



COMMISSARIO DELEGATO

per i Primi Interventi Urgenti di Protezione Civile in Conseguenza della Contaminazione da sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS)

DCM del 21.03.2018/OCDC n. 519 del 28.05.2018

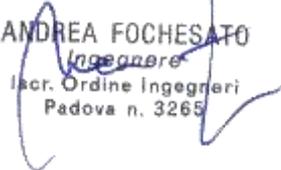
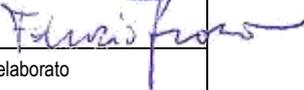


MODELLO STRUTTURALE DEGLI ACQUEDOTTI DEL VENETO (MO.S.A.V.)

INTERVENTI FINALIZZATI ALLA SOSTITUZIONE DELLE FONTI IDROPOTABILI CONTAMINATE DA SOSTANZE PERFLUORO-ALCHILICHE (PFAS)

ESTENSIONE DELLO SCHEMA NELL'AREA MONSELICENSE - ESTENSE - MONTAGNANESE

PROGETTO DEFINITIVO

<p>PROGETTISTI</p>	<p>Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche Ing. Luca Fresia</p> 	<p>Geologia Dott. geol. Fabrizio Grosso</p> 
<p>CAPOGRUPPO MANDATARIA: </p> <p>MANDANTI:   Arch. Iunior Doris Castello</p>	<p>Coordinatore sicurezza in fase di progettazione Ing. Andrea Fochesato</p> 	<p>Progettista responsabile elaborato</p> 

3 - GEOTECNICA E DIMENSIONAMENTI STRUTTURALI 3.02 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE SERBATOIO

00	SET. 19	L. FRESIA	S. CHIAPPINO	L.FRESIA	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

INDICE

1. GENERALITÀ	1
2. NORMATIVA VIGENTE	1
3. MATERIALI PREVISTI	2
3.1 Calcestruzzo	2
3.2 Acciaio per c.a.	4
3.3 Calcestruzzo per solai alveolari in c.a.p.	4
4. PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE	4
5. STATI LIMITE	4
6. PARAMETRI SISMICI	5
7. METODO DI CALCOLO SERBATOI ED EDIFICIO CENTRALE	6

ALLEGATO 1 - Analisi e verifiche serbatoio tipologico

ALLEGATO 2 - Analisi e verifiche edificio centrale

1. GENERALITÀ

Oggetto della presente relazione è il calcolo strutturale dei manufatti previsti nel Progetto Definitivo e relativi al serbatoio in Comune di Montagnana (PD) a servizio del sistema Mosav – asse Monselice-Montagnana.

Nello specifico l'intervento in progetto, prevede la realizzazione di un edificio costituito da tre blocchi strutturalmente svincolati: n°2 serbatoi gemelli di raggio esterno 22.0 m ed altezza complessiva 7.90 m, e un corpo centrale – tecnico interposto tra questi ultimi, di dimensioni in pianta 14.80 x 37.20 ed altezza variabile da un minimo di 8.30 m sino ad un massimo di 15.50 m:

- Serbatoi in c.a. costituiti da una soletta di copertura in predalles alleggerite di spessore complessivo 40 cm su travi in c.a. di sezione variabile da un minimo di 30x40 cm sino ad un massimo di 60x40 cm. Tale soletta di copertura, dimensionata per sopportare un sovraccarico trasmesso da un ricoprimento massimo di 30 cm di terreno ed un sovraccarico variabile di 5.0 kN/m², è incastrata su pareti interne a pianta circolare, di spessore 40 cm e su pareti esterne di spessore 60 cm. Tali pareti sono a loro volta incastrate all'interno di una platea di spessore variabile da un minimo di 80 cm sino ad un massimo di 100 cm. Tale platea appoggia su pali trivellati di diametro $\Phi 800$ e lunghezza 18.0 m (Allegato 1)
- Edificio centrale costituito da solette di copertura in tegole alveolari in c.a.p. di spessore variabile da un minimo di 35 cm (soletta copertura locale uffici) sino ad un massimo di 49.5 cm (copertura edificio centrale). Tali solette sono appoggiate sulle pareti perimetrali in c.a. di spessore 50 cm, incastrate a loro volta all'interno di una platea in c.a. di spessore 80 cm. Tale platea appoggia su pali trivellati di diametro $\Phi 600$ e lunghezza 18.0 m.
Al piano terreno vi è una soletta in c.a. di spessore 40 cm, incastrata perimetralmente all'interno delle pareti in c.a. di spessore 50 cm ed appoggiata su pilastri in c.a. di sezione 50x50 cm, su cui è previsto il transito di mezzi pesanti schematizzati come carichi tandem di 1° categoria. (Allegato 2)

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche strutturali, in condizioni statiche e sismiche, ai sensi delle normative vigenti, dei manufatti maggiormente significativi. I manufatti non riportati in relazione sono stati analizzati e verificati in maniera analoga.

Il comune dove vengono realizzate le opere in progetto è quello di Montagnana (PD), sito in zona sismica 4, a bassa sismicità.

2. NORMATIVA VIGENTE

- D.M. 17 gennaio 2018 – “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”
- Circolare 11 febbraio 2019, n. 7 - “Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”.

3. MATERIALI PREVISTI

3.1 Calcestruzzo

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm²
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 33.2 N/mm²
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = $f_{ck} + 8$ = 41.2 N/mm²
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30 $f_{ck}^{2/3}$ = 3.1 N/mm²
- E_{cm} = modulo elastico = 22000 $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33543 N/mm²
- ν = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC1, XC2, XC4, XA2
- Copriferro \geq 50 mm

Dosatura dei materiali

La dosatura dei materiali per ottenere un cls C32/40 è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto).

sabbia	0.4 m ³
ghiaia	0.8 m ³
acqua	150 litri
cemento tipo 425	350 kg/m ³

Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine. La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate.

Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.
Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Controlli di accettazione: provini da prelevarsi in cantiere (Punto 11.2.5 del D.M. 17/01/18)

Prelievo = n° 2 cubetti di lato 15 cm;

Controllo tipo A

Il controllo è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m² massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare all'obbligo del prelievo giornaliero.

Controllo di accettazione di tipo A (quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³), positivo se:

$$R_i \geq R_{ck} - 3.5$$

Controllo tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato un prelievo e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un Tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di un apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle.

La domanda di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

3.2 Acciaio per c.a.

- Tipo B450C
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²
- f_{yt} = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$ e < 1.35
- $(f_t/f_{ynom})_k \leq 1.25$
- Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- γ_s = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per c.a. = 1.15
- f_{yd} = resistenza di calcolo = 450 : 1.15 = 391.30 N/mm²
- f_{bd} = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo = $f_{bk} : \gamma_c = 5.755 : 1.5 = 3.837$ N/mm²
- f_{bk} = resistenza tangenziale caratteristica = $2.25 \times \eta \times f_{ctk} = 2.25 \times 1.0 \times 2.558 = 5.755$ N/mm²

3.3 Calcestruzzo per solai alveolari in c.a.p.

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 45/55
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 55 N/mm²
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = $0.83 R_{ck} = 45.65$ N/mm²
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = $f_{ck} + 8 = 53.65$ N/mm²
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = $0.30 f_{ck}^{2/3} = 3.83$ N/mm²
- f_{ctm} = resistenza a trazione per flessione = $1.2 f_{ctm} = 4.59$ N/mm²
- E_{cm} = modulo elastico = $22000 (f_{cm}/10)^{0.3} = 36412$ N/mm²
- ν = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe d'esposizione ambientale : XC1

4. PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

Classe d'uso : per i manufatti definitivi : IV (*Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.*) ed è di tipo 2 (*opere ordinarie*) con vita nominale ≥ 50 anni, C_U = coefficiente d'uso = 2.0, V_R = vita di riferimento = $C_U \times V_N = 100$ anni.

5. STATI LIMITE

La sicurezza e le prestazioni dei manufatti sono state valutate in relazione agli Stati Limite che si possono verificare durante la loro vita nominale. In particolare le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU), sia di tipo geotecnico (GEO e di equilibrio di corpo rigido (EQU.) che di tipo strutturale (STR)
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di resistenza si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dall’equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

- R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali ed ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;
- E_d è il valore di progetto dell’effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni o direttamente $E_{dj} = E_{kj} \cdot \gamma_{Ej}$

Inoltre si è considerata:

- $V_N =$ vita nominale dell’opera ≥ 50 anni
 Classe d’uso di tipo IV con coefficiente $C_U = 2.0$
 $V_R =$ periodo di riferimento = $V_N \cdot C_U = 100$ anni

6. PARAMETRI SISMICI

L’azione dell’azione sismica di progetto è effettuata in funzione della “pericolosità sismica di base” del sito mediante opportune formule spettrali variabili in relazione alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento adottato e, pertanto, in relazione al particolare stato limite considerato (SLV = Stato limite di Salvaguardia della Vita e SLD = Stato Limite di Danno).

I valori base dei parametri utili che consentono di definire le suddette azioni sismiche, per sito di riferimento rigido orizzontale sono quelli della “Accelerazione orizzontale massima al sito” (a_g), del “Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione” (F_o) e del “Periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione” (T_C) che, come detto sono variabili a seconda dello stato limite considerato.

Tali valori sono definiti interpolando tra i valori forniti per i vertici del reticolo di riferimento più prossimi al sito. L’azione sismica non è tenuta in conto nella valutazione delle sollecitazioni relative ai manufatti “provvisori” come le camere di spinta.

Il Comune dove saranno realizzate le opere in progetto è quello di Montagnana (PD) ed è posizionato secondo i seguenti valori:

Latitudine: 45.230836
 Longitudine: 11.462409

Si hanno i seguenti parametri sismici:

in particolare per lo SLV si sono adottati i seguenti parametri sismici:

- P_r = periodo di ritorno = 949 anni
 a_g = accelerazione massima del sito = 0.102 g
 F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.601
 T^*_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.331

Ai fini della definizione sismica di progetto, il terreno interessato dall'intervento può essere classificato di categoria "C"

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
----------	---

7. METODO DI CALCOLO SERBATOI ED EDIFICIO CENTRALE

Le strutture sono state modellate con il software agli elementi finiti "Mastersap Top 2019" della AMV Software.

Le strutture e il loro comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche sono state adeguatamente valutate, interpretate e trasferite nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale.

A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevalente sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi "truss" oppure con elementi "beam" opportunamente svincolati. Piastre, muri e volte, ovvero elementi di tipo bidimensionale, sono modellati con elementi di tipo shell.

I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. Questi elementi consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni travi di fondazione. Al di sotto delle platee di fondazione il terreno si è modellato come un letto di molle alla Winkler. Il comportamento del terreno è sostanzialmente rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo, che può essere anche variata nella superficie di contatto fra struttura e terreno e quindi essere in grado di descrivere anche situazioni più complesse.

Sulla base di dati di bibliografia, per terreni analoghi a quelli in situ si adotta coefficiente di Winkler pari a 20000 kN/m³.

Al di sotto dei setti in c.a., a simulazione della presenza di pali di fondazione in c.a. trivellati, di grande diametro, si sono inseriti vincoli di tipo rigido.

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidità flessionale e tagliente dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

La presenza di diaframmi orizzontali, se rigidi, nel piano viene gestita attraverso l'impostazione di un'apposita relazione fra i nodi strutturali coinvolti, che ne condiziona il movimento relativo. Relazioni analoghe possono essere impostate anche fra elementi contigui.

E' stata impiegata un'analisi dinamica in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 17.01.2018. Agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite.

La struttura è stata analizzata e verificata in condizioni elastiche applicando al modello un coefficiente di struttura $q = 1.0$

Si è eseguita la valutazione della capacità portante delle platee di fondazione mediante l'approccio 2 DA2 (A1+M1+R3) in condizioni statiche e sismiche, attraverso il metodo proposto dal Eurocodice 7.

La formula trinomia indicata all'interno dell'EC7 per il calcolo del carico limite è:

$$q_{ult} = \frac{c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c}{\gamma_{Mc}} + \frac{\gamma'_{terreno} \cdot D \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q}{\gamma_{M\gamma}} + \frac{0.5 \cdot \gamma'_{terreno} \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma}{\gamma_{M\gamma}}$$

Il carico limite dei terreni posti al di sotto delle opere di fondazione, in condizioni sismiche, è stato adeguatamente valutato dal programma attraverso l'analisi dell'inclinazione del carico a seguito di azioni orizzontali e l'utilizzo dei coefficienti correttivi, fattori di inclinazione K_{hk} (effetto cinematico) e K_{hi} (effetto inerziale).

- K_{hk} : (effetto cinematico) produce la variazione del contributo associato a N_γ e si riflette sul coefficiente i_γ , il quale deve anche tener conto dell'effetto inerziale K_{hi} ;
- K_{hi} : (effetto inerziale) produce le variazioni dei termini a cui partecipano N_c e N_q perché si riflette nell'inclinazione del carico attraverso i coefficienti i_c e i_q .

Per considerare entrambi gli effetti K_{hk} e K_{hi} all'interno della formula trinomia che include N_γ , in base alla formulazione di Carfi, Maugeri e Motta ("Effetto dell'inerzia del terreno sul fattore di capacità portante N_γ " Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica 2004 - IARG 2004 Trento, 7-9 luglio 2004), si calcolano due coefficienti correttivi:

$$e_{\gamma k} = (1 - K_{hk}/\tan\Phi)^{0.45}$$

$$e_{\gamma i} = (1 - 0.7 \times K_{hi})^5$$

All'interno del software FEM Mastersap TOP 2019, le pressioni triangolari causate dalla presenza del terreno all'esterno dei serbatoi e dall'acqua all'interno degli stessi sono stati applicati manualmente, secondo le seguenti relazioni della geotecnica e dell'idraulica:

TERRENO - Condizioni di spinta a riposo: (terreno spingente con caratteristiche inferiori)

$$\gamma = \text{peso specifico terreno} = 18.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi = \text{angolo di attrito interno} = 28^\circ$$

$c = \text{coesione} = 0 \text{ kPa}$

$k_0 = \text{coefficiente di spinta a riposo} = 1 - \sin \phi = 0.53$

La spinta in terreni non in falda vale:

$$e = \gamma \times h \times k_0$$

ACQUA

La pressione idrostatica applicata alle strutture vale:

$$e_{H_2O} = \gamma_w \times h_w$$

dove:

$\gamma_w = \text{peso specifico dell'acqua} = 10 \text{ kN/m}^3$

$h_w = \text{altezza acqua}$

Sono stati inoltre valutati tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

Si ritiene che i modelli utilizzati siano sufficientemente rappresentativi del comportamento reale delle strutture.

ALLEGATO 1 - Analisi e verifiche serbatoio tipologico

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Blocco serbatoio
Intestazione del lavoro	Blocco serbatoio
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	100 anni
Luogo	Montagnana - (PD)
Longitudine (WGS84)	11.467
Latitudine (WGS84)	45.234
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	60	0.039	2.54	0.27	1.63	1.50	0.058
SLD	101	0.047	2.53	0.29	1.58	1.50	0.071
SLV	949	0.102	2.60	0.33	1.51	1.50	0.153
SLC	1950	0.129	2.58	0.34	1.50	1.50	0.193

Comportamento strutturale	Dissipativo
---------------------------	-------------

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	0%
Numero di frequenze	50
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Periodo proprio T1 in direzione X	0.500
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.500

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Presente
Fattore di struttura qv per sisma verticale	1.5
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
1	0.600	0.400
2	0.400	0.400
3	1.000	0.400
4	0.300	0.300
5	0.400	0.220
7	0.400	1.100
8	0.300	0.400

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Peso proprio solaio copertura+pendenze	4	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	6.500000	0.000	6.500000	0.000	1.0000	1.0000
Peso terreno ricoprimento h. 30 cm	5	Condizione 3	Permanente: Permanente portato	5.700000	0.000	5.700000	0.000	1.0000	1.0000
Carico esercizio copertura	6	Condizione 4	Variabile: Autorimesse	5.000000	0.000	5.000000	0.000	0.0000	0.0000
Carico neve	7	Condizione 5	Variabile: Neve	1.300000	0.000	1.300000	0.000	0.0000	0.0000
Peso proprio solaio uffici+pendenze	8	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	5.500000	0.000	5.500000	0.000	1.0000	1.0000

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Pressione idrostatica	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	1.000000	1.2000	1.2000
Pressione terreno	3	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	1.000000	1.0000	1.0000

Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Carico idrostatico fondazione	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	42.000000	1.0000	1.0000

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.000
2	Statica - serbatoio pieno	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.300
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 5	1.500
7	Statica - serbatoio vuoto	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.300
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 5	1.500

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 5	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.000

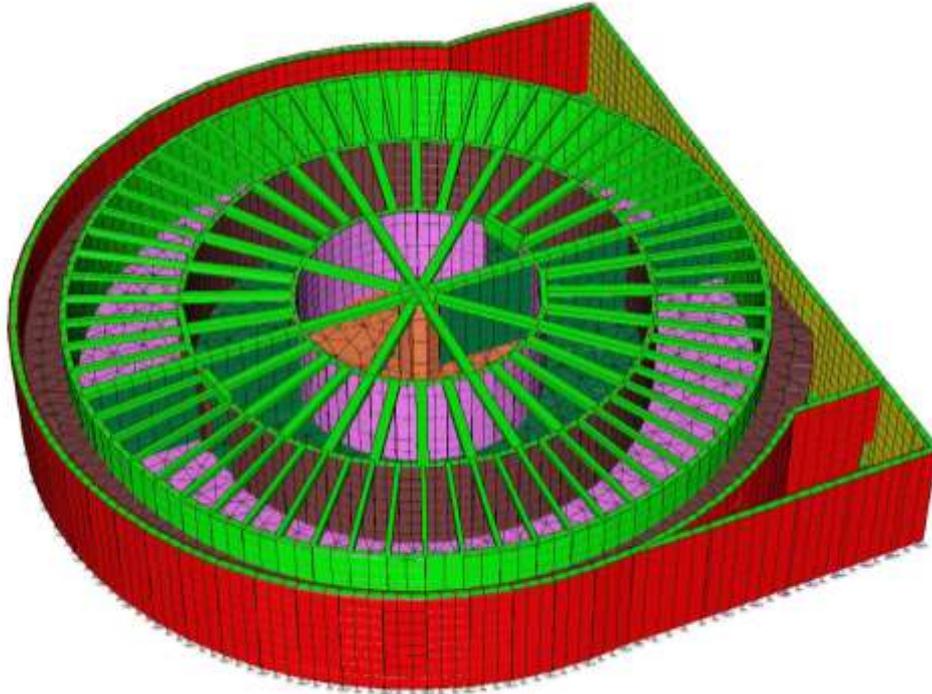


Figura 1 – Modello FEM 3D

1.1 Analisi e verifiche elementi strutturali in c.a.

Si riportano nel seguito, le analisi e le verifiche degli elementi strutturali in c.a., nello specifico:

- Platea di spessore 80 cm;
- Platea di spessore 100 cm;
- Pareti primo anello di spessore 40 cm;
- Pareti secondo anello di spessore 40 cm;
- Pareti terzo anello di spessore 40 cm;
- Parete di confine di spessore 40 cm;
- Setto trasversale di spessore 40 cm;
- Nucleo centrale di spessore 40 cm;
- Anello esterno di spessore 60 cm;
- Travi primo anello 60x40 cm;
- Travi secondo anello 60x40cm;
- Travi terzo anello 30x40 cm.

