Comune di Sant'Arcangelo Trimonte

Provincia di Benevento



PROGETTO ESECUTIVO

"Interventi di Messa in Sicurezza Operativa della discarica di località Nocecchia, Comune di S. Arcangelo Trimonte (BN), ai sensi dell'art. 240, comma 1, lettera n) del D.lgs. 152/2006 e s.m.i."

Committente :

REGIONE CAMPANIA

Il Responsabile Unico del Procedimento:

ing. Gianluigi Della Ragione

Studio di progettazione :

IMPERIA SOCIETÀ DI INGEGNERIA

IMPERIA S.R.L.
84128 SALERNO
Via Antonio Iannuzzi, 35
tel. 348 549 4302

e-mail: info@imperiaingegneria.com
www.imperiaingegneria.com
Imperia Ingegneria
imperia_ingegneria

TÜV SÜD ISO 9001
ISO 9001:2015
Nr. 50 100 16636

ing. Egidio Grillo
(Direttore tecnico)

IMPERIA S.r.l.
Il Direttore Tecnico
ingegnere Egidio Grillo

ELABORATO

Relazione di calcolo strutturale

CODIFICA

prog.	categoria	sottocatgoria	progress.	revisione	data	scala	plot
PE	STR	RS	001	A	04/2026	----	A4

rev	data	descrizione	redatto	approvato
a	04/2026	EMISSIONE	EG	EG
b				
c				
d				
e				

Il presente documento non potrà essere riprodotto, copiato o altrimenti pubblicato senza il consenso scritto da parte di Imperia srl. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguitato a norma di legge.

SOMMARIO

1 Premessa 3
2 Classificazione area d'intervento 4
2.1 Categorie di suolo di fondazione - § 3.2.2 D.M. 17.01.2018 4
2.2 Categoria del sottosuolo 4
2.3 Categoria topografica 5
3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO 6
4 Concezione strutturale 8
5 Unità di misura e simbologia 9
6 Misura della sicurezza 9
6.1 Criteri di calcolo 9
6.2 Coefficienti parziali dei carichi 9
6.3 Coefficienti parziali dei materiali degli elementi bidimensionali in cemento armato 10
6.4 Coefficienti di combinazione dei carichi permanenti, variabili 10
7 Schematizzazione della struttura 12
7.1 Il modello della struttura 12
8 Azioni 13
8.1 Carichi permanenti e variabili 13
8.1.1 Peso proprio della struttura 13
8.1.2 Carichi permanenti e variabili unitari agenti sui solai (P.to 3.1 DM 17/01/2018) 13
8.2 Forze indotte dalla pressione del liquido 14
8.3 Azione della neve 14
8.4 Ripartizione dei carichi unitari dei solai 14
8.5 Tipizzazione di carichi 14
8.6 Sistema di masse corrispondenti alle azioni statiche 15
8.6.1 Distribuzione accidentale delle masse 15
8.7 Condizioni di carico 15
8.8 Le combinazioni di carico 18
9 Legami costitutivi 21
9.1 Elementi bidimensionali 21
9.1.1 Conglomerato cementizio 21
9.1.2 Acciaio da cemento armato 21

9.1.3 Rete elettrosaldata per elementi in c.a. e c.a.p. 22
10 Rappresentatività del modello 23
11 Analisi condotta con ausilio di elaboratore 24
11.1 Tipo di analisi svolta 24
12 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo 25
13 Affidabilità dei codici utilizzati 26
14 Validazione dei codici 26
15 Presentazione dei risultati delle analisi 26
15.1 Risultati della analisi statica 26
15.2 Risultati dell'analisi modale 26
16 Progetto degli elementi piani in cemento armato 28
16.1 Generalità 28
16.2 Nota su EasyWall 28
16.3 Criteri di calcolo 28
16.4 Diagrammi delle deformate 29
16.5 Diagrammi delle sollecitazioni 35
16.6 Verifiche per lo stato limite ultimo 41
16.7 Verifiche per lo stato limite di esercizio 42
16.7.1 Fessurazione 42
17 Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità 44

1 Premessa

La presente relazione descrive il progetto strutturale del seguente corpo d'opera che si compone dei seguenti elementi strutturali:

TIPO DI OPERA	***ELEMENTI STRUTTURALI***	***MATERIALI***
Platea di fondazione con setti di contenimento anti-sversamento in elevazione	Opera di fondazione diretta: platea di fondazione	Cls: C328/40 classe esposizione XC3 classe di consistenza S4
	Opera in elevazione: setti in c.a.	Acciaio per barre di armatura: Acciaio ad aderenza migliorata, saldabile con marcatura del produttore e del sagomatore in barre 6 mm <= ø <= 50mm) e rotoli (6 mm <= ø 16/mm), reti elettrosaldate e tralicci.

Le platee di fondazione oggetto della presente analisi sono state concepite esclusivamente come elementi di supporto e ancoraggio di serbatoi e silos destinati allo stoccaggio.

Dal punto di vista funzionale, tali strutture:

- assolvono alla funzione di trasferimento dei carichi verticali, derivanti dal peso proprio delle strutture in elevazione e dal contenuto stoccato, considerando, in caso di sversamento, lo scenario più gravoso pari al 100% del contenuto di un singolo serbatoio;
- garantiscono il vincolo alla base mediante sistemi di ancoraggio, al fine di impedire cinematismi indesiderati.

Si precisa che, trattandosi di elementi ricompresi nelle forniture dei serbatoi/silos, i sistemi di ancoraggio potranno essere adeguati e/o sostituiti, rispetto a quanto previsto e verificato negli elaborati grafici, in fase di approvvigionamento in cantiere, in coerenza con le azioni di progetto assunte.

2 Classificazione area d'intervento

I corpi d'opera sorgono nel COMUNE DI SANT'ARCANGELO TRIMONTE ed ha le seguenti coordinate geografiche sessagesimali-decimali, riferite al *Datum ED50* 41, sono:

latitudine	*41.171334 °*
longitudine	14.925083 °

2.1 Categorie di suolo di fondazione - § 3.2.2 D.M. 17.01.2018

Per le opere in progetto è stato assunto un valore della vita nominale pari a VN=50 anni, con **classe d'uso III** (*Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.*) a cui corrisponde un coefficiente d'uso

CU = 1.5

Ne consegue che il periodo di riferimento per l'azione sismica è valutabile come:

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \text{ anni.}$$

La probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R, sono stabilite dalla norma in funzione dei differenti stati limiti. In funzione dei valori del periodo di riferimento V_R e della probabilità di superamento PVR, si definisce il periodo di ritorno T_R mediante la relazione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Una volta individuate le categorie di sottosuolo e topografica per il sito in oggetto, è possibile valutare i coefficienti di amplificazione stratigrafica Ss e Cc e del coefficiente di amplificazione topografica St necessari per modificare l'azione sismica di base.

2.2 Categoria del sottosuolo

Con riferimento alla tabella 3.2.II del D.M. 17 gennaio 2018, il sottosuolo del fabbricato da ristrutturare ricade nella **Categoria C:** *Depositi di terreni a grana fine o grossolana (spesso alluvionali) di spessore significativo, con valori medi di velocità delle onde di taglio (VS,30) compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

2.3 Categoria topografica

Per quanto riguarda le caratteristiche topografiche, essendo l'area caratterizzata da Cresta o spigolo di rilievo con pendenza media maggiore del 15% e altezza minore di 30 metri i≥15°, il sito rientra nella categoria di sottosuolo **categoria T2.**

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Dai risultati ottenuti dalle indagini effettuate precedentemente descritte, con riferimento anche ai dati disponibili ed a quelli indirettamente accertati, per altri lavori nel comprensorio, l'area sotto il profilo geologico si presenta, costituita da limi e argille-sabbiose con uno spessore medio di 5.50÷6.00 m passanti verso il basso ad argille limose con livelli talora argillitici marnosi laminati grigio.

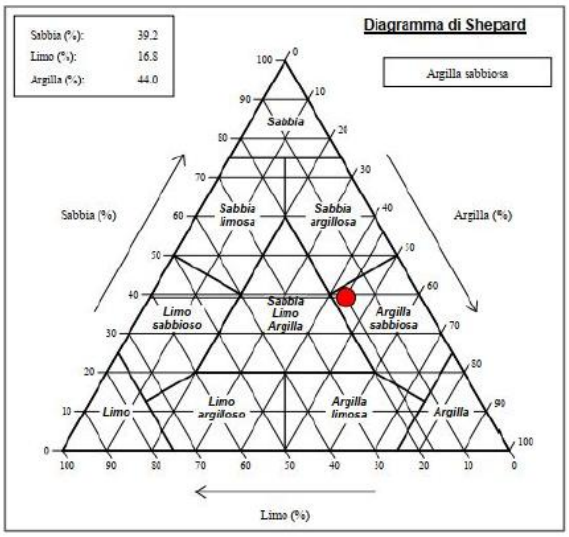
lo schema di sottosuolo al quale, cautelativamente, potersi riferire è così individuabile riportando, in sintesi i parametri di maggiore interesse applicativo:

Profondità media (m dal p.c.)		Coesione Cu (Kpa)	Coesione drenata di picco (Kpa)	Angolo di Attrito di picco (°)	Angolo di Attrito residuo (°)	γ_n (KN/m^3)	Grado di saturazione (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Strato 1	0÷6.00	89	25	28	19	18÷20	95	44	25	18.5
Strato 2	6.00÷15.00	164	35	28	19	17÷18.5	90	44	25	18.5
Strato 3	> 15.00	190	70	27	15	19.00	97	50	27	23

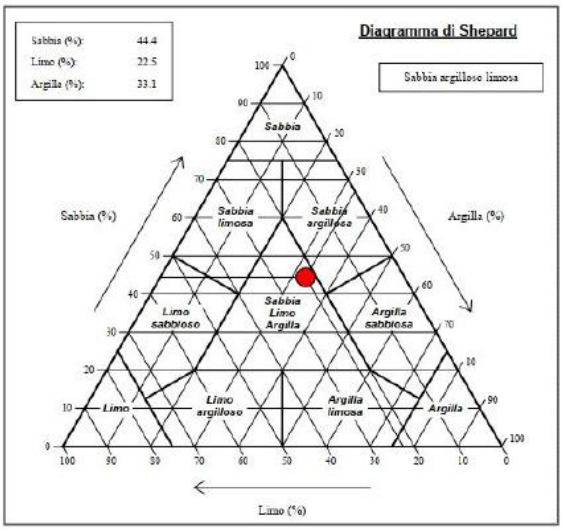
Le proprietà fisico granulometriche dei due campioni prelevati ad una profondità di 2.50 m p.c. in S1-PZ1N e S2-PZ2N, afferenti alla recente campagna di indagine effettuata dalla Geoprove di Lecce (marzo 2026), sono di seguito riportate:

S1-PZ1N	prof. (m dal p.c.)	γ_n (KN/m^3)	γ_s (KN/m^3)	e (%)	n (%)	G (%)	Ghiaia (%)	limo+argilla (%)
C1	2.50÷3.00	16.37	14.02	0.808	44.7	53.4	10.2	60.8
S1-PZ2N	prof. (m dal p.c.)							
C1	2.50÷3.00	17.55	14.02	0.853	46	80	12.3	55.6

I cui valori sono stati inseriti nel grafico di Shepard sia per il campione 1 sia per il campione 2.



Campione 1



Campione 2

La caratterizzazione meccanica dei depositi costituenti la parte alta del versante è stata eseguita da una campagna d'indagine geognostica a corredo del progetto di "Messa in sicurezza e sistemazione finale della discarica di Sant'Arcangelo Trimonte" dal Consorzio di Smaltimento RSU Comuni del Bacino NA3 a mezzo due sondaggi a carotaggio continuo spinti ad una profondità di 20 m dal p.c. con una serie di prove S.P.T.

effettuate lungo la verticale, con il prelievo di numero 5 campioni indisturbati sottoposti a prove geotecniche di laboratorio.

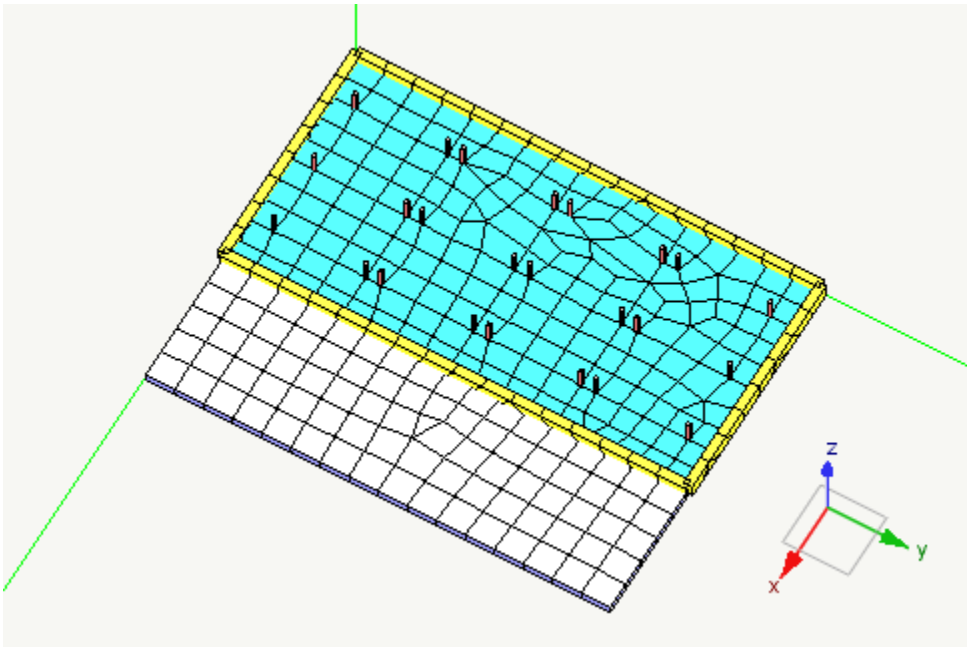
L'insieme dei dati ricavati dalle indagini geologiche e prove geotecniche ha portato alla seguente schematizzazione dei due strati:

prove del 2001	**CONDIZIONI DRENATE**			**CONDIZIONI NON DRENATE**	
Strato 1 prof. m (da 0 a 6.00) dal p.c.	$\gamma_n = 1.70$ T/m3	$\Phi = 10°$	C' = 1.5 kg/cm^2	$\gamma_n = 1.70$ T/m^3	Cu = 1.5 kg/cm^2
Strato 2 prof. m (da 6.00 a 15.00) dal p.c.	$\gamma_n = 1.70$ T/m3	$\Phi = 15°$	C' = 2.0 kg/cm^2	$\gamma_n = 1.70$ T/m^3	Cu = 1.9 kg/cm^2

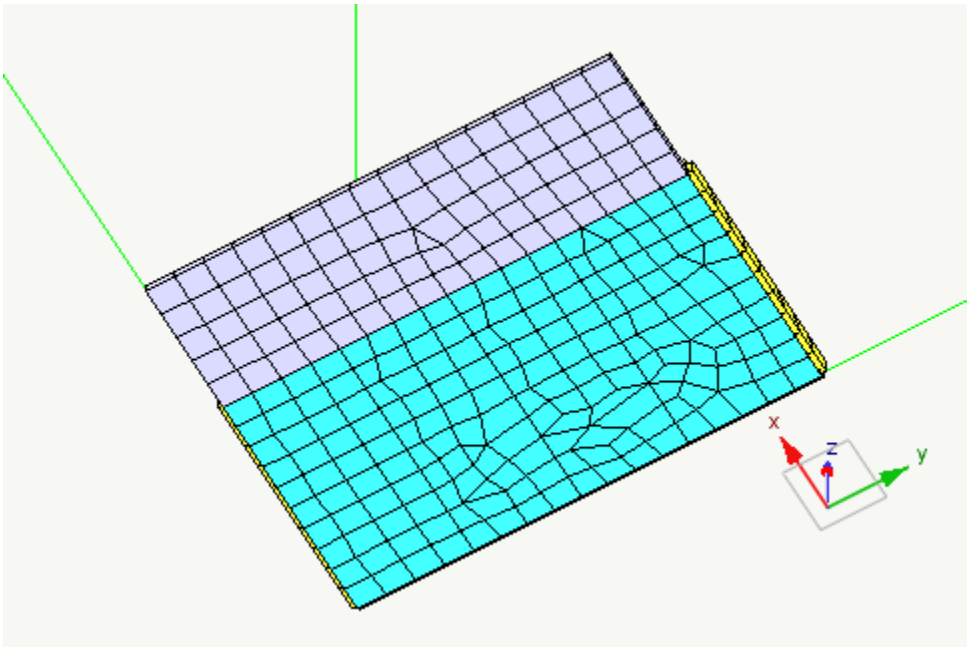
4 Concezione strutturale

In questo capitolo sono indicati i criteri che sono stati alla base della concezione strutturale.

