHI

Per quanto concerne le azioni, il software di calcolo valuta automaticamente i pesi propri degli elementi strutturali modellati, noti la loro geometria e il peso specifico dei materiali costituenti.

Per quanto concerne i carichi portati dai solai, dalle tamponature e quanti altri, questi vengono assegnati agli elementi strutturali o ai singoli nodi del modello come carichi distribuiti o concentrati.

I carichi statici verticali sono stati modellati definendo elementi di tipo Shell posizionati come i solai e applicandovi carichi uniformemente distribuiti sulla superficie di tipo "Uniform to Frames". Per questi tipi di carichi superficiali il software calcola automaticamente il valore equivalente del carico distribuito agente sugli elementi di tipo Beam che sostengono gli elementi di tipo Shell.

Le azioni sismiche vengono valutate automaticamente dal software, assegnando i parametri sismici di riferimento.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

9 MATERIALI IMPIEGATI

9.1 CARATTERISTICHE MECCANICHE MATERIALI

9.1.1 Struttura in cemento armato

Calcestruzzo classe C28/35 per strutture in elevazione			
Resistenza caratteristica cilindrica	fck	35	N/mm ²
Resistenza caratteristica cubica	Rck	28	N/mm ²
Fattore di confidenza	FC	-	
Resistenza cilindrica di progetto	fcd	15.87	N/mm ²
Modulo Elastico	E	32 308	N/mm ²

Calcestruzzo classe C28/35 per strutture di fondazione			
Resistenza caratteristica cilindrica	fck	35	N/mm ²
Resistenza caratteristica cubica	Rck	28	N/mm ²
Fattore di confidenza	FC	-	
Resistenza cilindrica di progetto	fcd	15.87	N/mm ²
Modulo Elastico	E	32 308	N/mm ²

Acciaio B450C			
Resistenza caratteristica di snervamento	fyk	450	N/mm ²
Resistenza caratteristica di rottura	ftk	540	N/mm ²
Fattore di confidenza	FC	-	
Resistenza di snervamento di progetto	fyd	391.3	N/mm ²
Modulo Elastico	E	210 000	N/mm ²

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

9.2 COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA PER I MATERIALI

Per i calcoli di verifica si utilizzano i seguenti coefficienti di sicurezza sui materiali.

9.2.1 Acciaio per cemento armato

Coefficiente parziale di sicurezza per il materiale $\gamma_s = 1.15$

9.2.2 Calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza per il cls $\gamma_c = 1.50$

9.3 CLASSE DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRO

Al fine di proteggere le armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e dalla sensibilità delle armature alla corrosione. In accordo con quanto richiesto al 4.2 della UNI-EN 1992-1-1 e come riportato nella tabella seguente si assume una classe di esposizioni XC2 per le strutture di fondazione ed una classe di esposizione XC3 per le strutture in elevazione.

prospetto 4.1 Classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali, in conformità alla EN 206-1

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Nessun rischio di corrosione o di attacco		
X0	Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

In funzione della classe di esposizione si ottiene il copriferro minimo. In particolare in riferimento alla tab. C4.1.IV della Circolare 7/2019 si ha:

**REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Tabella C4.1.IV - Copriferrì minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Si considera che:

$C_{elevazione} = 35 \text{ mm} \quad ; \quad C_{fondazione} = 40 \text{ mm}$

PROGETTO ESECUTIVO

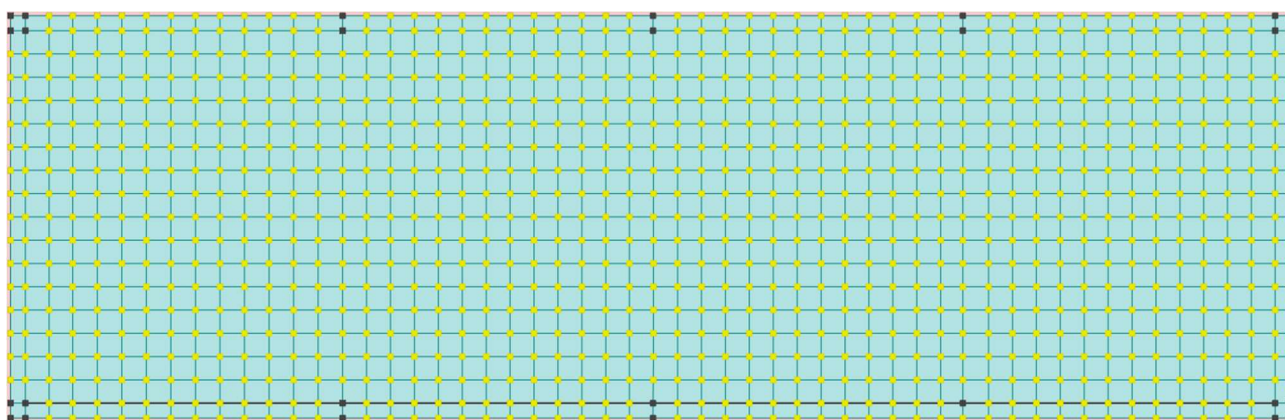
RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

10.1 CORPO SERVIZI

10.1.1 Verifiche della platea di fondazione

Si riporta di seguito la verifica di resistenza della platea di fondazione del corpo servizi, di altezza pari a 30 cm e armata in entrambe le direzioni da ferri Ø14 passo 20 cm sia superiormente che inferiormente.



10.1.1.1 Sollecitazioni

Le sollecitazioni taglianti e flettenti sono riprese dal modello di calcolo modeST e riportate di seguito, oltre alla geometria e i materiali utilizzati:

PLATEA 30cm	V _{Ed}	M _{ed,SLU}	M _{ed,SLEr}	M _{ed,SLEf}	M _{ed,SLEqp}
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
dir. Longitudinale M+	75.0	55.0	50.0	40.0	35.0
dir. Longitudinale M-	-75.0	-32.0	-22.0	-20.0	-20.0
dir. trasversale M+	65.0	35.0	30.0	25.0	25.0
dir. trasversale M-	-110.0	-60.0	-45.0	-40.0	-38.0

Dati calcestruzzo			
classe calcestruzzo	R _{ck}	35	N/mm ²
resistenza caratteristica a compressione	f _{ck}	28	N/mm ²
termine minorativo per carichi lunga durata	α _{cc}	0.85	-
coefficiente di sicurezza	γ _c	1.5	-
resistenza a compressione a lungo termine	f _{cd}	15.9	N/mm ²
resistenza media a trazione	f _{ctm}	2.8	N/mm ²

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

resistenza a compressione ridotta	f'_{cd}	7.9	N/mm ²
deformazione ultima	ϵ_{cu}	0.0035	-

Dati acciaio			
classe acciaio	B	450C	-
tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	N/mm ²
coefficiente di sicurezza	γ_s	1.15	-
tensione di snervamento di progetto	f_{yd}	391.3	N/mm ²
deformazione di snervamento	ϵ_{yd}	0.00186	-
modulo elastico	E_s	210000	N/mm ²

PLATEA 30cm	b	h	c	d	d'	As	A's
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
dir. Longitudinale M+	1000	300	40	253	47	5Ø14	5Ø14
dir. Longitudinale M-	1000	300	40	253	47	5Ø14	5Ø14
dir. trasversale M+	1000	300	40	253	47	5Ø14	5Ø14
dir. trasversale M-	1000	300	40	253	47	5Ø14	5Ø14

10.1.1.2 Verifiche di resistenza

10.1.1.2.1 Verifica a flessione

Il momento massimo sollecitante precedentemente determinato risulta inferiore al valore resistente riportato di seguito:

	PLATEA 30cm	b	h	A _{s,tesa}	A _{s,compr}	x	M _{ed,SLU}	M _{rd}	FS
		[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[-]
Flessione	dir. Longitudinale M+	1000	300	770	770	36.52	55.0	77.1	1.40
	dir. Longitudinale M-	1000	300	770	770	36.52	-32.0	-77.1	2.41
	dir. trasversale M+	1000	300	770	770	36.52	35.0	77.1	2.20
	dir. trasversale M-	1000	300	770	770	36.52	-60.0	-77.1	1.28

10.1.1.2.2 Verifica a taglio

Il taglio massimo sollecitante precedentemente determinato risulta inferiore al valore resistente riportato di seguito:

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

	Sezione	b	h	ρ	k	v_{min}	V_{Rd}	V_{ed}	FS
		[mm]	[mm]	-	-	N/mm ²	kN	kN	[-]
Taglio senza staffe	dir. Longitudinale M+	1000	300	0.30%	1.89	0.48	122	75.0	1.62
	dir. Longitudinale M-	1000	300	0.30%	1.89	0.48	122	75.0	1.62
	dir. trasversale M+	1000	300	0.30%	1.89	0.48	122	65.0	1.87
	dir. trasversale M-	1000	300	0.30%	1.89	0.48	122	110.0	1.11

10.1.1.2.3 Verifica delle tensioni in esercizio

Si riportano di seguito le massime tensioni sollecitanti nella combinazione caratteristica e in quella quasi permanente confrontati con i limiti posti in normativa.

	Platea 30cm	b	h	$M_{ed,SLEr}$	$\sigma_{c,rara}$	$0,6 \cdot f_{ck}$	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
Tensioni esercizio	dir. Longitudinale M+	1000	300	50.0	6.29	16.80	2.67
	dir. Longitudinale M-	1000	300	-22.0	2.77	16.80	6.07
	dir. trasversale M+	1000	300	30.0	3.77	16.80	4.45
	dir. trasversale M-	1000	300	-45.0	5.66	16.80	2.97

$\sigma_{s,rara}$	$0,8 \cdot f_{yk}$	FS	$M_{ed,SLEqp}$	$\sigma_{c,qp}$	$0,45 \cdot f_{ck}$	FS
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
282.7	360	1.27	35.0	4.40	12.60	2.86
124.4	360	2.89	-20.0	2.52	12.60	5.01
169.6	360	2.12	25.0	3.14	12.60	4.01
254.4	360	1.41	-38.0	4.78	12.60	2.64

10.1.1.2.4 Verifica delle fessurazioni

Si riporta di seguito la verifica a fessurazione eseguita confrontando le massime tensioni agenti nell'armatura in condizioni frequenti e quasi permanenti con i limiti posti in normativa.

Platea 30cm	b	h	$M_{ed,SLEf}$	$\sigma_{s,freq}$	$\sigma_{s,max}$	FS	$M_{ed,SLEqp}$	$\sigma_{s,qp}$	$\sigma_{s,max}$	FS
	[mm]	[mm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
dir. Longitudinale M+	1000	300	40.0	226.2	260	1.15	35.0	197.9	220	1.11

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

dir. Longitudinale M-	1000	300	-20.0	113.1	260	2.30	-20.0	113.1	220	1.95
dir. trasversale M+	1000	300	25.0	141.4	260	1.84	25.0	141.4	220	1.56
dir. trasversale M-	1000	300	-40.0	226.2	260	1.15	-38.0	214.9	220	1.02

10.1.2 Verifiche delle pareti in c.a.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite mediante il solutore del citato programma di calcolo modeST; di seguito si riportano le verifiche di alcune pareti in c.a. rappresentative della struttura, rimandando ai tabulati di calcolo in allegato, per la consultazione delle verifiche condotte su tutti gli elementi della struttura.

Per una miglior comprensione dei risultati indicati, si riporta esplicitato il significato della simbologia adottata.

Simbologia

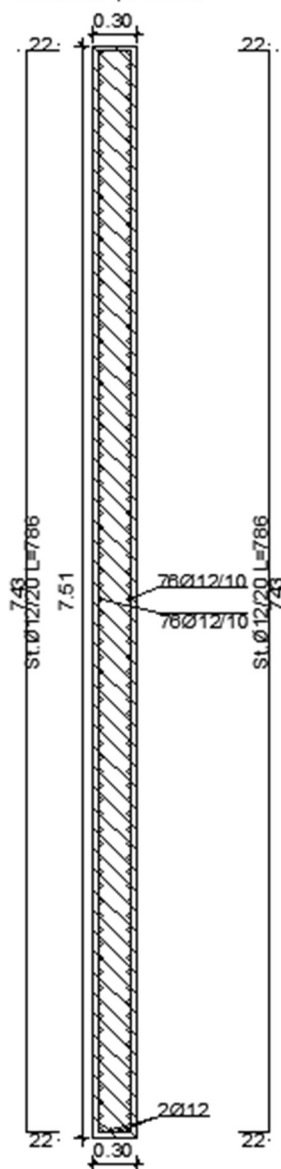
Δ_{sm}	= Distanza media tra le fessure
Φ_{eq}	= Diametro equivalente delle barre
ϵ_{sm}	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
σ_c	= Tensione nel calcestruzzo
σ_f	= Tensione nel ferro
σ_s	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$A_{c\ eff}$	= Area di calcestruzzo efficace
A_s	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cf	= Copriferro
Cls	= Tipo di calcestruzzo
Fcd	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	= Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
K_2	= Coefficiente per distribuzione deformazioni
Liv.	= Numero del livello
M'ydy	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
M'ydz	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Z
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
MRdz	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
Mz	= Momento flettente intorno all'asse Z
N	= Sforzo normale
Nu	= Sforzo normale ultimo
Pos.	= Posizione (P=Piede, T=Testa)
Sic.	= Sicurezza
Spess.	= Spessore
TCC	= Tipo di combinazione di carico
	SLU = Stato limite ultimo
	SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
	SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
	SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
	SLD = Stato limite di danno
	SLO = Stato limite di operatività
	SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tp	= Tipo di acciaio
VRcd	= Taglio ultimo lato calcestruzzo
VRsd	= Taglio ultimo lato armatura
Vsdu	= Taglio agente nella direzione del momento ultimo
Wk	= Ampiezza caratteristica delle fessure
c	= Ricoprimento dell'armatura
ctg θ	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
s	= Distanza massima tra le barre

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.2.1 Verifiche del setto in c.a. 106-ss

Nucleo 106-ss
Sezione a quota 0.00



Numero del nucleo n. 106-ss

Nodi: 1 -716 -715 -714 -713 -712 -711 -710 -709 -708 -707 -706 -705 -704 -703 -702 6

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess. <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	TP	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
30.00	5.30	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

**REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	Sic.
1	P	25	SLU	-75902.90	26653.20	-48682.90	-75902.90	89079.50	-163384.00	3.353
2	P	25	SLU	-75090.90	21442.20	-58481.20	-75090.90	88742.40	-244441.00	4.175
3	P	25	SLU	-72478.50	18035.50	-64228.80	-72478.50	88009.10	-323439.00	5.024
4	P	25	SLU	-68103.70	16075.60	-69342.20	-68103.70	87632.90	-369509.00	5.335
5	P	25	SLU	-62605.00	14108.10	-74873.80	-62605.00	86536.60	-452207.00	6.043
6	P	25	SLU	-57134.80	12658.10	-80265.00	-57134.80	85776.20	-520965.00	6.498
7	P	25	SLU	-51512.40	11578.10	-86313.00	-51512.40	84582.90	-630557.00	7.305
8	P	25	SLU	-45863.20	10763.40	-92641.20	-45863.20	83264.90	-732852.00	7.908
9	P	25	SLU	-40108.20	10126.30	-99486.20	-40108.20	81946.00	-827167.00	8.312
10	P	25	SLU	-34744.00	9658.26	-106712.00	-34744.00	80650.00	-912036.00	8.545

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'yz <daNm>	Sic.
1	P	7	SND	-26399.90	36240.20	-198687.00	-26399.90	43268.80	-239448.00	1.205
2	P	7	SND	-25089.20	37997.70	-210630.00	-25089.20	43115.70	-239103.00	1.135
3	P	7	SND	-20226.80	40574.80	-250170.00	-20226.80	42559.70	-273576.00	1.092
4	P	7	SND	-20390.40	35627.20	-233307.00	-20390.40	42575.70	-273608.00	1.173
5	P	7	SND	-20230.40	29402.40	-206965.00	-20230.40	42328.20	-298518.00	1.442
6	P	7	SND	-20183.30	23463.30	-181213.00	-20183.30	42333.40	-331334.00	1.828
7	P	1	SND	-28097.20	16640.80	-136413.00	-28097.20	43254.20	-334376.00	2.453
8	P	7	SND	-20223.70	12211.80	-132456.00	-20223.70	42161.80	-486073.00	3.668
9	P	13	SND	-22450.00	7080.10	-90079.90	-22450.00	42408.10	-487459.00	5.415
10	T	19	SND	-17686.60	10063.60	-41861.30	-17686.60	43090.70	-172938.00	4.140

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	S _c <daN/cm>	S _ε <daN/cm>
1	P	26	SLE R	-54731.30	19268.30	-33204.90	31.36	746.51
1	P	28	SLE Q	-49129.10	17375.40	-30810.60	28.36	675.57
2	P	26	SLE R	-54079.40	15498.00	-40330.80	26.06	561.46
2	P	28	SLE R	-48400.90	14149.80	-36648.10	23.81	517.83
3	P	26	SLE R	-52166.40	13023.90	-44537.00	22.50	448.13
3	P	28	SLE Q	-46654.10	12043.10	-40264.60	20.79	421.94
4	P	26	SLE R	-48989.80	11572.40	-48266.10	20.54	394.72
4	P	28	SLE Q	-43655.00	10666.10	-42980.00	18.88	370.12
5	P	26	SLE R	-44979.50	10115.70	-52343.00	18.61	346.23
5	P	28	SLE Q	-39858.20	9250.19	-45861.40	16.93	321.01
6	P	26	SLE R	-40990.20	9042.18	-56281.20	17.29	317.62
6	P	28	SLE Q	-36088.30	8168.05	-48631.90	15.51	289.19
7	P	26	SLE R	-36891.00	8243.15	-60658.60	16.48	304.91
7	P	28	SLE Q	-32229.70	7324.11	-51801.40	14.51	271.12
8	P	26	SLE R	-32775.00	7641.24	-65199.70	16.02	303.49
8	P	28	SLE Q	-28366.80	6650.72	-55113.50	13.83	262.71
9	P	26	SLE R	-28578.70	7171.54	-70105.70	15.84	310.97
9	P	28	SLE Q	-24438.30	6091.37	-58756.40	13.38	261.94
10	P	26	SLE R	-24682.10	6827.05	-75231.00	15.89	324.79
10	P	28	SLE Q	-20817.00	5658.21	-62628.80	13.17	267.41

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K ₂	F _{eq}	D _{sm} <mm>	A _s <cm>	A _c <cm>	^{eff} S _s <daN/cm>	e _{sm}	Wk <mm>
1	P	28	SLE Q	-49129.10	17375.40	-30810.60	47.00	98.77	0.50	12.00	161.15	83.69	4683.29	675.57	0.20	0.05
1	P	27	SLE F	-50234.20	17748.80	-31282.90	47.00	98.77	0.50	12.00	161.18	83.69	4685.44	689.56	0.20	0.06
2	P	28	SLE Q	-48400.90	14149.80	-36648.10	47.00	98.77	0.50	12.00	184.21	57.68	4336.30	517.83	0.15	0.05
2	P	27	SLE F	-49521.00	14415.70	-37374.60	47.00	98.77	0.50	12.00	185.92	56.55	4332.10	526.43	0.15	0.05
3	P	28	SLE Q	-46654.10	12043.10	-40264.60	47.00	98.77	0.50	12.00	203.50	44.11	4025.14	421.94	0.12	0.04
3	P	27	SLE F	-47741.50	12236.50	-41107.40	47.00	98.77	0.50	12.00	203.19	44.11	4013.70	427.11	0.12	0.04
4	P	28	SLE Q	-43655.00	10666.10	-42980.00	47.00	98.77	0.50	12.00	212.13	38.45	3785.43	370.12	0.11	0.04
4	P	27	SLE F	-44707.40	10844.90	-44022.70	47.00	98.77	0.50	12.00	215.19	37.32	3769.44	374.97	0.11	0.04

REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

5	P	28	SLE Q	-39858.20	9250.19	-45861.40	47.00	98.77	0.50	12.00	221.28	32.80	3479.01	321.01	0.09	0.04
5	P	27	SLE F	-40868.40	9420.92	-47140.00	47.00	98.77	0.50	12.00	220.53	32.80	3458.41	325.98	0.09	0.04
6	P	28	SLE Q	-36088.30	8168.05	-48631.90	47.00	98.77	0.50	12.00	223.90	29.41	3183.32	289.19	0.08	0.03
6	P	27	SLE F	-37055.20	8340.48	-50140.80	47.00	98.77	0.50	12.00	222.98	29.41	3160.63	294.79	0.09	0.03
7	P	28	SLE Q	-32229.70	7324.11	-51801.40	47.00	98.77	0.50	12.00	221.94	27.14	2894.14	271.12	0.08	0.03
7	P	27	SLE F	-33149.20	7505.40	-53548.60	47.00	98.77	0.50	12.00	221.04	27.14	2873.63	277.78	0.08	0.03
8	P	28	SLE Q	-28366.80	6650.72	-55113.50	47.00	98.77	0.50	12.00	217.09	26.01	2668.36	262.71	0.08	0.03
8	P	27	SLE F	-29236.30	6846.11	-57103.10	47.00	98.77	0.50	12.00	216.57	26.01	2657.06	270.75	0.08	0.03
9	P	28	SLE Q	-24438.30	6091.37	-58756.40	47.00	98.77	0.50	12.00	215.21	24.88	2513.26	261.94	0.08	0.03
9	P	27	SLE F	-25255.00	6304.45	-60995.20	47.00	98.77	0.50	12.00	215.08	24.88	2510.64	271.61	0.08	0.03
10	P	28	SLE Q	-20817.00	5658.21	-62628.80	47.00	98.77	0.50	12.00	210.33	24.88	2412.08	267.41	0.08	0.03
10	P	27	SLE F	-21579.50	5888.78	-65114.70	47.00	98.77	0.50	12.00	210.52	24.88	2416.07	278.73	0.08	0.03

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

Liv.	Pos.	CC	Vsdu <daN>	ctgq	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Sic.
1	P	7	127692.00	2.15	638351.00	638351.00	4.999
2	P	7	131888.00	2.15	638215.00	638215.00	4.839
3	P	7	133789.00	2.15	637709.00	637709.00	4.767
4	P	7	133538.00	2.15	637726.00	637726.00	4.776
5	P	7	132378.00	2.15	637709.00	637709.00	4.817
6	P	7	130815.00	2.15	637704.00	637704.00	4.875
7	P	7	129141.00	2.15	637702.00	637702.00	4.938
8	P	7	127593.00	2.15	637709.00	637709.00	4.998
9	P	7	126391.00	2.15	637694.00	637694.00	5.045
10	T	7	125846.00	2.15	637433.00	637433.00	5.065

10.1.3 Verifiche dei pilastri in c.a.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite mediante il solutore del citato programma di calcolo modeST; di seguito si riportano le verifiche di alcuni pilastri in c.a. rappresentative della struttura, rimandando ai tabulati di calcolo in allegato, per la consultazione delle verifiche condotte su tutti gli elementi della struttura.

Per una miglior comprensione dei risultati indicati, si riporta esplicitato il significato della simbologia adottata.

Simbologia

α	=Angolo asse neutro a rottura
ϵ_y	=Deformazione nell'acciaio (*1000)
λ	=Snellezza massima
λ^*	=Snellezza limite
$\mu\Phi$	=Valore di progetto della duttilità di curvatura
σ_c	=Tensione nel calcestruzzo
σ_f	=Tensione nel ferro
AfC	=Area di ferro compressa
AfT	=Area di ferro tesa
As1	=Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia
As2	=Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia
Ash	=Area totale della sezione della staffa
B	=Base
Bj	=Larghezza effettiva utile del nodo
Br _y	=Numero bracci in dir. Y locale
Br _z	=Numero bracci in dir. Z locale
Br.	=Numero bracci
CC	=Combinazione delle condizioni di carico elementari e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione α = amplificazione per gerarchia delle resistenze TG = taglio da gerarchia delle resistenze
Cf	=Copriferro
Cls	=Tipo di calcestruzzo
Conf.	=Nodo confinato S = Si N = No
El	=Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
F	=Identificativo faccia del nodo

**REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

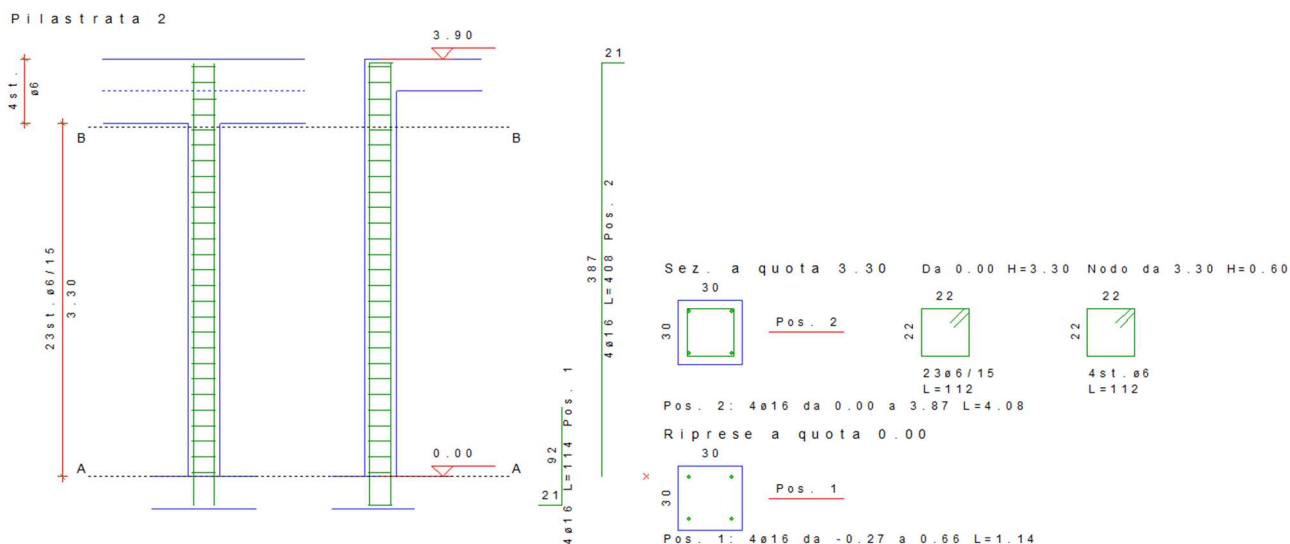
Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro
Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro
Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro
Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
H = Altezza
Hjc = Distanza tra armature pilastro
Hjw = Distanza tra armature trave
M = Momento flettente
M'ydy = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
M'ydy,s = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico (ridotto per stabilità) intorno all'asse Y
M'ydz = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Z
M'ydz,s = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico (ridotto per stabilità) intorno all'asse Z
MRd = Momento resistente allo stato limite ultimo
MRdy = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
MRdy,s = Momento resistente allo stato limite ultimo (ridotto per stabilità) intorno all'asse Y
MRdz = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z
MRdz,s = Momento resistente allo stato limite ultimo (ridotto per stabilità) intorno all'asse Z
Mod. = Modalità di verifica faccia
I = Interna
E = Esterna
My = Momento flettente intorno all'asse Y
My ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Y
Mz = Momento flettente intorno all'asse Z
Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
N = Sforzo normale
Nodo = Numero del nodo
Nu = Sforzo normale ultimo
Sez. = Numero della sezione
Sic. = Sicurezza
Staff. = Staffatura adottata
TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD = Stato limite di danno
SLO = Stato limite di operatività
SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tipo = Tipologia
L = Sezione a L
Ldx = L destra
R = Rettangolare
T = Sezione a T
Tp = Tipo di acciaio
VRcd,y = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y
VRcd,z = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z
VRsd,y = Taglio ultimo lato armatura in dir. Y
VRsd,z = Taglio ultimo lato armatura in dir. Z
Vrd,y = Taglio resistente in dir. Y
Vrd,z = Taglio resistente in dir. Z
Vsdu,y = Taglio agente in dir. Y
Vsdu,z = Taglio agente in dir. Z
X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
bw,y = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y
bw,z = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z
ctgθ_y = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y
ctgθ_z = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z
d_y = Altezza utile per resistenza al taglio in dir. Y
d_z = Altezza utile per resistenza al taglio in dir. Z
l₀ = Lunghezza libera di inflessione

REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.3.1 Verifiche del pilastro in c.a. 2-ss



Pilastrata n. 2-ss
Nodi: 2 -2604 -2465 102

Simbologia

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3	R	30.00	30.00	4.90	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	a <grad>	e _r	Sic.
0.28	17 (e)	SLU	1	3	27.50	-16802.50	-7.38	336.05	1103.96	1103.96	-16802.50	1550.52	5250.89	75.94	6.18	4.745
0.28	17 (e)	SLU	2	3	0.00	-29601.30	23.45	592.02	1511.59	1511.59	-29601.30	2407.33	6024.19	64.69	3.72	3.996
0.55	17 (e)	SLU	2	3	27.50	-29520.80	52.71	590.42	1968.07	1968.07	-29520.80	1940.69	6227.81	70.31	4.09	3.175
0.55	17 (e)	SLU	3	3	0.00	-79400.60	72.67	-1588.01	4504.92	4504.92	-79400.60	-2343.59	6796.45	113.91	1.30	1.505

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'ydz <daNm>	a <grad>	e _r	Sic.
0.28	7	SND	1	3	27.50	-9477.68	-355.68	-355.68	891.21	891.21	-9477.68	-1535.92	3711.79	106.88	6.87	4.186
0.28	1	SND	2	3	0.00	-17044.10	-1228.21	-1228.21	991.43	991.43	-17044.10	-3561.64	2867.78	140.62	4.37	2.897
0.55	1	SND	2	3	27.50	-16982.20	-2618.81	-2618.81	1293.41	1293.41	-16982.20	-4138.93	2050.20	154.69	4.96	1.581
0.55	1	SND	3	3	0.00	-46076.00	-3435.41	-3435.41	2962.10	2962.10	-46076.00	-3864.98	3421.69	137.81	2.49	1.138

Dati per verifiche di stabilità

Xg <m>	El	l ₀ <m>	l	l*
-----------	----	-----------------------	---	----

**REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

---	1	3.90	45.03	44.04
---	1	3.90	45.03	44.04
---	3	3.90	45.03	44.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione - Controlli di stabilità

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy,s <daNm>	MRdz,s <daNm>	M'ydy,s <daNm>	MRdy,s <daNm>	M'ydz,s <daNm>	MRdz,s <daNm>	a <grad>	e _y	Sic.
0.00	17 (e)	SLU	1	3	0.00	-16883.00	-0.32	-337.66	971.86	971.86	-16883.00	-1316.89	4684.59	-1316.89	-1316.89	4684.59	4684.59	106.88	5.80	4.730
0.00	17 (e)	SLU	1	3	0.00	-16883.00	-0.32	-337.66	971.86	971.86	-16883.00	-1316.89	4684.59	-1316.89	-1316.89	4684.59	4684.59	106.88	5.80	4.730
3.30	17 (e)	SLU	3	3	275.00	-78596.20	706.57	1571.92	-42.72	-1571.92	-78596.20	3614.46	-3614.46	3614.46	3614.46	-3614.46	-3614.46	315.00	1.32	2.299

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione - Controlli di stabilità

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy,s <daNm>	M'ydz,s <daNm>	M'ydy,s <daNm>	MRdy,s <daNm>	M'ydz,s <daNm>	MRdz,s <daNm>	a <grad>	e _y	Sic.
0.00	19 (e)	SND	1	3	0.00	-9394.91	160.95	187.90	797.72	797.72	-9394.91	938.54	4055.57	938.54	938.54	4055.57	4055.57	81.56	8.68	5.079
0.00	19 (e)	SND	1	3	0.00	-9394.91	160.95	187.90	797.72	797.72	-9394.91	938.54	4055.57	938.54	938.54	4055.57	4055.57	81.56	8.68	5.079
3.30	1 (e)	SND	3	3	275.00	-49787.40	3694.80	3694.80	680.84	995.75	-49787.40	5428.51	1481.61	5428.51	5428.51	1481.61	1481.61	19.69	2.59	1.470

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	s _c <daN/cmq>	s _f <daN/cmq>
0.00	18	SLE	R	1	3	0.00	-11952.50	686.02	-0.02	0.00	8.04	304.50
0.00	20	SLE	Q	1	3	0.00	-10052.40	571.78	3.89	0.00	8.04	255.82
0.00	18	SLE	R	1	3	0.00	-11952.50	686.02	-0.02	0.00	8.04	304.50
0.00	20	SLE	Q	1	3	0.00	-10052.40	571.78	3.89	0.00	8.04	255.82
0.28	18	SLE	R	1	3	27.50	-11890.70	779.29	-5.07	0.00	8.04	324.14
0.28	20	SLE	Q	1	3	27.50	-9990.50	650.17	-8.10	0.00	8.04	272.15
0.28	18	SLE	R	2	3	0.00	-20957.90	1067.21	17.43	0.00	8.04	511.06
0.28	20	SLE	Q	2	3	0.00	-17590.20	891.78	8.11	0.00	8.04	426.99
0.55	18	SLE	R	2	3	27.50	-20896.00	1389.65	39.03	0.00	8.04	580.42
0.55	20	SLE	Q	2	3	27.50	-17528.30	1162.13	18.48	0.00	8.04	483.06
0.55	18	SLE	R	3	3	0.00	-56232.80	3181.35	53.79	0.00	8.04	1433.90
0.55	20	SLE	Q	3	3	0.00	-47054.60	2661.88	27.16	0.00	8.04	1196.34
3.30	18	SLE	R	3	3	275.00	-55614.10	18.38	498.11	0.00	8.04	914.04
3.30	20	SLE	Q	3	3	275.00	-46435.80	113.60	439.27	0.00	8.04	785.96

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br _y	Br _z	CC	TCC	bw _y <m>	d _y <m>	Vsdu _y <daN>	ctgq _y	VRsd _y <daN>	VRcd _y <daN>	Vrd _y <daN>	bw _z <m>	d _z <m>	Vsdu _z <daN>	ctgq _z	VRsd _z <daN>	VRcd _z <daN>	Vrd _z <daN>	Sic.
0.00	0.55	ø6/15	2	2	25	SLU	0.30	0.25	1659.91	2.50	8198.33	22699.60	8198.33	0.30	0.25	106.40	2.50	8198.33	22699.60	8198.33	4.939
0.00	0.55	ø6/15	2	2	1	SND	0.30	0.25	1098.08	2.50	8198.33	21407.20	8198.33	0.30	0.25	5056.71	2.50	8198.33	21407.20	8198.33	1.621
0.00	0.55	ø6/15	2	2	19	SND	0.30	0.25	1509.04	2.50	8198.33	21438.50	8198.33	0.30	0.25	2546.88	2.50	8198.33	21438.50	8198.33	3.219
0.55	2.75	ø6/15	2	2	25	SLU	0.30	0.25	1653.69	2.50	8198.33	21959.90	8198.33	0.30	0.25	230.51	2.50	8198.33	21959.90	8198.33	4.958
0.55	2.75	ø6/15	2	2	1	SND	0.30	0.25	1124.04	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	0.30	0.25	2592.78	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	3.162
0.55	2.75	ø6/15	2	2	19	SND	0.30	0.25	1630.19	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	0.30	0.25	1240.23	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	5.029
2.75	3.30	ø6/15	2	2	25	SLU	0.30	0.25	1653.69	2.50	8198.33	22165.50	8198.33	0.30	0.25	230.51	2.50	8198.33	22165.50	8198.33	4.958
2.75	3.30	ø6/15	2	2	1	SND	0.30	0.25	1124.04	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	0.30	0.25	2592.78	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	3.162
2.75	3.30	ø6/15	2	2	19	SND	0.30	0.25	1630.19	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	0.30	0.25	1240.23	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	5.029

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.4 Verifiche delle travi in c.a.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite mediante il solutore del citato programma di calcolo modeST; di seguito si riportano le verifiche di alcune travi in c.a. rappresentative della struttura, rimandando ai tabulati di calcolo in allegato, per la consultazione delle verifiche condotte su tutti gli elementi della struttura.

Per una miglior comprensione dei risultati indicati, si riporta esplicitato il significato della simbologia adottata.

Simbologia

Δ_{sm}	=Distanza media tra le fessure
$\Delta\%$	=Incremento percentuale sicurezza
Φ_{eq}	=Diametro equivalente delle barre
ϵ_{sm}	=Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
σ_c	=Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_{f\ inf}$	=Tensione nel ferro - inferiore
$\sigma_{f\ sup}$	=Tensione nel ferro - superiore
σ_{fdd}	=Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)
σ_s	=Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$A_{c\ eff}$	=Area di calcestruzzo efficace
A_s	=Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
$A_{fE\ I}$	=Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
$A_{fE\ S}$	=Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
$A_{fE\ St.}$	=Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)
$A_{fEP\ I}$	=Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
$A_{fEP\ S}$	=Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
B	=Base
CC	=Combinazione delle condizioni di carico elementari
c	= momento fittizio in campata
a	= momento fittizio agli appoggi
T	= momento traslato per taglio
e	= eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TG	= taglio da gerarchia delle resistenze
TGND	= taglio non dissipativo limitante la gerarchia
TG (Li)	= taglio da gerarchia delle resistenze, limite inferiore
TG (Ls)	= taglio da gerarchia delle resistenze, limite superiore
Caso	=Caso di verifica
Cf inf	=Copriferro inferiore
Cfsup	=Copriferro superiore
Cls	=Tipo di calcestruzzo
El	=Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Fcd	=Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	=Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	=Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	=Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	=Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	=Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
H	=Altezza
K ₂	=Coefficiente per distribuzione deformazioni
Lung.	=Lunghezza del tratto di progettazione
M'ydy	=Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	=Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
My	=Momento flettente intorno all'asse Y
Sez.	=Numero della sezione
Sic.	=Sicurezza
Staff.	=Staffatura adottata
TCC	=Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SLO	= Stato limite di operatività
SND	= Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tipo	=Tipologia
L	= Sezione a L
Ldx	= L destra
R	= Rettangolare
T	= Sezione a T
Tp	=Tipo di acciaio
VRcd	=Taglio ultimo lato calcestruzzo
VRsd	=Taglio ultimo lato armatura
Vrdu	=Taglio ultimo resistente
Vsdu	=Taglio agente nella direzione del momento ultimo
Wk	=Ampiezza caratteristica delle fessure
X	=Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
X0	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto

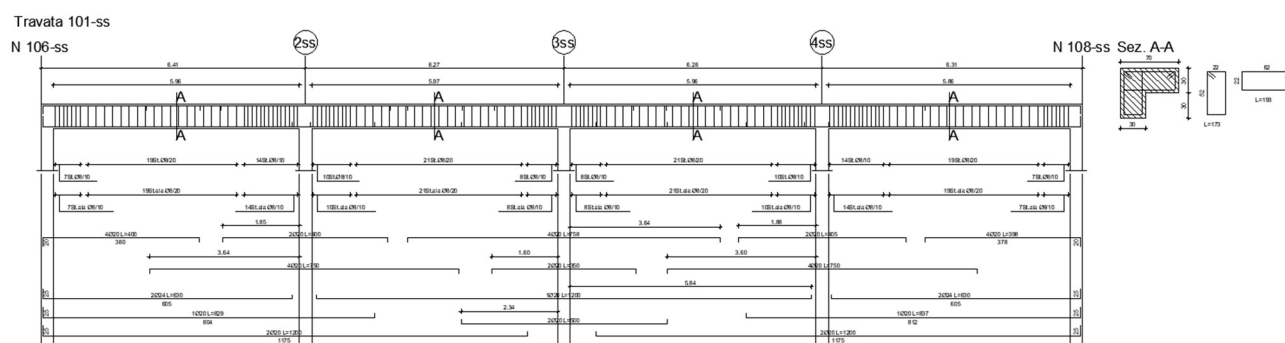
REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
b = Base inferiore
bw = Larghezza membratura resistente al taglio
c = Ricoprimento dell'armatura
ctgθ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
h = Altezza parte inf.
s = Distanza massima tra le barre