1.2 Platea in c.a. di spessore 80 cm

Sollecitazioni

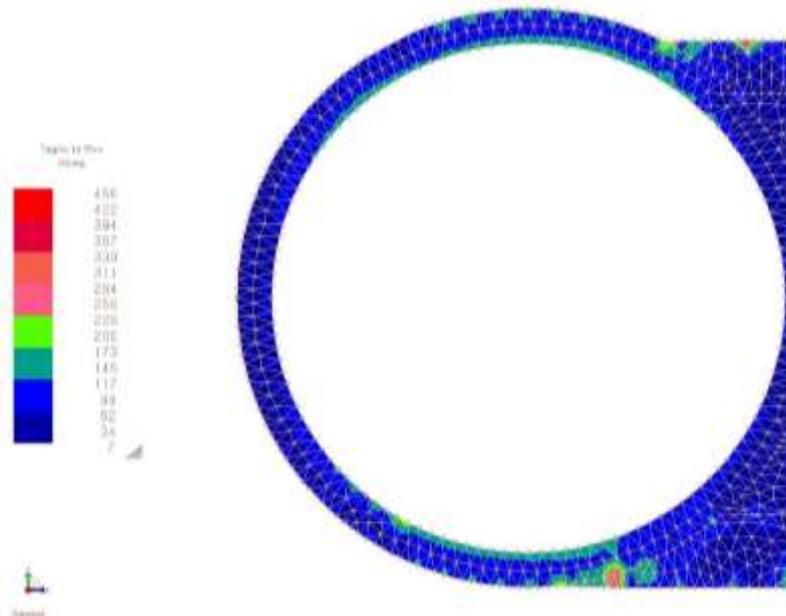


Figura 2 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

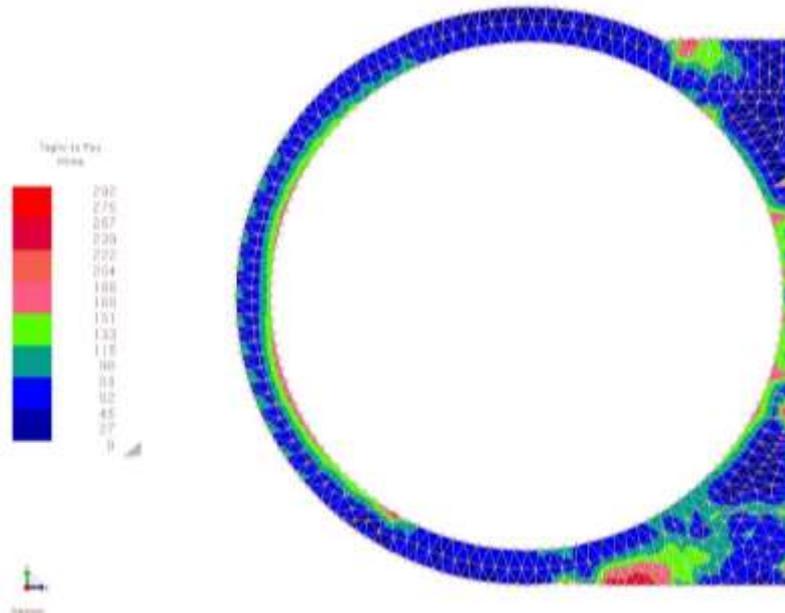


Figura 3 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

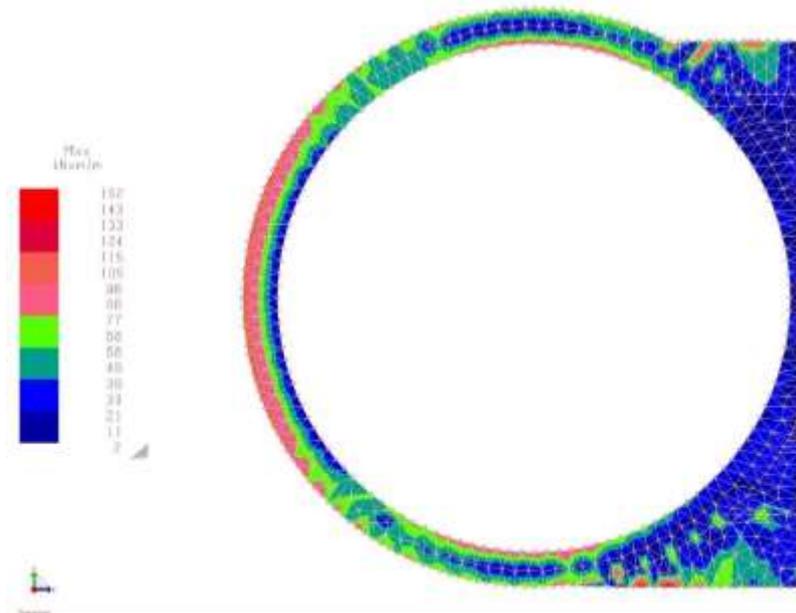


Figura 4 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

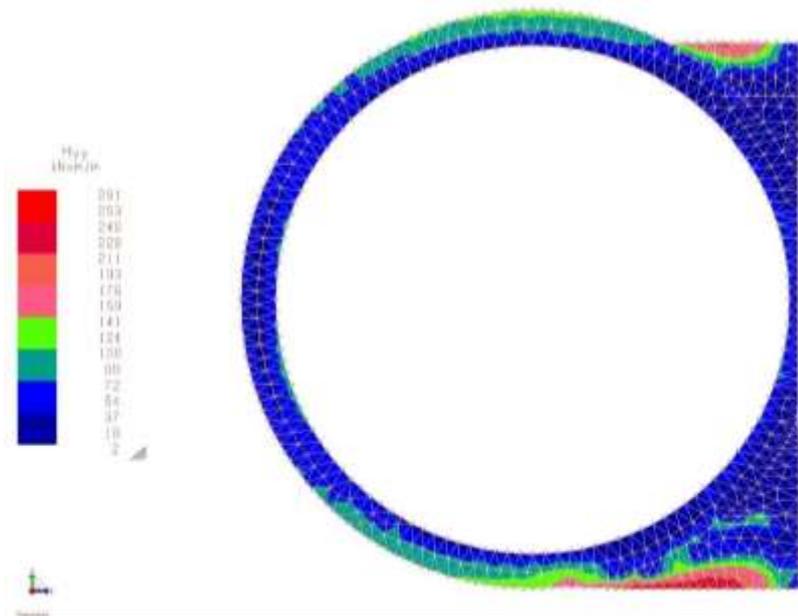


Figura 5 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, la platea risulta armata con doppia maglia $\Phi 16/20$ e con ganci $9\Phi 10/mq$, da cui:

- Verifica a momento flettente M_{yy}

Titolo : **Momento resistente platea**

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	75

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C32/40

ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm²	f_{cd} 18.13
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12.25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.7333
	τ_{c1} 2.114

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 294.7 kN m

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 63.12 ‰
 d 75 cm
 x 3.94 x/d 0.05253
 δ 0.7

Calcola MRd **Dominio M-N**
 N° rett. 100
 L_0 0 cm **Col. modello**
 Precompresso

$$M_{Rd} = 294.7 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 261 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{xx}$

$$V_{Ed} = 450 \times 0.8 =$$

$$360.0 \text{ kN}$$

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	li: bassa	▼
$f_{ck} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
<hr/>				
$H =$		800	mm	
$b_w =$		1000	mm	
$d =$		750	mm	
<hr/>				
$N_{Ed} =$		0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$		360'000	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rdb} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
<hr/>				
staffe $\phi =$		10	mm	
numero bracci resistenti sezione		3		
passo "s" =		33	cm	
$A_{\phi/s} =$		7.14	cm ² /m	
$\alpha =$		90 °	=	1.5708 rad
<hr/>				
$A_c = b_w H =$		800'000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{sd}/A_c =$		0.000	Mpa	
$\alpha_c =$		1.00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		5.E+05	N =	471.47 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		2.E+06	N =	2110.34 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		4.E+06	N =	3557.76 kN
<hr/>				
$V_{Ed} =$	360.00 kN	<	$V_{Rdb} =$	471.47 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	360.00 kN	<	$V_{Rd,max} =$	2110.34 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	360.00 kN	<	$V_{Ed,lim} =$	3557.76 kN (soddisfacente)

1.3 Platea in c.a. di spessore 100 cm

Sollecitazioni

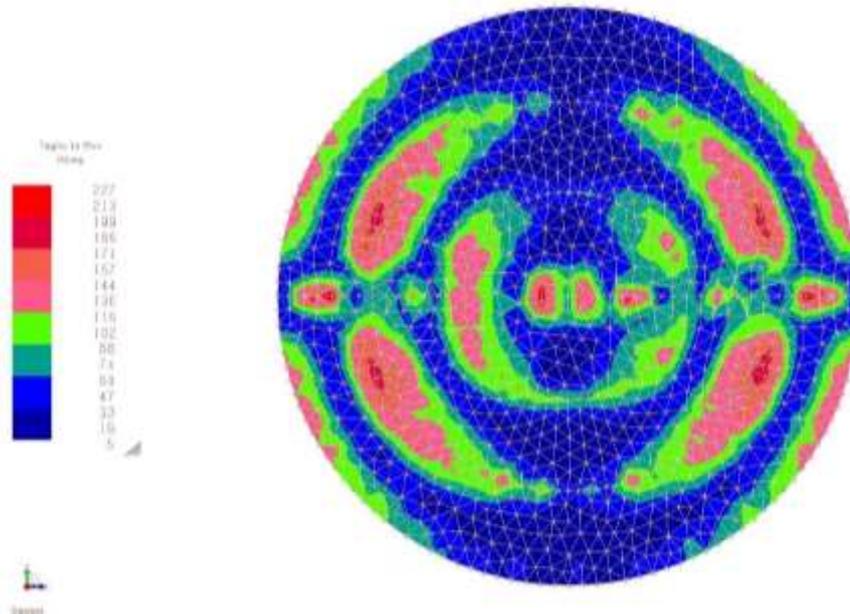


Figura 6 – Inviluppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m^2]

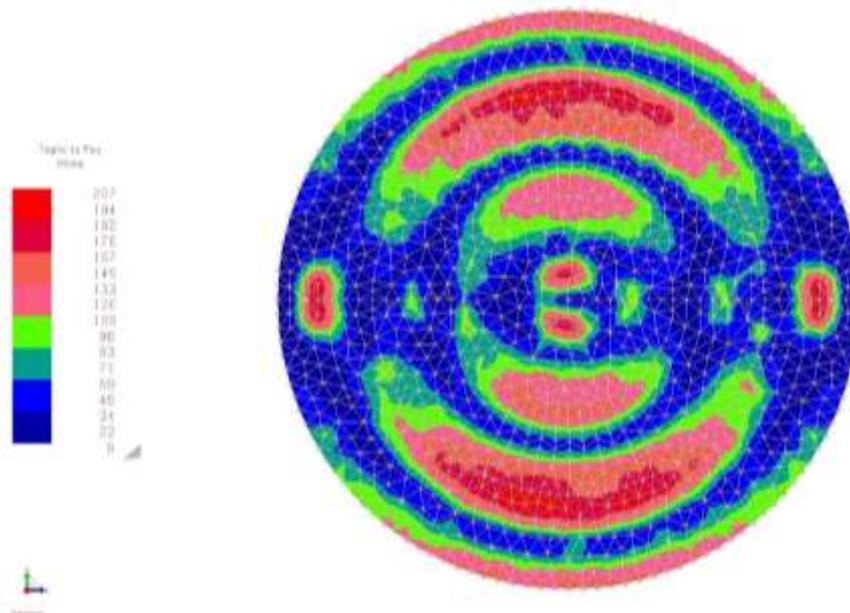


Figura 7 – Inviluppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m^2]

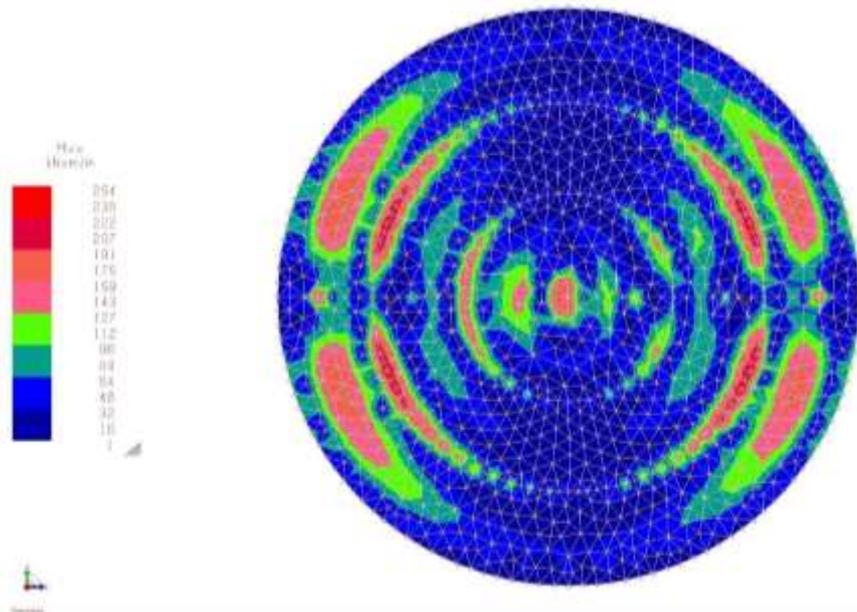


Figura 8 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

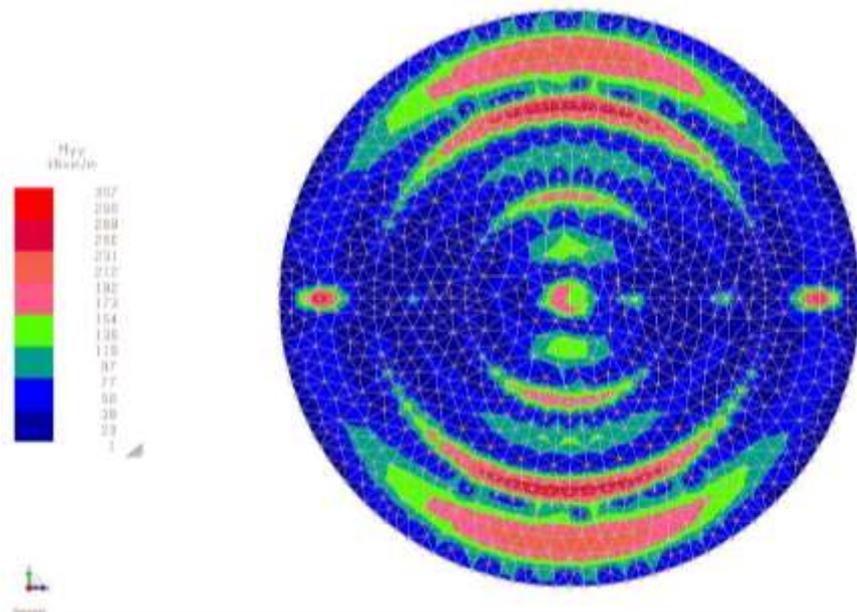


Figura 9 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, la platea risulta armata con doppia maglia $\Phi 16/20$ e con ganci $9\Phi 10/mq$, da cui:

- Verifica a momento flettente M_{yy}

Titolo: Momento resistente platea

N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	95

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

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

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

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

Tipo flessione

Retta Deviata

Materiali

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Metodo di calcolo

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

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso

$$M_{Rd} = 372.7 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 307 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{xx}$

$$V_{Ed} = 227 \times 1.00 =$$

$$227.0 \text{ kN}$$

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	B: bassa	▼
$f_{ck} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
<hr/>				
$H =$		1000	mm	
$b_w =$		1000	mm	
$d =$		950	mm	
<hr/>				
$N_{Ed} =$		0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$		227'000	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2.5]$ (per V_{Rdb} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
<hr/>				
staffe $\phi =$		10	mm	
numero bracci resistenti sezione		3		
passo "s" =		33	cm	
$A_{\phi}/s =$		7.14	cm ² /m	
$\alpha =$		90 °	=	1.5708 rad
<hr/>				
$A_C = b_w H =$		1'000'000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_C =$		0.000	Mpa	
$\alpha_C =$		1.00		
$V_{Rdb} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		6.E+05	N =	597.19 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		3.E+06	N =	2673.10 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		5.E+06	N =	4506.50 kN
$V_{Ed} =$	227.00 kN	<	$V_{Rdb} =$	597.19 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	227.00 kN	<	$V_{Rd,max} =$	2673.10 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	227.00 kN	<	$V_{Ed,lim} =$	4506.50 kN (soddisfacente)

1.4 Pareti in c.a. di spessore 40 cm

[Primo anello, secondo anello, terzo anello, parete di confine, setto trasversale, e nucleo centrale]

Sollecitazioni

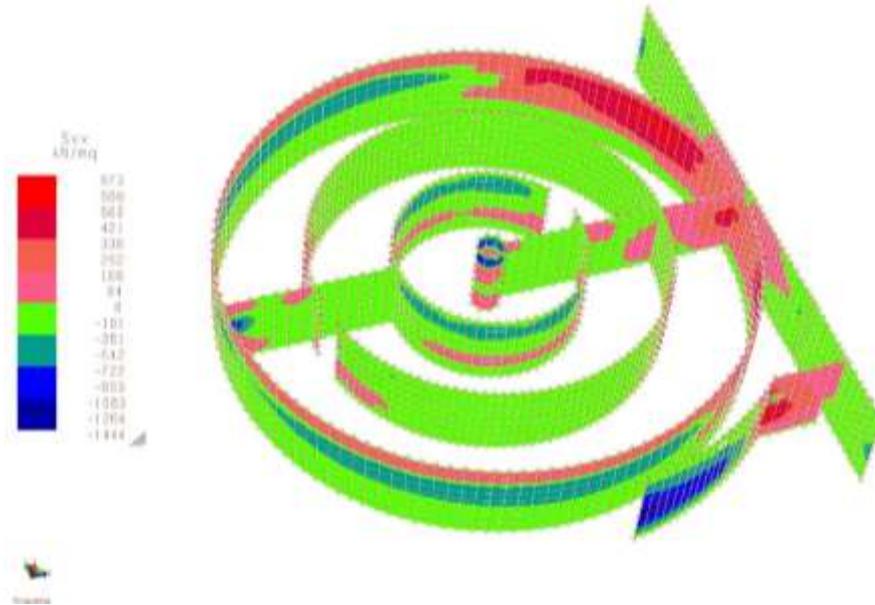


Figura 10 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{xx} [kN/m²]



Figura 11 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{yy} [kN/m²]

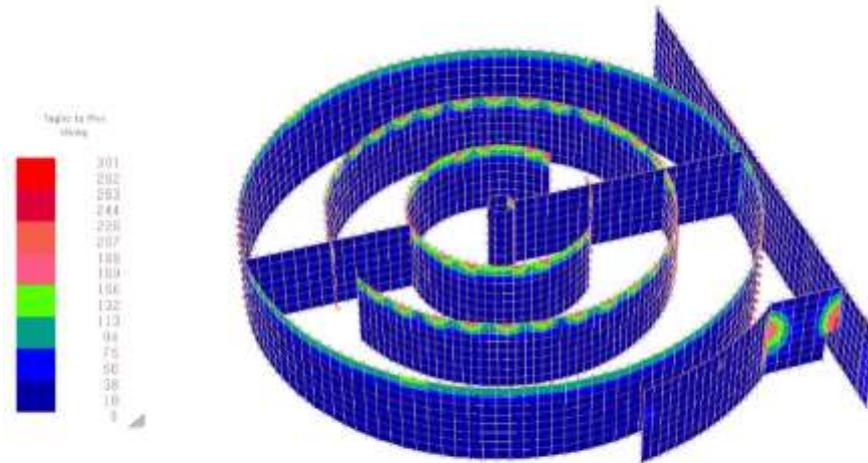


Figura 12 – Inviluppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

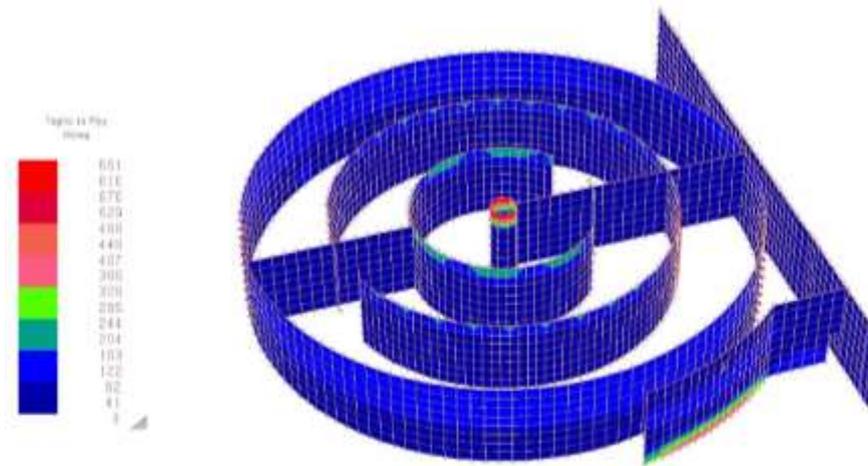


Figura 13 – Inviluppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

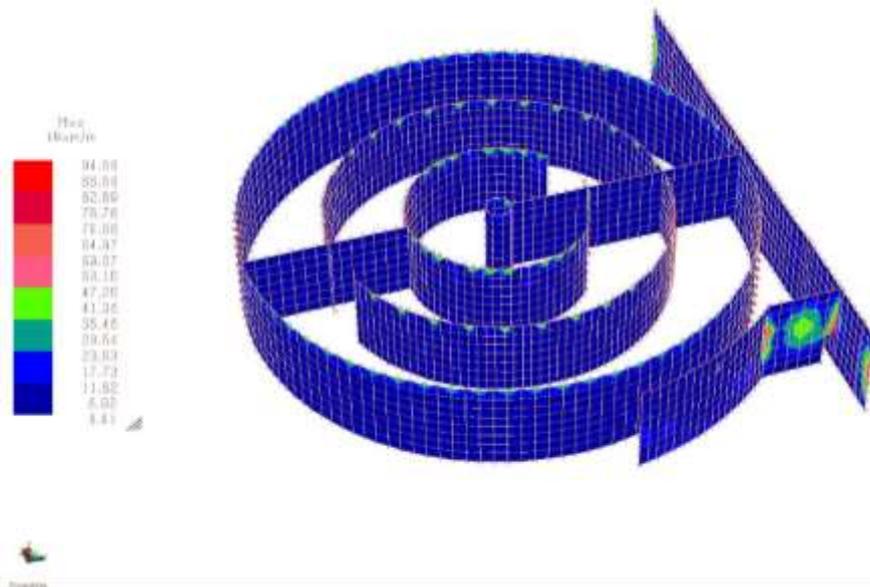


Figura 14 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

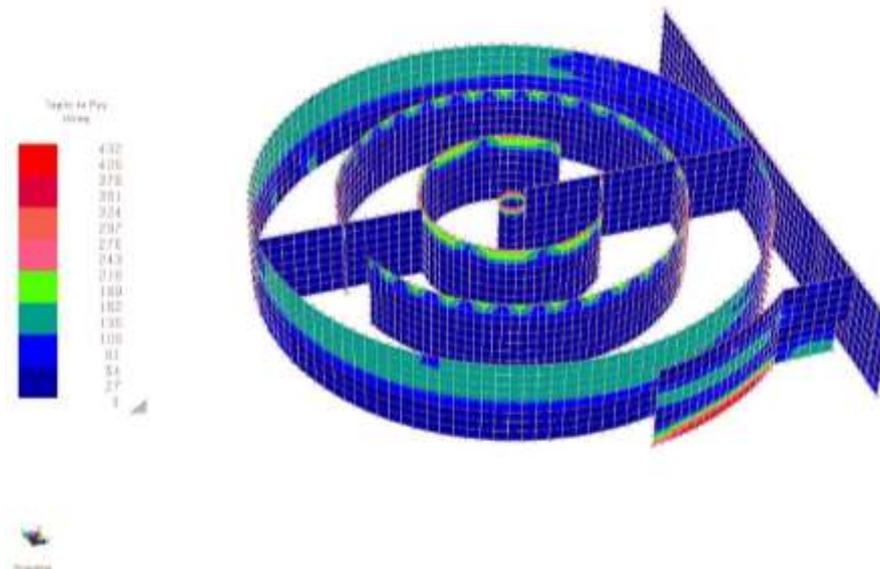


Figura 15 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, le pareti di spessore 40 cm risultano armate verticalmente con 1+1Φ14/20 (con raffittimento in testa di 1+1Φ14/20 e staffe Φ10/20), orizzontalmente con 1+1Φ12/20 e ganci 9Φ8/mq, da cui:

- Verifica a momento flettente M_{xx}

Titolo : Momento resistente pareti spessore 40 Mxx

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5
2	5.65	35

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

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

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

N° rett.

