


4					
3					
2	24-07-2018	REVISIONE	LC	MP	MP
1	09-03-2016	EMISSIONE	LC	MP	MP
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Verificato	Approvato

COMUNE DI GENOVA						
DIREZIONE ATTUAZIONE NUOVE OPERE					Direttore Arch. Mirco Grassi	
SETTORE OPERE PUBBLICHE B					Dirigente Arch. Ines Marasso	
Comittente COMUNE DI GENOVA					Codice Progetto 01.38.01	
CAPO PROGETTO Arch. Marco Pesce			RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines Marasso			
Progetto Architettonico Responsabile Arch. Marco Pesce Collaboratori Arch. Eugenio Ghidini Arch. Daniele Siviero			Rilievi Responsabile Arch. Marco Pesce Collaboratori Geom. Mauro Burgassi			
Progetto Strutture Responsabile Ing. Luca Caviglione Collaboratori Ing. Marco Gaffoglio Geom. Mauro Burgassi			Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione Geom. Carlo Solisio			
Progetto e Computi Impianti Responsabile Ing. Sandro Morandi Collaboratori Ing. Alberto Borneto Ing. Antonino Riccio Tabassi Ing. Massimiliano Giudici Arch. Paola Negro			Studi geologici Geol. Francesco Valle			
Computi metrici e Capitolati Responsabile Arch. Marco Pesce Collaboratori Geom. Andrea Miglio			Progetto Prevenzione incendi Arch. Marco Pesce			
			Progetto aspetti vegetazionali -			
			Verifica accessibilità -			
Intervento/Opera PROGETTO DEFINITIVO PER LA RIFUNZIONALIZZAZIONE DELLA PISCINA COMUNALE "NICOLA MAMELI" DI GENOVA - VOLTRI					Municipio VII Ponente	
					Quartiere Voltri	
					N° progr. tav.	N° tot. tav.
Oggetto della tavola RELAZIONE SULL'EDIFICIO ESISTENTE					Scala 1:100	Data Aprile2015
					Tavola N° 21-02	
Livello Progettazione DEFINITIVO		STRUTTURALE				
Codice GULP 14796	Codice OPERA -	Codice identificativo tavola 01.38.01.D-ST-21-01				
					D-ST	

INDICE

1.	RELAZIONE INTRODUTTIVA	3
2.	CONCEZIONE STRUTTURALE.....	5
3.	NORMATIVE APPLICATE	6
4.	UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA.....	6
5.	MISURA DELLA SICUREZZA.....	7
5.1.	CRITERI DI CALCOLO.....	7
5.2.	COEFFICIENTI PARZIALI DEI CARICHI	7
5.3.	COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI PERMANENTI, VARIABILI	8
6.	SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA	9
6.1.	IL MODELLO DELLA STRUTTURA	9
7.	AZIONI.....	11
7.1.	CARICHI PERMANENTI E VARIABILI	11
7.1.1.	<i>Peso proprio della struttura</i>	<i>11</i>
7.1.2.	<i>Carichi permanenti e variabili unitari agenti sui solai (P.to 3.1 DM 14/01/2008)</i>	<i>11</i>
7.2.	FORZE INDOTTE DALLA PRESSIONE DEL TERRENO.....	11
7.3.	FORZE INDOTTE DALLA PRESSIONE DELL'ACQUA	11
7.4.	AZIONE DA SISMA.....	12
7.4.1.	<i>Localizzazione geografica.....</i>	<i>12</i>
7.4.2.	<i>Categoria del sottosuolo.....</i>	<i>12</i>
7.4.3.	<i>Categoria topografica</i>	<i>12</i>
7.4.4.	<i>Classe di duttilità.....</i>	<i>12</i>
7.4.5.	<i>Regolarità della struttura</i>	<i>12</i>
7.5.	<i>Analisi spettrale.....</i>	<i>12</i>
7.6.	AZIONE DELLA NEVE.....	15
7.7.	TIPIZZAZIONE DI CARICHI.....	16
7.8.	SISTEMA DI MASSE CORRISPONDENTI ALLE AZIONI STATICHE	16
7.8.1.	<i>Distribuzione accidentale delle masse</i>	<i>16</i>
7.9.	CONDIZIONI DI CARICO.....	17
7.10.	LE COMBINAZIONI DI CARICO	21
8.	LEGAMI COSTITUTIVI.....	28
8.1.	ELEMENTI MONODIMENSIONALI	28
8.1.1.	<i>Conglomerato cementizio</i>	<i>28</i>
8.1.2.	<i>Acciaio da cemento armato.....</i>	<i>28</i>
8.2.	ELEMENTI BIDIMENSIONALI	29
8.2.1.	<i>Conglomerato cementizio</i>	<i>29</i>
8.3.	TERRENO DI FONDAZIONE	30
9.	RAPPRESENTATIVITÀ DEL MODELLO	31
10.	ANALISI CONDOTTA CON AUSILIO DI ELABORATORE	32
10.1.	TIPO DI ANALISI SVOLTA.....	32
11.	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	33

12. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELLE ANALISI.....	34
12.1. RISULTATI DELLA ANALISI STATICA	34
12.2. RISULTATI DELL'ANALISI MODALE	34
13. PROGETTO DEGLI ELEMENTI PIANI IN CEMENTO ARMATO	40
13.1. GENERALITÀ	40
13.2. NOTA SU EASYWALL	40
13.3. CRITERI DI CALCOLO.....	40
14. SICUREZZA DEGLI ELEMENTI PIANI IN CEMENTO ARMATO	41
14.1. VERIFICHE PER LO STATO LIMITE ULTIMO.....	41
15. VERIFICA DELLE STRUTTURE ESISTENTI IN CEMENTO ARMATO (CONDIZIONE SISMICA)	43
15.1. VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ	43
16. RELAZIONE GEOTECNICA.....	46
16.1. <i>Descrizione della fondazione</i>	46
16.2. <i>Descrizione terreno</i>	46
16.3. <i>Falda</i>	46
16.4. <i>Parametri geotecnici</i>	46
16.5. <i>Approccio utilizzato e coefficienti parziali</i>	46
16.6. RISULTATI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE PER LE PLATEE	47

1. Relazione introduttiva

La presente relazione si riferisce alla verifica strutturale delle opere di seguito descritte inquadrando tale progetto in relazione alle normative citate.

In questo capitolo sarà inquadrata la tipologia strutturale attualmente esistente valutandone la sicurezza, anche in funzione di quanto esposto nella relazione sulle indagini eseguite. La descrizione della struttura riguarda l'impianto integro, così come è stato rilevato a base della progettazione definitiva eseguita nel 2015, con l'integrazione sulle caratteristiche dei materiali, in seguito alle indagini del giugno 2018.

L'impianto natatorio comunale "N. Mameli", sito in Genova Voltri è stato realizzato nel 1952-53, secondo uno schema che viene di seguito brevemente riassunto.

La struttura attuale è divisibile in tre parti principali, tra loro collegate e funzionalmente interdipendenti: la vasca, l'edificio gradinata nord e quello della gradinata ovest.

La vasca, realizzata in calcestruzzo armato, presenta la particolarità di avere due differenti profondità (2 e 4.8m circa), per consentire la possibilità di eseguire anche i tuffi. La struttura è realizzata a pareti in calcestruzzo armato avente spessore compreso tra i 25 e i 55 cm. In particolare, la vasca "bassa" ha pareti di spessore costante di 25cm, con ringrossi posti alla testa e alla base di circa 30cm di spessore, mentre la vasca "alta" ha pareti di spessore variabile tra 25 e 55cm e, per il lato a mare di spessore costante di circa 55cm. Le due profondità sono raccordate mediante uno scivolo di fondo.

La lastra di fondo, da alcune indagini condotte durante le demolizioni, nella parte a minor profondità risulta avere spessore non inferiore a 150cm, mentre la parte più profonda non è stata investigata, in quanto ancora di difficile accessibilità all'interno, ma si presume abbia spessore non inferiore alla dimensione della sezione trasversale delle pareti alla sezione di incastro (da rilievo geometrico non inferiore a 50-55cm).

Completa la struttura della vasca un'intercapedine ispezionabile costituita da una soletta in pignatte e travetti gettati in opera, con coronamento di travi e pilastri (dimensione dei pilastri rilevata 20x25 e travi 15x45) e una soletta monolitica di copertura (spessore stimato circa 20cm) nella parte nord che si collega con l'omonima gradinata.

Gli edifici della gradinata sono del tutto paragonabili e li si descrivono quindi una volta sola. Fa eccezione la gradinata ovest, nella quale è presente un locale interrato, sede degli attuali impianti per il funzionamento della piscina che sarà in sede di progetto demolito e riempito, mantenendo solo i muri perimetrali.

La struttura delle gradinate è configurabile come un portale a più campate e due piani, con le seguenti caratteristiche:

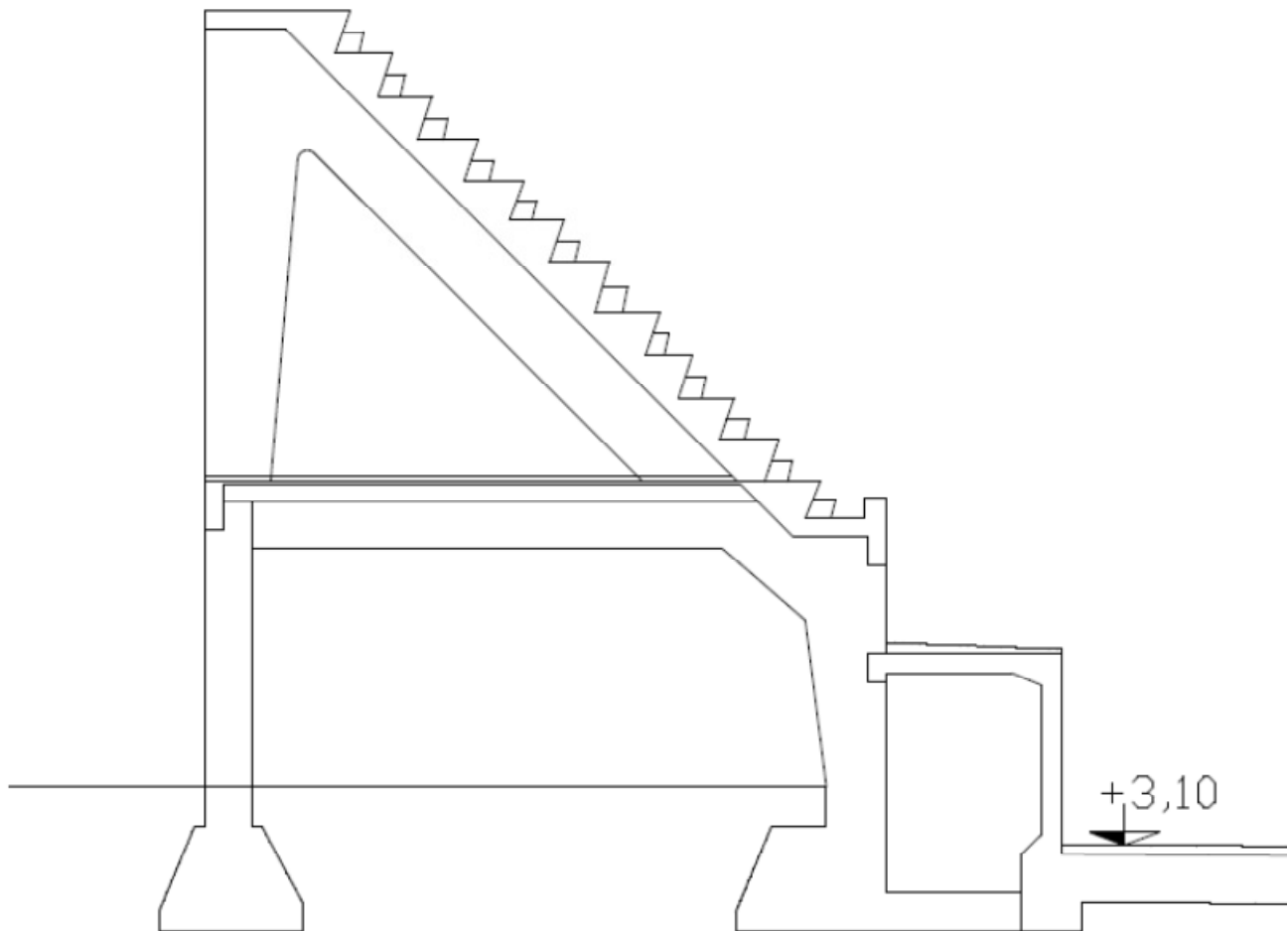
- Pilastri anteriori, a formare il porticato su Piazza Villa Giusti, di dimensioni grezze di circa 25x45 cm,

collegate da travi trasversali di altezza pari a circa 70cm che formano un portale coi pilastri lato vasca, aventi altezza variabile. I telai sono collegati longitudinalmente da una trave ribassata di circa 25cm rispetto all'intradosso del solaio.

- Solaio in pignatte e travetti gettai in opera dello spessore di circa 27cm finiti (spessore della struttura circa 22cm)
- Telaio al piano soprastante avente i pilastri del porticato ad andamento trapezoidale che si collegano con una serie di travi rampanti di altezza pari a 70cm che sostengono le gradinate. La struttura di quest'ultima è monolitica con i gradini direttamente gettati in calcestruzzo.

Lo schema che sotto si riporta esemplifica la struttura di un telaio tipico.

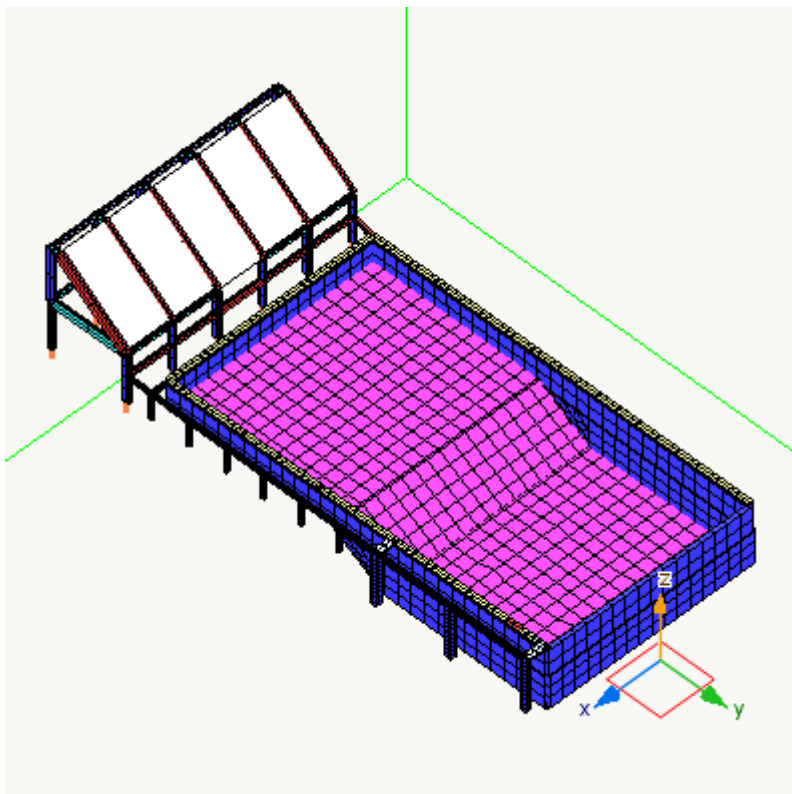
La verifica della struttura esistente è stata affrontata secondo quanto contenuto nel cap.8 delle NTC 2008 e della Circolare applicativa. Per la definizione degli elementi strutturali, vista la scarsità di documentazione disponibile a livello progettuale e la parziale inaccessibilità di alcune porzioni della struttura, si è provveduto con la definizione della struttura tramite lo strumento della progettazione simulata. Tale procedura è stata integrata, ove possibile con le indagini esaustive svolte a giugno 2018.