10.1.4.1 Verifiche della trave in c.a. 101-ss



Travata n. 101-ss

Nodi: 101 102 103 104 105

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
1	L	70.00	30.00	30.00	30.00	3.50	3.50	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/presoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cm²>	AfE I <cm²>	AfEP S <cm²>	AfEP I <cm²>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.30	25	SLU	1	30.00	6.28	18.10	6.28	18.10	15359.50	38127.90	2.482
2.18	25	SLU	1	218.21	6.28	18.10	6.28	18.10	34341.80	38127.90	1.110
6.26	25	SLU	1	626.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-39304.30	-39348.50	1.001
6.56	25	SLU	2	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-39101.40	-39348.50	1.006
9.07	25	SLU	2	266.37	18.85	18.10	18.85	18.10	16746.70	38210.90	2.282
12.53	25	SLU	2	612.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-29711.50	-39348.50	1.324
12.83	25	SLU	3	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-29708.20	-39348.50	1.325
15.34	25	SLU	3	265.95	18.85	18.10	18.85	18.10	17003.80	38210.90	2.247
18.79	25	SLU	3	611.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-38268.60	-39348.50	1.028
19.09	25	SLU	4	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-38313.30	-39348.50	1.027
22.02	25	SLU	4	308.00	18.85	18.10	18.85	18.10	33172.30	38210.90	1.152
24.95	25	SLU	4	601.00	6.28	18.10	6.28	18.10	15204.60	38127.90	2.508

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/presoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cm²>	AfE I <cm²>	AfEP S <cm²>	AfEP I <cm²>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.30	1	SND	1	30.00	6.28	18.10	6.28	18.10	15127.00	36184.80	2.392
2.18	1	SND	1	218.21	6.28	18.10	6.28	18.10	21718.00	36184.80	1.666

**REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

6.26	7	SND	1	626.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-32775.10	-37629.50	1.148
6.56	7	SND	2	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-29370.10	-37629.50	1.281
9.07	19	SND	2	266.37	18.85	18.10	18.85	18.10	11252.50	36723.00	3.264
12.53	7	SND	2	612.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-18881.40	-37629.50	1.993
12.83	19	SND	3	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-18893.30	-37629.50	1.992
15.34	7	SND	3	265.95	18.85	18.10	18.85	18.10	11431.60	36723.00	3.212
18.79	19	SND	3	611.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-28950.70	-37629.50	1.300
19.09	19	SND	4	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-32301.70	-37629.50	1.165
22.02	13	SND	4	308.00	18.85	18.10	18.85	18.10	20594.50	36723.00	1.783
24.95	13	SND	4	601.00	6.28	18.10	6.28	18.10	15019.80	36184.80	2.409

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	s _f sup <daN/cm<sup>q>	s _f inf <daN/cm<sup>q>	s _c <daN/cm<sup>q>
0.30	26	SLE R	1	30.00	6.28	18.10	10859.20	-383.51	1171.91	32.41
0.30	28	SLE Q	1	30.00	6.28	18.10	9132.50	-322.53	985.57	27.26
2.18	26	SLE R	1	218.21	6.28	18.10	24265.10	-856.96	2618.66	72.43
2.18	28	SLE Q	1	218.21	6.28	18.10	20157.30	-711.89	2175.35	60.17
6.26	26	SLE R	1	626.00	18.85	18.10	-27775.70	2877.06	-1284.90	103.98
6.26	28	SLE Q	1	626.00	18.85	18.10	-23255.10	2408.80	-1075.77	87.06
6.56	26	SLE R	2	15.00	18.85	18.10	-27634.20	2862.39	-1278.35	103.45
6.56	28	SLE Q	2	15.00	18.85	18.10	-23103.00	2393.04	-1068.74	86.49
9.07	26	SLE R	2	266.37	18.85	18.10	11832.20	-352.34	1259.46	30.59
9.07	28	SLE Q	2	266.37	18.85	18.10	9785.38	-291.39	1041.59	25.29
12.53	26	SLE R	2	612.00	18.85	18.10	-20982.10	2173.36	-970.63	78.55
12.53	28	SLE Q	2	612.00	18.85	18.10	-17350.70	1797.22	-802.64	64.96
12.83	26	SLE R	3	15.00	18.85	18.10	-20979.70	2173.12	-970.52	78.54
12.83	28	SLE Q	3	15.00	18.85	18.10	-17348.70	1797.01	-802.55	64.95
15.34	26	SLE R	3	265.95	18.85	18.10	12013.80	-357.75	1278.79	31.05
15.34	28	SLE Q	3	265.95	18.85	18.10	9934.71	-295.84	1057.49	25.68
18.79	26	SLE R	3	611.00	18.85	18.10	-27045.90	2801.46	-1251.14	101.25
18.79	28	SLE Q	3	611.00	18.85	18.10	-22616.40	2342.64	-1046.23	84.67
19.09	26	SLE R	4	15.00	18.85	18.10	-27075.70	2804.55	-1252.52	101.36
19.09	28	SLE Q	4	15.00	18.85	18.10	-22676.70	2348.89	-1049.02	84.89
22.02	26	SLE R	4	308.00	18.85	18.10	23438.80	-697.96	2494.91	60.59
22.02	28	SLE Q	4	308.00	18.85	18.10	19470.80	-579.80	2072.54	50.33
24.95	26	SLE R	4	601.00	6.28	18.10	10749.60	-379.64	1160.09	32.09
24.95	28	SLE Q	4	601.00	6.28	18.10	9041.14	-319.30	975.71	26.99

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K ₂	F _{eq}	D _{sm} <mm>	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	s _s <daN/cmq>	e _{sm}	Wk <mm>
29	0.30	28	SLE Q	1	1	30.00	9132.50	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	985.57	0.36	0.05
31	0.30	27	SLE F	1	1	30.00	9473.11	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1022.33	0.32	0.04
51	2.18	28	SLE Q	1	1	218.21	20157.30	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	2175.35	0.94	0.13
52	2.18	27	SLE F	1	1	218.21	20967.60	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	2262.79	0.93	0.13
71	6.26	28	SLE Q	1	1	626.00	-23255.10	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	2408.80	0.96	0.19
72	6.26	27	SLE F	1	1	626.00	-24146.80	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	2501.17	0.89	0.17
91	6.56	28	SLE Q	2	1	15.00	-23103.00	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	2393.04	0.95	0.19
92	6.56	27	SLE F	2	1	15.00	-23996.80	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	2485.63	0.89	0.17
112	9.07	28	SLE Q	2	1	266.37	9785.38	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1041.59	0.39	0.05
113	9.07	27	SLE F	2	1	266.37	10189.10	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1084.56	0.35	0.05
132	12.53	28	SLE Q	2	1	612.00	-17350.70	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1797.22	0.66	0.13
133	12.53	27	SLE F	2	1	612.00	-18067.10	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1871.42	0.59	0.11
152	12.83	28	SLE Q	3	1	15.00	-17348.70	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1797.01	0.66	0.13
153	12.83	27	SLE F	3	1	15.00	-18065.00	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1871.20	0.59	0.11
172	15.34	28	SLE Q	3	1	265.95	9934.71	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1057.49	0.40	0.05
173	15.34	27	SLE F	3	1	265.95	10344.80	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1101.14	0.36	0.05
192	18.79	28	SLE Q	3	1	611.00	-22616.40	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	2342.64	0.92	0.18
193	18.79	27	SLE F	3	1	611.00	-23490.20	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	2433.15	0.86	0.17
212	19.09	28	SLE Q	4	1	15.00	-22676.70	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	2348.89	0.93	0.18
213	19.09	27	SLE F	4	1	15.00	-23544.40	25.00	118.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	2438.77	0.86	0.17
232	22.02	28	SLE Q	4	1	308.00	19470.80	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	2072.54	0.89	0.12
233	22.02	27	SLE F	4	1	308.00	20253.50	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	2155.85	0.87	0.12
263	24.95	28	SLE Q	4	1	601.00	9041.14	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	975.71	0.36	0.05
265	24.95	27	SLE F	4	1	601.00	9378.16	23.00	63.33	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1012.08	0.32	0.04

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

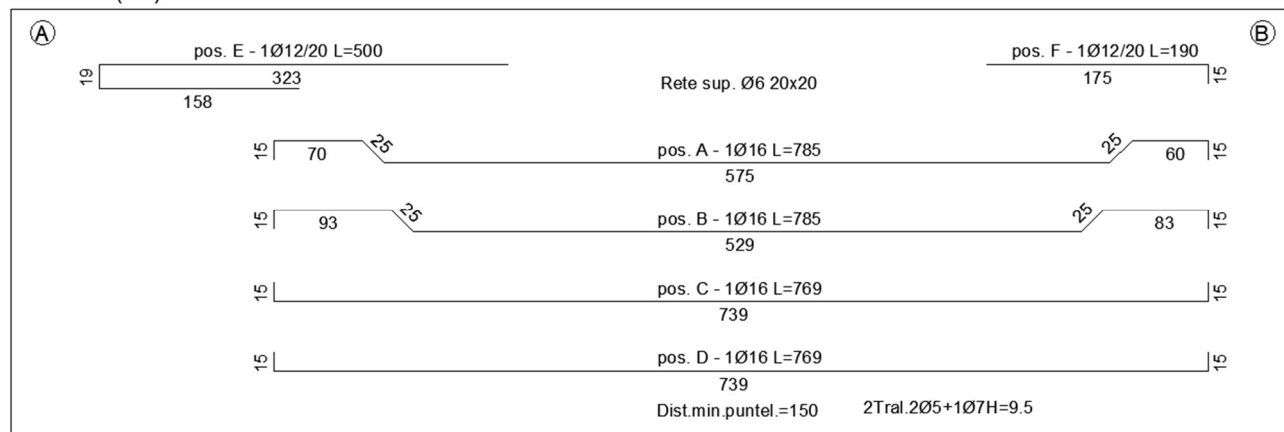
CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgq	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.
25 SLU	0.30	0.90	0.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	27727.20	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.657
25 SLU	0.90	4.94	4.04	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	24154.90	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.035
25 SLU	4.94	6.26	1.32	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	38955.60	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.180
25 SLU	6.56	7.49	0.93	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	34515.30	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.331
25 SLU	7.49	11.87	4.38	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	24894.30	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.004
25 SLU	11.87	12.53	0.66	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	32279.50	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.424
25 SLU	12.83	13.53	0.70	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	32365.00	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.420
25 SLU	13.53	17.86	4.33	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	24513.10	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.020
25 SLU	17.86	18.79	0.93	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	34317.90	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.339
25 SLU	19.09	20.40	1.31	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	38348.60	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.198
25 SLU	20.40	24.35	3.95	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	23720.60	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.054
25 SLU	24.35	24.95	0.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	27215.40	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.688

10.1.5 Verifica del solaio di copertura

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite mediante il solutore del citato programma di calcolo modeST; di seguito si riportano le verifiche di alcuni solai rappresentative della struttura, rimandando ai tabulati di calcolo in allegato, per la consultazione delle verifiche condotte su tutti gli elementi della struttura.

10.1.5.1 Verifica solaio bausta tralicciato binato (25+5 cm)

Schema 1 (PC) - distinta armatura solaio



Il solaio di copertura dell'edificio è costituito da un solaio bausta tralicciato binato di altezza complessiva pari a 30 cm (25+5). Lo schema statico assunto per la verifica è quello di trave semplicemente appoggiata con carico uniformemente distribuito, e luce di calcolo pari a 620 cm.

luce di calcolo	6,2	m
interasse	62	cm
Larghezza nervatura di verifica	22	cm
Peso proprio solaio - G1	4,50	kN/m ²
Carichi permanenti portati - G2	4,00	kN/m ²

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Carico accidentale - Cat. C	5,00	kN/m ²
Carico Neve	0,90	kN/m ²

Allo SLU ed allo SLE i carichi di verifica risultano pari a:

SLU	20,025 kN/m ²	12,42 kN/m
SLE rara	13,95 kN/m ²	8,65 kN/m
SLE frequente	12,00 kN/m ²	7,44 kN/m
SLE quasi permanente	11,50 kN/m ²	7,13 kN/m

10.1.5.1.1 Verifica a flessione allo SLU

La verifica a flessione allo SLU del solaio risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza pari a **FS = 1,28**.

Figura 1 - Momento resistente (sezione in campata)

Verifica a flessione SLU			
	MSd (kNm)	MRd (kNm)	FS
sezione in campata	59,66	76,62	1,284

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.5.1.2 Verifica a taglio allo SLU

La verifica a taglio allo SLU del solaio, è stata condotta facendo riferimento sia al punto 4.1.2.3.5.1 delle NTC2018, dove si indicano le modalità per il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti per elementi senza armature trasversali resistenti a taglio, che al punto 4.1.2.3.5.2, dove si indicano le modalità per il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti per elementi con armature trasversali resistenti a taglio.

Poiché sugli appoggi è prevista la posa in opera di ferri piegati $\square 16$ a 45° il taglio resistente risulta pari a 68,09 kN. La verifica a taglio allo SLU risulta quindi soddisfatta con un coefficiente di sicurezza FS pari a **1,77**.

Verifica a taglio SLU (sezione armata con ferri piegati)			
	V _{Sd} (kNm)	V _{Rd} (kNm)	FS
Sezione appoggio	38,49	68,09	1,769

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5 \quad [4.1.25]$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad [4.1.26]$$

dove V_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di progetto a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha \quad [4.1.27]$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2 \theta) \quad [4.1.28]$$

La resistenza di progetto a taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad [4.1.29]$$

dove d , b_w e σ_{cp} hanno il significato indicato in § 4.1.2.3.5.1. e inoltre si è posto:

A_{sw} area dell'armatura trasversale;

s interasse tra due armature trasversali consecutive;

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$v f_{cd}$ resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($v = 0,5$);

α_c coefficiente maggiorativo pari a 1 per membrature non compresse

$$1 + \sigma_{cp} / f_{cd} \quad \text{per } 0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$$

$$1,25 \quad \text{per } 0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$$

$$2,5 (1 - \sigma_{cp} / f_{cd}) \quad \text{per } 0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$$

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Dove il contributo dei ferri piegati alla resistenza a taglio non risulta efficace, il taglio sollecitante massimo risulta pari a 32,90 kN. La verifica taglio risulta ancora soddisfatta con un coefficiente di sicurezza FS pari a **1,06** in quanto il taglio resistente risulta pari a 34,78 kN.

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\} \quad [4.1.23]$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Caratteristiche sezione di verifica		
h	300	mm
b_w	220	mm
d	260	mm
A_{sl}	402	mm ²

Caratteristiche materiali e coefficienti		
f_{yk}	450	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
R_{ck}	35	N/mm ²
α_c	1.5	
k_{max}	2	

Verifica a taglio SLU (sezione non armata a taglio)		
V_{Sd} (kNm)	V_{Rd} (kNm)	FS
32,90	34,78	1,057

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.5.1.3 Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica della limitazione delle tensioni del solaio risulta soddisfatta poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo (σ_c) che la massima tensione nell'acciaio (σ_s) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti (punto 4.1.2.2.5.1 delle NTC2018).

$$\sigma_{c,max} \leq 0,60 \cdot f_{ck} \quad \text{combinazione caratteristica rara}$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,45 \cdot f_{ck} \quad \text{combinazione caratteristica quasi permanente}$$

$$\sigma_{s,max} \leq 0,80 \cdot f_{yk} \quad \text{combinazione caratteristica rara}$$

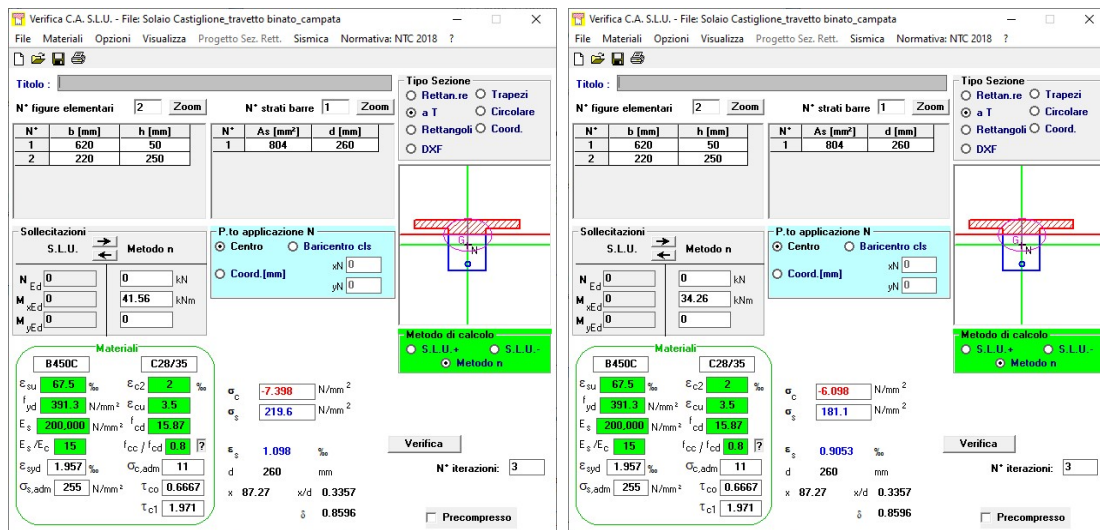


Figura 2 - Calcolo tensioni d'esercizio in combinazione rara e quasi permanente (sezione in campata)

	□ cls (N/mm²)	□ s,max (N/mm²)
SLE_rara (sezione in campata)	7,398	219,6
SLE_qperm (sezione in campata)	6,098	181,1

$$\sigma_{c,max} = 7,398 \text{ N/mm}^2 \leq (0,60 \cdot 28 \text{ N/mm}^2) = 16,80 \text{ N/mm}^2 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

$$\sigma_{c,max} = 6,098 \text{ N/mm}^2 \leq (0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2) = 12,60 \text{ N/mm}^2 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

$$\sigma_{s,max} = 219,6 \text{ N/mm}^2 \leq (0,80 \cdot 450 \text{ N/mm}^2) = 360,00 \text{ N/mm}^2 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.5.1.4 Verifica dello stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione del solaio, è stata condotta verificando lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica è stata condotta senza calcolo diretto, così come indicato al punto C4.1.2.2.4 della Circolare Esplicativa n° 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019, confrontando i massimi valori della tensione di trazione nell'acciaio (combinazioni frequenti e quasi permanente) con i valori riportati nelle seguenti tabelle estratte dalla sopra citata Circolare Esplicativa n° 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019. I massimi valori di trazione nell'acciaio risultano contenuti entro i limiti, e quindi la verifica risulta soddisfatta.

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III -Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

The screenshot shows a software window titled "Verifica C.A. S.L.U. - File: Solaio Castiglione_travetto binato_campata". The interface includes several sections for data entry and calculation results.

- Titolo:** A text field for the title.
- N° figure elementari:** Set to 2, with a "Zoom" button.
- N° strati barre:** Set to 1, with a "Zoom" button.
- Table of Section Properties:**

N°	b [mm]	h [mm]
1	620	50
2	220	250
- Table of Reinforcement Properties:**

N°	As [mm²]	d [mm]
1	804	260
- Sollecitazioni (S.L.U.):**
 - N_{Ed} : 0 kN
 - M_{Ed} : 35.75 kNm
 - M_{yEd} : 0
- Materiali:**
 - B450C:** E_{su} 67.5%, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200.000 N/mm², E_s/E_c 1.5, ϵ_{syd} 1.957%, $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm², τ_{c1} 1.371.
 - C28/35:** E_{c2} 2%, ϵ_{cu} 3.5, f_{cd} 15.87, f_{cc}/f_{cd} 0.8, $\sigma_{c,adm}$ 11, τ_{co} 0.6667.
- P.to applicazione N:**
 - σ_c : -6.363 N/mm²
 - σ_s : 188.9 N/mm²
 - ϵ_s : 0.9446%
 - d : 260 mm
 - x : 87.27, x/d : 0.3357
 - δ : 0.8596
- Verifica:** A button to perform the verification.
- N° iterazioni:** 3
- Precompresso:** A checkbox.