L₀ cm

Precompresso

$$M_{Rd} = 96.09 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 94.5 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a momento flettente M_{yy}

(in sommità in corrispondenza del raffittimento)

Titolo : **Momento resistente pareti spessore 40 Myy**

N* strati barre **Zoom**

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N*	As [cm²]	d [cm]
1	15.39	5
2	15.39	35

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

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

N _{Ed}	<input type="text" value="130"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/>	%	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/>	%
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/>	N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>	
E_s	<input type="text" value="200'000"/>	N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="18.13"/>	
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>		f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/>	?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/>	%	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/>	
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/>	N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.7333"/>	
			τ_{c1}	<input type="text" value="2.114"/>	

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c %
 ϵ_s %
 d cm
 x x/d
 δ

N* rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**
 L_o cm **Col. modello**

Precompresso

$$M_{Rd} = 221.6 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 219 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{yy}$

$$V_{Ed} = 432 \times 0.40 =$$

$$172.8 \text{ kN}$$

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	li: bassa	
$f_{dk} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{ed} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
$H =$		400	mm	
$b_w =$		1000	mm	
$d =$		350	mm	
$N_{Ed} =$		0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$		172'800	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rds} e V_{Rd1})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
staffe $\phi =$		10	mm	
numero bracci resistenti sezione		2		
peso "s" =		20	cm	
$A_w/s =$		7.85	cm ² /m	
$\alpha =$		90 °	=	1.5708 rad
$A_c = b_w H =$		400'000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c =$		0.000	Mpa	
$\alpha_c =$		1.00		
$V_{Rds} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		2.E+05	N =	242.02 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		1.E+06	N =	984.83 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{dk}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		2.E+06	N =	1660.29 kN
$V_{Ed} =$	172.80 kN	<	$V_{Rds} =$	242.02 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	172.80 kN	<	$V_{Rd,max} =$	984.83 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	172.80 kN	<	$V_{Ed,lim} =$	1660.29 kN (soddisfacente)

1.5 Pareti anello esterno in c.a. di spessore 60 cm

Sollecitazioni

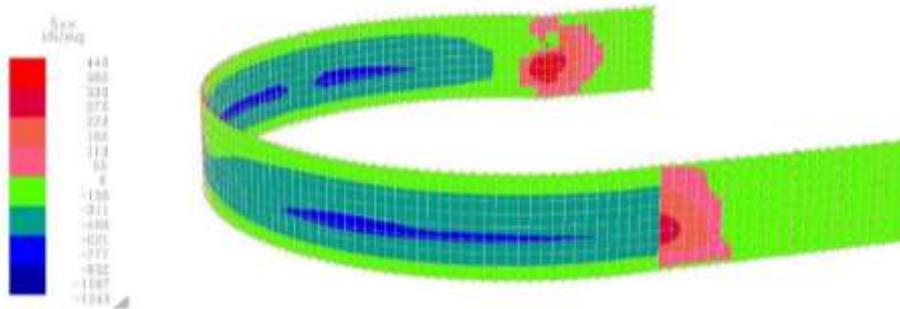


Figura 16 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{xx} [kN/m^2]

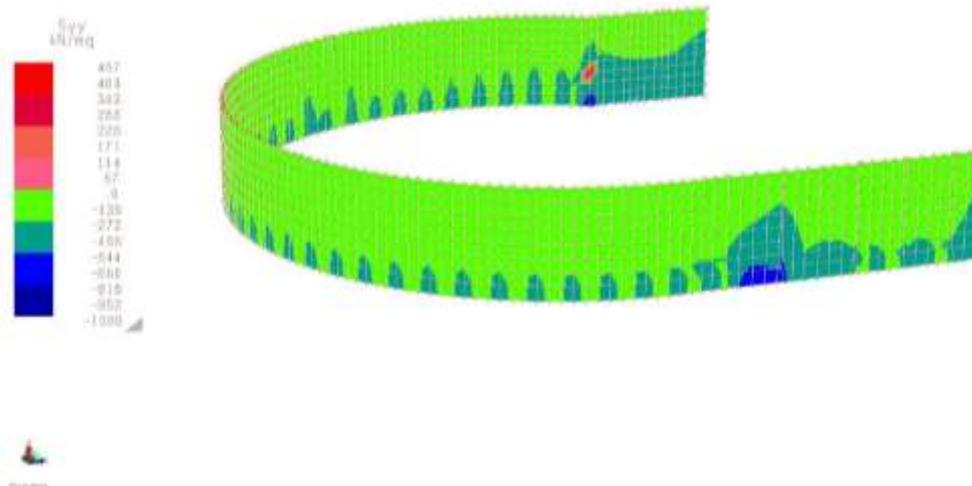


Figura 17 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{yy} [kN/m^2]

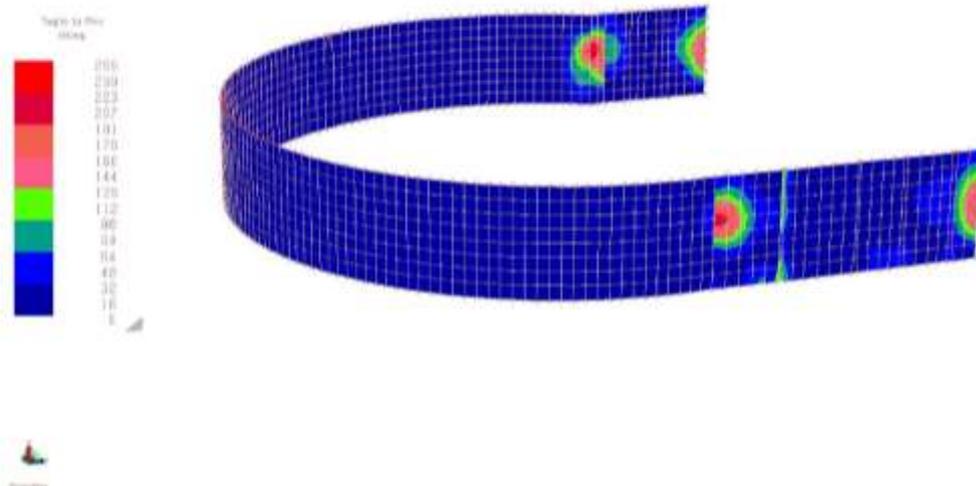


Figura 18 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

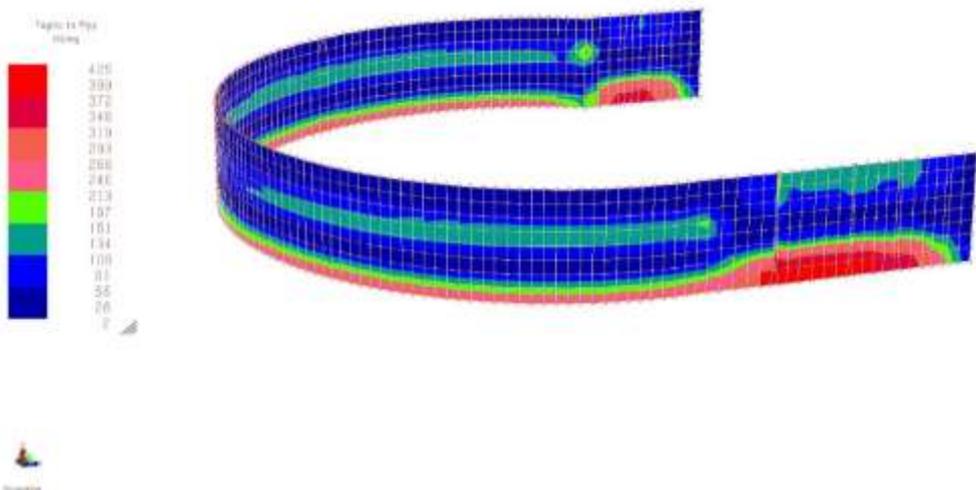


Figura 19 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

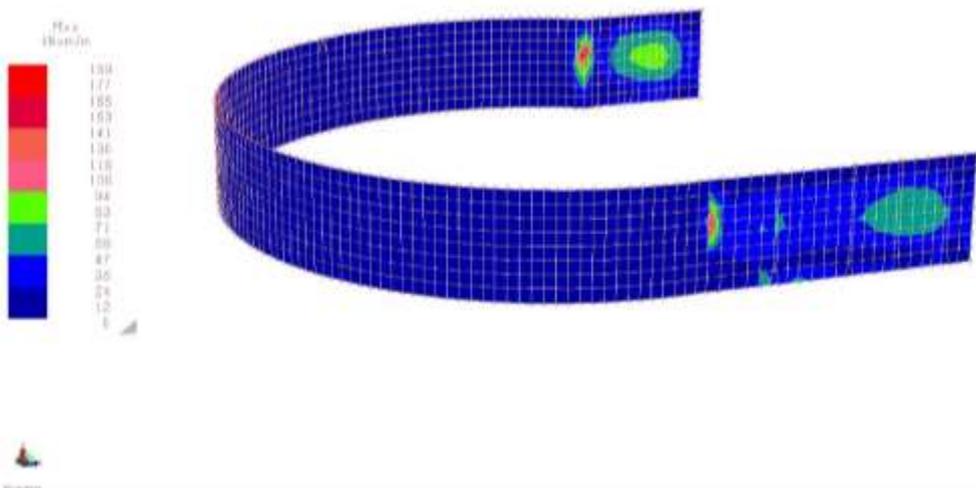


Figura 20 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

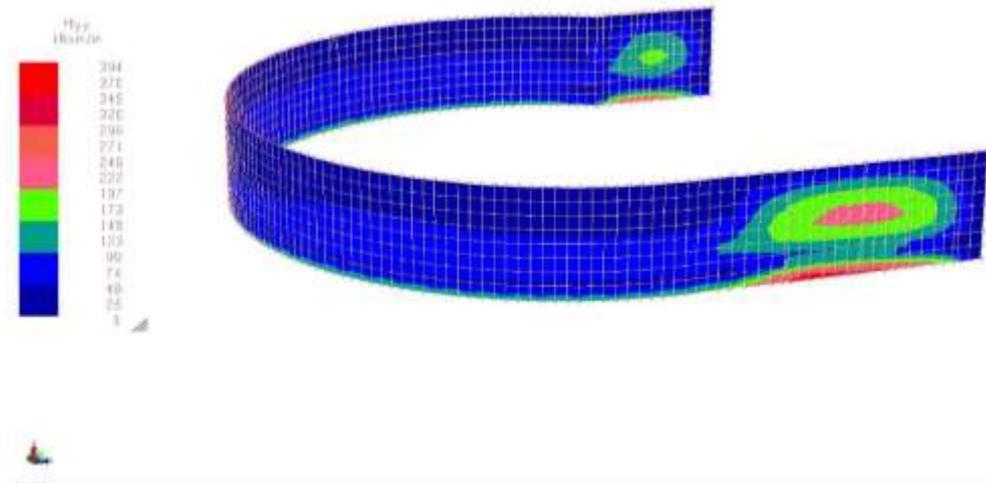


Figura 21 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, le pareti dell'anello esterno risultano armate verticalmente con 1+1 Φ 16/20 (con raffittimento in sommmità di 1+1 Φ 14), orizzontalmente con 1+1 Φ 14, ganci 9 Φ 10/mq. In corrispondenza dei vani tecnici vengono aggiunte riprese verticali Φ 20/20; da cui:

- Verifica a momento flettente M_{xx}

Titolo : Momento resistente pareti spessore 60 Mxx

N* strati barre Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N*	As [cm²]	d [cm]
1	7.70	5
2	7.70	55

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200'000 N/mm²	f _{cd}	18.13
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	12.25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.7333
		τ _{c1}	2.114

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 47.09 ‰
 d 55 cm
 x 3.805 x/d 0.06918
 δ 0.7

N* rett.

Calcola MRd

L_o cm

Precompresso

$$M_{Rd} = 192.2 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 189 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a momento flettente M_{yy}

Titolo: Momento resistente pareti spessore 60 Myy

N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	55

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

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

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

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

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ cm **Col. modello**

Precompresso

Materiali

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

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

$$M_{Rd} = 404.2 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 394 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{yy}$

$$V_{Ed} = 425 \times 0.60 =$$

255 kN

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	li: bassa	▼
$f_{dk} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
$H =$		600	mm	
$b_w =$		1000	mm	
$d =$		550	mm	
$N_{Ed} =$		3.E+05	N (compr)	
$V_{Ed} =$		255'000	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
staffe $\phi =$		10	mm	
numero bracci resistenti sezione		3		
passo "s" =		33	cm	
$A_w/s =$		7.14	cm ² /m	
$\alpha =$		90 °	=	1.5708 rad
$A_c = b_w H =$		600'000	mmq	
$\sigma_{qp} = N_{Ed}/A_c =$		0.000	Mpa	
$\alpha_c =$		1.00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		3.E+05	N =	345.74 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		2.E+06	N =	1547.59 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{dk}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		3.E+06	N =	2609.02 kN
$V_{Ed} =$	255.00 kN	<	$V_{Rds} =$	345.74 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	255.00 kN	<	$V_{Rd,max} =$	1547.59 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	255.00 kN	<	$V_{Ed,lim} =$	2609.02 kN (soddisfacente)

1.6 Travi in c.a. di sezione 60x40 cm

[Travi primo e secondo anello]

Sollecitazioni

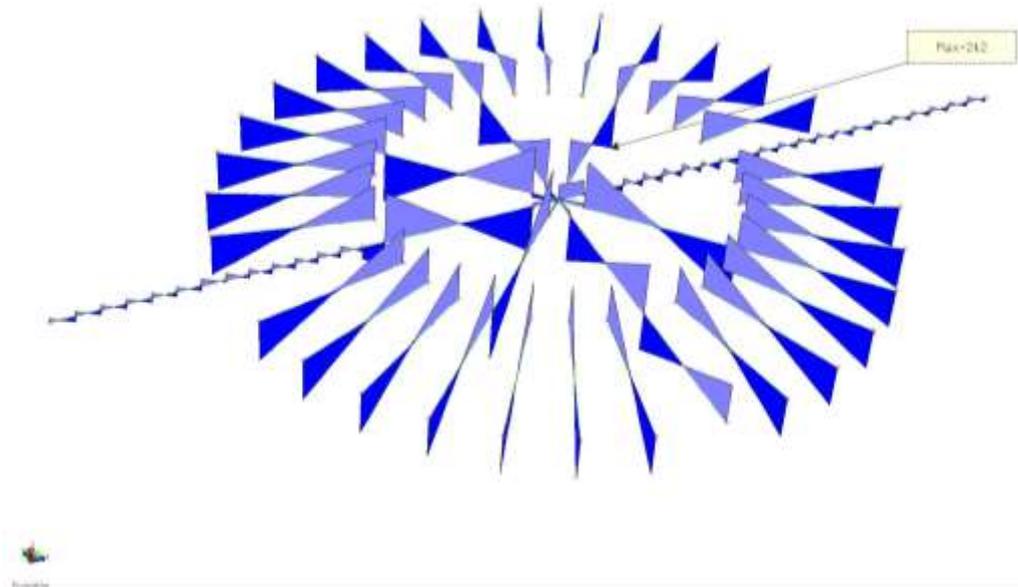


Figura 22 – Involucro sollecitazioni di taglio F_y [kN]

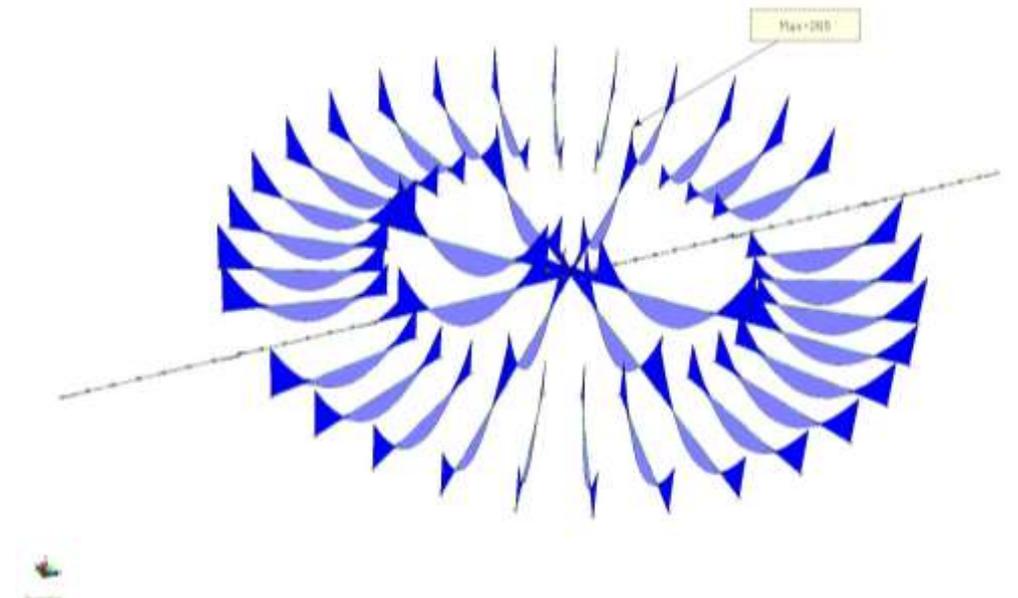


Figura 23 – Involucro sollecitazioni di momento flettente M_z [kNm]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, la trave risulta con i seguenti valori minimi di armatura:

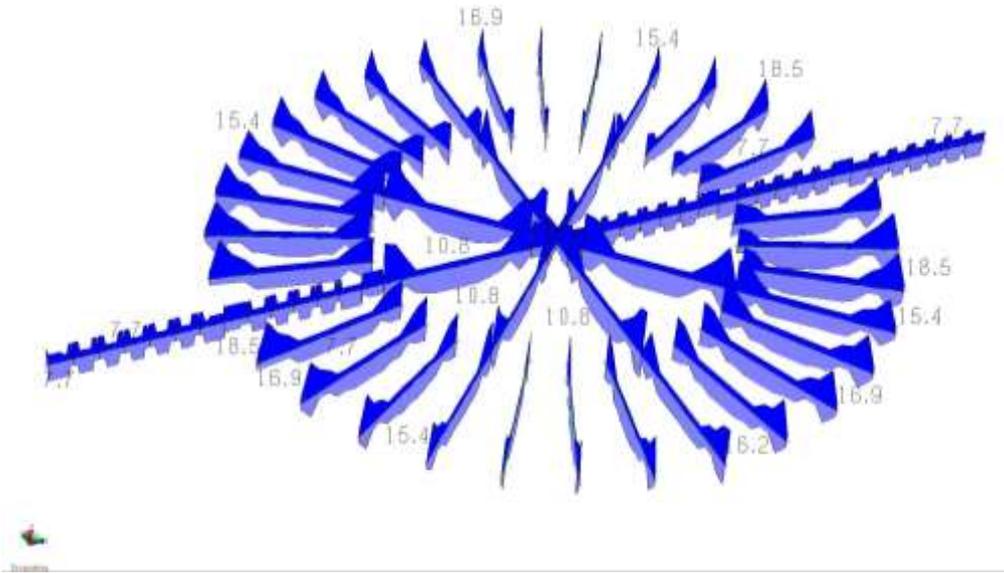


Figura 24 – Armatura minima sup. e inf. [cm²]

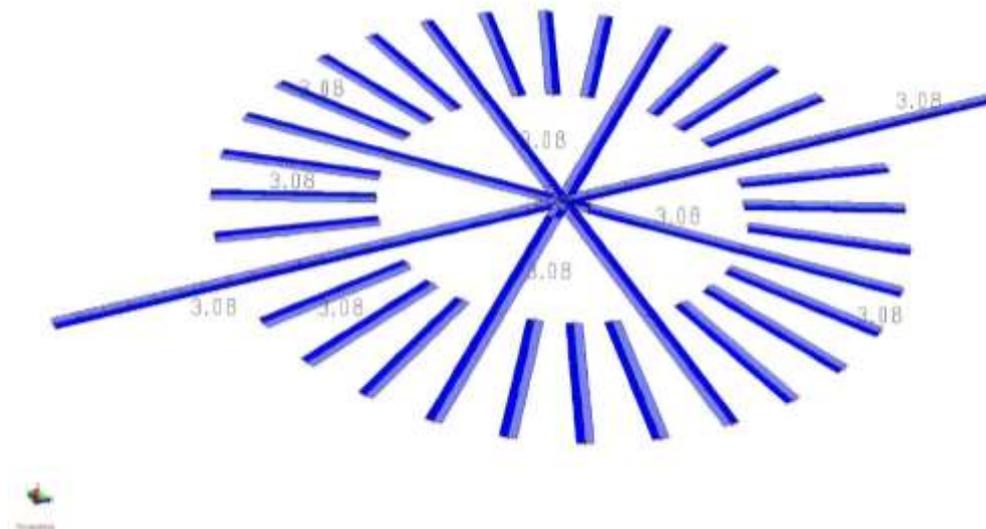


Figura 25 – Armatura minima ant. e post. [cm²]

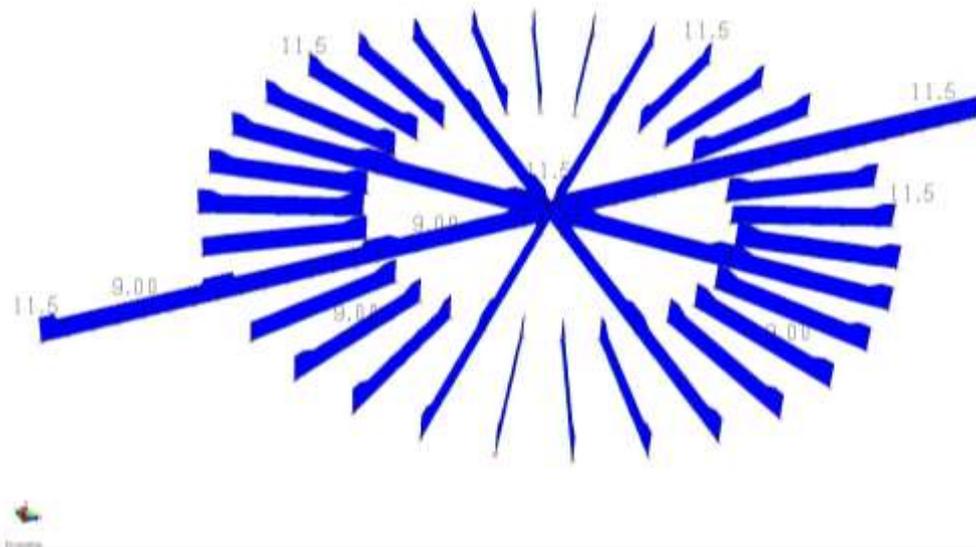


Figura 26 – Armatura minima trasversale [cm²]