2. 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 organizzato come edificio a telaio con una porzione della struttura formata da setti



Vista anteriore

3. Normative applicate

Le normative prese a riferimento nella stesura della presente relazione sono:

- 1) D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"
- 2) Istruzioni per l'applicazione delle "norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- 3) R.D. n° 2229 1939 "Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato"

4. 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

5. Misura della sicurezza

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

5.1. 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.

5.2. Coefficienti parziali dei carichi

Si riportano i coefficienti di combinazione utilizzati

	γ_1	γ_2	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ψ_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	0.2
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	0.0
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

5.3. 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 γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi permanenti non strutturali(1)	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 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. 2.6.1 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 $\gamma_P = 1,0$.

6. 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.

6.1. Il modello della struttura

Il modello è costituito da 994 nodi e da 1067 elementi.

Nel modello vi sono:

246 elementi lineari a due nodi

36 elementi piani a tre nodi

785 elementi piani a quattro nodi

Il tipo di elementi impiegati è il seguente:

234 elementi trave a sezione rettangolare

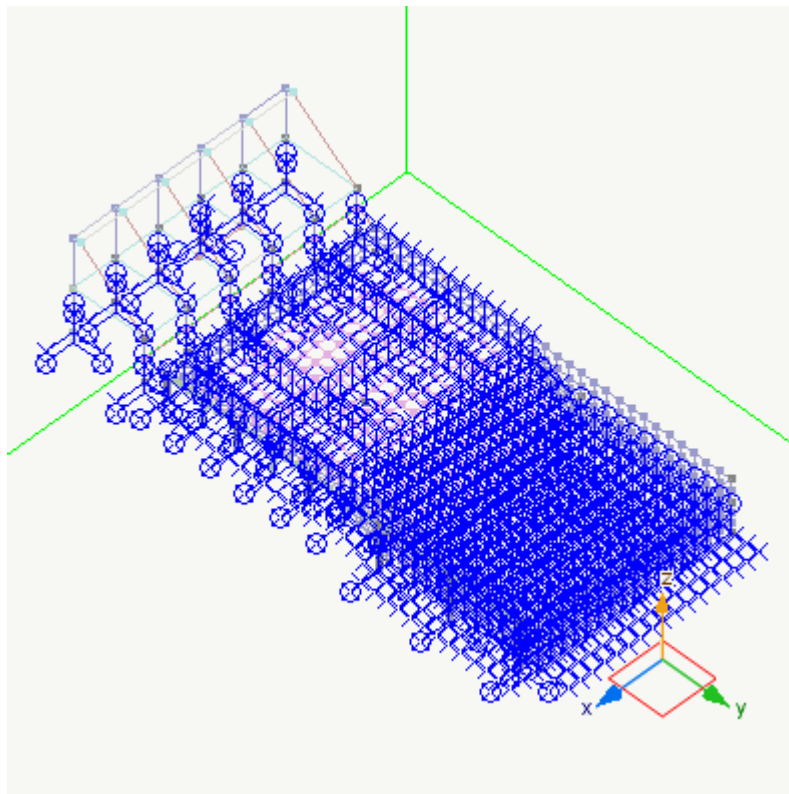
12 elementi boundary

549 elementi lastra-piastra

272 elementi piastra su suolo elastico secondo winkler

0 elementi solidi

I vincoli esterni imposti alla struttura sono riportati nel seguente schema di vincolamento della struttura.



Nella struttura è stato impiegato il metodo Master-Slave per modellare impalcati rigidi. Particolare attenzione è stata posta alla presenza della soletta inclinata delle gradinate, la cui presenza è stata modellata tramite

macroelementi tipo guscio a cui è stata imposta una rigidezza flessionale minima, al fine di simulare solo il comportamento irrigidente nel piano della gradinata. I plinti sono stati tutti modellati tramite elementi di tipo elastico (boundary), con molle di opportuna rigidezza, in funzione del coefficiente di Winkler e delle dimensioni stimate del plinto, ottenute mediante un calcolo a ritroso simulato. Si è ipotizzato che i plinti a nord dell'edificio gradinata siano isolati, a favore di sicurezza, mentre quelli a bordo vasca, presentano un elemento di collegamento introdotto nel modello.

Non è stato inoltre considerato nel modello la presenza della gradinata est, poiché in fase di progetto sarà totalmente demolita e, pertanto, non interessa la valutazione della sicurezza della stessa.

E' stato invece considerato l'effetto irrigidente dei muri interrati sotto questa gradinata, inserendo dei vincoli alla traslazione fuori piano della vasca, laddove questi elementi si intersecano.

Poiché anche la gradinata nord con il relativo edificio, a seguito delle valutazioni eseguite nel 2018, sarà demolita integralmente, la valutazione di sicurezza relativa a tale porzione di fabbricato sarà di seguito omessa, pur mantenendo il modello inalterato nella sua completezza, al fine di correttamente prendere in conto l'eventuale interazione che si aveva nella configurazione di struttura integra.

7. Azioni

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

7.1. Carichi permanenti e variabili

7.1.1. 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 14/01/2008.

7.1.2. Carichi permanenti e variabili unitari agenti sui solai (P.to 3.1 DM 14/01/2008)

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 3.1.3.1. del DM14/01/2008.

Spogliatoio

Peso proprio soletta:	0.032 kg/cm ²	
Peso proprio travetti:	0.0kg/cm ²	
Peso proprio massetti:	0.008kg/cm ²	
Peso proprio pavimenti:	0.003kg/cm ²	
Incidenza divisori interni:	0.01kg/cm ²	
Totale carichi non strutturali (G2) :		0.021kg/cm ²
Variabili:	Cat. C	0.05kg/cm ²

7.2. Forze indotte dalla pressione del terreno

In caso di presenza delle pareti del cantinato le spinte del terreno sono calcolate considerando una distribuzione lineare crescente con la profondità ottenute dalle tensioni litostatiche moltiplicate per un opportuno coefficiente di spinta orizzontale K valutato caso per caso in funzione dell'angolo di attrito del terreno posto a tergo delle pareti. La spinta dovuta al carico variabile sul terrapieno viene calcolata moltiplicando tale carico per il medesimo coefficiente K.

7.3. Forze indotte dalla pressione dell'acqua

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

7.4. Azione da sisma

7.4.1. Localizzazione geografica

L'edificio sorge nel comune di Genova ed ha le seguenti coordinate geografiche:

Latitudine	Longitudine
44.42733	8.75071

7.4.2. Categoria del sottosuolo

Il sottosuolo è stato classificato di categoria B: Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille consistenti.

7.4.3. Categoria topografica

Il sottosuolo è stato classificato di categoria T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$.

7.4.4. Classe di duttilità

La struttura dell'edificio è classificabile come struttura deformabile torsionalmente

7.4.5. Regolarità della struttura

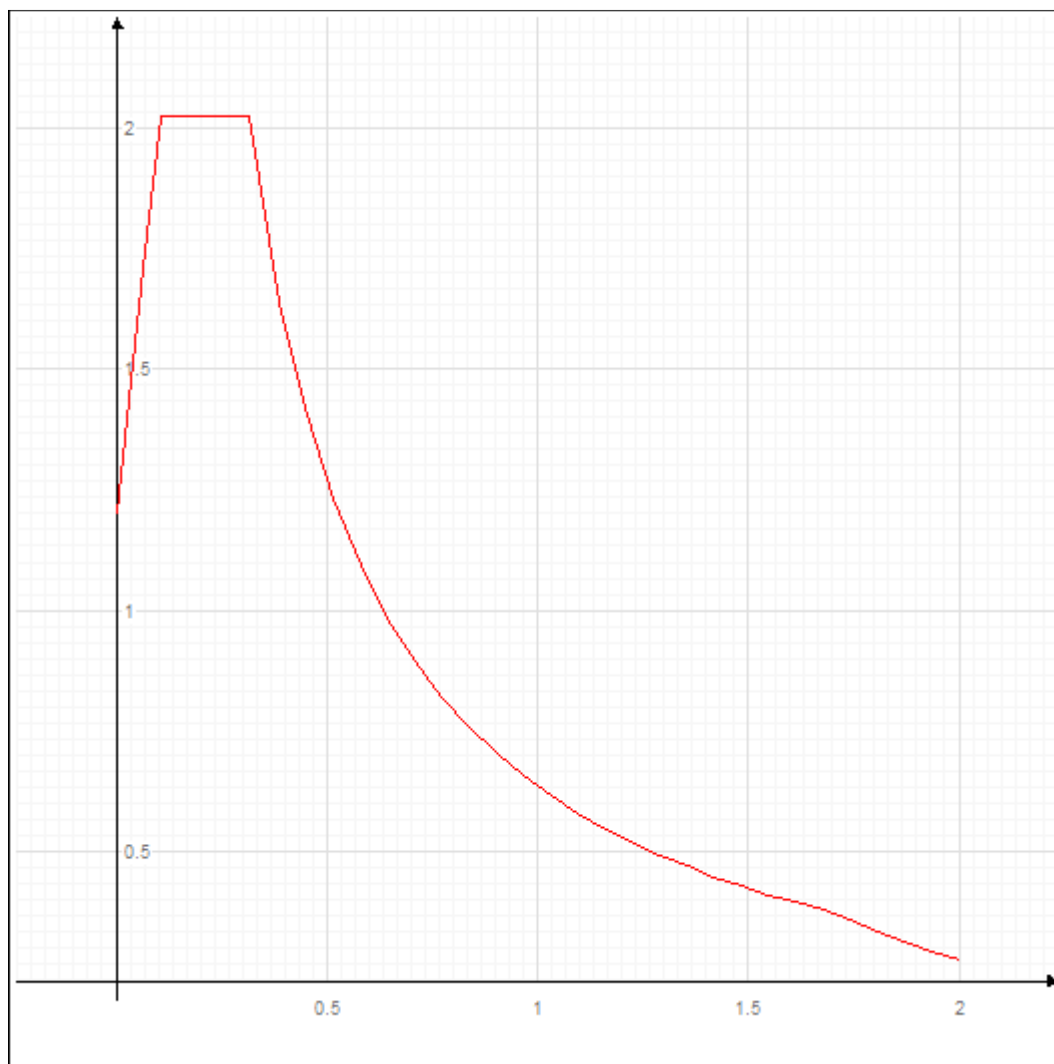
La struttura in esame per le sue particolarità è stata considerata dal progettista, non regolare in pianta e non regolare in elevazione.

7.5. Analisi spettrale

L'analisi spettrale è condotta per le seguenti condizioni dinamiche:

Nome della condizione dinamica	Nome dello spettro	Acc. X	Acc. Y	Acc. Z	
Dinamica SLDh X	SLDh	29.428	0.000	0.000	
Dinamica SLDh Y	SLDh	0.000	29.428	0.000	
Dinamica SLVh X	SLVh	66.981	0.000	0.000	
Dinamica SLVh Y	SLVh	0.000	66.981	0.000	
Dinamica SLOh X	SLOh	22.994	0.000	0.000	
Dinamica SLOh Y	SLOh	0.000	22.994	0.000	

Sono stati impiegati i seguenti spettri di risposta:

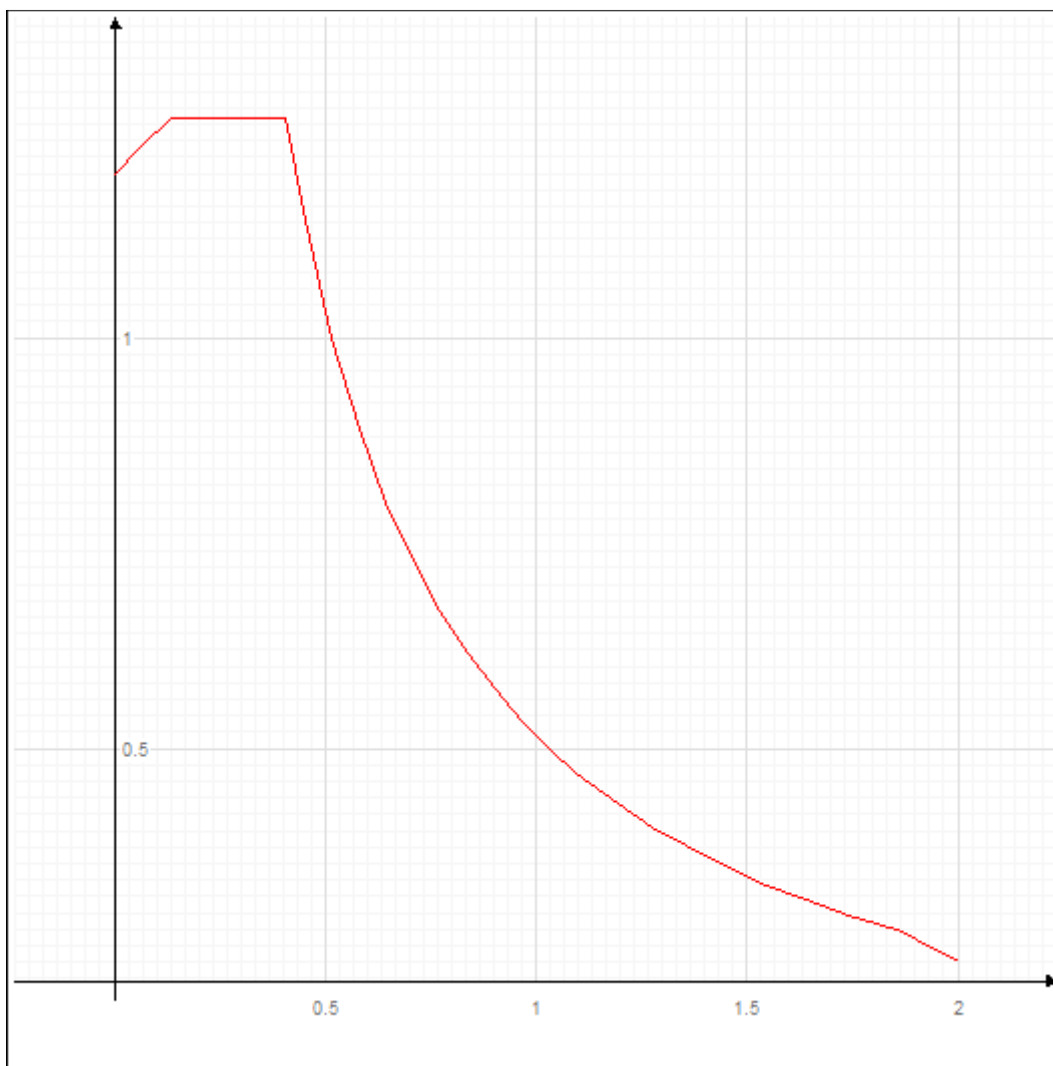


Spettro: SLDh.

I parametri utilizzati per la generazione dello spettro su riportato sono riassunti nella seguente tabella:

Tipo	Ag/g	Tc	Fo	S	Fattore di struttura q
Stato Limite di Danno	0.030	0.208	2.528	1.200	1.500

dove: Ag/g è la accelerazione parametrica, tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, $S=S_s \cdot S_c$ è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.

