

COMUNE DI ORNAVASSO (VB)



**ACQUA
NOVARA.VCO**
S.p.A.

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729
@mail: info@acquanovaravco.eu
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu

TITOLO COMMESSA:

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZIONE MIGIANDONE

OGGETTO:

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

SCALA:

-

AVANZAMENTO PROGETTO:
ESECUTIVO

Data Rev. N° 0:
MARZO 2023

Rev. N°	Modifiche	Data
1	-	-/-/-
2	-	-/-/-
3	-	-/-/-
4	-	-/-/-

Rif. N° Commessa:

Y21N - 10034340

CUP:

D26H19000230005

RUP:

Ing. Giuseppe Caranti

PROPRIETA' RISERVATA
QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO
A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.

I Progettisti: **Ing. Giovanni Battista Peduzzi**
Mandataria



Mandanti

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI

FABRIZIO MONZA
ARCHITETTO

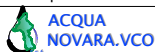
STUDIO FERRAROTTI

Geologia
Ambiente
Territorio

Dott.ssa SILVANA CLERICI

Dott. MASSIMO SARTORELLI

Il Progettista Impianti Elettrici:



Ing. MARCO ZANETTA

Elaborato N°:

3.0



INDICE

1. PREMESSA	1
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	4
4. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO (2.4)	5
5. AZIONI AGENTI SULLE STRUTTURE (2.5)	6
5.1 GENERALITÀ	6
5.2 CARICHI PERMANENTI	6
5.3 SOVRACCARICHI (3.1.4)	7
5.4 AZIONE SISMICA (3.2)	8
5.5 ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI	10
6. MATERIALI E CLASSI DI ESPOSIZIONE	12
7. MODALITA' DI CALCOLO E AZIONI INTERNE	14
8. VERIFICHE	36
9. DICHIARAZIONE	42

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE GETTATE IN OPERA

1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione di calcolo delle strutture gettate in opera del progetto “*Opere accessorie al nuovo pozzo Migandone in comune di Ornavasso (VB), frazione Migandone*” che nel dettaglio riguardano l’intervento di nuova realizzazione di n°2 platee di fondazione, dotate di relativi muretti perimetrali, necessari al sostegno degli apparati impiantistici relativi alla presa pozzo e alla stazione di accumulo e rilancio della risorsa idrica.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta la normativa di riferimento:

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086: Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- DM. LL.PP. 14/2/1992 n. 55: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- DM. LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 4 LUGLIO 1996, N. 156AA.GG./STC: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996;
- DM. LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- Legge 01/02/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- DM LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- CNR-UNI 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
- EC 0 UNI-EN 1990 Eurocodice 0 –Criteri generali di progettazione strutturale;
- EC 1 UNI-EN 1991 Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture;
- EC 2 UNI-EN 1992 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- EC 3 UNI-EN 1993 Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio;
- EC 4 UNI-EN 1994 Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo;
- EC 6 UNI-EN 1996 Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture in muratura;
- EC 7 UNI-EN 1997 Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica;
- EC 8 UNI-EN 1998 Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica;
- Norme Tecniche per le Costruzioni – DM 17-1-2018 a seguito denominato NTC18;
- C. S. LL. PP. Circolare n° 7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17-1-2018.

Al fine di illustrare compiutamente le analisi condotte, si riportano i riferimenti alla normativa utilizzata (Norme Tecniche per le Costruzioni) indicati tra parentesi: es. (3.1.1) intendendo in questo modo riferirsi

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

al Capitolo 3.1.1 del DM 17-1-2018.

3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Gli interventi in progetto sono localizzati in Comune di Ornavasso (VB), in frazione Midangione, in prossimità del rio Blet, affluente del fiume Toce, in provincia di Verbano – Cusio – Ossola. I manufatti saranno posizionati a circa 250m s.l.m..

Le opere in progetto oggetto della presente possono essere così brevemente riassunte:

- scavo di sculturamento/sbancamento;
- preparazione del piano di appoggio delle nuove costruzioni mediante posa in opera di magrone;
- realizzazione delle nuove platee di fondazione in c.a. gettate in opera posta e relativi muretti preliminari atte a sostenere i manufatti prefabbricati fuoriterra (tipo container) e gli apparati impiantistici (comprensivi di serbatoi) contenuti al loro interno.

Le caratteristiche geometriche dei manufatti, come meglio descritte nelle tavole di progetto alle quali si rimanda, prevedono dimensioni pari a:

- Platea “A” – Stazione di accumulo e rilancio: dim.9,84 x 5,65m – spessore 40cm dotata sui quattro lati di muretti di contenimento della terra di altezza sopra platea pari a 1,45m e spessore 30cm;
- Platea “B” – Presa pozzo: dim.9,795 x 5,60m – altezza 40cm dotata su tre lati di muretti di contenimento della terra di altezza sopra platea pari a 0,80m e spessore 30cm.

4. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO (2.4)

La vita nominale adottata per la progettazione dell'opera è stata assunta pari a:

TIPO DI COSTRUZIONE		VITA NOMINALE V_N [anni]
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	50

Si precisa che V_N è da intendersi come numero di anni nei quali la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata (cap. 2.4.1 “Vita nominale” – (2)).

Dato che la destinazione d'uso prevista dal progetto è di tipo “impiantistico - ordinario”, la classe d'uso di riferimento da considerare per l'opera è (cap. 2.4.2 “Classi d'uso” – (2)):

TIPO DI COSTRUZIONE	CLASSE D'USO
Costruzioni con funzioni pubbliche importanti o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.	IV

In funzione di quest'ultima scelta si ottiene il seguente coefficiente d'uso C_U (tab. 2.4.II “Valori del coefficiente d'uso C_U ” – (2)):

CLASSE D'USO	COEFFICIENTE D'USO C_u
IV	2,0

Pertanto il periodo di riferimento V_R assunto per la progettazione è il seguente:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \times 2,0 = 100 \text{ [anni]}$$

5. AZIONI AGENTI SULLE STRUTTURE (2.5)

5.1 GENERALITÀ

Secondo quanto stabilito dalla normativa le azioni applicabili a una struttura possono essere classificate secondo la variazione della loro intensità nel tempo.

Nel dimensionamento delle opere di progetto dovranno considerarsi le azioni come di seguito descritte.

5.2 CARICHI PERMANENTI

I carichi permanenti sono le azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione, la cui variazione d'intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità. Nel caso in esame sono considerati:

- peso proprio dei materiali strutturali (3.1.2) a cui appartengono i carichi dovuti al peso proprio delle strutture che così come definito alla tabella 3.1.I delle NTC18 vengono considerati un peso per unità di volume di 25 kN/m³ per gli elementi in calcestruzzo armato, per quelli in carpenteria metallica 78,5 kN/m³. Saranno considerate anche le azioni trasmesse dal terreno con le caratteristiche individuate nella specifica relazione geologica ed in quella geotecnica;
- carichi permanenti non strutturali (3.1.3) tengono in considerazione tutti quegli elementi che non hanno rilevanza ai fini delle strutture, in particolare saranno considerati tutti i materiali a contatto con le strutture, le apparecchiature elettro-meccaniche, ed ogni altro elemento cui peso agisce sulle opere in esame.

Nella seguente tabella vengono sintetizzati i carichi associati ai principali elementi costituenti l'edificio.

ELEMENTO	PESI PROPRI STRUTTURALI	PERMANENTI NON STRUTTURALI
Pannellature sandwich isolate che poliuretano costituenti il container prefabbricati e relativi accessori di montaggio	300 N/m ² (di sviluppo)	-
Platea "A" - Solette di base delle vasche prefabbricate e acqua	7500 N/m ²	-

contenuta		
Platea "A" – Riempimento di livellamento e pavimentazione	-	17850 N/m ²
Platea gettata in opera h40cm	10000 N/m ²	
Platea "A" – Muretti h=1,45m e spessore 30cm	10875 N/m	-
Platea "B" – Muretti h=0,80m e spessore 30cm	6000 N/m	-

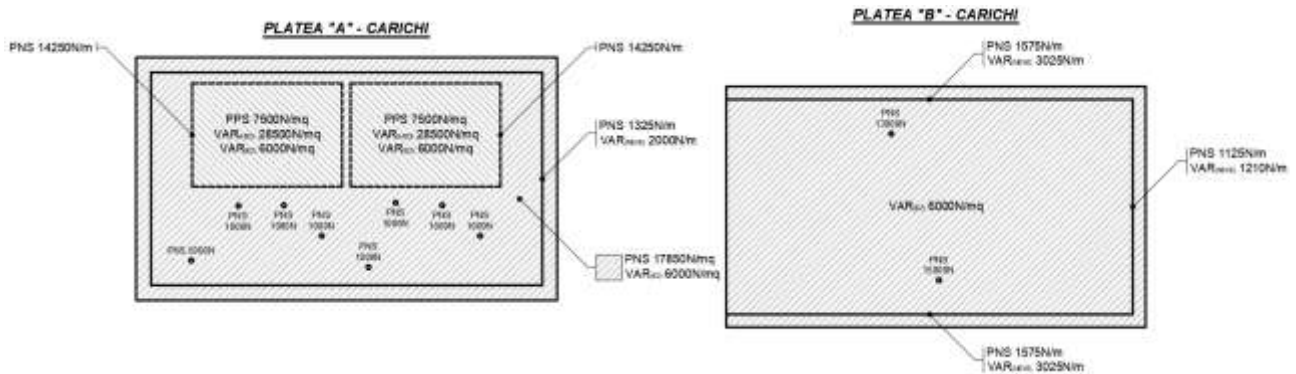
5.3 SOVRACCARICHI (3.1.4)

I sovraccarichi sono le azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel corso della vita nominale della struttura. Saranno considerati carichi variabili quelli rappresentativi dalla neve e quelli associati all'utilizzo dei locali tecnici equiparati ad ambienti industriali Cat. E2. Saranno altresì considerate le azioni idrostatiche, ed eventualmente sismiche, dei liquidi.

Nella seguente tabella vengono sintetizzati i carichi associati ai principali elementi costituenti l'edificio.

ELEMENTO	SOVRACCARICHI
Copertura (neve)	1210 N/m ²
Locale tecnico Cat.E2	6000 N/m ²
Vasca accumulo acqua	28500 N/m ²

Il seguente schema sintetizza quanto appena descritto al netto del peso proprio degli elementi strutturali in c.a.. gettato in opera.



5.4 AZIONE SISMICA (3.2)

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

L’area oggetto di intervento è ubicata in Zona Sismica 4.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite alla Tab. 3.2.I della norma, e al periodo di riferimento V_R .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento V_R , dai valori dei seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il sito in oggetto è caratterizzato dalle seguenti coordinate di riferimento:

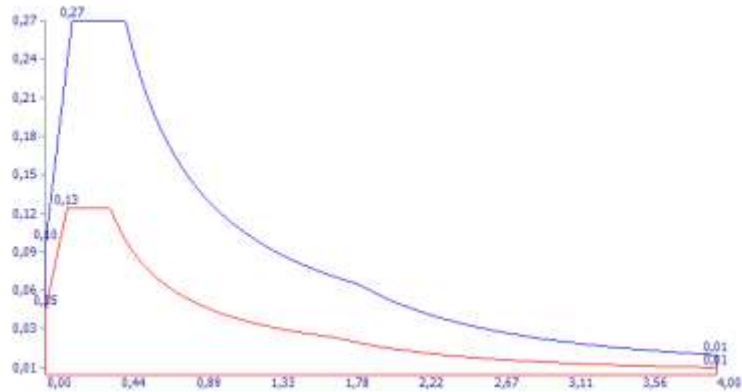
$$\text{lat. } 45^\circ,981293 - \text{long. } 8^\circ,374205$$

I corrispondenti parametri di riferimento per un $T_R = 949$ anni sono:

$$a_g = 0,067g - F_0 = 2,686 - T^*_C = 0,306s$$

Per i due manufatti in progetto lo studio geologico-tecnico ha definito un tipo di terreno caratterizzato da una categoria di sottosuolo C e una categoria topografica T1. Le caratteristiche delle strutture in progetto e le modalità di installazione dei soprastanti vani prefabbricati (estremamente leggeri e

appoggiati in maniera diffusa) hanno cautelativamente determinato l'adozione di un fattore di struttura $q = 1,0$ avendo associato al basamento un comportamento non dissipativo.



L'analisi sismica condotta è del tipo "lineare dinamica", nel seguito descritta, e consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare;
- nel calcolo degli effetti della azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore allo 85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo:

$$E = \sqrt{\sum_j \sum_i \rho_{ij} E_i E_j}$$

Con:

E_j valore dell'effetto relativo al modo j ;

ρ_{ij} coefficiente di correlazione tra il modo i e il modo j , calcolato con formule di comprovata validità quale:

$$\rho_{ij} = \frac{8\sqrt{\xi_i \xi_j} (\beta_{ij} \xi_i + \xi_j) \beta_{ij}^{3/2}}{(1 - \beta_{ij}^2) + 4\xi_i \xi_j \beta_{ij} (1 + \beta_{ij}^2) + 4(\xi_i^2 + \xi_j^2) \beta_{ij}^2}$$

$\xi_{i,j}$ smorzamento dei modi i e j ;

β_{ij} rapporto tra l'inverso dei periodi di ciascuna coppia i - j di modi ($\beta_{ij} = T_j/T_i$)

A commento delle modalità di determinazione delle azioni sismiche va detto che la rigidità dei

manufatti oggetto di analisi determinerà azioni sismiche equivalenti definite secondo l'approccio sopra descritto che avranno una ordinata dello spettro di risposta prossima a quella della PGA a causa delle frequenze di vibrazione molto elevate. Inoltre, entrando nel merito dell'entità di tali azioni, in relazione ai carichi in progetto e alle geometrie di installazione e di quelle dei manufatti si attendono azioni sismiche inferiori a quelle determinate per i corrispondenti stati limiti ultimi e di esercizio valutate in condizioni statiche.

5.5 ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Per quanto riguarda gli aspetti geologici e geotecnici, si rimanda ai risultati delle indagini e agli studi condotte dallo "Studio Ferrarotti – Geologia Ambiente Territorio".

Le caratteristiche geologico-tecniche incidenti sulla progettazione dei manufatti in c.a. gettati in opera oggetto della presente sono sintetizzabili come segue.

L'opera sarà posizionata a 250 m s.l.m. e la classe di pericolosità è III relativa a *"Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (con specifico riferimento ad es. ai parchi fluviali) vale quanto già indicato all'Art.31 della LR. 56/77"*.

Le indagini in sito hanno rilevato la presenza di una prima unità litologica, sulla quale insisteranno le platee in progetto, classificabile come sabbioso ghiaiosa moderatamente addensata. Questa occupa il primo metro da piano campagna.

La classificazione sismica del sito prevede una categoria topografica C e una categoria topografica T1.

CARATTERISTICHE	Basamento roccioso magmatico effusivo alterato
Peso di volume secco (kN/m ³)	18
Φ	31°
Resistenza A1+M1+R3 (kg/cm ²)	3,44
Resistenza SISMA (kg/cm ²)	2,69

La seconda unità litologica è dotata di caratteristiche geotecniche superiori alla prima.

Lo studio geologico-tecnico prescrive la rimozione dei primi 30cm.

Per le spinte del terreno sui muretti perimetrali soggetti a rinterro sono stati adottati cautelativamente i

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

seguenti parametri geotecnici: $\Phi = 28^\circ$; $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$.

6. MATERIALI E CLASSI DI ESPOSIZIONE

Calcestruzzo

I materiali previsti per la realizzazione dell'opera e le relative classi di aggressività ambientale adottate sono riportati nella seguente tabella:

ELEMENTO COSTRUTTIVO	CLASSI DI ESPOSIZIONE	SPECIFICA DEL CLS	COPRIFERRI MINIMI
Opere di fondazione	XC2 (I)	classe di resistenza C25/30 classe di consistenza S4 massimo rapporto a/c 0,60 contenuto minimo di cemento 300 kg/m³ diametro massimo aggregato 32 mm eventuali additivi -	35+10 mm

In aggiunta alle precedenti indicazioni, inerenti alla “specificazione del calcestruzzo a prestazione garantita”, bisognerà comunque procedere al soddisfacimento delle indicazioni aggiuntive fornite dalle normative vigenti NTC 2018.

Allo scopo di eseguire un corretto controllo di accettazione si dovrà procedere al prelievo e confezionamento del numero di cubetti in calcestruzzo prescritti dalla normativa vigente (2).

La fornitura di calcestruzzo preconfezionato dovrà essere accompagnata da certificazione FPC.

Si potrà fare utile riferimento alle norme “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive” pubblicato dal C.S.LL.PP. con decreto n.361 del 26-09-2017 al fine di garantire la corretta preparazione, forma, dimensioni e stagionatura dei provini. Si ricorda che le prove dovranno essere effettuate al 28° giorno di maturazione. Nel caso in cui non possa essere garantita tale scadenza si dovrà comunque procedere alla esecuzione delle stesse entro qualche settimana dal prelievo.

Acciaio in barre

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo in barre o rotoli di cui è previsto l'impiego nella sopraccitata opera è definito dalla sigla B450C e caratterizzato dalle seguenti tensioni nominali di snervamento e rottura:

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

Tali materiali dovranno soddisfare i requisiti identificati dalla normativa vigente NTC 2018.