Figura 3 - Calcolo tensioni d'esercizio in combinazione frequente (sezione in campata)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.5.2 Verifica soletta a sbalzo (sp. 25 cm)

Lo schema statico assunto per il calcolo delle sollecitazioni di verifica della soletta a sbalzo costituente la gronda dell'edificio di nuova realizzazione, è quello di mensola di luce pari a 1,50 m sia con carichi uniformemente distribuiti.

Lo spessore della soletta in c.a. è pari a 25 cm. Le verifiche sono state condotte considerando una sezione di larghezza unitaria pari a 1,00 m.

Sollecitazioni caratteristiche mensola c.a.					Sezione all'incastro	
	Luce (m)	B (m)	H (m)	q (kN/m)	T (kN/m)	M (kNm/m)
Soletta a sbalzo	1,50	1,00	0,25	6,25	9,38	7,031
Carichi permanenti portati - G2	1,00	1,00	-	4,00	6,00	4,500
Carico accidentale - Cat. C	1,50	1,00	-	5,00	7,50	5,625
Carico Neve	1,50	1,00	-	0,90	1,35	1,013

	T (kN/m)	M (kNm/m)
SLU	33,45	-25,09
SLE_rara	-	-17,66
SLE_freq	-	-15,47
SLE_q-perm	-	-14,91

10.1.5.2.1 Verifica a flessione allo SLU

La verifica a flessione allo SLU della sezione in c.a. di larghezza pari a 1,00 m e altezza pari a 0,25 cm, risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza pari a **FS = 1,91**.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Verifica C.A. S.L.U. - File: Soletta sp. 25 cm

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO :

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	250	1	565	40
			2	565	210

Tipo Sezione
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 kN
 M_{Ed} 0 kNm
 M_{Ed} 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C28/35
 E_{su} 67.5 % E_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 %
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15.87 %
 E_s/E_c 1.5 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?]

M_{Rd} -47.98 kNm
 σ_c -15.87 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 %
 ε_s 21.9 %
 d 210 mm
 x 28.94 x/d 0.1378
 δ 0.7

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Devia

N° rett. 100
 Calcola M_{Rd} Dominio M-N
 L₀ 0 mm Col. modello
 M-curvatura
☐ Precompresso

Figura 4 - Momento resistente

Verifica a flessione SLU			
	M _{Sd} (kNm)	M _{Rd} (kNm)	FS
sezione incastro	25,09	47,98	1,912

10.1.5.2.2 Verifica a taglio allo SLU

La verifica a taglio allo SLU della sezione in c.a. di larghezza pari a 1,00 m e altezza pari a 0,25 m, è stata condotta facendo riferimento al punto 4.1.2.3.5.1 delle NTC2018, dove si indicano le modalità per il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti per elementi senza armature trasversali resistenti a

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\} \quad [4.1.23]$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{ba} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{ba} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

taglio. b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Caratteristiche sezione di verifica

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

h	250	mm
b _w	1000	mm
d	210	mm
A _{sl}	565	mm ²

Caratteristiche materiali e coefficienti		
f _{yk}	450	N/mm ²
f _{ck}	28	N/mm ²
R _{ck}	35	N/mm ²
□ _c	1.5	
k _{max}	2	

La verifica a taglio allo SLU della sezione in c.a. di larghezza pari a 1,00 m e altezza pari a 0,30 m, risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza pari a FS = **3,23**.

Verifica a taglio SLU (sezione non armata a taglio)		
V _{Sd} (kNm)	V _{Rd} (kNm)	FS
33,45	108,02	3,229

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.5.2.3 Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica della limitazione delle tensioni della sezione in c.a. di larghezza pari a 1,00 m e altezza pari a 0,25 m risulta soddisfatta poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo (σ_c) che la massima tensione nell'acciaio (σ_s) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti (punto 4.1.2.2.5.1 delle NTC2018).

$\sigma_{c,max} \leq 0,60 \cdot f_{ck}$ combinazione caratteristica rara

$\sigma_{c,max} \leq 0,45 \cdot f_{ck}$ combinazione caratteristica quasi permanente

$\sigma_{s,max} \leq 0,80 \cdot f_{yk}$ combinazione caratteristica rara

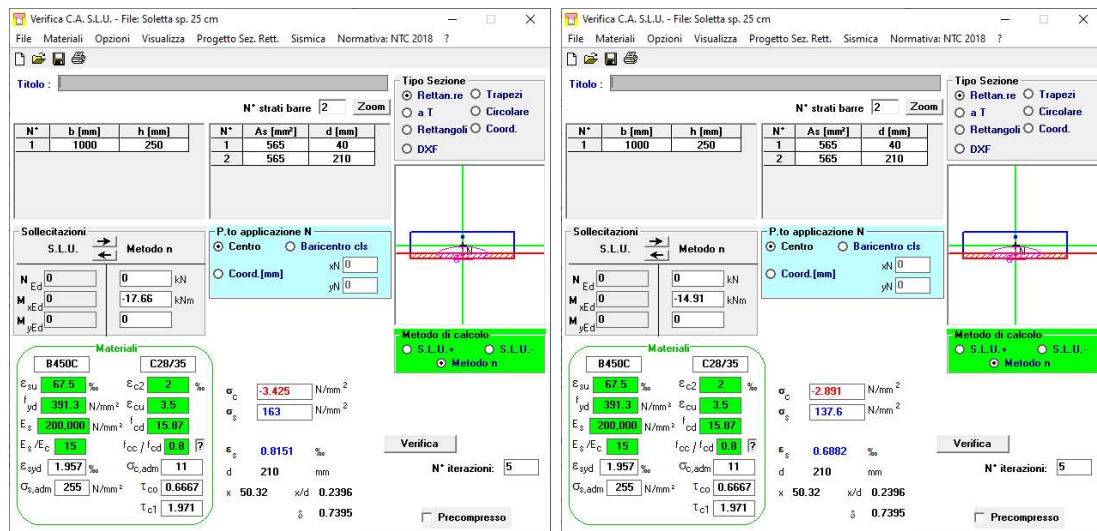


Figura 5 - Calcolo tensioni d'esercizio in combinazione rara e quasi permanente (sezione incastro)

	σ_{cls} (N/mm ²)	$\sigma_{s,max}$ (N/mm ²)
SLE_rara (sezione incastro)	3,425	163,0
SLE_qperm (sezione incastro)	2,891	137,6

$\sigma_{c,max} = 3,425 \text{ N/mm}^2 \leq 80\% (0,60 \cdot 28 \text{ N/mm}^2) = 13,44 \text{ N/mm}^2$ verifica soddisfatta

$\sigma_{c,max} = 2,891 \text{ N/mm}^2 \leq 80\% (0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2) = 10,08 \text{ N/mm}^2$ verifica soddisfatta

$\sigma_{s,max} = 163,00 \text{ N/mm}^2 \leq (0,80 \cdot 450 \text{ N/mm}^2) = 360,00 \text{ N/mm}^2$ verifica soddisfatta

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.5.2.4 Verifica dello stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione del solaio, è stata condotta verificando lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica è stata condotta senza calcolo diretto, così come indicato al punto C4.1.2.2.4 della Circolare Esplicativa n° 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019, confrontando i massimi valori della tensione di trazione nell'acciaio (combinazioni frequente e quasi permanente) con i valori riportati nelle seguenti tabelle estratte dalla sopra citata Circolare Esplicativa n° 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019. I massimi valori di trazione nell'acciaio risultano contenuti entro i limiti, e quindi la verifica risulta soddisfatta.

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III -Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Verifica C.A. S.L.U. - File: Soletta sp. 25 cm

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo:

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	250	1	565	40
			2	565	210

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} -15.47 kNm
M_{yEd} 0

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

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

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

Verifica

N° iterazioni: 5

Precompresso

Materiali: B4500C C28/35

E_{cu} 67.5 % E_{c2} 2 %
 f_{yd} 291.3 N/mm² E_{cu} 3.5 %
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15.87
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 E_{syd} 1.957 % $C_{c,adm}$ 11
 $C_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

σ_c -3 N/mm²
 σ_s 142.8 N/mm²
 ϵ_s 0.714 %
d 210 mm
x 50.32 x/d 0.2396
 δ 0.7395

Figura 6 - Calcolo tensioni d'esercizio in combinazione frequente (sezione incastro)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.1.6 Verifica di rigidezza degli elementi strutturali

Secondo il punto §7.3.6.1 delle NTC2018, e vista la Classe d'Uso pari a III si ha che allo SLO gli spostamenti d'interpiano per tamponature fragili dovranno essere pari a:

$$qd_r \leq \frac{2}{3} \cdot 0.0050 h$$

Pertanto, avendo considerato $q=1.0$ e l'altezza di piano pari a 3.90 m si ha:

$$d_{max, piano primo} \leq \frac{2}{3} \cdot 0.0050 \cdot 3900 \frac{1}{1.00} = 13.0mm$$

Si riportano in seguito le verifiche più gravose.

Spostamenti relativi massimi allo stato limite di operatività

Simbologia

δ = Spostamento relativo

δ/h = Rapporto (moltiplicato per 1000) tra lo spostamento relativo e l'altezza

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

N1 = Nodo1

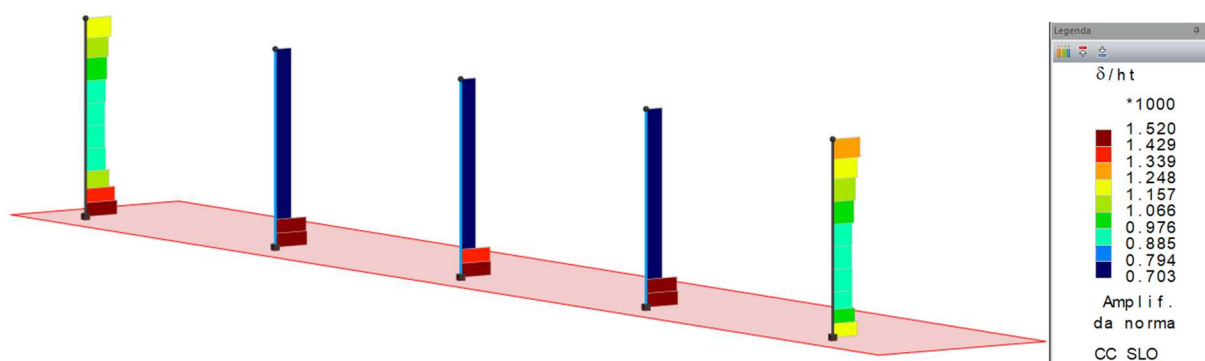
N2 = Nodo2

h = Altezza teorica

I valori degli spostamenti relativi per CC di tipo sismico sono amplificati come da normativa:

Min = 0.70

Max = 1.52



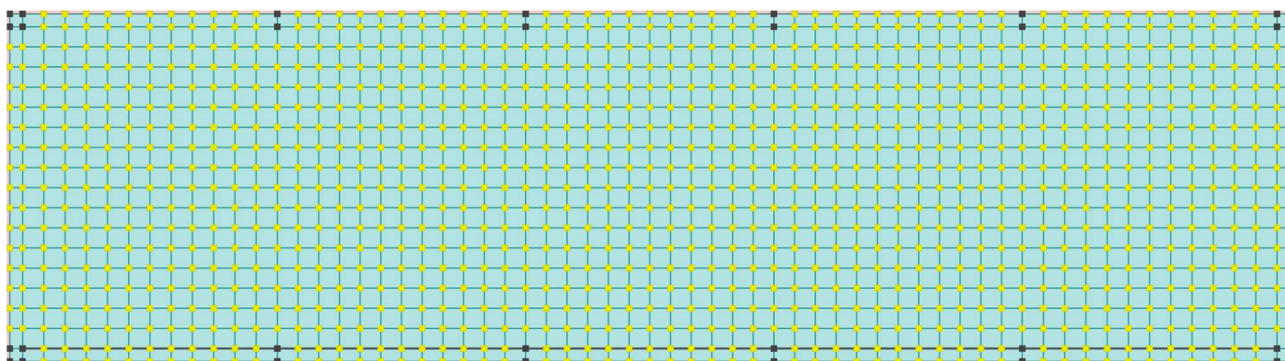
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2 CORPO SPOGLIATOI

10.2.1 Verifiche della platea di fondazione

Si riporta di seguito la verifica di resistenza della platea di fondazione del corpo servizi, di altezza pari a 30 cm e armata in entrambe le direzioni da ferri Ø14 passo 20 cm sia superiormente che inferiormente.



10.2.1.1 Sollecitazioni

Le sollecitazioni taglianti e flettenti sono riprese dal modello di calcolo modeST e riportate di seguito, oltre alla geometria e i materiali utilizzati:

PLATEA 30cm	V_{Ed}	$M_{ed,SLU}$	$M_{ed,SLER}$	$M_{ed,SLEF}$	$M_{ed,SLEqp}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
dir. Longitudinale M+	80.0	50.0	45.0	35.0	35.0
dir. Longitudinale M-	-65.0	-30.0	-22.0	-20.0	-20.0
dir. trasversale M+	65.0	30.0	25.0	22.0	22.0
dir. trasversale M-	-100.0	-62.0	-45.0	-40.0	-38.0

Dati calcestruzzo			
classe calcestruzzo	R_{ck}	35	N/mm ²
resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	28	N/mm ²
termine minorativo per carichi lunga durata	α_{cc}	0.85	-
coefficiente di sicurezza	γ_c	1.5	-
resistenza a compressione a lungo termine	f_{cd}	15.9	N/mm ²
resistenza media a trazione	f_{ctm}	2.8	N/mm ²
resistenza a compressione ridotta	f'_{cd}	7.9	N/mm ²
deformazione ultima	ϵ_{cu}	0.0035	-

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Dati acciaio			
classe acciaio	B	450C	-
tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	N/mm ²
coefficiente di sicurezza	γ_s	1.15	-
tensione di snervamento di progetto	f_{yd}	391.3	N/mm ²
deformazione di snervamento	ϵ_{yd}	0.00186	-
modulo elastico	E_s	210000	N/mm ²

PLATEA 30cm	b	h	c	d	d'	As	A's
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
dir. Longitudinale M+	1000	300	40	253	47	5Ø14	5Ø14
dir. Longitudinale M-	1000	300	40	253	47	5Ø14	5Ø14
dir. trasversale M+	1000	300	40	253	47	5Ø14	5Ø14
dir. trasversale M-	1000	300	40	253	47	5Ø14	5Ø14

10.2.1.2 Verifiche di resistenza

10.2.1.2.1 Verifica a flessione

Il momento massimo sollecitante precedentemente determinato risulta inferiore al valore resistente riportato di seguito:

Flessione	PLATEA 30cm	b	h	A _{s,tesa}	A _{s,compr}	x	M _{ed,SLU}	M _{rd}	FS
		[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]	[mm]	[kNm]	[kNm]	[-]
	dir. Longitudinale M+	1000	300	770	770	36.52	50.0	77.1	1.54
	dir. Longitudinale M-	1000	300	770	770	36.52	-30.0	-77.1	2.57
	dir. trasversale M+	1000	300	770	770	36.52	30.0	77.1	2.57
	dir. trasversale M-	1000	300	770	770	36.52	-62.0	-77.1	1.24

10.2.1.2.2 Verifica a taglio

Il taglio massimo sollecitante precedentemente determinato risulta inferiore al valore resistente riportato di seguito:

Taglio senza staffe	Sezione	b	h	p	k	v _{min}	V _{Rd}	V _{ed}	FS
		[mm]	[mm]	-	-	N/mm ²	kN	kN	[-]

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

	dir. Longitudinale M+	1000	300	0.30%	1.89	0.48	122	80.0	1.52
	dir. Longitudinale M-	1000	300	0.30%	1.89	0.48	122	65.0	1.87
	dir. trasversale M+	1000	300	0.30%	1.89	0.48	122	65.0	1.87
	dir. trasversale M-	1000	300	0.30%	1.89	0.48	122	100.0	1.22

10.2.1.2.3 Verifica delle tensioni in esercizio

Si riportano di seguito le massime tensioni sollecitanti nella combinazione caratteristica e in quella quasi permanente confrontati con i limiti posti in normativa.

Tensioni esercizio	Platea 30cm	b	h	M _{ed,SLEr}	σ _{c,rara}	0,6*f _{ck}	FS
		[mm]	[mm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
	dir. Longitudinale M+	1000	300	45.0	5.66	16.80	2.97
	dir. Longitudinale M-	1000	300	-22.0	2.77	16.80	6.07
	dir. trasversale M+	1000	300	25.0	3.14	16.80	5.34
	dir. trasversale M-	1000	300	-45.0	5.66	16.80	2.97

σ _{s,rara}	0,8*f _{yk}	FS	M _{ed,SLEqp}	σ _{c,qp}	0,45*f _{ck}	FS
[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
254.4	360	1.41	35.0	4.40	12.60	2.86
124.4	360	2.89	-20.0	2.52	12.60	5.01
141.4	360	2.55	22.0	2.77	12.60	4.55
254.4	360	1.41	-38.0	4.78	12.60	2.64

10.2.1.2.4 Verifica delle fessurazioni

Si riporta di seguito la verifica a fessurazione eseguita confrontando le massime tensioni agenti nell'armatura in condizioni frequenti e quasi permanenti con i limiti posti in normativa.

Platea 30cm	b	h	M _{ed,SLEf}	σ _{s,freq}	σ _{s,max}	FS	M _{ed,SLEqp}	σ _{s,qp}	σ _{s,max}	FS
	[mm]	[mm]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]
dir. Longitudinale M+	1000	300	35.0	197.9	260	1.31	35.0	197.9	220	1.11
dir. Longitudinale M-	1000	300	-20.0	113.1	260	2.30	-20.0	113.1	220	1.95
dir. trasversale M+	1000	300	22.0	124.4	260	2.09	22.0	124.4	220	1.77
dir. trasversale M-	1000	300	-40.0	226.2	260	1.15	-38.0	214.9	220	1.02

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.2 Verifiche delle pareti in c.a.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite mediante il solutore del citato programma di calcolo modeST; di seguito si riportano le verifiche di alcune pareti in c.a. rappresentative della struttura, rimandando ai tabulati di calcolo in allegato, per la consultazione delle verifiche condotte su tutti gli elementi della struttura.

Per una miglior comprensione dei risultati indicati, si riporta esplicitato il significato della simbologia adottata.