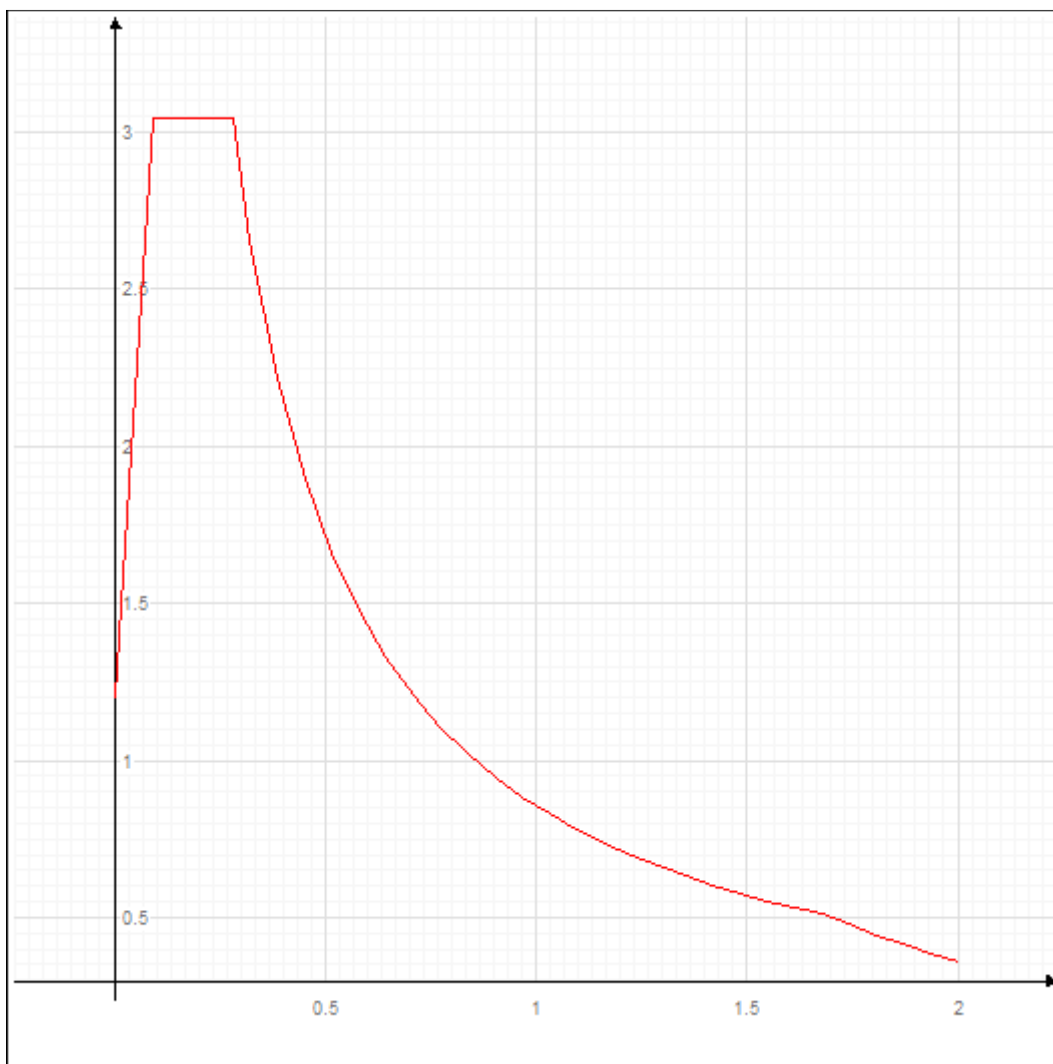


Spettro: SLVh.

I parametri utilizzati per la generazione dello spettro su riportato sono riassunti nella seguente tabella:

Tipo	A_g/g	T_c	F_o	S	Fattore di struttura q
Stato Limite di salvaguardia della Vita	0.068	0.289	2.537	1.200	2.400

dove: A_g/g è la accelerazione parametrica, t_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, $S=S_s \cdot S_c$ è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.



Spettro: SLOh.

I parametri utilizzati per la generazione dello spettro su riportato sono riassunti nella seguente tabella:

Tipo	A_g/g	T_c	F_o	S	Fattore di struttura q
Stato Limite di Operatività	0.023	0.182	2.540	1.200	1.000

dove: A_g/g è la accelerazione parametrica, t_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, $S=S_s \cdot S_c$ è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.

7.6. Azione della neve

L'area oggetto dell'intervento è classificata dalla vigente normativa in zona II ed ha una altezza del suolo a_s sul livello del mare pari a 3.000m.

In base a ciò il carico di neve al suolo $q_{sk}=1.000\text{KN/mq}$.

Il carico neve sulla copertura q_s viene determinato come:

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

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 μ 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:

$$q_s = 0.80 \cdot 1.000 = 0.800 \text{ KN/mq.}$$

7.7. 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) Torcente di piano SLV	Torcente SLV
(1) Torcente di piano SLD	Torcente SLD
(1) Torcente di piano SLO	Torcente SLO
(1) Sovraccarico gradoni	Cat. C: Affollamento
(1) Permanente	Permanente
(1) Peso proprio	Permanente
(1) Acqua	Permanente non strutt.
(1) Dinamica SLDh X	Sismico SLD
(1) Dinamica SLDh Y	Sismico SLD
(1) Dinamica SLVh X	Sismico SLV
(1) Dinamica SLVh Y	Sismico SLV
(1) Dinamica SLOh X	Sismico SLO
(1) Dinamica SLOh Y	Sismico SLO

7.8. Sistema di masse corrispondenti alle azioni statiche

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

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

ψ_{Ei} è il coefficiente di combinazione dell'azione variabile Q_i 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.

7.8.1. 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 14/01/2008

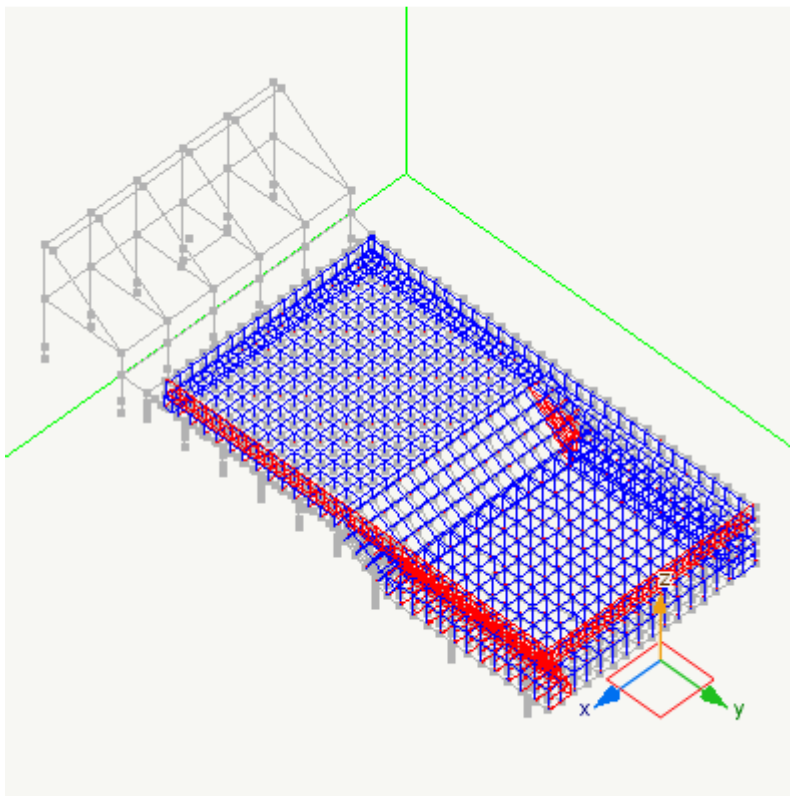
e_{ai} è l'eccentricità definita al punto 7.2.6 del DM 14/01/2008

7.9. Condizioni di carico

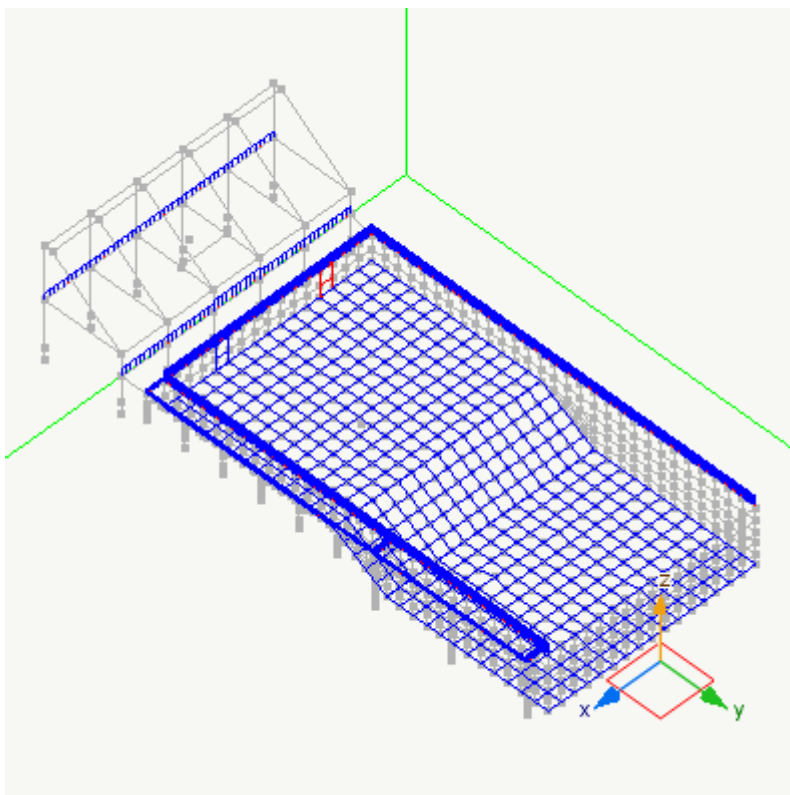
I nomi delle condizioni di carico statiche impiegate sono i seguenti:

- 1) Acqua
- 2) Peso proprio
- 3) Permanente
- 4) Sovraccarico gradoni
- 5) Torcente di piano SLO
- 6) Torcente di piano SLD
- 7) Torcente di piano SLV

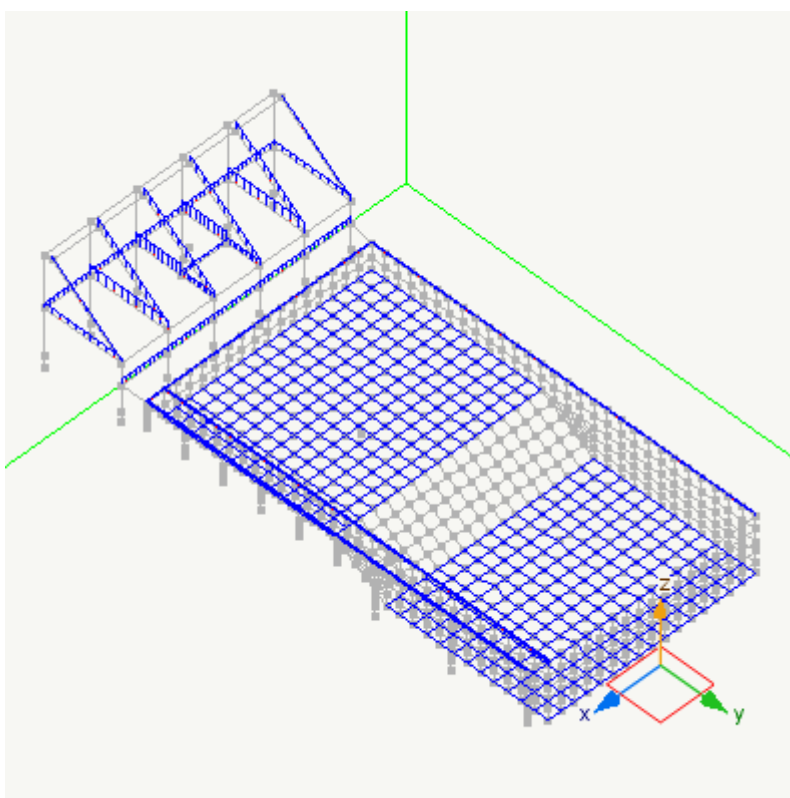
Di seguito si riportano i grafici dei carichi delle condizioni di carico statiche enumerate sopra:



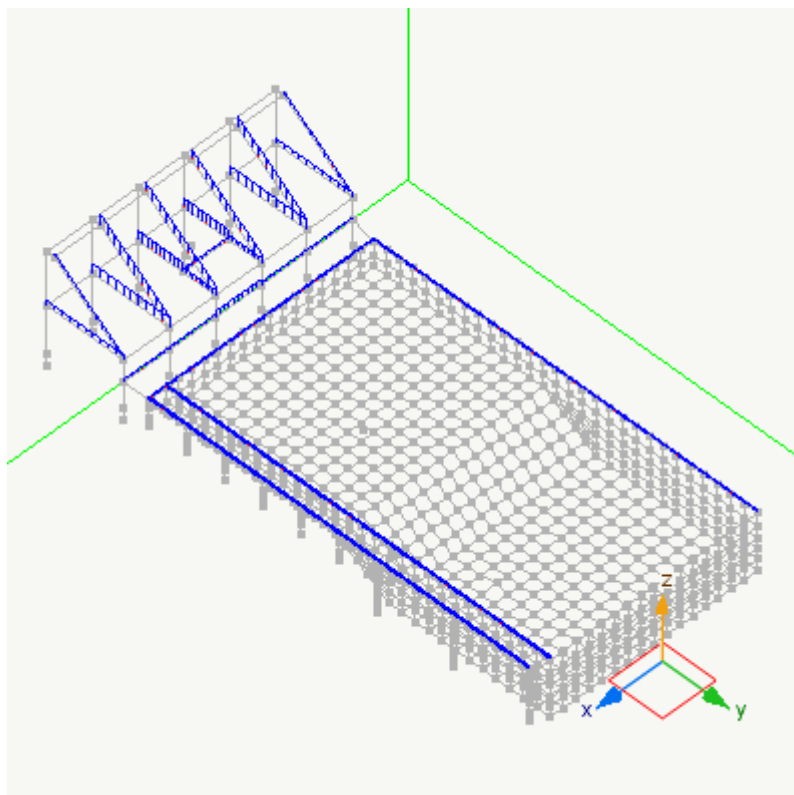
Condizione di carico: Acqua: Grafico dei carichi



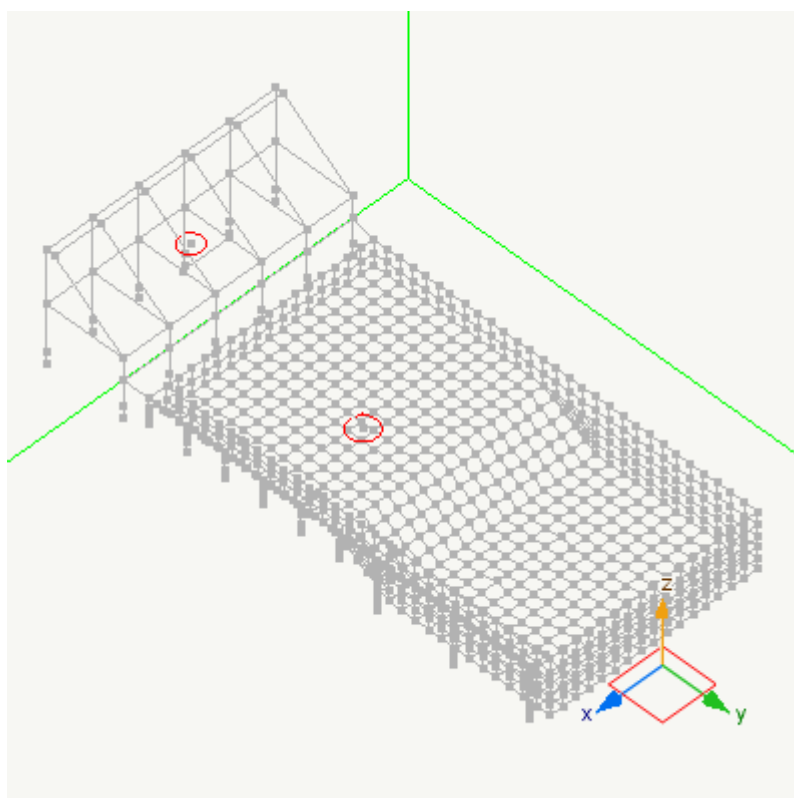
Condizione di carico: Peso proprio: Grafico dei carichi