Ciascuna fornitura in cantiere, proveniente da centri di trasformazione, di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione (massimo 30 t), in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

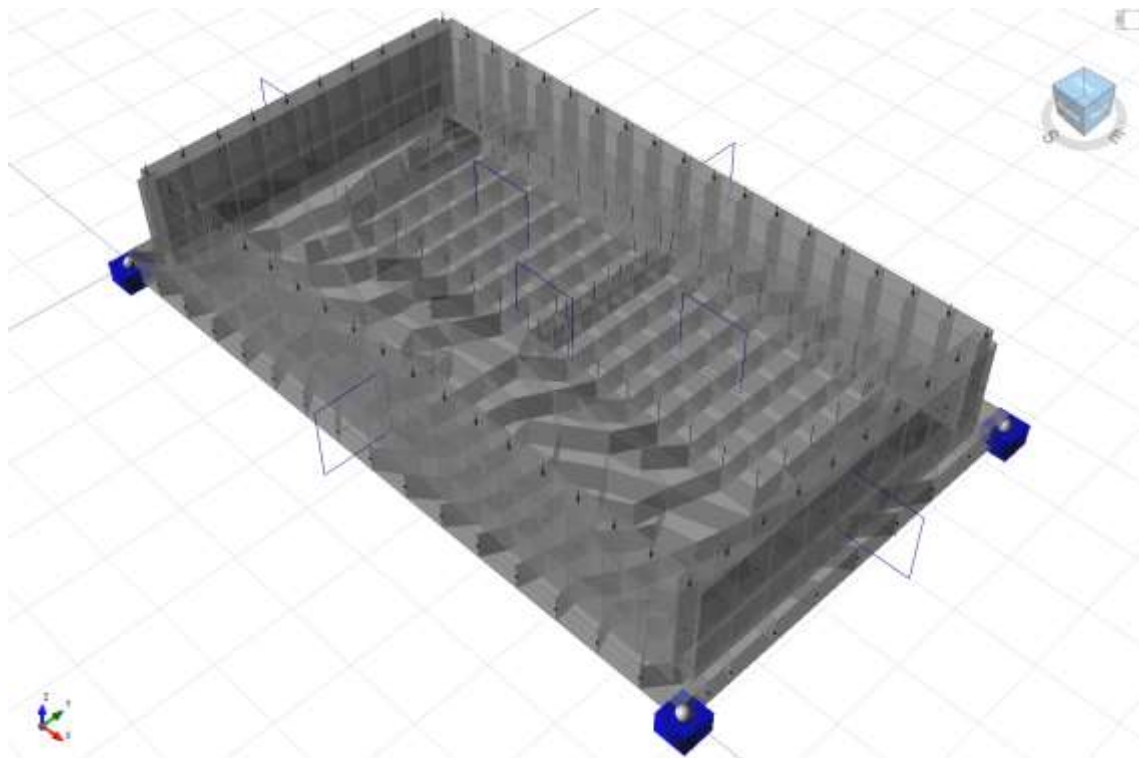
7. MODALITA' DI CALCOLO E AZIONI INTERNE

Le due platee di fondazione in c.a. gettato in opera sono state analizzate mediante codice di calcolo ad elementi finiti. Il programma utilizzato è “Travilog Titanium versione 2019.19” prodotto da Logical Soft Srl con sede in piazza Garibaldi 253 – 20832 Desio (MB). Si rimanda al sito del produttore www.logical.it per il relativo manuale di validazione dei calcoli.

Gli elementi di fondazione a platea sono stati modellati con elementi bi-dimensionali di tipo lastra-piastra su suolo elastico del tipo alla Winkler, il relativo modulo (assunto in accordo con la letteratura tecnica consolidata J.E. Bowles) è stato posto pari a $14,715 \text{ N/cm}^3$. La modellazione ha previsto l’inserimento nella mesh di calcolo di tracce e nodi appositamente collocati in corrispondenza delle zone di applicazione dei carichi. In tal modo è stato possibile introdurre carichi lineari e localizzati in corrispondenza di tutti gli elementi componenti l’installazione. Sono inoltre stati introdotti i carichi di superficie uniformemente distribuiti descritti nel precedente capitolo.

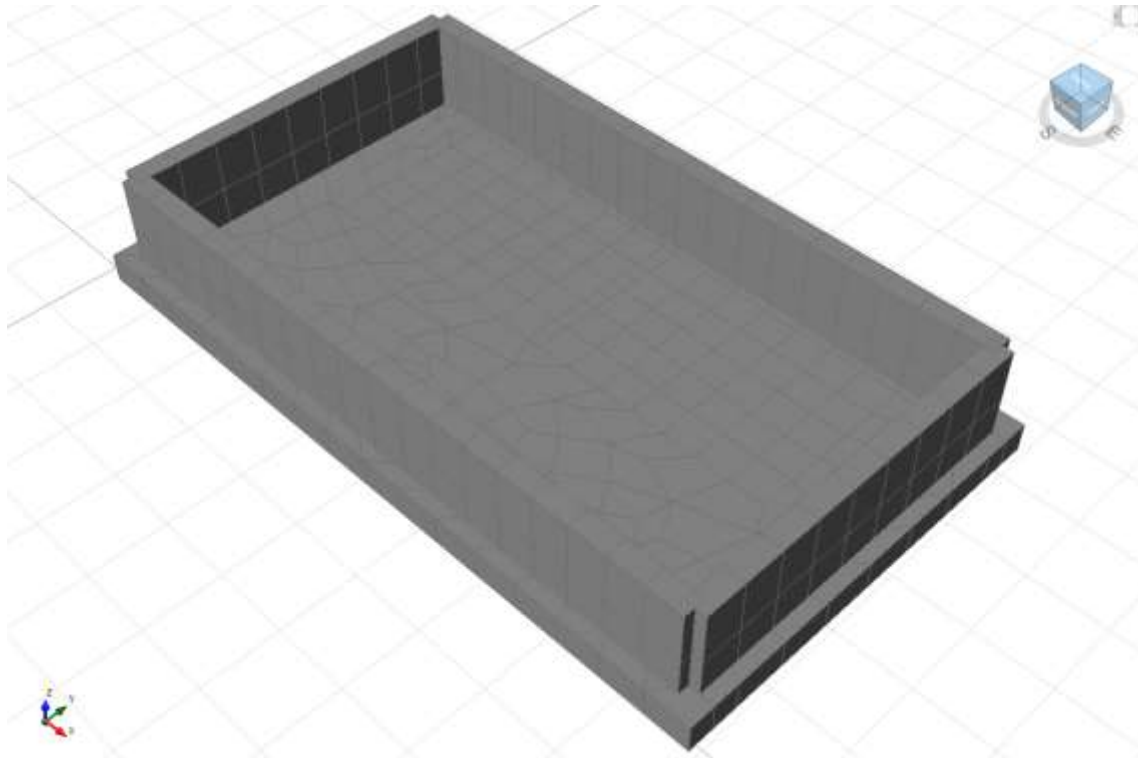
Di seguito vengono riportate le principali viste riguardanti la modellazione e i relativi risultati di calcolo.

PLATEA “A” – Accumulo e rilancio

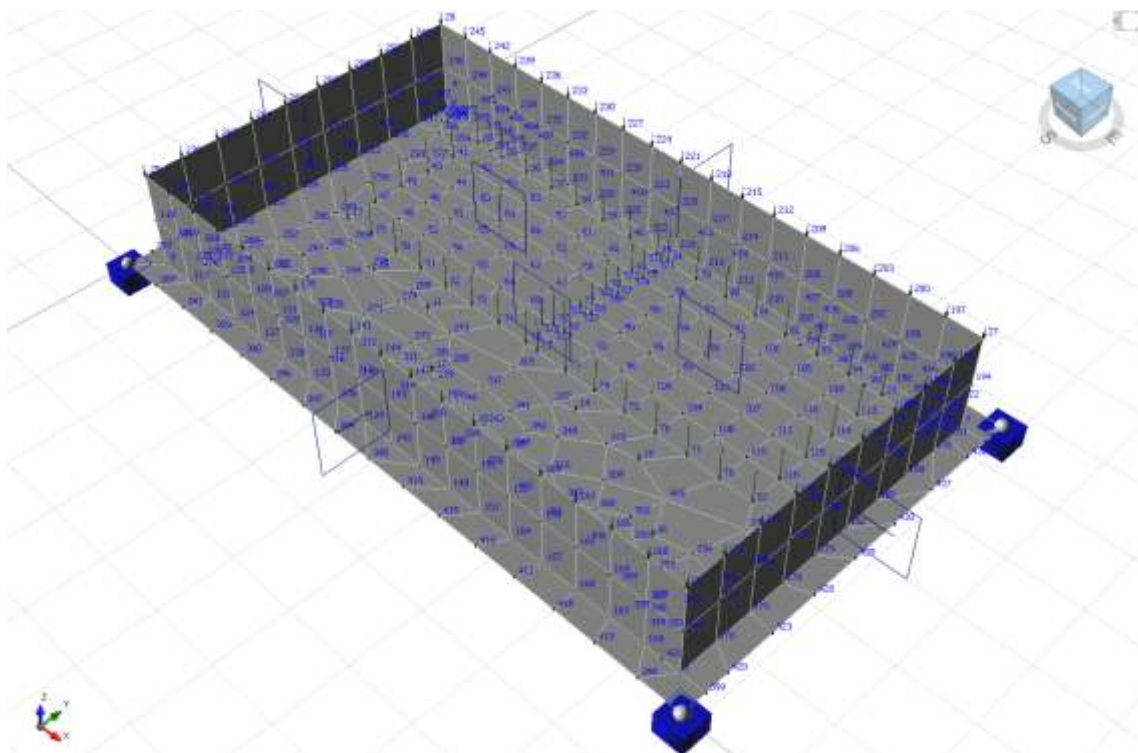


MODELLO DI CALCOLO

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

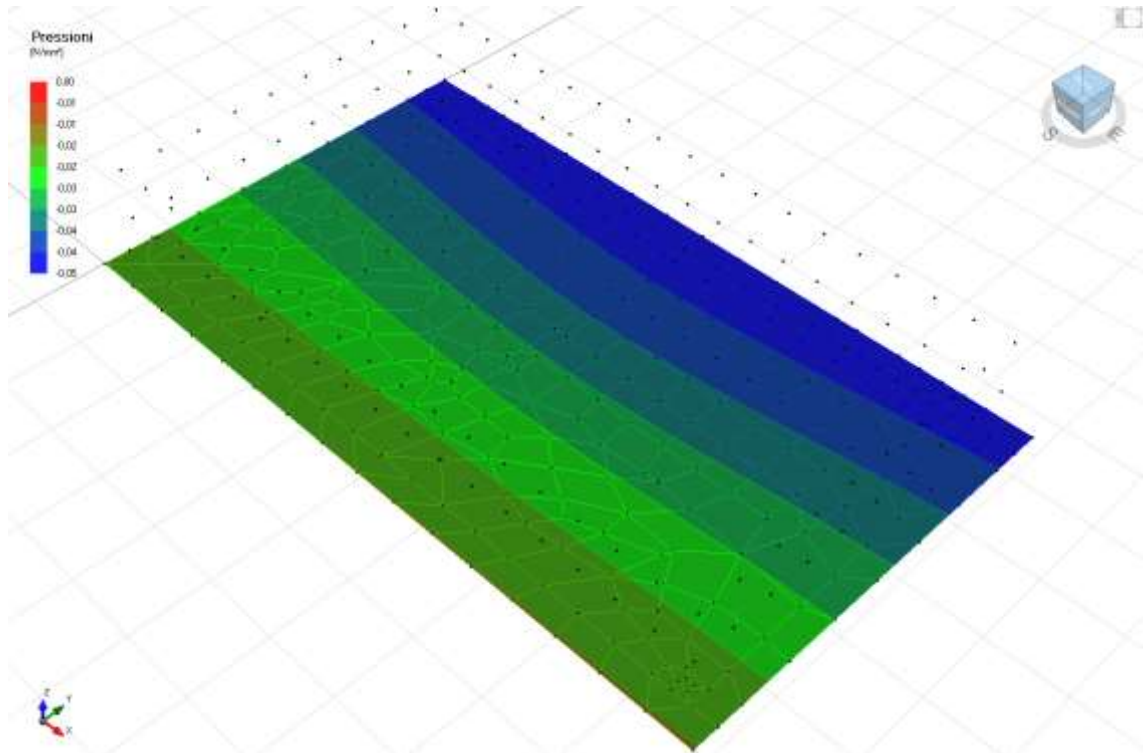


MODELLO DI CALCOLO

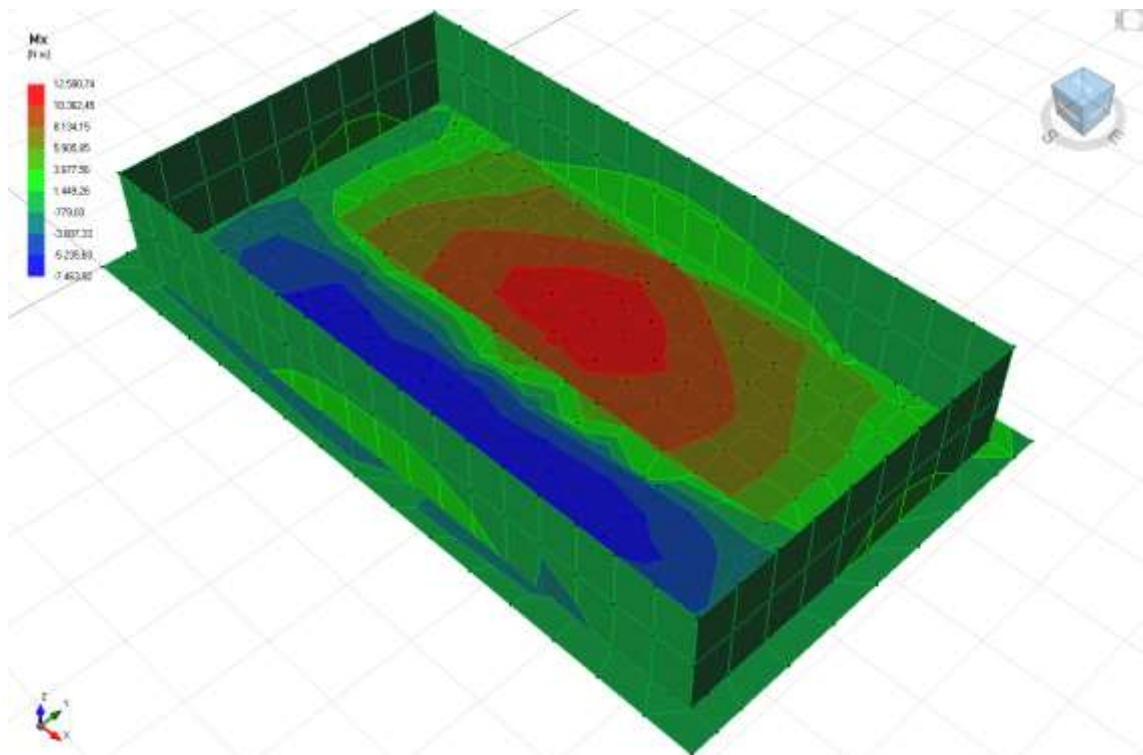


MODELLO DI CALCOLO

SLV

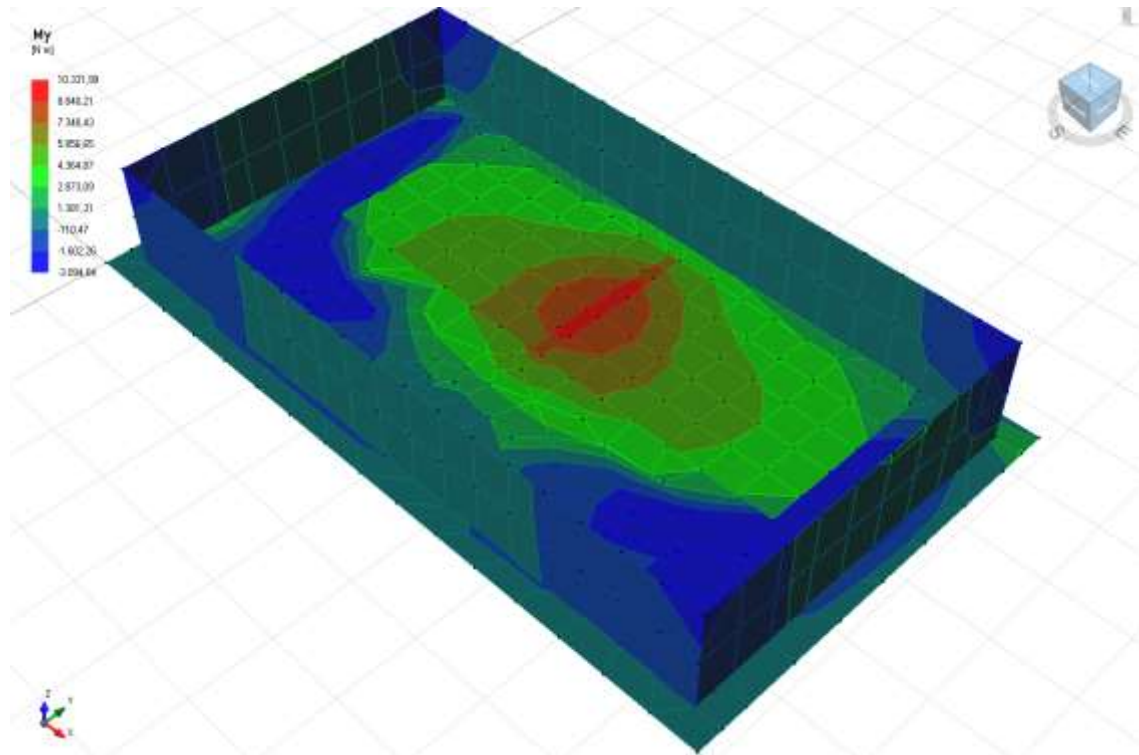


PRESSIONI DI CONTATTO $p_{max,SLV} = 0,05$ [N/mm²]

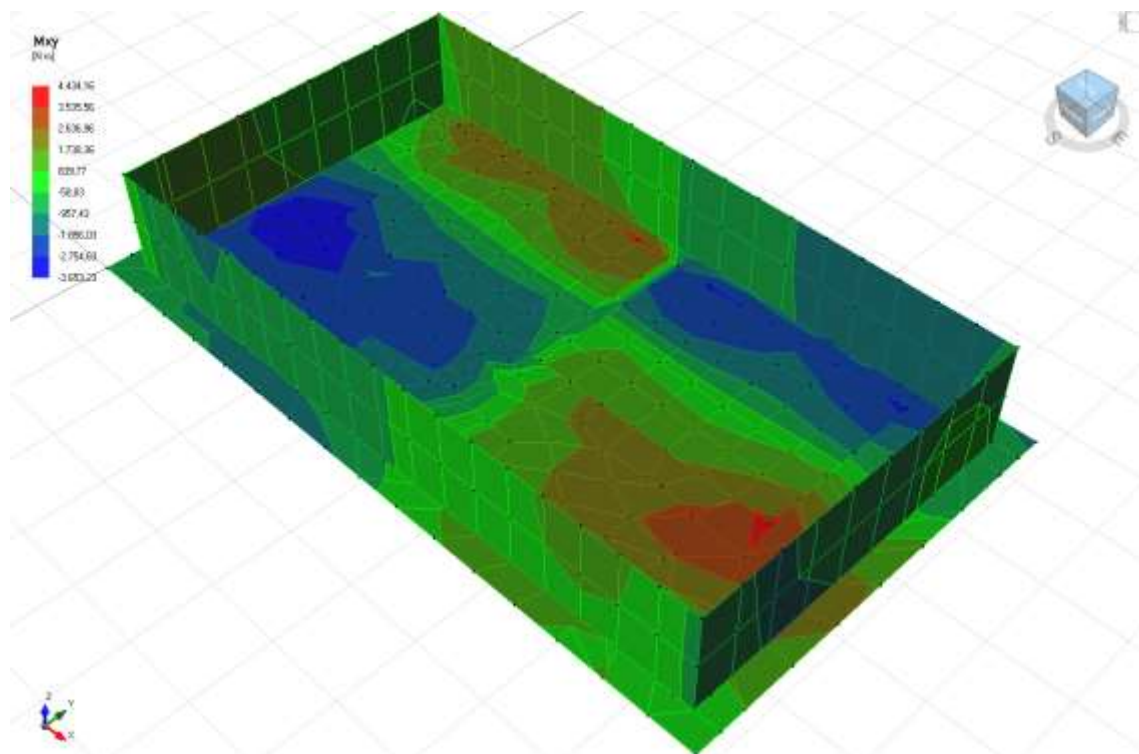


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLV,x}| = 12,59$ [kNm/m]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

