



# REGIONE PUGLIA

## AZIENDA SANITARIA LOCALE TARANTO



### REALIZZAZIONE DEL NUOVO OSPEDALE "SAN CATALDO" DI TARANTO

### PROGETTO ESECUTIVO PER LA FORNITURA IN OPERA DELLE APPARECCHIATURE DEL LOCALE RACCOLTA REFLUI RADIOATTIVI



Committente:

Azienda Sanitaria Locale di Taranto  
Viale Virgilio n. 31  
74121 Taranto

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE



CAPOGRUPPO

Integrazione prestazioni specialistiche: Ing. Marco Rasimelli  
Coordinamento sicurezza in fase di progettazione: Ing. Dino Bonadies  
Responsabile qualità: Ing. Luca Bonadies

Arch. Maurizio Cirimbilli	Ing. Salvatore Corliano	Ing. Olivia Schillaci
Arch. Omar Cristallini	Ing. Marco Galazzo	Ing. Maria Gabriela Sorci
Arch. Enrica Rasimelli	Ing. Giulio Galli	Ing. Luigi Spinuzzi
Arch. Viola Tortoioli	Ing. Carmine Guarino	Ing. Viviana Valentini
Arch. Francesco Toscano	Ing. Luigi Iovine	Geom. Carlo Rosi
Arch. Massimiliano Venditti	Ing. Valerio Mastroianni	Geom. Moreno Binaglia
Ing. Valentina Brasili	Ing. Simone Pellegrini	Geol. Stefano Piazzoli
Ing. Leonardo Ciarapica	Ing. Mattia Procacci	Archeol. Marco Menichini

RPA S.r.l.



MANDANTE

Ing. Donato Romano  
Ing. Giambattista Parietti

Ing. Fabio Bassanelli  
Ing. Paolo Beretta  
Ing. Enrico Facchinetti  
Ing. Valentina Guerini  
Geom. Veronica Nicoli  
P.I. Daniele Togni  
P.I. Andrea Fuselli  
P.I. Stefano Fustinoni

ETS S.p.A.



MANDANTE

Arch. Massimiliano Baruffi

POOLMILANO S.r.l.



MANDANTE

Ing. Paolo Versace  
Ing. Ivan Sorio

TECHNITAL S.p.A.



MANDANTE

Ing. Roberto Taddia

MYTHOS S.C. a r.l.



MANDANTE

Arch. Edoardo Monaco

MM.AR. CONSULT S.r.l.

Pratica  
17036\_CJA

Elaborato  
ST0001

Identificativo  
CJA\_4rs561a

Scala  
varie

### OPERE STRUTTURALI

#### Locale reflui radioattivi

#### Relazione tecnica e di calcolo opere strutturali

A	MARZO 2024	EMISSIONE	BRAGETTA	CIRIMBILLI	RASIMELLI	ROMANO
Rev.	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato

Questo documento è di proprietà esclusiva. È proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza la nostra autorizzazione

## SOMMARIO

1.	Premessa	2
2.	Descrizione generale della struttura	3
3.	Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati	5
4.	Definizione dei parametri di progetto	6
4.1.	Carichi	6
4.2.	Azioni del terreno	11
5.	Descrizione dei materiali	16
6.	Criteri di progettazione e di modellazione	19
6.1.	Principali combinazioni delle azioni	20
6.2.	Metodo di analisi seguito	23
6.3.	Criteri di verifica agli Stati Limite	27
6.4.	Configurazioni deformate e caratteristiche di sollecitazione	29
	6.4.1) DEFORMATE	29
	6.4.2) CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE	31
	6.4.3) VERIFICHE	36
7.	Caratteristiche e affidabilità del Codice di Calcolo	45
8.	Strutture geotecniche o di fondazione	48

## 1. Premessa

La presente relazione riguarda le opere strutturali del locale interrato destinato ad accogliere l'impianto di raccolta e smaltimento dei reflui radioattivi.

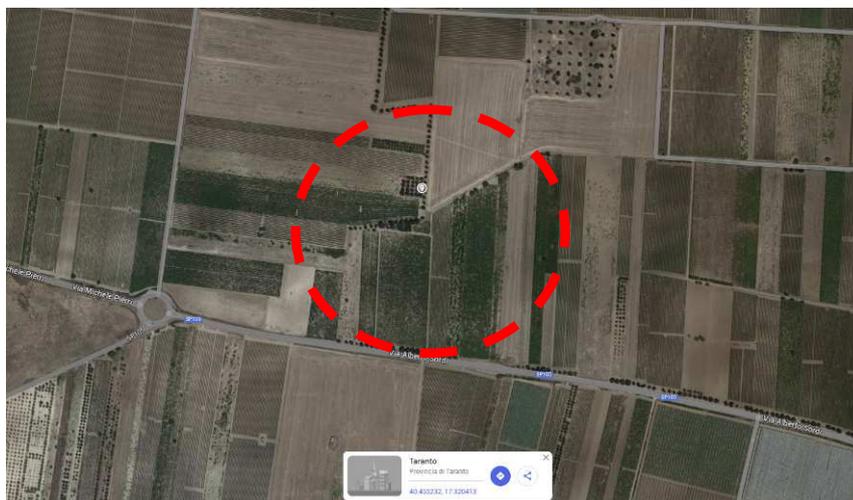
Si fa presente che le opere strutturali di tale locale risultano già realizzate, unitamente alle predisposizioni impiantistiche; per le opere strutturali si è recentemente provveduto al deposito della Relazione a Struttura Ultimata presso i competenti uffici del Comune di Taranto (rif. pratica N° Ordine 13TA20).

**Viene evidenziato in grassetto nel proseguo della presente relazione quanto ricompreso nel presente affidamento e quindi necessario alla corretta e completa installazione degli impianti e delle apparecchiature dell'impianto raccolta reflui radioattivi.**

La presente relazione viene comunque allegata al presente progetto al fine di dare evidenza, per eventuali necessità, di quanto precedentemente progettato e realizzato.

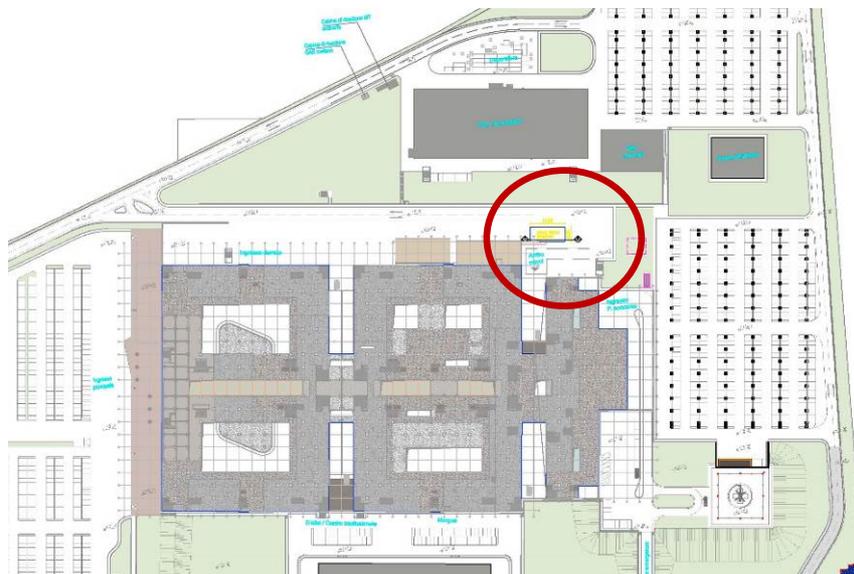
Il locale di raccolta e stoccaggio dei reflui radioattivi del Nuovo Ospedale "San Cataldo" si colloca nel sito localizzato ad est della città di Taranto (TA).

Per quanto riguarda le caratteristiche geologiche, geotecniche e strutturali di carattere generale si fa riferimento ai rispettivi elaborati del suddetto progetto.



Il lotto oggetto di intervento si colloca nella zona est della periferia della città di Taranto a sud del Mare Piccolo e a nord della Strada Provinciale 105 in direzione Faggiano e dalla quale si accede direttamente.

Il locale interrato è costituito da un locale parzialmente interrato a pianta rettangolare, che si colloca nella parte nord del complesso ospedaliero, in prossimità dell'area arrivo merci.



## 2. Descrizione generale della struttura

L'edificio dal punto di vista strutturale è costituito da una struttura principale in cemento armato formata da setti e piastre gettate in opera, con copertura posta al di sotto del piano stradale.