Dal punto di vista strutturale l'edificio in oggetto è realizzato in calcestruzzo armato ed organizzato come strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti.



Vista anteriore



Vista posteriore

5 Unità di misura e simbologia

Nei calcoli della relazione si farà uso di unità di misura congruenti con le unità di misura utilizzate nei programmi di calcolo e verifica utilizzati, nella fattispecie quelle utilizzate nel programma Nòlian:

per i carichi:	kg/cm
per i momenti:	kgxcm
per i tagli e sforzi normali:	kg
per le tensioni:	kg/cm^2
per gli spostamenti	cm

6 Misura della sicurezza

In questo capito sono indicati i criteri adottati per le misure della sicurezza.

6.1 Criteri di calcolo

I calcoli e le verifiche sono condotti con il *criterio semiprobabilistico degli stati limite* secondo i metodi indicati nelle norme indicate nel capitolo Normative Applicate.

6.2 Coefficienti parziali dei carichi

Si riportano i coefficienti di combinazione utilizzati

	$\gamma 1$	$\gamma 2$	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$	$\psi 3$
Combinazione	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanente	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Permanente non strutt.	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismico SLV	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismico SLD	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismico SLO	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sismico SLC	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Torcente SLV	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Torcente SLD	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Torcente SLO	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Torcente SLC	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cat. A: Residenziale	1.5	1.0	0.7	0.5	0.3	0.3
Cat. B: Uffici	1.5	1.0	0.7	0.5	0.3	0.3
Cat. C: Affollamento	1.5	1.0	0.7	0.7	0.6	0.6
Cat. D: Commerciale	1.5	1.0	0.7	0.7	0.6	0.6
Cat. E: Magazzini	1.5	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8
Cat. F: Rimesse (<30kN)	1.5	1.0	0.7	0.7	0.6	0.6
Cat. G: Rimesse (>30kN)	1.5	1.0	0.7	0.5	0.3	0.3
Cat. H: Copertura	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neve (q<1000)	1.5	1.0	0.5	0.2	0.0	0.0
Neve (q>1000)	1.5	1.0	0.7	0.5	0.2	0.2
Vento	1.5	0.0	0.6	0.2	0.0	0.0
Temperatura	1.5	0.0	0.6	0.5	0.0	0.0

dove:

γ_1 è il coefficiente parziale per i carichi permanenti

γ_2 è il coefficiente parziale per i carichi permanenti in fase di sisma

ψ_0 è il coefficiente parziale per i carichi variabili in caso di combinazione "rara"

ψ_1 è il coefficiente parziale per i carichi variabili in caso di combinazione "frequente"

ψ_2 è il coefficiente parziale per i carichi variabili in caso di combinazione "quasi permanente"

ψ_3 è il coefficiente parziale per i carichi variabili in caso di combinazione con il sisma

6.3 Coefficienti parziali dei materiali degli elementi bidimensionali in cemento armato

I coefficienti parziali del calcestruzzo e dell'acciaio per elementi piani (pareti e muri) sono:

Coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo $gamma_c$=1.5

Coefficiente di riduzione della resistenza dell'acciaio $gamma_s$=1.15

6.4 Coefficienti di combinazione dei carichi permanenti, variabili

Si riporta la Tab. 2.6.1 delle Norme tecniche delle costruzioni. In essa sono contenuti i coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γF	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	$\gamma G1$	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0

Carichi permanenti non strutturali (1)	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,8 1,5	0,8 1,5	0,8 1,3
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3
(1)Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.					

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Cap. 6.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a γ_P =1,0 .

7 Schematizzazione della struttura

In questo capitolo sono riportati i criteri seguiti nella schematizzazione della struttura, dei vincoli, e delle sconnessioni con particolare attenzione rivolta ai problemi riguardanti l'interazione tra terreno e struttura.

7.1 Il modello della struttura

Il modello e' costituto da 364 nodi e da 340 elementi.

Nel modello vi sono:

24.0 elementi lineari a due nodi

11.0 elementi piani a tre nodi

305.0 elementi piani a quattro nodi

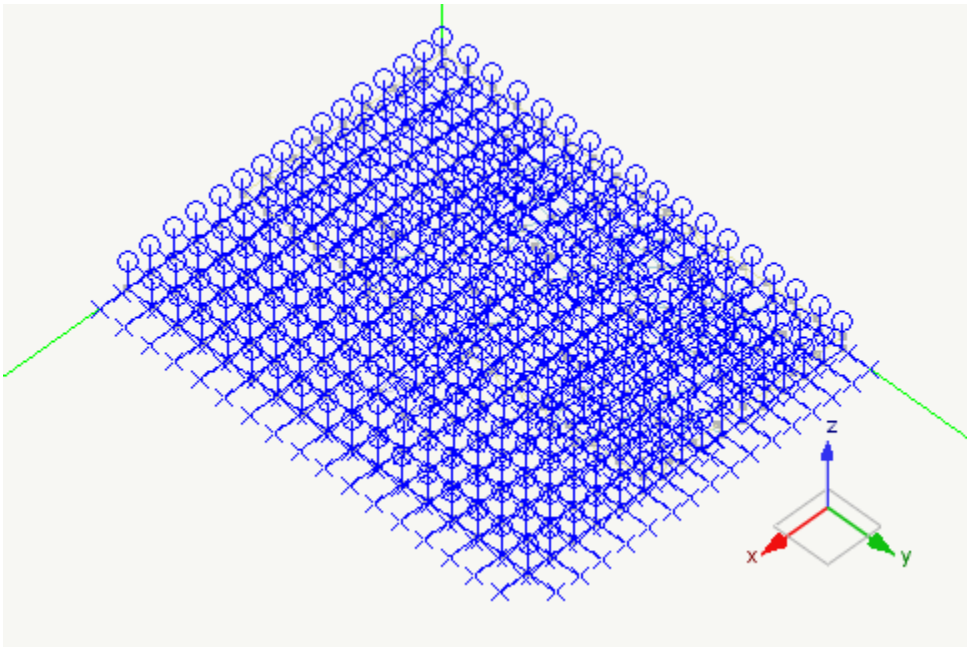
Il tipo di elementi impiegati è il seguente:

24.0 elementi trave a sezione rettangolare

54.0 elementi lastra-piastra

262.0 elementi piastra su suolo elastico secondo Winkler

I vincoli esterni imposti alla struttura sono riportati nei seguente schema di vincolo della struttura.



Nella struttura non è stato impiegato il metodo Master-Slave per modellare impalcati rigidi.

8 Azioni

In questo capitolo vengono definite le azioni di progetto utilizzate nella struttura.

8.1 Carichi permanenti e variabili

8.1.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura viene calcolato automaticamente in funzione dei pesi specifici di ogni singolo materiale utilizzato e delle dimensioni delle sezioni.

I valori dei pesi specifici utilizzati sono in accordo con la tabella 3.1.I del DM 17/01/2018.

8.1.2 Carichi permanenti e variabili unitari agenti sui solai (P.to 3.1 DM 17/01/2018)

Di seguito vengono riportati i carichi permanenti e variabili unitari agenti sui diversi solai della struttura. I carichi variabili sono in accordo con la tabella 3.1.II e l'incidenza dei divisori interni è valutata in accordo col P.to 3.1.3 del DM17/01/2018.

DESCRIZIONE	numero	capacita' cad		capacita' tot		Peso strutturale (sp. 6mm) tonn	Peso strutturale tot (ton)	Peso specifico percolato (tonn/mc)	Peso singolo (tonn)	Peso tonn (tonn)
Area serbatoi n.04 serbatoi peso 40mc	4	40	mc	160	mc	6,5	26	1,08	43,2	172,8
Area Impianti osmosi peso per impianto	1						18			

DESCRIZIONE	numero	Peso cad serbatoio+contenuto (ton)	Peso tot serbatoio+contenuto (ton)	Peso cad serbatoio+contenuto (kg)	Peso tot serbatoio+contenuto (kg)
Area serbatoi n.04 serbatoi peso 40mc	4	49,7	198,8	49700	198800
Area Impianti osmosi peso per impianto	1			18000	

Peso serbatoio singolo	*49700*	*kg*				
Incidenza (kg/mq)	430,23	kg/mq			0,043	kg/cmq
Accidentale (Cat E2)	500	kg/mq			0,05	kg/cmq
Neve	0,64	KN/mq	64	kg/mq	0,006	kg/cmq
Peso impianto osmosi	18000	kg				
Incidenza (kg/mq)	155,82	kg/mq			0,016	kg/cmq

8.2 Forze indotte dalla pressione del liquido

In caso di presenza delle pareti del cantinato in falda, le spinte dell'acqua sono calcolate considerando una distribuzione lineare crescente con la profondità ottenute dalle pressioni verticali dell'acqua moltiplicate per un opportuno coefficiente di spinta orizzontale K=1.00.

STRATO	*H*	*γ*	*φ'*	*φ'*	*Ka*	*H1*	*btriangolo*	*brett*	*btot*	*btot*
TERRENO	**m**	**kg/mc3**	**°**	**rad**		**m**	**kg/m2**	**kg/m2**	**kg/m2**	**kg/cm2**
Spinta acqua	0,5	1000,00		0,0000	1,0000		500,000		500,000	0,050

8.3 Azione della neve

L'area oggetto dell'intervento è classificata dalla vigente normativa in zona III ed ha una altezza del suolo a_s sul livello del mare pari a 270.000m.

In base a ciò il carico di neve al suolo q_{sk}=0.671KN/mq.

Il carico neve sulla copertura q_s viene determinato come:

$$q_s=\mu*q_{sk}*C_E*C_t$$

in cui μ è il coefficiente di forma della copertura, che dipende dall'inclinazione del piano di falda della copertura stessa, C_E è il coefficiente di esposizione, C_t è il coefficiente termico.

Nel caso in esame tale angolo è sempre compreso tra 0° e 30° cui corrisponde un valore di m pari a 0.80.

Per un ambiente con topografia normale si assume C_E (coefficiente di esposizione) = 1. 00

In assenza di specifici studi il coefficiente termico C_t = 1.00

Il carico neve sulla copertura senza tenere conto di particolari analisi di accumulo della neve vale quindi:

$$q_s= 0.80 * 0.671=0.537KN/mq.$$

8.4 Ripartizione dei carichi unitari dei solai

In questa struttura i solai non sono modellati come elementi strutturali. Pertanto i carchi agenti sui solai devono essere attribuiti agli elementi strutturali di competenza. I carichi agenti sui solai sono quindi ripartiti sulle travi sulle quali insistono secondo i casi a giudizio del progettista o con un modello a trave continua o mediante ripartizione per aree di influenza.

8.5 Tipizzazione di carichi

Nella seguente tabella si riporta la associazione delle condizioni di carico ai tipi di carico che sono stati utilizzati nel presente progetto ai fini della generazione delle corrette combinazioni di carico.

Nome carico	Tipo carico associato
(1) Scarico serbatoi	Permanente
(1) Spinta liquido	Permanente
(1) Neve	Neve (q<1000)
(1) Accidentale	Cat. E: Magazzini
(1) Permanente	Permanente
(1) Peso proprio	Permanente
(1) Dinamica SLDh X	Sismico SLD
(1) Dinamica SLDh Y	Sismico SLD
(1) Dinamica SLVh X	Sismico SLV
(1) Dinamica SLVh Y	Sismico SLV

Nome carico	Tipo carico associato
(1) Dinamica SLOh X	Sismico SLO
(1) Dinamica SLOh Y	Sismico SLO

8.6 Sistema di masse corrispondenti alle azioni statiche

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

$$G_k + \Sigma(\psi_{Ei} \cdot Q_{ki})$$

Ψ_{Ei} è il coefficiente di combinazione dell'azione variabile Qi che tiene conto che tutti i carichi $\psi_{Ei} \cdot Q_{ki}$ siano presenti sull'intera struttura in occasione del sisma e si ottiene moltiplicando ψ_{2i} per φ.

I valori di ψ_{2i} , φ sono riportati nel capitolo della Misura della Sicurezza.

8.6.1 Distribuzione accidentale delle masse

Gli effetti torsionali accidentali sono tenuti in conto applicando ad ogni piano un momento torcente calcolato come:

$$M_i = F_i \times e_{ai}$$

dove:

F_i sono le forze statiche equivalenti al sisma calcolate in base a quanto definito al punto 7.3.3.2 del DM 17/01/2018

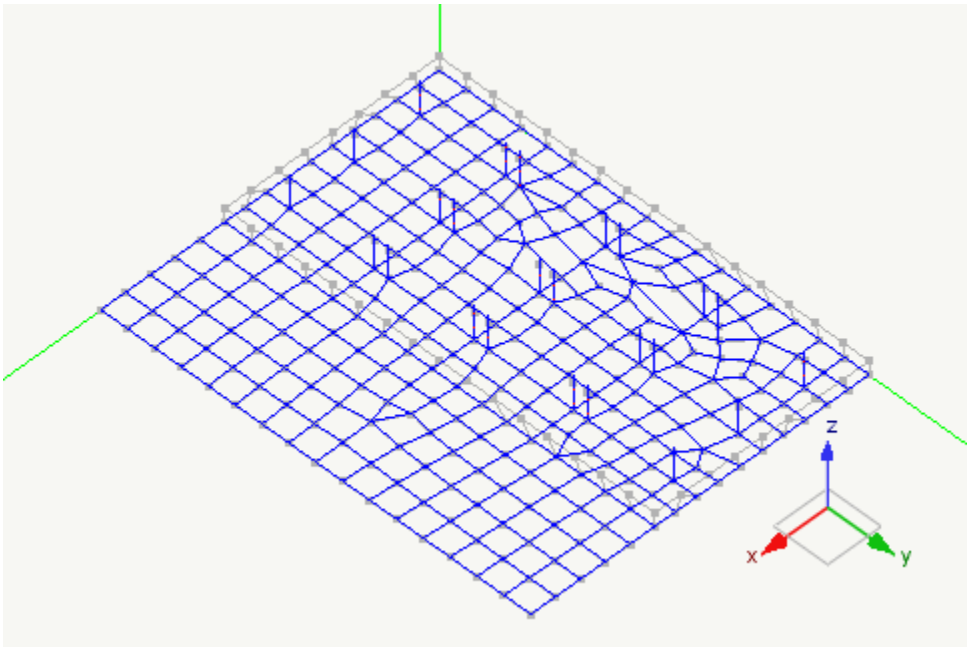
e_{ai} è l'eccentricità definita al punto 7.2.6 del DM 17/01/2018

8.7 Condizioni di carico

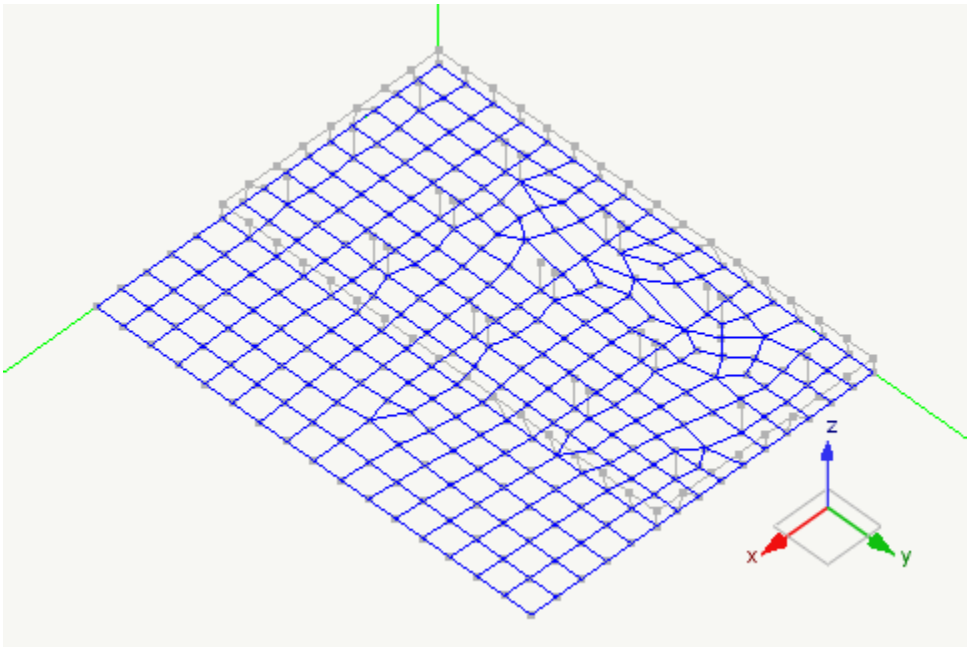
I nomi delle condizioni di carico statiche impiegate sono i seguenti:

1) Peso proprio
2) Permanente
3) Accidentale
4) Neve
5) Spinta liquido
6) Scarico serbatoi

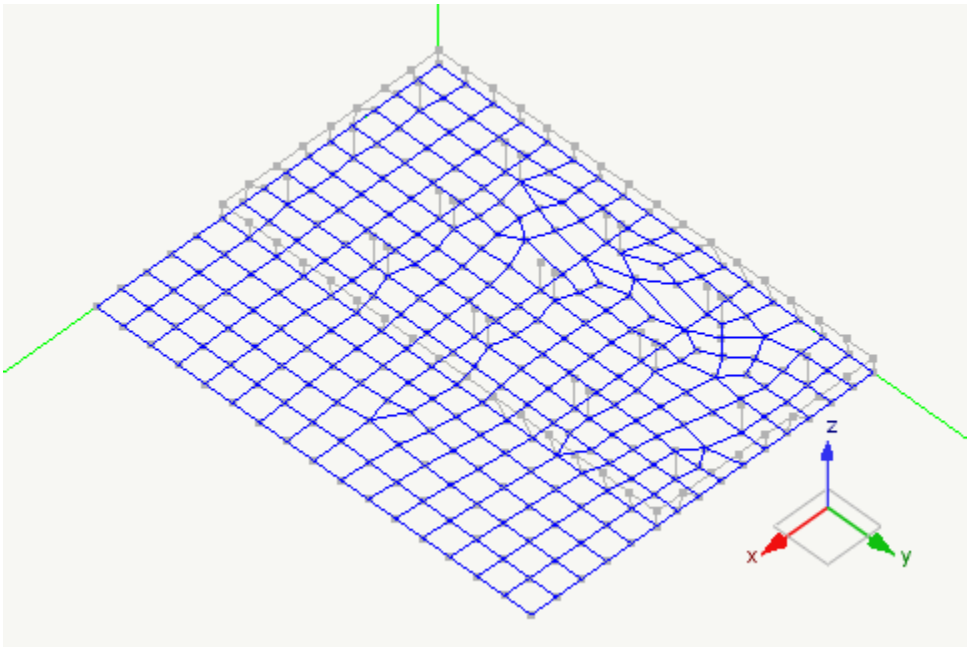
Di seguito si riportano i grafici dei carichi delle condizioni di carico statiche enumerate sopra:



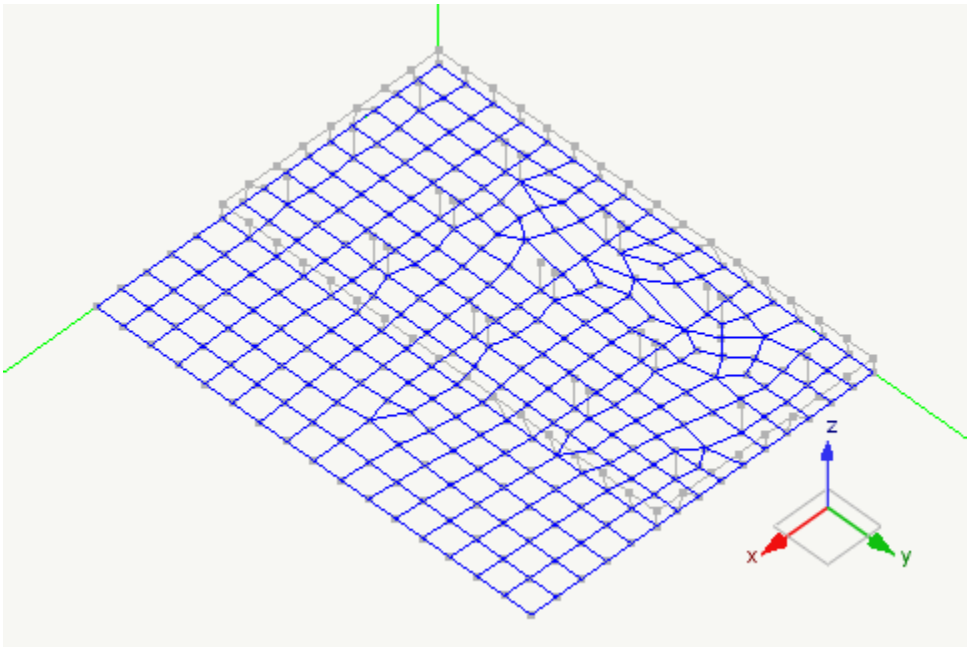
Condizione di carico: Peso proprio: Grafico dei carichi



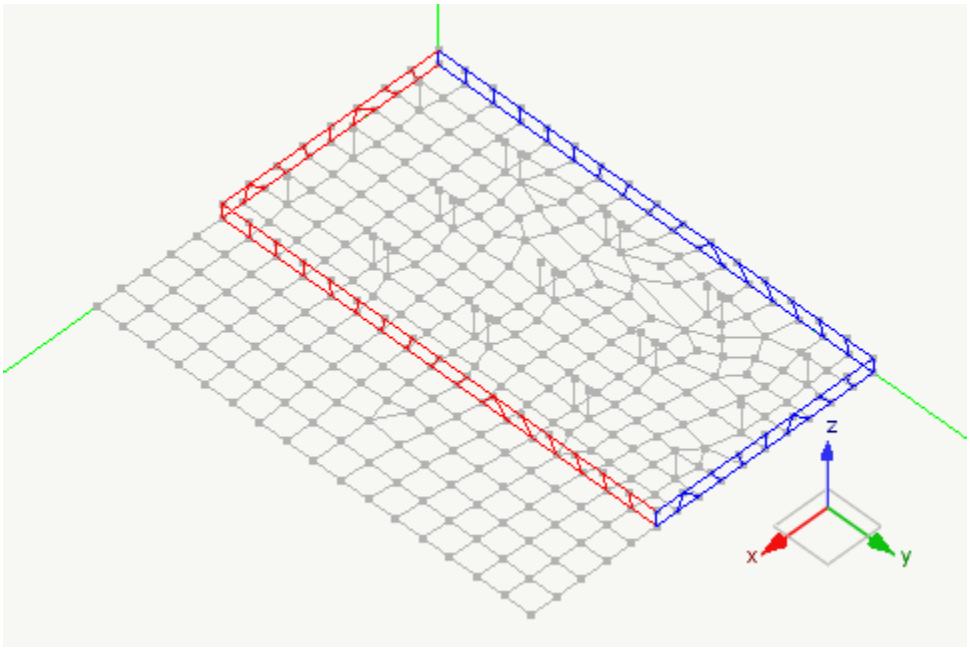
Condizione di carico: Permanente: Grafico dei carichi



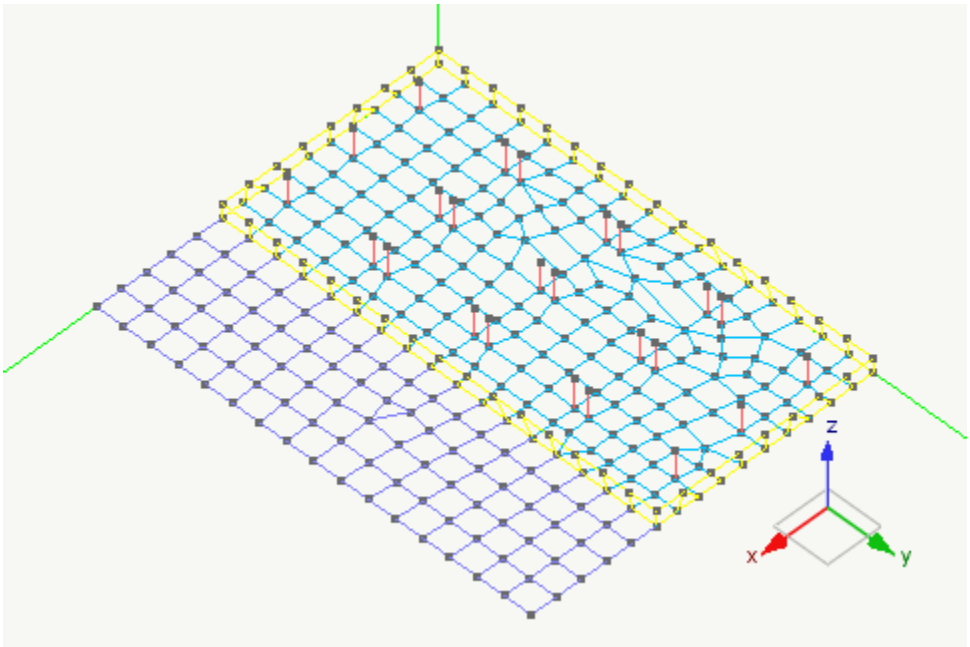
Condizione di carico: Accidentale: Grafico dei carichi



Condizione di carico: Neve: Grafico dei carichi



Condizione di carico: Spinta liquido: Grafico dei carichi



Condizione di carico: Scarico serbatoi: Grafico dei carichi

8.8 Le combinazioni di carico

Per gli elementi in cemento armato bidimensionali sono state prese in considerazione le combinazioni di carico di seguito elencate.

Le combinazioni di progetto considerate sono:

-0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh X

-0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh X

0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh X

0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh X

-0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh Y

-0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh Y

0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh Y

0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh Y

-0.30 * (1) Dinamica SLVh Y + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLVh X

-0.30 * (1) Dinamica SLVh Y + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLVh X

0.30 * (1) Dinamica SLVh Y + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLVh X

0.30 * (1) Dinamica SLVh Y + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLVh X

-0.30 * (1) Dinamica SLVh X + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLVh Y

-0.30 * (1) Dinamica SLVh X + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLVh Y

0.30 * (1) Dinamica SLVh X + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLVh Y

0.30 * (1) Dinamica SLVh X + 1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLVh Y

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 1.50 * (1) Neve + 1.50 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.75 * (1) Neve + 1.50 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.30 * (1) Scarico serbatoi + 1.30 * (1) Spinta liquido + 1.50 * (1) Neve + 1.50 * (1) Accidentale + 1.30 * (1) Permanente + 1.30 * (1) Peso proprio

1.30 * (1) Scarico serbatoi + 1.30 * (1) Spinta liquido + 0.75 * (1) Neve + 1.50 * (1) Accidentale + 1.30 * (1) Permanente + 1.30 * (1) Peso proprio

1.30 * (1) Scarico serbatoi + 1.30 * (1) Spinta liquido + 1.30 * (1) Permanente + 1.30 * (1) Peso proprio

Le combinazioni di carico di servizio considerate sono le seguenti:

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.20 * (1) Neve + 0.80 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.90 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 1.00 * (1) Neve + 1.00 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 0.50 * (1) Neve + 1.00 * (1) Accidentale + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

1.00 * (1) Scarico serbatoi + 1.00 * (1) Spinta liquido + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio

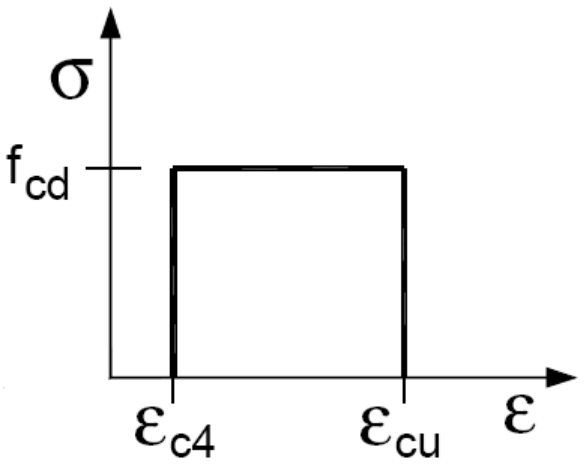
9 Legami costitutivi

In questo capitolo sono riportati i legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali e dei terreni.

9.1 Elementi bidimensionali

9.1.1 Conglomerato cementizio

Nella figura di seguito è rappresentato il legame costitutivo σ-ε adottato per il calcestruzzo del tipo rettangolo (stress block) nel calcolo degli elementi piani bidimensionali.



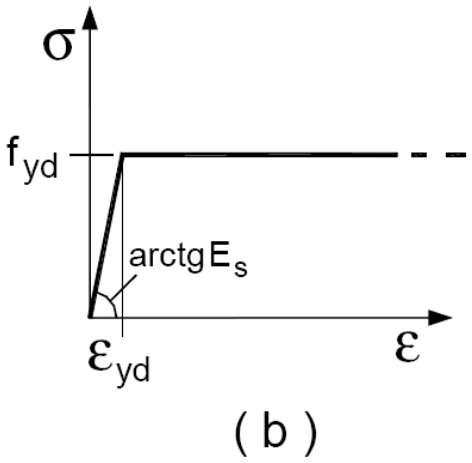
Legame costitutivo utilizzato per il calcestruzzo

I valori delle deformazioni utilizzati sono i seguenti:

ε_{c4}	ε_{cu}
$0.2\varepsilon_{cu}$	0.0035

9.1.2 Acciaio da cemento armato

Il legame costitutivo dell'acciaio utilizzato nel calcolo degli elementi bidimensionali è definito come una bilatera con o senza incrudimento.



Legame costitutivo utilizzato per l'acciaio

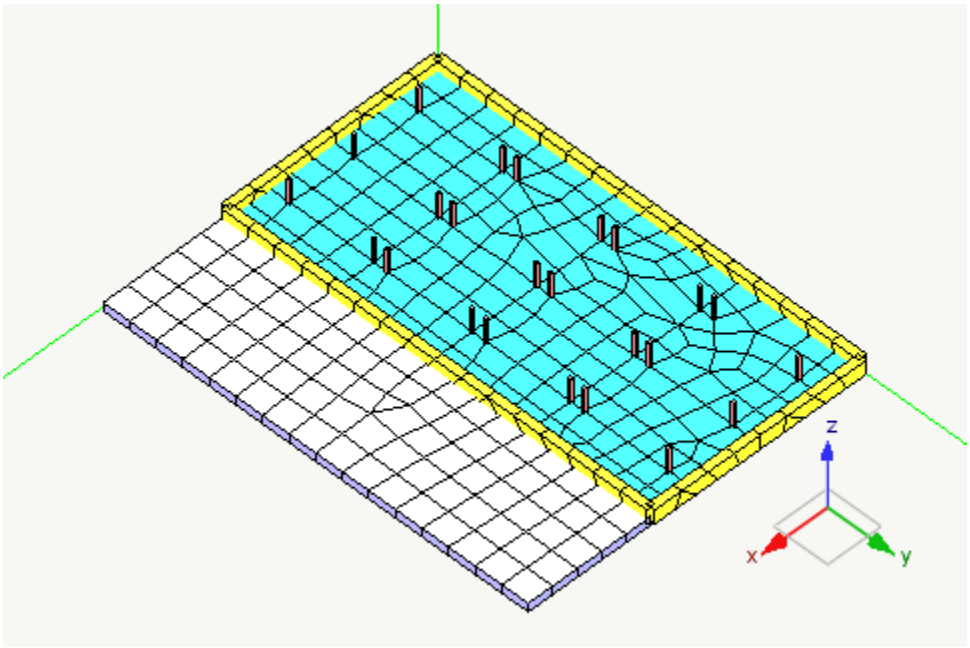
ε_{yd}	f_{yd}
0.0018	3826.09

9.1.3 Rete elettrosaldata per elementi in c.a. e c.a.p.

Per le reti e i tralicci elettrosaldati si utilizzeranno gli acciai tipo B450C e B450A.