1.7 Travi in c.a. di sezione 30x40 cm

[Travi terzo anello]

Sollecitazioni

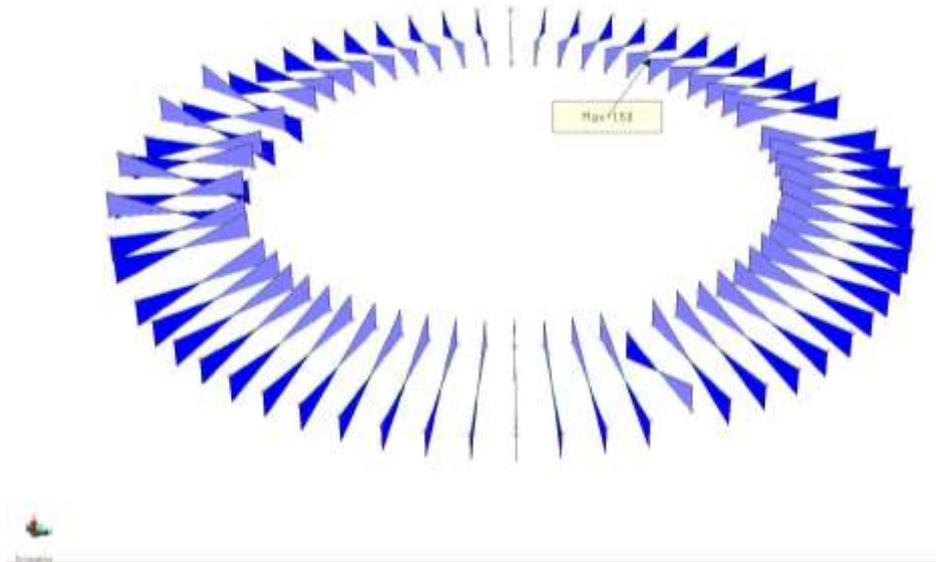


Figura 27 – Involucro sollecitazioni di taglio F_y [kN]

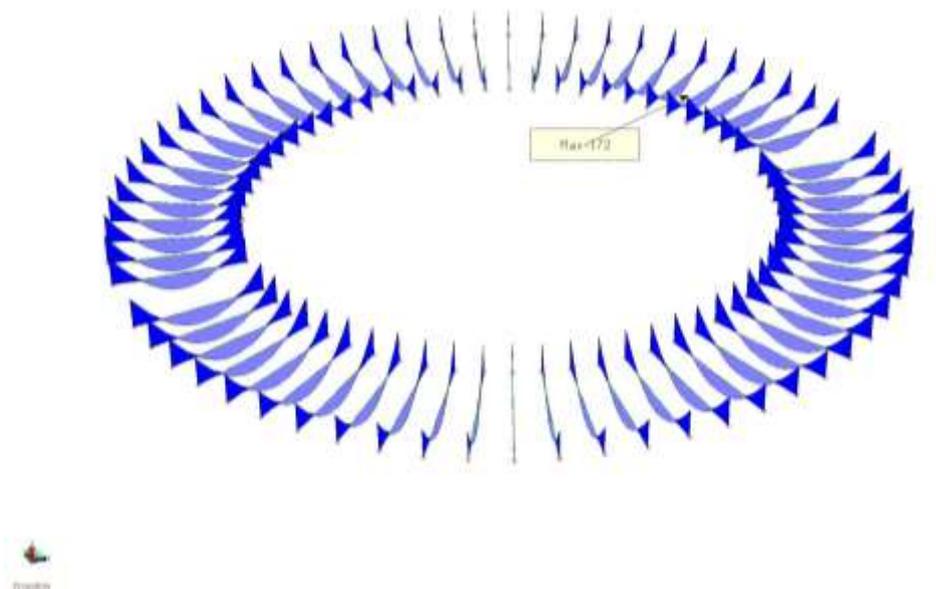


Figura 28 – Involucro sollecitazioni di momento flettente M_z [kNm]

ALLEGATO 2 - Analisi e verifiche edificio centrale

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	Blocco centrale
Intestazione del lavoro	Blocco centrale
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	100 anni
Luogo	Montagnana - Strada Regionale Padana Inferiore 97
Longitudine (WGS84)	11.4645
Latitudine (WGS84)	45.2313
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	60	0.039	2.54	0.27	1.63	1.50	0.058
SLD	101	0.047	2.53	0.29	1.58	1.50	0.071
SLV	949	0.102	2.60	0.33	1.51	1.50	0.153
SLC	1950	0.129	2.58	0.34	1.50	1.50	0.193

Comportamento strutturale	Dissipativo
---------------------------	-------------

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	0%
Numero di frequenze	50
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Periodo proprio T1 in direzione X	0.500
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.500

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Presente
Fattore di struttura qv per sisma verticale	1.5
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Peso predalle 30 cm-uffici	1	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	4.300000	0.000	4.300000	0.000	1.0000	1.0000
Permanenti portati copertura uffici	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	2.000000	0.000	2.000000	0.000	1.0000	1.0000
Carico neve	3	Condizione 2	Variabile: Neve	1.300000	0.000	1.300000	0.000	0.0000	0.0000
Peso spiroll h.43+5 cm	4	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	7.650000	0.000	7.650000	0.000	1.0000	1.0000
Peso massetti esterni	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	2.500000	0.000	2.500000	0.000	1.0000	1.0000
Peso pavimentazione	6	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.500000	0.000	0.500000	0.000	1.0000	1.0000
Carico esercizio uffici	7	Condizione 3	Variabile: Uffici	2.000000	0.000	2.000000	0.000	0.0000	0.0000
Carico esercizio copertura	8	Condizione 4	Variabile: Autorimesse	5.000000	0.000	5.000000	0.000	0.0000	0.0000
Peso tamponamenti esterni	9	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	10.000000	0.000	10.000000	0.000	1.0000	1.0000
Carico esercizio interno centrale	10	Condizione 5	Variabile: Magazzini	10.000000	0.000	10.000000	0.000	0.0000	0.0000
Peso massetti interno centrale	11	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	2.000000	0.000	2.000000	0.000	1.0000	1.0000
Peso soletta predalles h. 40	14	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	5.250000	0.000	5.250000	0.000	1.0000	1.0000
Peso terreno h. 30 cm	15	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	5.400000	0.000	5.400000	0.000	1.0000	1.0000
Permanenti portati uffici	16	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	1.500000	0.000	1.500000	0.000	1.0000	1.0000

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Permanenti portati soletta carrabile	12	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	5.000000	1.0000	1.0000
q1k	13	Condizione 4	Variabile: Autorimesse	9.000000	0.0000	0.0000

CONDIZIONI DI CARICO AI NODI

Num.cond.carico	Descrizione	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	Carichi tandem 1 cat - cond 1	531			-1.50e+02			
		771			-1.50e+02			
		980			-1.50e+02			
		2235			-1.50e+02			
2	Carichi tandem 1 cat - cond 2	542			-1.50e+02			
		984			-1.50e+02			
		1134			-1.50e+02			

Num.cond.carico	Descrizione							
		2305			-1.50e+02			
3	Carichi tandem 1 cat - cond 3	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		991			-1.50e+02			
		2283			-1.50e+02			
		2284			-1.50e+02			
		2285			-1.50e+02			
		2286			-1.50e+02			
		2352			-1.50e+02			
		2355			-1.50e+02			

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	0.800
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
2	Statica - condizione 1	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Uffici	Condizione 3	1.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	1.500
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
7	Statica - condizione 2	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Uffici	Condizione 3	1.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	1.500
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
8	Statica - condizione 3	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Uffici	Condizione 3	1.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	1.500
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	1.000
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	0.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	0.900
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	0.800
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	0.800
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

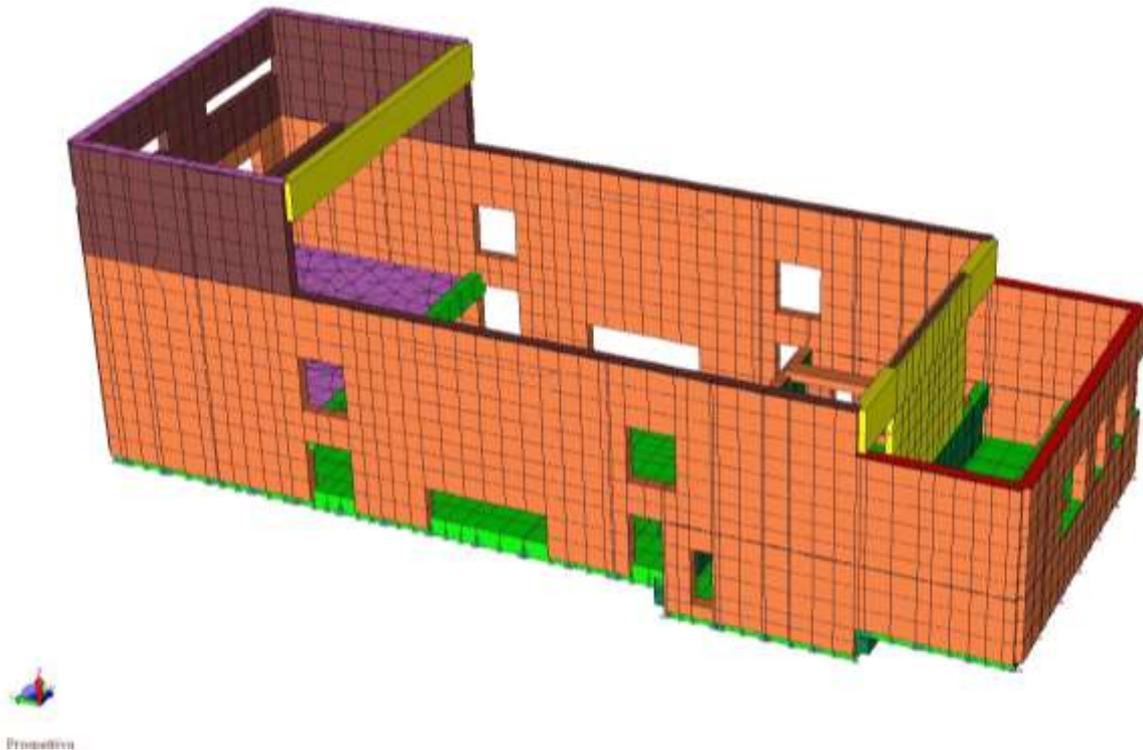


Figura 32 – Modello FEM 3D

1.8 Analisi e verifiche elementi strutturali in c.a.

Si riportano nel seguito, le analisi e le verifiche degli elementi strutturali in c.a., nello specifico:

- Platea di spessore 80 cm;
- Muri locali pompe di spessore 50 cm;
- Pareti perimetrali di spessore 50 cm;
- Pareti uffici di spessore 50 cm;
- Setto interno di spessore 30 cm;
- Soletta carrabile di spessore 40 cm;
- Muri locale tecnico di spessore 30 cm;
- Travi 50x160 cm;
- Travi 50x180cm.

1.9 Platea in c.a. di spessore 80 cm

Sollecitazioni

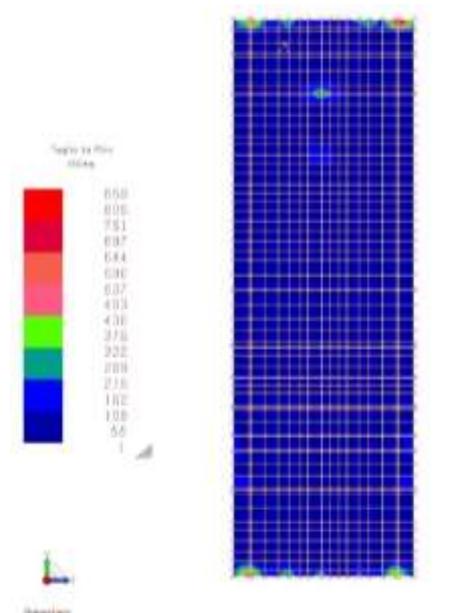


Figura 33 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

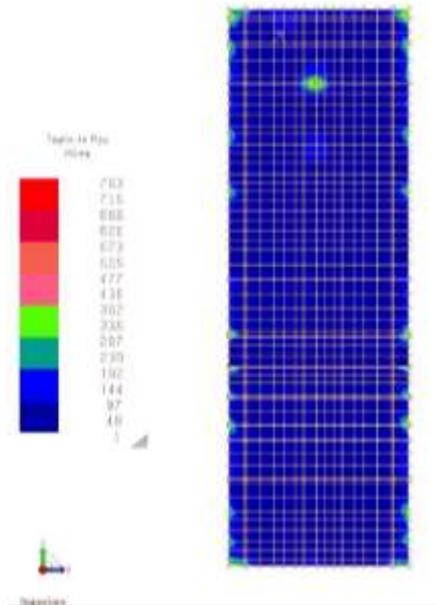


Figura 34 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

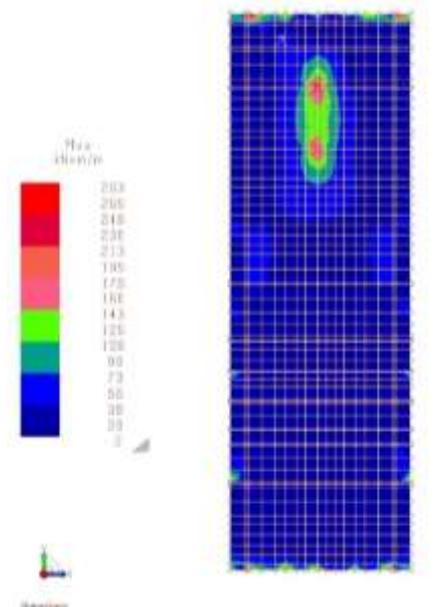


Figura 35 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

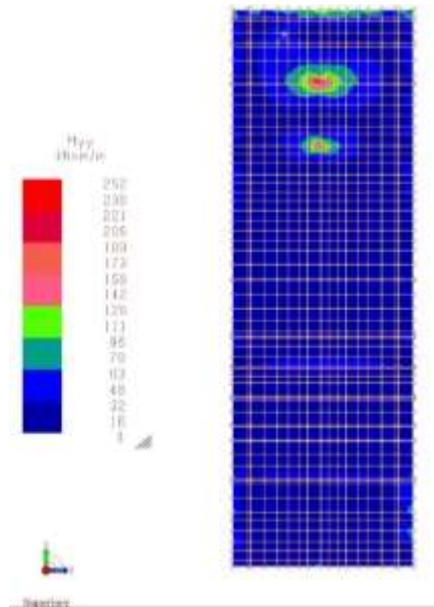


Figura 36 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, la platea risulta armata con doppia maglia $\Phi 16/20$ con ganci $9\Phi 10/mq$ e staffe $\Phi 12/20$ in corrispondenza dei pali di fondazione del perimetro esterno, da cui:

- Verifica a momento flettente M_{xx}

Titolo : **Momento resistente platea**

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	75

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Devia

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

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

N° rett.

 L₀ cm
 Precompresso

$$M_{Rd} = 294.7 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 283 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{xx}$

$$V_{Ed} = 858 \times 0.8 =$$

$$686.40 \text{ kN}$$

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	B: bassa	▼
$f_{ck} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
<hr/>				
H =		800	mm	
$b_w =$		800	mm	
d =		750	mm	
<hr/>				
$N_{Ed} =$		0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$		686.400	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rdk} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
<hr/>				
staffe $\phi =$		12	mm	
numero bracci resistenti sezione		2		
passo "s" =		20	cm	
$A_w/s =$		11.31	cm ² /m	
$\alpha =$		90 °	=	1.5708 rad
<hr/>				
$A_c = b_w H =$		640'000	mmq	
$\sigma_{tp} = N_{Ed}/A_c =$		0.000	Mpa	
$\alpha_c =$		1.00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		7.E+05	N =	746.80 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		2.E+06	N =	1688.28 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		3.E+06	N =	2846.21 kN
$V_{Ed} =$	686.40 kN	<	$V_{Rdk} =$	746.80 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	686.40 kN	<	$V_{Rd,max} =$	1688.28 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	686.40 kN	<	$V_{Ed,lim} =$	2846.21 kN (soddisfacente)

1.10 Muri locali pompe in c.a. di spessore 50 cm

Sollecitazioni

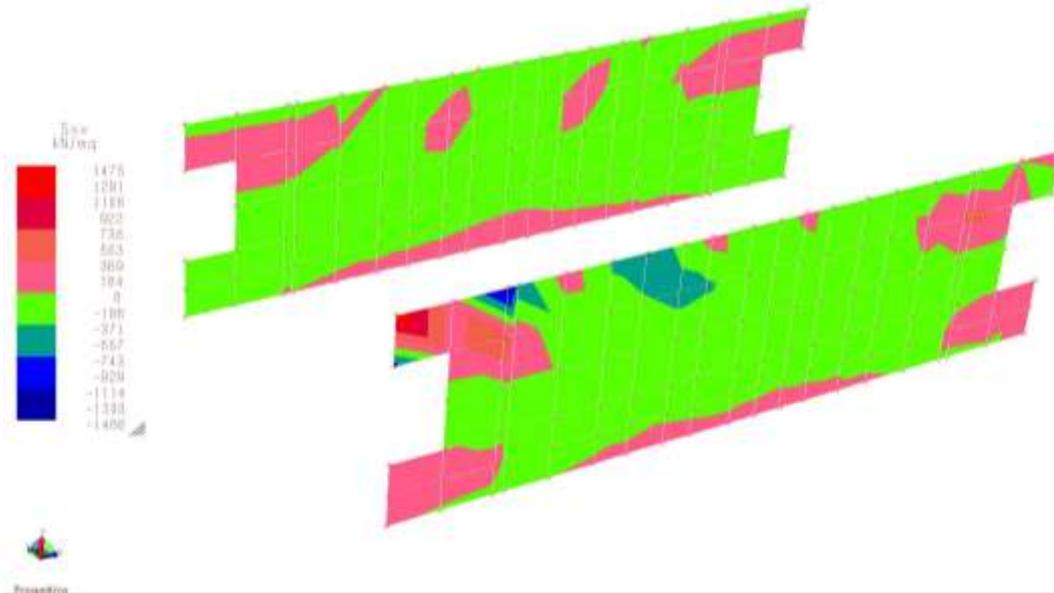


Figura 37 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{xx} [kN/m^2]

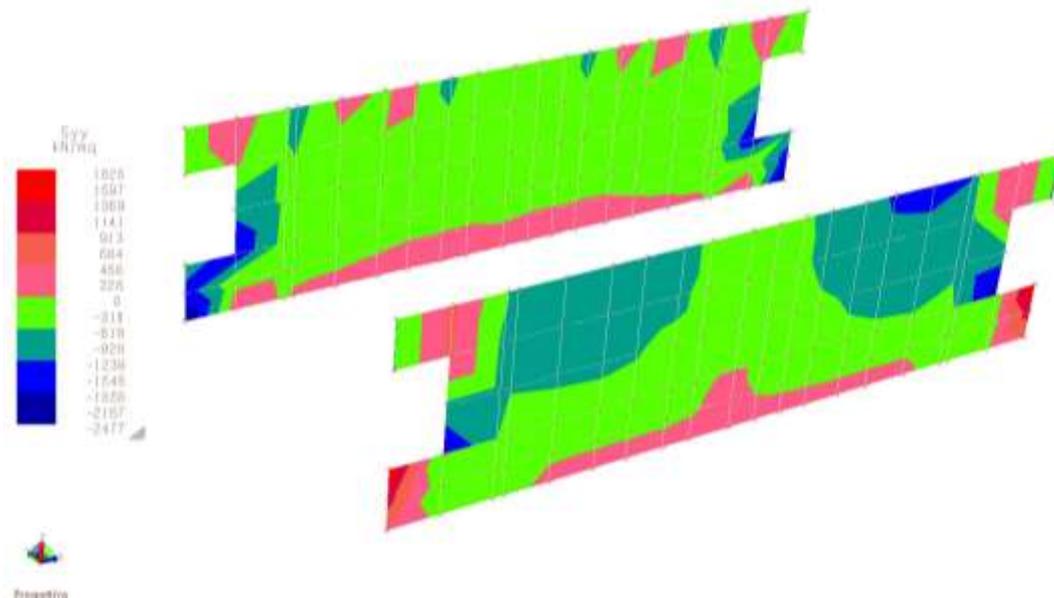


Figura 38 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{yy} [kN/m^2]