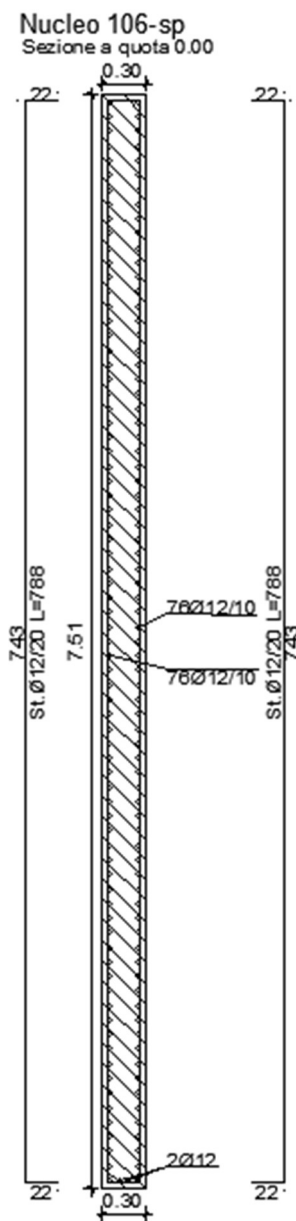
Simbologia

Δ_{sm}	= Distanza media tra le fessure
Φ_{eq}	= Diametro equivalente delle barre
ϵ_{sm}	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
σ_c	= Tensione nel calcestruzzo
σ_f	= Tensione nel ferro
σ_s	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$A_{c\ eff}$	= Area di calcestruzzo efficace
A_s	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cf	= Copriferro
Cls	= Tipo di calcestruzzo
Fcd	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	= Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
K_2	= Coefficiente per distribuzione deformazioni
Liv.	= Numero del livello
M'ydy	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
M'ydz	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Z
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
MRdz	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
Mz	= Momento flettente intorno all'asse Z
N	= Sforzo normale
Nu	= Sforzo normale ultimo
Pos.	= Posizione (P=Piede, T=Testa)
Sic.	= Sicurezza
Spess.	= Spessore
TCC	= Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SLO	= Stato limite di operatività
SND	= Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tp	= Tipo di acciaio
VRcd	= Taglio ultimo lato calcestruzzo
VRsd	= Taglio ultimo lato armatura
Vsdu	= Taglio agente nella direzione del momento ultimo
Wk	= Ampiezza caratteristica delle fessure
c	= Ricoprimento dell'armatura
ctg θ	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
s	= Distanza massima tra le barre

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.2.1 Verifiche del setto in c.a. 106-sp



Numero del nucleo n. 106-sp

Nodi: 1 -716 -715 -714 -713 -712 -711 -710 -709 -708 -707 -706 -705 -704 -703 -702 7

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess. <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
30.00	5.30	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	Sic.
1	P	25	SLU	-73915.90	25963.60	-35061.10	-73915.90	88758.60	-118896.00	3.401
2	P	25	SLU	-72599.40	20151.70	-43839.00	-72599.40	88306.90	-194680.00	4.431
3	P	25	SLU	-68890.20	16186.50	-46003.70	-68890.20	88105.80	-245041.00	5.340
4	P	25	SLU	-64734.30	14212.60	-52511.30	-64734.30	87213.00	-324299.00	6.173
5	P	25	SLU	-59492.50	12281.70	-59816.60	-59492.50	86403.60	-425823.00	7.115
6	P	25	SLU	-54264.30	10909.00	-66831.10	-54264.30	85480.90	-521401.00	7.803
7	P	25	SLU	-48881.80	9942.93	-74307.00	-48881.80	84302.30	-631038.00	8.492
8	P	25	SLU	-43456.20	9262.83	-81951.30	-43456.20	83028.50	-732608.00	8.940
9	P	25	SLU	-37917.30	8782.01	-90006.80	-37917.30	80993.10	-911530.00	10.119
10	P	25	SLU	-32748.30	8456.11	-98212.10	-32748.30	80455.00	-911657.00	9.284

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'yz <daNm>	Sic.
1	P	7	SND	-21338.90	37488.60	-202757.00	-21338.90	42664.90	-238019.00	1.173
2	P	7	SND	-19715.70	38887.60	-214479.00	-19715.70	42477.30	-237593.00	1.107
3	P	7	SND	-13791.30	41177.70	-253953.00	-13791.30	41786.40	-271305.00	1.067
4	P	7	SND	-14633.60	35986.20	-236697.00	-14633.60	41888.10	-271606.00	1.148
5	P	7	SND	-15251.30	29484.30	-209206.00	-15251.30	41724.70	-296641.00	1.418
6	P	7	SND	-15993.80	23292.60	-182383.00	-15993.80	41840.10	-329614.00	1.807
7	P	7	SND	-16762.00	17359.30	-156474.00	-16762.00	41902.90	-384324.00	2.456
8	P	7	SND	-17634.60	11606.10	-131316.00	-17634.60	41893.10	-484345.00	3.688
9	P	13	SND	-22025.30	6036.30	-76400.40	-22025.30	42381.40	-487120.00	6.380
10	T	7	SND	-16478.30	8480.67	-70882.20	-16478.30	41896.60	-329807.00	4.657

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	s _c <daN/cm>	s _f <daN/cm>
1	P	26	SLE R	-54290.80	19081.60	-30780.60	30.89	736.06
1	P	28	SLE Q	-48842.70	17250.30	-28984.30	28.02	668.25
2	P	26	SLE R	-53417.90	15151.50	-37087.70	25.28	542.90
2	P	28	SLE Q	-47930.60	13893.70	-34149.60	23.22	503.86
3	P	26	SLE R	-51071.00	12522.30	-39748.40	21.37	422.03
3	P	28	SLE Q	-45827.30	11660.20	-36514.10	19.92	401.81
4	P	26	SLE R	-47840.00	11022.80	-43482.10	19.34	366.42
4	P	28	SLE Q	-42771.50	10237.70	-39214.50	17.94	347.90
5	P	26	SLE R	-43777.70	9504.53	-47491.80	17.30	314.88
5	P	28	SLE Q	-38918.50	8763.67	-42006.90	15.88	295.93
6	P	26	SLE R	-39733.90	8365.89	-51371.20	15.86	283.00
6	P	28	SLE Q	-35090.20	7620.61	-44695.90	14.35	261.08
7	P	26	SLE R	-35590.30	7502.55	-55650.70	14.92	266.87
7	P	28	SLE Q	-31181.70	6716.92	-47750.30	13.24	239.88
8	P	26	SLE R	-31424.60	6831.25	-60112.80	14.33	261.77
8	P	28	SLE Q	-27264.20	5979.70	-50963.70	12.44	228.15
9	P	26	SLE R	-27191.40	6293.65	-64890.80	14.02	265.56
9	P	28	SLE Q	-23292.80	5358.12	-54463.40	11.87	224.04
10	P	26	SLE R	-23254.90	5884.88	-69930.70	13.96	276.15
10	P	28	SLE Q	-19626.60	4866.39	-58235.80	11.55	226.60

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Liv.	Pos.	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K ₂	F _{eq}	D _{sm} <mm>	A _s <cm>	A _{c eff} <cm>	s _s <daN/cm>	e _{sm}	W _k <mm>
1	P	28	SLE Q	-48842.70	17250.30	-28984.30	47.00	111.92	0.50	12.00	159.71	85.95	4705.96	668.25	0.19	0.05
1	P	27	SLE F	-49917.40	17611.50	-29338.60	47.00	111.92	0.50	12.00	159.75	85.95	4709.02	681.62	0.20	0.05
2	P	28	SLE Q	-47930.60	13893.70	-34149.60	47.00	111.92	0.50	12.00	183.04	58.81	4363.36	503.86	0.15	0.05
2	P	27	SLE F	-49013.00	14141.80	-34729.10	47.00	111.92	0.50	12.00	182.97	58.81	4360.07	511.56	0.15	0.05
3	P	28	SLE Q	-45827.30	11660.20	-36514.10	47.00	111.92	0.50	12.00	199.23	46.37	4065.96	401.81	0.12	0.04
3	P	27	SLE F	-46861.70	11830.30	-37152.10	47.00	111.92	0.50	12.00	201.58	45.24	4055.50	405.79	0.12	0.04
4	P	28	SLE Q	-42771.50	10237.70	-39214.50	47.00	111.92	0.50	12.00	213.04	38.45	3814.44	347.90	0.10	0.04
4	P	27	SLE F	-43771.30	10392.60	-40056.30	47.00	111.92	0.50	12.00	212.55	38.45	3798.71	351.55	0.10	0.04

REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

5	P	28	SLE Q	-38918.50	8763.67	-42006.90	47.00	111.92	0.50	12.00	221.47	32.80	3483.90	295.93	0.09	0.03
5	P	27	SLE F	-39877.00	8909.81	-43088.80	47.00	111.92	0.50	12.00	225.21	31.67	3462.32	299.66	0.09	0.03
6	P	28	SLE Q	-35090.20	7620.61	-44695.90	47.00	111.92	0.50	12.00	227.69	28.27	3149.89	261.08	0.08	0.03
6	P	27	SLE F	-36006.20	7767.63	-46012.70	47.00	111.92	0.50	12.00	226.63	28.27	3124.87	265.40	0.08	0.03
7	P	28	SLE Q	-31181.70	6716.92	-47750.30	47.00	111.92	0.50	12.00	223.71	26.01	2811.57	239.88	0.07	0.03
7	P	27	SLE F	-32051.30	6871.90	-49308.70	47.00	111.92	0.50	12.00	222.67	26.01	2789.01	245.20	0.07	0.03
8	P	28	SLE Q	-27264.20	5979.70	-50963.70	47.00	111.92	0.50	12.00	217.02	24.88	2550.73	228.15	0.07	0.02
8	P	27	SLE F	-28084.90	6147.68	-52768.50	47.00	111.92	0.50	12.00	216.43	24.88	2538.49	234.78	0.07	0.03
9	P	28	SLE Q	-23292.80	5358.12	-54463.40	47.00	111.92	0.50	12.00	213.96	23.75	2374.18	224.04	0.07	0.02
9	P	27	SLE F	-24061.90	5542.66	-56520.30	47.00	111.92	0.50	12.00	213.84	23.75	2371.74	232.23	0.07	0.02
10	P	28	SLE Q	-19626.60	4866.39	-58235.80	47.00	111.92	0.50	12.00	208.30	23.75	2262.19	226.60	0.07	0.02
10	P	27	SLE F	-20342.30	5067.30	-60542.80	47.00	111.92	0.50	12.00	208.56	23.75	2267.17	236.38	0.07	0.02

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

Liv.	Pos.	CC	Vsdu <daN>	ctgq	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Sic.
1	P	7	137680.00	2.15	637825.00	637825.00	4.633
2	P	7	141907.00	2.15	637656.00	637656.00	4.493
3	P	7	143629.00	2.14	637039.00	637039.00	4.435
4	P	7	143531.00	2.15	637127.00	637127.00	4.439
5	P	7	142488.00	2.15	637191.00	637191.00	4.472
6	P	7	141009.00	2.15	637268.00	637268.00	4.519
7	P	7	139396.00	2.15	637348.00	637348.00	4.572
8	P	7	137890.00	2.15	637439.00	637439.00	4.623
9	P	7	136706.00	2.15	637504.00	637504.00	4.663
10	T	7	136173.00	2.15	637319.00	637319.00	4.680

10.2.3 Verifiche dei pilastri in c.a.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite mediante il solutore del citato programma di calcolo modeST; di seguito si riportano le verifiche di alcuni pilastri in c.a. rappresentative della struttura, rimandando ai tabulati di calcolo in allegato, per la consultazione delle verifiche condotte su tutti gli elementi della struttura.

Per una miglior comprensione dei risultati indicati, si riporta esplicitato il significato della simbologia adottata.

Simbologia

α	= Angolo asse neutro a rottura
ε_y	= Deformazione nell'acciaio (*1000)
$\mu\Phi$	= Valore di progetto della duttilità di curvatura
σ_c	= Tensione nel calcestruzzo
σ_f	= Tensione nel ferro
AfC	= Area di ferro compressa
AfT	= Area di ferro tesa
As1	= Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia
As2	= Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia
Ash	= Area totale della sezione della staffa
B	= Base
Bj	= Larghezza effettiva utile del nodo
Br _y	= Numero bracci in dir. Y locale
Br _z	= Numero bracci in dir. Z locale
Br.	= Numero bracci
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari
	e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
	α = amplificazione per gerarchia delle resistenze
	TG = taglio da gerarchia delle resistenze
Cf	= Copriferro
Cls	= Tipo di calcestruzzo
Conf.	= Nodo confinato
	S = Si

**REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

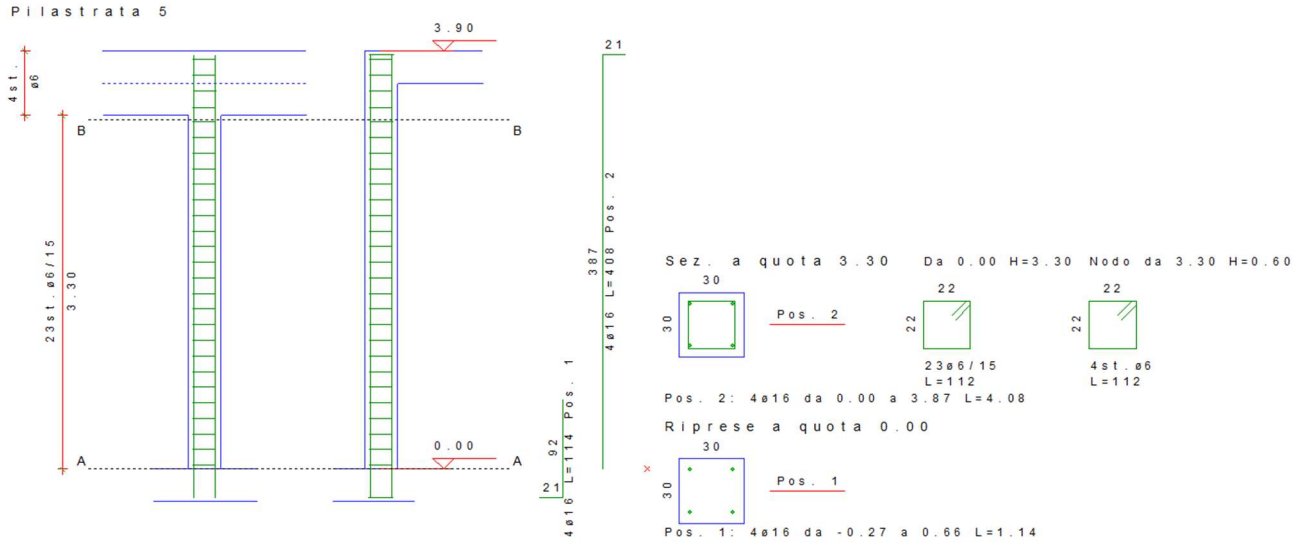
	N = No
El	= Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
F	= Identificativo faccia del nodo
	Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro
	Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro
	Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro
	Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro
Fcd	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	= Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
H	= Altezza
Hjc	= Distanza tra armature pilastro
Hjw	= Distanza tra armature trave
M	= Momento flettente
M'ydy	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
M'yz	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Z
MRd	= Momento resistente allo stato limite ultimo
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
MRdz	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z
Mod.	= Modalità di verifica faccia
	I = Interna
	E = Esterna
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
My ver.	= Momento flettente di verifica intorno all'asse Y
Mz	= Momento flettente intorno all'asse Z
Mz ver.	= Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
N	= Sforzo normale
Nodo	= Numero del nodo
Nu	= Sforzo normale ultimo
Sez.	= Numero della sezione
Sic.	= Sicurezza
Staff.	= Staffatura adottata
TCC	= Tipo di combinazione di carico
	SLU = Stato limite ultimo
	SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
	SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
	SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
	SLD = Stato limite di danno
	SLO = Stato limite di operatività
	SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tipo	= Tipologia
	L = Sezione a L
	Ldx = L destra
	R = Rettangolare
	T = Sezione a T
Tp	= Tipo di acciaio
VRcd,y	= Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y
VRcd,z	= Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z
VRsd,y	= Taglio ultimo lato armatura in dir. Y
VRsd,z	= Taglio ultimo lato armatura in dir. Z
Vrd,y	= Taglio resistente in dir. Y
Vrd,z	= Taglio resistente in dir. Z
Vsdu,y	= Taglio agente in dir. Y
Vsdu,z	= Taglio agente in dir. Z
X	= Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
X0	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
bw,y	= Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y
bw,z	= Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z
ctgθ,y	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y
ctgθ,z	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z
d,y	= Altezza utile per resistenza al taglio in dir. Y
d,z	= Altezza utile per resistenza al taglio in dir. Z

REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.3.1 Verifiche del pilastro in c.a. 5-sp



Pilastrata n. 5-sp

Nodi: 5 -2231 -2230 105

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3	R	30.00	30.00	4.90	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	a <grad>	e _y	Sic.
0.00	25 (e)	SLU	1	3	0.00	-15679.00	5.70	313.58	947.02	947.02	-15679.00	1695.76	5116.78	74.53	6.16	5.404
0.00	25 (e)	SLU	1	3	0.00	-15679.00	5.70	313.58	947.02	947.02	-15679.00	1695.76	5116.78	74.53	6.16	5.404
0.28	25 (e)	SLU	1	3	27.50	-15598.60	-24.86	311.97	1083.17	1083.17	-15598.60	1561.15	5134.20	75.94	6.37	4.761
0.28	25 (e)	SLU	2	3	0.00	-27437.20	-115.01	-548.75	1495.70	1495.70	-27437.20	-2199.68	5976.35	112.50	4.09	3.997
0.55	25 (e)	SLU	2	3	27.50	-27356.80	-245.82	547.14	1954.06	1954.06	-27356.80	1722.98	6130.22	73.12	4.56	3.138
0.55	25 (e)	SLU	3	3	0.00	-73097.30	-328.36	-1461.95	4478.78	4478.78	-73097.30	-2257.74	7004.36	112.50	1.51	1.562
3.30	25 (e)	SLU	3	3	275.00	-72293.00	-379.11	-1445.86	-11.10	-1445.86	-72293.00	-4841.77	-4841.80	225.00	1.50	3.349

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'ydz <daNm>	a <grad>	e _y	Sic.
0.00	7	SND	1	3	0.00	-8626.76	-206.98	-206.98	768.39	768.39	-8626.76	-1050.08	3921.64	99.84	8.44	5.102
0.00	7	SND	1	3	0.00	-8626.76	-206.98	-206.98	768.39	768.39	-8626.76	-1050.08	3921.64	99.84	8.44	5.102
0.28	7	SND	1	3	27.50	-8564.89	313.61	313.61	898.91	898.91	-8564.89	1363.95	3734.75	75.94	7.50	4.176
0.28	7	SND	2	3	0.00	-14814.00	669.55	669.55	1272.56	1272.56	-14814.00	2031.29	3941.44	64.69	5.19	3.084
0.55	7	SND	2	3	27.50	-14752.10	1439.14	1439.14	1677.70	1677.70	-14752.10	2836.06	3338.88	49.22	4.55	1.982
0.55	7	SND	3	3	0.00	-40688.90	1861.77	1861.77	3855.14	3855.14	-40688.90	2344.54	4705.92	60.47	2.91	1.228
3.30	7	SND	3	3	275.00	-47709.30	-2395.66	-2395.66	1033.90	1033.90	-47709.30	-4974.97	2104.60	153.28	2.58	2.070

REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	s _z <daN/cmq>	s _t <daN/cmq>
0.00	26	SLE R	1	3	0.00	-11147.60	652.36	-3.04	0.00	8.04	23.40	287.11
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-9389.94	543.77	-7.12	0.00	8.04	19.68	241.59
0.00	26	SLE R	1	3	0.00	-11147.60	652.36	-3.04	0.00	8.04	23.40	287.11
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-9389.94	543.77	-7.12	0.00	8.04	19.68	241.59
0.28	26	SLE R	1	3	27.50	-11085.80	744.48	-7.89	0.00	8.04	25.53	306.80
0.28	28	SLE Q	1	3	27.50	-9328.06	621.13	-1.59	0.00	8.04	21.24	255.91
0.28	26	SLE R	2	3	0.00	-19526.30	1025.44	-60.92	0.00	8.04	39.69	490.51
0.28	28	SLE Q	2	3	0.00	-16413.00	856.79	-41.76	0.00	8.04	33.08	409.51
0.55	26	SLE R	2	3	27.50	-19464.40	1338.47	-129.83	2.01	6.03	48.15	570.91
0.55	28	SLE Q	2	3	27.50	-16351.10	1119.15	-88.58	2.01	6.03	39.86	473.88
0.55	26	SLE R	3	3	0.00	-51941.40	3067.18	-175.44	0.00	8.04	112.87	1375.64
0.55	28	SLE Q	3	3	0.00	-43502.30	2565.92	-121.28	0.00	8.04	93.95	1146.37
3.30	26	SLE R	3	3	275.00	-51322.70	57.31	-331.38	0.00	8.04	57.63	827.04
3.30	28	SLE Q	3	3	275.00	-42883.50	146.96	-306.94	0.00	8.04	50.60	715.22

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br _y	Br _z	CC	TCC	b _{w,y} <m>	d _{y,y} <m>	Vsdu _{y,y} <daN>	ctgq _{y,y}	VRsd _{y,y} <daN>	VRcd _{y,y} <daN>	Vrd _{y,y} <daN>	b _{w,z} <m>	d _{z,z} <m>	Vsdu _{z,z} <daN>	ctgq _{z,z}	VRsd _{z,z} <daN>	VRcd _{z,z} <daN>	Vrd _{z,z} <daN>	Sic.
0.00	0.55	ø6/15	2	2	25	SLU	0.30	0.25	1666.78	2.50	8198.33	22423.10	8198.33	0.30	0.25	475.67	2.50	8198.33	22423.10	8198.33	4.919
0.00	0.55	ø6/15	2	2	7	SND	0.30	0.25	1473.23	2.50	8198.33	21373.70	8198.33	0.30	0.25	2798.51	2.50	8198.33	21373.70	8198.33	2.930
0.55	2.75	ø6/15	2	2	25	SLU	0.30	0.25	1632.69	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	0.30	0.25	18.45	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	5.021
0.55	2.75	ø6/15	2	2	7	SND	0.30	0.25	1580.65	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	0.30	0.25	1548.15	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	5.187
2.75	3.30	ø6/15	2	2	25	SLU	0.30	0.25	1632.69	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	0.30	0.25	18.45	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	5.021
2.75	3.30	ø6/15	2	2	7	SND	0.30	0.25	1580.65	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	0.30	0.25	1548.15	2.50	8198.33	23660.10	8198.33	5.187

10.2.4 Verifiche delle travi in c.a.

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite mediante il solutore del citato programma di calcolo modeST; di seguito si riportano le verifiche di alcune travi in c.a. rappresentative della struttura, rimandando ai tabulati di calcolo in allegato, per la consultazione delle verifiche condotte su tutti gli elementi della struttura.