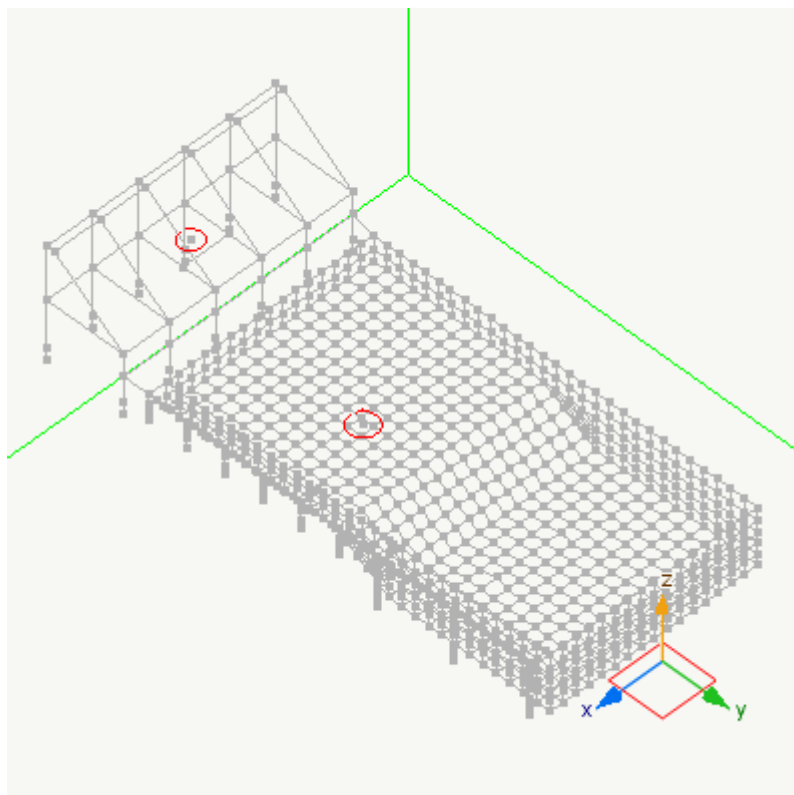
Condizione di carico: Permanente: Grafico dei carichi



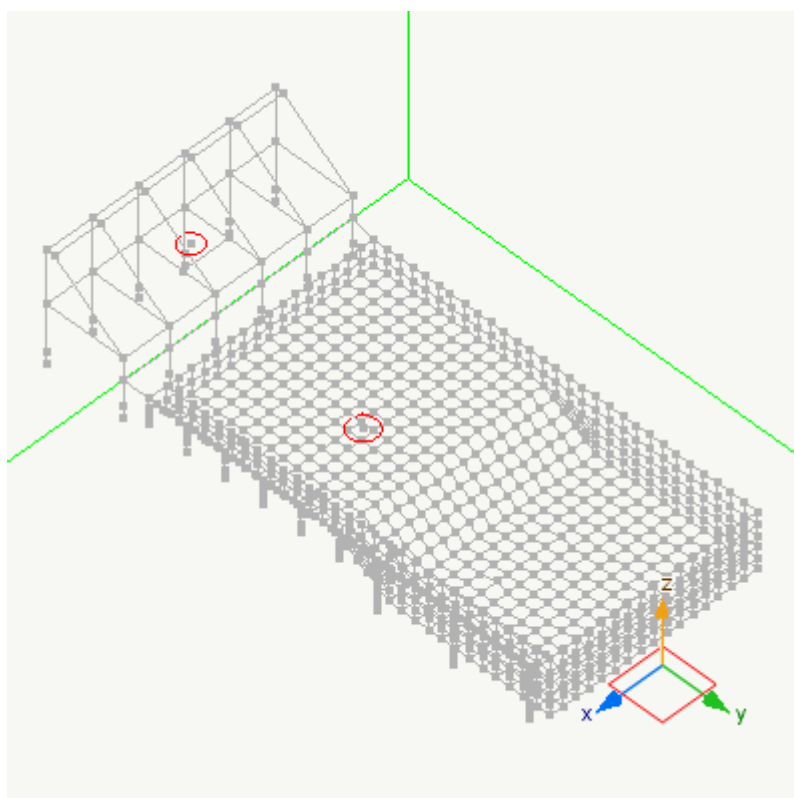
Condizione di carico: Sovraccarico gradoni: Grafico dei carichi



Condizione di carico: Torcente di piano SLO: Grafico dei carichi



Condizione di carico: Torcente di piano SLD: Grafico dei carichi



Condizione di carico: Torcente di piano SLV: Grafico dei carichi

7.10. Le combinazioni di carico

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

Le combinazioni di operatività considerate sono:

- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLOh Y
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLOh Y
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLOh Y
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLOh Y
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLOh Y
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLOh Y
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLOh Y
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLOh Y
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + -1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + -1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLOh X
- 1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + -1.00 * (1) Dinamica SLOh X

1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLOh X

1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + -1.00 * (1) Dinamica SLOh X

1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLOh X

-1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + -1.00 * (1) Dinamica SLOh Y

-1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLOh Y

-1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + -1.00 * (1) Dinamica SLOh Y

-1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLOh Y

1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + -1.00 * (1) Dinamica SLOh Y

1.00 * (1) Torcente di piano SLO + -0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLOh Y

1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + -1.00 * (1) Dinamica SLOh Y

1.00 * (1) Torcente di piano SLO + 0.30 * (1) Dinamica SLOh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLOh Y

Le combinazioni di carico di servizio considerate sono le seguenti:

0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua

1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua

0.70 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua

1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua

1.00 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua

1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua

Le combinazioni di carico di danno considerate sono le seguenti:

-1.00 * (1) Torcente di piano SLD + -0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh X

-1.00 * (1) Torcente di piano SLD + -0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh X

-1.00 * (1) Torcente di piano SLD + 0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh X

-1.00 * (1) Torcente di piano SLD + 0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Dinamica SLDh X

1.00 * (1) Torcente di piano SLD + -0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + -1.00 * (1) Dinamica SLDh X

1.00 * (1) Torcente di piano SLD + 0.30 * (1) Dinamica SLDh X + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLDh Y

-1.00 * (1) Torcente di piano SLD + -0.30 * (1) Dinamica SLDh Y + 0.60 * (1) Sovraccarico gradoni + 1.00 * (1) Permanente + 1.00 * (1) Peso proprio + 1.00 * (1) Acqua + 1.00 * (1) Dinamica SLDh X

$1.00 * (1) \text{ Torcente di piano SLV} + 0.30 * (1) \text{ Dinamica SLVh X} + 0.60 * (1) \text{ Sovraccarico gradoni} + 1.00 * (1) \text{ Permanente} + 1.00 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.00 * (1) \text{ Acqua} + 1.00 * (1) \text{ Dinamica SLVh Y}$
 $1.50 * (1) \text{ Sovraccarico gradoni} + 1.30 * (1) \text{ Permanente} + 1.30 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.50 * (1) \text{ Acqua}$
 $1.30 * (1) \text{ Permanente} + 1.30 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.50 * (1) \text{ Acqua}$

Le combinazioni di carico di servizio considerate sono le seguenti:

$0.60 * (1) \text{ Sovraccarico gradoni} + 1.00 * (1) \text{ Permanente} + 1.00 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.00 * (1) \text{ Acqua}$
 $1.00 * (1) \text{ Permanente} + 1.00 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.00 * (1) \text{ Acqua}$
 $0.70 * (1) \text{ Sovraccarico gradoni} + 1.00 * (1) \text{ Permanente} + 1.00 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.00 * (1) \text{ Acqua}$
 $1.00 * (1) \text{ Permanente} + 1.00 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.00 * (1) \text{ Acqua}$
 $1.00 * (1) \text{ Sovraccarico gradoni} + 1.00 * (1) \text{ Permanente} + 1.00 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.00 * (1) \text{ Acqua}$
 $1.00 * (1) \text{ Permanente} + 1.00 * (1) \text{ Peso proprio} + 1.00 * (1) \text{ Acqua}$

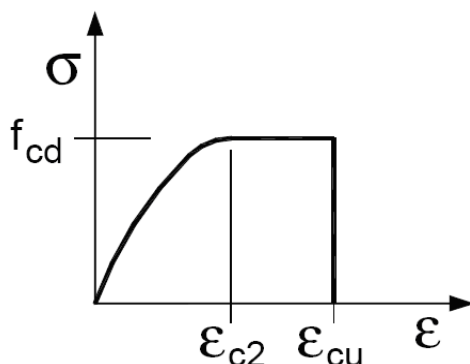
8. Legami costitutivi

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

8.1. Elementi monodimensionali

8.1.1. Conglomerato cementizio

Nella figura di seguito è rappresentato il legame costitutivo σ - ϵ adottato per il calcestruzzo negli elementi monodimensionali del tipo parabola-rettangolo.



Legame costitutivo utilizzato per il calcestruzzo

I valori delle deformazioni utilizzati sono i seguenti:

ϵ_{c2}	ϵ_{cu}
0.0020	0.0035

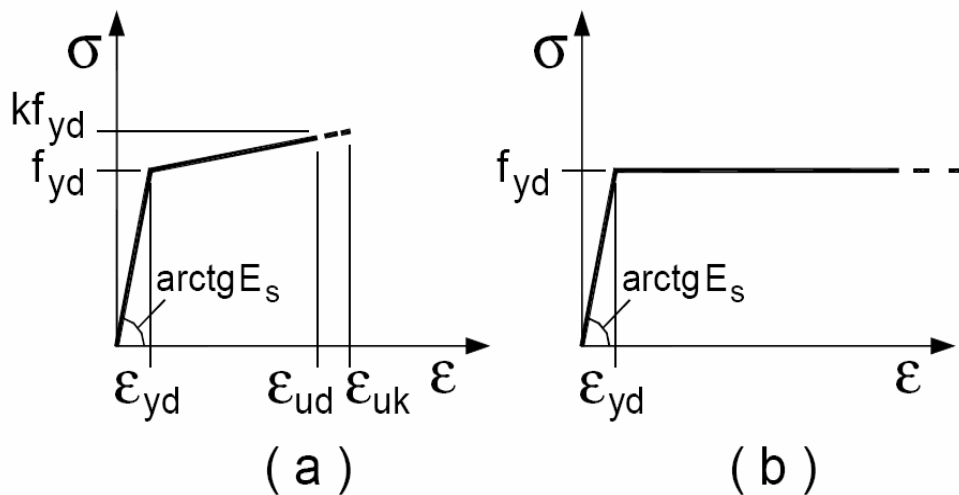
C20/25 esistente;

Calcestruzzo tipo

	<i>C20/25</i>
Resistenza caratteristica cubica R_{ck}	254 kg/cm ²
Resistenza caratteristica cilindrica	211 kg/cm ²
Coeff. sicurezza parziale per il calcestruzzo	1.5
Resistenza di calcolo f_{cd}	133.22 kg/cm ²
Resistenza di calcolo a trazione f_{ctd}	11.98 kg/cm ²
Modulo elastico E	307959.32564637 kg/cm ²
Modulo di elasticità tangenziale G	153979.66282319 kg/cm ²

8.1.2. Acciaio da cemento armato

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



Legame costitutivo utilizzato per l'acciaio

Acciaio utilizzato per: C20/25 esistente

Acciaio tipo

Resistenza di snervamento f_{yk}

Coeff. sicurezza parziale per l'acciaio

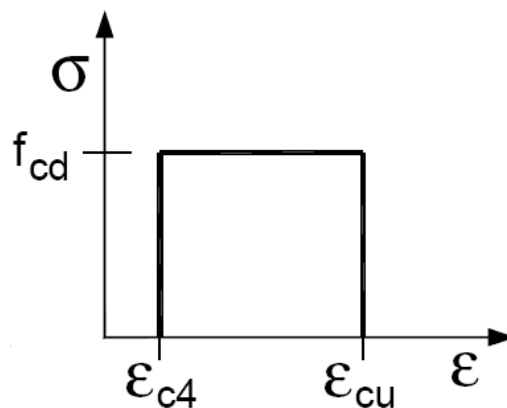
Resistenza di calcolo f_{yd}

AQ50
2700 kg/cm²
1.5
2000.00 kg/cm²

8.2. Elementi bidimensionali

8.2.1. 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
-----------------------	--------

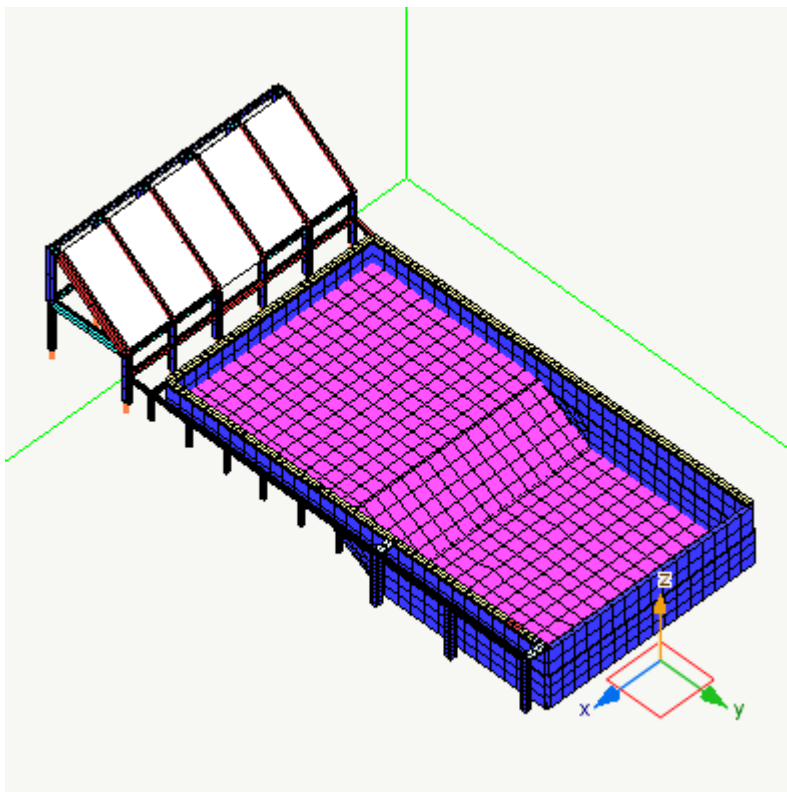
8.3. Terreno di fondazione

Il terreno è considerato a comportamento elastico lineare.

Per l'analisi strutturale si fa uso del modulo di reazione (coefficiente di sottofondo) k_s pari a $1.500\text{kg} / \text{cm}^3$.

9. 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 alle concezioni 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.



10. 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 e le caratteristiche di affidabilità sono raccolte in un apposito documento allegato.

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. Inoltre, come si evince dal documento relativo allegato, Nòlian è sottoposto a procedure di validazione e alcuni test di validazione e sono presenti nel documento stesso. Inoltre Nòlian è dotato di procedure automatiche di test che possono essere attivate da chiunque per verificare la corrispondenza dei risultati ai principali benchmark internazionali di validazione.