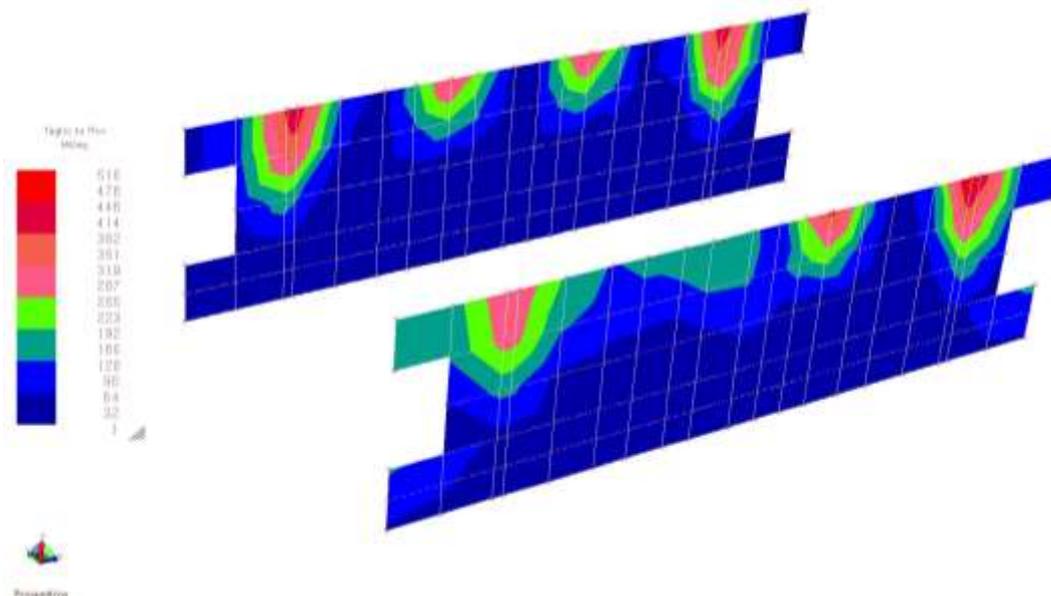


Figura 39 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

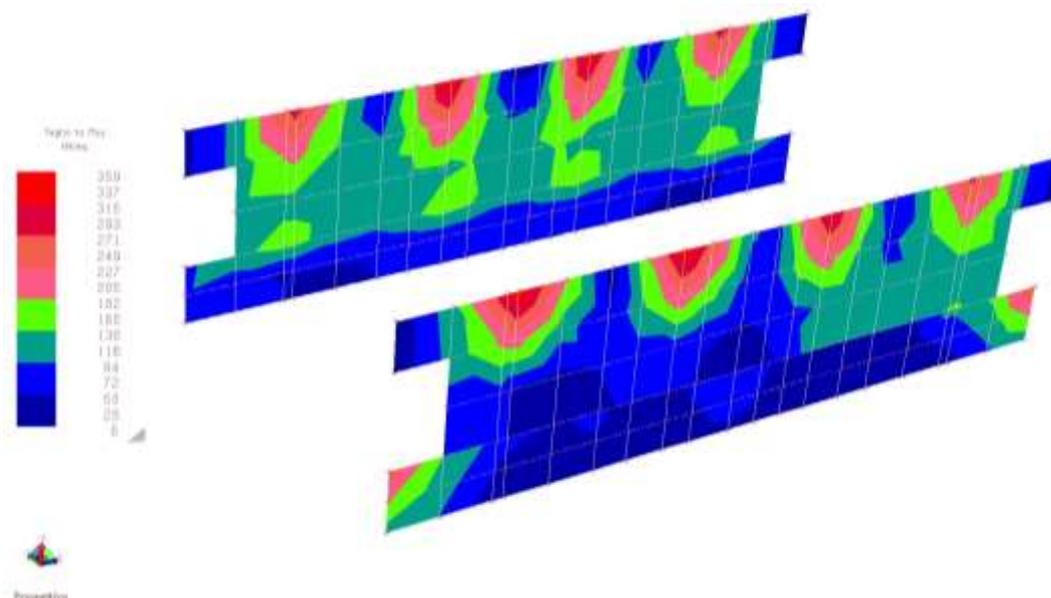


Figura 40 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

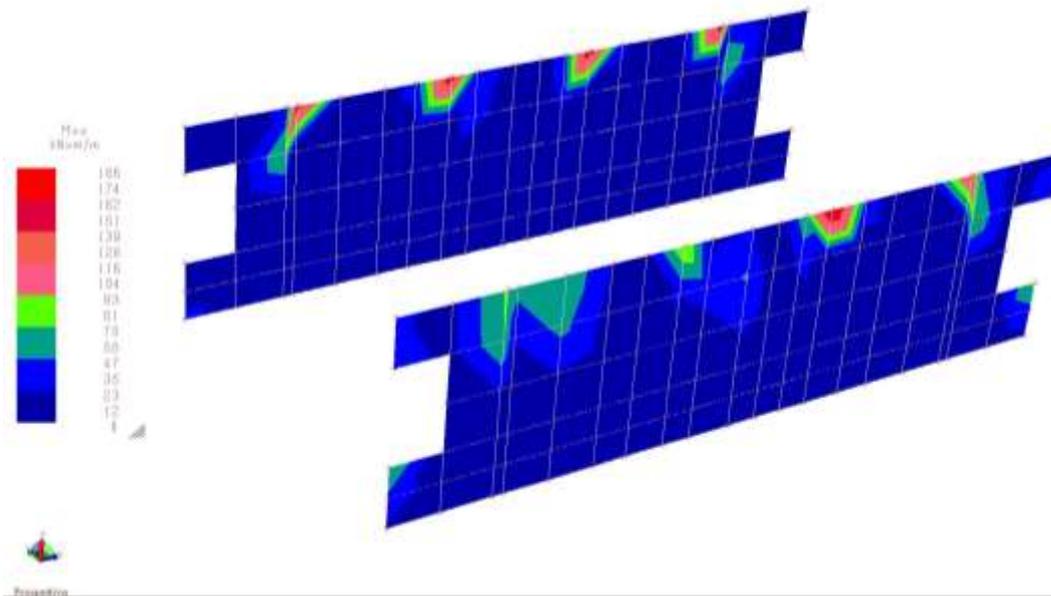


Figura 41 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

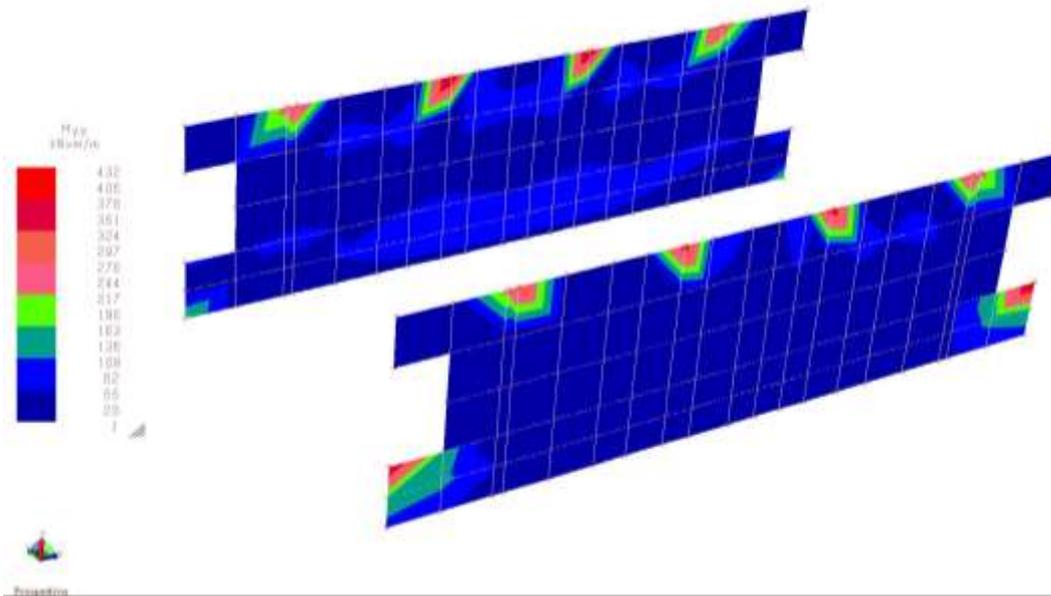


Figura 42 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, i muri dei locali pompe risultano armati verticalmente con 1+1Φ20/10, orizzontalmente con 1+1Φ18/20 e ganci 9Φ10/mq, da cui:

- Verifica a momento flettente M_{xx}

Titolo : Momento resistente muri locali pompe M_{xx}

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12.72	5
2	12.72	45

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C32/40

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

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

N° rett.

 L_0 cm
 Precompresso

$$M_{Rd} = 219.4 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 186 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a momento flettente M_{yy}

Titolo :

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31.42	5
2	31.42	45

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

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm²	f_{cd}	18.13
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

M M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

Calcola MRd **Dominio M-N**

L_0 cm **Col. modello**

Precompresso

$$M_{Rd} = 513.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 432 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{xx}$

$$V_{Ed} = 510 \times 0.50 =$$

255 kN

Classe di duttilità scelta:	CD B: bassa	f: bassa	▼
$f_{ck} =$	32	MPa	
$f_{yd} =$	391.3	Mpa	
$f_{cd} =$	18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$	9.1	MPa	
<hr/>			
H =	500	mm	
$b_w =$	1000	mm	
d =	450	mm	
<hr/>			
$N_{Ed} =$	0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$	255.000	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)
$(\cotg\theta)^2 =$	6.25		
<hr/>			
staffe $\phi =$	10	mm	
numero bracci resistenti sezione	3		
passo "s" =	33	cm	
$A_{vs} =$	7.14	cm ² /m	
$\alpha =$	90 °	=	1.5708 rad
<hr/>			
$A_c = b_w H =$	500.000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{sd}/A_c =$	0.000	Mpa	
$\alpha_c =$	1.00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)	3.E+05	N =	282.88 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)	1.E+06	N =	1266.21 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)	2.E+06	N =	2134.66 kN
<hr/>			
$V_{Ed} =$	255.00	kN	<
$V_{Rds} =$	282.88	kN	(soddisfacente)
$V_{Ed} =$	255.00	kN	<
$V_{Rd,max} =$	1266.21	kN	(soddisfacente)
$V_{Ed} =$	255.00	kN	<
$V_{Ed,lim} =$	2134.66	kN	(soddisfacente)

1.11 Pareti perimetrali in c.a. di spessore 50 cm

Sollecitazioni

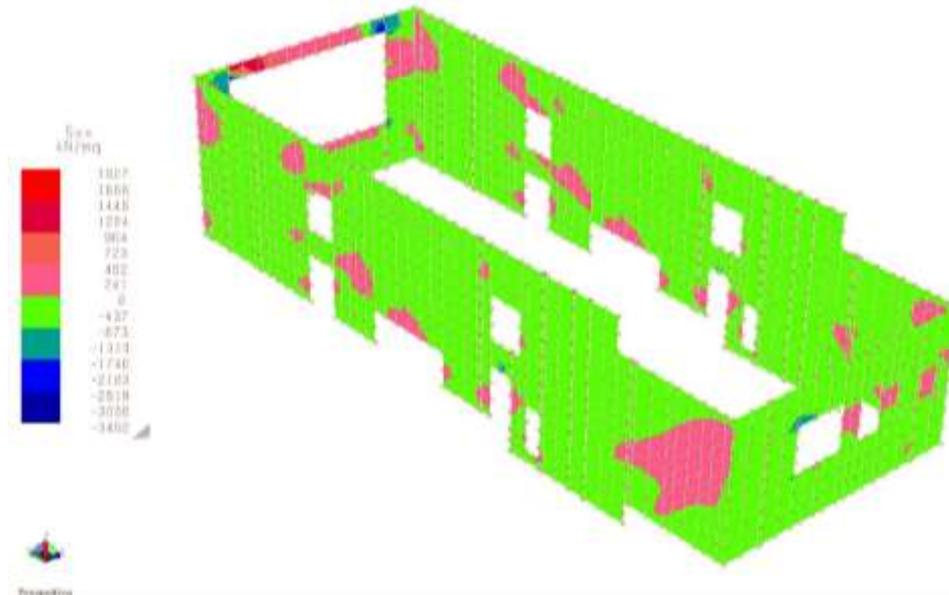


Figura 43 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{xx} [kN/m^2]

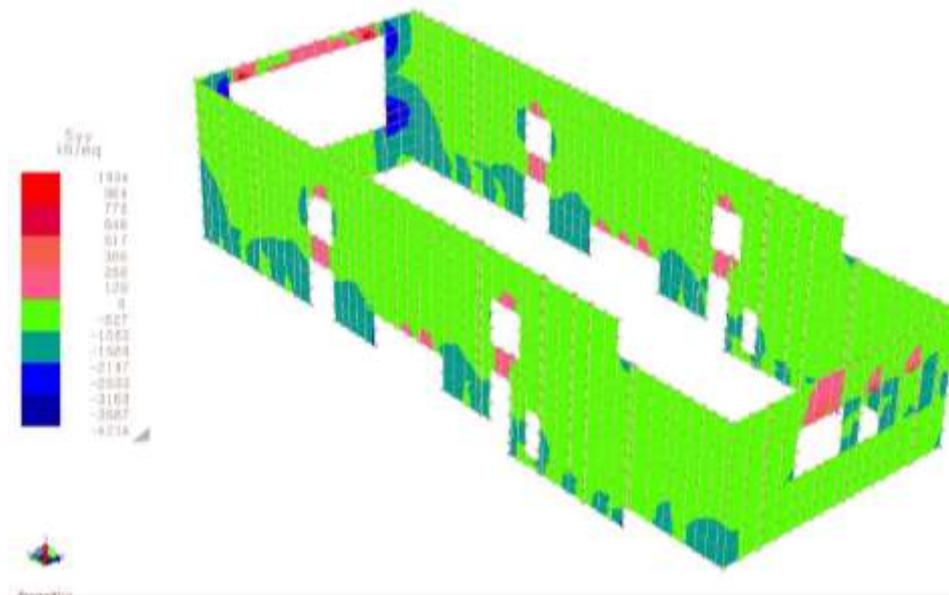


Figura 44 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{yy} [kN/m^2]

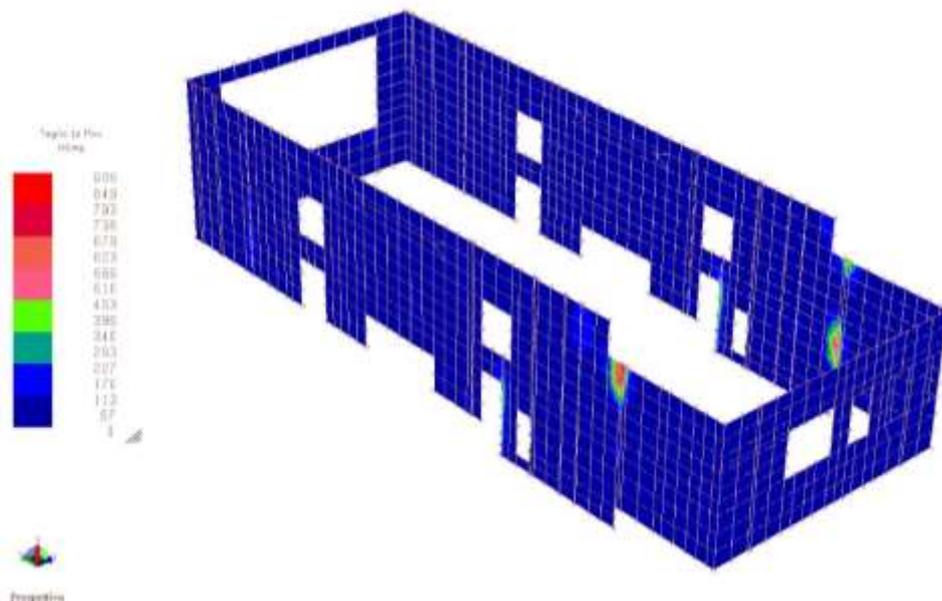


Figura 45 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

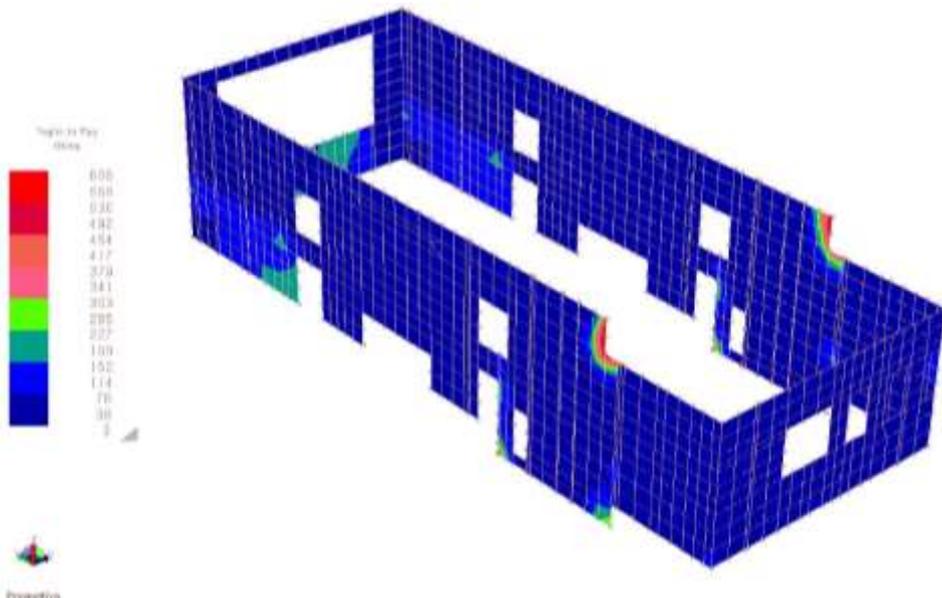


Figura 46 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

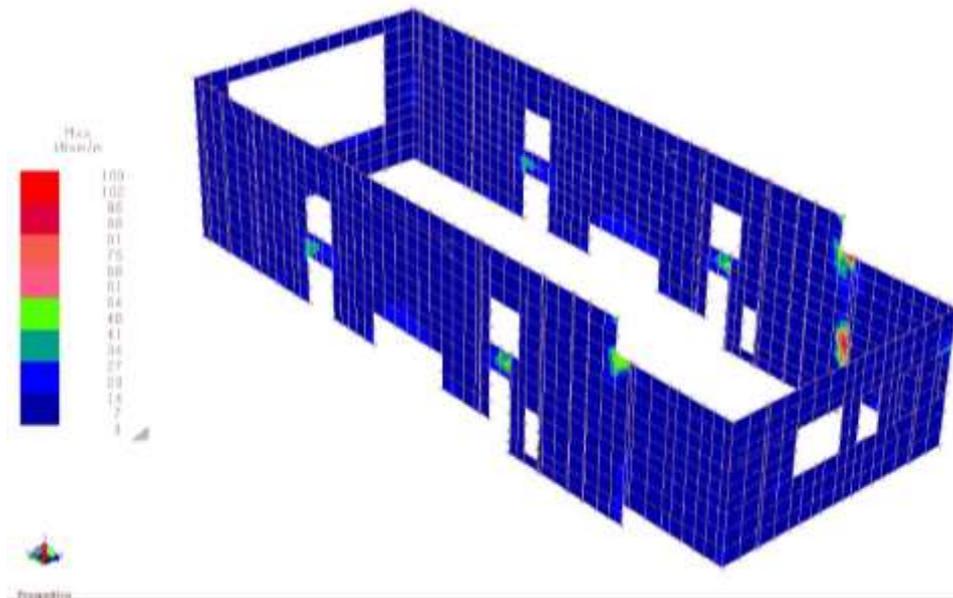


Figura 47 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

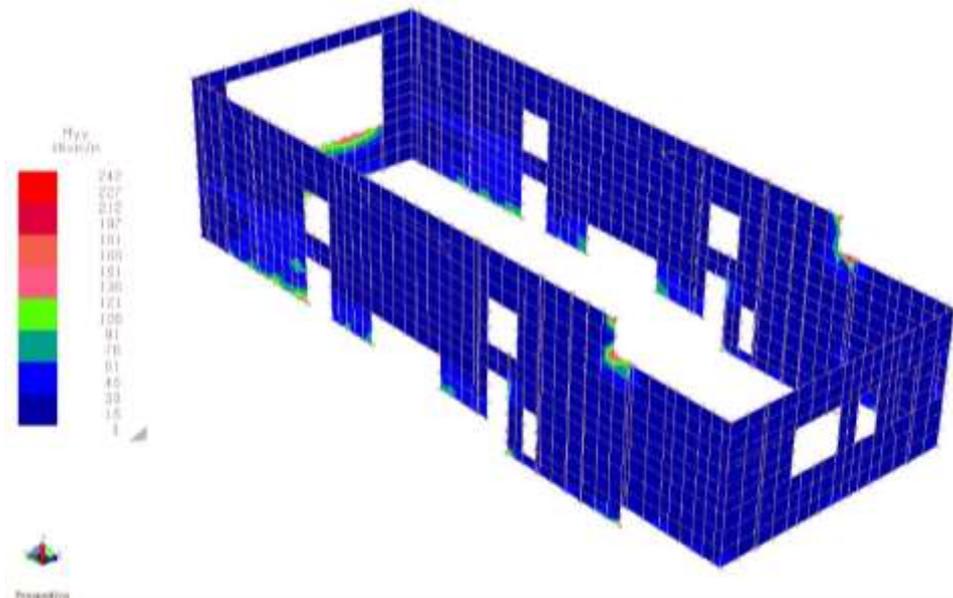


Figura 48 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, le pareti perimetrali risultano armate verticalmente con 1+1Φ16/20, orizzontalmente con 1+1Φ14, ganci 9Φ8/mq.

In corrispondenza delle travi di copertura 50x160 cm e 50x180 cm, all'interno della parete, vengono realizzati elementi pilastro di sezione 50x50 cm, staffati con Φ12/10/20; da cui:

- Verifica a momento flettente M_{xx}

Titolo : Momento resistente muri perimetrali M_{xx}

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7.70	5
2	7.70	45

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm²	f_{cd}	18.13
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.7333
		τ_{c1}	2.114

M M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 λ λ/d
 δ

N° rett.