Per una miglior comprensione dei risultati indicati, si riporta esplicitato il significato della simbologia adottata.

Simbologia

Δ _{sm}	=Distanza media tra le fessure
Δ%	=Incremento percentuale sicurezza
Φ _{eq}	=Diametro equivalente delle barre
ε _{sm}	=Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
σ _c	=Tensione nel calcestruzzo
σ _{f inf}	=Tensione nel ferro - inferiore
σ _{f sup}	=Tensione nel ferro - superiore
σ _{fd}	=Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)
σ _s	=Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
A _{c eff}	=Area di calcestruzzo efficace
A _s	=Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
A _{fE I}	=Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
A _{fE S}	=Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
A _{fE St.}	=Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)
A _{fEP I}	=Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
A _{fEP S}	=Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
B	=Base
CC	=Combinazione delle condizioni di carico elementari
	c = momento fittizio in campata
	a = momento fittizio agli appoggi
	T = momento traslato per taglio

REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

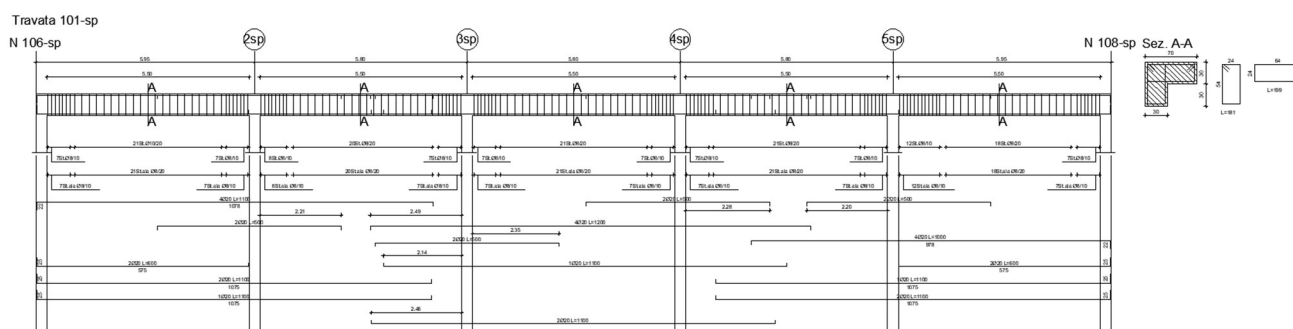
e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
 TG = taglio da gerarchia delle resistenze
 TGND = taglio non dissipativo limitante la gerarchia
 TG (Li) = taglio da gerarchia delle resistenze, limite inferiore
 TG (Ls) = taglio da gerarchia delle resistenze, limite superiore

Caso = Caso di verifica
 Cf inf = Copriferro inferiore
 Cf sup = Copriferro superiore
 Cls = Tipo di calcestruzzo
 El = Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 H = Altezza
 K₂ = Coefficiente per distribuzione deformazioni
 Lung. = Lunghezza del tratto di progettazione
 M^y_{dy} = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
 MR_{dy} = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
 M_y = Momento flettente intorno all'asse Y
 Sez. = Numero della sezione
 Sic. = Sicurezza
 Staff. = Staffatura adottata
 TCC = Tipo di combinazione di carico
 SLU = Stato limite ultimo
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SLO = Stato limite di operatività
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

Tipo = Tipologia
 L = Sezione a L
 Ldx = L destra
 R = Rettangolare
 T = Sezione a T

Tp = Tipo di acciaio
 VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo
 VRsd = Taglio ultimo lato armatura
 Vrdu = Taglio ultimo resistente
 Vsdu = Taglio agente nella direzione del momento ultimo
 Wk = Ampiezza caratteristica delle fessure
 X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
 X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
 X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
 Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
 bw = Larghezza membratura resistente al taglio
 c = Ricoprimento dell'armatura
 ctgθ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 s = Distanza massima tra le barre

10.2.4.1 Verifiche della trave in c.a. 101-sp



Travata n. 101-sp

Nodi: 101 102 103 104 105 106

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

**REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI
CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
1	L	70.00	30.00	30.00	30.00	3.50	3.50	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.30	25	SLU	1	30.00	6.28	18.10	6.28	18.10	14562.10	38127.90	2.618
2.01	25	SLU	1	201.22	6.28	18.10	6.28	18.10	30037.60	38127.90	1.269
5.80	25	SLU	1	580.00	21.99	18.10	21.99	18.10	-32241.00	-45814.30	1.421
6.10	25	SLU	2	15.00	21.99	18.10	21.99	18.10	-32500.80	-45814.30	1.410
8.54	25	SLU	2	259.44	21.99	18.10	21.99	18.10	13818.50	38213.60	2.765
11.60	25	SLU	2	565.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-26539.10	-39348.50	1.483
11.90	25	SLU	3	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-26704.80	-39348.50	1.473
14.04	25	SLU	3	228.89	18.85	18.10	18.85	18.10	16856.90	38210.90	2.267
17.40	25	SLU	3	565.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-26704.80	-39348.50	1.473
17.70	25	SLU	4	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-26539.10	-39348.50	1.483
19.84	25	SLU	4	228.89	18.85	18.10	18.85	18.10	13818.50	38210.90	2.765
23.20	25	SLU	4	565.00	21.99	18.10	21.99	18.10	-32500.70	-45814.30	1.410
23.50	25	SLU	5	15.00	21.99	18.10	21.99	18.10	-32241.00	-45814.30	1.421
26.25	25	SLU	5	290.00	21.99	18.10	21.99	18.10	30037.50	38213.60	1.272
29.00	25	SLU	5	565.00	6.28	18.10	6.28	18.10	14562.00	38127.90	2.618

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.30	7	SND	1	30.00	6.28	18.10	6.28	18.10	14446.00	36184.80	2.505
2.01	7	SND	1	201.22	6.28	18.10	6.28	18.10	18602.00	36184.80	1.945
5.80	7	SND	1	580.00	21.99	18.10	21.99	18.10	-29873.20	-43574.20	1.459
6.10	7	SND	2	15.00	21.99	18.10	21.99	18.10	-26722.90	-43574.20	1.631
8.54	7	SND	2	259.44	21.99	18.10	21.99	18.10	9662.31	36818.90	3.811
11.60	7	SND	2	565.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-16224.60	-37629.50	2.319
11.90	7	SND	3	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-16309.80	-37629.50	2.307
14.04	7	SND	3	228.89	18.85	18.10	18.85	18.10	10884.40	36723.00	3.374
17.40	7	SND	3	565.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-16459.40	-37629.50	2.286
17.70	7	SND	4	15.00	18.85	18.10	18.85	18.10	-16150.90	-37629.50	2.330
19.84	7	SND	4	228.89	18.85	18.10	18.85	18.10	9809.03	36723.00	3.744
23.20	7	SND	4	565.00	21.99	18.10	21.99	18.10	-26529.80	-43574.20	1.642
23.50	7	SND	5	15.00	21.99	18.10	21.99	18.10	-29345.90	-43574.20	1.485
26.25	13	SND	5	290.00	21.99	18.10	21.99	18.10	18046.10	36818.90	2.040
29.00	7	SND	5	565.00	6.28	18.10	6.28	18.10	14062.40	36184.80	2.573

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	s _f sup <daN/cm²>	s _f inf <daN/cm²>	s _c <daN/cm²>
0.30	26	SLE R	1	30.00	6.28	18.10	10471.70	-369.82	1130.09	31.26
0.30	28	SLE Q	1	30.00	6.28	18.10	8815.08	-311.32	951.31	26.31
2.01	26	SLE R	1	201.22	6.28	18.10	21217.00	-749.31	2289.71	63.33
2.01	28	SLE Q	1	201.22	6.28	18.10	17622.80	-622.38	1901.83	52.60
5.80	26	SLE R	1	580.00	21.99	18.10	-23136.60	2066.99	-1043.42	83.25
5.80	28	SLE Q	1	580.00	21.99	18.10	-19427.20	1735.60	-876.13	69.91
6.10	26	SLE R	2	15.00	21.99	18.10	-23233.50	2075.65	-1047.79	83.60
6.10	28	SLE Q	2	15.00	21.99	18.10	-19465.50	1739.02	-877.86	70.04
8.54	26	SLE R	2	259.44	21.99	18.10	9641.60	-275.98	1023.73	24.12
8.54	28	SLE Q	2	259.44	21.99	18.10	7935.66	-227.15	842.60	19.85
11.60	26	SLE R	2	565.00	18.85	18.10	-18710.10	1938.02	-865.52	70.04
11.60	28	SLE Q	2	565.00	18.85	18.10	-15500.20	1605.54	-717.04	58.03
11.90	26	SLE R	3	15.00	18.85	18.10	-18831.90	1950.64	-871.16	70.50
11.90	28	SLE Q	3	15.00	18.85	18.10	-15607.90	1616.69	-722.02	58.43
14.04	26	SLE R	3	228.89	18.85	18.10	11948.10	-355.79	1271.79	30.88
14.04	28	SLE Q	3	228.89	18.85	18.10	9954.32	-296.42	1059.57	25.73
17.40	26	SLE R	3	565.00	18.85	18.10	-18832.00	1950.65	-871.16	70.50

REALIZZAZIONE CORPO SERVIZI E CORPO SPOGLIATOI DI UN NUOVO CENTRO SPORTIVO POLIVALENTE NEL COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO (AR) – VIA GIOVANNI BATTISTA SCHIATTI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

17.40	28	SLE Q	3	565.00	18.85	18.10	-15607.90	1616.69	-722.02	58.43
17.70	26	SLE R	4	15.00	18.85	18.10	-18710.10	1938.02	-865.52	70.04
17.70	28	SLE Q	4	15.00	18.85	18.10	-15500.20	1605.54	-717.04	58.03
19.84	26	SLE R	4	228.89	18.85	18.10	9641.63	-287.11	1026.29	24.92
19.84	28	SLE Q	4	228.89	18.85	18.10	7935.69	-236.31	844.70	20.51
23.20	26	SLE R	4	565.00	21.99	18.10	-23233.50	2075.65	-1047.79	83.60
23.20	28	SLE Q	4	565.00	21.99	18.10	-19465.50	1739.02	-877.86	70.04
23.50	26	SLE R	5	15.00	21.99	18.10	-23136.60	2067.00	-1043.42	83.26
23.50	28	SLE Q	5	15.00	21.99	18.10	-19427.20	1735.60	-876.13	69.91
26.25	26	SLE R	5	290.00	21.99	18.10	21217.00	-607.32	2252.79	53.08
26.25	28	SLE Q	5	290.00	21.99	18.10	17622.80	-504.44	1871.15	44.09
29.00	26	SLE R	5	565.00	6.28	18.10	10471.60	-369.82	1130.08	31.26
29.00	28	SLE Q	5	565.00	6.28	18.10	8815.05	-311.32	951.31	26.31

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K2	F _{eq}	D _{sm} <mm>	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	S _s <daN/cm>	e _{sm}	Wk <mm>
26	0.30	28	SLE Q	1	1	30.00	8815.08	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	951.31	0.35	0.05
27	0.30	27	SLE F	1	1	30.00	9141.86	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	986.58	0.31	0.04
46	2.01	28	SLE Q	1	1	201.22	17622.80	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1901.83	0.81	0.11
47	2.01	27	SLE F	1	1	201.22	18331.70	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1978.34	0.79	0.11
66	5.80	28	SLE Q	1	1	580.00	-19427.20	25.00	102.33	0.50	20.00	105.70	21.99	612.50	1735.60	0.65	0.12
67	5.80	27	SLE F	1	1	580.00	-20158.90	25.00	102.33	0.50	20.00	105.70	21.99	612.50	1800.97	0.59	0.11
86	6.10	28	SLE Q	2	1	15.00	-19465.50	25.00	102.33	0.50	20.00	105.70	21.99	612.50	1739.02	0.66	0.12
87	6.10	27	SLE F	2	1	15.00	-20208.80	25.00	102.33	0.50	20.00	105.70	21.99	612.50	1805.43	0.59	0.11
110	8.54	28	SLE Q	2	1	259.44	7935.66	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	842.60	0.29	0.04
111	8.54	27	SLE F	2	1	259.44	8272.16	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	878.32	0.26	0.04
130	11.60	28	SLE Q	2	1	565.00	-15500.20	25.00	122.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1605.54	0.57	0.11
131	11.60	27	SLE F	2	1	565.00	-16133.40	25.00	122.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1671.13	0.49	0.10
150	11.90	28	SLE Q	3	1	15.00	-15607.90	25.00	122.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1616.69	0.57	0.11
151	11.90	27	SLE F	3	1	15.00	-16243.80	25.00	122.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1682.57	0.50	0.10
170	14.04	28	SLE Q	3	1	228.89	9954.32	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1059.57	0.40	0.05
171	14.04	27	SLE F	3	1	228.89	10347.60	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1101.44	0.36	0.05
190	17.40	28	SLE Q	3	1	565.00	-15607.90	25.00	122.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1616.69	0.57	0.11
191	17.40	27	SLE F	3	1	565.00	-16243.90	25.00	122.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1682.57	0.50	0.10
210	17.70	28	SLE Q	4	1	15.00	-15500.20	25.00	122.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1605.54	0.57	0.11
211	17.70	27	SLE F	4	1	15.00	-16133.40	25.00	122.80	0.50	20.00	114.99	18.85	612.50	1671.13	0.49	0.10
230	19.84	28	SLE Q	4	1	228.89	7935.69	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	844.70	0.30	0.04
231	19.84	27	SLE F	4	1	228.89	8272.18	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	880.52	0.26	0.04
250	23.20	28	SLE Q	4	1	565.00	-19465.50	25.00	102.33	0.50	20.00	105.70	21.99	612.50	1739.02	0.66	0.12
251	23.20	27	SLE F	4	1	565.00	-20208.80	25.00	102.33	0.50	20.00	105.70	21.99	612.50	1805.42	0.59	0.11
270	23.50	28	SLE Q	5	1	15.00	-19427.20	25.00	102.33	0.50	20.00	105.70	21.99	612.50	1735.60	0.65	0.12
271	23.50	27	SLE F	5	1	15.00	-20158.90	25.00	102.33	0.50	20.00	105.70	21.99	612.50	1800.97	0.59	0.11
290	26.25	28	SLE Q	5	1	290.00	17622.80	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1871.15	0.79	0.11
291	26.25	27	SLE F	5	1	290.00	18331.70	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	1946.43	0.77	0.11
317	29.00	28	SLE Q	5	1	565.00	8815.05	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	951.31	0.35	0.05
318	29.00	27	SLE F	5	1	565.00	9141.83	23.00	70.00	0.50	24.00	80.82	18.10	262.50	986.57	0.31	0.04

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgq	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.
25 SLU	0.30	0.90	0.60	ø8/15 2 br.	6.70	0.30	24749.80	2.50	33339.10	43297.00	33339.10	1.347
25 SLU	0.90	4.60	3.70	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	23039.50	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.085
25 SLU	4.60	5.80	1.20	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	36383.60	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.263
25 SLU	6.10	6.84	0.74	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	31650.70	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.452
25 SLU	6.84	11.00	4.16	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	23451.60	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.066
25 SLU	11.00	11.60	0.60	ø8/15 2 br.	6.70	0.30	29482.80	2.50	33339.10	43297.00	33339.10	1.131
25 SLU	11.90	12.50	0.60	ø8/15 2 br.	6.70	0.30	30566.70	2.50	33339.10	43297.00	33339.10	1.091
25 SLU	12.50	16.80	4.30	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	24079.30	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.046
25 SLU	16.80	17.40	0.60	ø8/15 2 br.	6.70	0.30	30566.80	2.50	33339.10	43297.00	33339.10	1.091
25 SLU	17.70	18.30	0.60	ø8/15 2 br.	6.70	0.30	29482.80	2.50	33339.10	43297.00	33339.10	1.131
25 SLU	18.30	22.52	4.22	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	24079.30	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.038
25 SLU	22.52	23.20	0.68	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	31650.70	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.452
25 SLU	23.50	24.65	1.15	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	36383.70	2.30	45951.30	45951.30	45951.30	1.263
25 SLU	24.65	28.40	3.75	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	23648.00	2.50	25004.30	43297.00	25004.30	1.057
25 SLU	28.40	29.00	0.60	ø8/15 2 br.	6.70	0.30	24749.80	2.50	33339.10	43297.00	33339.10	1.347

PROGETTO ESECUTIVO

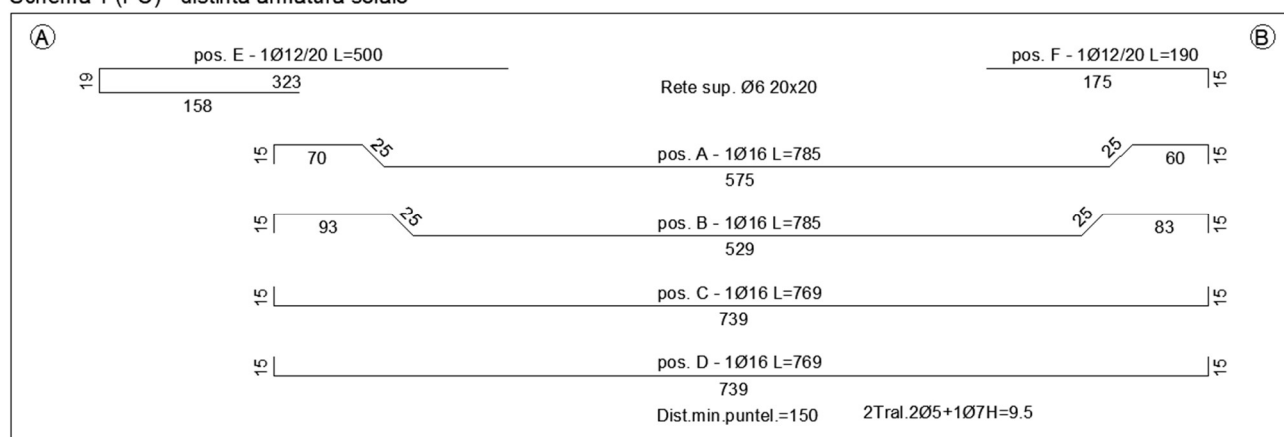
RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.5 Verifica del solaio di copertura

Le verifiche degli elementi strutturali sono state eseguite mediante il solutore del citato programma di calcolo modeST; di seguito si riportano le verifiche di alcuni solai rappresentative della struttura, rimandando ai tabulati di calcolo in allegato, per la consultazione delle verifiche condotte su tutti gli elementi della struttura.