Si sviluppa su pianta rettangolare con dimensioni max in pianta di circa 26x10 m ed in elevazione di circa 4.40 m; è costituito da un volume principale contenente i serbatoi di raccolta e stoccaggio dei reflui ed un volume adiacente con la scala di accesso dalla copertura, la zona di calaggio dei contenitori ed un locale impiantistico. **Sulla copertura del predetto volume è presente una botola con copertura rimovibile per la predetta movimentazione dei contenitori.**

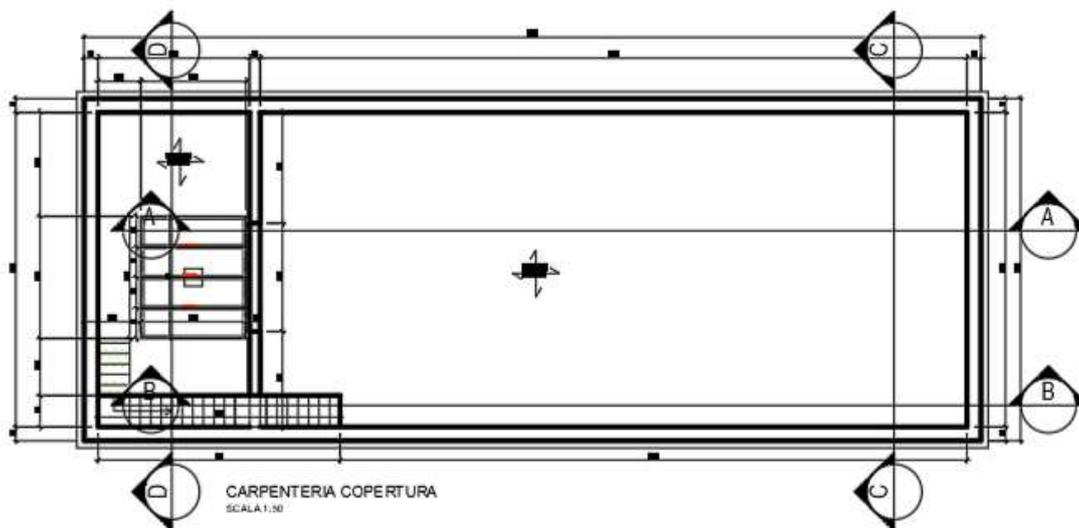
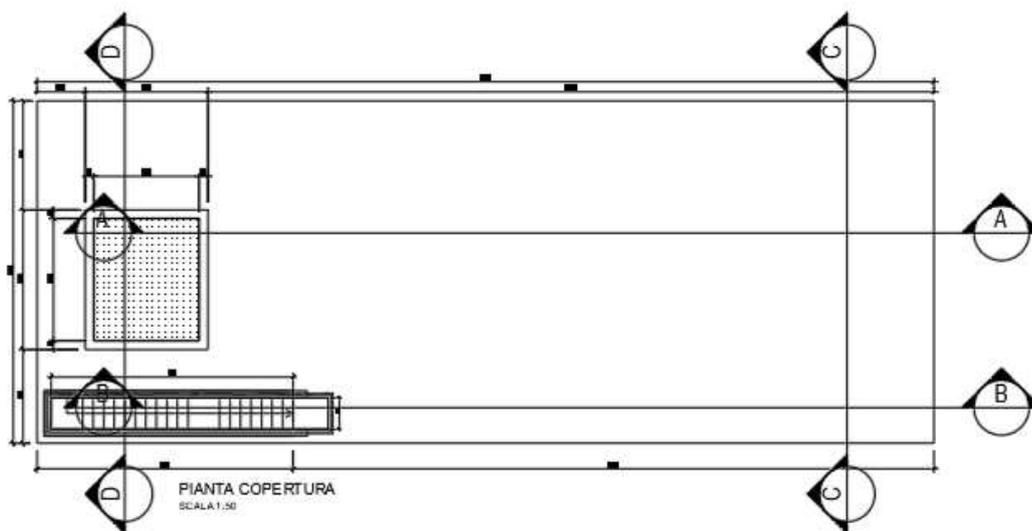
Le fondazioni del fabbricato sono costituite da una piastra in ca gettato in opera, di spessore 50 cm, le pareti esterne sono di sp. 40 cm, il setto intermedio di spessore 30 cm e la piastra di copertura di sp. 40 cm. La scala di accesso è realizzata con soletta portante in ca con gradini sovrapposti.

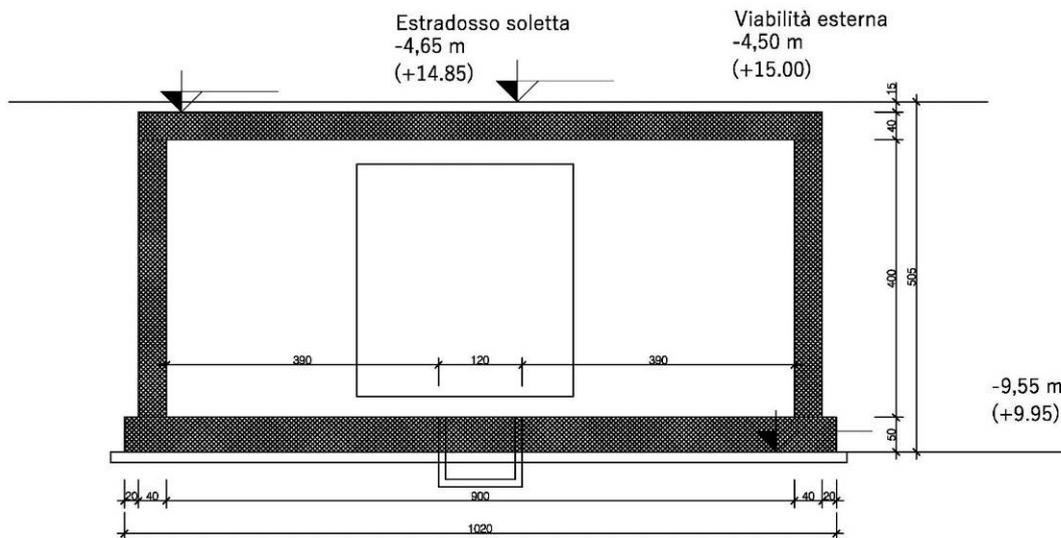
Le strutture del fabbricato sono realizzate con dimensioni adatte al supporto carichi previsti da Normativa ed in riferimento alle sollecitazioni derivanti dal terreno, secondo le indicazioni della Relazione Geologica e Geotecnica.

In definitiva il fabbricato in oggetto è costituito dai seguenti elementi strutturali:

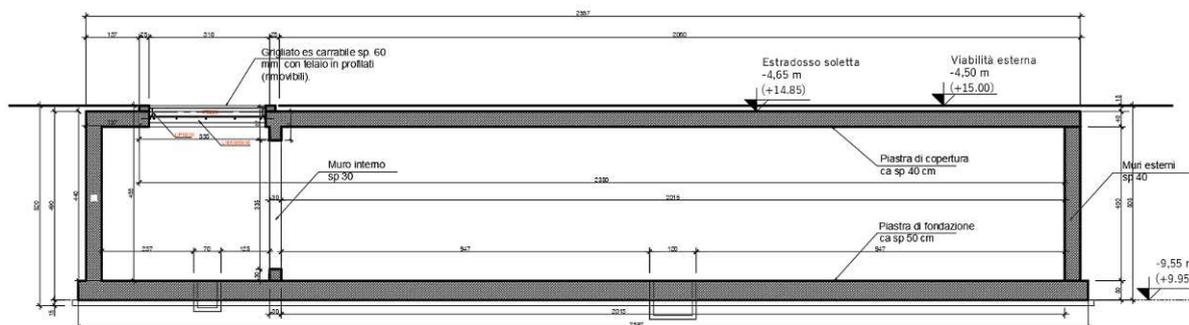
- Copertura a piastra in ca gettato in opera a sezione piena di sp. 40 cm;
- Setti verticali in ca gettati in opera a sezione piena di spessore 30/40 cm;
- Piastra di fondazione in ca gettato in opera a sezione piena di sp. 50 cm;

- Scala di accesso al piano seminterrato in c.a. in opera con soletta portante di sp 17 cm netti;
- **Botola rimovibile di copertura del vano di calaggio costituita da struttura in profilati metallici e grigliato elettrosaldato.**