10.1. Tipo di analisi svolta

Per la struttura in esame sono state eseguite:

Un'analisi statica lineare per i carichi statici verticali e orizzontali

Un'analisi dinamica spettrale

11. Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Programma di calcolo e post processori	All-In-One
Produttore	Softing s.r.l.
Versione	EWS 41 (13.04.2015) build 6069
Licenza	25986

Programma di calcolo e post processori	All-In-One
Produttore	Softing s.r.l.
Versione	EWS 41 (13.04.2015) build 6069
Licenza	25986

Programma di calcolo e post processori	All-In-One
Produttore	Softing s.r.l.
Versione	EWS 41 (13.04.2015) build 6069
Licenza	25986

12. Presentazione dei risultati delle analisi

12.1. 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	766.000
Numero di equazioni, o di righe e colonne della matrice	4297.000
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	4297.000
zero algoritmico	0.000
tempo in secondi impiegato per l'analisi	1379.700

12.2. 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 \mathbf{k} e \mathbf{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:

$$[\mathbf{k} - \omega_n^2 \mathbf{m}] \phi_n = 0$$

Chiaramente \mathbf{k} e \mathbf{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:

$$\mathbf{k} \phi_n = \omega_n^2 \mathbf{m} \phi_n$$

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

$$\mathbf{m}^{-1} \mathbf{k} \phi_n = \omega_n^2 \phi_n$$

La forma standard del problema è:

$$\mathbf{A} \phi = \lambda \phi$$

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

Il numero degli autovalori calcolati è pari a 180.000 e la tabella che segue contiene i valori dei periodi propri:

Modo	Periodo	Var. percentuale	Masse eccitate
1	0.364	0.00	7.315
2	0.250	31.25	7.997
3	0.190	23.99	1.208
4	0.101	46.71	2.406
5	0.091	10.15	0.659

6	0.090	1.65	0.005
7	0.075	16.71	2.038
8	0.069	8.19	0.011
9	0.064	7.27	0.040
10	0.061	4.12	0.007
11	0.050	17.44	0.003
12	0.049	3.39	0.008
13	0.048	1.54	1.117
14	0.045	5.22	0.092
15	0.043	6.04	0.010
16	0.042	0.99	0.005
17	0.037	12.84	0.153
18	0.031	15.64	0.011
19	0.030	4.84	1.083
20	0.028	4.89	5.089
21	0.026	7.33	0.215
22	0.023	11.44	1.170
23	0.022	3.51	0.192
24	0.022	2.60	0.278
25	0.021	1.60	1.035
26	0.020	5.64	0.133
27	0.020	2.67	0.481
28	0.019	4.12	1.081
29	0.018	2.50	0.003
30	0.018	2.45	0.130
31	0.017	3.73	0.000
32	0.016	5.96	0.323
33	0.016	2.63	0.079
34	0.015	1.84	0.094
35	0.015	5.10	0.612
36	0.014	3.06	0.049
37	0.014	3.42	0.064
38	0.013	4.32	7.803
39	0.013	2.51	0.200
40	0.012	5.05	0.308
41	0.012	1.62	0.014
42	0.011	5.50	0.045
43	0.011	2.25	0.459
44	0.011	4.10	0.107
45	0.011	0.46	0.000
46	0.010	2.01	0.055
47	0.010	2.01	1.625
48	0.010	5.54	0.387
49	0.009	1.40	0.051
50	0.009	3.69	0.217
51	0.009	3.21	0.550
52	0.009	2.05	0.024
53	0.009	0.22	0.000
54	0.008	2.49	0.296
55	0.008	1.92	1.073
56	0.008	2.56	1.180
57	0.008	0.50	0.001
58	0.008	1.79	0.000
59	0.008	2.44	0.040
60	0.008	0.89	0.028
61	0.007	2.32	0.027
62	0.007	1.60	0.225
63	0.007	1.16	0.279
64	0.007	1.44	0.223
65	0.007	2.42	0.059

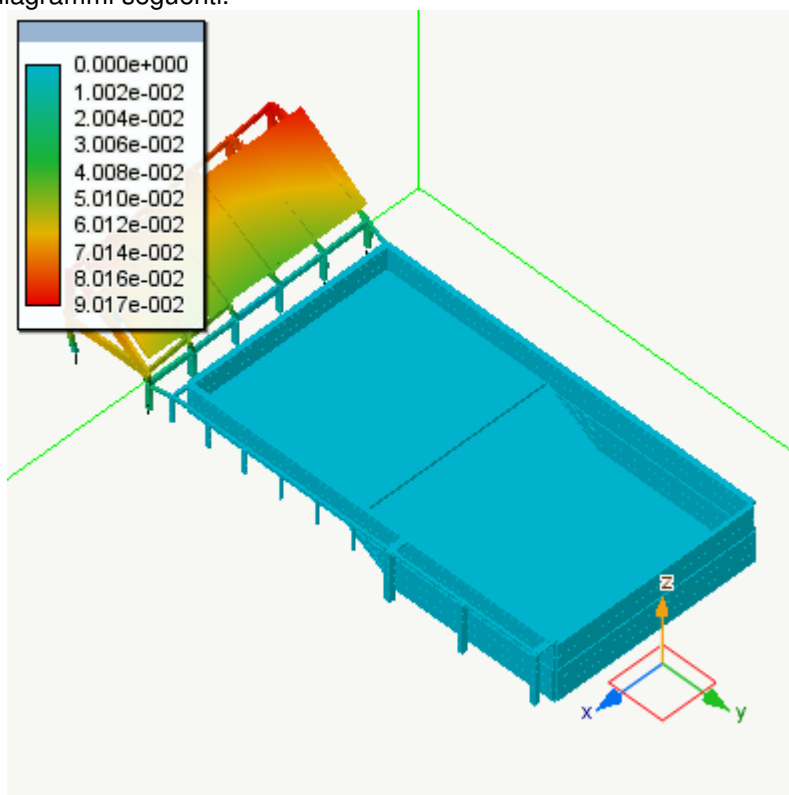
66	0.007	0.93	0.038
67	0.007	0.79	0.090
68	0.007	1.84	0.008
69	0.007	0.38	0.025
70	0.007	1.43	0.003
71	0.006	3.04	0.003
72	0.006	0.40	0.028
73	0.006	1.51	0.002
74	0.006	1.39	0.036
75	0.006	0.02	4.706
76	0.006	2.57	0.283
77	0.006	0.35	0.065
78	0.006	0.80	0.026
79	0.006	0.17	0.134
80	0.006	0.25	4.874
81	0.006	0.48	0.102
82	0.006	0.99	0.011
83	0.006	1.13	4.638
84	0.006	0.67	0.049
85	0.006	0.28	0.070
86	0.006	1.98	0.208
87	0.006	0.56	0.038
88	0.006	0.16	0.017
89	0.005	0.75	0.016
90	0.005	0.92	0.036
91	0.005	1.31	0.004
92	0.005	1.40	0.030
93	0.005	0.54	4.133
94	0.005	0.52	0.007
95	0.005	0.03	0.022
96	0.005	0.46	0.031
97	0.005	0.09	0.305
98	0.005	0.48	0.155
99	0.005	0.22	0.107
100	0.005	1.62	0.003
101	0.005	1.95	0.002
102	0.005	0.93	0.000
103	0.005	0.86	0.008
104	0.005	0.69	0.000
105	0.005	1.55	0.005
106	0.005	0.73	0.083
107	0.005	1.03	0.014
108	0.005	0.53	0.023
109	0.005	0.44	0.049
110	0.005	0.37	0.031
111	0.005	1.14	0.000
112	0.005	0.39	0.003
113	0.005	0.02	0.001
114	0.005	0.41	0.008
115	0.005	0.70	0.002
116	0.004	1.33	0.048
117	0.004	0.18	0.064
118	0.004	0.58	0.015
119	0.004	0.68	4.786
120	0.004	0.05	0.001
121	0.004	0.97	0.076
122	0.004	0.43	0.012
123	0.004	1.64	0.000
124	0.004	0.69	0.080
125	0.004	0.19	0.050

126	0.004	0.55	0.014
127	0.004	0.22	0.188
128	0.004	0.07	0.020
129	0.004	0.86	0.006
130	0.004	0.23	3.926
131	0.004	0.09	0.008
132	0.004	0.46	0.050
133	0.004	0.21	0.025
134	0.004	0.00	0.001
135	0.004	0.53	0.001
136	0.004	0.58	0.012
137	0.004	1.83	0.358
138	0.004	0.61	0.019
139	0.004	0.64	0.001
140	0.004	0.51	0.001
141	0.004	1.81	0.004
142	0.004	0.26	0.010
143	0.004	0.72	0.134
144	0.004	0.30	0.000
145	0.004	0.19	0.008
146	0.004	0.12	0.031
147	0.004	0.16	0.011
148	0.004	1.10	0.193
149	0.004	0.21	2.216
150	0.004	0.00	2.025
151	0.004	0.17	0.015
152	0.004	0.20	0.000
153	0.004	0.72	0.000
154	0.004	0.22	0.082
155	0.004	0.73	4.293
156	0.004	0.00	0.000
157	0.004	0.14	0.128
158	0.004	0.69	0.109
159	0.004	0.82	0.049
160	0.004	1.18	0.002
161	0.004	0.58	0.018
162	0.004	0.54	0.085
163	0.004	0.19	0.613
164	0.004	0.11	0.032
165	0.003	0.62	0.005
166	0.003	0.87	0.096
167	0.003	0.31	0.038
168	0.003	0.12	0.002
169	0.003	0.76	0.003
170	0.003	0.19	0.017
171	0.003	0.57	0.005
172	0.003	0.02	0.031
173	0.003	0.05	0.510
174	0.003	0.44	0.000
175	0.003	0.22	0.014
176	0.003	1.03	0.006
177	0.003	0.42	0.035
178	0.003	0.21	0.015
179	0.003	0.60	0.005
180	0.003	0.20	0.181

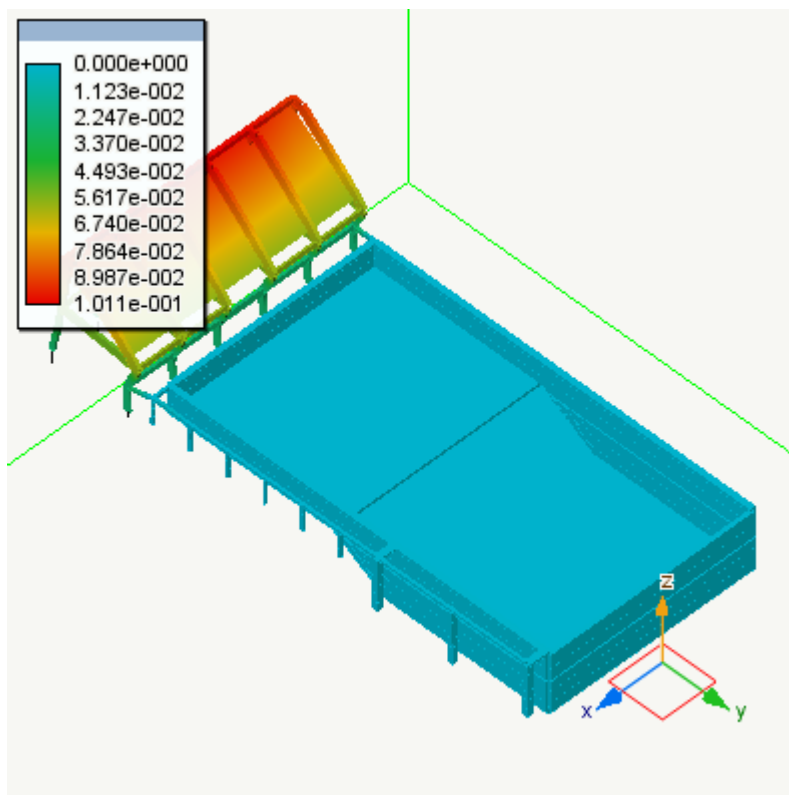
La somma delle masse relative eccitate dai modo considerati e' il 91.791% delle masse totali maggiore del 85% della massa totale e quindi il punto 7.3.3.1 della normativa risulta verificato

Siccome la variazione percentuale minima tra i periodi nel modello con spostamento è del 0.000% ed è inferiore al 10% si utilizza nel calcolo delle azioni sismiche la combinazione quadratica completa (CQC).

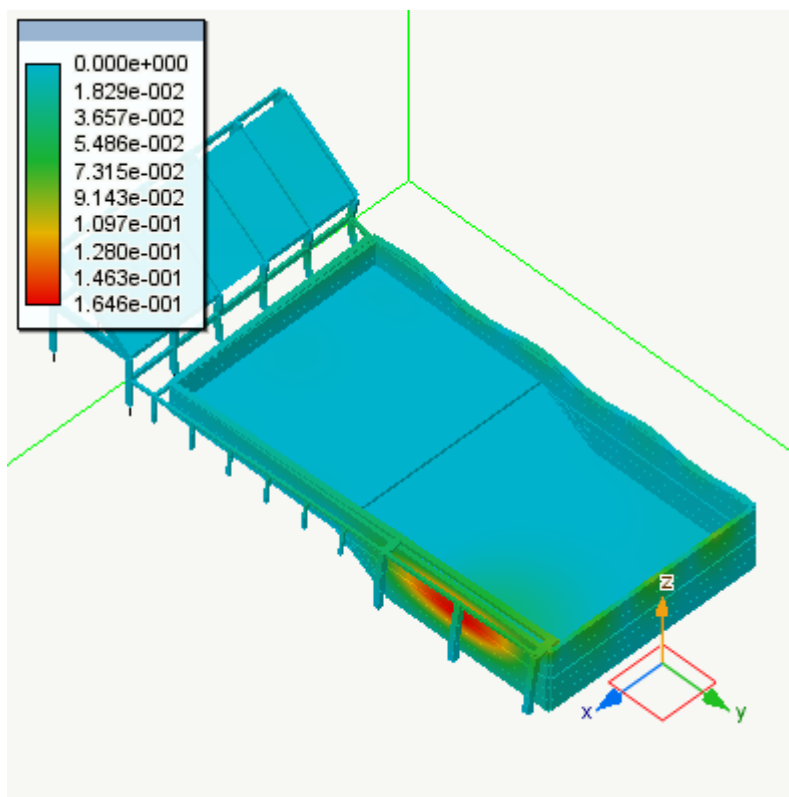
Si riportano le forme modali della struttura relative agli autovettori più significativi (solo i modi con masse eccitare maggiori del 5%) nei diagrammi seguenti.



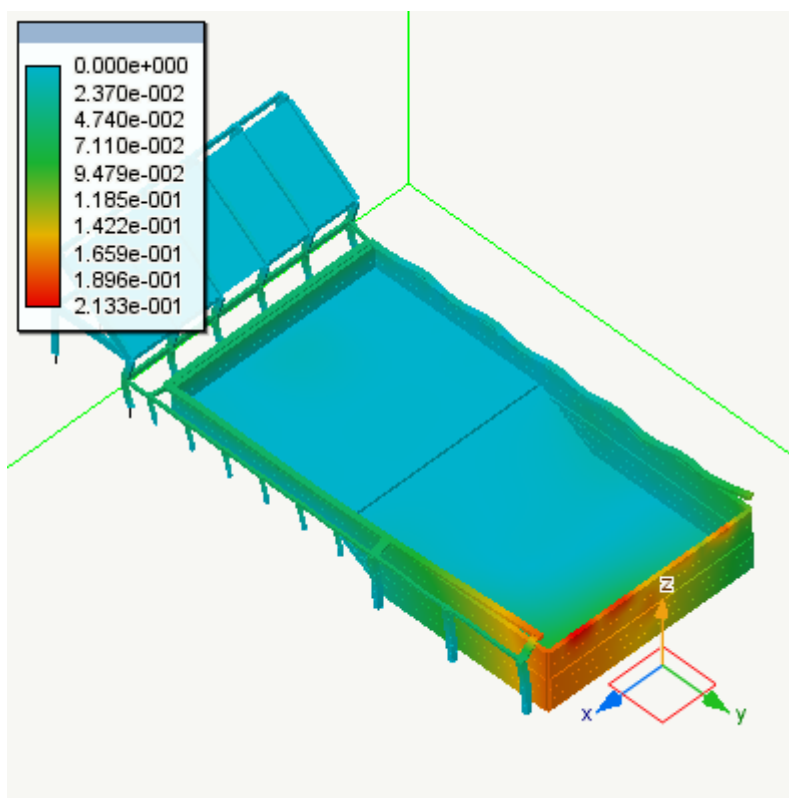
Rappresentazione della forma modale relativa al modo 1.000 avente massa eccitata paria a 0.073



Rappresentazione della forma modale relativa al modo 2.000 avente massa eccitata paria a 0.080



Rappresentazione della forma modale relativa al modo 20.000 avente massa eccitata pari a 0.051



Rappresentazione della forma modale relativa al modo 38.000 avente massa eccitata pari a 0.078

13. Progetto degli elementi piani in cemento armato

13.1. Generalità

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

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

13.2. 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 diminuiscono 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.