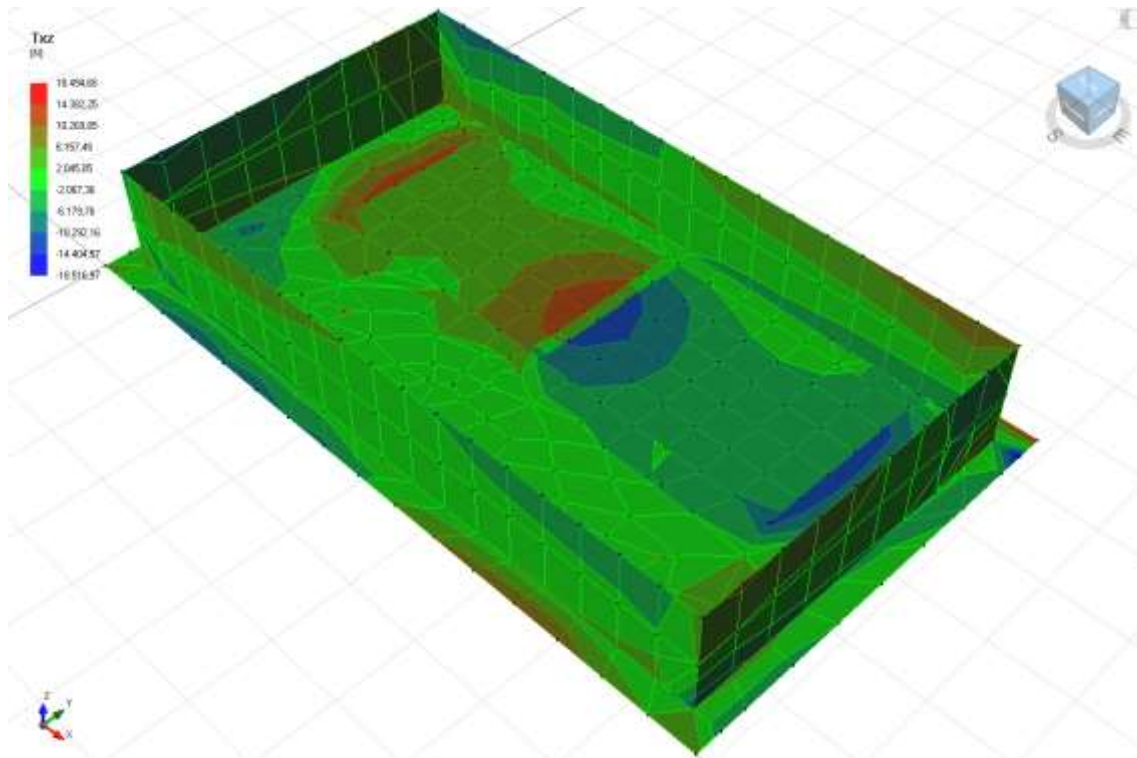


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLV,y}| = 10,33$ [kNm/m]

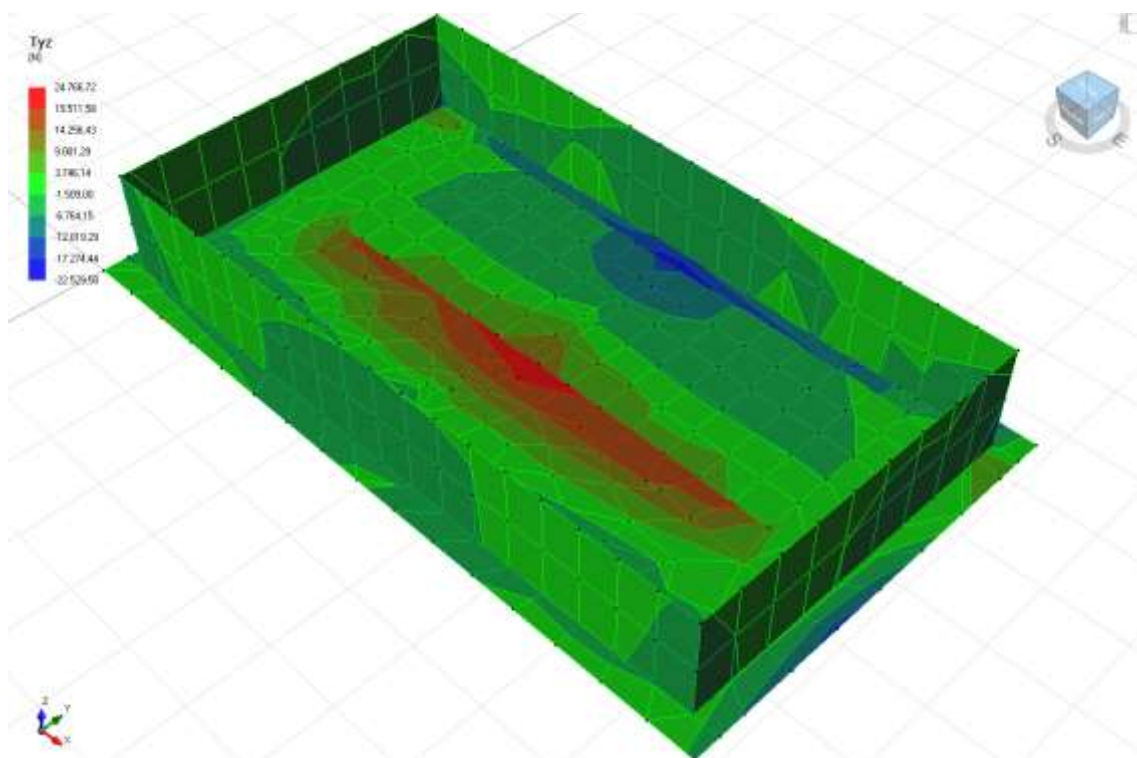


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLV,xy}| = 4,43$ [kNm/m]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

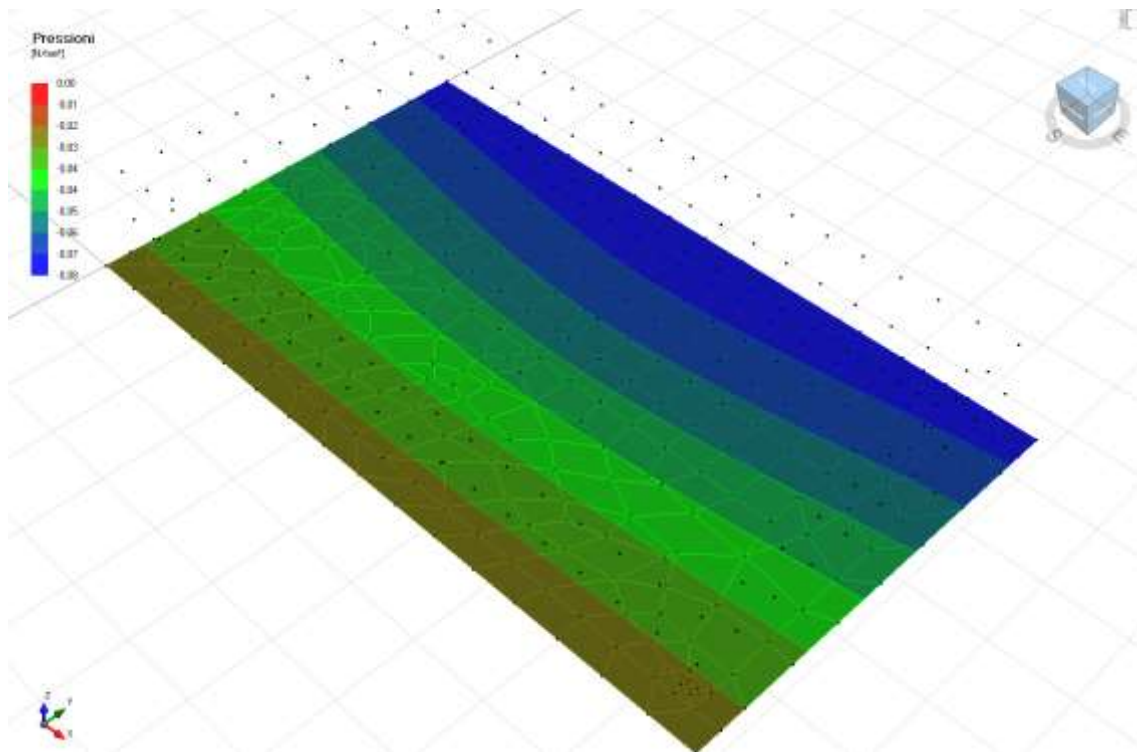


TAGLIO SOLLECITANTE $|T_{SLV,xz}| = 18,52$ [kN/m]

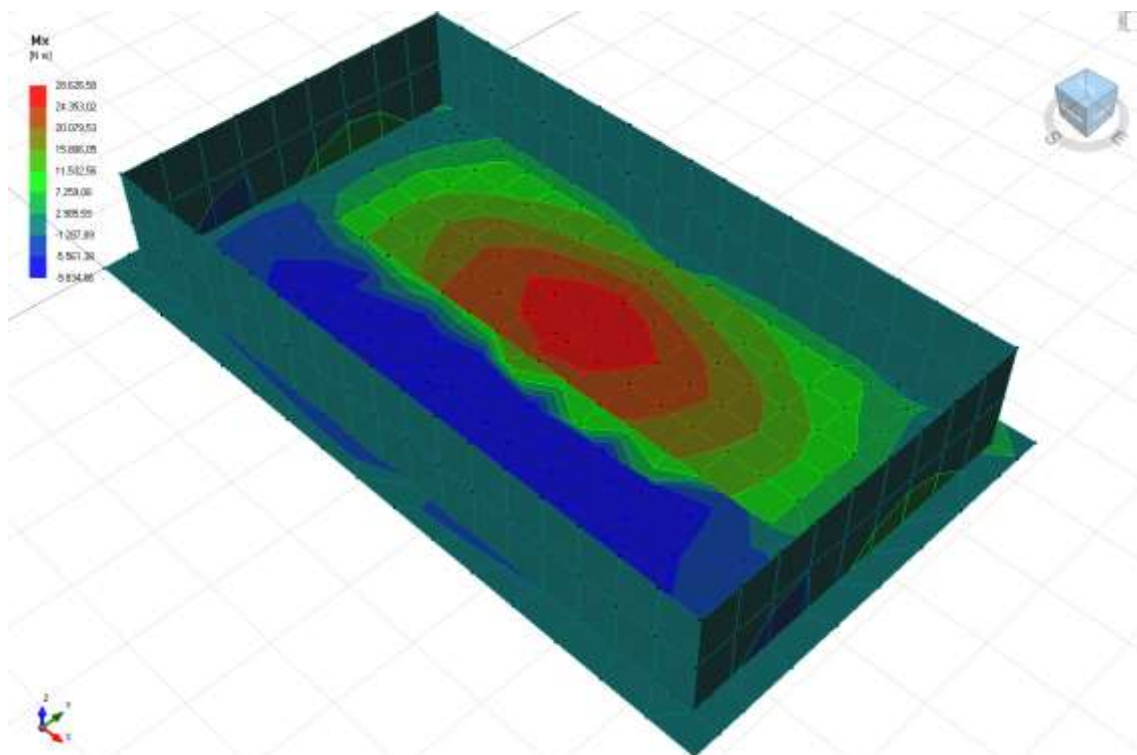


TAGLIO SOLLECITANTE $|T_{SLV,yz}| = 24,77$ [kN/m]

SLU

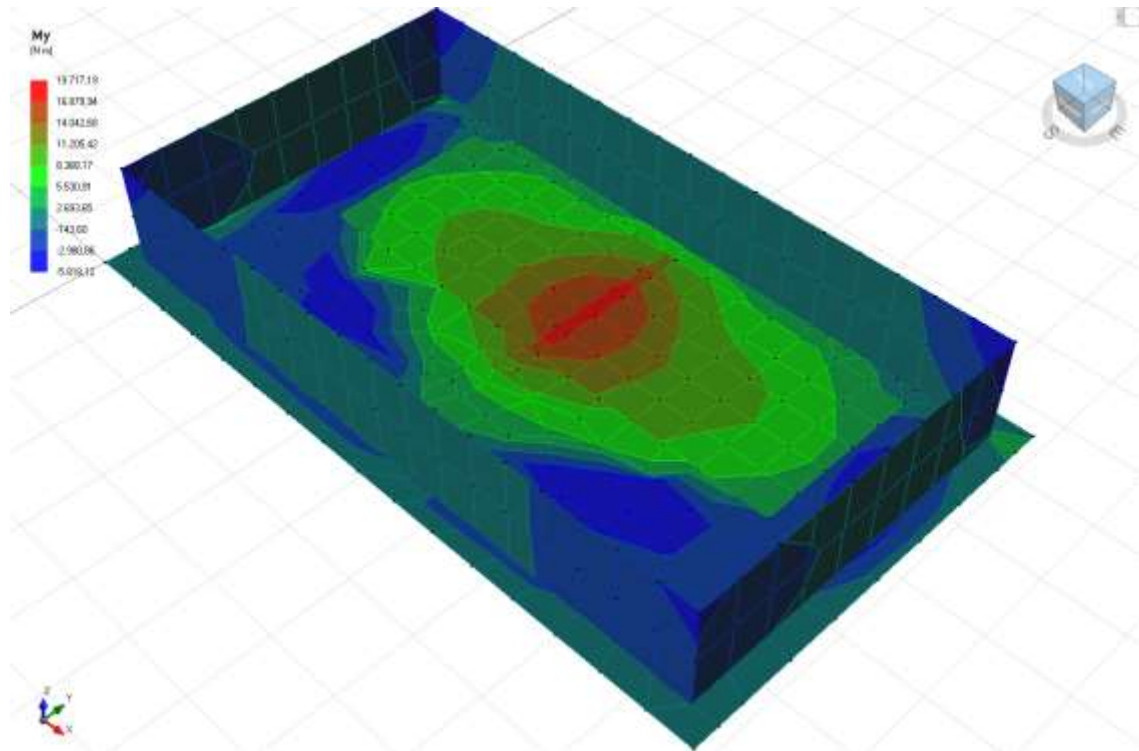


PRESSIONI DI CONTATTO $p_{max,SLU} = 0,08$ [N/mm²]

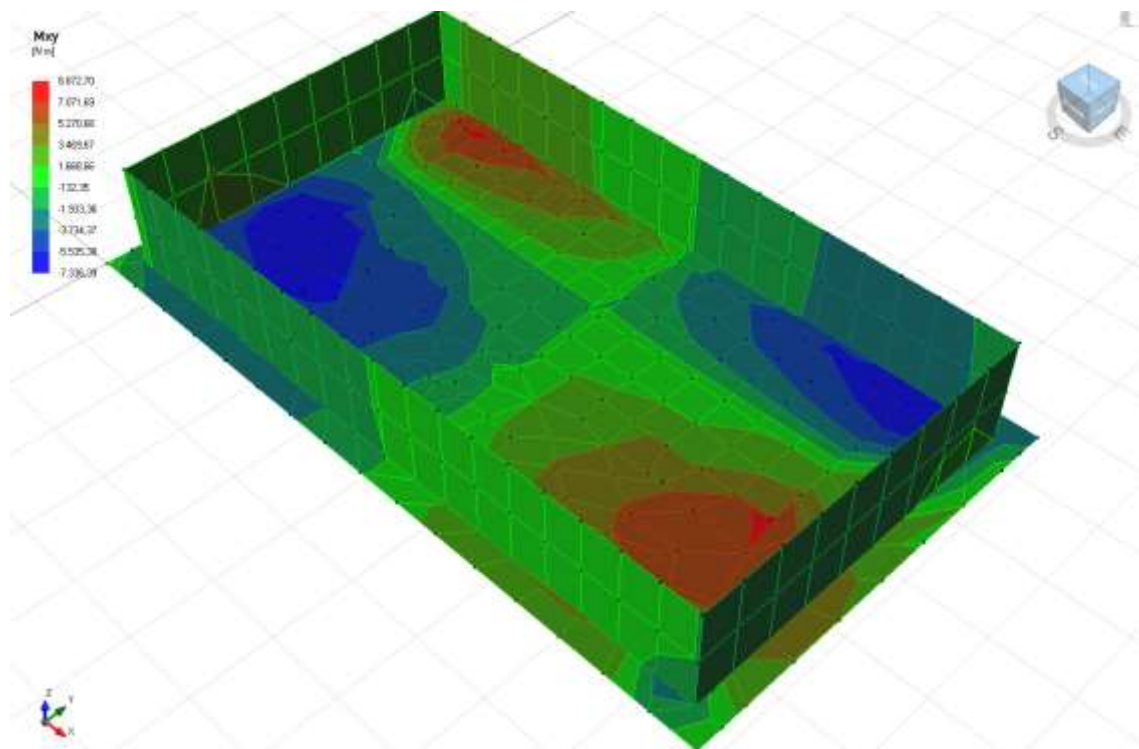


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLU,x}| = 28,63$ [kNm/m]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