**SEZIONE C-C**  
 SCALA 1:50



**SEZIONE A-A**  
 SCALA 1:50

Per ulteriori indicazioni si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

### 3. Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati

Il progetto delle opere è stato redatto nel rispetto delle seguenti Norme e Leggi:

- **Legge 05.11.1971, n.1086:** "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica" e relative istruzioni (Circ. Min. LL.PP. 14.02.1974, n. 11951).
- **Legge 02/02/1974, n.64:** "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

- **O.P.C.M. 20.03.2003, n. 3274:** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" con i relativi allegati e le successive modifiche e integrazioni (O.P.C.M. n. 3316 del 02.10.2003 e O.P.C.M. n. 3431 del 03.05.2005).
- **O.P.C.M. 28.04.2006, n. 3519:** "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- **DM 17.01.2018** – Norme tecniche per le costruzioni
- **CIRCOLARE n.7 del 21.01.2019** – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM.17.01.2018
- **Linee guida sul calcestruzzo strutturale** emesse dal servizio Tecnico centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Dicembre 1996)
  - a) **Norme UNI EN 1090.**

## 4. Definizione dei parametri di progetto

### 4.1. Carichi

Nel calcolo vengono considerati i pesi propri delle strutture, i sovraccarichi di carattere permanente ed i carichi di esercizio relativi alle funzioni previste per il fabbricato.

In particolare per la struttura in oggetto sono stati considerati i carichi relativi all'accesso di autocarri sulla copertura del locale, i carichi di esercizio dei vari locali e della scala di accesso, le azioni dovute al terreno a tergo delle pareti, le azioni sismiche.

Di seguito si riportano i valori assunti.

#### **CARICHI PERMANENTI**

- Pesì propri strutturali

In generale, vengono tenuti in conto automaticamente dai programmi di calcolo utilizzati, in base alle caratteristiche geometriche degli elementi e ai pesi specifici dei materiali utilizzati

In particolare:

Peso proprio elementi in c.a.	2500	Kg/m <sup>3</sup>
Peso proprio elementi in acciaio	7850	Kg/m <sup>3</sup>

- Carichi permanenti non strutturali

Nelle strutture in oggetto si tratta del peso della finitura stradale superiore, della spinta laterale delle terre, delle finiture interne ecc.:

- pacchetti stradali  $\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3$

<p>REGIONE PUGLIA          AZIENDA SANITARIA LOCALE TARANTO          REALIZZAZIONE DEL NUOVO OSPEDALE "SAN CATALDO" di TARANTO          PROGETTO ESECUTIVO PER LA FORNITURA IN OPERA DELLE          APPARECCHIATURE DEL LOCALE RACCOLTA REFLUI RADIOATTIVI  <b>Relazione tecnica strutture</b></p>	<p>ST0010          Data: Marzo 2024          Pag. 7 di 51</p>
--	---

- |   |                |                                |
|---|----------------|--------------------------------|
| ○ | pavimentazioni | $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$ |
| ○ | rinterri       | $\gamma = 1900 \text{ kg/m}^3$ |
| ○ | intonaci       | $\gamma = 1900 \text{ kg/m}^3$ |

### **SOVRACCARICHI**

- Solaio di copertura:
 

Sovraccarico Accidentale (Veicoli P<160 kN Cat. G)	$>500 \text{ daN/m}^2$
--	------------------------

Per omogeneità rispetto alle altre zone del complesso ospedaliero si è considerato un sovraccarico di esercizio pari a 1000 daN/mq.
- Solaio piano seminterrato
 

Sovraccarico Accidentale (depositi Cat. E)	$>600 \text{ daN/m}^2$
--	------------------------
- Scala accesso
 

Sovraccarico Accidentale (Scale Cat. A )	$400 \text{ daN/m}^2$
--	-----------------------

### **AZIONI SISMICHE**

Di seguito si definiscono i parametri che concorrono alla definizione dell'azione sismica in funzione della destinazione d'uso dell'edificio, della tipologia strutturale e delle condizioni del terreno.

L'intervento in oggetto si trova alle seguenti coordinate geografiche:

latitudine = 40.555° Nord

longitudine = 17.320° Est.

Secondo quanto prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" e dalla Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione "dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"", sono stati assunti i seguenti parametri per la valutazione degli spettri di risposta:

## **STAMPA DEI DATI DI PROGETTO**

### **INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA**

Nome dell'archivio di lavoro	<b>VS TA V03</b>
Intestazione del lavoro	<b>Vasca RR Taranto</b>
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN
Unita' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC-2018

## NORMATIVA

Vita nominale costruzione	100 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	200 anni
Localita'	Taranto - Via Alberto Sordi
Longitudine (WGS84)	17.3204
Latitudine (WGS84)	40.4552
Categoria del suolo	C
Coefficiente topografico	1
Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1 in direzione X	0.155
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.199
I	1
Comportamento strutturale	NON Dissipativo

## PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag*S) (m/s^2)
SLO	120	0.0440	2.5040	0.35	1.48	1.50	0.647
SLD	201	0.0520	2.6080	0.37	1.46	1.50	0.765
SLV	1898	0.0956	2.8330	0.44	1.38	1.50	1.407
SLE	1898	0.0956	2.8330	0.44	1.38	1.50	1.407
SLC	2475	0.1032	2.8270	0.45	1.37	1.50	1.519

## DATI SPETTRO

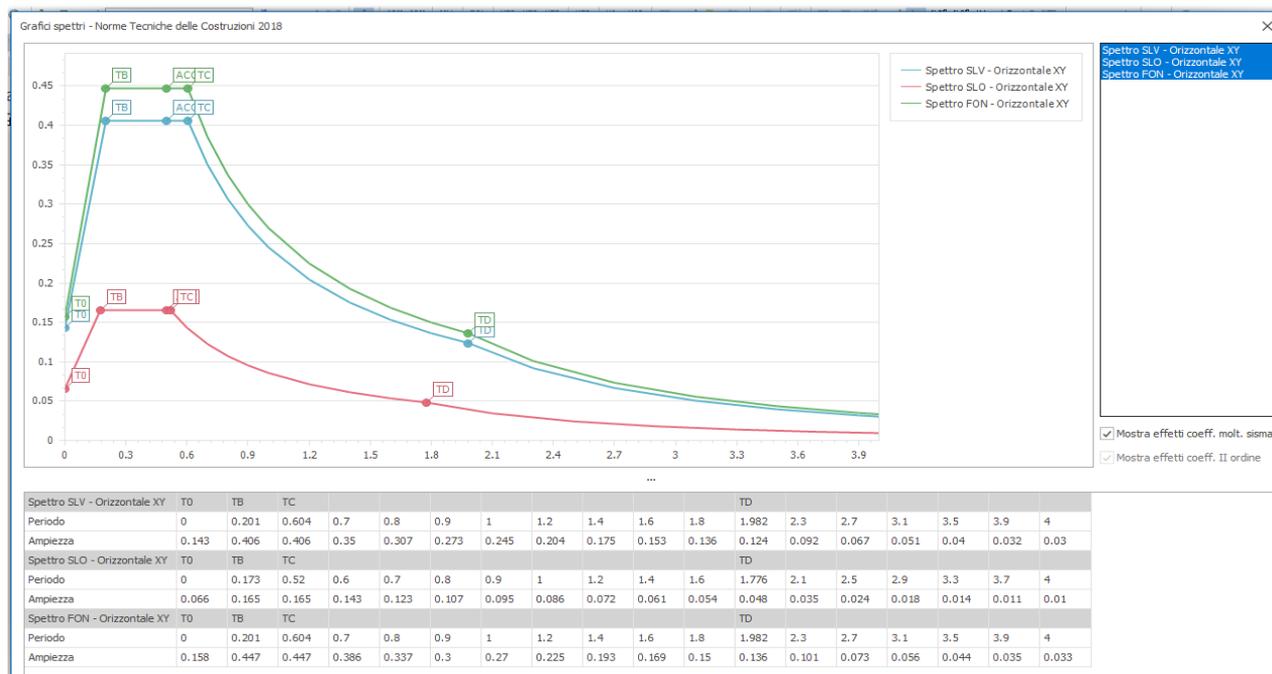
### STATO LIMITE ULTIMO

Fattore di comportamento q	qor=1
Sd (T1) in direzione X	0.346 g
Sd (T1) in direzione Y	0.404 g
Coeff.globale accelerazione sismica direz.X	0.346
Coeff.globale accelerazione sismica direz.Y	0.404

### STATO LIMITE DI OPERATIVITA'

Sd (T1) in direzione X	0.155 g
Sd (T1) in direzione Y	0.165 g
Coeff.globale accelerazione sismica direz.X	0.155
Coeff.globale accelerazione sismica direz.Y	0.165
Coeff.multiplicativo sisma	1.000

### AZIONI SISMICHE – SPETTRI DI PROGETTO



**Figura 1 – Spettri di risposta NTC 2018**

Per procedere in fase di progetto esecutivo strutturale all'analisi delle strutture soggette ad azione sismica viene definito il fattore di comportamento  $q$  secondo il par. 7.4.3.2 del D.M. 2018.