10 Rappresentatività del modello

La rappresentatività dei risultati ottenuti è in primo luogo assicurata dal metodo adottato che è il Metodo degli Elementi Finiti che non richiede delle significative semplificazioni del modello strutturale. Tale metodo ha permesso infatti di rappresentare tutte le particolarità strutturali con l'opportuna adeguatezza. Il modello strutturale utilizzato corrisponde inoltre alla concezione e alle esigenze di analisi in quanto il programma di calcolo adottato per trattarlo, consente una completa verifica e diagnosi sul modello stesso di elementi finiti non avendo fasi intermedi di automazione che possano rendere poco identificabile il modello adottato.



11 Analisi condotta con ausilio di elaboratore

L'analisi è stata condotta con l'ausilio dell'elaboratore tramite il programma di calcolo Nòlian prodotto dalla Softing srl. Le caratteristiche identificative di tale programma è le caratteristiche di affidabilità sono raccolte in un apposito documento allegato alla documentazione del software.

11.1 Tipo di analisi svolta

Per la struttura in esame sono state eseguite:

- Una analisi statica lineare per i carichi statici verticali ed orizzontali
- Una analisi dinamica spettrale

12 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Programma di calcolo e post processori	All-In-One
Produttore	Softing s.r.l.
Versione	EWS 60 (30.11.2025) build 8696
Licenza	Licenza 26793

13 Affidabilità dei codici utilizzati

Le caratteristiche di affidabilità sono raccolte in un apposito documento allegato alla presente relazione di calcolo.

14 Validazione dei codici

Vista la dimensione contenuta dell'opera, non si ritiene necessaria una validazione indipendente del calcolo strutturale.

15 Presentazione dei risultati delle analisi

15.1 Risultati della analisi statica

Sulla struttura in esame è stata eseguita l'analisi statica. Nella tabella seguente si riassumono le informazioni principali:

Larghezza della semibanda della matrice	150.000
Numero di equazioni, o di righe e colonne della matrice	1308.000
numero di blocchi in cui la matrice è stata divisa	1.000
numero di equazioni di ogni blocco in cui la matrice è stata divisa	1308.000
zero algoritmico	0.000
tempo in secondi impiegato per l'analisi	0.100

15.2 Risultati dell'analisi modale

Sulla struttura in esame è stata eseguita l'analisi modale. L' analisi modale consiste nel determinare le frequenze e modi propri di vibrare di un sistema a più gradi di libertà. Siano $\boldsymbol{k}$ e $\boldsymbol{m}$ rispettivamente le matrici di rigidezza e di massa della struttura da analizzare. Se si indica con ω_n e ϕ_n rispettivamente frequenze e modi propri di vibrare, si può scrivere la relazione che ci fornisce la dinamica delle strutture che lega le grandezze appena citate:

$$[k-\omega^2{}_n\, m]\phi_n=0$$

Chiaramente $\boldsymbol{k}$ e $\boldsymbol{m}$ sono termini noti in quanto ricavati a priori dalle caratteristiche del sistema strutturale, ω_n e ϕ_n sono incognite.

La precedente espressione può essere riscritta nel seguente modo:

$$k\phi_n=\omega^2{}_n\, m\, \phi_n$$

questo rappresenta un problema agli autovalori e autovettori generalizzato e può essere ricondotto nella forma standard semplicemente premoltiplicando per la matrice inversa di $\boldsymbol{m}$

$$m^{-1}k\phi_n=\omega^2{}_n\phi_n$$

La forma standard del problema è:

$$A\phi=\lambda\phi$$

L'analisi modale, quindi, consiste nella risoluzione di un problema di autovalori e autovettori.

Il numero degli autovalori calcolati è pari a 16.000 e la tabella che segue contiene i valori dei periodi propri:

Modo	Periodo	Var. percentuale	Masse eccitate
1	0.043	0.000	0.475
2	0.043	0.000	1.355

Modo	Periodo	Var. percentuale	Masse eccitate
3	0.043	0.010	0.242
4	0.043	0.010	0.846
5	0.043	0.030	0.349
6	0.043	0.000	1.307
7	0.043	0.010	0.040
8	0.043	0.000	0.275
9	0.043	0.010	0.267
10	0.043	0.010	0.078
11	0.043	0.000	0.111
12	0.043	0.010	0.277
13	0.043	0.010	1.779
14	0.043	0.000	0.009
15	0.043	0.000	0.175
16	0.043	0.000	0.045

La somma delle masse relative eccitate dai modi considerati è il 85.512% delle masse totali maggiore del 85% della massa totale e quindi il punto 7.3.3.1 della normativa risulta verificato

Siccome la variazione percentuale minima tra i periodi nel modello con spostamento è del 1.360% ed è inferiore al 10% si utilizza nel calcolo delle azioni sismiche la combinazione quadratica completa (CQC).

Si riportano le forme modali della struttura relative agli autovettori più significativi (solo i modi con masse eccitare maggiori del 5%) nei diagrammi seguenti.

16 Progetto degli elementi piani in cemento armato

16.1 Generalità

Il progetto delle armature degli elementi piani in calcestruzzo di questa struttura è stato condotto con il programma EasyWall prodotto dalla Softing S.r.l. di Roma.

La verifica degli elementi piani in cemento armato è riportata nell'allegato analitico di calcolo di EW.

16.2 Nota su EasyWall

EasyWall è un programma per il progetto delle armature in elementi strutturali bidimensionali in calcestruzzo armato.

EasyWall è un post processore di Nòlian che acquisisce direttamente il modello di calcolo e gli stati di sollecitazione da Nòlian. Pertanto EasyWall riceve i dati di un modello ad elementi finiti di una struttura tridimensionale del tutto generale comunque sollecitata.

EasyWall gestisce questa situazione del tutto generale senza porvi limitazioni ma gestendo lo stato completo di sollecitazione (sollecitazione flessionale accoppiata alla sollecitazione membranale) in elementi piani.

Per far ciò EasyWall impiega una sofisticata funzione di analisi non lineare applicata a molti punti della superficie media dell'elemento per determinare i piani di fessurazione e quindi le direzioni delle sollecitazioni.

Queste capacità di EasyWall diminuisicono drasticamente le possibilità di errore di progetto.

Nel caso di progetto con il metodo delle tensioni ammissibili viene impiegato un modello lineare sforzi-deformazioni, come previsto dalla normativa, nel caso invece di analisi con il metodo degli stati limite viene impiegata la funzione sforzo-deformazione non lineare, sempre prevista dalla normativa.

Nelle stampe analitiche effettuate dal programma, vengono poi eseguite nuovamente le verifiche nei punti richiesti in modo tale da garantire che gli stampati analitici riflettano le vere situazioni progettuali tenendo quindi conto anche delle eventuali modifiche che il progettista abbia ritenuto opportuno praticare.

16.3 Criteri di calcolo

Per le verifiche di resistenza si è adottato il criterio degli stati limite seguendo i dettami imposti dalla legge n.1086 del 5/11/71 ed i successivi aggiornamenti.

Per il calcolo delle armature si sono adottati per il calcestruzzo di classe Rck = 400.000 kg/cm2 i seguenti parametri:

coefficiente di sicurezza parziale calcestruzzo	1.500
coefficiente di sicurezza addizionale calcestruzzo	0.850
accorciamento unitario massimo nel calcestruzzo	0.004

e per l'acciaio tipo B450C:

resistenza caratteristica acciaio		4400.000 kg/cm2
coefficiente di sicurezza parziale acciaio		1.150
allungamento unitario massimo nell'acciaio	0.010	