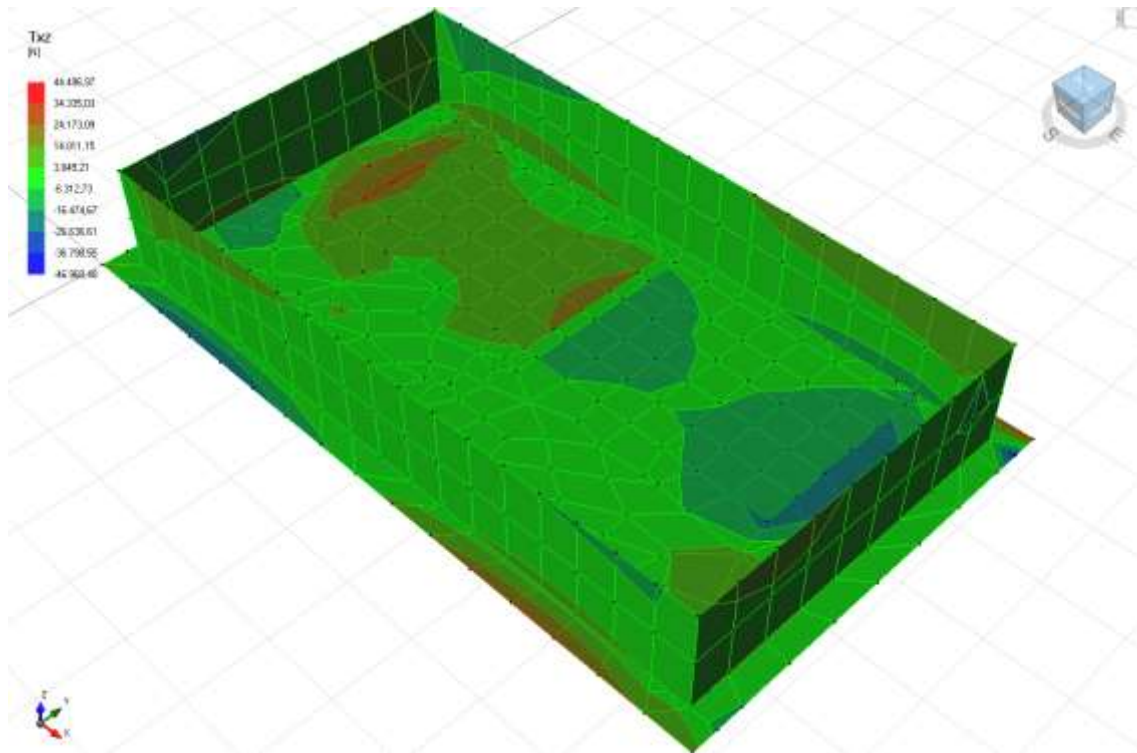


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLU,y}| = 19,72$ [kNm/m]

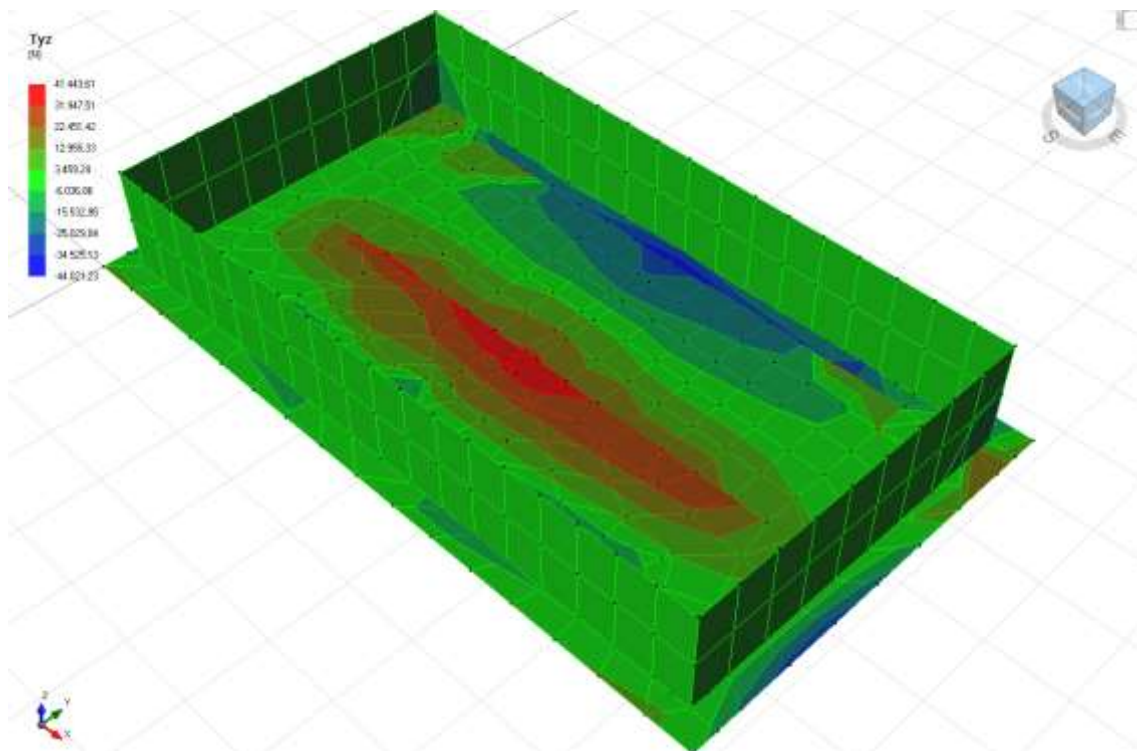


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLU,xy}| = 8,87$ [kNm/m]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

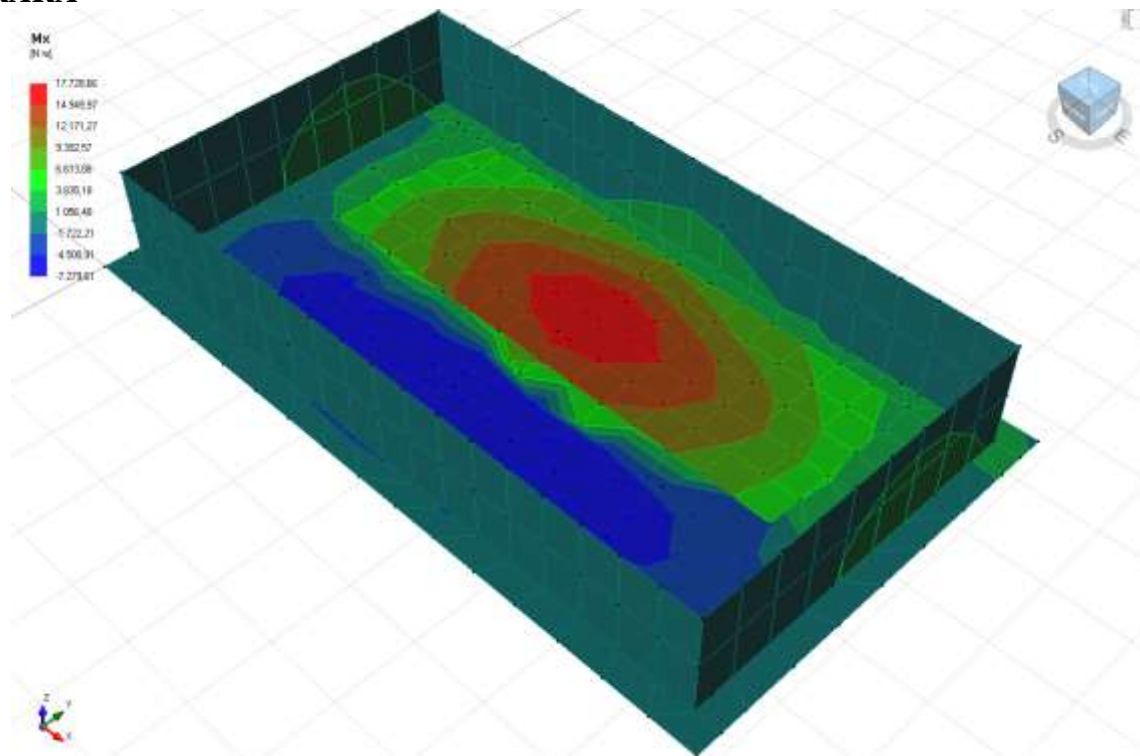


TAGLIO SOLLECITANTE $|T_{SLU,xz}| = 46,96$ [kN/m]

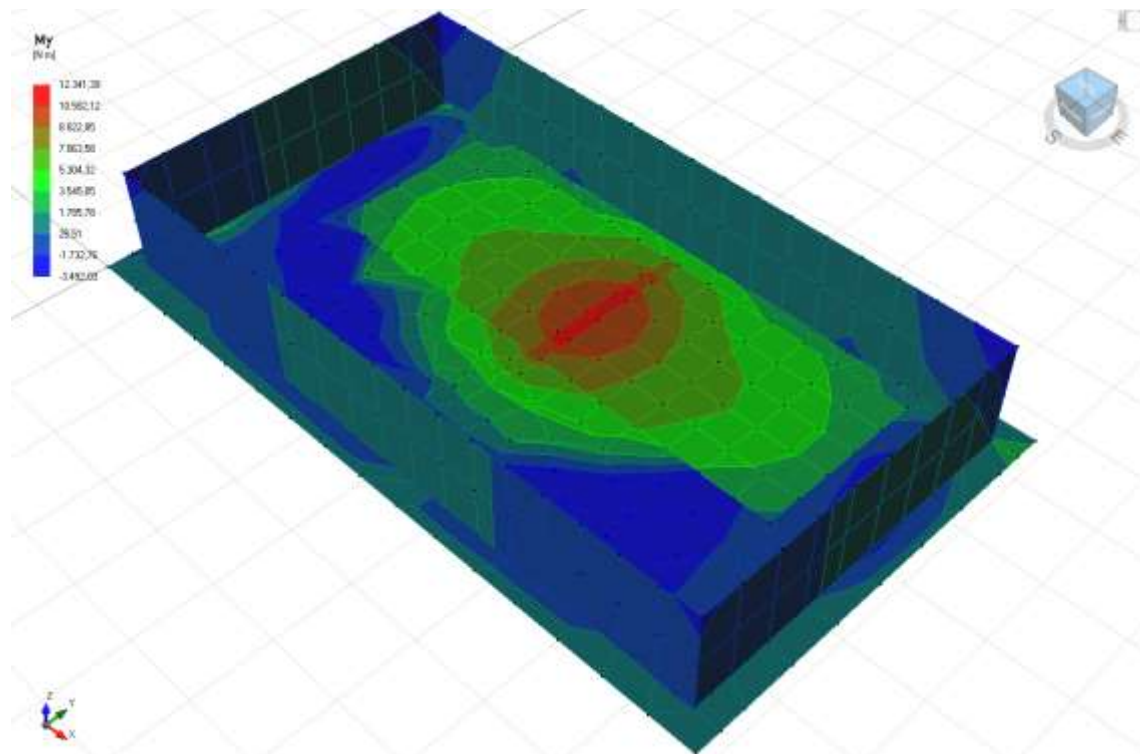


TAGLIO SOLLECITANTE $|T_{SLU,yz}| = 44,02$ [kN/m]

SLE RARA



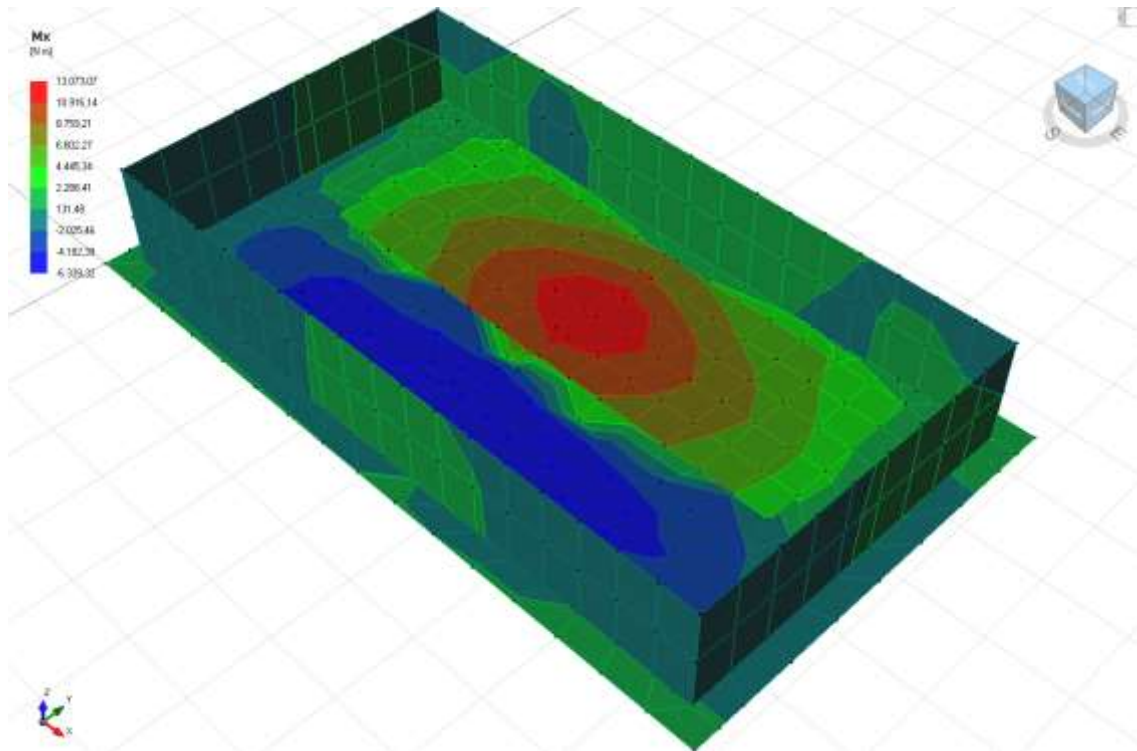
MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEr,x}| = 17,73$ [kNm/m]



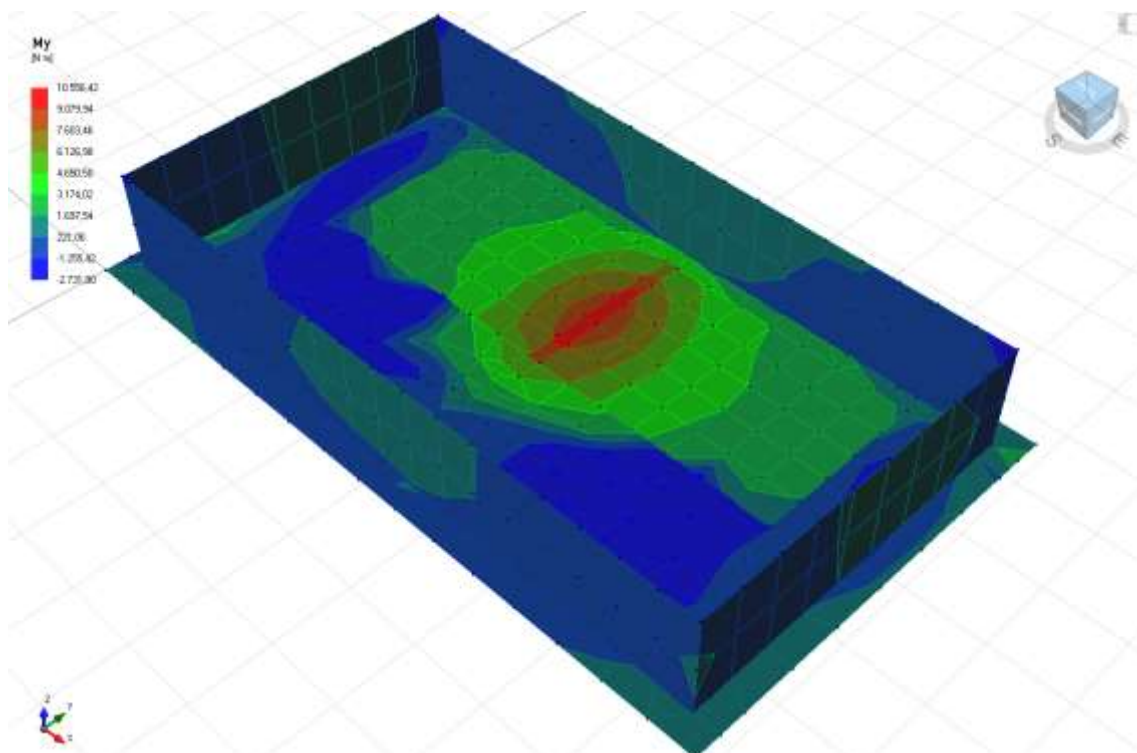
MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEr,y}| = 12,34$ [kNm/m]

SLE FREQUENTE

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO



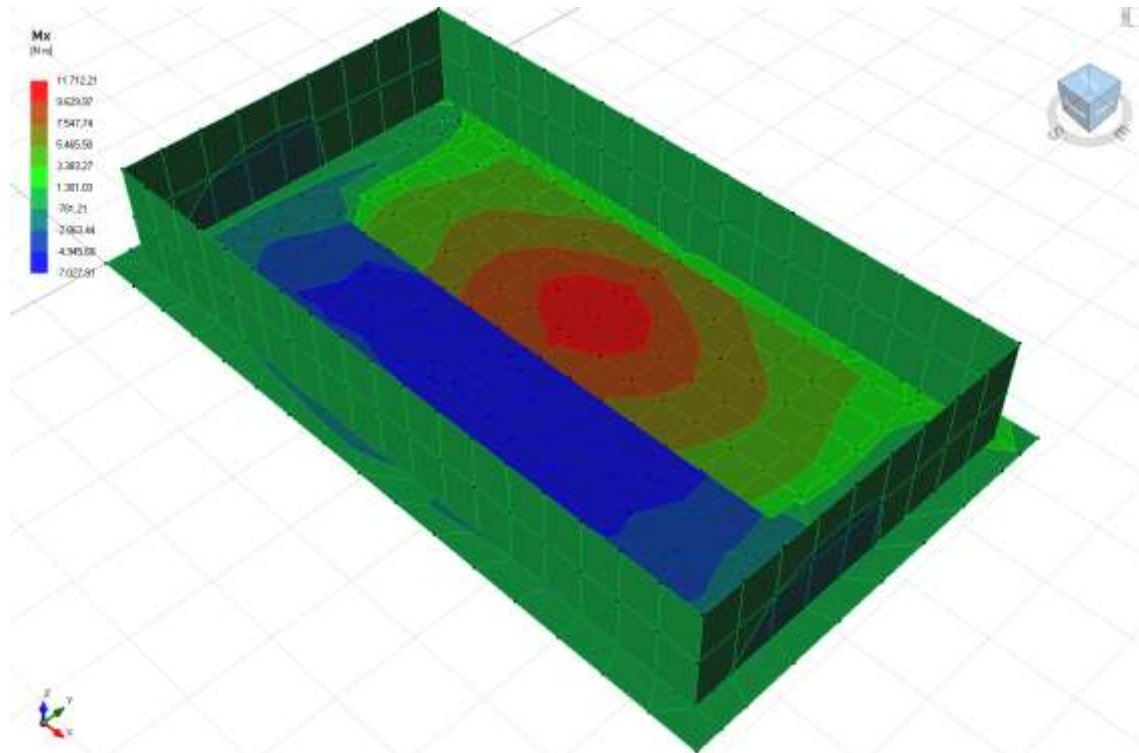
MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEf,x}| = 13,03$ [kNm/m]