Calcola MRd

L_0 cm

Precompresso

$$M_{Rd} = 138.9 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 109 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a momento flettente M_{yy}

Titolo : Momento resistente muri perimetrali M_{yy}

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	45

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C32/40
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato
Tipo rottura
 M_{xRd} 248.7 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 27.82 ‰
d 45 cm
x 5.028 x/d 0.1117
 δ 0.7

Calcola MRd **Dominio M-N**
N° rett. 100
L₀ 0 cm **Col. modello**
 Precompresso

$$M_{Rd} = 248.7 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 242.0 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{xx}$

$$V_{Ed} = 906 \times 0.50 =$$

$$453.0 \text{ kN}$$

Classe di duttilità scelta:	CD B: bassa	if bassa	▼
$f_{dk} =$	32	MPa	
$f_{yd} =$	391.3	Mpa	
$f_{cd} =$	18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$	9.1	MPa	
<hr/>			
H =	500	mm	
$b_w =$	500	mm	
d =	450	mm	
<hr/>			
$N_{Ed} =$	0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$	453'000	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25	
<hr/>			
staffe $\phi =$	12	mm	
numero bracci resistenti sezione	2		
passo "s" =	10	cm	
$A_{vs} =$	22.62	cm ² /m	
$\alpha =$	90 °	=	1.5708 rad
<hr/>			
$A_c = b_w H =$	250'000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c =$	0.000	Mpa	
$\alpha_c =$	1.00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)	9.E+05	N =	896.16 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)	6.E+05	N =	633.10 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{dk}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)	1.E+06	N =	1067.33 kN
<hr/>			
$V_{Ed} =$	453.00	kN	< $V_{Rds} = 896.16$ kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	453.00	kN	< $V_{Rd,max} = 633.10$ kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	453.00	kN	< $V_{Ed,lim} = 1067.33$ kN (soddisfacente)

1.12 Pareti uffici in c.a. di spessore 50 cm

Sollecitazioni

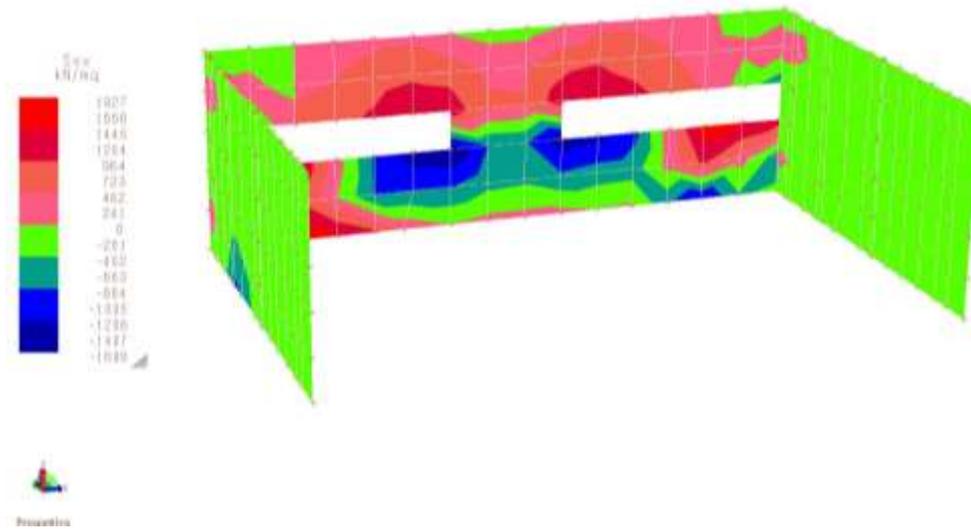


Figura 49 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{xx} [kN/m^2]

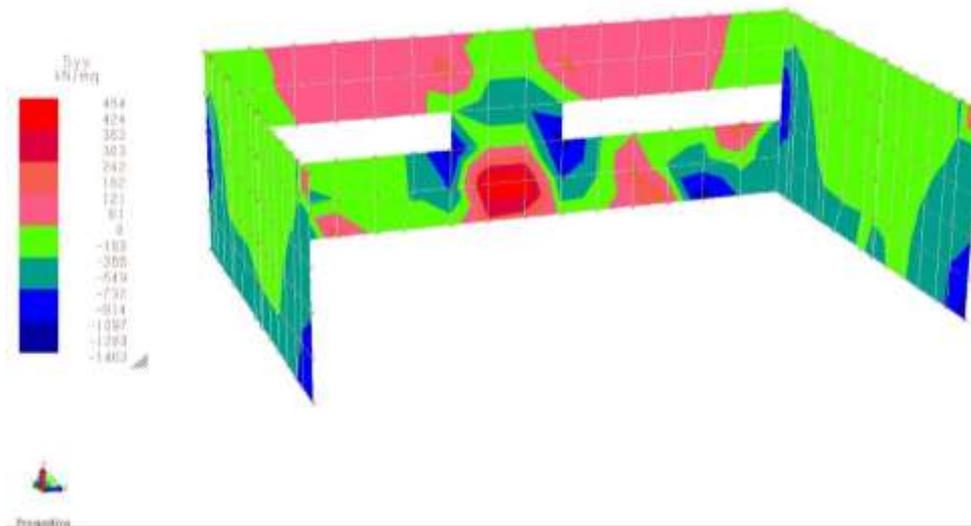


Figura 50 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{yy} [kN/m^2]

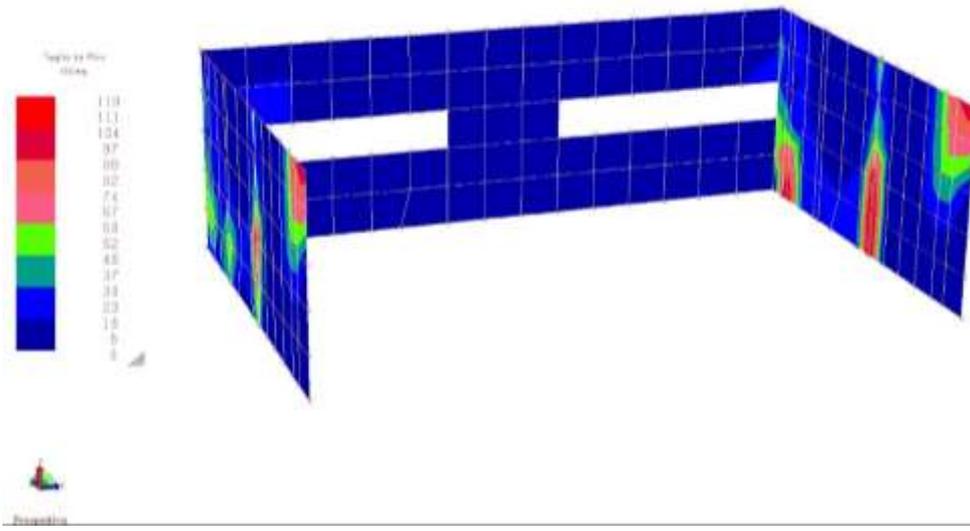


Figura 51 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

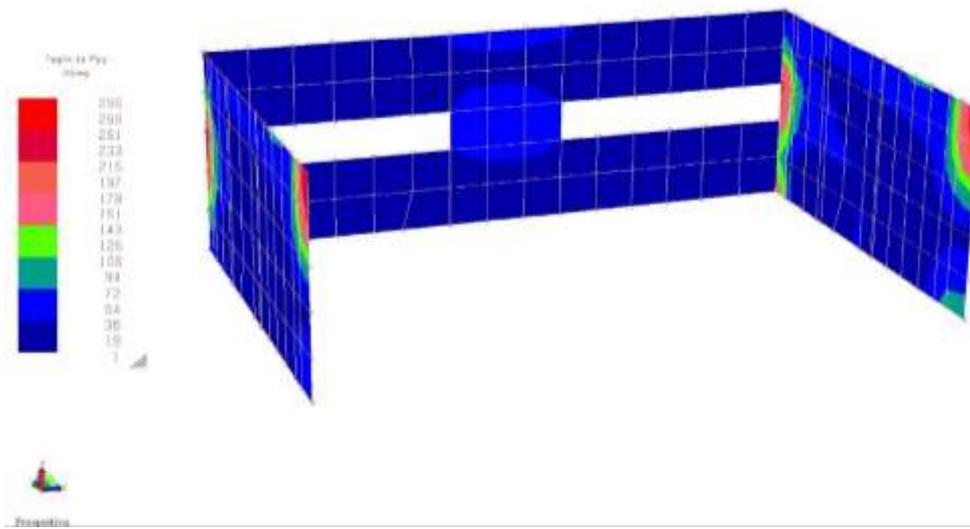


Figura 52 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

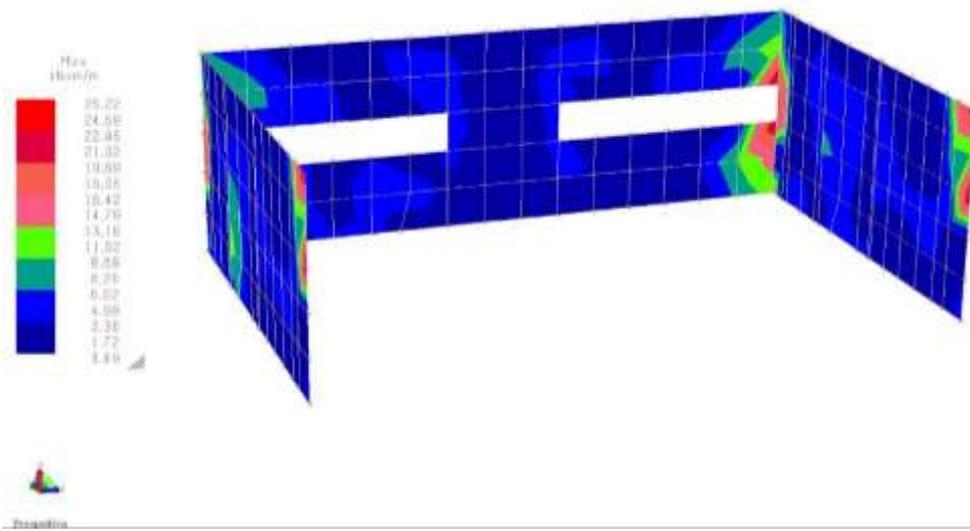


Figura 53 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

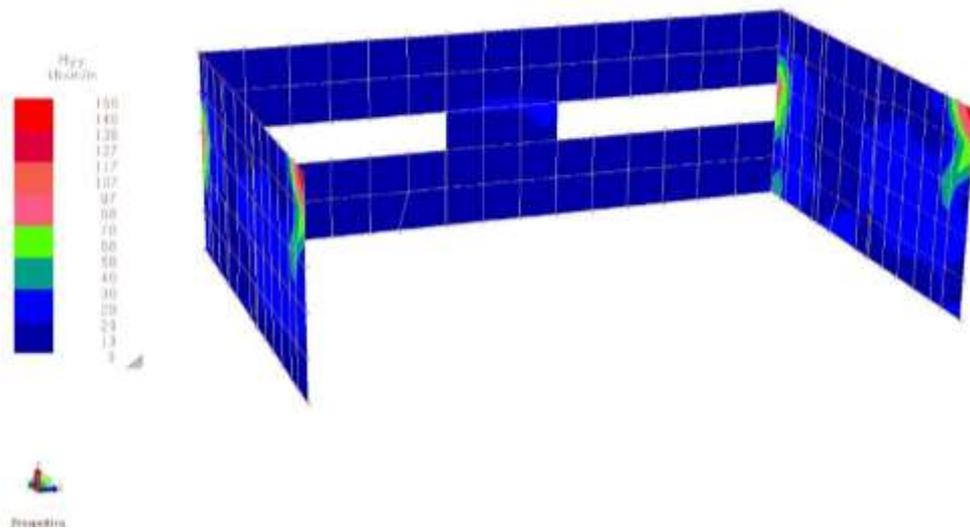


Figura 54 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, le pareti degli uffici risultano armate verticalmente con 1+1Φ16/20, orizzontalmente con 1+1Φ14, ganci 9Φ8/mq; da cui:

- Verifica a momento flettente M_{xx}

Titolo : Momento resistente muri ufficio M_{xx}

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7.70	5
2	7.70	45

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

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

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

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso

$$M_{Rd} = 138.9 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 26.22 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a momento flettente M_{yy}

Titolo: Momento resistente muri ufficio M_{yy}

N° strati barre: Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	45

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

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso

$$M_{Rd} = 176.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 156.0 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{yy}$

$$V_{Ed} = 286 \times 0.5 =$$

143.0 kN

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	II: bassa	▼
$f_{dk} =$			32 MPa	
$f_{yd} =$			391.3 Mpa	
$f_{cd} =$			18.1 MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$			9.1 MPa	
<hr/>				
$H =$			500 mm	
$b_w =$			1000 mm	
$d =$			450 mm	
<hr/>				
$N_{Ed} =$			0.E+00 N (compr)	
$V_{Ed} =$			143'000 N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rds} e V_{Rcd})		2.50 (accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$			6.25	
<hr/>				
staffe $\phi =$			8 mm	
numero bracci resistenti sezione			3	
passo "s" =			33 cm	
$A_{ps} =$			4.57 cm ² /m	
$\alpha =$			90 ° = 1.5708 rad	
<hr/>				
$A_c = b_w H =$			500'000 mm ²	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c =$			0.000 Mpa	
$\alpha_c =$			1.00	
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)			2.E+05 N = 181.04 kN	
$V_{Rsd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)			1.E+06 N = 1266.21 kN	
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{dk}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)			2.E+06 N = 2134.66 kN	
$V_{Ed} =$	143.00 kN	<	$V_{Rds} =$ 181.04 kN	(soddisfacente)
$V_{Ed} =$	143.00 kN	<	$V_{Rsd,max} =$ 1266.21 kN	(soddisfacente)
$V_{Ed} =$	143.00 kN	<	$V_{Ed,lim} =$ 2134.66 kN	(soddisfacente)

1.13 Setto interno c.a. di spessore 30 cm

Sollecitazioni

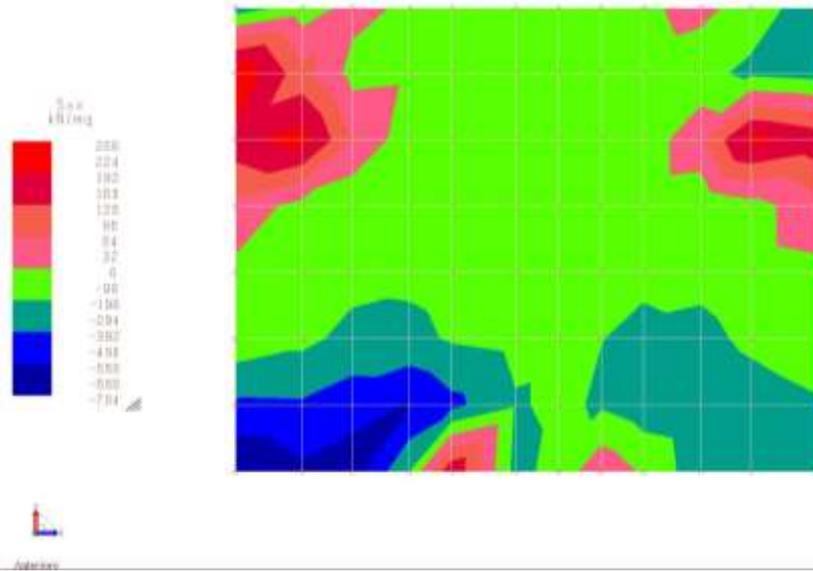


Figura 55 – Inviluppo sollecitazioni tensioni membranali S_{xx} [kN/m^2]

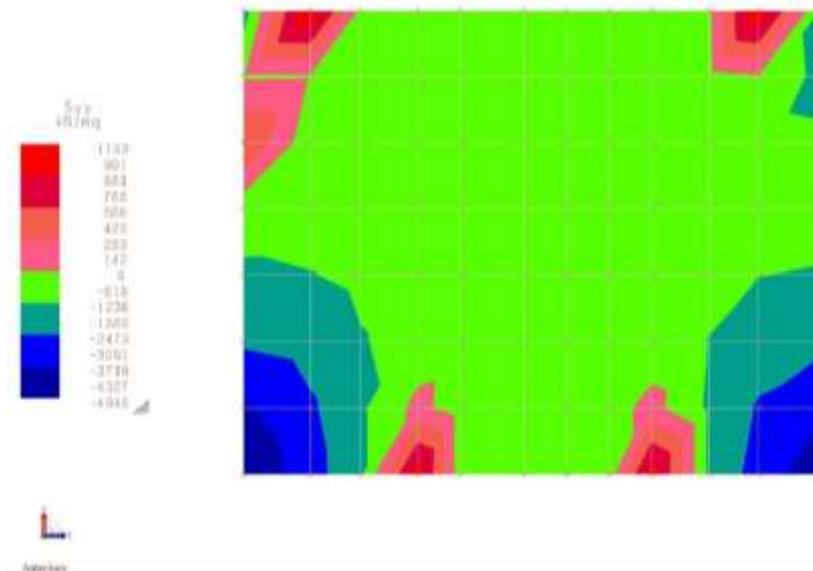


Figura 56 – Inviluppo sollecitazioni tensioni membranali S_{yy} [kN/m^2]

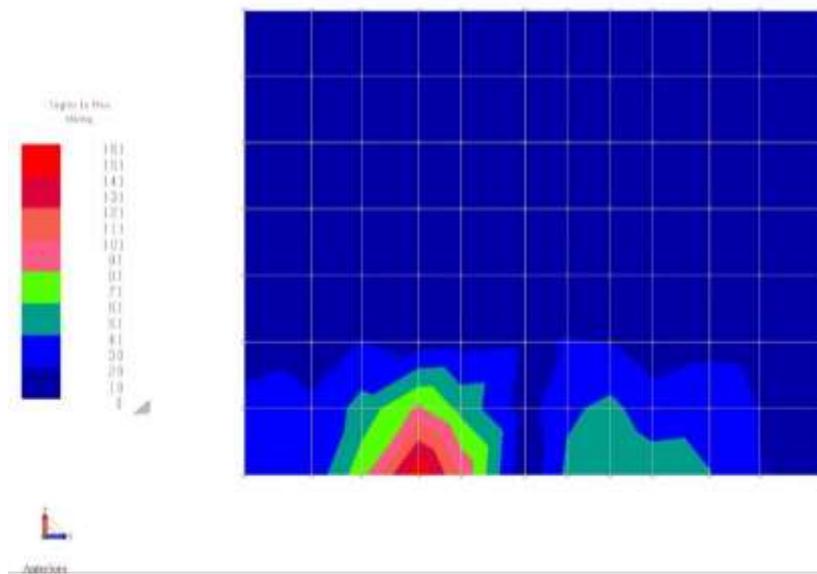


Figura 57 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m^2]

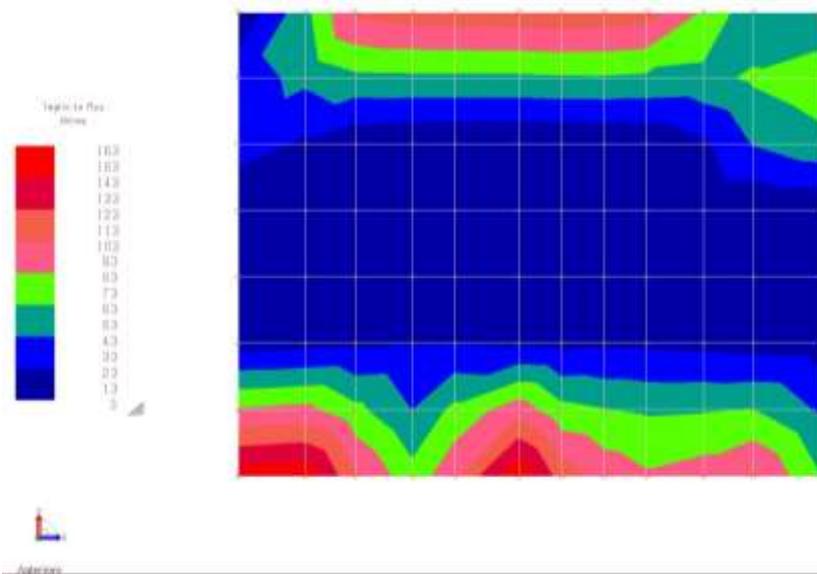


Figura 58 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m^2]

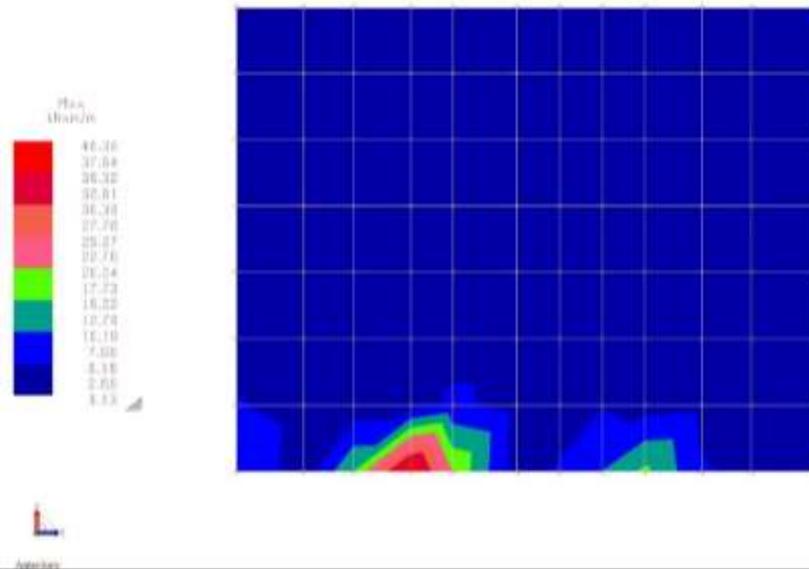


Figura 59 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

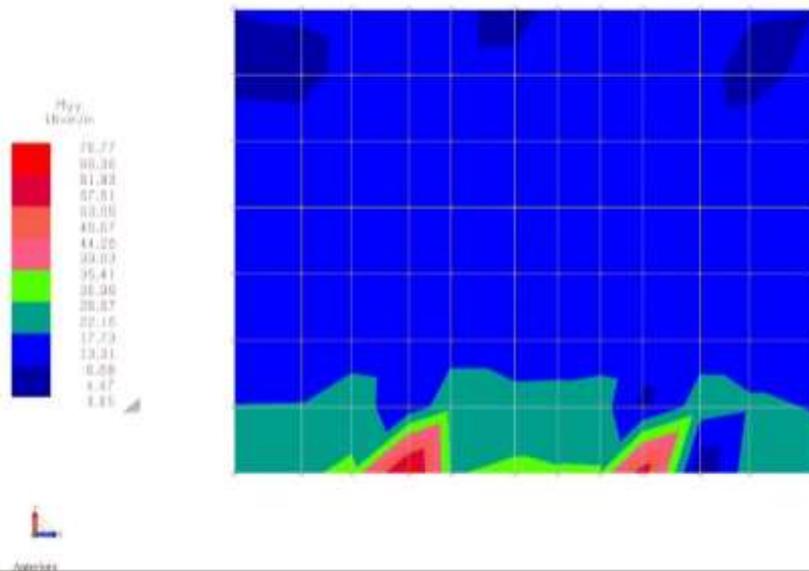


Figura 60 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, il setto interno risulta armato verticalmente con 1+1Φ16/20, orizzontalmente con 1+1Φ14, ganci 9Φ8/mq; da cui:

- Verifica a momento flettente M_{xx}

Titolo : Momento resistente setto interno M_{xx}

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	7.70	5
			2	7.70	25

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

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

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

N° rett.