13.3. Criteri di calcolo

La verifica della struttura della piscina, è avvenuta in due tempi: progetto simulato delle armature e relativa verifica agli SLU non sismici, al fine di verificare l'adeguatezza sotto le azioni statiche, secondo la vigente normativa.

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 $R_{ck} = 250.0 \text{ kg/cm}^2$ i seguenti parametri:

coefficiente di sicurezza parziale calcestruzzo	1.5
coefficiente di sicurezza addizionale calcestruzzo	0.850
accorciamento unitario massimo nel calcestruzzo	0.0035

e per l'acciaio tipo Aq42:

resistenza caratteristica acciaio	3880.000 kg/cm ²
coefficiente di sicurezza parziale acciaio	1.15
allungamento unitario massimo nell'acciaio	0.010

Fattore di confidenza utilizzato FC: 1.20

14. Sicurezza degli elementi piani in cemento armato

14.1. Verifiche per lo stato limite ultimo

Le indagini di ricerca armature hanno evidenziato una presenza di ferro ammalorato e disposto con passi molto ampi. Per motivi di accessibilità, tuttavia le indagini condotte hanno potuto essere svolte solamente sulle facce delle pareti che risultano essere sollecitate sempre da forze di compressione ad eccezione della parete lato ponente che, per la presenza dei solai del locale tecnico, sotto alcune condizioni, inverte il senso delle sollecitazioni. Ipotizzando che i ferri reperiti siano dovuti ad una disposizione simmetrica delle armature, la verifica sulla sezione della vasca di maggior sollecitazione conduce ai seguenti risultati, in termini di Stato Limite Ultimo.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

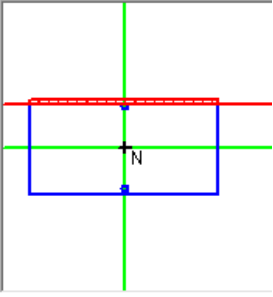
N°	As [cm²]	d [cm]
1	6,03	3
2	6,03	47

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

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0
Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
FeB32k C20/25
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 229,9 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 9,444
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,15 ‰ σ_{c,adm} 8,5
σ_{s,adm} 155 N/mm² τ_{co} 0,5333
τ_{c1} 1,686

M_{xRd} 64,82 kNm
σ_c -9,444 N/mm²
σ_s 229,9 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 59,45 ‰
d 47 cm
x 2,613 x/d 0,0556
δ 0,7

☐ Rettangoli ☒ Coord.


Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n
Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
☐ Precompresso

Ripetendo la stessa verifica col vecchio metodo delle tensioni ammissibili, sicuramente utilizzato durante la progettazione della struttura e conforme al R.D. 1939, si troverebbe, in questo caso che l'acciaio teso lavorerebbe ad oltre 500 MPa, oltre la tensione di rottura del materiale.

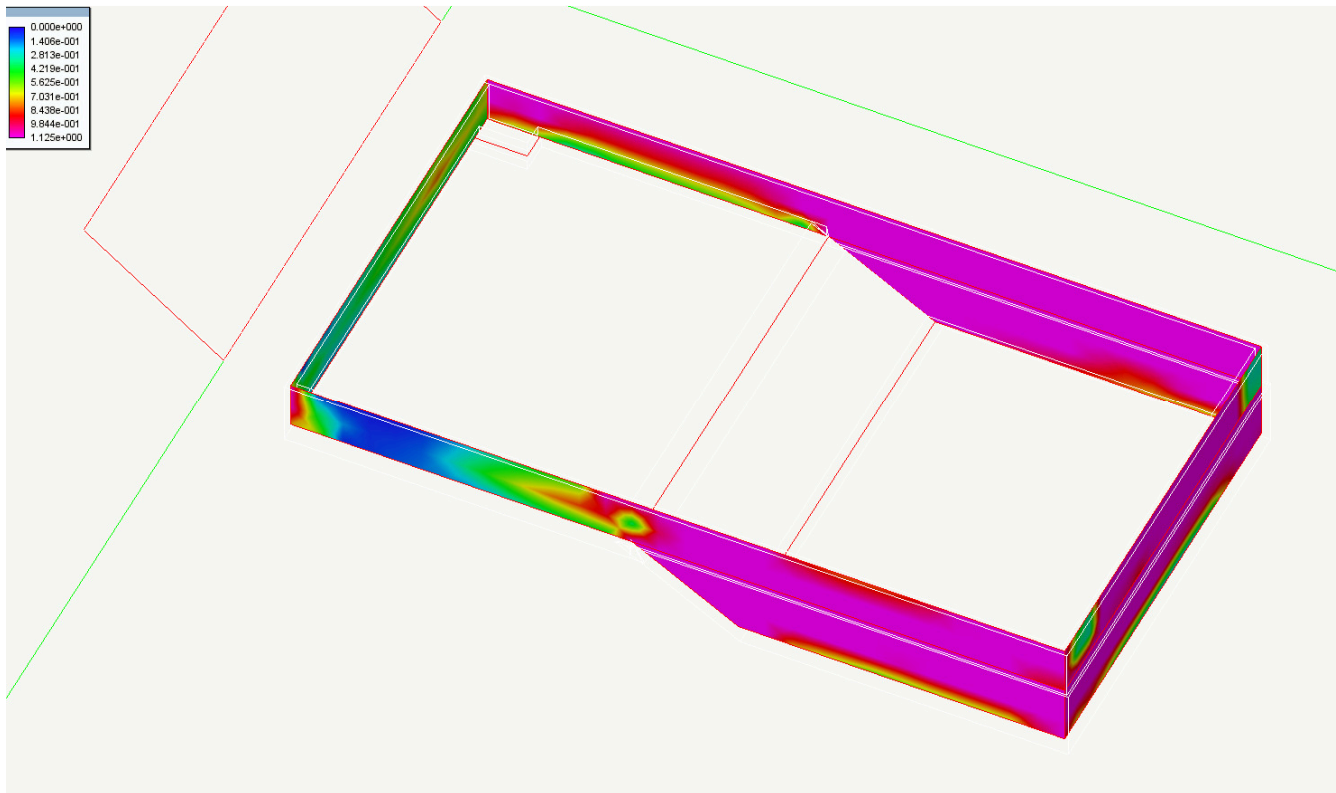
Appare quindi plausibile che siano state disposte armature aggiuntive, in corrispondenza della sezione di incastro solo dal lato teso in fondazione, non rilevabili durante le indagini, poiché disposte troppo in profondità.

Si è ricorso quindi, in questo caso ad un progetto di tipo simulato, ricavando che per il primo metro di altezza al di sopra della sezione di incastro, è necessaria un'orditura agiuntiva rispetto a quella rilevata di circa 9.5 cm². Nelle verifiche che seguono si tiene conto di tale armatura, per l'altezza ora definita.

L'orditura orizzontale, che aveva mera funzione di ripartizione, appare sempre invece insufficiente, in particolare nelle zone di incastro tra le pareti.

La verifica degli elementi piani sono riportate 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. Il minimo coefficiente di sicurezza rilevato è pari a 0.85 lungo lo scivolo di raccordo tra parte alta e bassa della vasca.

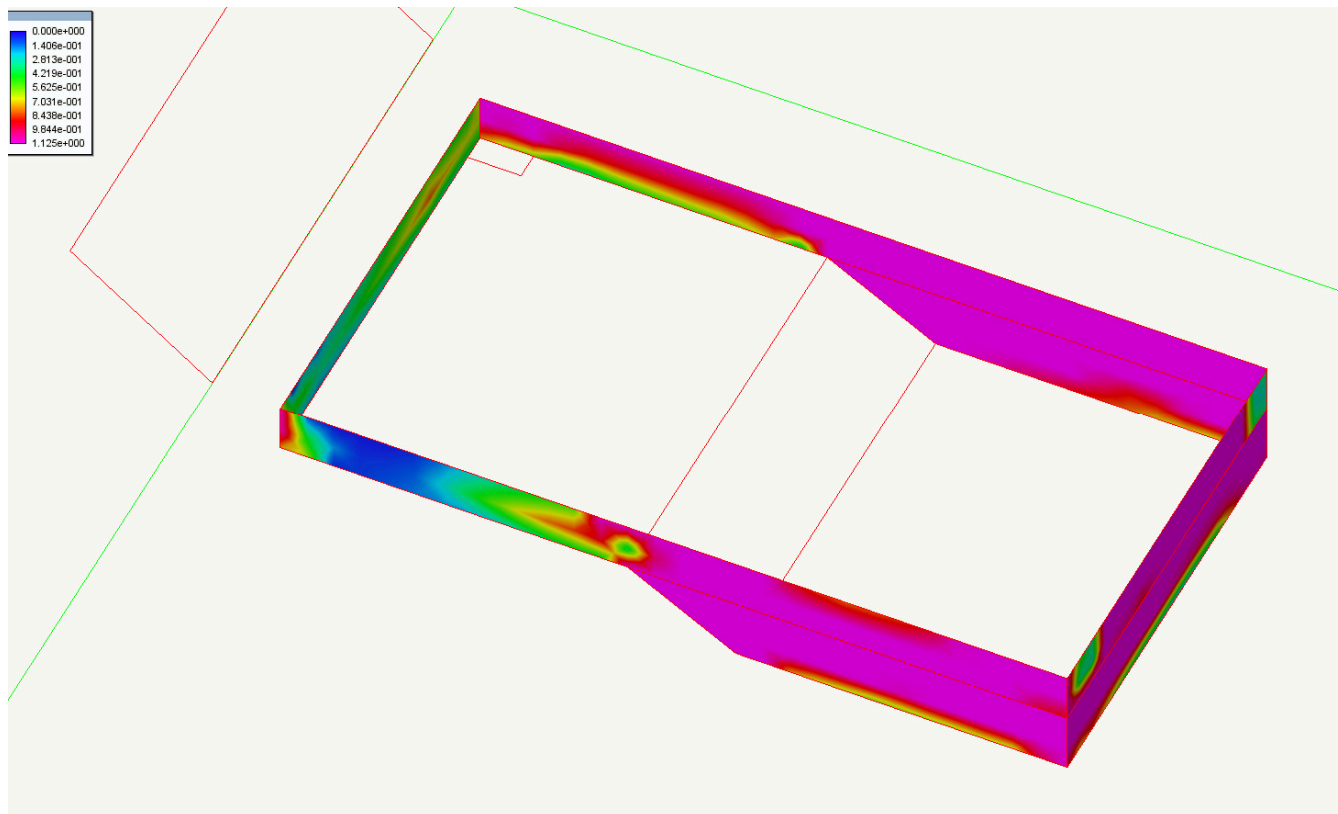
Questa verifica è la più sofisticata e accurata possibile in quanto fornisce in una visione sintetica della reale sicurezza dell'elemento. Infatti la verifica avviene sul dominio di rottura considerando tutte le componenti di sforzo.

15. Verifica delle strutture esistenti in cemento armato (condizione sismica)

La struttura in oggetto contiene strutture esistenti in cemento armato che verranno verificate nel seguito secondo quanto dettato dal capitolo 8 delle norme tecniche sulle costruzioni.

per gli elementi della vasca, sotto l'azione sismica e riducendo le caratteristiche dei materiali.

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

Anche in questo caso, vi sono criticità nella zona di maggior profondità della vasca e sullo scivolo di raccordo. Analizzando in dettaglio i risultati, la maggior carenza deriva dalla modesta armatura orizzontale disposta, mentre l'orditura verticale, a partire da circa 1.2m al di sopra della sezione di fondo è sufficiente in quantità. La struttura, allo stato attuale è comunque carente nella quantità di orditura disposta per poter essere giudicata staticamente adeguata.

15.1. 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.

RELAZIONE GEOTECNICA

16. Relazione geotecnica

16.1. Descrizione della fondazione

Fondazioni miste, continue a travi o platea e plinti

16.2. Descrizione terreno

L'area su cui insiste la struttura in esame è caratterizzata da un terreno tipo riporti eterogenei frammisti a depositi sabbioso ghiaiosi da poco a moderatamente addensati

16.3. Falda

La falda idrica è ad una profondità di circa 4m dal piano campagna. In particolare, la falda, rappresentata dal livello del medio mare soggiace a livello del piano di fondazione della vasca profonda. E' peraltro plausibile che, durante le piogge ed il normale ciclo mareale del pelo libero dell'acqua, vi sia un innalzamento della falda stimabile in circa 1m, per cui si tiene conto della sottospinta idraulica che va a gravare sul fondo piscina.

16.4. Parametri geotecnici

I parametri geotecnici utilizzati per lo studio della fondazione della struttura in esame sono riportati nella seguente tabella e desunti dalla relazione geologica del Dott. Valle:

Angolo di attrito (°)	27-32 (valore di calcolo 30°)
Coesione	0.0 kg/cm ²
Densità del terreno umido	0.0019 kg/cm ³
Profondità del piano di posa	Variabile (assunta non inferiore a 50.00 cm)

tab 1 - parametri geotecnici

16.5. Approccio utilizzato e coefficienti parziali

Le verifiche sono effettuate per i seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione - terreno
 - collasso per scorrimento sul piano di posa
- SLU di tipo strutturale
 - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali

Per le verifiche di tipo geotecnico è stato utilizzato l'APPROCCIO 1 la cui combinazione di coefficienti parziali nel caso di SLU di tipo geotecnico è A2+M2+R2.

Per quanto riguarda lo SLU di tipo strutturale si rimanda al tabulato di progetto.

Nella tabelle che seguono sono riportati i coefficienti parziali dell'approccio considerato

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (gruppo 'M'):

correlato all'angolo di attrito	1.800
correlato alla coesione	1.100
correlato alla densità	1.000

Coefficienti parziali per verifiche SLU (gruppo 'R'):

capacità portante	1.800
scorrimento	1.100

Coefficienti parziali per le azioni (gruppo 'A'):

permanenti	1.000
variabili	1.300

16.6. Risultati delle verifiche geotecniche per le platee

Le verifiche delle singole travi di fondazione sono riportate nel tabulato di verifica allegato.

Nelle immagini che seguono vengono riportati i risultati delle verifiche degli elementi visualizzate globalmente, cioè sull'intera struttura con esplicitati i valori massimi delle diverse grandezze caratteristiche in gioco.