16.4 Diagrammi delle deformate

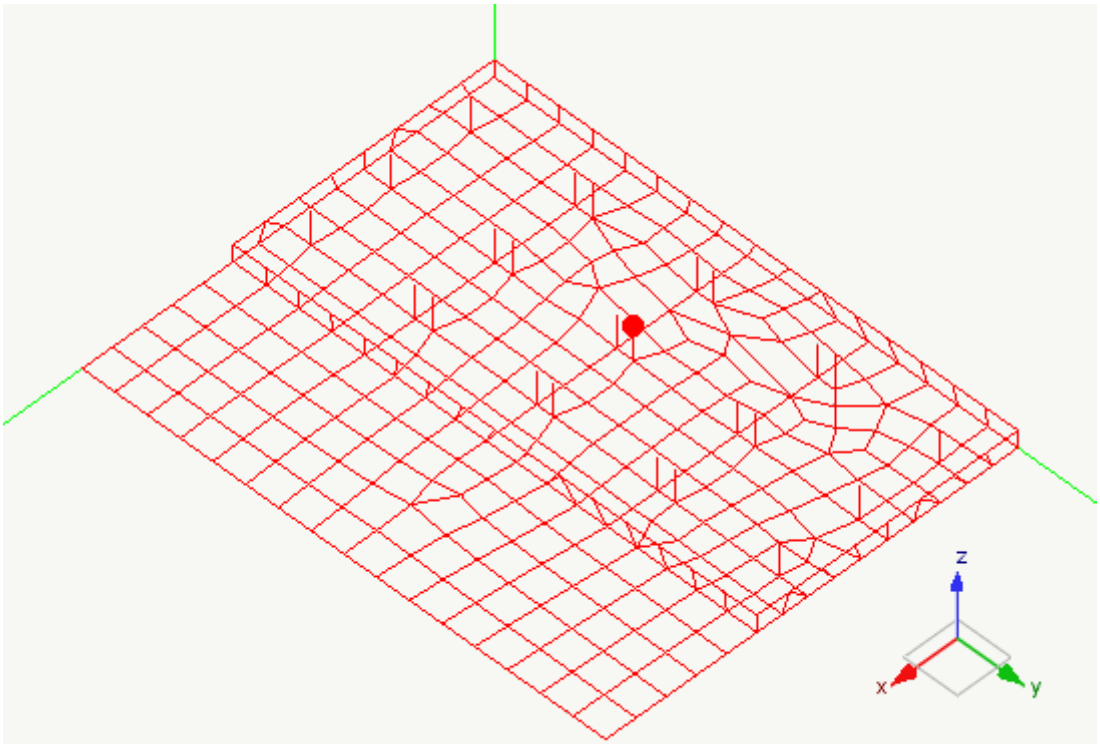


Diagramma deformata - condizione: (1) Scarico serbatoi - Massimo = 0.181

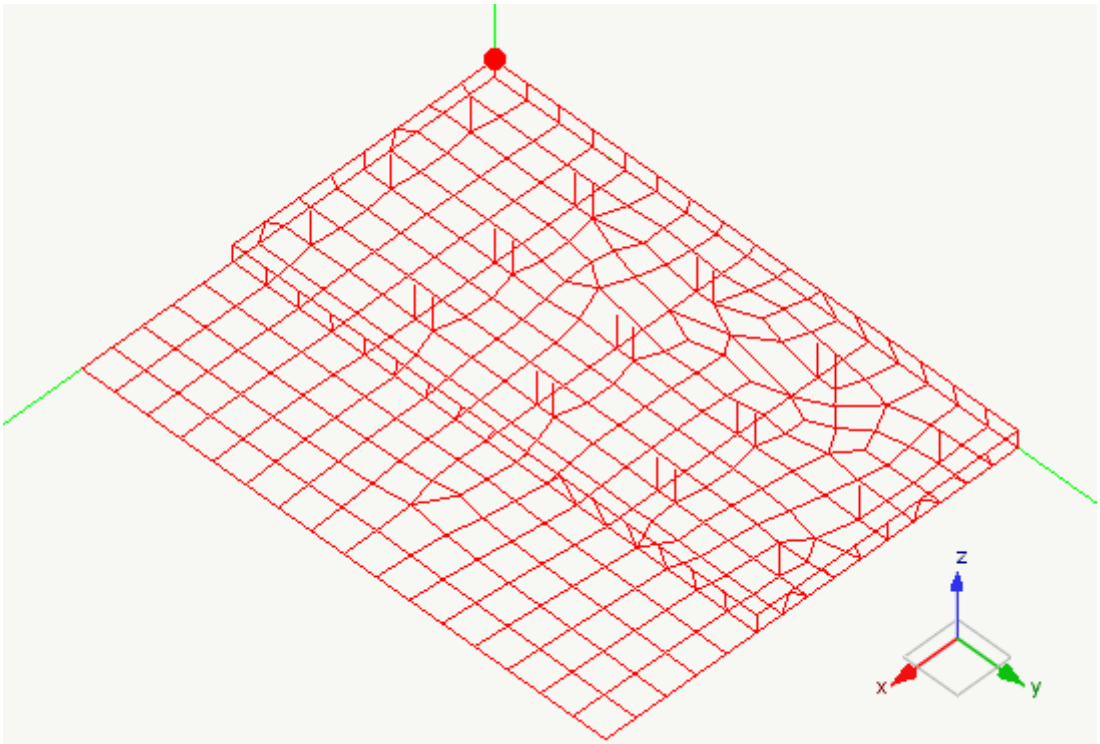


Diagramma deformata - condizione: (1) Spinta liquido - Massimo nodale = 0.003

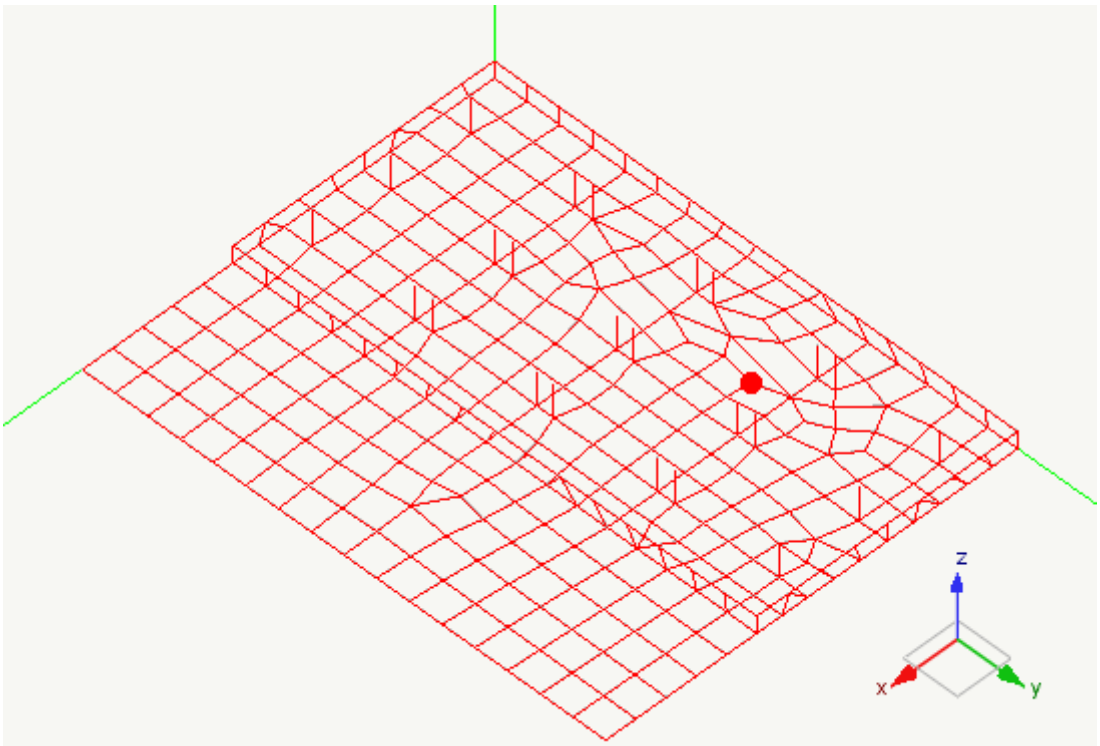


Diagramma deformata - condizione: (1) Neve - Massimo nodale = 0.007

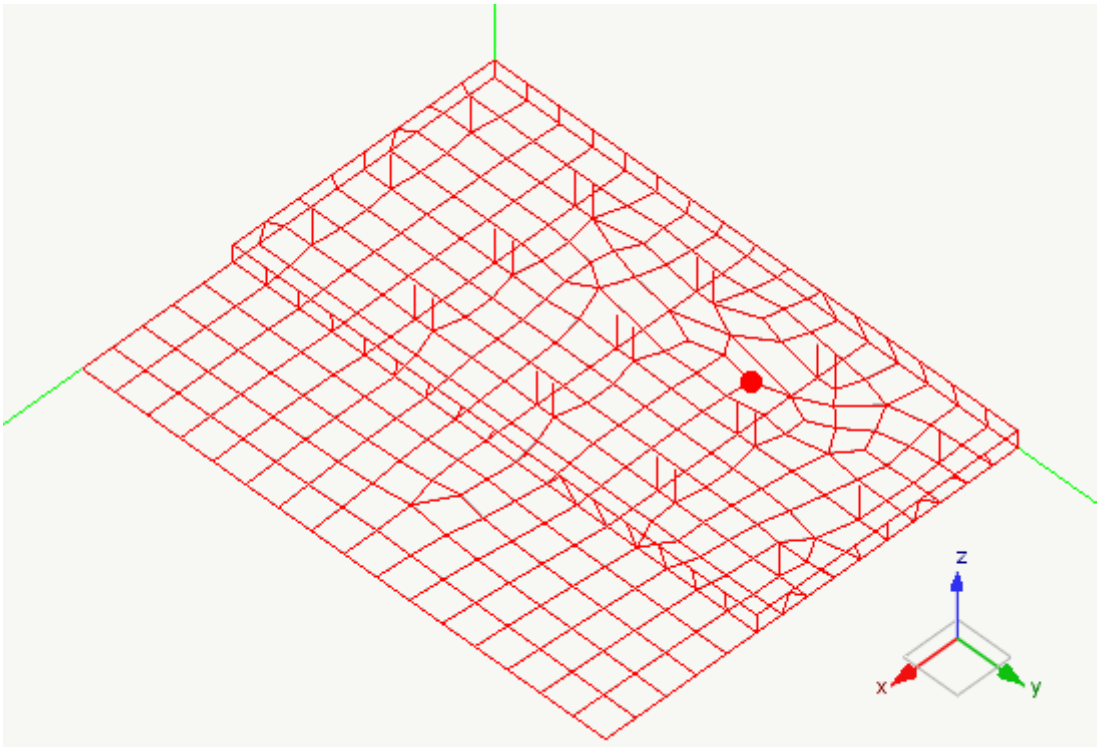


Diagramma deformata - condizione: (1) Accidentale - Massimo nodale = 0.036

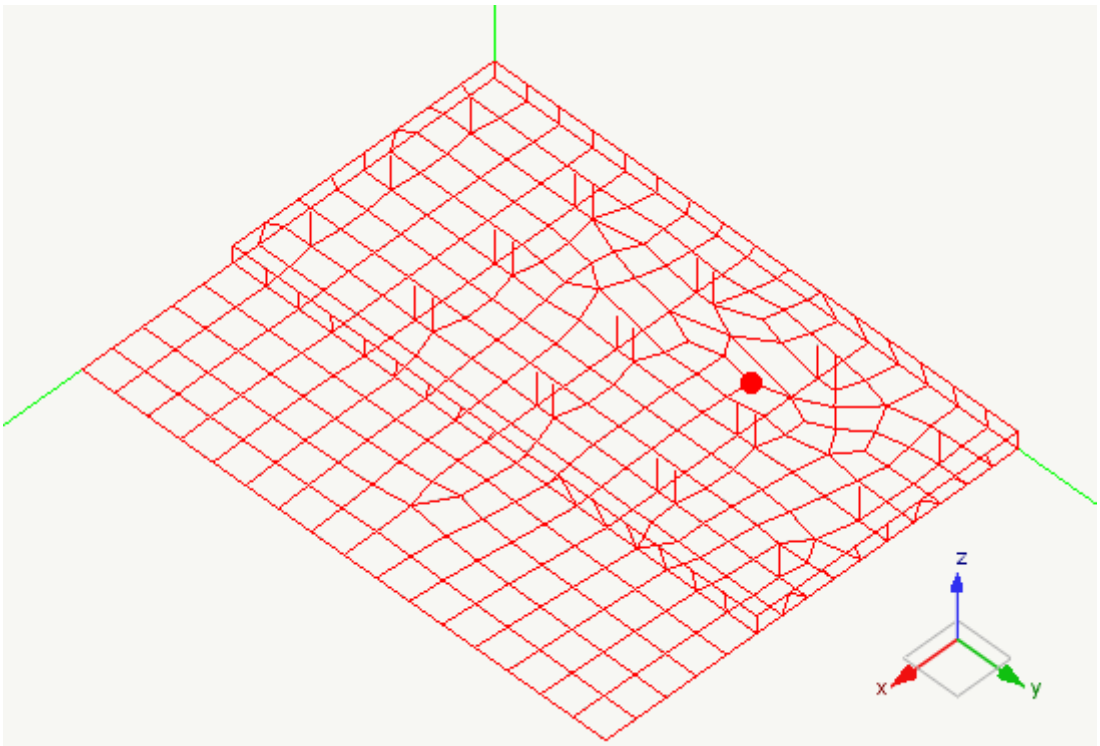


Diagramma deformata - condizione: (1) Permanente - Massimo nodale = 0.032

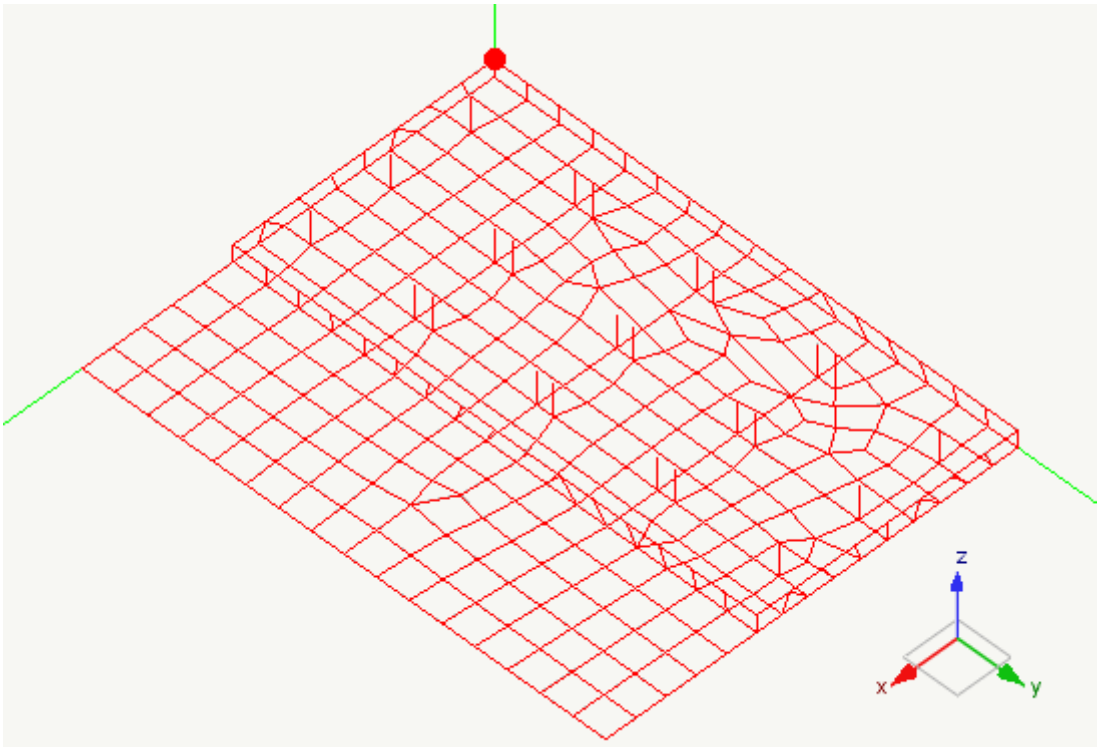


Diagramma deformata - condizione: (1) Peso proprio - Massimo nodale = 0.091

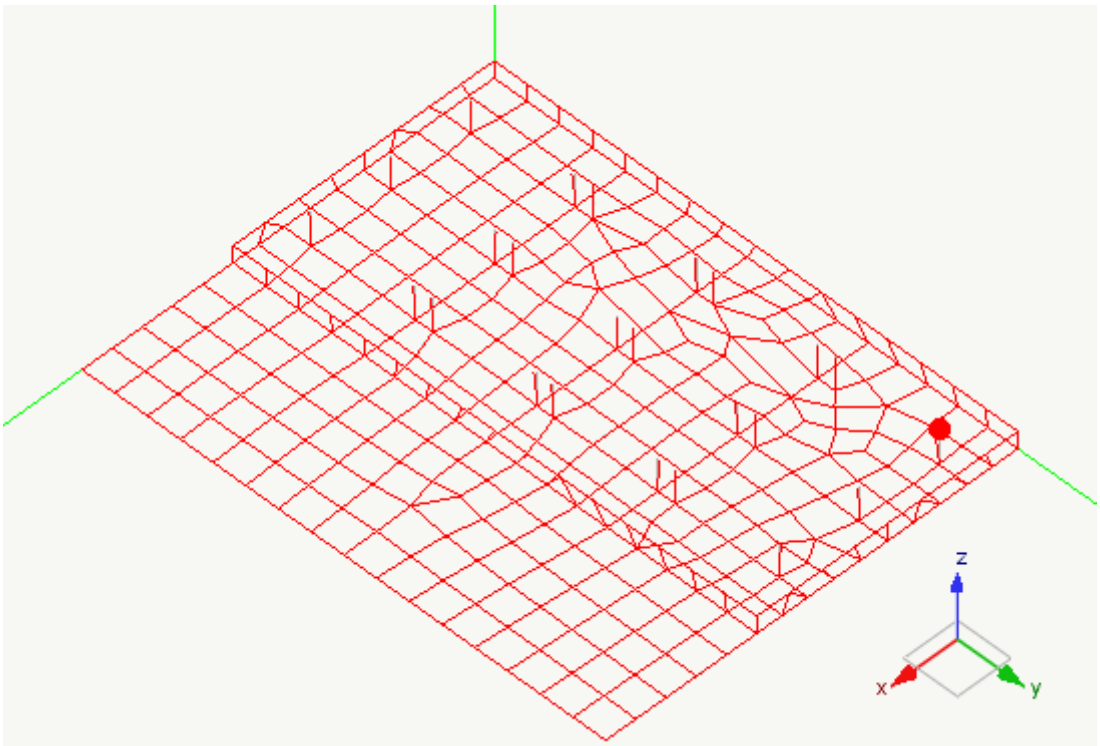


Diagramma deformata - condizione: (1) Dinamica SLDh X - Massimo = 0.019

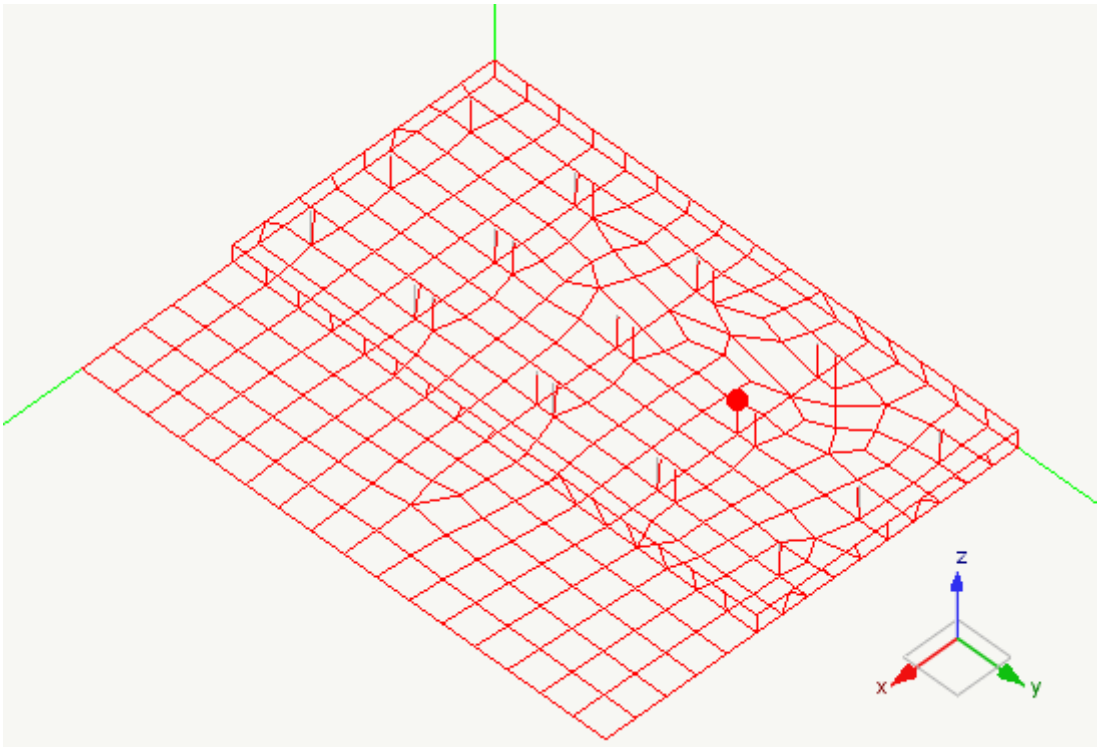


Diagramma deformata - condizione: (1) Dinamica SLDh Y - Massimo = 0.015

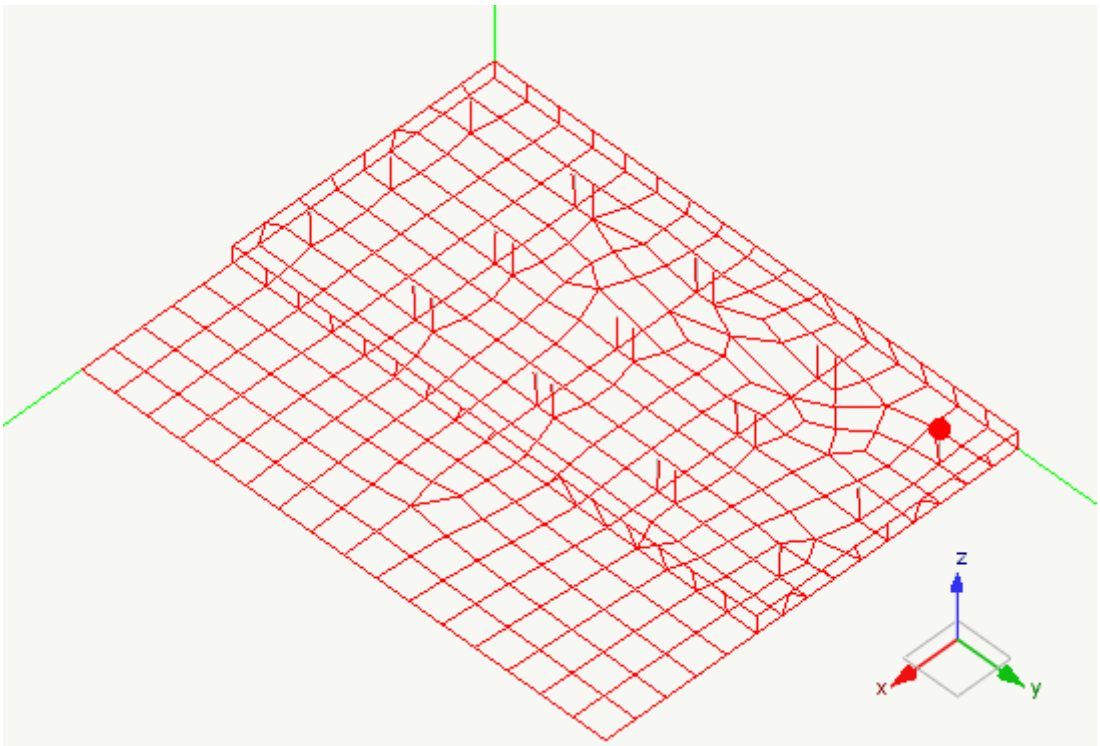


Diagramma deformata - condizione: (1) Dinamica SL Vh X - Massimo = 0.048

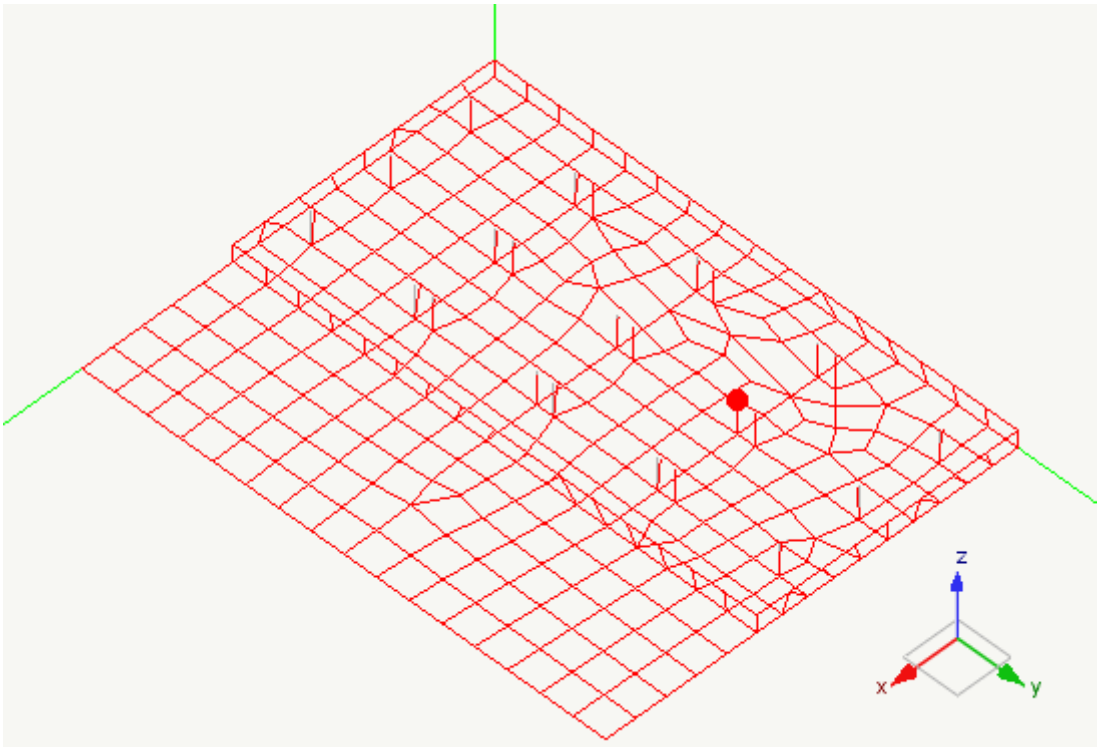


Diagramma deformata - condizione: (1) Dinamica SL Vh Y - Massimo = 0.037

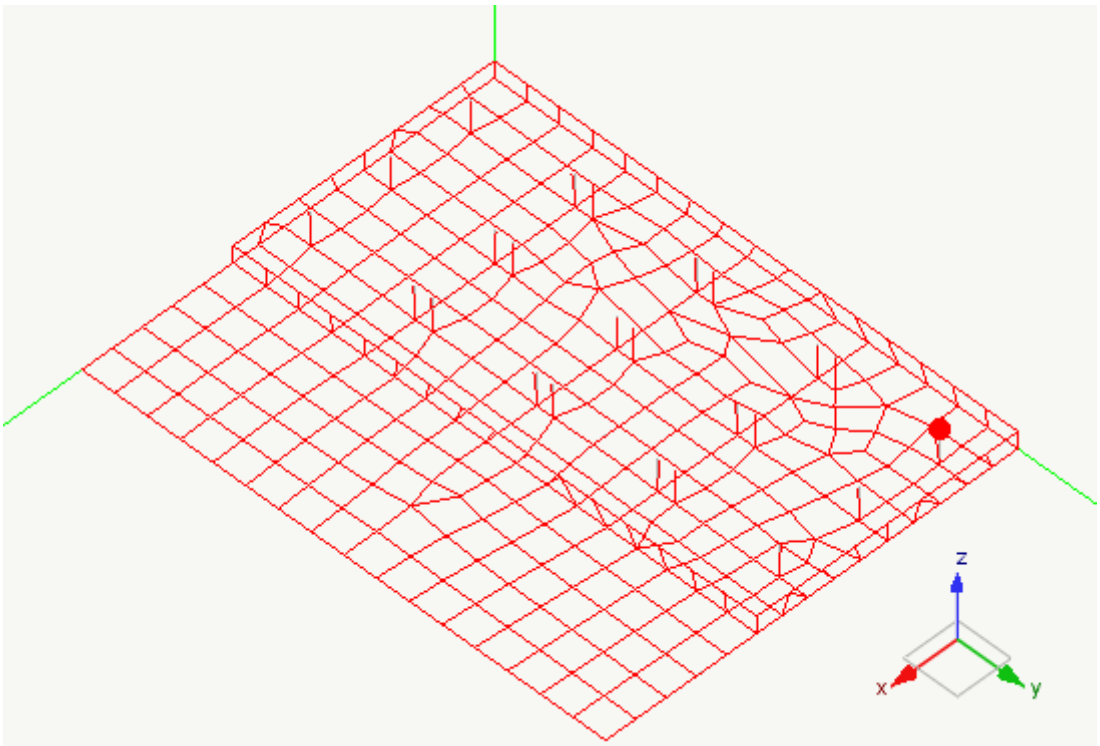


Diagramma deformata - condizione: (1) Dinamica SLOh X - Massimo = 0.014

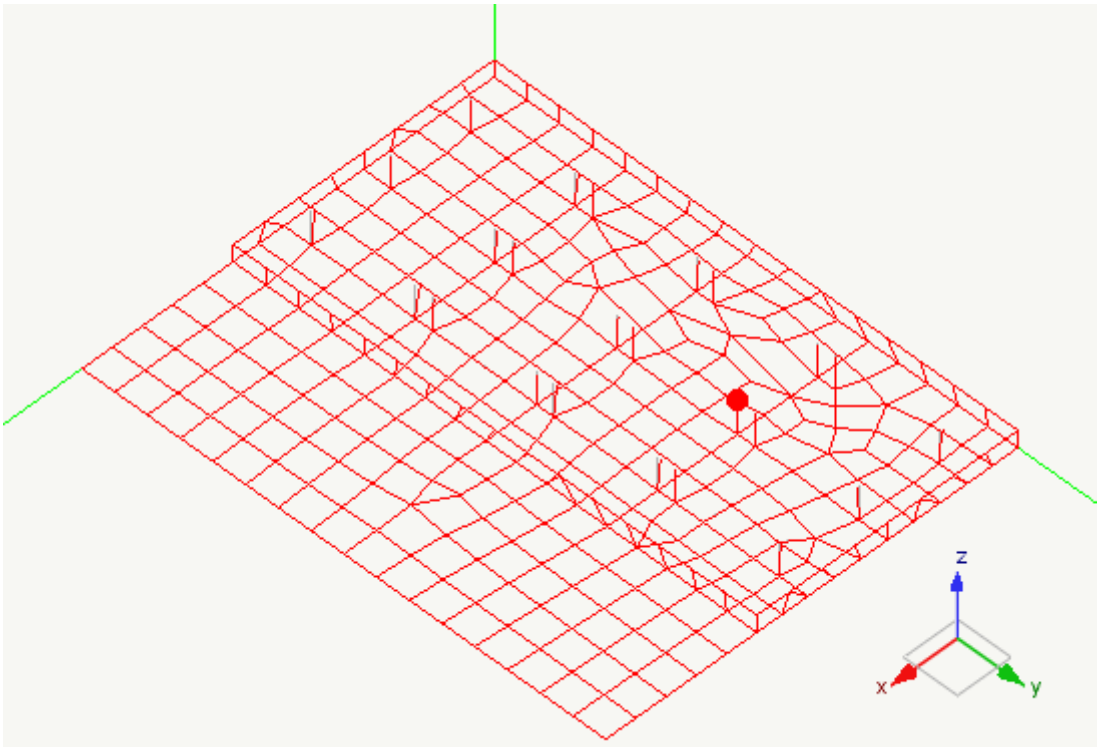