10.2.5.1 Verifica solaio bausta tralicciato binato (25+5 cm)

Schema 1 (PC) - distinta armatura solaio



Il solaio di copertura dell'edificio è costituito da un solaio bausta tralicciato binato di altezza complessiva pari a 30 cm (25+5). Lo schema statico assunto per la verifica è quello di trave semplicemente appoggiata con carico uniformemente distribuito, e luce di calcolo pari a 620 cm.

luce di calcolo	6,2	m
interasse	62	cm
Larghezza nervatura di verifica	22	cm
Peso proprio solaio - G1	4,50	kN/m ²
Carichi permanenti portati - G2	4,00	kN/m ²
Carico accidentale - Cat. C	5,00	kN/m ²
Carico Neve	0,90	kN/m ²

Allo SLU ed allo SLE i carichi di verifica risultano pari a:

SLU	20,025 kN/m ²	12,42 kN/m
SLE rara	13,95 kN/m ²	8,65 kN/m
SLE frequente	12,00 kN/m ²	7,44 kN/m
SLE quasi permanente	11,50 kN/m ²	7,13 kN/m

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.5.1.1 Verifica a flessione allo SLU

La verifica a flessione allo SLU del solaio risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza pari a $FS = 1,28$.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Solaio Castiglione_travetto binato_campata

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO :

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

N°	b [mm]	h [mm]
1	620	50
2	220	250

N°	As [mm²]	d [mm]
1	804	260

Tipo Sezione
☐ Rettang. re ☐ Trapezi
☒ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N Ed 0 0 kN
 M xEd 0 0 kNm
 M yEd 0 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Devia

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o 0 mm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

Materiali
 B450C C28/35
 E_{su} 67.5 % E_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 %
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 15.87 %
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 E_{syd} 1.957 % C_{cc,adm} 11
 C_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

M xRd 76.62 kNm
 σ_c -15.87 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 %
 ε_s 19.56 %
 d 260 mm
 x 39.46 x/d 0.1518
 δ 0.7

Figura 7 - Momento resistente (sezione in campata)

Verifica a flessione SLU			
	M _{Sd} (kNm)	M _{Rd} (kNm)	FS
sezione in campata	59,66	76,62	1,284

10.2.5.1.2 Verifica a taglio allo SLU

La verifica a taglio allo SLU del solaio, è stata condotta facendo riferimento sia al punto 4.1.2.3.5.1 delle NTC2018, dove si indicano le modalità per il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti per elementi senza armature trasversali resistenti a taglio, che al punto 4.1.2.3.5.2, dove si indicano le modalità per il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti per elementi con armature trasversali resistenti a taglio.

Poiché sugli appoggi è prevista la posa in opera di ferri piegati $\square 16$ a 45° il taglio resistente risulta pari a 68,09 kN. La verifica a taglio allo SLU risulta quindi soddisfatta con un coefficiente di sicurezza FS pari a 1,77.

Verifica a taglio SLU (sezione armata con ferri piegati)			
	V _{Sd} (kNm)	V _{Rd} (kNm)	FS
Sezione appoggio	38,49	68,09	1,769

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5 \quad [4.1.25]$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad [4.1.26]$$

dove V_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di progetto a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha \quad [4.1.27]$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2 \theta) \quad [4.1.28]$$

La resistenza di progetto a taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad [4.1.29]$$

dove d , b_w e σ_{cp} hanno il significato indicato in § 4.1.2.3.5.1. e inoltre si è posto:

A_{sw} area dell'armatura trasversale;

s interasse tra due armature trasversali consecutive;

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$v f_{cd}$ resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($v = 0,5$);

α_c coefficiente maggiorativo pari a 1 per membrature non compresse

$$1 + \sigma_{cp}/f_{cd} \quad \text{per } 0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$$

$$1,25 \quad \text{per } 0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$$

$$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd}) \quad \text{per } 0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$$

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Dove il contributo dei ferri piegati alla resistenza a taglio non risulta efficace, il taglio sollecitante massimo risulta pari a 32,90 kN. La verifica taglio risulta ancora soddisfatta con un coefficiente di sicurezza FS pari a **1,06** in quanto il taglio resistente risulta pari a 34,78 kN.

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\} \quad [4.1.23]$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Caratteristiche sezione di verifica		
h	300	mm
b_w	220	mm
d	260	mm
A_{sl}	402	mm ²

Caratteristiche materiali e coefficienti		
f_{yk}	450	N/mm ²
f_{ck}	28	N/mm ²
R_{ck}	35	N/mm ²
α_c	1.5	
k_{max}	2	

Verifica a taglio SLU (sezione non armata a taglio)		
V_{Sd} (kNm)	V_{Rd} (kNm)	FS
32,90	34,78	1,057

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.5.1.3 Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica della limitazione delle tensioni del solaio risulta soddisfatta poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo (σ_c) che la massima tensione nell'acciaio (σ_s) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti (punto 4.1.2.2.5.1 delle NTC2018).

$$\sigma_{c,max} \leq 0,60 \cdot f_{ck} \quad \text{combinazione caratteristica rara}$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,45 \cdot f_{ck} \quad \text{combinazione caratteristica quasi permanente}$$

$$\sigma_{s,max} \leq 0,80 \cdot f_{yk} \quad \text{combinazione caratteristica rara}$$

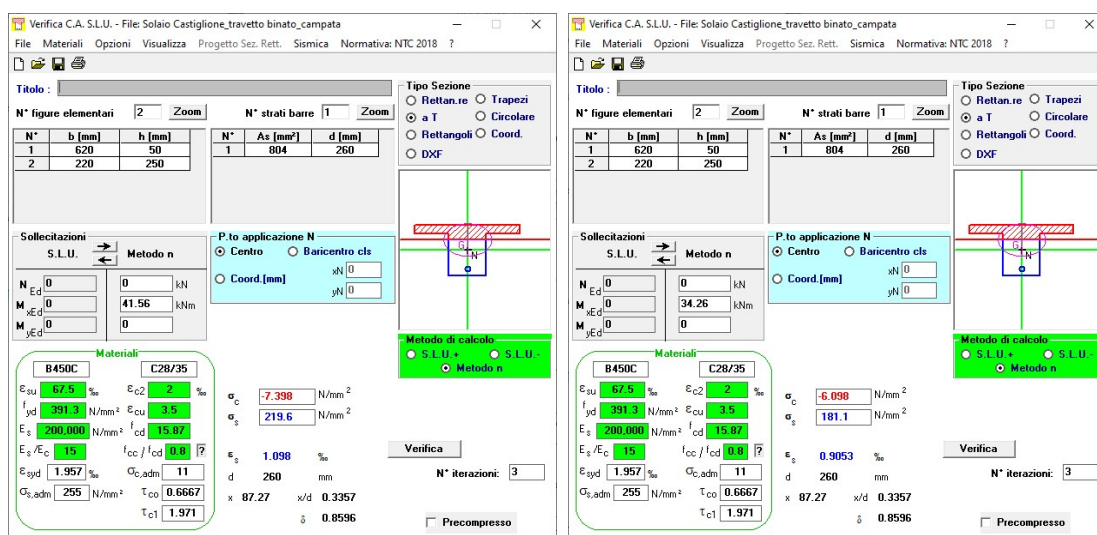


Figura 8 - Calcolo tensioni d'esercizio in combinazione rara e quasi permanente (sezione in campata)

	<input type="checkbox"/> cls (N/mm²)	<input type="checkbox"/> s,max (N/mm²)
SLE_rara (sezione in campata)	7,398	219,6
SLE_qperm (sezione in campata)	6,098	181,1

$$\sigma_{c,max} = 7,398 \text{ N/mm}^2 \leq (0,60 \cdot 28 \text{ N/mm}^2) = 16,80 \text{ N/mm}^2 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

$$\sigma_{c,max} = 6,098 \text{ N/mm}^2 \leq (0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2) = 12,60 \text{ N/mm}^2 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

$$\sigma_{s,max} = 219,6 \text{ N/mm}^2 \leq (0,80 \cdot 450 \text{ N/mm}^2) = 360,00 \text{ N/mm}^2 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.5.1.4 Verifica dello stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione del solaio, è stata condotta verificando lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica è stata condotta senza calcolo diretto, così come indicato al punto C4.1.2.2.4 della Circolare Esplicativa n° 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019, confrontando i massimi valori della tensione di trazione nell'acciaio (combinazioni frequenti e quasi permanente) con i valori riportati nelle seguenti tabelle estratte dalla sopra citata Circolare Esplicativa n° 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019. I massimi valori di trazione nell'acciaio risultano contenuti entro i limiti, e quindi la verifica risulta soddisfatta.

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III -Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

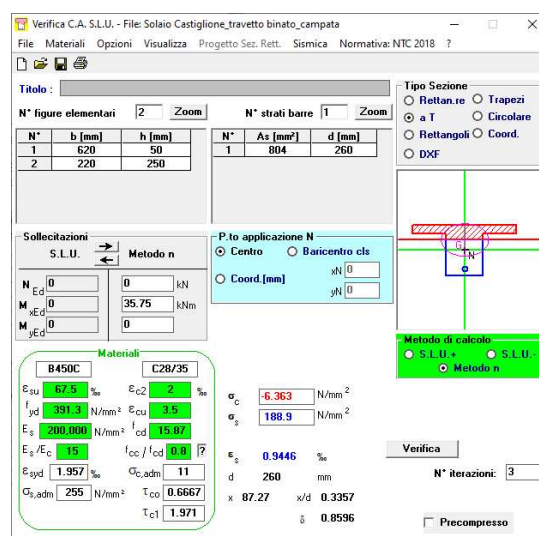


Figura 9 - Calcolo tensioni d'esercizio in combinazione frequente (sezione in campata)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.5.2 Verifica soletta a sbalzo (sp. 25 cm)

Lo schema statico assunto per il calcolo delle sollecitazioni di verifica della soletta a sbalzo costituente la gronda dell'edificio di nuova realizzazione, è quello di mensola di luce pari a 1,50 m sia con carichi uniformemente distribuiti.

Lo spessore della soletta in c.a. è pari a 25 cm. Le verifiche sono state condotte considerando una sezione di larghezza unitaria pari a 1,00 m.

Sollecitazioni caratteristiche mensola c.a.					Sezione all'incastro	
	Luce (m)	B (m)	H (m)	q (kN/m)	T (kN/m)	M (kNm/m)
Soletta a sbalzo	1,50	1,00	0,25	6,25	9,38	7,031
Carichi permanenti portati - G2	1,00	1,00	-	4,00	6,00	4,500
Carico accidentale - Cat. C	1,50	1,00	-	5,00	7,50	5,625
Carico Neve	1,50	1,00	-	0,90	1,35	1,013

	T (kN/m)	M (kNm/m)
SLU	33,45	-25,09
SLE_rara	-	-17,66
SLE_freq	-	-15,47
SLE_q-perm	-	-14,91

10.2.5.2.1 Verifica a flessione allo SLU

La verifica a flessione allo SLU della sezione in c.a. di larghezza pari a 1,00 m e altezza pari a 0,25 cm, risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza pari a **FS = 1,91**.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

Figura 10 - Momento resistente

Verifica a flessione SLU			
	M _{Sd} (kNm)	M _{Rd} (kNm)	FS
sezione incastro	25,09	47,98	1,912

10.2.5.2.2 Verifica a taglio allo SLU

La verifica a taglio allo SLU della sezione in c.a. di larghezza pari a 1,00 m e altezza pari a 0,25 m, è stata condotta facendo riferimento al punto 4.1.2.3.5.1 delle NTC2018, dove si indicano le modalità per il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti per elementi senza armature trasversali resistenti a

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\} \quad [4.1.23]$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ($\leq 0,02$) che si estende per non meno di $(l_{ba} + d)$ oltre la sezione considerata, dove l_{ba} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

taglio. b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Caratteristiche sezione di verifica

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

h	250	mm
b _w	1000	mm
d	210	mm
A _{sl}	565	mm ²

Caratteristiche materiali e coefficienti		
f _{yk}	450	N/mm ²
f _{ck}	28	N/mm ²
R _{ck}	35	N/mm ²
□ _c	1.5	
k _{max}	2	

La verifica a taglio allo SLU della sezione in c.a. di larghezza pari a 1,00 m e altezza pari a 0,30 m, risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza pari a FS = **3,23**.

Verifica a taglio SLU (sezione non armata a taglio)		
V _{Sd} (kNm)	V _{Rd} (kNm)	FS
33,45	108,02	3,229

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.5.2.3 Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica della limitazione delle tensioni della sezione in c.a. di larghezza pari a 1,00 m e altezza pari a 0,25 m risulta soddisfatta poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo (σ_c) che la massima tensione nell'acciaio (σ_s) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti (punto 4.1.2.2.5.1 delle NTC2018).

$\sigma_{c,max} \leq 0,60 \cdot f_{ck}$ combinazione caratteristica rara

$\sigma_{c,max} \leq 0,45 \cdot f_{ck}$ combinazione caratteristica quasi permanente

$\sigma_{s,max} \leq 0,80 \cdot f_{yk}$ combinazione caratteristica rara

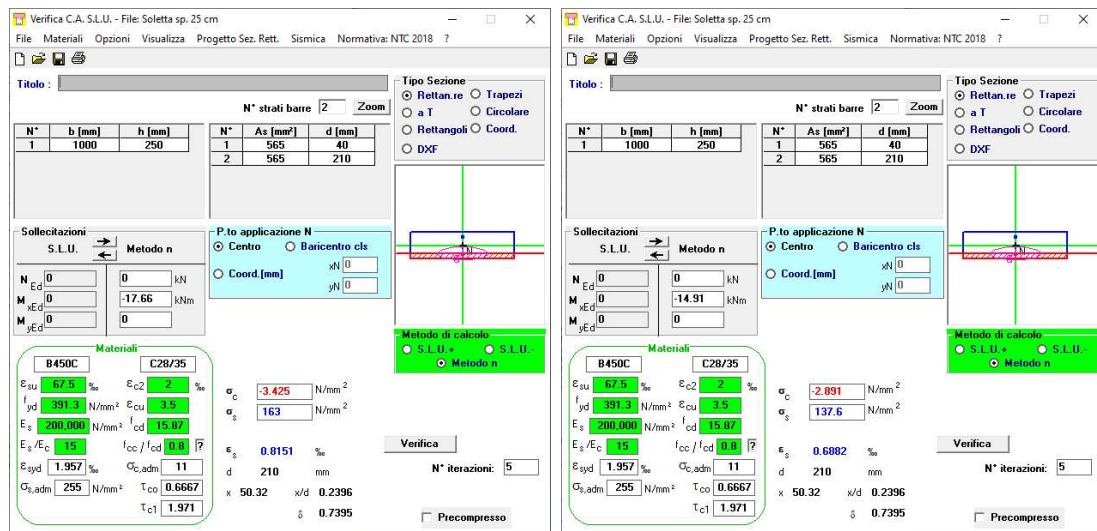


Figura 11 - Calcolo tensioni d'esercizio in combinazione rara e quasi permanente (sezione incastro)

	σ_{cls} (N/mm ²)	$\sigma_{s,max}$ (N/mm ²)
SLE_rara (sezione incastro)	3,425	163,0
SLE_qperm (sezione incastro)	2,891	137,6

$\sigma_{c,max} = 3,425 \text{ N/mm}^2 \leq 80\% (0,60 \cdot 28 \text{ N/mm}^2) = 13,44 \text{ N/mm}^2$ verifica soddisfatta

$\sigma_{c,max} = 2,891 \text{ N/mm}^2 \leq 80\% (0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2) = 10,08 \text{ N/mm}^2$ verifica soddisfatta

$\sigma_{s,max} = 163,00 \text{ N/mm}^2 \leq (0,80 \cdot 450 \text{ N/mm}^2) = 360,00 \text{ N/mm}^2$ verifica soddisfatta

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.5.2.4 Verifica dello stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione del solaio, è stata condotta verificando lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica è stata condotta senza calcolo diretto, così come indicato al punto C4.1.2.2.4 della Circolare Esplicativa n° 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019, confrontando i massimi valori della tensione di trazione nell'acciaio (combinazioni frequente e quasi permanente) con i valori riportati nelle seguenti tabelle estratte dalla sopra citata Circolare Esplicativa n° 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019. I massimi valori di trazione nell'acciaio risultano contenuti entro i limiti, e quindi la verifica risulta soddisfatta.

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III -Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Verifica C.A. S.L.U. - File: Soletta sp. 25 cm

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo:

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	250	1	565	40
			2	565	210

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} -15.47 kNm
M_{yEd} 0

Materiali B450C C28/35

E_{cu} 67.5 %
 f_{yd} 291.3 N/mm²
 E_s 200.000 N/mm²
 f_{cd} 15.87
 E_{s}/E_c 15
 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 E_{syd} 1.957 %
 $C_{s,adm}$ 255 N/mm²
 τ_{c1} 1.971

E_{c2} 2 %
 E_{cu} 3.5
 f_{cd} 15.87
 $C_{c,adm}$ 11
 τ_{c0} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

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

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

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

Verifica

N° iterazioni: 5

Precompresso

σ_c -3 N/mm²
 σ_s 142.8 N/mm²
 ϵ_s 0.714 %
d 210 mm
x 50.32 x/d 0.2396
 δ 0.7395

Figura 12 - Calcolo tensioni d'esercizio in combinazione frequente (sezione incastro)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

10.2.6 Verifica di rigidezza degli elementi strutturali

Secondo il punto §7.3.6.1 delle NTC2018, e vista la Classe d'Uso pari a III si ha che allo SLO gli spostamenti d'interpiano per tamponature fragili dovranno essere pari a:

$$qd_r \leq \frac{2}{3} \cdot 0.0050 h$$

Pertanto, avendo considerato $q=1.0$ e l'altezza di piano pari a 3.90 m si ha:

$$d_{max,piano\ primo} \leq \frac{2}{3} \cdot 0.0050 \cdot 3900 \cdot \frac{1}{1.00} = 13.0mm$$

Si riportano in seguito le verifiche più gravose.

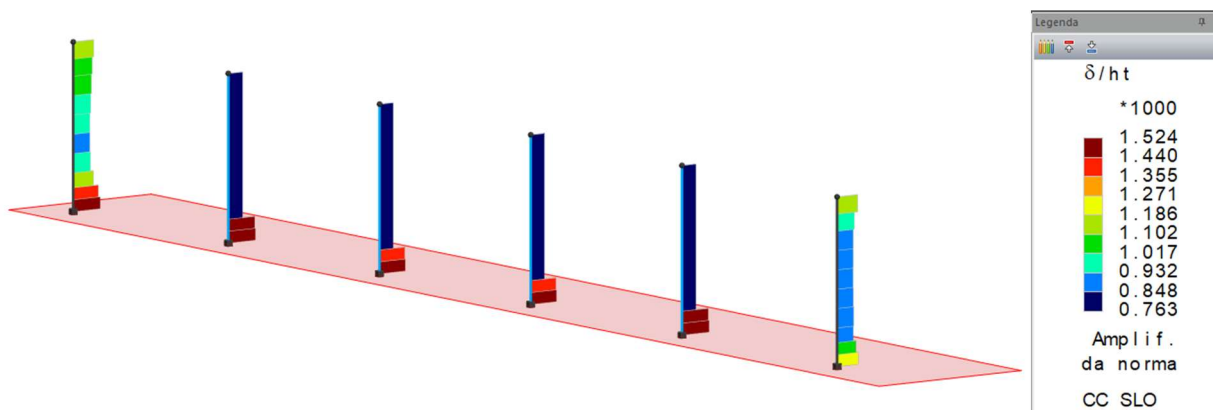
Spostamenti relativi massimi allo stato limite di operatività

Simbologia

δ = Spostamento relativo
 δ/h = Rapporto (moltiplicato per 1000) tra lo spostamento relativo e l'altezza
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 N1 = Nodo1
 N2 = Nodo2
 h = Altezza teorica

I valori degli spostamenti relativi per CC di tipo sismico sono amplificati come da normativa:

Min=0.77
 Max=1.52



PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

11 VERIFICHE PARAPETTO

11.1 VERIFICHE PARAPETTO CORPO SERVIZI E SPOGLIATOI

11.1.1 Verifica del montante

I montanti che costituiscono il parapetto in questione vengono realizzati con piatti in acciaio S235 aventi dimensioni 40x10 mm ad interasse 10 cm. I montanti presentano un'altezza totale e da piano finito rispettivamente di 142 cm e 110 cm. Per le verifiche svolte si assume un carico orizzontale lineare in testa al montante pari a 3 kN/m, come indicato in tabella 3.1.II del cap.3 delle NTC2018 (cat. C5).