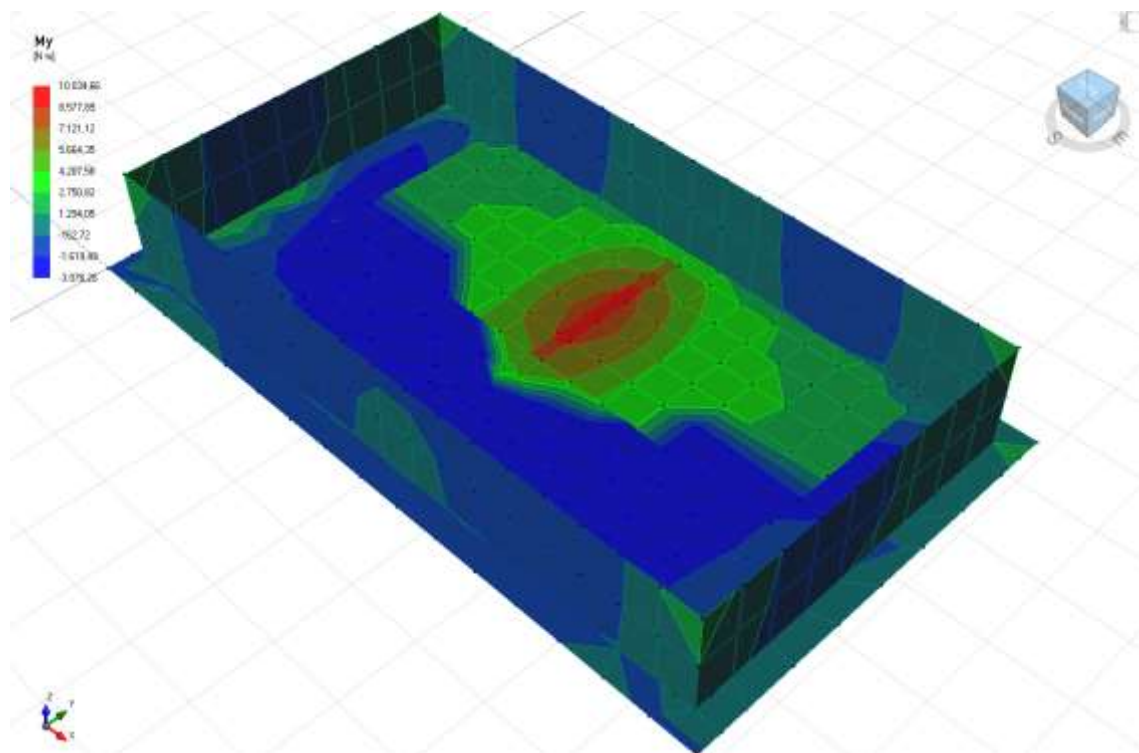
MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEf,y}| = 10,56$ [kNm/m]

SLE QUASI PERMANENTE

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

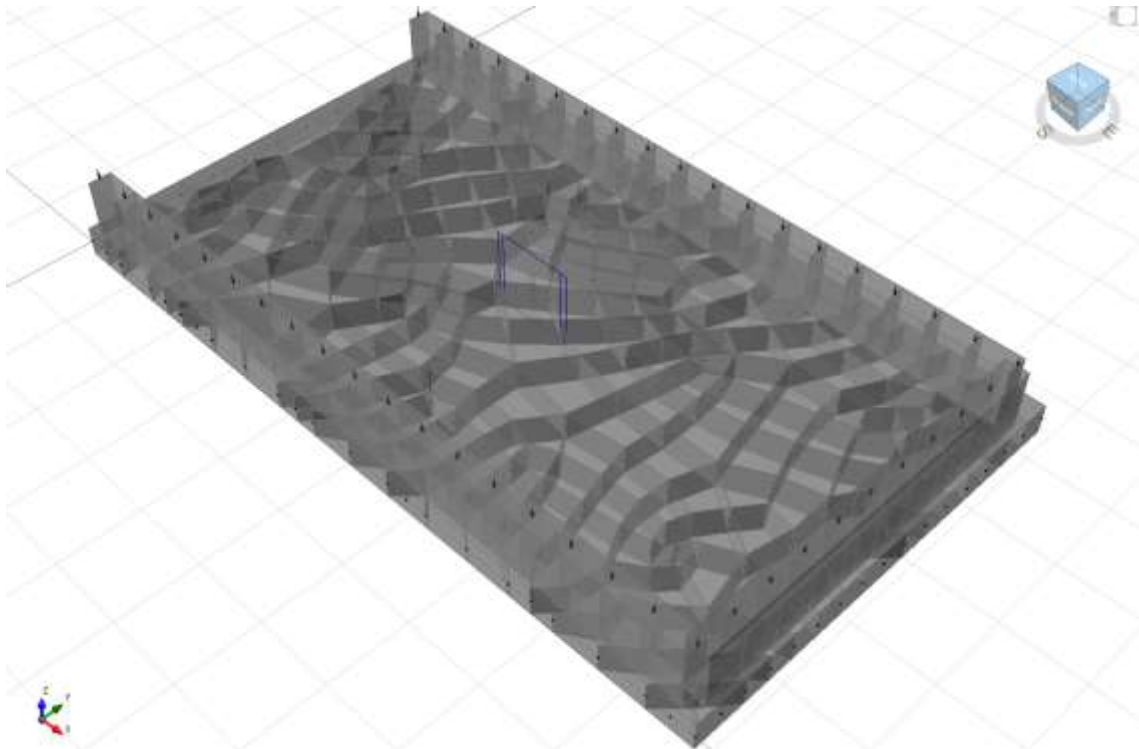


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEqp,x}| = 11,71$ [kNm/m]

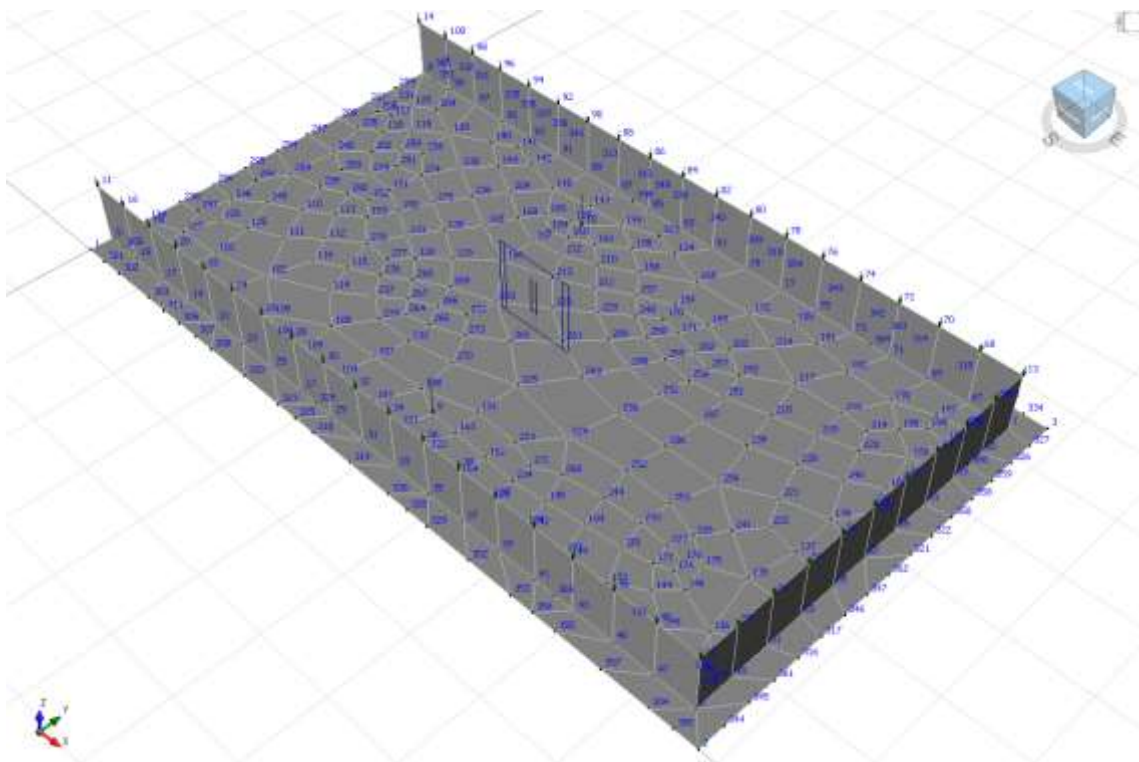


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEqp,y}| = 10,03$ [kNm/m]

PLATEA "B" – Testa pozzo

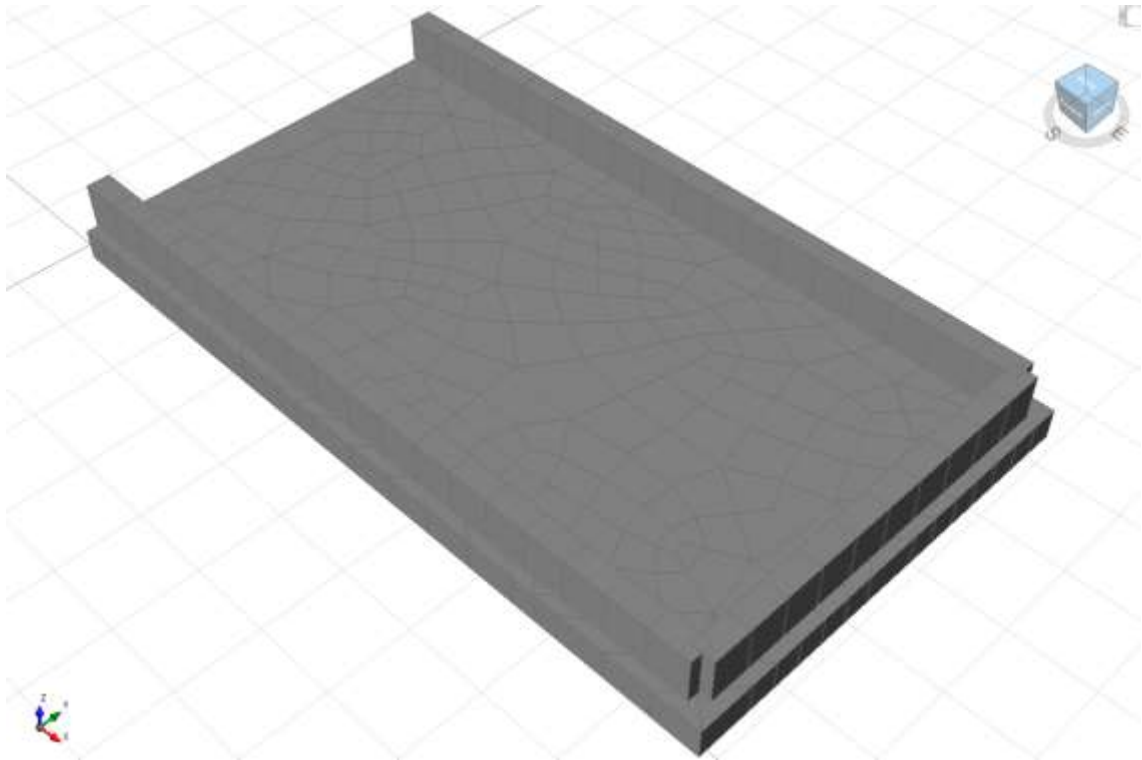


MODELLO DI CALCOLO



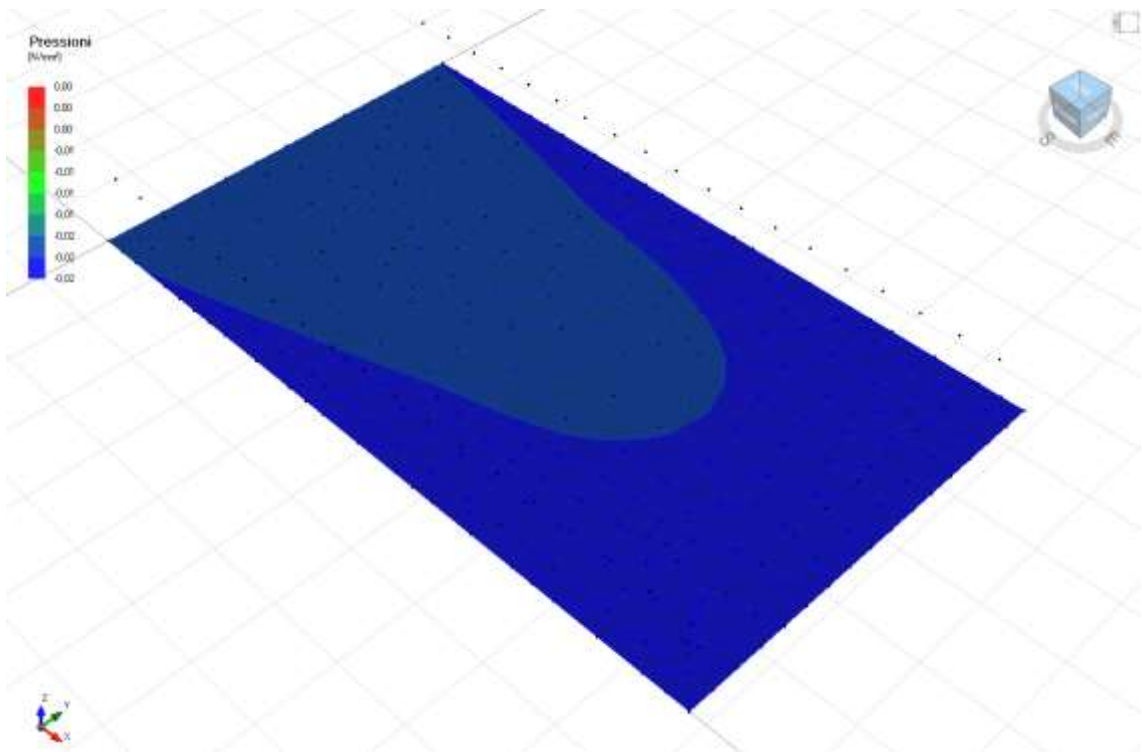
MODELLO DI CALCOLO

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO



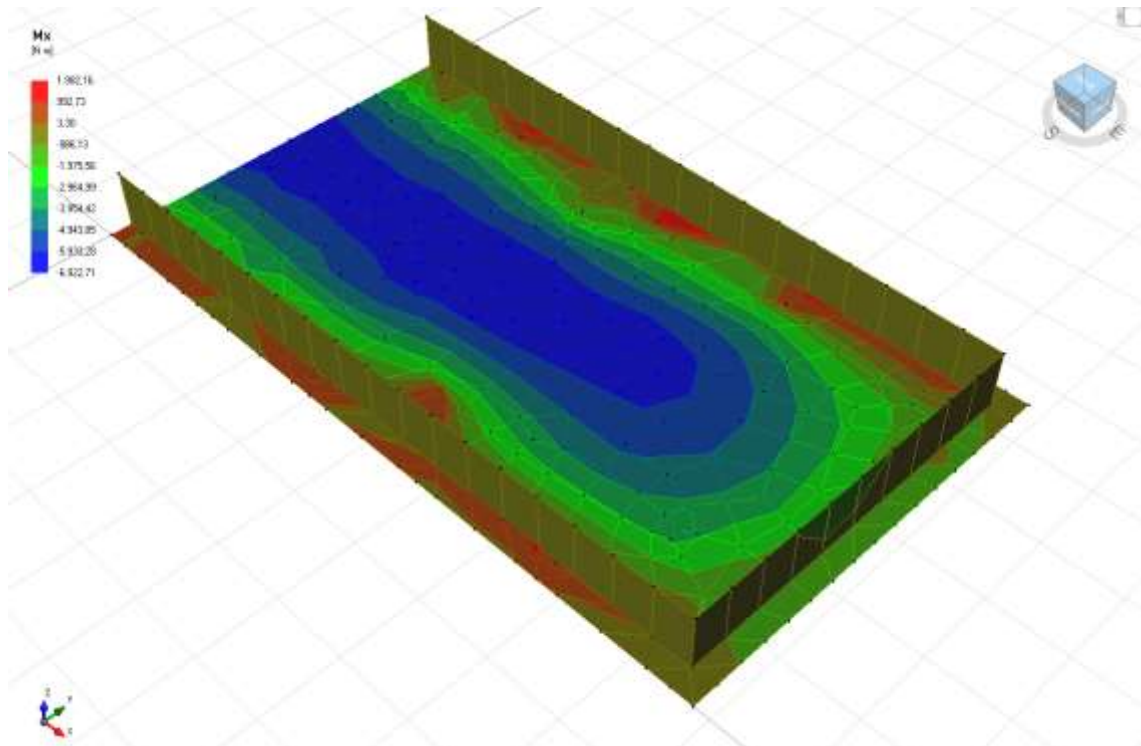
MODELLO DI CALCOLO

SLV

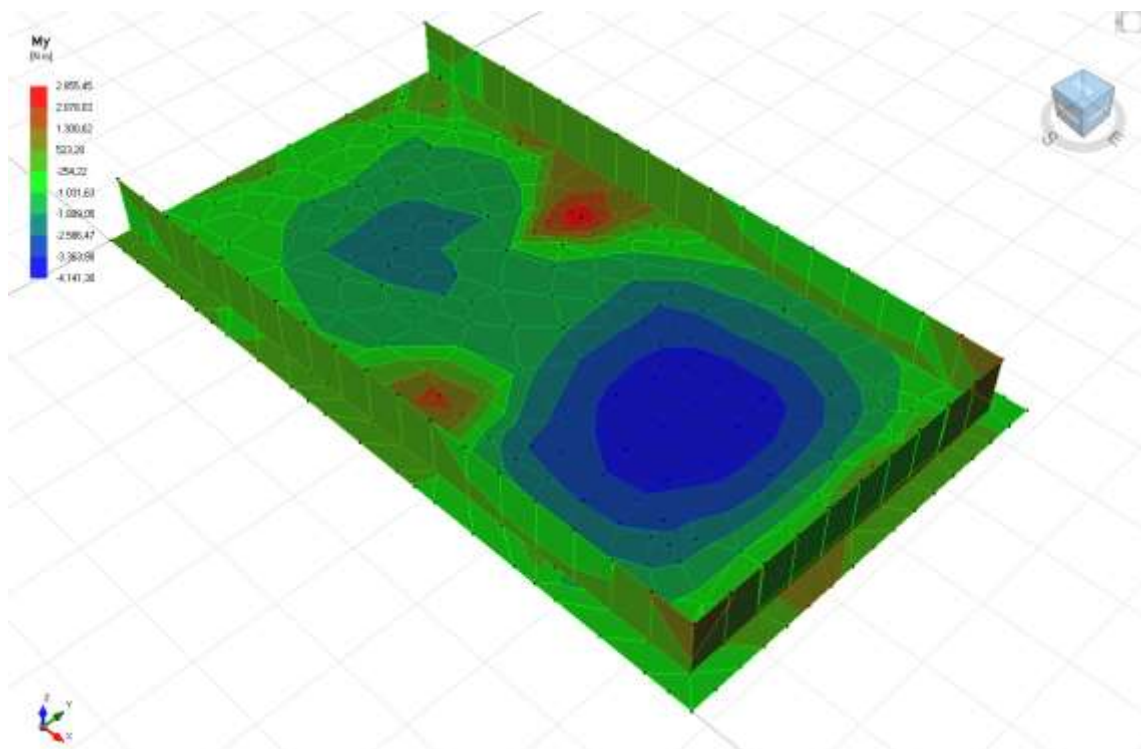


PRESSIONI DI CONTATTO $p_{max,SLV} = 0,02$ [N/mm²]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