Diagramma deformata - condizione: (1) Dinamica SLOh Y - Massimo = 0.011

16.5 Diagrammi delle sollecitazioni

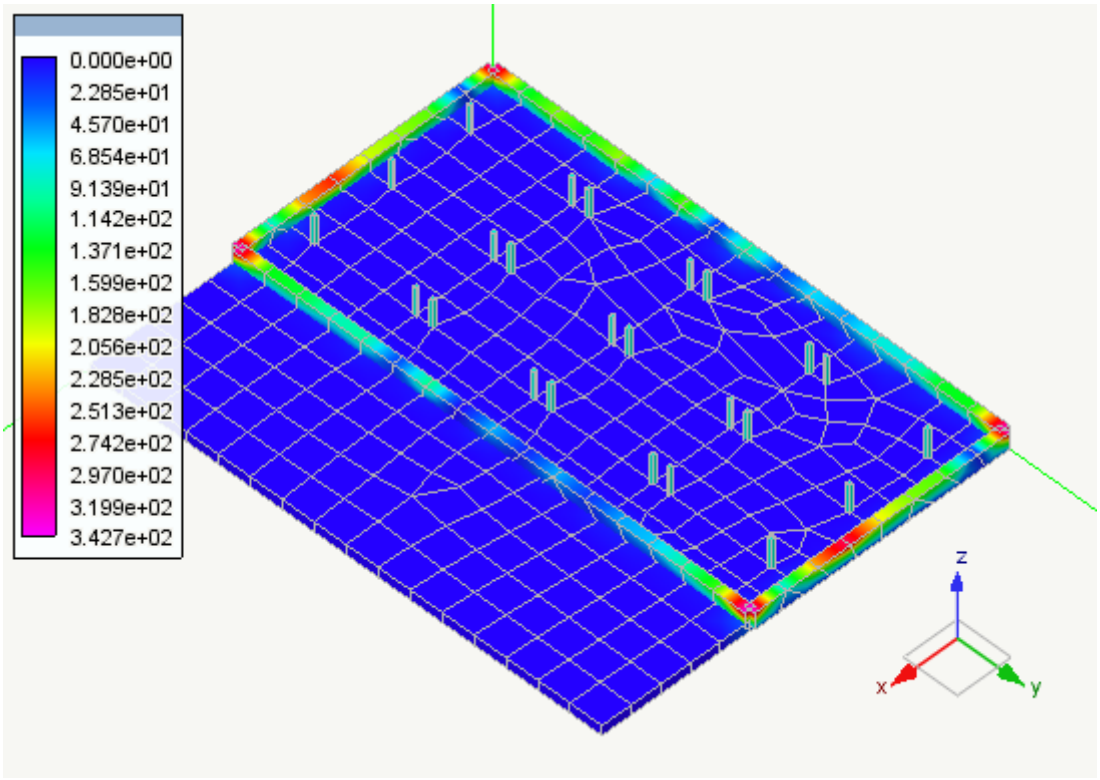


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Scarico serbatoi

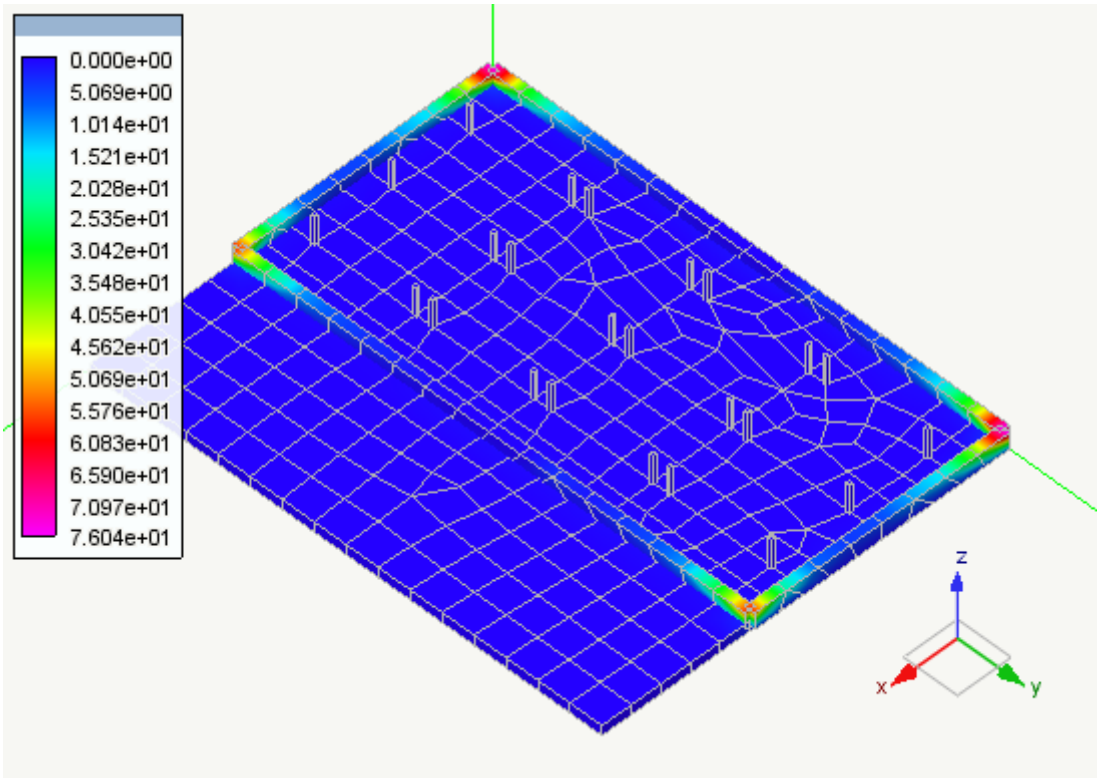


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Spinta liquido

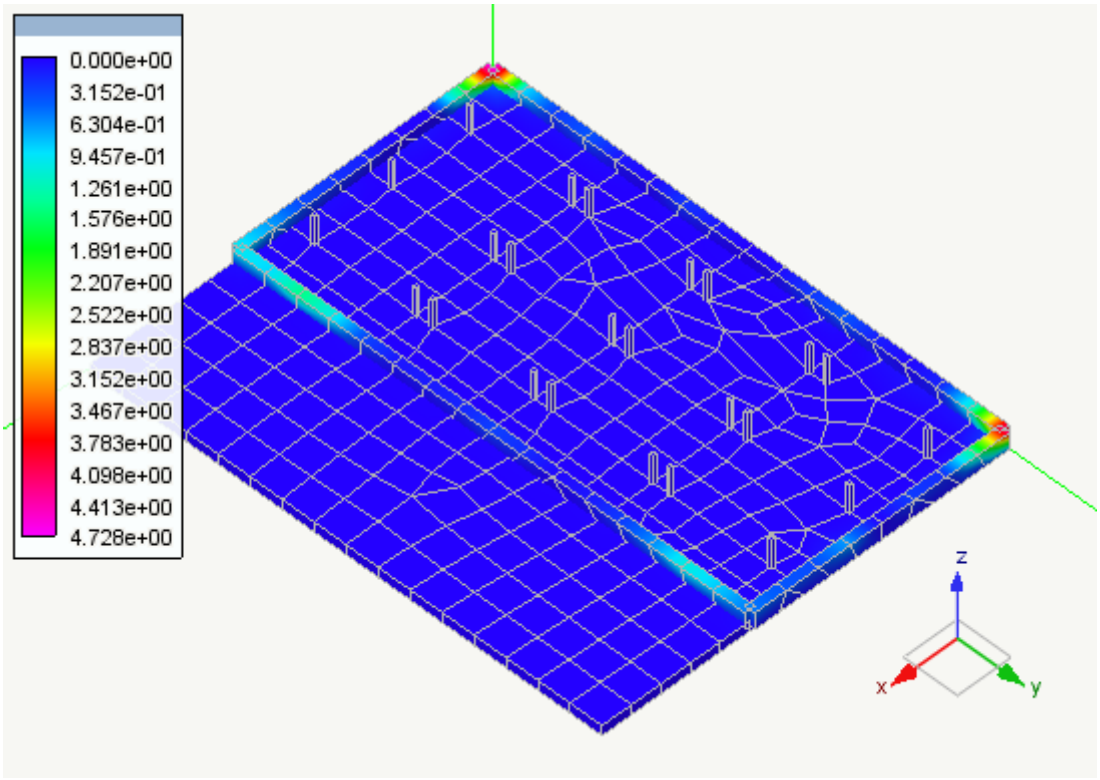


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Neve

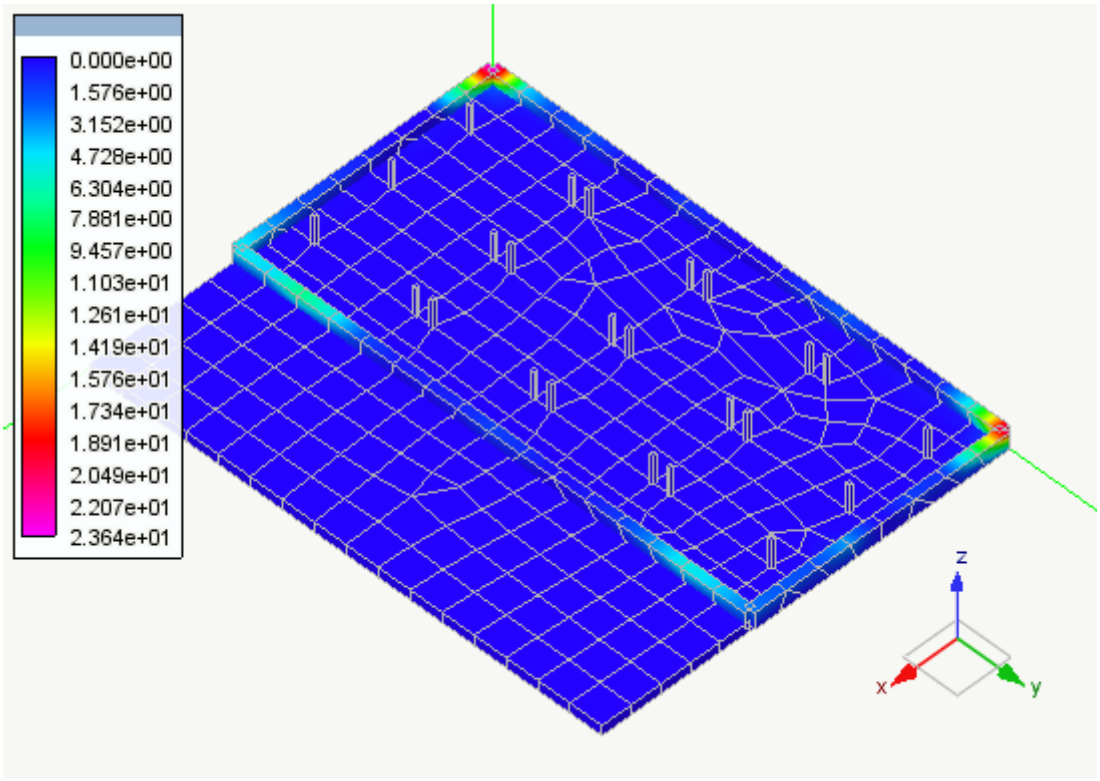


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Accidentale

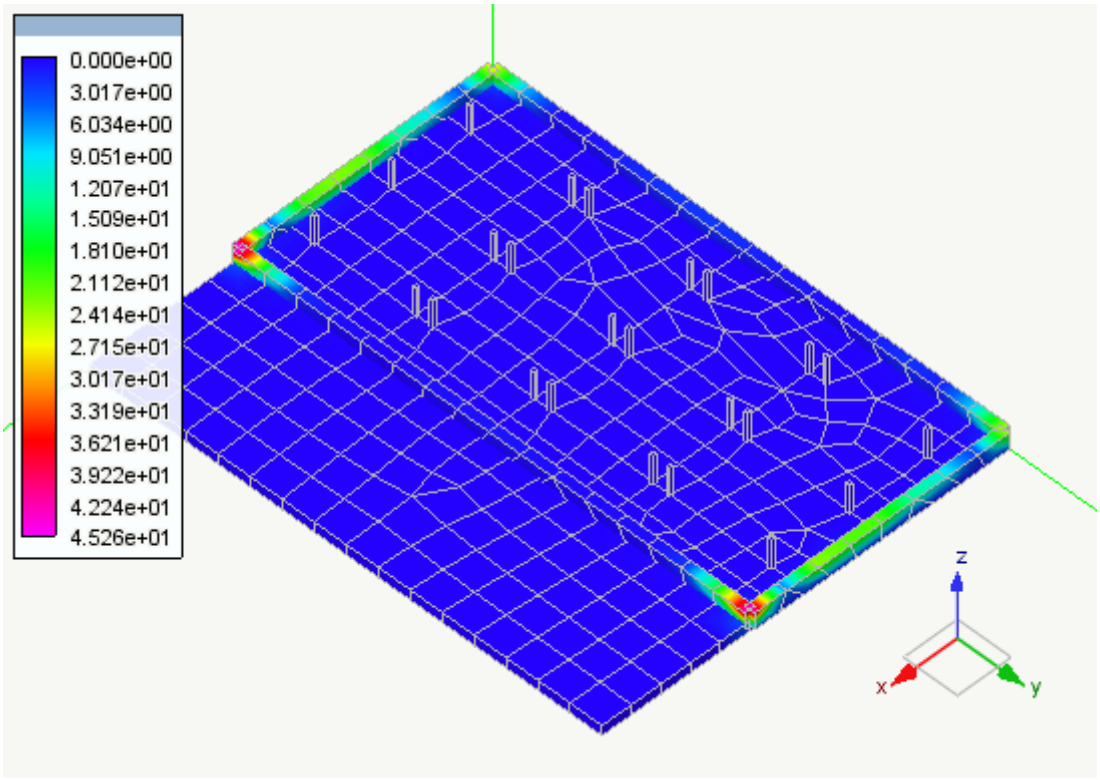


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Permanente

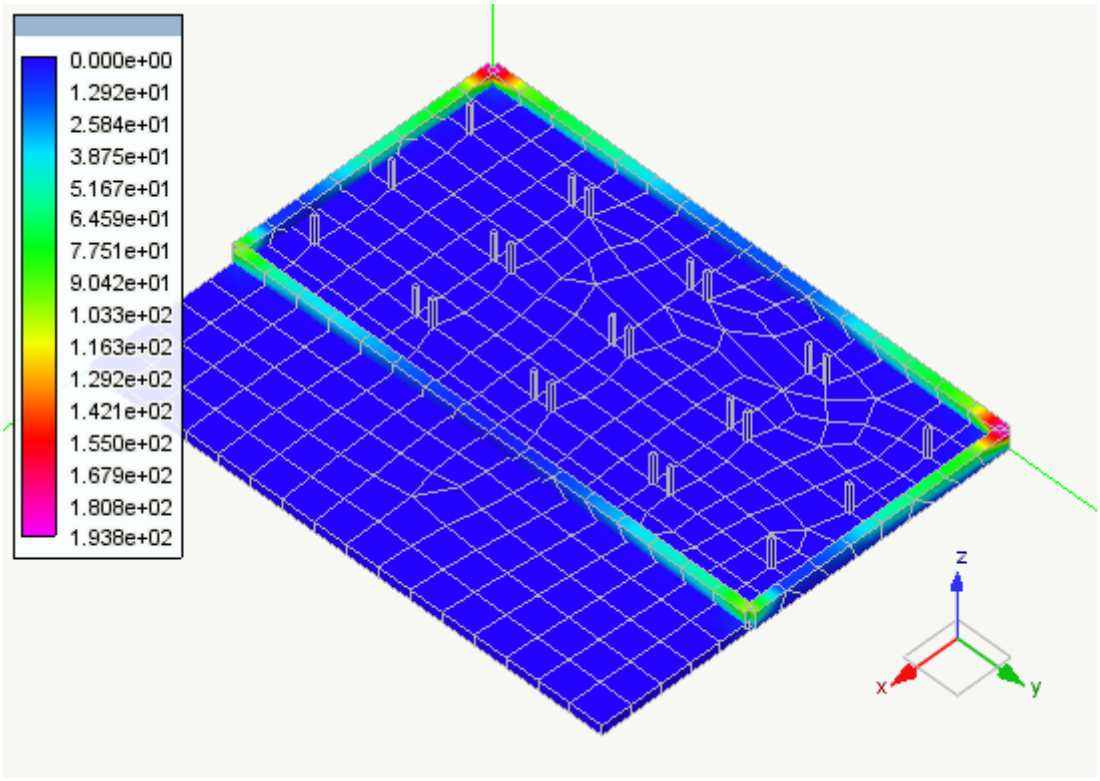


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Peso proprio

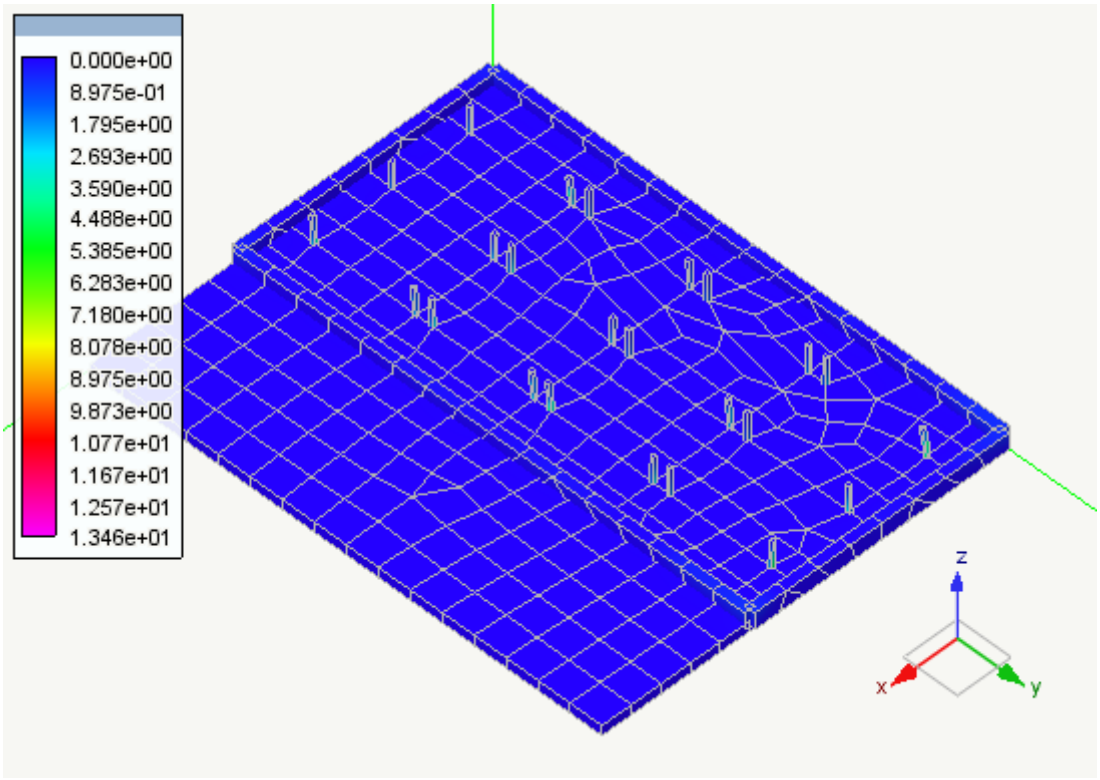


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Dinamica SLDh X

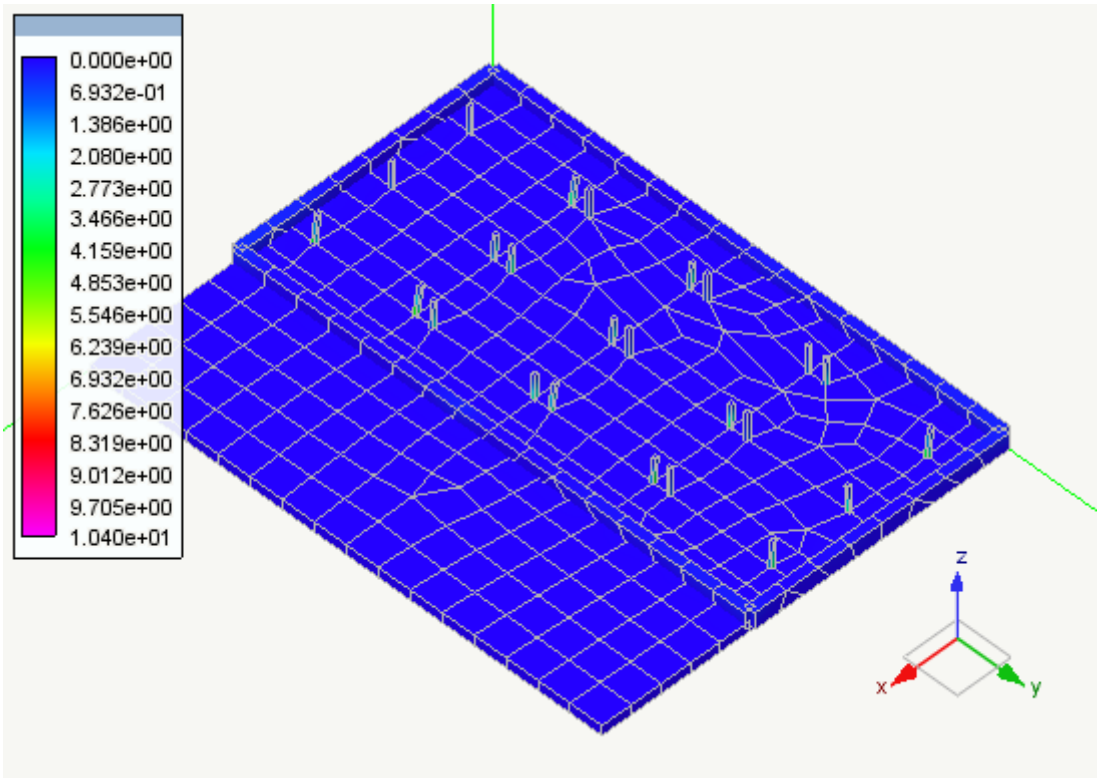


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Dinamica SLDh Y

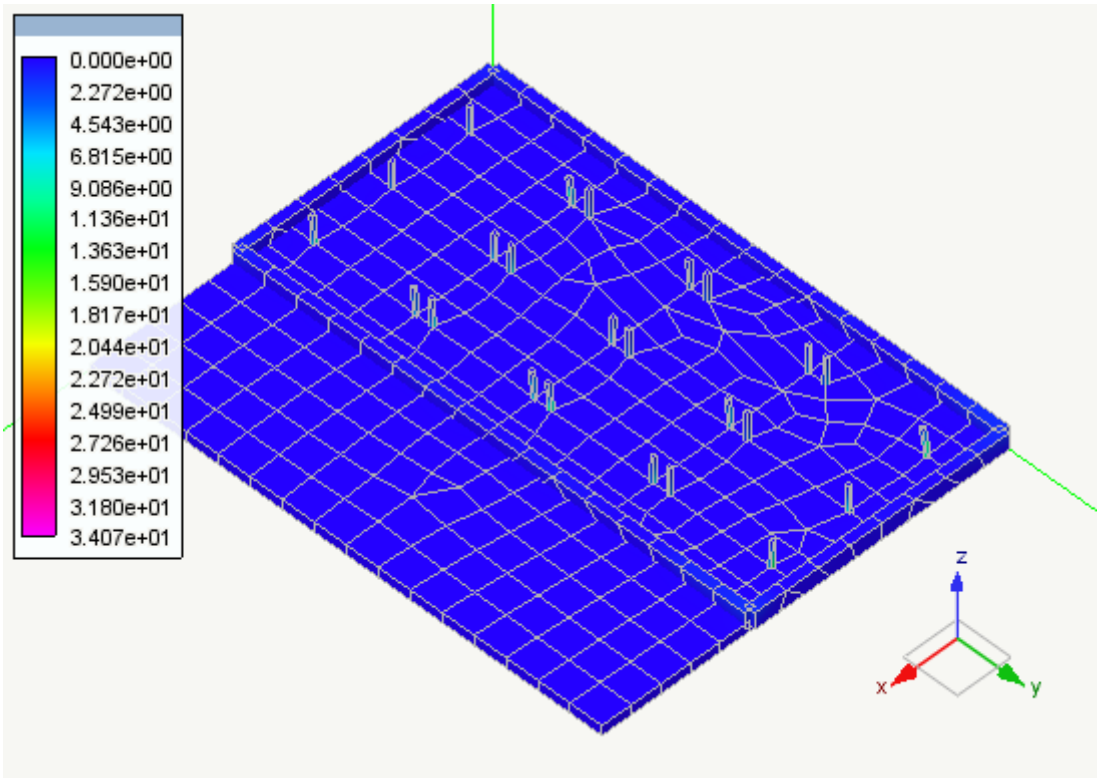


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Dinamica SLVh X

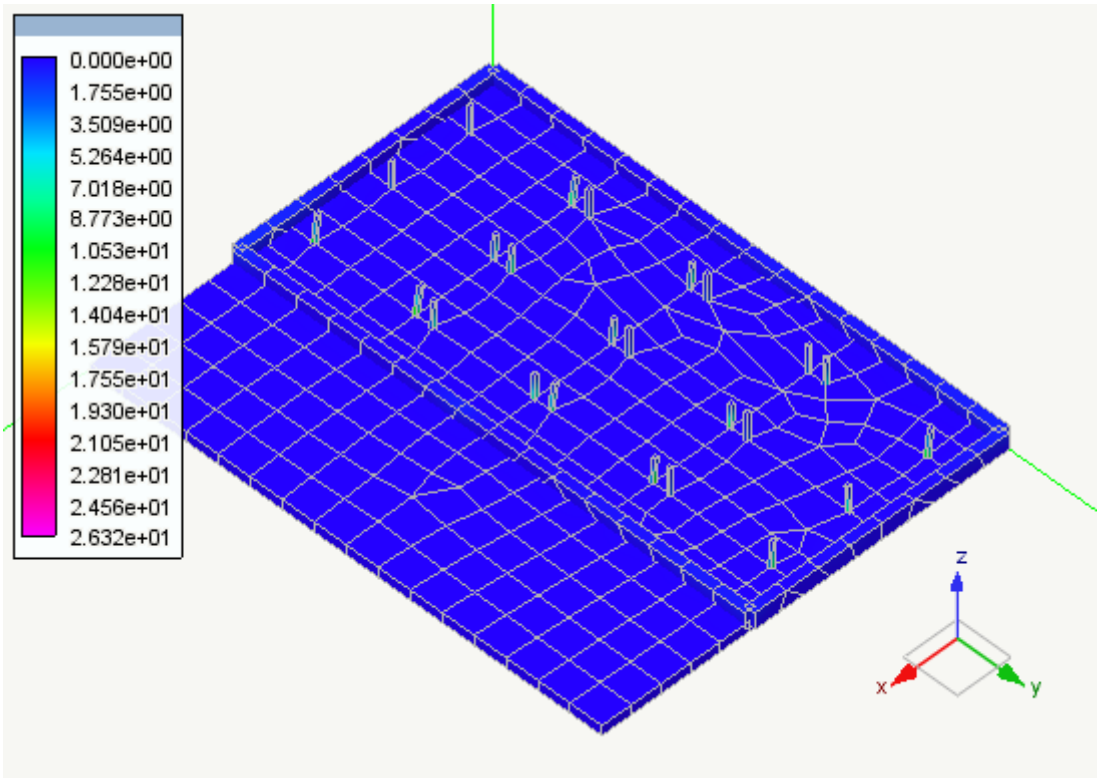


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Dinamica SLVh Y

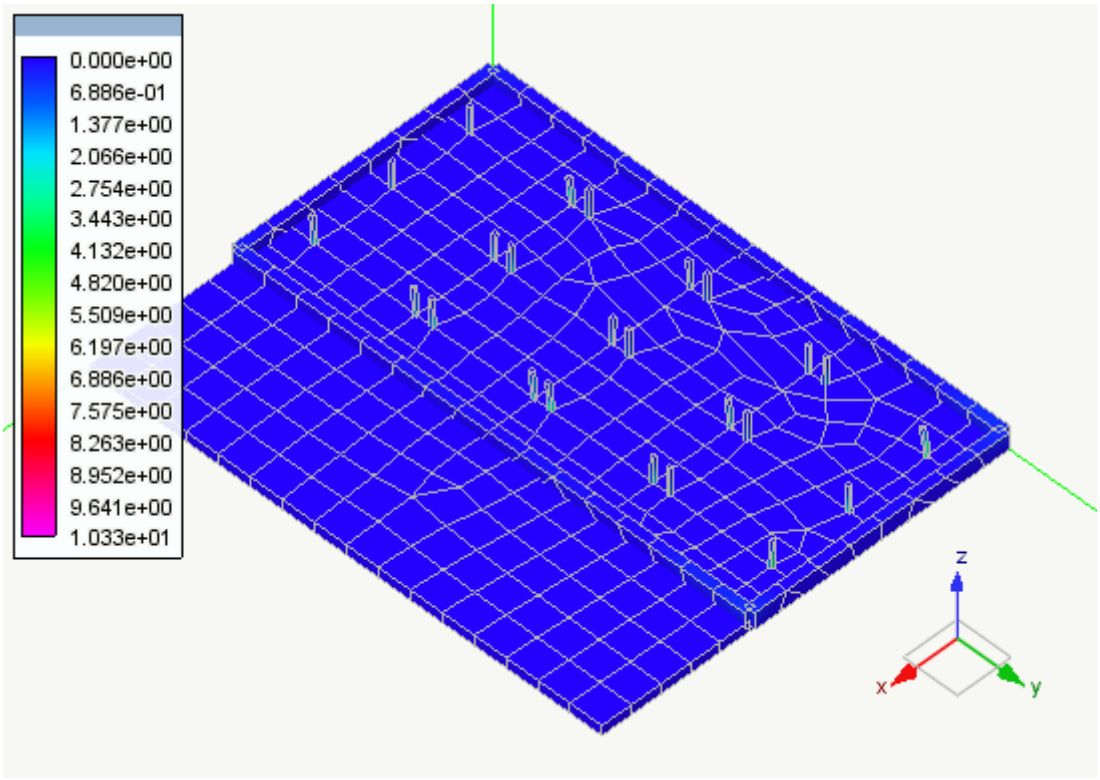


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Dinamica SLOh X

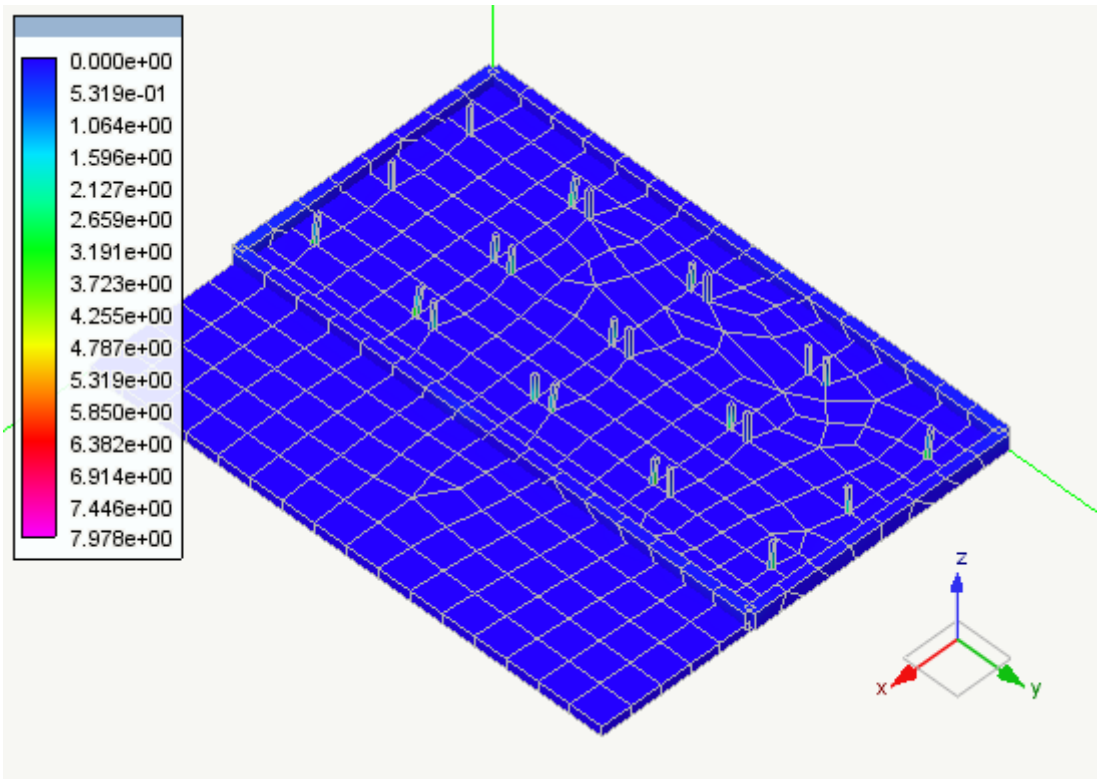