È stato ipotizzato un comportamento strutturale **non dissipativo** e un fattore di comportamento pari a 1.00.

### AZIONE DEL VENTO

La valutazione della pressione del vento da applicare nelle verifiche statiche viene effettuata in riferimento al Paragrafo 3.3 del D.M. 17/01/18. Sono stati considerati inoltre i coefficienti di pressione del vento sulle strutture della copertura come da paragrafo C3.3.8.1.2 delle NTC18 con valori diversi a seconda che la fascia sia sopravento o sottovento.

Nel caso specifico, poiché la struttura risulta completamente interrata, le azioni del vento non vengono considerate.

### AZIONE DELLA NEVE

Per la valutazione dell'azione di progetto per il carico della neve si fa riferimento § 3.4.1 del D.M.17/01/18.

Nel caso specifico, poiché la copertura della struttura risulta interessata dai carichi di esercizio dovuti al traffico degli autocarri, il peso della neve viene trascurato.

### **AZIONI TERMICHE**

Le azioni termiche vengono valutate come da paragrafo 3.5.5. delle NTC18, considerando un  $\Delta T_u \pm 10^\circ\text{C}$  (strutture protette).

### **ANALISI DEI CARICHI SUI SOLAI**

➤ **Solaio di copertura:**

pp soletta ca sp 40 cm	1000
daN/m <sup>2</sup>	
pavimentazione superiore in conglomerato bituminoso sp 15 cm	330 daN/m <sup>2</sup>
impermeabilizzazione+ intonaco	40 daN/m <sup>2</sup>
Carichi appesi	30 daN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico Accidentale (Veicoli P<160 kN Cat. G)	>500 daN/m <sup>2</sup>

Ai fini delle combinazioni delle azioni per le verifiche degli stati limite si considerano:

- Carichi permanenti 1000 daN/m<sup>2</sup>
- Carichi permanenti non strutturali 400 daN/m<sup>2</sup>
- Carichi variabili (in analogia con altre zone del complesso osp) 1000 daN/m<sup>2</sup>

➤ **Botola di calaggio**

<b>Pp grigliato carrabile</b>	<b>50 daN/m<sup>2</sup></b>
<b>Sovr permanente</b>	<b>10 daN/m<sup>2</sup></b>
<b>Sovraccarico Accidentale (Veicoli P&lt;160 kN Cat.)</b>	<b>1000 daN/m<sup>2</sup></b>

**Ai fini delle combinazioni delle azioni per le verifiche degli stati limite si considereranno:**

- **Carichi permanenti** **50 daN/m<sup>2</sup>**
  - **Carichi permanenti non strutturali** **10 daN/m<sup>2</sup>**
  - **Carichi variabili** **1000**
- daN/m<sup>2</sup>**

➤ **Solaio piano seminterrato**

pp soletta ca sp 50 cm	1250 daN/m <sup>2</sup>
pacchetto pavimentazione sp 20 cm	360 daN/m <sup>2</sup>
tramezzi	100 daN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico Accidentale (depositi Cat. E)	>600 daN/m <sup>2</sup>

Ai fini delle combinazioni delle azioni per le verifiche degli stati limite si considereranno:

- Carichi permanenti 1250 daN/m<sup>2</sup>

- Carichi permanenti non strutturali 460 daN/m<sup>2</sup>
- Carichi variabili 600 daN/m<sup>2</sup>

➤ **Scala accesso**

- Pp soletta sp 17 cm 425 daN/m<sup>2</sup>
- Gradini spm 8 cm 200 daN/m<sup>2</sup>
- Finitura (pav+intonaco) 75 daN/m<sup>2</sup>
- Sovraccarico Accidentale (Scale Cat. A ) 400 daN/m<sup>2</sup>

Ai fini delle combinazioni delle azioni per le verifiche degli stati limite si considereranno:

- Carichi permanenti 425 daN/m<sup>2</sup>
- Carichi permanenti non strutturali 275 daN/m<sup>2</sup>
- Carichi variabili 400 daN/m<sup>2</sup>

## 4.2. Azioni del terreno

Poiché la struttura in oggetto risulta parzialmente interrata sono state comunque considerate a livello cautelativo le azioni trasmesse dal terreno stesso sulle pareti esterne in condizioni statiche e dinamiche, considerando i parametri del terreno indicati nelle Relazioni Geologica e Geotecnica e considerando le pareti stesse completamente interrate.

In particolare la struttura risulta impostata con estradosso copertura a +90 cm dal piano stradale, il piano di fondazione risulta a -4.00 m; dalle stratigrafie di progetto più prossime (S05, S07) si evince la presenza dell'unità geologica UG1 (Sabbie limose), di seguito si riportano i parametri assunti.



Figura 4.1 – Stralcio planimetrico con indagini geognostiche e geofisiche.

Unità	Descrizione	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$D_R$ (%)	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	$c_u$ (kPa)	OCR (-)	$E_{ed}$ (MPa)	$E'_{25}$ (MPa)	$G_0$ (MPa)	$v'$ (-)	$k$ (m/s)
UG1	Sabbie-limose calcarenitiche	19.0 + 20.5	30 + 50	0 + 5	29 + 33	-	-	-	15 + 25	40 + 60	0.25	$1 \times 10^{-6}$ - $1 \times 10^{-4}$
UG2a	Limi argillosi mediamente consistenti e alterati	19.0 + 21.0	-	10 + 20	23 + 27	100 + 170	2.0+4.0	7.5 + 10	-	60 + 80	0.35	$5 \times 10^{-9}$ - $1 \times 10^{-7}$
UG2b	Argille limose da mediamente consistenti a consistenti non alterate	19.5 + 21.0	-	20 + 50	17 + 20	170 + 250	2.0+3.0	10 + 20	-	80 + 100	0.35	$5 \times 10^{-10}$ - $1 \times 10^{-8}$

Tabella 5.1 – Parametri geotecnici: intervalli di variazione.

## 5. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

In Tabella 5.1 viene riepilogato il quadro di sintesi degli intervalli di variazione dei principali parametri geotecnici rappresentativi dei litotipi di interesse, desunti dall'interpretazione delle prove geotecniche analizzate al §4.

### Legenda:

- $\gamma$ : peso di volume;
- $D_R$ : densità relativa;
- $c'$ : coesione efficace;
- $\phi'$ , angolo di resistenza al taglio;
- $c_u$ : resistenza non drenata;
- $OCR$ : grado di sovraconsolidazione;
- $E_{ed}$ : modulo edometrico;
- $E'_{25}$ : modulo elastico secante corrispondente ad un grado di mobilitazione della resistenza al taglio a rottura pari al 25%;
- $G_0$ : modulo di taglio a piccole deformazioni o "iniziale";
- $\nu'$ : coefficiente di Poisson;
- $k$ : coefficiente di permeabilità.

Sondaggio	Prof.	Spt	Piezometri	Down Hole
S01	30	3		
S02	30	3		
S03	30	3		X
S04	30	3		X
S05	40	3		X
S06	40	2	X	X
S07	30	3	X	X
S08	30	3		
S09	30	3		X
S10	40	2	X	

Tabella 2

Nella tabella seguente (Tabella 3) si schematizzano i contatti stratigrafici, descrivendo sinteticamente i litotipi incontrati, riportando anche il corrispondenti unità geotecniche.