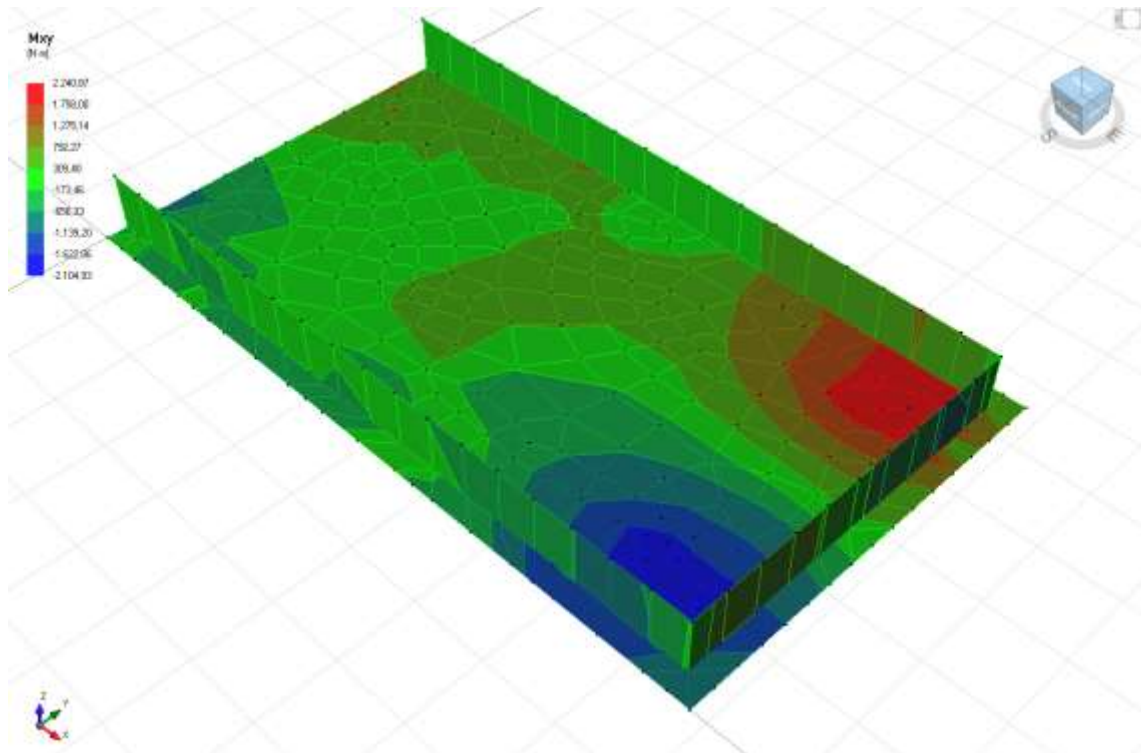


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLV,x}| = 6,92$ [kNm/m]

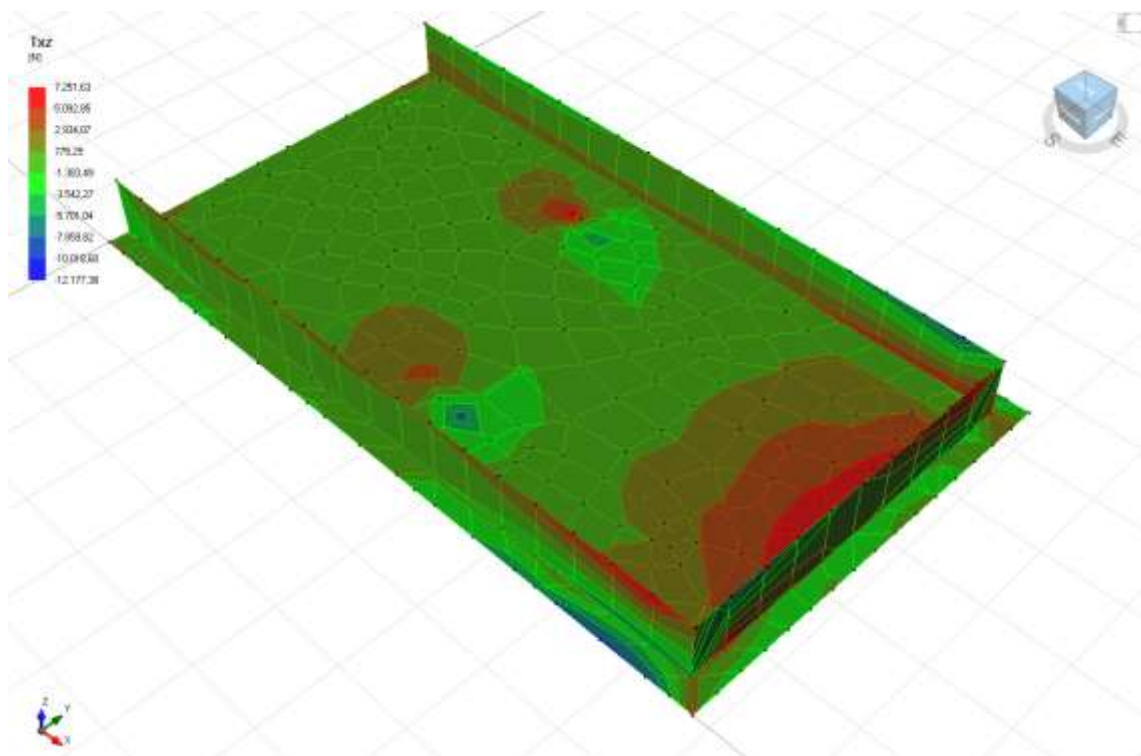


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLV,y}| = 4,14$ [kNm/m]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

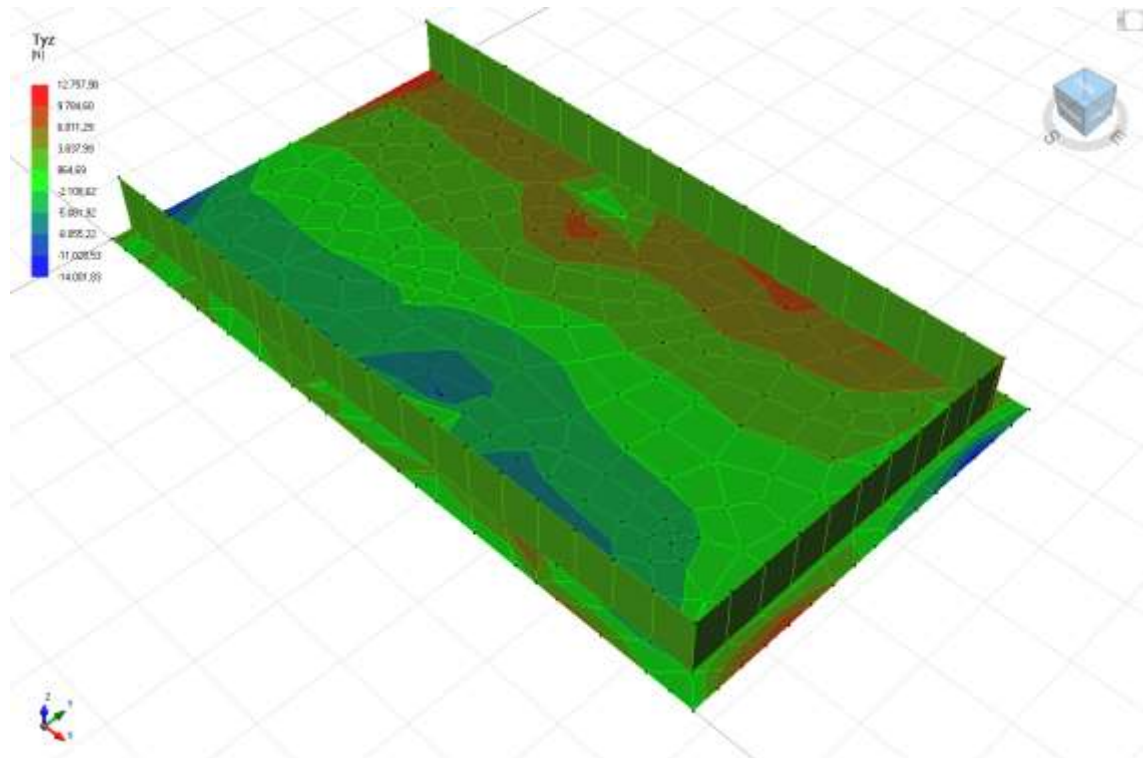


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLV,xy}| = 2,24 \text{ [kNm/m]}$



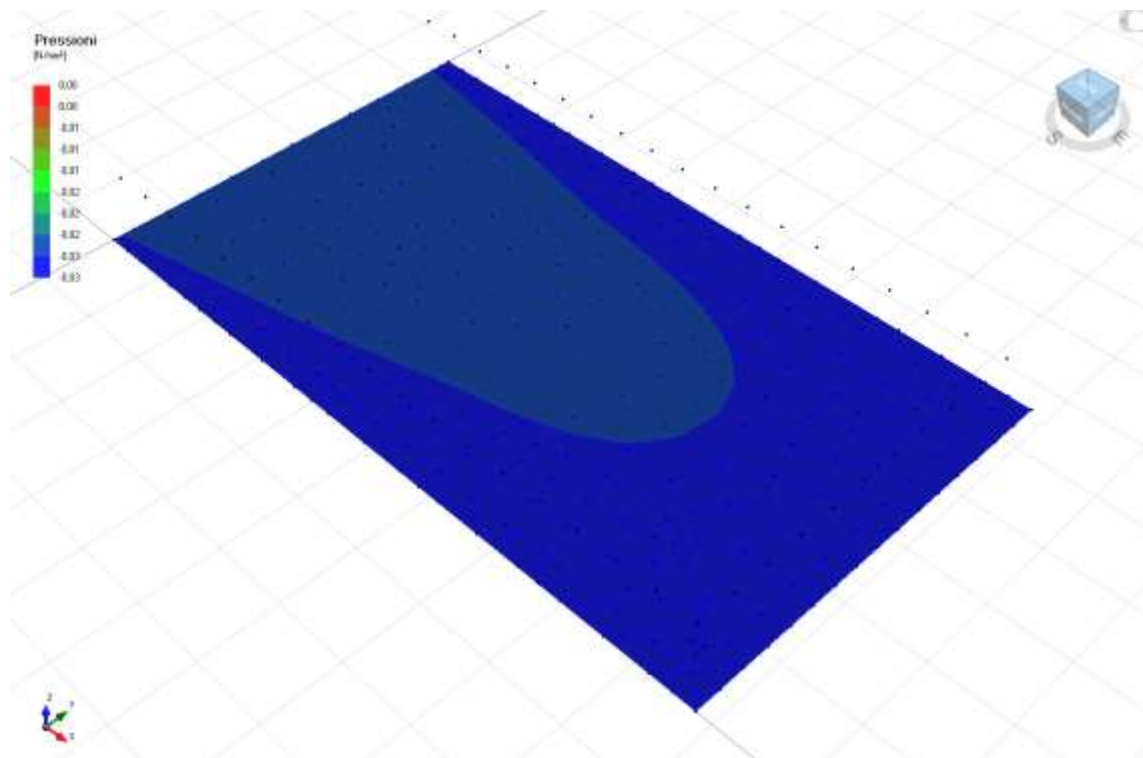
TAGLIO SOLLECITANTE $|T_{SLV,xz}| = 12,18 \text{ [kN/m]}$

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO



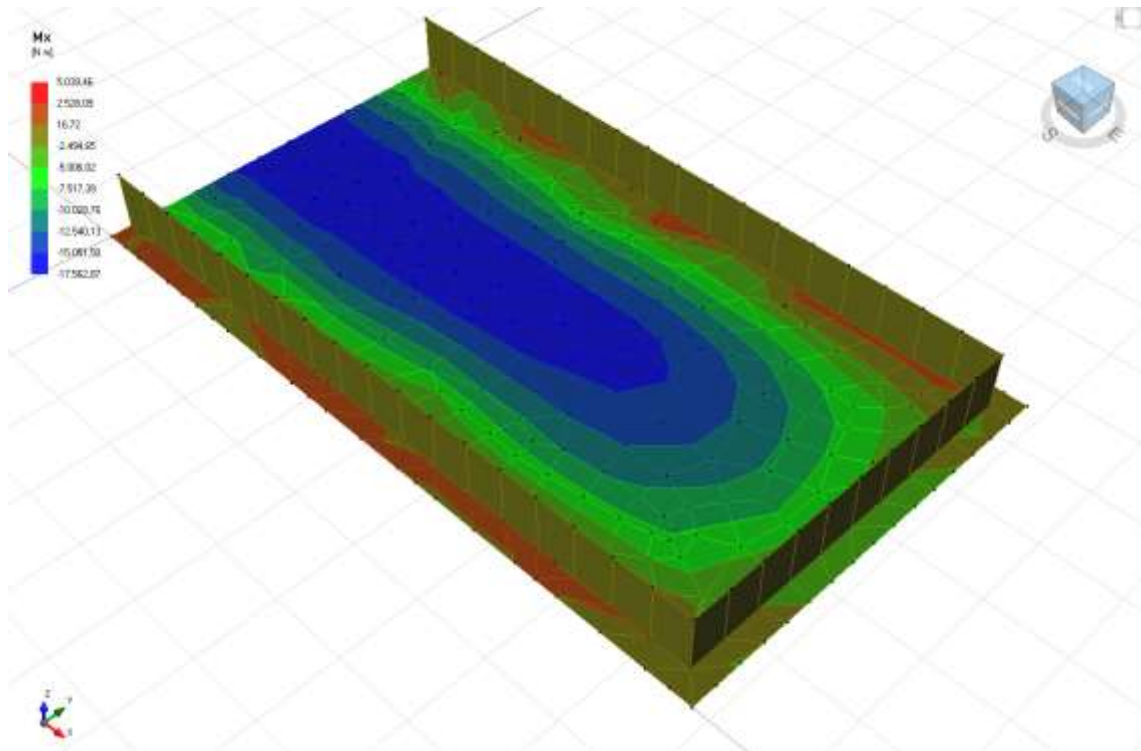
TAGLIO SOLLECITANTE $|T_{SLV,yz}| = 14,00$ [kN/m]

SLU

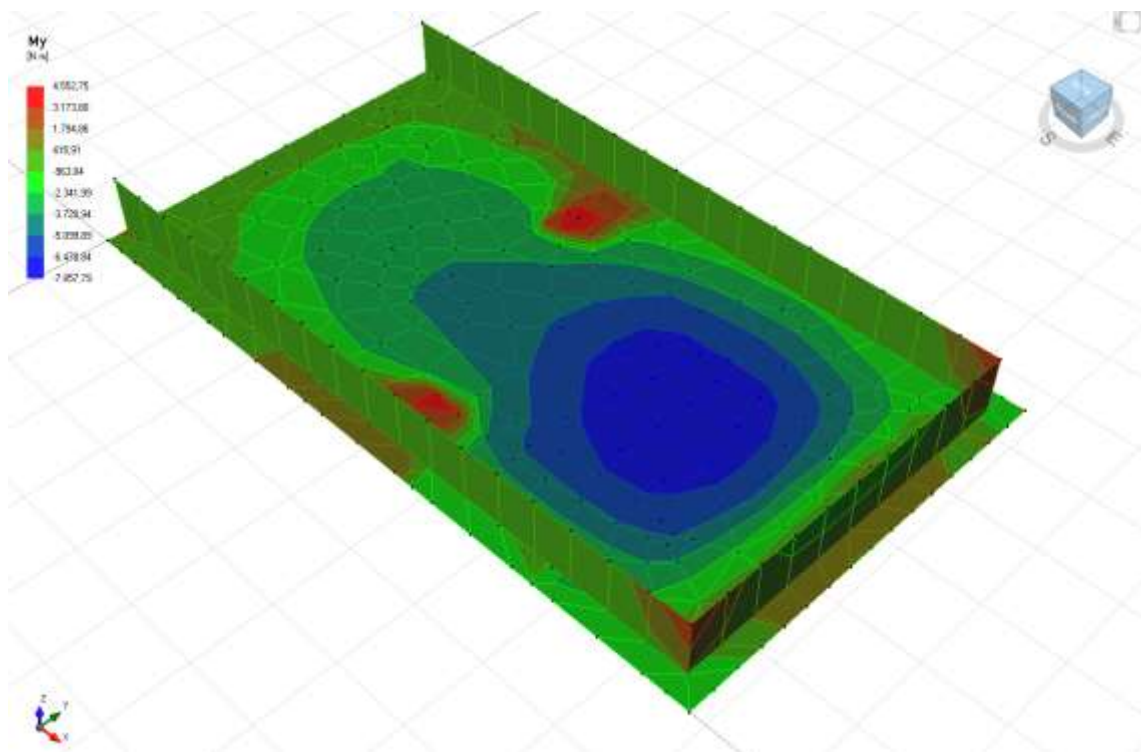


PRESSIONI DI CONTATTO $p_{max,SLU} = 0,03$ [N/mm²]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