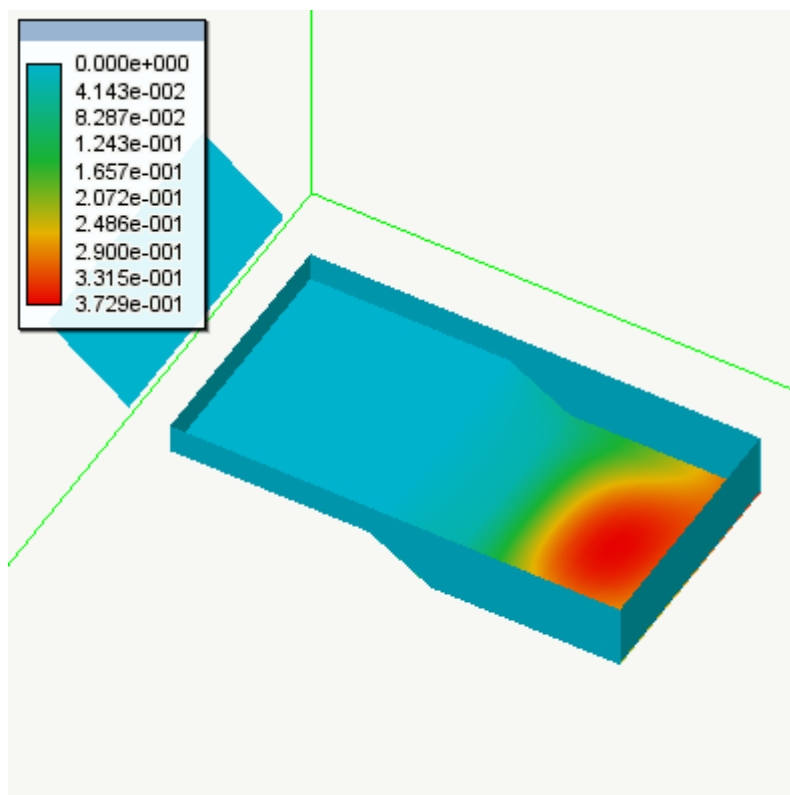


Diagramma a colori dello spostamento verticale

Il valore massimo dello spostamento del terreno ottenuto nel calcolo è riportato in legenda

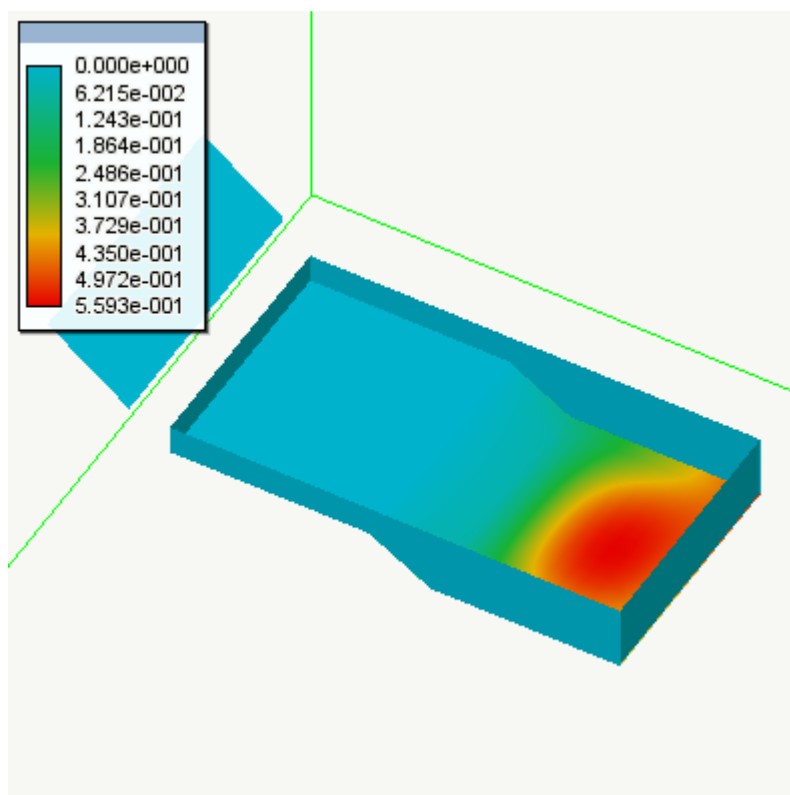
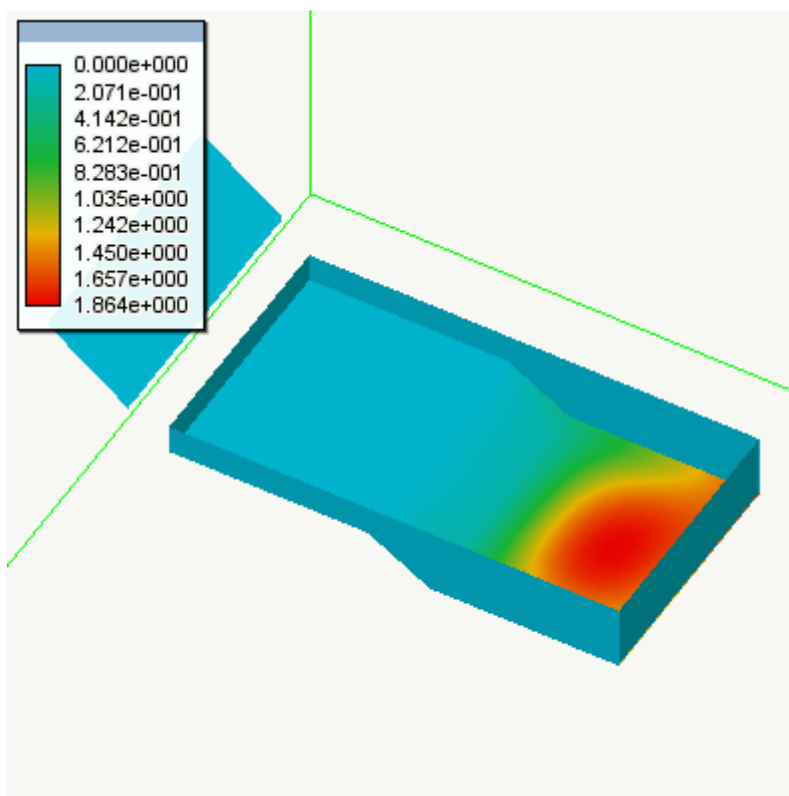


Diagramma a colori della pressione sul terreno

Il valore massimo della pressione sul terreno ottenuta è riportato in legenda

*Diagramma a colori del rapporto pressione / portanza*

Il valore massimo di rapporto pressione / portanza ottenuto nella verifica è riportato in legenda.

piscina esistente-2018

Generato giovedì 26 luglio 2018 alle ore 08:10:40.
All-In-One EWS 47 (24.07.2018) build 7223
© 1984-2018, Softing srl - Licenza 25986

Indice

Verifica flesso-membranale
Verifica a taglio

Verifica flesso-membranale

Elemento	Vertice	Combinazione	DirM(°)	DirN(°)	n1	n2	m1	m2	Coeff. sicurezza
Elemento	Vertice	Combinazione	DirM(°)	DirN(°)	n1 (kg)	n2 (kg)	m1 (kgxcm)	m2 (kgxcm)	Coeff. sicurezza
8	2	12	-141.69	-207.33	-5.15	3.21	-49.02	74.77	1.19
6	0	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61
4	0	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70
209	0	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
258	3	25	-162.11	-53.71	-0.68	9.40	-186.50	273.67	0.25
288	2	35	-103.62	-58.02	-1.36	23.22	399.61	6733.30	0.41
286	2	35	-120.20	-168.61	0.87	9.99	1950.51	14925.32	1.33
349	1	35	-61.13	-100.03	-2.48	8.16	-4162.91	-664.29	1.11
364	2	35	90.00	-33.00	0.00	0.00	-13563.22	14033.65	0.46
540	2	35	90.00	23.29	0.00	0.00	-2968.54	23769.83	0.66
393	0	35	90.00	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31
748	0	35	90.00	90.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82
732	3	20	90.00	21.59	0.00	0.00	-1734.73	-88.82	1.87
749	3	2	90.00	39.70	0.00	0.00	-9241.69	8168.04	1.02
716	2	25	90.00	49.06	0.00	0.00	-1667.15	9157.44	1.66
762	3	35	90.00	-43.69	0.00	0.00	-8727.94	13072.61	1.31
764	1	31	-38.76	-11.67	-0.58	0.94	-1174.09	289.80	1.26
794	0	36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91
872	0	36	1.65	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28
796	2	35	-163.02	-97.74	-2.16	2.59	-7134.39	1048.12	3.10
871	3	7	-70.18	-120.51	-23.52	0.44	-362.51	202.80	0.58
873	3	35	-5.50	-114.75	0.50	3.59	-6609.59	1499.51	0.11
868	3	25	-172.79	-136.50	-1.12	5.12	-3311.75	2454.92	0.28
798	2	35	-15.47	-96.30	0.60	2.26	-10638.04	657.77	0.11
874	3	35	-10.50	-117.86	0.12	2.29	-5569.42	134.36	0.24
892	1	35	-20.08	-12.03	-5.57	21.74	-13245.73	8504.43	0.07
920	3	35	-146.49	-84.52	-2.69	3.38	-286.18	12643.09	0.80
928	0	35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
946	1	35	-22.30	75.09	-4.82	15.89	-5859.51	3885.93	0.09
948	2	35	-59.03	-86.93	0.45	1.41	-7762.69	781.85	0.20
982	1	35	-156.89	-153.91	-3.90	6.98	-1637.43	4216.18	0.35
1016	2	11	-17.44	-5.02	-1.43	-0.22	-1614.69	51.22	0.27
992	2	11	-118.90	-23.40	-0.47	2.06	-1168.38	-205.88	0.29
1009	1	35	-146.74	-89.89	-3.01	2.33	30.94	6762.39	0.61
1024	1	19	-141.97	-89.90	-2.11	1.36	-18.04	970.73	1.70

Minimo fattore di sicurezza:	0.068359	< 1.00
-------------------------------------	----------	--------

Per ogni elemento di indice **Elemento** vengono esposti i dati relativi alla verifica per la combinazione **Combinazione** al vertice **Vertice** che ha comportato il minor coefficiente di sicurezza. Vengono riportati anche i valori limite relativi agli angoli di fessurazione superiore ed inferiore **DirSup** e **DirInf** delle azioni membranali **n1** e **n2** e dei momenti **m1** e **m2** relativi a tali piani di fessurazione.

Verifica a taglio

Elemento	Combinazione	Inc.Arm. %	Tud	Tur	Coeff. sicurezza
8	35	0.00	0.88	82.07	> 10.00
6	12	0.00	0.33	82.12	> 10.00
4	35	0.00	0.88	82.08	> 10.00
209	35	0.00	55.37	139.54	2.52
258	35	0.00	17.32	139.76	8.07
288	35	0.00	87.64	213.74	2.44
286	36	0.00	88.22	213.74	2.42
349	35	0.00	114.67	213.74	1.86
364	35	0.00	70.28	299.34	4.26
540	35	0.00	169.93	299.34	1.76
393	35	0.00	39.24	299.34	7.63
748	31	0.00	24.87	201.00	8.08
732	35	0.00	22.10	201.00	9.09
749	35	0.00	86.26	414.96	4.81
716	35	0.00	130.25	414.96	3.19
762	30	0.00	18.72	414.96	> 10.00
764	2	0.00	15.18	139.54	9.19
794	35	0.00	8.24	139.54	> 10.00
872	35	0.00	28.26	139.54	4.94
796	35	0.00	65.49	139.54	2.13
871	36	0.00	44.84	139.54	3.11
873	35	0.00	60.44	188.07	3.11
868	35	0.00	27.85	188.07	6.75
798	35	0.00	84.84	188.07	2.22
874	35	0.00	56.66	188.07	3.32
892	35	0.02	264.04	264.04	1.00
920	36	0.00	86.88	188.07	2.16
928	35	0.00	45.74	188.07	4.11
946	35	0.00	127.40	188.07	1.48
948	35	0.00	90.94	188.07	2.07
982	35	0.00	40.63	188.07	4.63
1016	11	0.00	72.29	139.54	1.93
992	33	0.00	74.58	139.54	1.87
1009	35	0.00	14.28	139.54	9.77
1024	35	0.00	6.95	139.54	> 10.00

Minimo fattore di sicurezza:	1.000000 >= 1.00
-------------------------------------	---------------------

Per ogni elemento di indice **Elemento** vengono esposti i dati relativi alla verifica per la combinazione **Combinazione** che ha comportato il minor coefficiente di sicurezza. Viene riportata l'incidenza di armatura **Inc.Arm %** in percentuale e se tale valore è nullo, non è necessaria armatura per il taglio e il taglio resistente è calcolato per l'elemento non armato. Vengono inoltre riportati il taglio di progetto per unità di lunghezza **Tud** ed il taglio resistente **Tur**

piscina esistente

Generato 05 May 2015 alle ore 12:14:46.
All-In-One EWS 41 (13.04.2015) build 6069
© 2011-2015, Softing srl - 25986

Indice

[Verifica geotecnica](#)

Verifica geotecnica

Elemento	Coeff. S.Fondo	Deflessione max	Pressione max	Portanza unitaria	Fattore sicurezza	Comb.
554	1.5	0.108747	0.163121	17.6625	108.279	17
553	1.5	0.0916801	0.13752	17.6625	128.435	17

Elemento	Coeff. S.Fondo	Deflessione max	Pressione max	Portanza unitaria	Fattore sicurezza	Comb.
552	1.5	0.0842072	0.126311	17.6625	139.833	17
551	1.5	0.0830998	0.12465	17.6625	141.697	17
550	1.5	0.0839341	0.125901	17.6625	140.288	25
549	1.5	0.0845357	0.126804	17.6625	139.29	25
548	1.5	0.0847259	0.127089	17.6625	138.977	24
547	1.5	0.0847259	0.127089	17.6625	138.977	24
546	1.5	0.0845085	0.126763	17.6625	139.335	20
545	1.5	0.0838909	0.125836	17.6625	140.361	20
544	1.5	0.082874	0.124311	17.6625	142.083	20
543	1.5	0.0815433	0.122315	17.6625	144.401	24
542	1.5	0.0802197	0.12033	17.6625	146.784	26
541	1.5	0.082769	0.124154	17.6625	142.263	26
540	1.5	0.0948515	0.142277	17.6625	124.141	17
539	1.5	0.122264	0.183396	17.6625	96.3078	17
538	1.5	0.127375	0.191062	17.6625	92.4434	17
537	1.5	0.127548	0.191322	17.6625	92.3182	17
536	1.5	0.134743	0.202114	17.6625	87.3887	17
535	1.5	0.142115	0.213172	17.6625	82.8552	25
534	1.5	0.147943	0.221914	17.6625	79.5914	25
533	1.5	0.151693	0.22754	17.6625	77.6236	25
532	1.5	0.153532	0.230298	17.6625	76.6941	24
531	1.5	0.153626	0.23044	17.6625	76.6468	24
530	1.5	0.153626	0.23044	17.6625	76.6468	20
529	1.5	0.152073	0.228109	17.6625	77.4299	20
528	1.5	0.148863	0.223295	17.6625	79.0994	20
527	1.5	0.144057	0.216086	17.6625	81.738	24
526	1.5	0.138017	0.207025	17.6625	85.3155	26
525	1.5	0.131841	0.197762	17.6625	89.3117	26
524	1.5	0.132632	0.198947	17.6625	88.7795	26
523	1.5	0.15315	0.229725	17.6625	76.8851	17
522	1.5	0.153252	0.229878	17.6625	76.834	17
521	1.5	0.169249	0.253873	17.6625	69.5721	17
520	1.5	0.18629	0.279434	17.6625	63.2079	17
519	1.5	0.201323	0.301985	17.6625	58.4879	25
518	1.5	0.21508	0.32262	17.6625	54.7469	25
517	1.5	0.219895	0.329842	17.6625	53.5482	23
516	1.5	0.223667	0.3355	17.6625	52.6451	33
515	1.5	0.224211	0.336316	17.6625	52.5174	33
514	1.5	0.224211	0.336316	17.6625	52.5174	20
513	1.5	0.221769	0.332653	17.6625	53.0957	20
512	1.5	0.215356	0.323034	17.6625	54.6768	20
511	1.5	0.208052	0.312079	17.6625	56.5962	24
510	1.5	0.197253	0.295879	17.6625	59.6949	26
509	1.5	0.185074	0.277611	17.6625	63.6231	26
508	1.5	0.174231	0.261346	17.6625	67.5826	26
507	1.5	0.184596	0.276894	17.6625	63.7878	17
506	1.5	0.178738	0.268107	17.6625	65.8783	17
505	1.5	0.204207	0.306311	17.6625	57.6619	17
504	1.5	0.229545	0.344318	17.6625	51.297	25
503	1.5	0.251166	0.376749	17.6625	46.8813	25
502	1.5	0.267285	0.400927	17.6625	44.054	23
501	1.5	0.277874	0.416811	17.6625	42.3752	31