Sondaggi	Profondità (m)	Descrizione	Unità Litologica / Geotecnica
S01	0,0 - 0,6	Terreno vegetale	
	0,6 - 3,0	Sabbie limose, colore nocciola, medio fini con livelli addensati	Calcareni di M. Castiglione / UG1
	3,0 - 18,20	Limi sabbiosi con livelletti sabbio limosi medio fini alterati da poco a mediamente consistenti, marrone chiaro	Calcareni di M. Castiglione / UG2a
S02	18,20 - 30,0	Argille, argille limose, colore grigio-verdastro poco consistenti	Argille del Bradano / UG2b
	0,0 - 0,8	Terreno vegetale	
	0,8 - 13,0	Limi sabbiosi e/o sabbioso limosi alterati e da poco a mediamente consistenti, colore marrone, marrone chiaro	Calcareni di M. Castiglione / UG1

	13,0 - 30,0	Limi argillosi / argille limose, colore grigio-verdastro, da mediamente consistenti a consistenti	Argille del Bradano / UG2
S03	0,0 - 0,8	Terreno vegetale	
	0,80 - 9,80	Sabbie limose colore giallastro, alternate a limi sabbiosi med. addensati/med. consistenti	Calcareni di M. Castiglione / UG1
	9,80 - 12,40	Limi colore marrone chiaro med. consistenti	
	12,40 - 28,0	Limi argillosi colore grigio, a tratti marrone da med. consistenti a consistenti	Argille del Bradano / UG2a
	28,00 - 30,0	Argille colore grigio, consistenti	Argille del Bradano / UG2b
S04	0,0 - 0,80	Terreno vegetale	
	0,8 - 11,40	Sabbie limose, limi sabbiosi, colore marrone chiaro med. consistenti loc. cementate	Calcareni di M. Castiglione / UG1
	11,40 - 19,0	Limi argillosi grigi med. consistenti	Argille del Bradano / UG2a
	19,0 - 22,0	Sabbie limose limi sabbiosi, colore grigio-verdastro	Argille del Bradano / UG2b
S05	22,0 - 30,0	Limi argillosi di colore grigio-verdastro da med. consistenti a consistenti	Argille del Bradano / UG2b
	0,0 - 0,50	Terreno vegetale	
	0,5 - 10,40	Sabbie limose calcaree, medio fini colore avana	Calcareni di M. Castiglione / UG1
	10,40 - 16,20	Limi argillosi colore grigio chiaro-scuro, da med. consistenti a consistenti	Argille del Bradano / UG2a
	16,20 - 22,0	Sabbie limose - limi sabbiosi medio fini, variamente addensati, colore marrone chiaro	Argille del Bradano / UG2b
	22,0 - 40,0	Argille - Limi argillosi di colore grigio azzurro da med. consistenti a consistenti	Argille del Bradano / UG2a
S06	0,0 - 0,40	Terreno vegetale	
	0,40 - 10,0	Sabbie limose - limi sabbiosi, colore marrone chiaro med. addensate	Calcareni di M. Castiglione / UG1
	10,0 - 18,6	Limi argillosi colore verdastro poco consistenti	Argille del Bradano / UG2a
	18,60 - 22,0	Limi sabbiosi, sabbie limose fini poco consistenti, colore marrone chiaro	Argille del Bradano / UG2a
	22,0 - 40,0	Argille, argille limose grigie da med. consistenti a consistenti	Argille del Bradano / UG2b
S07	0,0 - 0,10	Terreno vegetale	
	0,10 - 10,30	Sabbie, sabbie limose medio fini	Calcareni di M. Castiglione / UG1

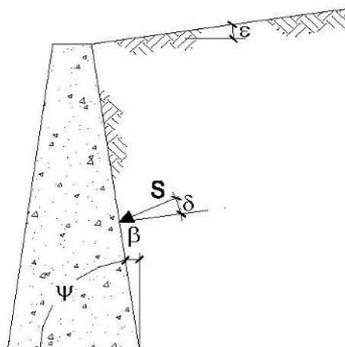
Si considerano pertanto i seguenti parametri di calcolo (UG1):

o  $g = 1900 \text{ daN/mc}$

- $f = 29^\circ$
- Sovraccarico agente sul terrapieno = 1000 daN/mq
- Kw (coeff. Winkler) = 1.0 daN/cm
- Quota falda inferiore imposta fondazione.

**COEFFICIENTI DI SPINTA**

- $\varphi' = 29,0$  (°)
- $\varepsilon = 0,0$  (°)
- $\delta = 0,0$  (°)
- $\beta = 0,0$  (°)
- $\psi = 90,0$  (°)



**STATICO**

<b>COULOMB</b>	
$k_a =$	$\frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \left[ 1 + \frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon)}{\sqrt{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$
$k_p =$	$\frac{\text{sen}^2(\psi - \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi + \delta) \left[ 1 - \frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' + \varepsilon)}{\sqrt{\text{sen}(\psi + \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$
<b>RANKINE (<math>\psi = 90^\circ</math>)</b>	
$k_a =$	$\frac{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi'}}{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi'}}$
$k_p =$	$\frac{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi'}}{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi'}}$

**coefficiente di spinta attiva**

Coulomb	Rankine
$k_a = 0,3470$ (-)	$k_a = 0,3470$ (-)
$k_{ah} = k_a \cos(\delta_{muro} + \beta)$	$k_{ah} = k_a \cos(\varepsilon)$
$k_{ah} = 0,3470$ (-)	$k_{ah} = 0,3470$ (-)

**coefficiente di spinta passiva**

Coulomb	Rankine
$k_p = 2,8821$ (-)	$k_p = 2,8821$ (-)
$k_{ph} = k_p \cos(\delta_{muro} + \beta)$	$k_{ph} = k_p \cos(\varepsilon)$
$k_{ph} = 2,8821$ (-)	$k_{ph} = 2,8821$ (-)

### SISMICO

$$\text{per } \varepsilon \leq \varphi' - \theta \quad k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

$$\text{per } \varepsilon > \varphi' - \theta \quad k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$$

$$k_p = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi + \theta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen} \varphi' \cdot \text{sen}(\varphi' + \varepsilon - \theta)}{\text{sen}(\psi + \varepsilon) \cdot \text{sen}(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

1.  $\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$       2.  $\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$       3.  $\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_d}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$

- |                                      |               |      |         |
|--------------------------------------|---------------|------|---------|
| massima accelerazione al suolo       | $a_g/g =$     | 0,10 | (-)     |
| coefficiente stratigrafico           | $S_s =$       | 1,50 | (-)     |
| coefficiente stratigrafico           | $S_T =$       | 1,00 | (-)     |
| rapporto sisma verticale/orizzontale | $k_v / k_h =$ | 0,50 | (-)     |
| peso di volume naturale del terreno  | $\gamma =$    | 19,5 | (kN/mc) |
| peso di volume secco del terreno     | $\gamma_d =$  | 19,5 | (kN/mc) |
| peso specifico dell'acqua            | $\gamma_w =$  | 10,0 | (kN/mc) |
- 1. quota falda al di sotto dell'opera di sostegno
  - 2. terreno impermeabile in condizioni dinamiche in falda ( $\gamma = \gamma_{\text{sat}}$ )
  - 3. terreno permeabile in condizioni dinamiche in falda

Coefficiente  $\beta$  per spostamenti ammissibili del muro       $\beta = 1$

$k_h = 0,1500$        $k_v = 0,0750$   
 $\theta^+ = 7,94$       (°)       $\theta^- = 9,21$       (°)

coefficienti di spinta attiva			coefficienti di spinta passiva ( $\delta = 0$ )		
$kas^+$	0,4407	(-)	$kps^+$	2,6336	(-)
$kas^-$	0,4585	(-)	$kps^-$	2,5908	(-)

— M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

## 5. Descrizione dei materiali

Per la realizzazione degli elementi strutturali degli edifici sono stati utilizzati i seguenti materiali:

- Calcestruzzo  
 Cls. per magro di sottofondo C12/15 ( $R_{ck} > 150$  daN/cm<sup>2</sup>)  
 Cls. per strutture di fondazione C30/30 ( $R_{ck} > 300$  daN/cm<sup>2</sup>)  
 Cls. per strutture di elevazione C28/35 ( $R_{ck} > 350$  daN/cm<sup>2</sup>)
- Acciaio per armatura convenzionale: B450C (Ex Fe B44 K controllato in stabilimento)
- Acciaio per carpenteria metallica: S275JR-S355JR (Tubi e tiranti) ( $f_{yk} \geq 275-355$  N/mm<sup>2</sup>)
- Bulloneria: classe 8.8-10.9
- Ancoraggio Chimico: Resina Epossidica tipo HILTI HIT-RE 500 V4

Di seguito si elencano le principali caratteristiche meccaniche:

<i>Calcestruzzo per fondazioni</i>	<i>C30/37</i>
Classe di esposizione:	XC2
Classe di resistenza minima del c.l.s.:	C30/37;
Contenuto minimo di cemento:	300 kg/m <sup>3</sup> ;
Rapporto massimo a/c:	0.60;
Massimo diametro inerti:	20 mm;
Lavorabilità, Slump:	S4/S5;
<i>Caratteristiche meccaniche del c.l.s. :</i>	
Resistenza Caratteristica Cubica a Compressione	$R_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup> ;
Resistenza Caratteristica Cilindrica a Compressione	$f_{ck} = 25$ N/mm <sup>2</sup> ;
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} = 2.942$ N/mm <sup>2</sup> ;
Resistenza Caratteristica a Trazione	$f_{ctk} = 1.961$ N/mm <sup>2</sup> ;
Modulo Elastico	$E = 33019$ N/mm <sup>2</sup> ;
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.20$ ;
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1 \times 10^{-5}$ ;
<i>Calcestruzzo per elevazioni (in opera)</i>	<i>C30/37</i>
Classe strutturale	S4
Classe di esposizione:	XC1, XC2
Classe di resistenza minima del c.l.s.:	C30/37;

Contenuto minimo di cemento:	360 kg/m <sup>3</sup> ;
Rapporto massimo a/c:	0.55;
Massimo diametro inerti:	20 mm;
Lavorabilità, Slump:	S4/S5;
<i>Caratteristiche meccaniche del c.l.s. :</i>	
Resistenza Caratteristica Cubica a Compressione	$R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$ ;
Resistenza Caratteristica Cilindrica a Compressione	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ ;
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} = 2.942 \text{ N/mm}^2$ ;
Resistenza Caratteristica a Trazione	$f_{ctk} = 1.961 \text{ N/mm}^2$ ;
Modulo Elastico	$E = 33019 \text{ N/mm}^2$ ;
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.20$ ;
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1 \times 10^{-5}$ ;

**Acciaio per armature da cemento armato**

**B450C**

*Caratteristiche meccaniche dell'acciaio:*

Tipo di acciaio	B450C;
Tensione nominale di snervamento	$f_{y,nom.} = 450 \text{ N/mm}^2$ ;
Tensione nominale di rottura	$f_{t,nom.} = 540 \text{ N/mm}^2$ ;
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{y,k} \geq f_{y,nom.}$ ;
Tensione caratteristica di rottura	$f_{t,k} \geq f_{t,nom.}$ ;
Rapporto $(f_t/f_y)_k$	$1.15 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1.35$ ;
Rapporto $(f_y/f_{y,nom.})_k$	$(f_y/f_{y,nom.})_k \leq 1.25$ ;
Allungamento	$(A_{gt})_k \geq 7.5\%$ ;
Tensione di calcolo dell'acciaio	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ ;
$\gamma_c = 1.15$ , coeff. parziale di sicurezza relativo all'acciaio	$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$

**Acciaio per carpenteria metallica**

**S275JR**

*Caratteristiche meccaniche dell'acciaio:*

Tipo di acciaio	<b>S275JR;</b>
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{y,k} = 275 \text{ N/mm}^2$ ;
Tensione caratteristica di rottura	$f_{t,k} = 430 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E = 2.1 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2)$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.300$
Modulo di elasticità tangenziale	$G = 80769 \text{ (N/mm}^2)$
Peso specifico	$P_s = 78.5 \text{ (kN/m}^3)$
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ (1/}^\circ\text{C)}$
Coefficienti parziali di sicurezza	$\gamma_{M0} = 1.05$ $\gamma_{M1} = 1.05$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

**Barre filettate e bulloni**

**Tipo di acciaio**

**Tensione caratteristica di snervamento**

**Tensione caratteristica di rottura**

**Allungamento a rottura**

**Classe 8.8-10.9**

**Acciaio galvanizzato  $\geq 5\mu\text{m}$**

**Classe 8.8-10.9**

**$f_{y,b} = 640-900\text{N/mm}^2$ ;**

**$f_{t,b} = 800-1000\text{ N/mm}^2$ ;**

**$A_5 = \text{min } 12-9\%$  (duttile)**

Tutti i materiali devono rispondere ai requisiti di cui al D.M. 17/01/18 o a specifiche norme di prodotto dove espressamente specificato.

<p>REGIONE PUGLIA          AZIENDA SANITARIA LOCALE TARANTO          REALIZZAZIONE DEL NUOVO OSPEDALE "SAN CATALDO" di TARANTO          PROGETTO ESECUTIVO PER LA FORNITURA IN OPERA DELLE          APPARECCHIATURE DEL LOCALE RACCOLTA REFLUI RADIOATTIVI  <b>Relazione tecnica strutture</b></p>	<p>ST0010          Data: Marzo 2024          Pag. 19 di 51</p>
--	--

## 6. Criteri di progettazione e di modellazione

Il dimensionamento strutturale è stato effettuato attraverso la modellazione tridimensionale ad elementi finiti; lo schema statico principale adottato è quello di struttura a setti verticali con orizzontamenti e fondazioni a piastra.

Le strutture sono state dimensionate in base alla Normativa Italiana vigente considerando il D.M. 17.01.2018.

Il dimensionamento è stato effettuato con schemi di calcolo adeguati alle effettive condizioni di esercizio delle opere, nel rispetto della effettiva distribuzione spaziale delle masse, delle rigidità e delle resistenze. Il calcolo strutturale è stato effettuato mediante codici di calcolo ad elementi finiti di comprovata affidabilità.

Lo schema di calcolo adottato prevede la modellazione delle strutture con modelli tridimensionali effettuando analisi statica in campo elastico lineare. Nel caso in esame sono stati messi a punto dei modelli di calcolo spaziali definiti dalla linea (o dal piano) d'asse degli elementi strutturali.

Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento è opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità.

Le pareti, le piastre, le platee ovvero in generale i componenti strutturali bidimensionali, con due dimensioni prevalenti sulla terza (lo spessore), sono modellati con elementi "shell" a comportamento flessionale.

Il comportamento del terreno è rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo dedotta dalle caratteristiche geotecniche del terreno di sedime (si veda la Relazione Geologica).

Gli effetti dell'azione sismica vengono determinati attraverso analisi statica equivalente, considerando che la struttura interrata risulta in movimento solidale con il terreno e la grande rigidità della stessa; le azioni sismiche sono state pertanto applicate alla struttura come forze statiche determinate considerando il valore  $a_g/g$  corrispondente a  $T=0$ .

È stato ipotizzato un comportamento strutturale non dissipativo e un fattore di comportamento pari a 1.00.

## 6.1. Principali combinazioni delle azioni

Si riportano le principali combinazioni fra le differenti CdC elementari utilizzate per le verifiche.

*Combinazione fondamentale SLU*

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_{21} + \gamma_{Q1} \cdot Q_1 + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_2 \dots$$

*Combinazione caratteristica (rara) SLE*

$$G_1 + G_{21} + Q_1 + \psi_{02} \cdot Q_2 \dots$$

*Combinazione frequente SLE*

$$G_1 + G_{21} + \psi_{11} \cdot Q_1 + \psi_{12} \cdot Q_2 \dots$$

*Combinazione quasi permanente SLE*

$$G_1 + G_{21} + \psi_{21} \cdot Q_1 + \psi_{22} \cdot Q_2 \dots$$

*Combinazione sismica SLV*

$$E + G_1 + G_{21} + \psi_{21} \cdot Q_1 + \psi_{22} \cdot Q_2 \dots$$

Nel caso in esame si avranno quattro Combinazioni delle CdC elementari allo SLU: una che massimizza l'azione accidentale uffici, una che massimizza l'azione accidentale della neve sulle coperture, una che massimizza l'azione accidentale della zona impianti e delle tribune e una che massimizza l'azione accidentale del vento; allo SLV, oltre a quelle sopracitate, si avranno anche due Combinazioni delle CdC sismiche, ciascuna delle quali massimizza l'azione sismica in una direzione, a cui somma il 30% dell'azione sismica nella direzione ortogonale a quella principale.