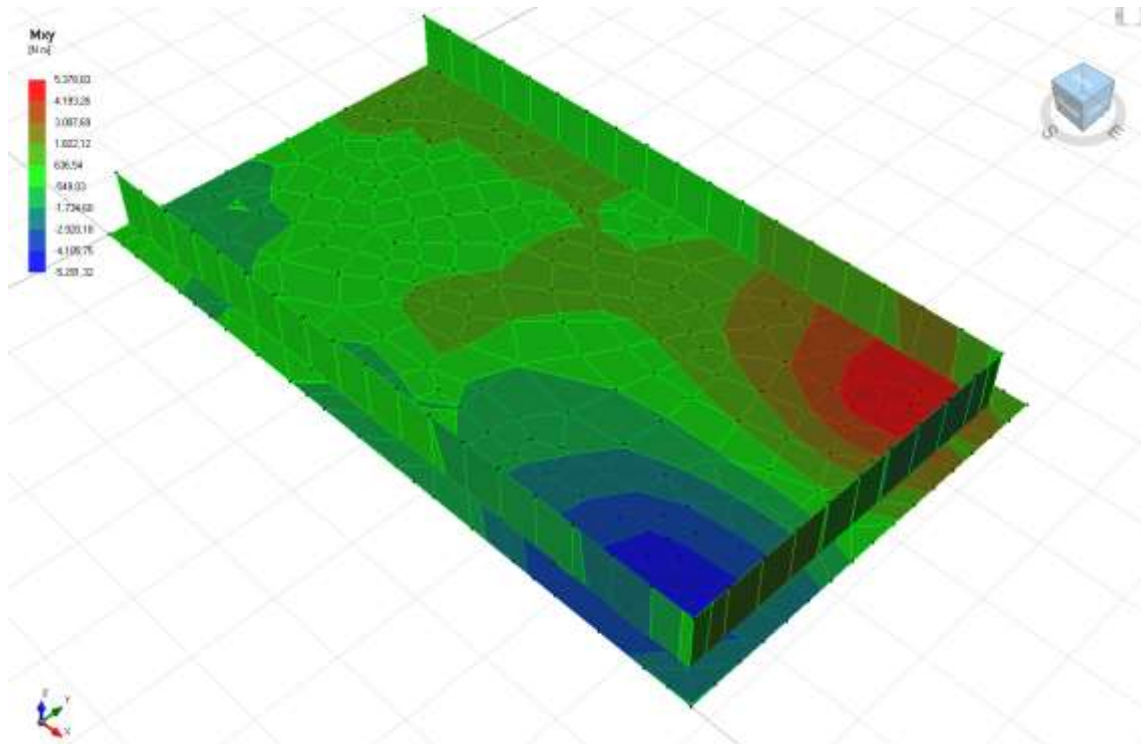


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLU,x}| = 17,56$ [kNm/m]

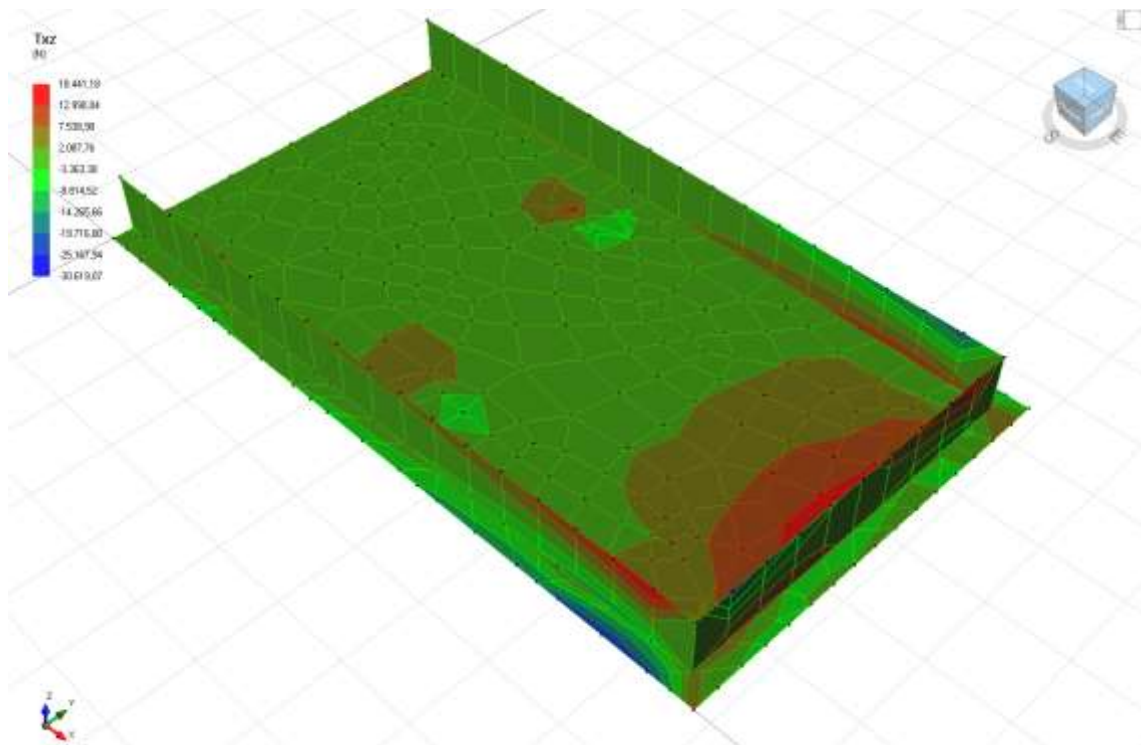


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLU,y}| = 7,86$ [kNm/m]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

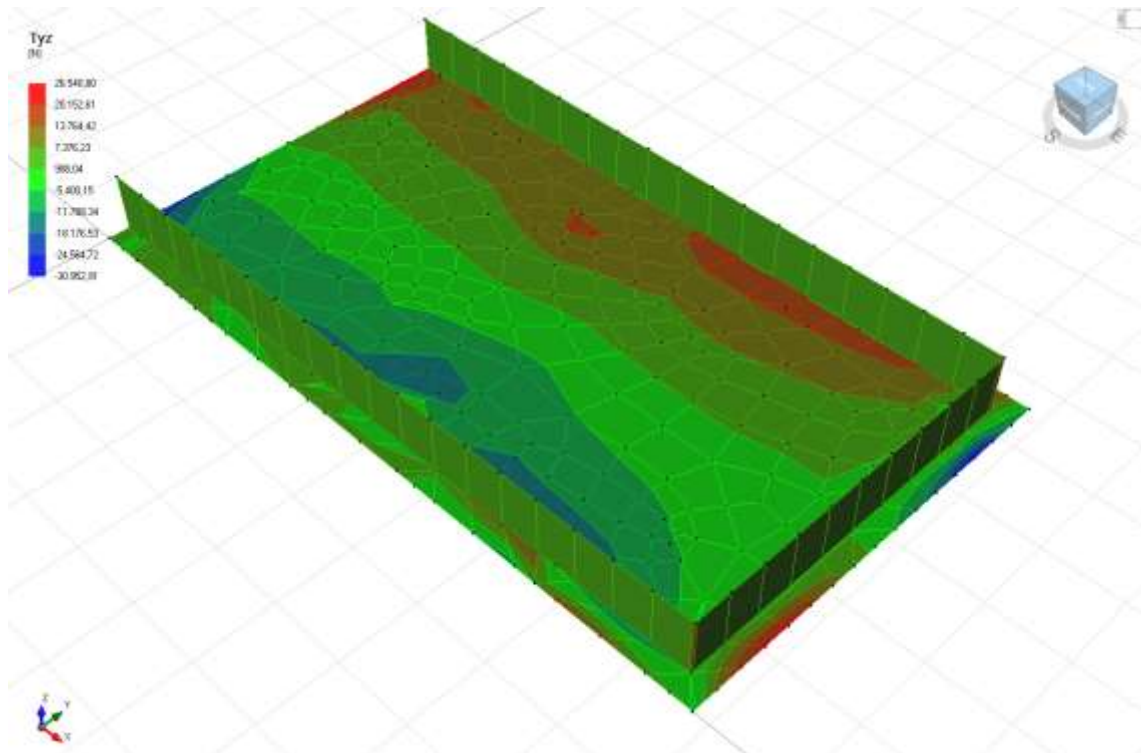


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLU,xy}| = 5,38 \text{ [kNm/m]}$



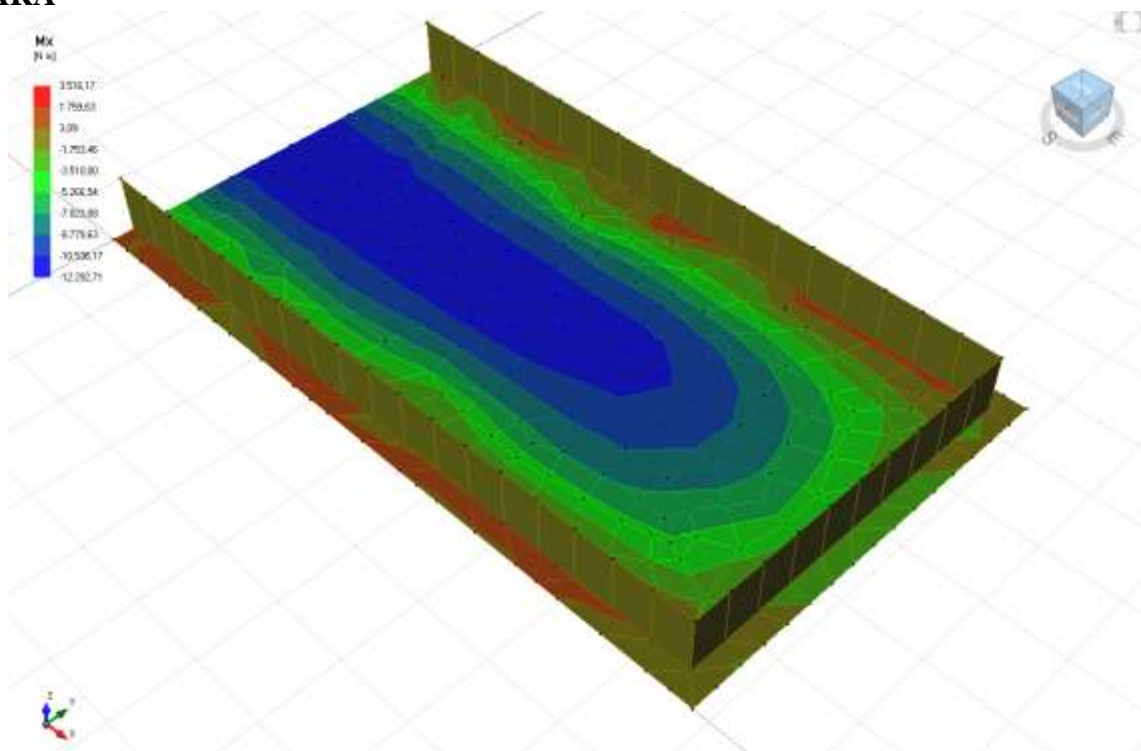
TAGLIO SOLLECITANTE $|T_{SLU,xz}| = 30,62 \text{ [kN/m]}$

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO



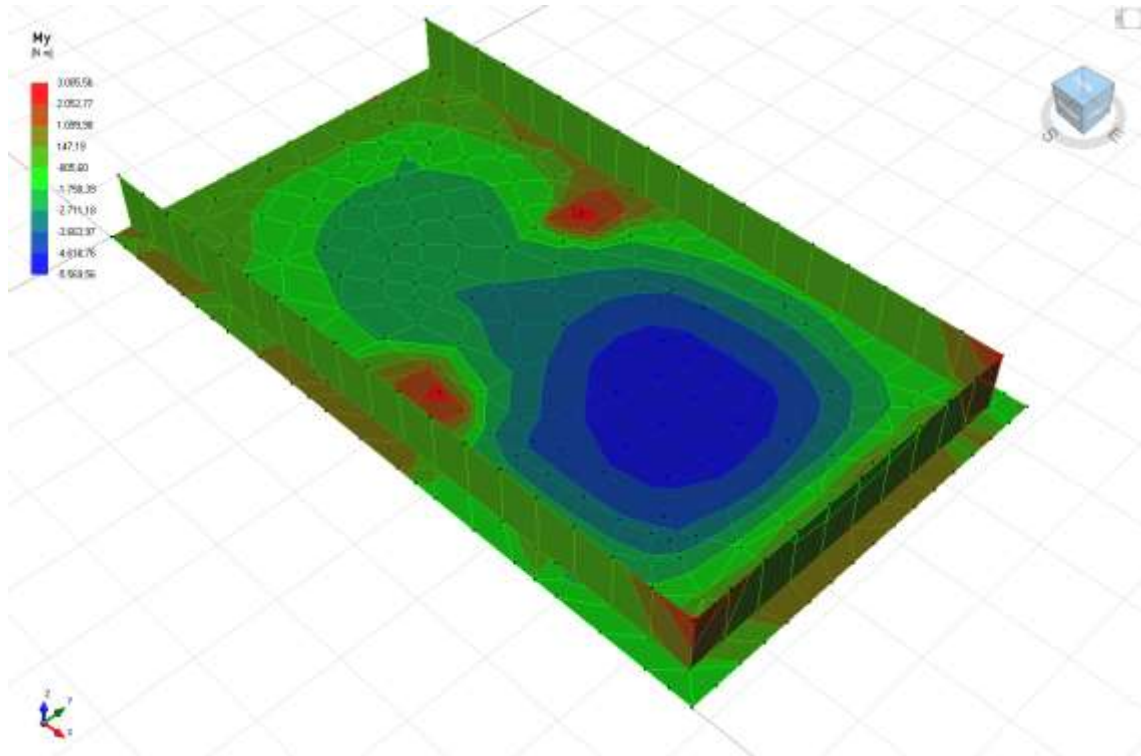
TAGLIO SOLLECITANTE $|T_{SLU,yz}| = 30,95$ [kN/m]

SLE RARA



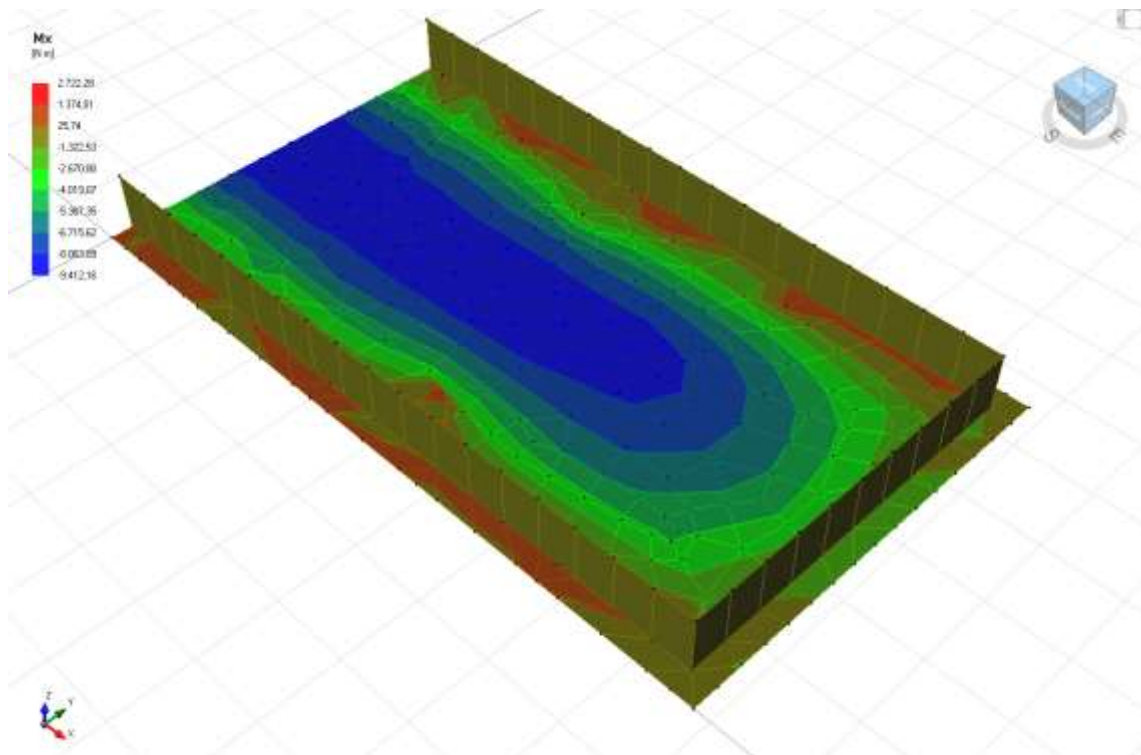
MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEr,x}| = 12,29$ [kNm/m]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO



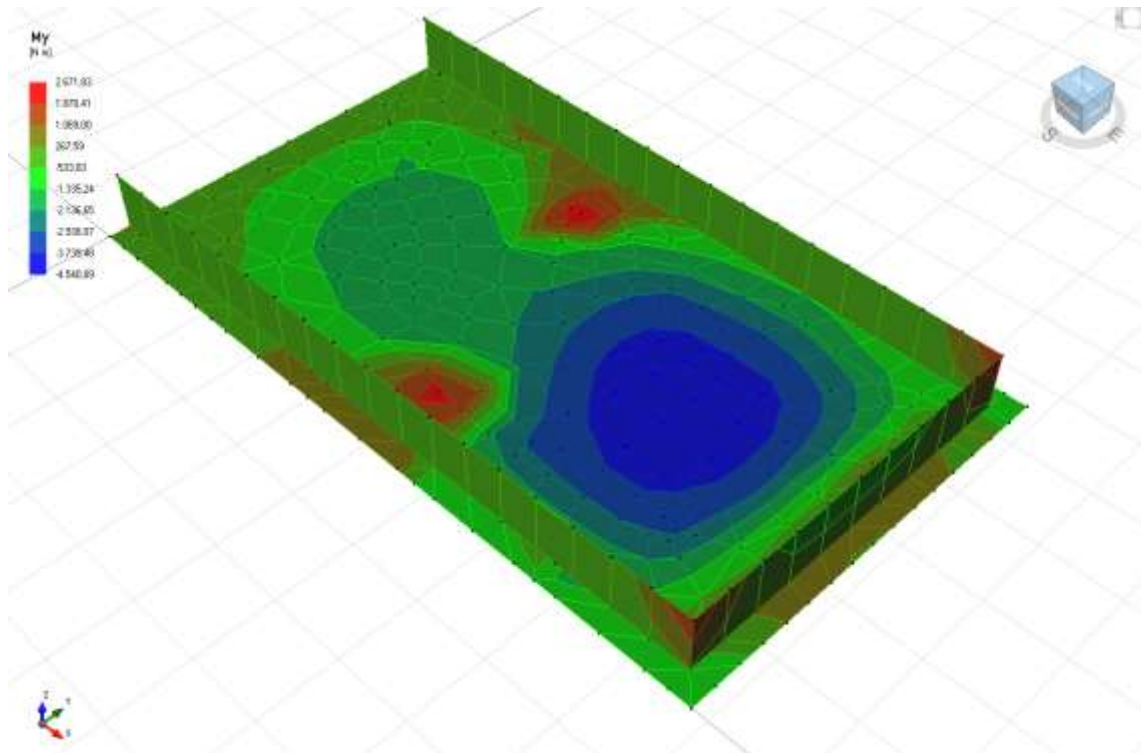
MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEr,y}| = 5,57$ [kNm/m]