L₀ cm

Precompresso

$$M_{Rd} = 78.62 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 40.35 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a momento flettente M_{yy}

Titolo : **Momento resistente setto interno M_{yy}**

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	25

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

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

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

Calcola MRd **Dominio M-N**
 L₀ cm **Col. modello**
 Precompresso

$$M_{Rd} = 98.11 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 70.77 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{yy}$

$$V_{Ed} = 163 \times 0.3 =$$

48.90 kN

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	II: bassa	
$f_{ck} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
$H =$		300	mm	
$b_w =$		1000	mm	
$d =$		250	mm	
$N_{Ed} =$		0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$		48'900	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2.5]$ (per V_{Rdb} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
staffe $\phi =$		8	mm	
numero bracci resistenti sezione		3		
passo ' s ' =		33	cm	
$A_{p/s} =$		4.57	cm ² /m	
$\alpha =$		90 °	=	1.5708 rad
$A_C = b_w H =$		300'000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_C =$		0.000	Mpa	
$\alpha_C =$		1.00		
$V_{Rdb} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		1.E+05	N =	100.58 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		7.E+05	N =	703.45 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		1.E+06	N =	1185.92 kN
$V_{Ed} =$	48.90 kN	<	$V_{Rdb} =$	100.58 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	48.90 kN	<	$V_{Rd,max} =$	703.45 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	48.90 kN	<	$V_{Ed,lim} =$	1185.92 kN (soddisfacente)

1.14 Soletta carrabile in c.a. di spessore 40 cm

Sollecitazioni

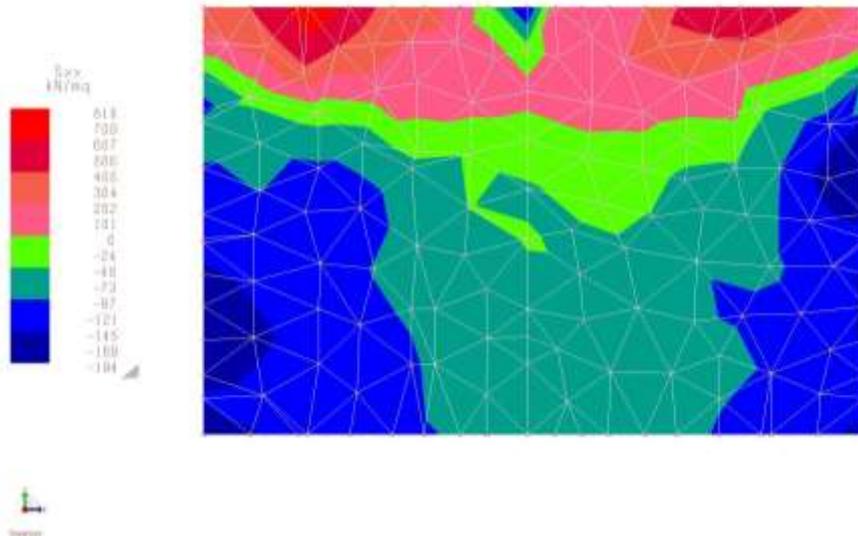


Figura 61 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{xx} [kN/m^2]

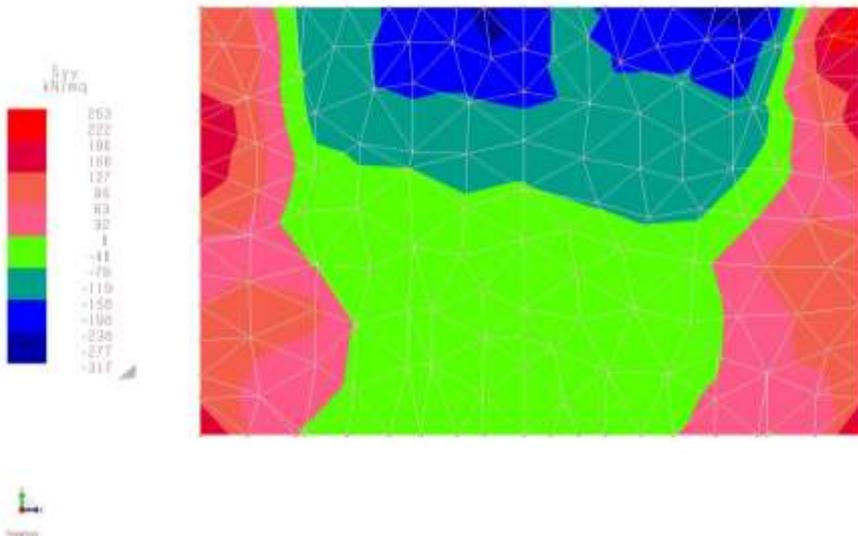


Figura 62 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{yy} [kN/m^2]

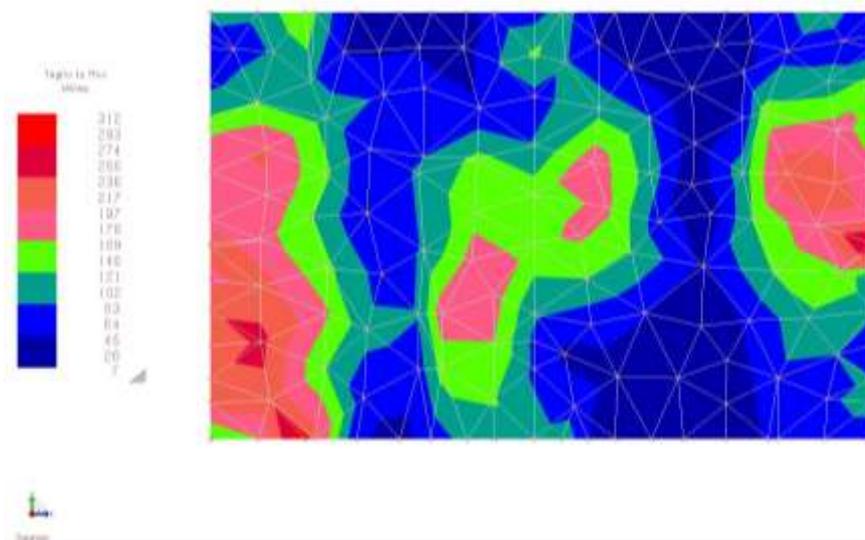


Figura 63 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

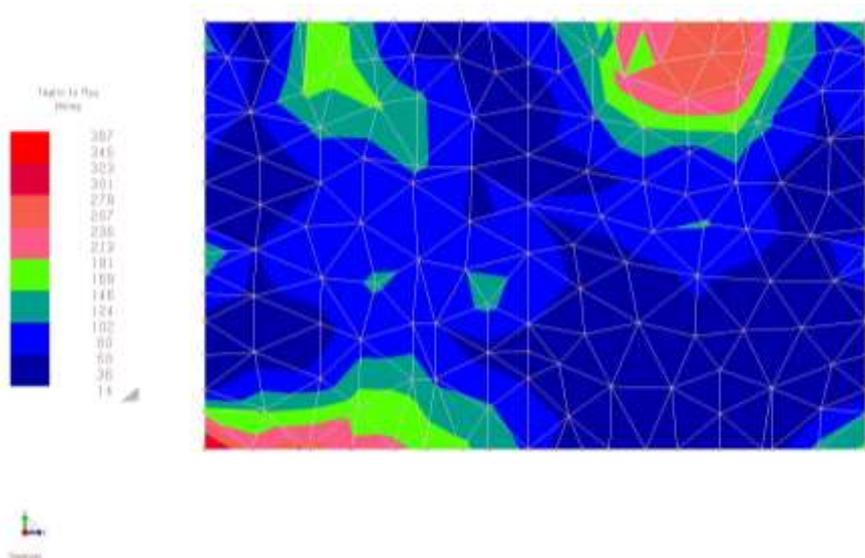


Figura 64 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

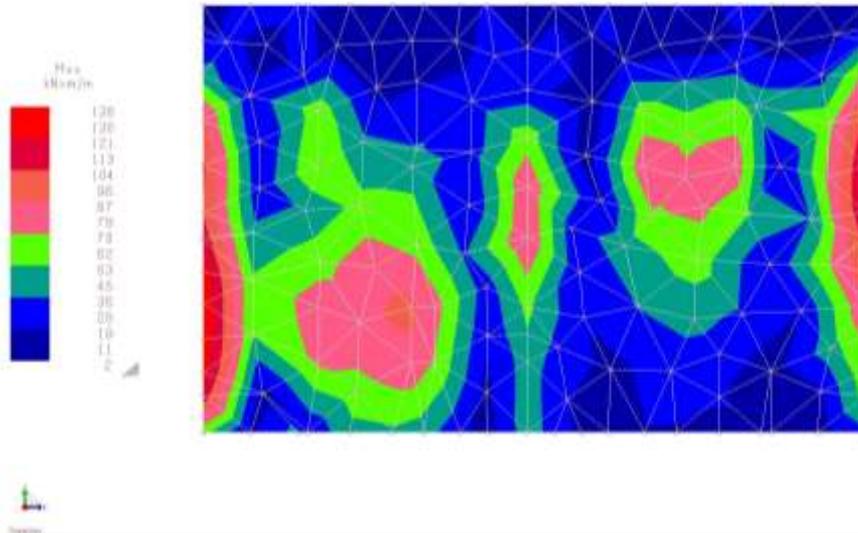


Figura 65 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

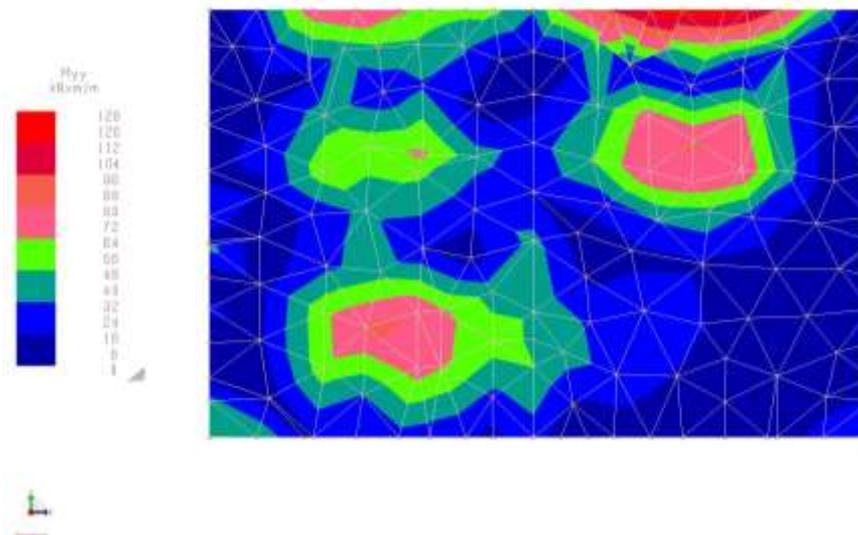


Figura 66 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, la soletta carrabile risulta armata verticalmente con doppia maglia $\Phi 20/20$ e ganci $9\Phi 10/mq$; da cui:

- Verifica a momento flettente M_{xx}

Titolo : **Momento resistente soletta carrabile**

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	35

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

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

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

N° rett.

L₀ cm

Precompresso

$$M_{Rd} = 205.4 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 138.0 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{yy}$

$$V_{Ed} = 367 \times 0.4 =$$

$$146.8 \text{ kN}$$

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	IF: bassa	
$f_{dk} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
<hr/>				
$H =$		400	mm	
$b_w =$		1000	mm	
$d =$		350	mm	
<hr/>				
$N_{Ed} =$		0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$		146.800	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1, 2,5]$ (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
<hr/>				
staffe $\phi =$		10	mm	
numero bracci resistenti sezione		3		
passo "s" =		33	cm	
$A_{ps} =$		7.14	cm ² /m	
$\alpha =$		90 °	=	1.5708 rad
<hr/>				
$A_c = b_w H =$		400.000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c =$		0.000	Mpa	
$\alpha_c =$		1.00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		2.E+06	N =	220.02 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		1.E+06	N =	984.83 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{dk}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		2.E+06	N =	1660.29 kN
<hr/>				
$V_{Ed} =$	146.80 kN	<	$V_{Rds} =$	220.02 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	146.80 kN	<	$V_{Rd,max} =$	984.83 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	146.80 kN	<	$V_{Ed,lim} =$	1660.29 kN (soddisfacente)

1.15 Muri locale tecnico in c.a. di spessore 30 cm

Sollecitazioni

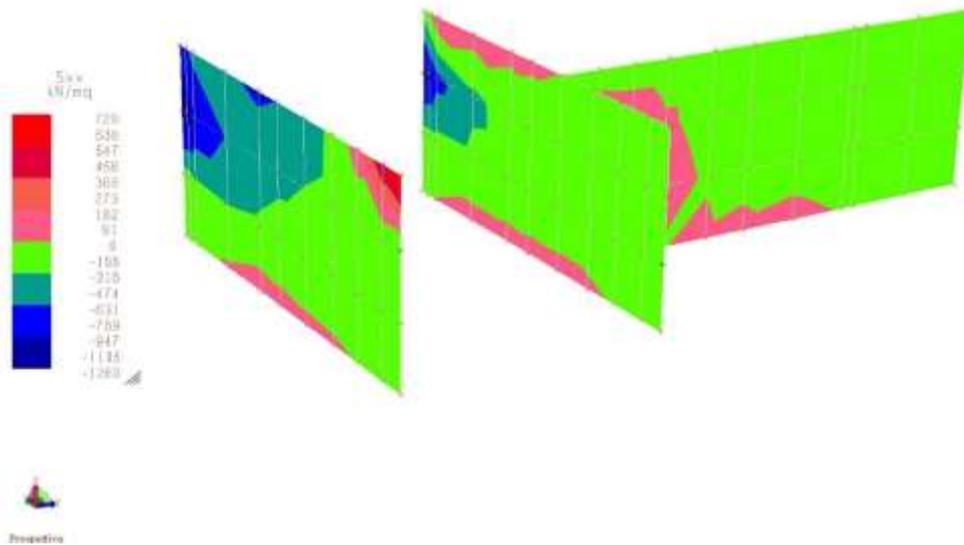


Figura 67 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{xx} [kN/m²]

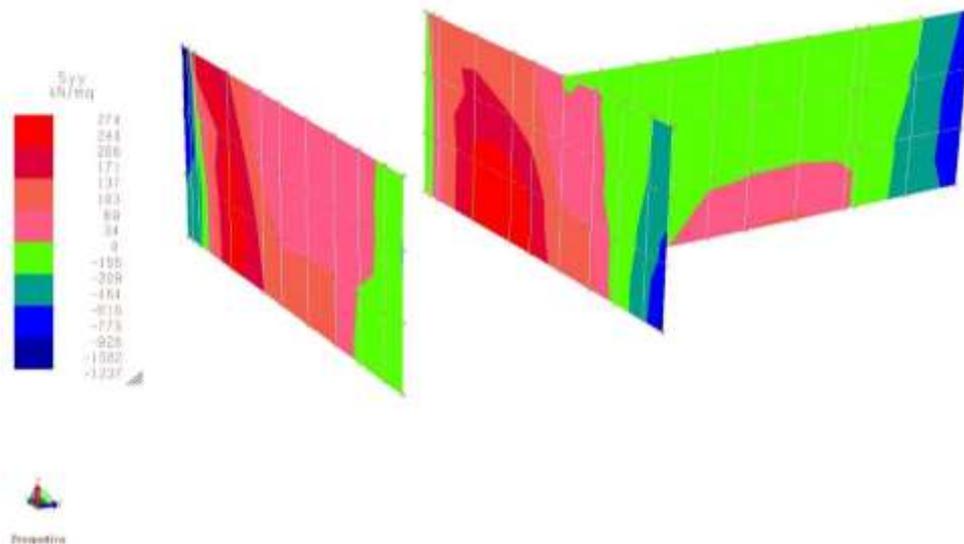


Figura 68 – Involuppo sollecitazioni tensioni membranali S_{yy} [kN/m²]

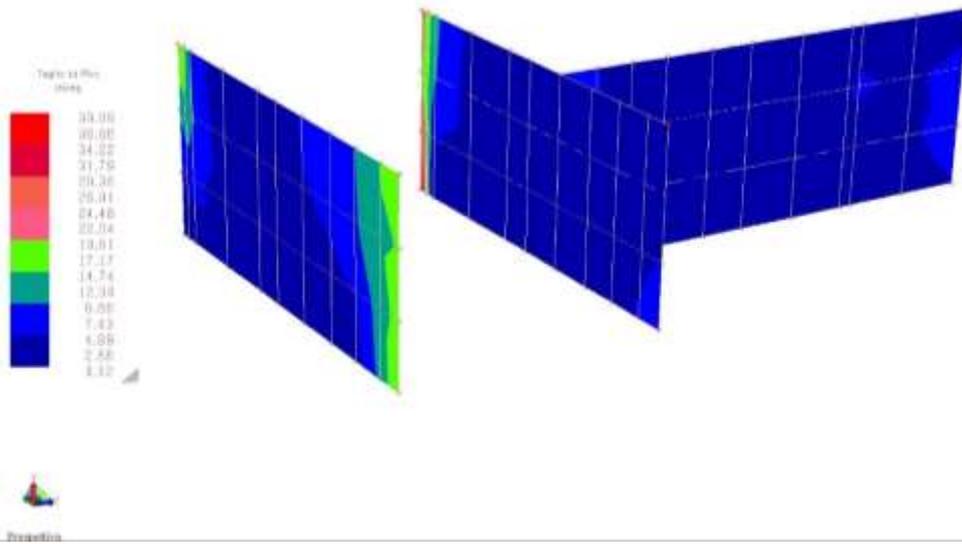


Figura 69 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{xx} [kN/m²]

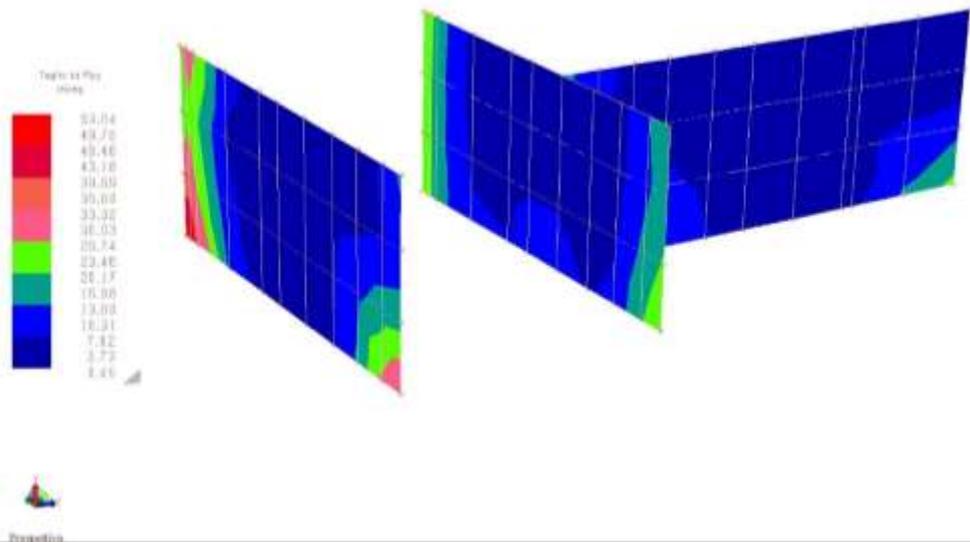


Figura 70 – Involuppo sollecitazioni di taglio t_z a seguito di M_{yy} [kN/m²]

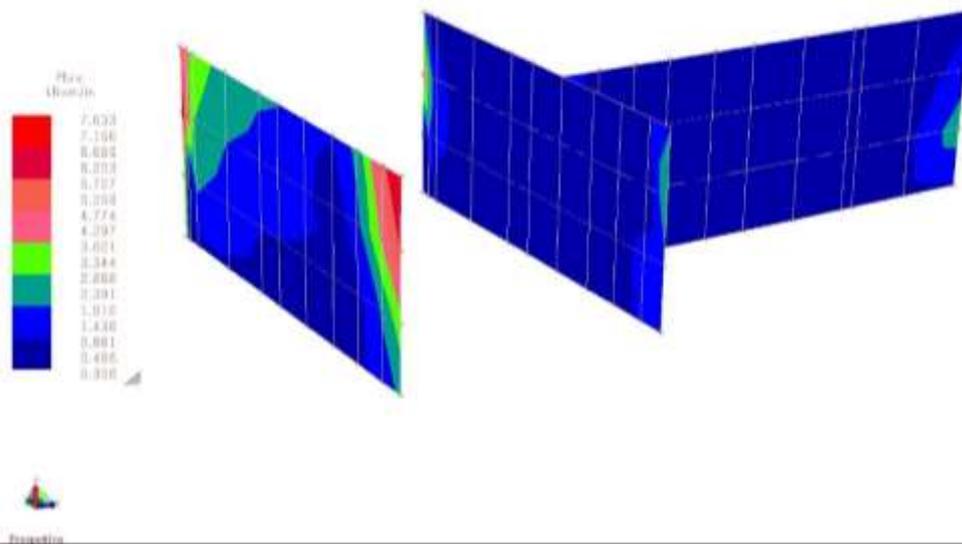


Figura 71 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{xx} [kNm/m]