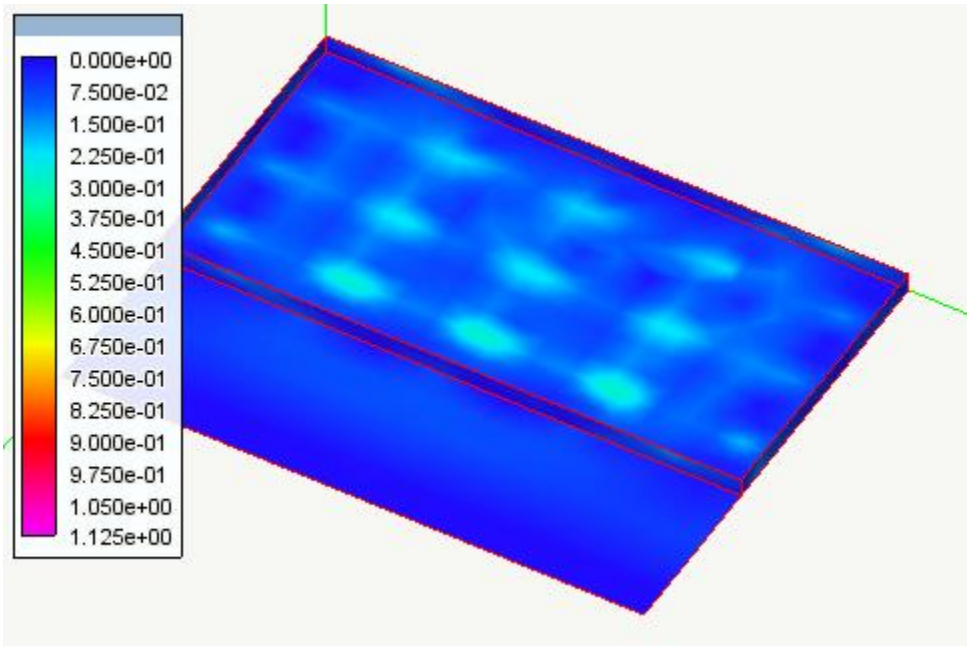


Diagramma delle sollecitazioni della condizione di carico: Dinamica SLOh Y

16.6 Verifiche per lo stato limite ultimo

La verifica degli elementi piani è riportata nell'allegato analitico di calcolo di EW.

Nella immagine che segue vengono riportati i risultati delle verifiche degli elementi visualizzate globalmente cioè sull'intera struttura con esplicitato il valore massimo delle diverse grandezze caratteristiche in gioco.



Coefficiente di sfruttamento

Tale coefficiente va inteso come rapporto tra azioni agenti agente e resistenza ultima ed è quindi l'inverso del coefficiente di sicurezza. Valori pertanto superiori ad 1 indicano che la sezione non è verificata. I valori superiori ad 1 sono sempre rappresentati in colore rosso. Il colore rosso indica anche un eventuale errore nel calcolo.

Il fattore di sicurezza viene valutato costruendo la funzione del dominio di rottura e verificando il fattore di sicurezza per tutte le combinazioni di carico di progetto. Il valore minimo del fattore di sicurezza (massimo del fattore di sfruttamento) viene espresso in colore.

Il calcolo del fattore di sicurezza avviene considerando il punto di carico. La misura del fattore di sicurezza avviene lungo la retta che congiunge questo punto con l'origine nello spazio delle sollecitazioni. L'intersezione di tale retta con il confine del dominio di rottura determina il punto limite. Il rapporto tra la distanza di tale punto dall'origine e la distanza del punto di carico, determina il fattore di sicurezza.