SLE FREQUENTE



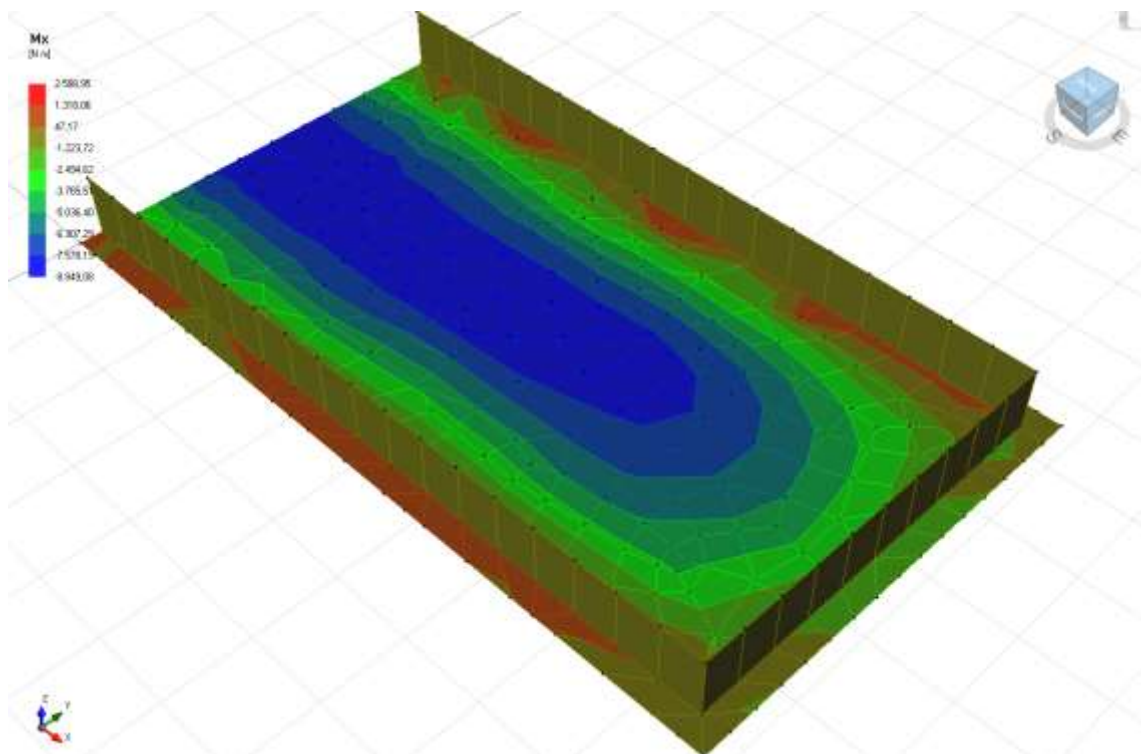
MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEf,x}| = 9,41$ [kNm/m]

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

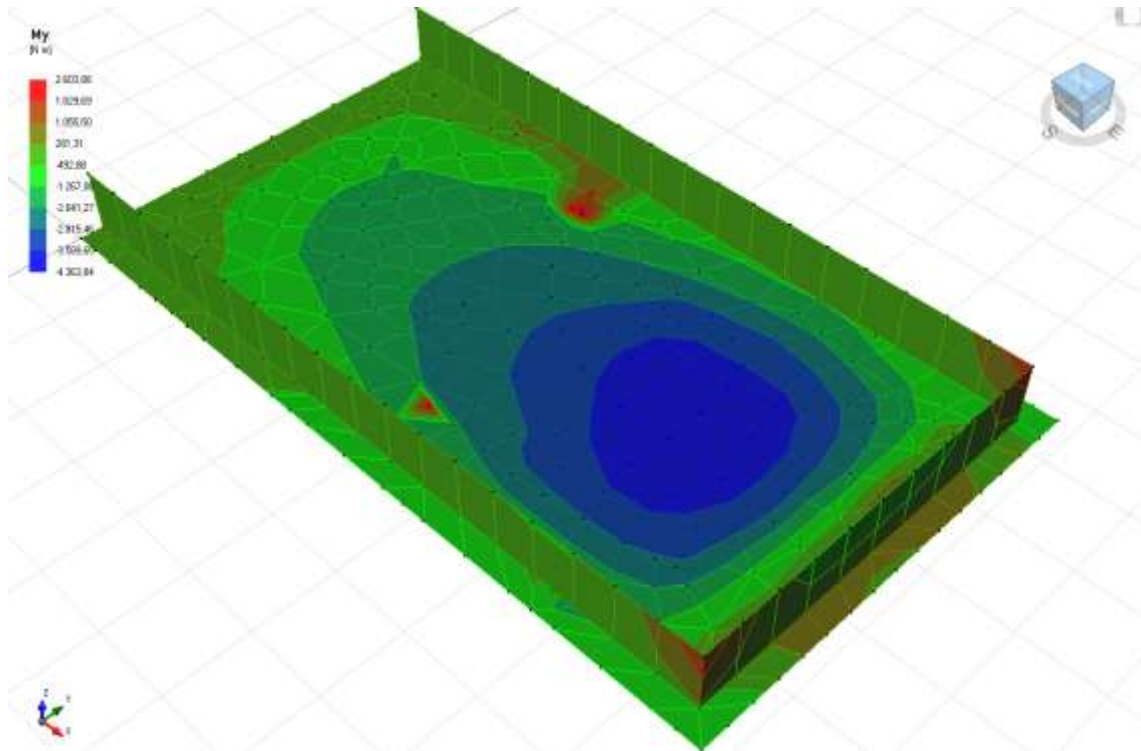


MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEf,y}| = 4,54$ [kNm/m]

SLE QUASI PERMANENTE



MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEqp,x}| = 8,85$ [kNm/m]



MOMENTO SOLLECITANTE $|M_{SLEqp,x}| = 4,36$ [kNm/m]

Muretti perimetrali sp.30cm

In merito ai muretti di contenimento perimetrali, le azioni massime sollecitanti allo SLU sono le seguenti:

$$M_{sd,max} = 8,54 \text{ [kNm/m]}$$

$$V_{sd,max} = 14,81 \text{ [kN/m]}$$

Si specifica che le azioni sono state determinate amplificando la spinta del cono di terreno a monte del muro, al fine di considerare le azioni sismiche, secondo l'approccio proposto da Mononobe – Okabe mediante i seguenti parametri:

$$k_h = 0,0164$$

$$k_v = 0,0082$$

8. VERIFICHE

Le platee prima analizzate dovranno essere quantomeno dotate della armatura minima da normativa che al cap.7.2.5 prescrive di inserire su ciascun lato almeno il 0,1% della sezione trasversale della platea. Per il caso in esame si sceglie di inserire almeno 1Φ12/25cm su ciascuna faccia in entrambe le direzioni.

Le conseguenti verifiche a flessione risultano verificate in quanto:

The screenshot shows a software interface for structural analysis. It includes a table for section data, material properties for B450C and C25/30, and various calculation parameters and results.

N°	h [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	4,52	6,3
			2	4,52	33,7

Materiali

B450C		C25/30	
E_{su}	67,5 %	E_{c2}	2 %
f_{yd}	391,3 N/mm²	E_{cu}	3,5
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	14,17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9,75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	T_{co}	0,6
		T_{c1}	1,829

Calcolo MEd

$M_{sEd} = 66,19$ kNm

$\sigma_c = -14,17$ N/mm²

$\sigma_s = 391,3$ N/mm²

$\epsilon_c = 3,5$ ‰

$\epsilon_s = 34,86$ ‰

$d = 33,7$ cm

$\lambda = 3,075$ $\lambda/d = 0,09124$

$\delta = 0,7$

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

Tipo flessione: Retta, Deviata

N° rett. 100

Calcola MEd **Dominio M-N**

$L_0 = 0$ cm **Col. modello**

Precompresso

$$M_{rd,max} = 66,19 \text{ [kNm/m]} > M_{sd,max} = 28,63 \text{ [kNm/m]} \rightarrow \text{Verificato}$$

Le verifiche a taglio, non prevedendo specifiche armature, risultano essere le seguenti:

TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI secondo D.M. 17-01-2018

E' consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo sproviste di armature trasversali resistenti a taglio.

Larghezza minima della sezione:

$$b_w = 1000 \text{ [mm]}$$

Altezza della sezione:

$$h = 400 \text{ [mm]}$$

Altezza utile della sezione:

$$d = 0,825 \times h = 330 \text{ [mm]}$$

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo:

$$f_{ck} = 25 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Coefficiente:

$$k = 1 + (200 / d)^{1/2} = 1,7785 \leq 2$$

Resistenza unitaria minima al taglio:

$$v_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,415067 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Area delle barre d'armatura longitudinali tese:

$$A_{sl} = 452 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa:

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w \times d) = 0,0014 \text{ [adim]} \leq 0,02$$

Coefficiente di sicurezza relativo al calcestruzzo (funzione dello stato limite considerato):

$$\gamma_c = 1,5$$

Resistenza al taglio:

$$V_{rd} = (0,18 \times k (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c) \times b_w \times d \geq v_{min} \times b_w \times d$$

$$V_{rd} = 106,15 \quad ? \geq ? \quad 136,97 \text{ [kN]}$$

$$V_{rd} = 136,97 \text{ [kN]}$$

$$V_{rd,max} = 136,97 \text{ [N/m]} > V_{sd,max} = 46,96 \text{ [kN/m]} \rightarrow \text{Verificato}$$

Le verifiche in esercizio, oltre alla limitazione delle tensioni, prevedono la limitazione della apertura nelle combinazioni di carico frequente e quasi permanente. Sulla base delle azioni interne sollecitanti, di seguito riportiamo le rispettive verifiche.

S.L.FESSURAZIONE secondo NTC2018 + CIRC. ESPLICATIVA

Caratterizzazione geometrica della sezione:

$h =$	400	[mm]	altezza della sezione rettangolare
$b =$	1000	[mm]	base della sezione rettangolare
$c =$	45	[mm]	copriferro
$\Phi_{st} =$	12	[mm]	diametro della staffatura
$n'_{barre} =$	4	[adim]	n° barre disposte al lembo superiore
$\Phi' =$	12	[mm]	diametro delle barre longitudinali disposte al lembo superiore
$A_s' =$	452	[mm ²]	area complessiva delle armature disposte al lembo superiore
$d' =$	63	[mm]	altezza utile barre d'armatura superiori
$\beta =$	1,00	[adim]	rapporto tra A_s' e A_s
$n_{barre} =$	4	[adim]	n° barre disposte al lembo inferiore
$\Phi =$	12	[mm]	diametro delle barre longitudinali disposte al lembo inferiore
$A_s =$	452	[mm ²]	area complessiva delle armature disposte al lembo inferiore
$d =$	337	[mm]	altezza utile barre d'armatura inferiori
$\rho_s =$	0,0011	[adim]	rapporto geometrico di armatura appartenente al lembo inferiore

Caratterizzazione meccanica sezione:

$\alpha_e =$	15	[adim]	coefficiente di omogeneizzazione
$f_{ck} =$	25	[N/mm ²]	resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$f_{ctm} =$	2,56	[N/mm ²]	resistenza media a trazione semplice per classi \leq C50/60
$E_s =$	210000	[N/mm ²]	modulo elastico delle barre d'armatura

Posizione dell'asse neutro - flessione semplice - sezione parzializzata:

$$y_n = 61 \quad [\text{mm}]$$

Momento d'inerzia della sezione parzializzata omogeneizzata calcolato rispetto all'asse neutro:

$$I_{y_n^*} = 5,92E+08 \quad [\text{mm}^4]$$

Momento sollecitante:

$$M_{freq} = 13,03 \quad [\text{kN/m}] \quad M_{qperm} = 11,71 \quad [\text{kN/m}]$$

Tensione nelle barre d'armatura inferiori:

$$\sigma_{s,freq} = 91 \quad [\text{N/mm}^2] \quad \sigma_{s,qperm} = 82 \quad [\text{N/mm}^2]$$

Fattore dipendente dalla durata dei carichi

$$k_t = 0,4 \quad [\text{adim}] \quad (0,6 \text{ per carichi di breve durata; } 0,4 \text{ per carichi di lunga durata})$$

**OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO**

Area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria:

$$\begin{aligned} 2,5 (h - d) &= 157,5 & [\text{mm}] \\ (h - y_n) / 3 &= 113 & [\text{mm}] \\ h / 2 &= 200 & [\text{mm}] \end{aligned}$$

$$h_{c,eff} = 113 \quad \text{altezza efficace dell'area di calcestruzzo attorno alle barre}$$

$$A_{c,eff} = 112888 \quad [\text{mm}^2]$$

Rapporto geometrico d'armatura efficace tesa:

$$\rho_{eff} = 0,0040 \quad [\text{adim}]$$

Tensione nell'armatura all'atto della fessurazione:

$$\sigma_{s,cr} = 271,54 \quad [\text{N/mm}^2]$$

Valutazione della differenza tra lo stato deformativo medio delle barre d'armatura sotto la combinazione di carico pertinente e la deformazione media del calcestruzzo tra le fessure:

$$\text{Combinazione frequente:} \quad \epsilon_{sm} = -0,00086 \geq 0,00026$$

$$\text{Combinazione quasi permanente:} \quad \epsilon_{sm} = -0,000904 \geq 0,000234$$

$$\text{Distanza reciproca tra i baricentri delle barre di armatura tese:} \quad 295,3333 \quad [\text{mm}]$$

Distanza limite tra le barre d'armatura tese affinché le si possa considerare "con baricentri ragionevolmente vicini":

$$5 (c + \Phi/2) = 255 \quad [\text{mm}]$$

Distanza massima tra le fessure

$$k_3 = 3,4 \quad [\text{adim}]$$

$$k_1 = 0,8 \quad [\text{adim}] \quad \text{per barre ad aderenza migliorata}$$

$$k_2 = 0,5 \quad [\text{adim}] \quad (0,5 \text{ per flessione; } 1,0 \text{ per trazione pura)}$$

$$k_4 = 0,425 \quad [\text{adim}]$$

$$\text{per barre vicine:} \quad \Delta_{sm} = 662 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{per barre spaziate:} \quad \Delta_{sm} = 440 \quad [\text{mm}]$$

Ampiezza delle fessure:

$$\begin{array}{ccccccc} \Delta_{sm} & & \epsilon_{sm} & & W_{k, \text{freq}} & & W_3 \\ [\text{mm}] & & [\text{adim}] & & [\text{mm}] & & [\text{mm}] \\ 440 & \times & 0,000260 & = & 0,195 & \leq & 0,40 \quad \text{ok} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \Delta_{sm} & & \epsilon_{sm} & & W_{k, \text{qperm}} & & W_2 \\ [\text{mm}] & & [\text{adim}] & & [\text{mm}] & & [\text{mm}] \\ 440 & \times & 0,000234 & = & 0,175 & \leq & 0,30 \quad \text{ok} \end{array}$$

OPERE ACCESSORIE AL NUOVO POZZO MIGIANDONE IN COMUNE DI ORNAVASSO (VB), FRAZ. MIGIANDONE
PROGETTO ESECUTIVO

I muretti perimetrali di contenimento del terreno di rinterro, dotati di spessore pari a 30cm, sono stati verificati come segue:

- flessione

The screenshot displays a software interface for structural analysis. It includes several data tables and control panels:

- Table 1 (Left):**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30
- Table 2 (Right):**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	4,52	5,1
2	4,52	24,9
- Materials Panel (Bottom Left):**
 - B450C: $E_{su} = 67,5$ %, $f_{yd} = 391,3$ N/mm², $E_s = 200.000$ N/mm², $F_{t}/E_c = 15$, $\epsilon_{spd} = 1,957$ ‰, $\sigma_{y,adm} = 255$ N/mm²
 - C25/30: $\epsilon_{c2} = 2$ ‰, $E_{cu} = 3,5$, $f_{cd} = 14,17$, $f_{co}/f_{cd} = 0,8$, $\sigma_{c,adm} = 9,75$, $T_{co} = 0,6$, $T_{cl} = 1,829$
- Calculation Results (Right):**
 - $M_{x/d} = 48,52$ kNm
 - $\sigma_c = -14,17$ N/mm²
 - $\sigma_s = 391,3$ N/mm²
 - $\epsilon_c = 3,5$ ‰
 - $\epsilon_s = 24,81$ ‰
 - $d = 24,9$ cm
 - $x = 3,079$, $x/d = 0,1236$
 - $\delta = 0,7$
- Controls (Right):**
 - Tipo Sezione: Rettang. re, a T, Rettangoli, Trapezi, Circolare, Coord.
 - Metodo di calcolo: S.L.U., Metodo n
 - Tipo Sezione: Flessa, Deviata
 - N° rett. 100
 - Calcola MRd, Dominio M-N
 - L₀ 0 cm, Col. modello
 - Precompresso

$$M_{sd} = 8,54 < M_{rd} = 48,52 \text{ [kNm/m] verificato}$$

- taglio

TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI secondo D.M. 17-01-2018

E' consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo sproviste di armature trasversali resistenti a taglio.

Larghezza minima della sezione:

$$b_w = 1000 \text{ [mm]}$$

Altezza della sezione:

$$h = 300 \text{ [mm]}$$

Altezza utile della sezione:

$$d = 0,825 \times h = 247,5 \text{ [mm]}$$

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo:

$$f_{ck} = 25 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Coefficiente:

$$k = 1 + (200 / d)^{1/2} = 1,8989 \leq 2$$

Resistenza unitaria minima al taglio:

$$v_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} = 0,457934 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Area delle barre d'armatura longitudinali tese:

$$A_{sl} = 452 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa:

$$\rho_l = A_{sl} / (b_w \times d) = 0,0018 \text{ [adim]} \leq 0,02$$

Coefficiente di sicurezza relativo al calcestruzzo (funzione dello stato limite considerato):

$$\gamma_c = 1,5$$

Resistenza al taglio:

$$V_{rd} = (0,18 \times k (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c) \times b_w \times d \geq v_{min} \times b_w \times d$$

$$V_{rd} = 93,56 \quad ? \geq ? \quad 113,34 \text{ [kN]}$$

$$V_{rd} = 113,34 \text{ [kN]}$$

$$V_{sd} = 14,81 < V_{rd} = 113,34 \text{ [kNm/m]} \text{ verificato}$$

Nel caso in cui dovessero essere progettualmente modificati i carichi gravanti sulla platea di fondazione, quest'ultima dovrà essere oggetto di nuova verifica.

9. DICHIARAZIONE

Si attesta che le presenti strutture sono state calcolate e verificate a norma delle vigenti disposizioni di legge D.M. 17.01.2018 – “Norme tecniche per le costruzioni” e che gli elaborati grafici allegati alla presente sono completi e permetteranno la realizzazione delle strutture in progetto in tutte le loro parti.

Milano, marzo 2023

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

Ha collaborato:

Dott. Ing. Chiara Moscardini