Acciaio		
fyk	2350	kg/cm ^q
E	2100000	kg/cm ²
γM0	1.05	
γM2	1.25	

Dati geometrici e di carico		
L	142	cm
I	110	cm
i	0.1	m
q	300	kg/m

Piatto 40x10mm		
Wpl	4	cm ³
Jx	5.33	cm ⁴
qSLU	450	kg/m
P	45	kg

Verifica a flessione			
MSLU	6390	kgcm	
MRd	8952	>	MSLU
Verifica a taglio			
T=P	45	kg	
Av	4	cm ²	
VRd	5169	>	T
Verifica deformabilità			
P	30	kg	
f	1.19	cm	OK

Come si evince dai risultati le verifiche di resistenza e di deformabilità (lo spostamento caratteristico è accettabile per la corretta funzionalità) risultano verificati.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

11.1.2 Verifica della piastra di base

11.1.2.1 Verifica di resistenza della piastra

Si riporta verifica a flessione della piastra di base 100x8 mm avente bulloni 1M12 classe 8.8 ogni 30 cm:

Verifica C.A. S.L.U. - File: parapetto

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo : _____

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	10

N°	As [cm²]	d [cm]
1	0.84	3

Sollecitazioni

S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -1.5 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N

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

Materiali

B450C **C25/30**

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} 14.17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

σ_c -7.753 N/mm²
σ_s 282.6 N/mm²
ε_s 1.413 ‰
d 7 cm
x 2.041 x/d 0.2916
δ 0.8045

Metodo di calcolo

☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.- ☒ Metodo n

Verifica **N° iterazioni:** 5

☐ Precompresso

Il momento sollecitante M_{Ed} risulta quindi pari a:

$$M_{Ed} = (282.6 \cdot 84 / 1000) \cdot b = 0.56 \text{ kNm (dove } b = \text{braccio della coppia agente)}$$

Il momento risultante M_{Rd} risulta quindi pari a:

$$M_{Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 1.08 \text{ kNm}$$

La verifica risulta soddisfatta.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

11.1.2.2 Verifica bulloni piastra di base

L'attacco della piastra di base, di lunghezza pari all'estensione del parapetto e dimensione 100x8 mm, avviene mediante bulloni M12 classe 8.8, precisamente con 3 bulloni ogni metro, con resina ad iniezione (vedere nel seguito verifica ancoraggio) alla soletta in c.a..

Dati input		
fyk	2350	kg/cm ²
E	2100000	kg/cm ²
γM0	1.05	
γM2	1.25	
Ares	0.843	cm ²

Come si evince dai risultati la verifica sui bulloni sollecitati a taglio e trazione simultaneamente risulta verificato.

Di seguito si riporta la verifica a rifollamento del piatto di base 100x8 mm:

$$F_{b,Rd} = 6912 \text{ kg} > 247.5 \text{ kg}$$

dove la resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ è stata calcolata come indicato nella formula 4.2.67 cap.4.2.8.1.1 delle NTC2018, la verifica risulta pertanto soddisfatta.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

11.1.2.3 Verifica ancoraggio della piastra

Le verifiche sugli ancoraggi sono state effettuate mediante l'ausilio del programma di calcolo della Hilti – PROFIS Engineering.

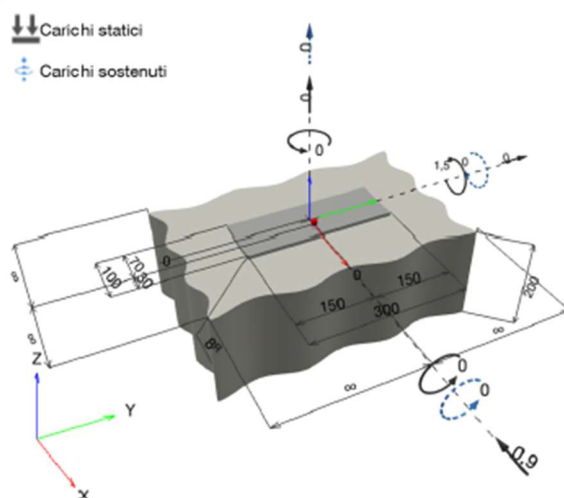
1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HAS-U 8.8 M12
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2237085 HAS-U 8.8 M12x160 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Insert item # alternative:	2390233 HAS 8.8 M12x160
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 or HAS barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 120 mm embedment hef, M12, Acciaio zincato, Hammer drill bit installation per ETA 20/0541,
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 120,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso l Valido:	09/06/2023 -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica
Fissaggio distanziato:	$e_o = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 8,0 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 100,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	nessun profilo
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 200,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, fattore di sicurezza materiale parziale $\gamma_c = 1,500$
Installazione:	Hammer drilled hole, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 0,000; V_x = -0,900; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = -1,500; M_z = 0,000;$ $N_{EUS} = 0,000; M_{x,EUS} = 0,000; M_{y,EUS} = 0,000;$	no	no	68

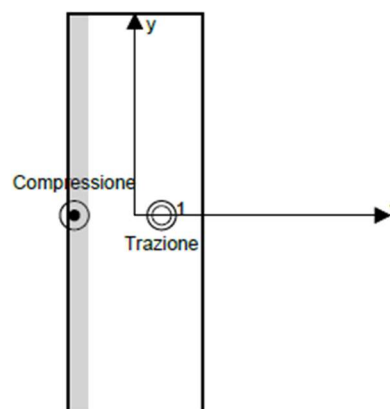
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	23,047	0,900	-0,900	0,000

Max. concrete compressive strain: 0,35 [%]
 Max. concrete compressive stress: 10,42 [N/mm²]
 Resulting tension force in (x/y)=(20,0/0,0): 23,047 [kN]
 Resulting compression force in (x/y)=(-45,1/0,0): 23,047 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	23,047	44,933	52	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	23,047	33,924	68	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	23,047	55,280	42	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,400	1,500	44,933	23,047

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N} [\text{mm}^2]$	$A_{p,N}^0 [\text{mm}^2]$	$\tau_{Rk,ucr,20} [\text{N/mm}^2]$	$s_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{min} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
129.600	129.600	18,00	360,0	180,0	∞	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,cr} [\text{N/mm}^2]$	k_3	$\tau_{Rk,c} [\text{N/mm}^2]$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,023	11,25	7,700	11,19	1,000	1,000	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,880	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0 [\text{kN}]$	$N_{Rk,p} [\text{kN}]$	γ_{Mp}	$N_{Rd,p} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$		
50,886	50,886	1,500	33,924	23,047		

ID gruppo ancoranti

1

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
129.600	129.600	180,0	360,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [\text{mm}]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	65,1
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$	
1,638	7,700	50,610	1,500	55,280	23,047	

ID gruppo ancoranti

1

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	0,900	26,960	4	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	0,900	67,479	2	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
33,700	1,000	33,700	1,250	26,960	0,900

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]	
129.600	129.600	180,0	360,0	2,000	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	50.610	1.500	67.479	0.900		

ID gruppo ancoranti

1

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,513	0,033	2,000	27	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,679	0,013	1,500	57	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Sk}	=	17,072 [kN]	δ_N	=	0,1887 [mm]
V_{Sk}	=	0,667 [kN]	δ_V	=	0,0333 [mm]
			$\delta_{N,V}$	=	0,1916 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk}	=	17,072 [kN]	δ_N	=	0,5283 [mm]
V_{Sk}	=	0,667 [kN]	δ_V	=	0,0533 [mm]
			$\delta_{N,V}$	=	0,5310 [mm]

L'ancoraggio risulta verificato.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$

Profilo: nessun profilo

Diametro del foro nella piastra: $d_f = 14,0 \text{ mm}$

Spessore della piastra (input): $8,0 \text{ mm}$

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HAS-U 8.8 M12

Codice articolo: 2237085 HAS-U 8.8 M12x160 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Insert item # alternative: 2390233 HAS 8.8 M12x160

Coppia di serraggio massima: 40 Nm

Diametro del foro nel materiale base: $14,0 \text{ mm}$

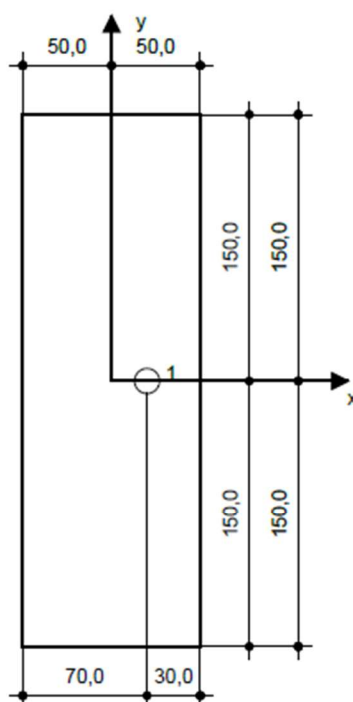
Profondità del foro nel materiale base: $120,0 \text{ mm}$

Spessore minimo del materiale base: $150,0 \text{ mm}$

Hilti HAS-U 8.8 or HAS barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 120 mm embedment hef, M12, Acciaio zincato, Hammer drill bit installation per ETA 20/0541

8.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> Idoneo per rotopercussione Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c _x	c _y	c _x	c _y
1	20,0	0,0	-	-	-	-

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

12 VERIFICHE GEOTECNICHE

12.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Di seguito un estratto della relazione geologica dove vengono elencate le caratteristiche della colonna stratigrafica, il cui piano fondale dei locali destinati a spogliatoio e servizi insiste a circa 3.60 m dal p.c.:

Unità Litotecnica	φ_K	c'_K	Cu_K	Mo_K	E_K	γ_K	Falda
Terreno vegetale U.L. TV 0.00 – 1.00 m dal p.c.	21,6°	0	18 KPa	2500 KPa	1300 KPa	16,5 KN/mc	Scorrimenti sub-corticali a -1,50 m dal p.c.
Limi argilloso sabbiosi con pezzame arenaceo e pelitico U.L. LAS 1.00 – 2.00 m dal p.c.	25,2°	20 KPa	86 KPa	7500 KPa	4800 KPa	17,5 KN/mc	
Argilliti e peliti alterate e destrutturate U.L. ArP 2.00 – 5.00 m dal p.c.	33,4°	20 KPa	120 KPa	65000 KPa	47500 KPa	19,0 KN/mc	
Arenarie fini marnose U.L. ARm 5.00 – 12.00 m dal p.c.	41,0°	/	240 KPa	80000 KPa	52000 KPa	21,0 KN/mc	
Terreno di fondazione							

12.2 CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Per il calcolo della capacità portante delle fondazioni è stata adottata la formula di Terzaghi, di seguito riportata, assumendo i parametri geotecnici dello Strato 1 indicato nella colonna stratigrafica illustrata in precedenza ed estratta dalla relazione geologica:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

La verifica in condizioni statiche allo SLU ed in condizioni sismiche allo SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita – struttura non dissipativa) è stata condotta confrontando la massima tensione sollecitante allo SLU/SLV sul terreno con la tensione limite di progetto in condizioni non drenate. Per la verifica delle pressioni di contatto è stato fatto riferimento all'approccio 2 (A1+M1+R3) con un coefficiente parziale di sicurezza per la verifica del carico limite pari a $\gamma_R = 2,3$.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

- **Capacità portante in condizioni non drenate:**

Peso di volume γ 17,5 kN/m³

Coesione non drenata c_u 75 kPa

D 3,60 m

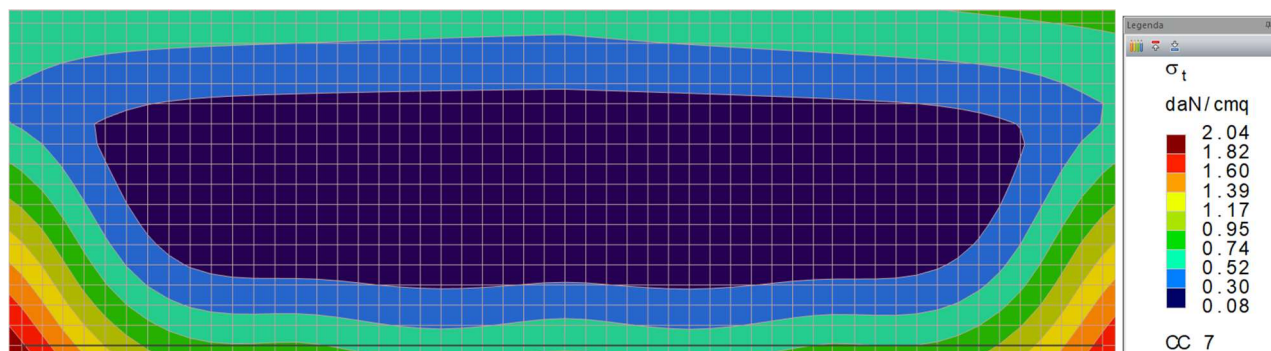
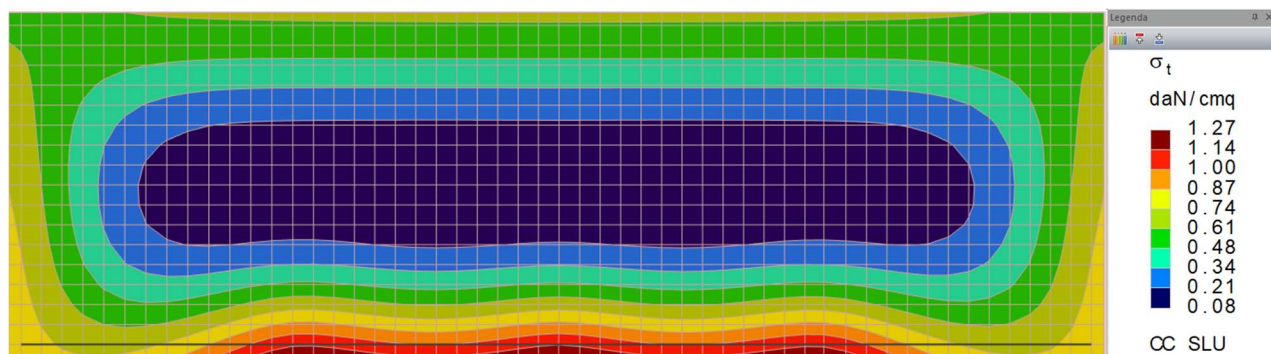
$N_q = 1,00$ $N_c = 5,14$ $N_\gamma = 0,0$ $s_c = 1,3$ $s_\gamma = 0,8$

$$q_{ult} = (75,0 \text{ kPa} \cdot 5,14 \cdot 1,0 + 17,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 3,60 \text{ m} \cdot 1,0) \cdot 1000 / 9,81 / 10000 = 4,57 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_d = q_{ult} / 2,3 = 1,99 \text{ kg/cm}^2$$

12.2.1 Verifica delle pressioni di contatto – corpo servizi

Osservando le immagini illustrate in seguito, relative alla mappatura delle tensioni agenti sul terreno nelle combinazioni di carico più gravose sia in condizioni statiche (SLU –CC25) che in condizioni sismiche (SLV-non dissipativa – CC7), si evince che trascurando i valori di picco dovuti alla modellazione, mediamente le pressioni di contatto sul terreno, risultano compatibili con la capacità portante del terreno riportata in precedenza.

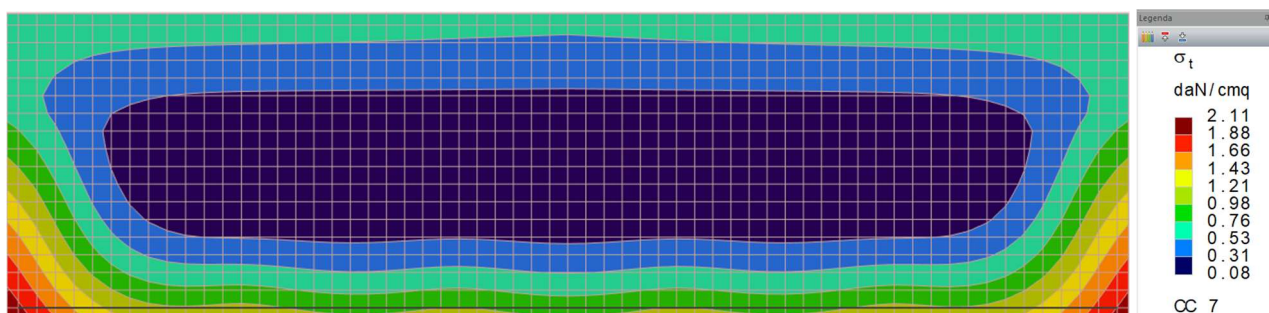
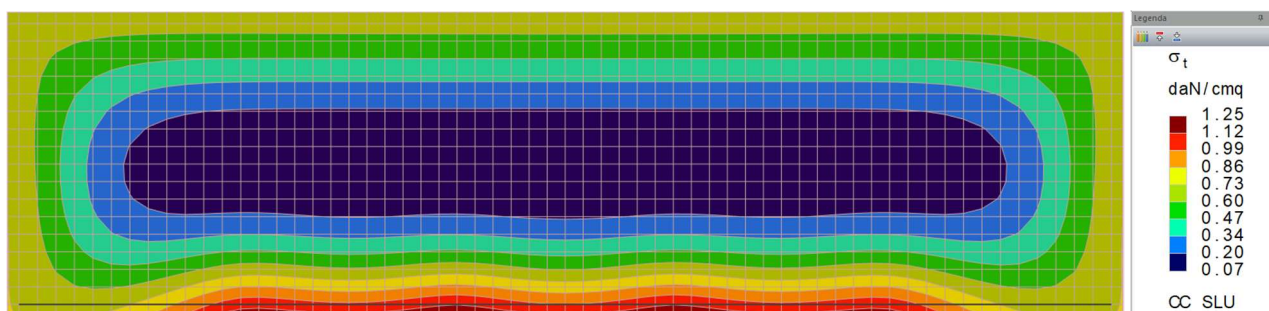


PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

12.2.2 Verifica delle pressioni di contatto – corpo spogliatoi

Osservando le immagini illustrate in seguito, relative alla mappatura delle tensioni agenti sul terreno nelle combinazioni di carico più gravose sia in condizioni statiche (SLU – CC25) che in condizioni sismiche (SLV-non dissipativa – CC7), si evince che trascurando i valori di picco dovuti alla modellazione, mediamente le pressioni di contatto sul terreno, risultano compatibili con la capacità portante del terreno riportata in precedenza.



PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA DELLE STRUTTURE

13 AFFIDABILITA' CODICI UTILIZZATI

In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (Affidabilità dei codici utilizzati), si fa rimanda all'apposito documento "Manuale di Validazione per il D.M. 17.01.2018 fornito dalla società produttrice allegato alla presente.