Questa verifica è la più sofisticata e accurata possibile in quanto fornisce in una visione sintetica della reale sicurezza dell'elemento. Infatti la verifica avviene sul dominio di rottura considerando tutte le componenti di sforzo.

16.7 Verifiche per lo stato limite di esercizio

16.7.1 Fessurazione

Le limitazioni sotto riportate sono assunte in coerenza con le NTC 2018 (§ 4.1.2.2.4) e relativa Circolare, per strutture in ambiente aggressivo, al fine di garantire adeguati livelli di durabilità e protezione delle armature.

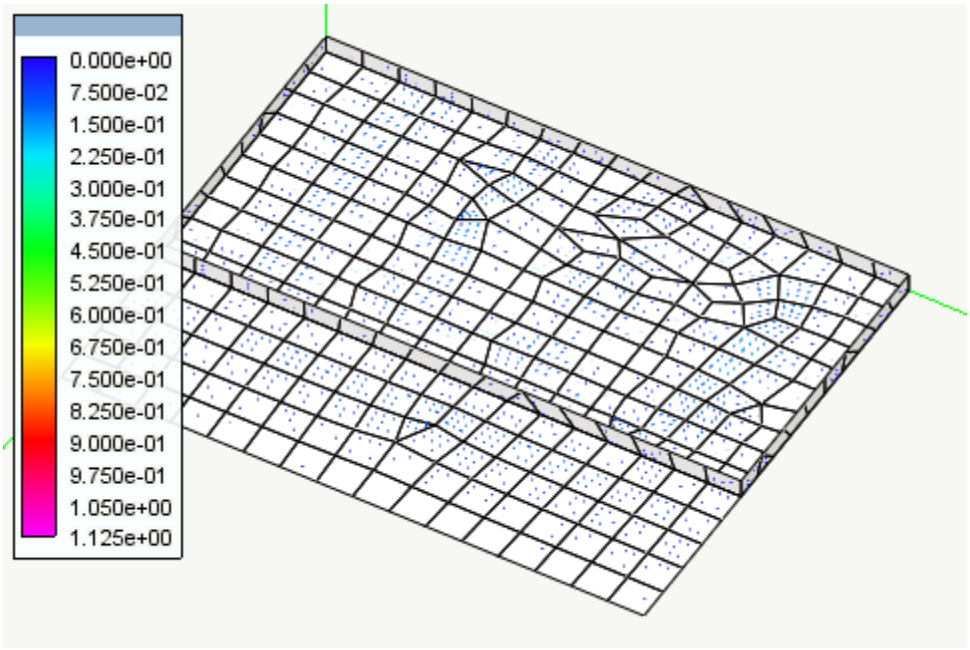
Secondo quanto dettato dal DM 17/01/2018 si considera per la struttura in esame le seguenti esigenze:

Ambiente:	Aggressivo
Gruppo esigenze:	A
Sensibilità armatura:	Sensibile

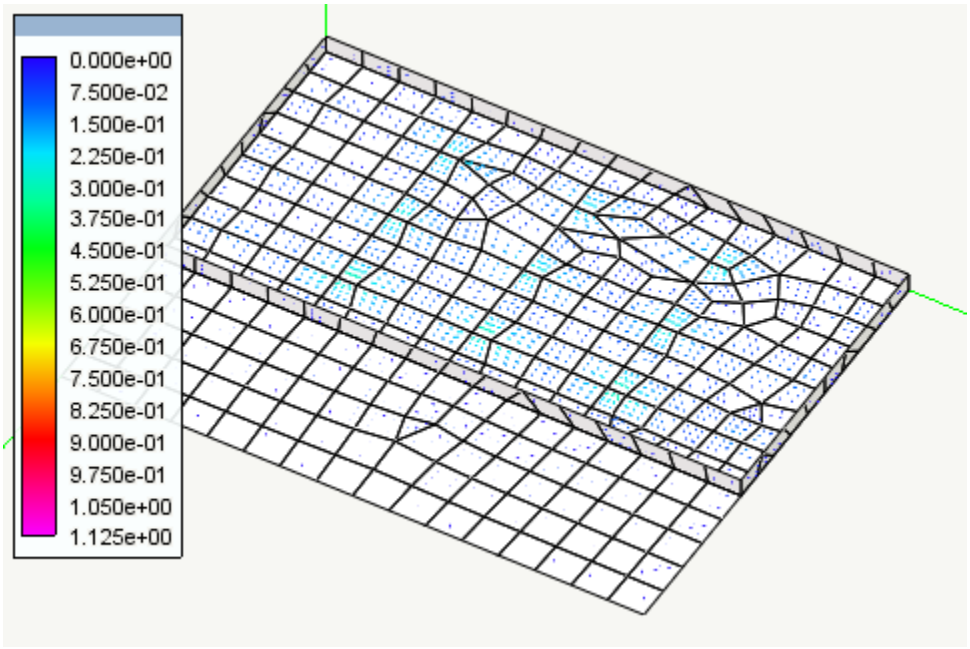
queste comportano il controllo dei seguenti stati limite:

combinazione di carico:	Stato limite: apertura fessure
Frequente	≤ w3=0.3mm
Quasi permanente	≤ w3=0.2mm

Le figure seguenti riassumono quanto su riportato.



Facce visibili



Facce nascoste

17 Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli semplificati.

Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.

Ciò quanto dovuto.