I coefficienti di combinazione  $\psi_2$  sono indicati dalle Tabella 2.5.1 del capitolo 2 delle NTC 2018 (riportata di seguito) in funzione della categoria di azione variabile:

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE**

**Carico distribuito con riferimento globale Z**

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. Iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz.SLD
PERM BOT	7	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.800000	0.000	-0.800000	0.000	1.0000	1.0000
ACC BOT	8	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	-10.000000	0.000	-10.000000	0.000	0.3000	0.3000

**CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI**

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

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
SP TERR	3	Condizione 3	Permanente: Permanente portato	0.067800	0.0000	0.0000
SP SOVR TERR	4	Condizione 4	Permanente: Permanente portato	0.046100	0.0000	0.0000
SP TERR SIS+	5	Condizione 5	Nessuna	0.021600	0.0000	0.0000
SP TERR SIS-	6	Condizione 6	Nessuna	0.021600	0.0000	0.0000
SIS PAR +	13	Condizione 11	Nessuna	0.015000	0.0000	0.0000
SIS PAR -	14	Condizione 12	Nessuna	0.015000	0.0000	0.0000

**Carico di superficie nella direzione globale X, agente sulla superficie reale**

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
SIS COP X+	9	Condizione 7	Nessuna	0.025000	0.0000	0.0000
SIS COP X-	11	Condizione 9	Nessuna	-0.025000	0.0000	0.0000

**Carico di superficie nella direzione globale Y, agente sulla superficie reale**

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
SIS COP Y+	10	Condizione 8	Nessuna	0.025000	0.0000	0.0000
SIS COP Y-	12	Condizione 10	Nessuna	-0.025000	0.0000	0.0000

**Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale**

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
SOVR PERM COP	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.040000	1.0000	1.0000
SOVR ACC COP	2	Condizione 2	Variabile: Autorimesse	-0.100000	0.3000	0.3000

**Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie in proiezione ortogonale**

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
SCA PERM	15	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.027500	1.0000	1.0000
SCA ACC	16	Condizione 13	Variabile: Domestici e residenziali	-0.040000	0.3000	0.3000

**Carico termico (temperatura uniforme)**

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Temperatura
DT +	17	Condizione 14	Nessuna	10.000000
DT -	18	Condizione 15	Nessuna	-10.000000

**COMBINAZIONI DI CARICO**

**NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA**

**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore			
1	SLU 01 DT+	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Nessuna	Condizione 12	1.500			
			Nessuna	Condizione 14	0.900			
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.500			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.500			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.500			
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	1.500			
2	SLV S+	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Nessuna	Condizione 5	1.000			
			Nessuna	Condizione 7	1.000			
			Nessuna	Condizione 8	1.000			
			Nessuna	Condizione 11	1.000			
			Nessuna	Condizione 12	1.000			
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.000			
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 13	1.000			
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.300			
			3	SLV S-	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Nessuna	Condizione 6	1.000
						Nessuna	Condizione 9	1.000
Nessuna	Condizione 10	1.000						
Nessuna	Condizione 12	1.000						
Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000						
Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000						
Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000						
Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.000						
Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 13	1.000						
Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.300						
4	SLU 02 DT-	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente				Nessuna	Condizione 12	1.500
						Nessuna	Condizione 15	0.900
						Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.500			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.500			
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.500			
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 13	1.000			
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	0.300			
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	1.500			

**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO**

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
18	Rara	Tipologia: Rara	Nessuna	Condizione 12	1.000
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.000
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 13	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 2	1.000

## 6.2. Metodo di analisi seguito

La struttura dell'edificio principale è stata dimensionata mediante modello ad elementi finiti, con programma di calcolo AMV Mastersap, mediante elementi di tipo monodimensionale (BEAM) e/o bidimensionale (SHELL). Il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato applicando i carichi previsti direttamente sugli elementi strutturali corrispondenti mediante carichi ripartiti e/o concentrati. Per la valutazione delle azioni sismiche è stata effettuata *analisi sismica statica equivalente* da NTC 2018 parametrizzato mediante analisi di risposta sismica locale.

Data la particolare configurazione dell'edificio, costituito da una struttura scatolare completamente interrata di rigidità molto elevata, le azioni sismiche sono state applicate alla struttura come forze statiche determinate considerando il valore  $ag/g$  corrispondente a  $T=0$ , ipotizzando un comportamento strutturale non dissipativo e un fattore di comportamento pari a 1.00.

Le fondazioni, di tipo superficiale a platea, sono state modellate mediante vincolo elastico alla Winkler considerando un valore della costante di sottofondo pari a  $k_s = 1.0 \text{ kg/cm}$  (per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica).

Di seguito si riportano in forma sintetica le caratteristiche del modello ed i risultati ottenuti, rimandando agli elaborati grafici di progetto per maggiori dettagli.

### LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C28/35 (Rck 350)	+3.30e+05	0.120	0.00250	+1.00e-05	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00
2	Calcestruzzo C30/37 (Rck 300)	+3.30e+05	0.120	0.00250	+1.00e-05	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00
3	Acciaio	+2.10e+06	0.300	0.00785	+1.20e-05	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00

### RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

#### SEZIONI A PROFILO SEMPLICE

Codice	Codice sezione	Asse Y capovolto
1	IPE 220	No
2	L 80X 8	

## GRUPPI DELLA STRUTTURA

### ELEMENTO FINITO: TRAVE

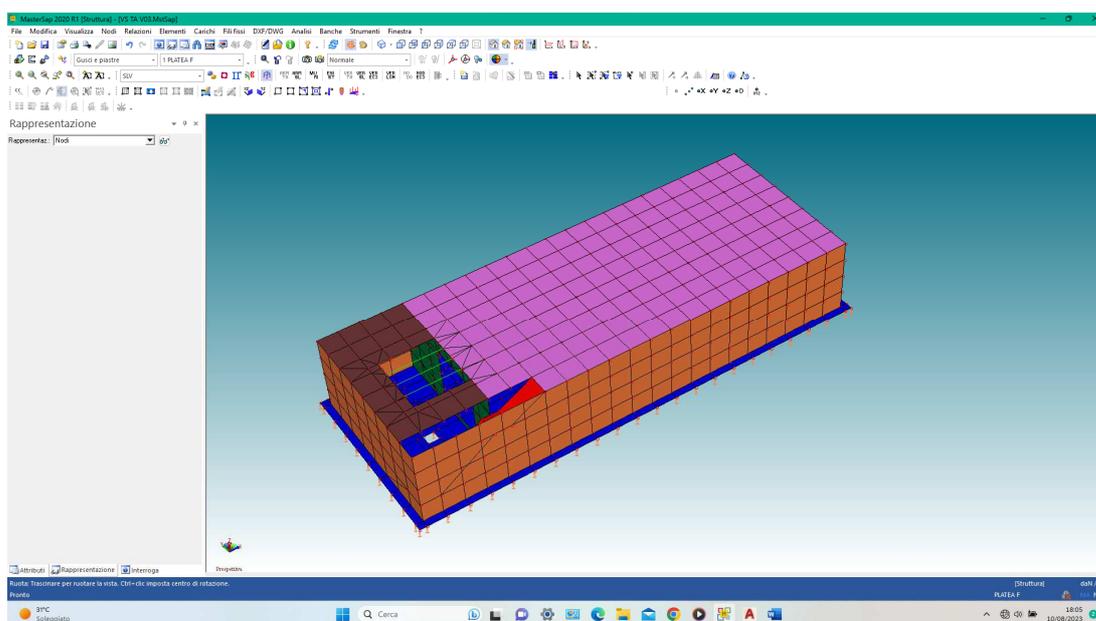
Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	TR BOT
2	ANG BOT

### ELEMENTO FINITO: PIASTRA

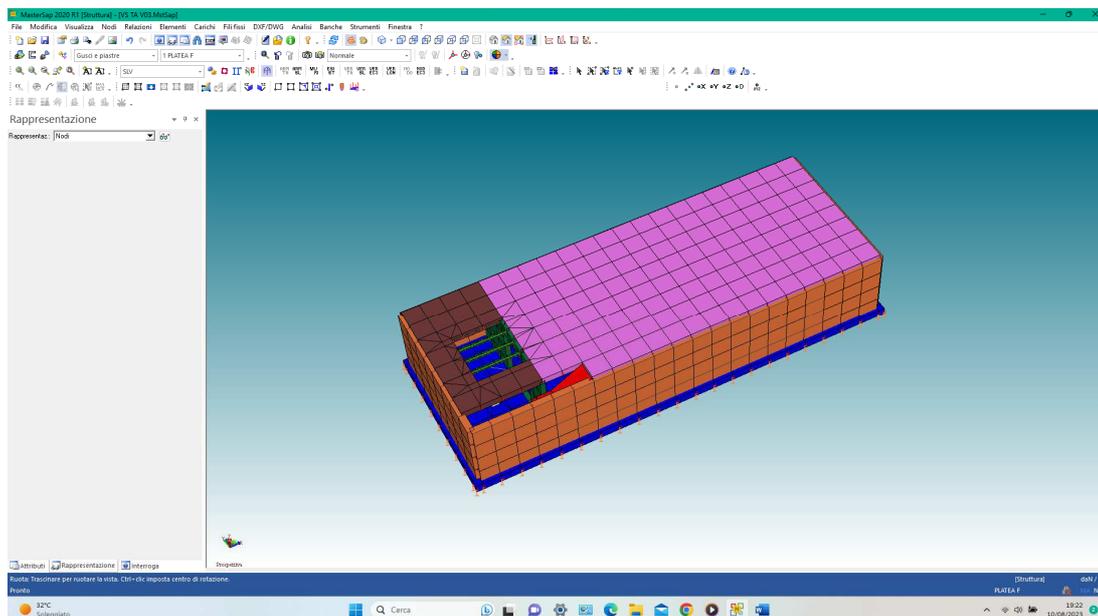
Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	PLATEA F
2	PAR VERT EX
3	PAR VERT INT
4	COP 01
5	COP 02
6	SCALA