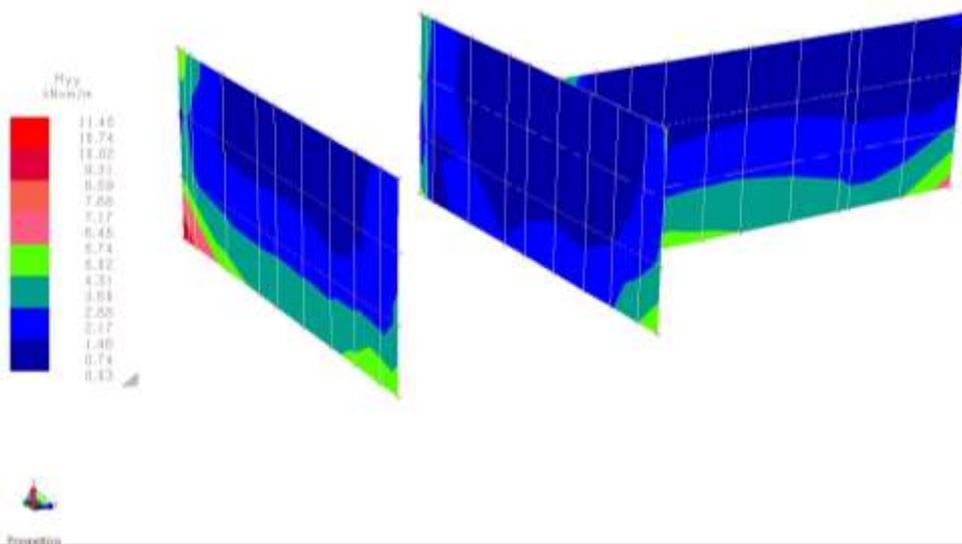


Figura 72 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_{yy} [kNm/m]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, i muri del locale tecnico risultano armati con doppia maglia $\Phi 12/20$ e ganci $9\Phi 8/mq$; da cui:

- Verifica a momento flettente M_{yy}

Titolo: Momento resistente locale tecnico

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5
2	5.65	25

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

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

P.to applicazione N

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{c0} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 60.77 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 25.6 ‰
d 25 cm
x 3.007 x/d 0.1203
 δ 0.7

Metodo di calcolo

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

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

$$M_{Rd} = 60.77 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 11.45 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a taglio $t_z M_{yy}$

$$V_{Ed} = 53.04 \times 0.3 =$$

$$15.91 \text{ kN}$$

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	li: bassa	▼
$f_{dk} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{ed} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
$H =$		300	mm	
$b_w =$		1000	mm	
$d =$		250	mm	
$N_{Ed} =$		0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$		15'910	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rds} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
staffe $\phi =$		8	mm	
numero bracci resistenti sezione		3		
passo "s" =		33	cm	
$A_w/s =$		4.57	cm ² /m	
$\alpha =$		90 °	=	1.5708 rad
$A_c = b_w H =$		300'000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c =$		0.000	Mpa	
$\alpha_c =$		1.00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		1.E+05	N =	100.58 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		7.E+05	N =	703.45 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{dk}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		1.E+06	N =	1185.92 kN
$V_{Ed} =$	15.91 kN	<	$V_{Rds} =$	100.58 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	15.91 kN	<	$V_{Rd,max} =$	703.45 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	15.91 kN	<	$V_{Ed,lim} =$	1185.92 kN (soddisfacente)

1.16 Trave in c.a. di sezione 50x160 cm

Sollecitazioni

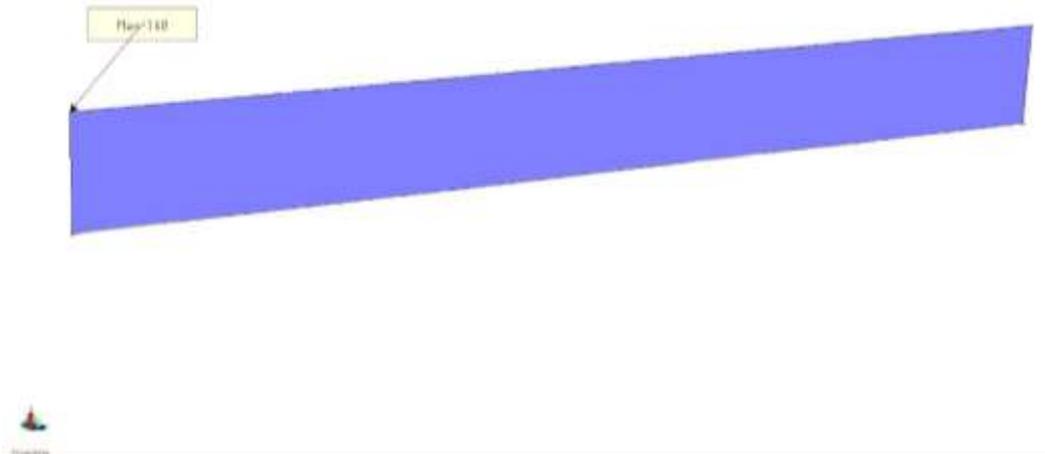


Figura 73 – Involucro sollecitazioni normali F_x [kN]

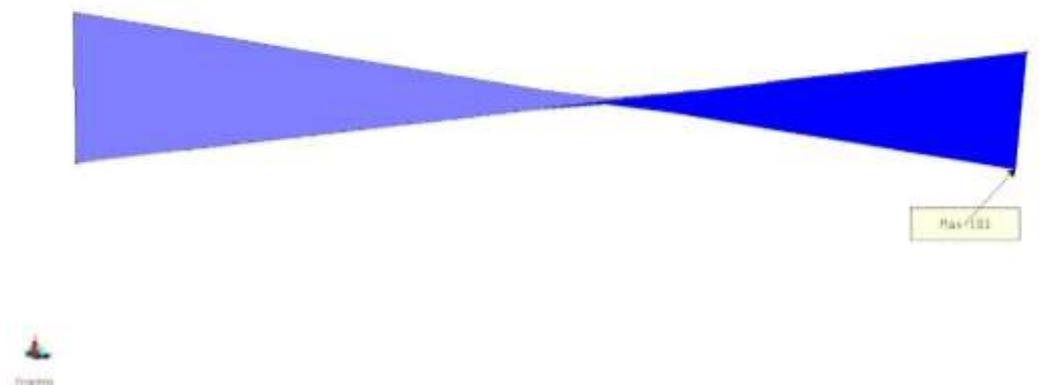


Figura 74 – Involucro sollecitazioni di taglio F_y [kN]

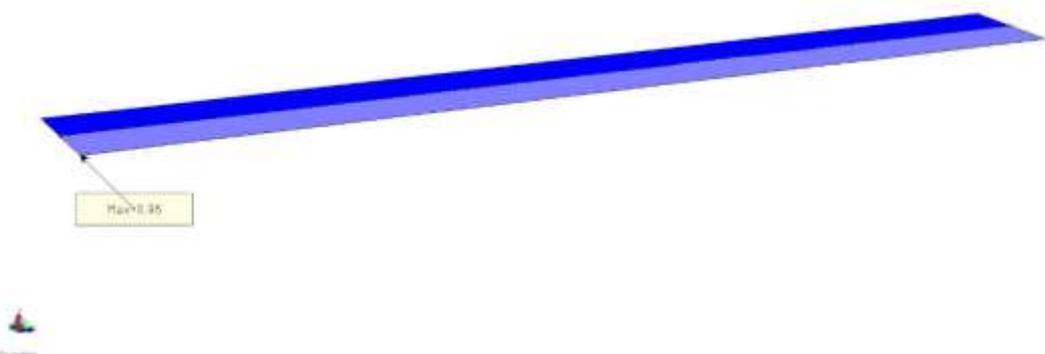


Figura 75 – Involucro sollecitazioni di taglio F_z [kN]



Figura 76 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_y [kNm]

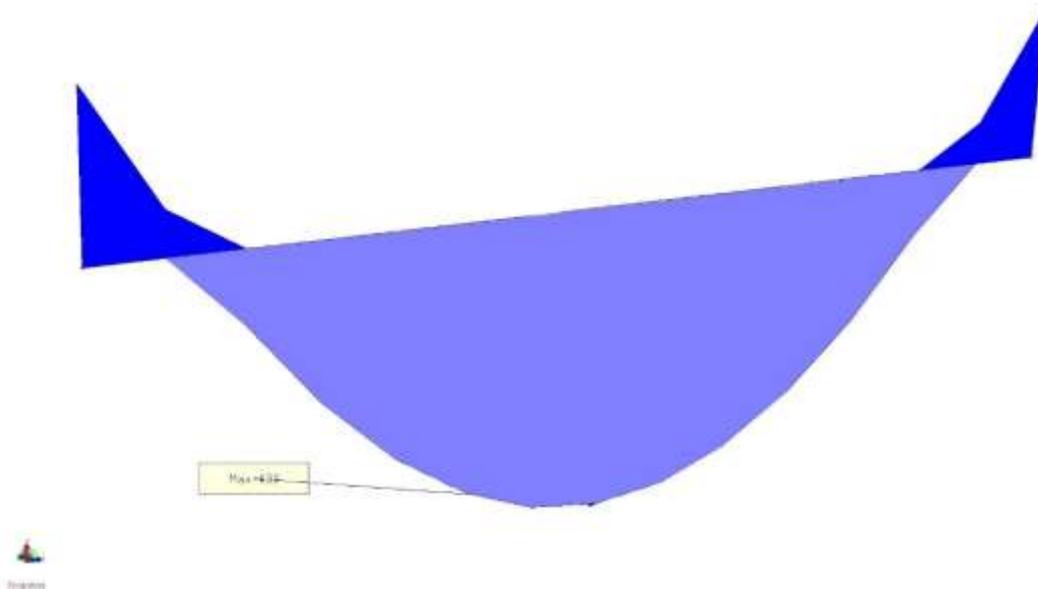


Figura 77 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_z [kNm]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, la trave risulta armata con 5Φ18 sup. + 5Φ20 inf., 6+6Φ12 correnti, staffe Φ12/20 e 4 ganci Φ10/20; da cui:

- Verifica a momento flettente in campata

Titolo : Momento resistente trave 50x160

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	50	160

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12.72	5
2	15.71	155

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C32/40

ϵ_{su} % ϵ_{c2} %
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} %
 E_s N/mm² f_{cd} %
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} % $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{cl}

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L_0 cm Col. modello

Precompresso

$$M_{Rd} = 932.8 \text{ kNm} > M_{Ed} = 430 \text{ kNm}$$

- Verifica a taglio

Classe di duttilità scelta:		CD B: bassa	II: bassa	▼
$f_{dk} =$		32	MPa	
$f_{yd} =$		391.3	Mpa	
$f_{cd} =$		18.1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$		9.1	MPa	
<hr/>				
$H =$		1600	mm	
$b_w =$		500	mm	
$d =$		1550	mm	
<hr/>				
$N_{Ed} =$		0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$		183'000	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rdh} e V_{Rcd})	2.50	(accettabile)	
$(\cotg\theta)^2 =$		6.25		
<hr/>				
staffe $\phi =$		12	mm	
numero bracci resistenti sezione		2		
passo "s" =		20	cm	
$A_w/s =$		11.31	cm ² /m	
$\alpha =$		90	" = 1.5708 rad	
<hr/>				
$A_c = b_w H =$		800'000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$		0.000	Mpa	
$\alpha_c =$		1.00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)		2.E+06	N = 1543.39 kN	
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)		2.E+06	N = 2180.69 kN	
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{dk}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)		4.E+06	N = 3676.35 kN	
$V_{Ed} =$	183.00 kN	<	$V_{Rdh} =$ 1543.39 kN	(soddisfacente)
$V_{Ed} =$	183.00 kN	<	$V_{Rd,max} =$ 2180.69 kN	(soddisfacente)
$V_{Ed} =$	183.00 kN	<	$V_{Ed,lim} =$ 3676.35 kN	(soddisfacente)

1.17 Trave in c.a. di sezione 50x180 cm

Sollecitazioni

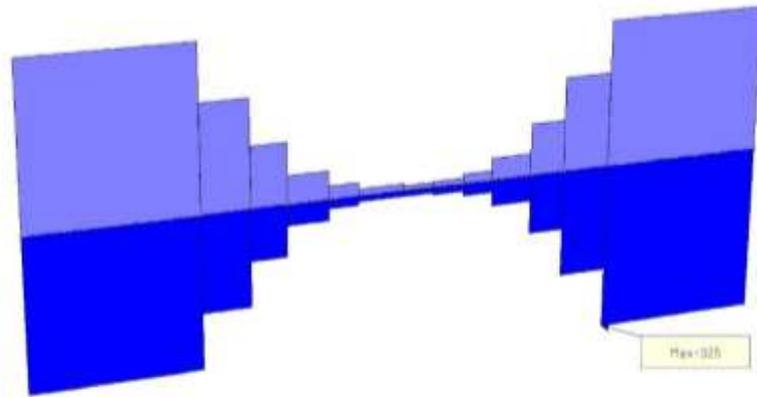


Figura 78 – Involuppo sollecitazioni normali F_x [kN]

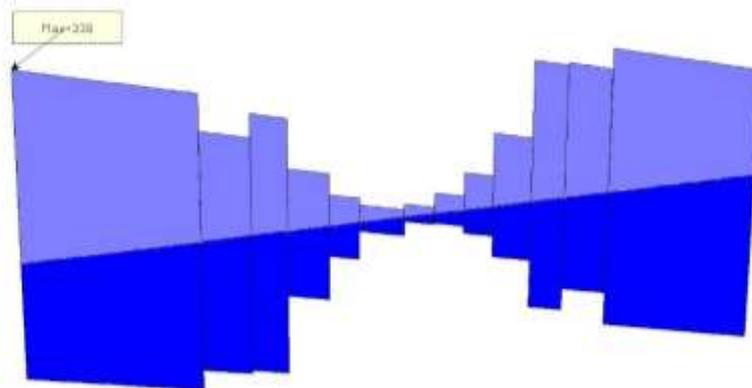


Figura 79 – Involuppo sollecitazioni di taglio F_y [kN]

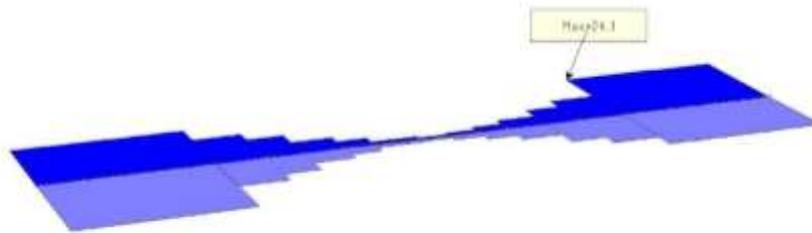


Figura 80 – Involuppo sollecitazioni di taglio F_z [kN]

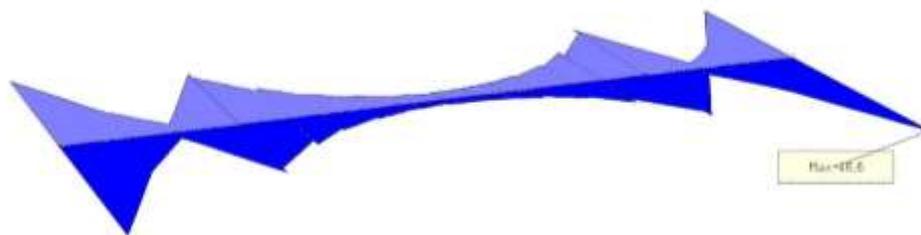


Figura 81 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_y [kNm]

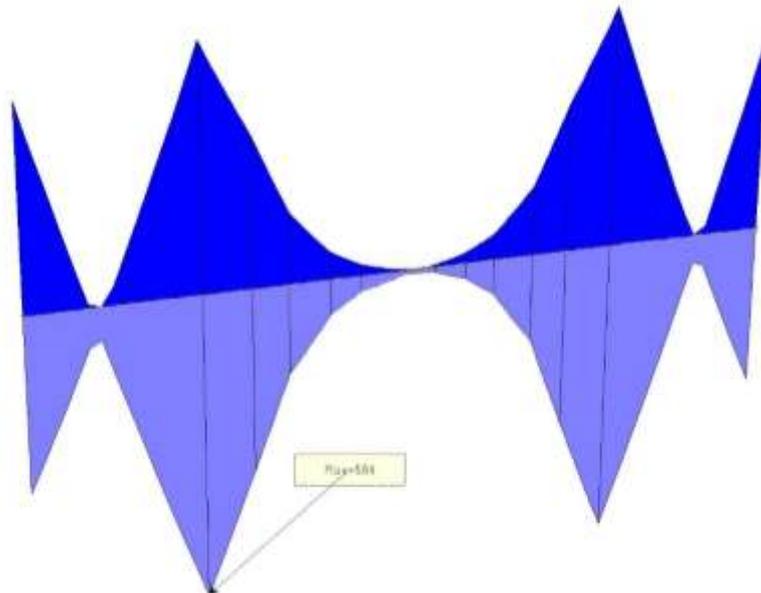


Figura 82 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente M_z [kNm]

Verifiche

Sulla base delle massime sollecitazioni di progetto, la trave risulta armata con 5Φ18 sup. + 5Φ20 inf., 6+6Φ12 correnti, staffe Φ12/20 e 4 ganci Φ10/20; da cui:

- Verifica a momento flettente

Titolo: Momento resistente trave 50x180

N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]
1	50	160

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12.72	5
2	15.71	155

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

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

P.to applicazione N

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

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200000 N/mm² f_{cd} 18.13
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 932.8 kNm
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 2.91 ‰
ε_s 67.5 ‰
d 155 cm
x 6.406 x/d 0.04133
δ 0.7

Metodo di calcolo

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

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

L₀ 0 cm

Precompresso

$$M_{Rd} = 932.8 \text{ kNm} > M_{Ed} = 584 \text{ kNm}$$

- Verifica a taglio

Classe di duttilità scelta:	CD B: bassa	II: bassa	▼
$f_{dk} =$	32	MPa	
$f_{yd} =$	391,3	Mpa	
$f_{cd} =$	18,1	MPa	
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$	9,1	MPa	
<hr/>			
$H =$	1600	mm	
$b_w =$	500	mm	
$d =$	1550	mm	
<hr/>			
$N_{Ed} =$	0.E+00	N (compr)	
$V_{Ed} =$	338'000	N	
$\cotg\theta =$	$\in [1; 2,5]$ (per V_{Rdb} e V_{Rcd})	2,50	(accettabile)
$(\cotg\theta)^2 =$		6,25	
<hr/>			
staffe $\phi =$	12	mm	
numero bracci resistenti sezione	2		
passo "s" =	20	cm	
$A_w/s =$	11,31	cm ² /m	
$\alpha =$	90 °	=	1,5708 rad
<hr/>			
$A_c = b_w H =$	800'000	mmq	
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c =$	0,000	Mpa	
$\alpha_c =$	1,00		
$V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)	2.E+06	N =	1543,39 kN
$V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)	2.E+06	N =	2180,69 kN
$V_{Ed,lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{dk}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2)	4.E+06	N =	3676,35 kN
$V_{Ed} =$	338,00	kN	< $V_{Rdb} =$ 1543,39 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	338,00	kN	< $V_{Rd,max} =$ 2180,69 kN (soddisfacente)
$V_{Ed} =$	338,00	kN	< $V_{Ed,lim} =$ 3676,35 kN (soddisfacente)

1.18 Solai prefabbricati in elementi alveolari h. 44.5 + 5 = 49.5 cm

Si riporta nel seguito un abaco di predimensionamento dei solai di copertura in elementi alveolari prefabbricati, aventi luce di calcolo massima di 13.80 m, e sovraccarico utile di:

Permanenti:

- Peso terreno h. 30 cm = $0.30 \times 18.0 = 5.40 \text{ kN/m}^2$
- Peso massetti pendenze = 2.50 kN/m^2

Variabili:

- Carico esercizio manutenzione = 5.00 kN/m^2

Sovraccarico utile totale = $5.4 + 2.50 + 5.0 = 12.9 \text{ kN/m}^2$

dati

Peso proprio lastra di solaio
550 Kg/mq

Larghezza lastra di solaio
120 cm

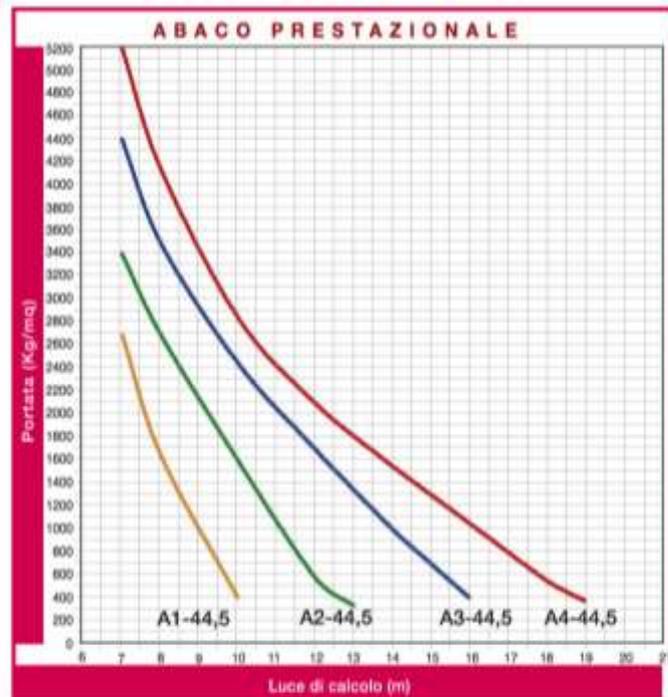
Altezza lastra solaio
44,5 cm

Altezza soletta in opera
5,0 cm

Trasporto
Max 50 mq viaggio

Incidenza getto di testata
0,261 mc lastra

Incidenza getto longitudinale
0,013 mc/ml



TIPO ARMATURA	LUCE DI CALCOLO (m)													
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
A1 - 44,5	2700	1650	990	400										
A2 - 44,5	3400	2700	2100	1600	1050	580	330							
A3 - 44,5	4400	3500	2900	2450	2050	1700	1330	1000	700	400				
A4 - 44,5	5200	4150	3440	2850	2400	2100	1800	1550	1300	1050	800	550	370	

Per solai non di copertura; limite Luce max/spessore $\leq (35 + 20\%) = 42$ [con spessore = Altezza solaio + (altezza soletta / 2)] CNR10025/89
La portata è da intendere al netto del peso proprio della lastra di solaio e del peso proprio della soletta in opera.
Tutte le portate consentono di dichiarare una resistenza al fuoco di R 180.