Elemento	Coeff. S.Fondo	Deflessione max	Pressione max	Portanza unitaria	Fattore sicurezza	Comb.
500	1.5	0.283462	0.425193	17.6625	41.5399	33
499	1.5	0.284492	0.426737	17.6625	41.3895	33
498	1.5	0.284492	0.426737	17.6625	41.3895	20
497	1.5	0.28147	0.422204	17.6625	41.8339	20
496	1.5	0.274432	0.411647	17.6625	42.9068	20
495	1.5	0.26348	0.39522	17.6625	44.6901	24
494	1.5	0.249009	0.373513	17.6625	47.2874	26
493	1.5	0.232231	0.348346	17.6625	50.7038	26
492	1.5	0.216033	0.324049	17.6625	54.5055	26
491	1.5	0.216543	0.324815	17.6625	54.377	17
490	1.5	0.199774	0.299661	17.6625	58.9415	17
489	1.5	0.231252	0.346879	17.6625	50.9183	17
488	1.5	0.262082	0.393124	17.6625	44.9285	25
487	1.5	0.288279	0.432418	17.6625	40.8458	25
486	1.5	0.307881	0.461822	17.6625	38.2452	23
485	1.5	0.321017	0.481525	17.6625	36.6803	31
484	1.5	0.328093	0.492139	17.6625	35.8892	33
483	1.5	0.329761	0.494642	17.6625	35.7076	33
482	1.5	0.329761	0.494642	17.6625	35.7076	33
481	1.5	0.326534	0.4898	17.6625	36.0605	20
480	1.5	0.318777	0.478166	17.6625	36.938	24
479	1.5	0.306515	0.459773	17.6625	38.4156	24
478	1.5	0.290192	0.435289	17.6625	40.5764	26
477	1.5	0.271126	0.406689	17.6625	43.4299	26
476	1.5	0.252401	0.378602	17.6625	46.6518	26
475	1.5	0.24877	0.373156	17.6625	47.3327	17
474	1.5	0.216754	0.325132	17.6625	54.324	17
473	1.5	0.250861	0.376291	17.6625	46.9383	17
472	1.5	0.284219	0.426328	17.6625	41.4293	17
471	1.5	0.312563	0.468844	17.6625	37.6723	23
470	1.5	0.334158	0.501237	17.6625	35.2377	31
469	1.5	0.348756	0.523135	17.6625	33.7627	31
468	1.5	0.356924	0.535386	17.6625	32.9901	33
467	1.5	0.359371	0.539057	17.6625	32.7655	33
466	1.5	0.359371	0.539057	17.6625	32.7655	33
465	1.5	0.356605	0.534908	17.6625	33.0196	33
464	1.5	0.349076	0.523613	17.6625	33.7319	24
463	1.5	0.337073	0.505609	17.6625	34.933	24
462	1.5	0.320971	0.481456	17.6625	36.6855	26
461	1.5	0.302159	0.453239	17.6625	38.9694	26
460	1.5	0.283802	0.425703	17.6625	41.4901	26
459	1.5	0.281135	0.421702	17.6625	41.8837	17
458	1.5	0.230291	0.345437	17.6625	51.1308	17
457	1.5	0.264106	0.396159	17.6625	44.5843	17
456	1.5	0.29727	0.445905	17.6625	39.6104	17
455	1.5	0.325573	0.488359	17.6625	36.167	31
454	1.5	0.347496	0.521245	17.6625	33.8852	31
453	1.5	0.362606	0.543909	17.6625	32.4732	31
452	1.5	0.371517	0.557276	17.6625	31.6943	33
451	1.5	0.374945	0.562418	17.6625	31.4045	33
450	1.5	0.374945	0.562418	17.6625	31.4045	33
449	1.5	0.373414	0.560121	17.6625	31.5333	33

Elemento	Coeff. S.Fondo	Deflessione max	Pressione max	Portanza unitaria	Fattore sicurezza	Comb.
448	1.5	0.367242	0.550862	17.6625	32.0633	33
447	1.5	0.356958	0.535437	17.6625	32.987	24
446	1.5	0.343094	0.514641	17.6625	34.3199	26
445	1.5	0.326892	0.490338	17.6625	36.021	26
444	1.5	0.311894	0.467842	17.6625	37.7531	26
443	1.5	0.313493	0.47024	17.6625	37.5605	17
442	1.5	0.241047	0.36157	17.6625	48.8493	17
441	1.5	0.272199	0.408299	17.6625	43.2586	17
440	1.5	0.302896	0.454344	17.6625	38.8746	17
439	1.5	0.329232	0.493848	17.6625	35.7649	31
438	1.5	0.350092	0.525138	17.6625	33.6339	31
437	1.5	0.364948	0.547422	17.6625	32.2648	33
436	1.5	0.37442	0.561631	17.6625	31.4485	33
435	1.5	0.379142	0.568712	17.6625	31.0569	33
434	1.5	0.379599	0.569399	17.6625	31.0195	33
433	1.5	0.379599	0.569399	17.6625	31.0195	33
432	1.5	0.376081	0.564121	17.6625	31.3097	33
431	1.5	0.368907	0.553361	17.6625	31.9185	33
430	1.5	0.358933	0.538399	17.6625	32.8055	26
429	1.5	0.347695	0.521543	17.6625	33.8658	26
428	1.5	0.337901	0.506851	17.6625	34.8475	17
427	1.5	0.345741	0.518612	17.6625	34.0572	17
426	1.5	0.249706	0.374559	17.6625	47.1553	17
425	1.5	0.276362	0.414542	17.6625	42.6071	17
424	1.5	0.302896	0.454344	17.6625	38.8746	17
423	1.5	0.329232	0.493848	17.6625	35.7649	31
422	1.5	0.350092	0.525138	17.6625	33.6339	33
421	1.5	0.364948	0.547422	17.6625	32.2648	33
420	1.5	0.37442	0.561631	17.6625	31.4485	33
419	1.5	0.379142	0.568712	17.6625	31.0569	33
418	1.5	0.379599	0.569399	17.6625	31.0195	33
417	1.5	0.379599	0.569399	17.6625	31.0195	33
416	1.5	0.37824	0.567359	17.6625	31.131	33
415	1.5	0.375937	0.563905	17.6625	31.3217	33
414	1.5	0.371913	0.55787	17.6625	31.6605	24
413	1.5	0.366918	0.550376	17.6625	32.0916	17
412	1.5	0.364597	0.546895	17.6625	32.2959	17
411	1.5	0.377819	0.566728	17.6625	31.1657	17
410	1.5	0.257015	0.385523	17.6625	45.8143	17
409	1.5	0.277909	0.416864	17.6625	42.3698	17
408	1.5	0.302814	0.454222	17.6625	38.8851	17
407	1.5	0.325807	0.488711	17.6625	36.1409	17
406	1.5	0.348712	0.523068	17.6625	33.767	33
405	1.5	0.358584	0.537876	17.6625	32.8374	33
404	1.5	0.368679	0.553019	17.6625	31.9383	33
403	1.5	0.375111	0.562666	17.6625	31.3907	33
402	1.5	0.378312	0.567468	17.6625	31.1251	33
401	1.5	0.378312	0.567468	17.6625	31.1251	33
400	1.5	0.381795	0.572693	17.6625	30.8411	33
399	1.5	0.384173	0.576259	17.6625	30.6502	17
398	1.5	0.386079	0.579119	17.6625	30.4989	17
397	1.5	0.388918	0.583377	17.6625	30.2762	17

Elemento	Coeff. S.Fondo	Deflessione max	Pressione max	Portanza unitaria	Fattore sicurezza	Comb.
396	1.5	0.395309	0.592964	17.6625	29.7867	17
395	1.5	0.409694	0.614541	17.6625	28.7409	17
394	1.5	0.263961	0.395942	17.6625	44.6087	17
393	1.5	0.278525	0.417788	17.6625	42.2761	17
392	1.5	0.29894	0.44841	17.6625	39.3891	17
391	1.5	0.317852	0.476778	17.6625	37.0455	17
390	1.5	0.33389	0.500834	17.6625	35.2661	17
389	1.5	0.347081	0.520621	17.6625	33.9258	17
388	1.5	0.357898	0.536847	17.6625	32.9004	33
387	1.5	0.366534	0.549801	17.6625	32.1252	33
386	1.5	0.373256	0.559884	17.6625	31.5467	31
385	1.5	0.380012	0.570018	17.6625	30.9858	17
384	1.5	0.389303	0.583954	17.6625	30.2463	17
383	1.5	0.398155	0.597232	17.6625	29.5739	17
382	1.5	0.406884	0.610326	17.6625	28.9394	17
381	1.5	0.416094	0.624141	17.6625	28.2988	17
380	1.5	0.42691	0.640365	17.6625	27.5818	17
379	1.5	0.441442	0.662163	17.6625	26.6739	17
378	1.5	0.271105	0.406657	17.6625	43.4333	17
377	1.5	0.280634	0.420952	17.6625	41.9584	17
376	1.5	0.293862	0.440793	17.6625	40.0697	17
375	1.5	0.308797	0.463196	17.6625	38.1317	17
374	1.5	0.322854	0.484281	17.6625	36.4715	17
373	1.5	0.335944	0.503916	17.6625	35.0504	17
372	1.5	0.348134	0.522202	17.6625	33.8231	17
371	1.5	0.359688	0.539532	17.6625	32.7366	17
370	1.5	0.374052	0.561077	17.6625	31.4795	17
369	1.5	0.388378	0.582568	17.6625	30.3183	17
368	1.5	0.402599	0.603898	17.6625	29.2474	17
367	1.5	0.416673	0.625009	17.6625	28.2595	17
366	1.5	0.430602	0.645903	17.6625	27.3454	17
365	1.5	0.444438	0.666656	17.6625	26.4941	17
364	1.5	0.458365	0.687548	17.6625	25.6891	17
363	1.5	0.472807	0.70921	17.6625	24.9044	17
362	1.5	0.0789556	0.118433	6.6138	55.844	17
361	1.5	0.074054	0.111081	6.6138	59.5403	17
360	1.5	0.0628809	0.0943214	6.6138	70.1198	17
359	1.5	0.0478038	0.0717058	6.6138	92.2352	17
358	1.5	0.0272654	0.0408981	6.6138	161.714	17
357	1.5	0.0569675	0.0854513	6.6138	77.3984	17
356	1.5	0.0487862	0.0731793	6.6138	90.3779	17
355	1.5	0.0397668	0.0596502	6.6138	110.876	17
354	1.5	0.0281215	0.0421823	6.6138	156.791	17
353	1.5	0.0142172	0.0213258	6.6138	310.13	17
352	1.5	0.0455024	0.0682536	6.6138	96.9003	17
351	1.5	0.0377985	0.0566977	6.6138	116.65	17
350	1.5	0.0311416	0.0467124	6.6138	141.585	17
349	1.5	0.0218821	0.0328232	6.6138	201.497	17
348	1.5	0.0107434	0.0161151	6.6138	410.411	17
347	1.5	0.0402228	0.0603342	6.6138	109.619	17
346	1.5	0.0325218	0.0487827	6.6138	135.577	17
345	1.5	0.0269502	0.0404253	6.6138	163.605	17

Elemento	Coeff. S.Fondo	Deflessione max	Pressione max	Portanza unitaria	Fattore sicurezza	Comb.
344	1.5	0.0190062	0.0285094	6.6138	231.987	17
343	1.5	0.0093965	0.0140948	6.6138	469.238	17
342	1.5	0.0371972	0.0557958	6.6138	118.536	17
341	1.5	0.0291373	0.0437059	6.6138	151.325	17
340	1.5	0.0240767	0.0361151	6.6138	183.131	17
339	1.5	0.0169285	0.0253927	6.6138	260.46	17
338	1.5	0.00830745	0.0124612	6.6138	530.752	17
337	1.5	0.0354038	0.0531057	6.6138	124.54	17
336	1.5	0.0270613	0.0405919	6.6138	162.934	17
335	1.5	0.0222895	0.0334342	6.6138	197.815	17
334	1.5	0.0156023	0.0234035	6.6138	282.599	17
333	1.5	0.00757145	0.0113572	6.6138	582.345	17
332	1.5	0.0343064	0.0514597	6.6138	128.524	17
331	1.5	0.02579	0.038685	6.6138	170.965	17
330	1.5	0.021184	0.031776	6.6138	208.138	17
329	1.5	0.0147535	0.0221303	6.6138	298.857	17
328	1.5	0.00702508	0.0105376	6.6138	627.636	17
327	1.5	0.0336584	0.0504875	6.6138	130.999	17
326	1.5	0.0250677	0.0376015	6.6138	175.892	17
325	1.5	0.0205537	0.0308306	6.6138	214.521	17
324	1.5	0.0142576	0.0213865	6.6138	309.252	17
323	1.5	0.00666983	0.0100047	6.6138	661.066	17
322	1.5	0.0333465	0.0500197	6.6138	132.224	17
321	1.5	0.0248534	0.0372801	6.6138	177.408	17
320	1.5	0.0203861	0.0305791	6.6138	216.284	17
319	1.5	0.0141464	0.0212195	6.6138	311.684	17
318	1.5	0.0066144	0.0099216	6.6138	666.606	17
317	1.5	0.0336506	0.0504759	6.6138	131.029	17
316	1.5	0.0253545	0.0380318	6.6138	173.902	17
315	1.5	0.0208459	0.0312689	6.6138	211.513	17
314	1.5	0.0145299	0.0217949	6.6138	303.456	17
313	1.5	0.00691534	0.010373	6.6138	637.597	17
312	1.5	0.0344062	0.0516092	6.6138	128.151	17
311	1.5	0.0263952	0.0395928	6.6138	167.045	17
310	1.5	0.0217774	0.0326661	6.6138	202.467	17
309	1.5	0.0152642	0.0228963	6.6138	288.859	17
308	1.5	0.00740863	0.0111129	6.6138	595.143	17
307	1.5	0.0358766	0.0538149	6.6138	122.899	17
306	1.5	0.0282406	0.0423609	6.6138	156.13	17
305	1.5	0.0233914	0.0350872	6.6138	188.496	17
304	1.5	0.0164717	0.0247075	6.6138	267.683	17
303	1.5	0.00809316	0.0121397	6.6138	544.805	17
302	1.5	0.0386811	0.0580216	6.6138	113.988	17
301	1.5	0.0314134	0.0471201	6.6138	140.36	17
300	1.5	0.0260785	0.0391177	6.6138	169.074	17
299	1.5	0.018387	0.0275806	6.6138	239.799	17
298	1.5	0.00908792	0.0136319	6.6138	485.171	17
297	1.5	0.04413	0.066195	6.6138	99.9139	17
296	1.5	0.0366483	0.0549725	6.6138	120.311	17
295	1.5	0.0301816	0.0452725	6.6138	146.089	17
294	1.5	0.0211322	0.0316983	6.6138	208.648	17
293	1.5	0.0103668	0.0155502	6.6138	425.319	17

Elemento	Coeff. S.Fondo	Deflessione max	Pressione max	Portanza unitaria	Fattore sicurezza	Comb.
292	1.5	0.0565688	0.0848532	6.6138	77.9439	17
291	1.5	0.0470478	0.0705717	6.6138	93.7174	17
290	1.5	0.0373809	0.0560714	6.6138	117.953	17
289	1.5	0.0255132	0.0382698	6.6138	172.82	17
288	1.5	0.012416	0.0186239	6.6138	355.123	17
287	1.5	0.081436	0.122154	6.6138	54.1431	17
286	1.5	0.0691178	0.103677	6.6138	63.7925	17
285	1.5	0.0528412	0.0792618	6.6138	83.4424	23
284	1.5	0.0353688	0.0530532	6.6138	124.663	23
283	1.5	0.0175228	0.0262842	6.6138	251.626	23