### ELEMENTO FINITO: VINCOLO

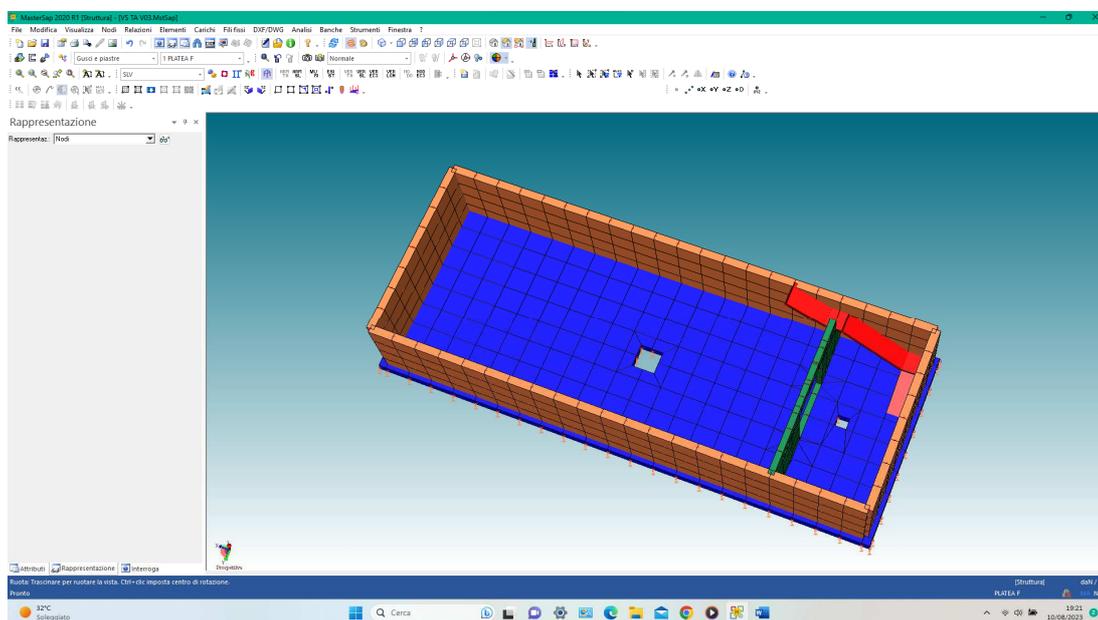
Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	Vincoli di platea cost. sottofondo = 1



Modello unifilare



Modello solido



Modello solido (vista interna)

Codici di carico - Gusci e piastre

Codici di carico:

Trascinare una colonna dalla testata a qui per raggruppare per quella colonna

Descrizione	Tipo azione/Categoria	Condizione di carico	Tipo	Parametri
1 SOVR PERM COP [1]	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	pZA	V=-0.04 AI=1 AISLD=1
2 SOVR ACC COP [1]	Variabile: Autorimesse	Condizione 2	pZA	V=-0.1 AI=0.3 AISLD=0.3
3 SP TERR [1]	Permanente: Permanente portato	Condizione 3	pZA	V=0.0676 AI=0 AISLD=0
4 SP SOVR TERR [1]	Permanente: Permanente portato	Condizione 4	pZA	V=0.0461 AI=0 AISLD=0
5 SP TERR SIS+ [1]	Nessuna	Condizione 5	pZA	V=0.0216 AI=0 AISLD=0
6 SP TERR SIS - [1]	Nessuna	Condizione 6	pZA	V=0.0216 AI=0 AISLD=0
9 SIS COP X+ [1]	Nessuna	Condizione 7	pXA	V=0.025 AI=0 AISLD=0
10 SIS COP Y+ [1]	Nessuna	Condizione 8	pYA	V=0.025 AI=0 AISLD=0
11 SIS COP X- [1]	Nessuna	Condizione 9	pXA	V=-0.025 AI=0 AISLD=0
12 SIS COP Y- [1]	Nessuna	Condizione 10	pYA	V=-0.025 AI=0 AISLD=0
13 SIS PAR + [1]	Nessuna	Condizione 11	pZA	V=0.015 AI=0 AISLD=0
14 SIS PAR - [1]	Nessuna	Condizione 12	pZA	V=0.015 AI=0 AISLD=0
15 SCA PERM [1]	Permanente: Permanente portato	Condizione 1	pZ	V=-0.0275 AI=1 AISLD=1
16 SCA ACC [1]	Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 13	pZ	V=-0.04 AI=0.3 AISLD=0.3
17 DT + [1]	Nessuna	Condizione 14	t	T=10
18 DT - [1]	Nessuna	Condizione 15	t	T=-10

Condizioni di carico

<p>REGIONE PUGLIA          AZIENDA SANITARIA LOCALE TARANTO          REALIZZAZIONE DEL NUOVO OSPEDALE "SAN CATALDO" di TARANTO          PROGETTO ESECUTIVO PER LA FORNITURA IN OPERA DELLE          APPARECCHIATURE DEL LOCALE RACCOLTA REFLUI RADIOATTIVI  <b>Relazione tecnica strutture</b></p>	<p>ST0010          Data: Marzo 2024          Pag. 27 di 51</p>
--	--

### 6.3. Criteri di verifica agli Stati Limite

Come previsto dalle Norme vigenti, tutte le opere ed i componenti strutturali vengono progettati in modo da garantire il raggiungimento del livello di sicurezza richiesto.

Le verifiche di resistenza e stabilità saranno condotte con il metodo semiprobabilistico agli stati limite mediante i post-processor dei software di calcolo utilizzati. Ciascuna verifica, per ogni Stato Limite quindi per il corrispettivo livello di azioni agenti, garantisce il raggiungimento di una data prestazione da parte delle costruzioni nel loro complesso.

Per ogni stato limite ultimo è stata rispettata la condizione  $E_d \leq R_d$ , dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, mentre  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema strutturale/geotecnico.

*Considerando il modello di calcolo per le azioni sismiche in condizioni NON dissipative, le verifiche di resistenza degli elementi in ca/acciaio sono state effettuate valutando la capacità di resistenza in campo sostanzialmente elastico (cfr par 7.4.1 NTC).*

In ottemperanza alle prescrizioni della normativa tecnica di riferimento, per le verifiche geotecniche è stato utilizzato l'Approccio 2 (A1+M1+R3), con i coefficienti definiti al punto 2.6.1 del D.M. 17 Gennaio 2018.

In generale, le verifiche allo SLU riguardano:

- perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte;
- spostamenti o deformazioni eccessive;
- raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
- raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- rottura di membrature e collegamenti per fatica;
- rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;
- instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

Inoltre, in presenza di azioni sismiche vanno considerate le verifiche allo SLV (stato limite di salvaguardia della vita) ovvero SLC (stato limite di prevenzione del collasso) e garantiscono:

- assenza di martellamento tra strutture contigue;
- resistenza delle strutture;
- duttilità delle strutture (tenuto conto che verranno progettate in ipotesi NON dissipativa);
- assenza di collasso fragile di elementi non strutturali;

- resistenza del sistema fondazione terreno;
- stabilità dei muri di sostegno.

In generale, le verifiche allo SLE riguardano:

- danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del cls) che possano ridurre la durabilità delle strutture, la loro efficienza o il loro aspetto;
- spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso delle costruzioni la loro efficienza e il loro aspetto;
- spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- vibrazioni che possano compromettere l'uso delle costruzioni;
- danni per fatica che possano compromettere la curabilità;
- corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione;

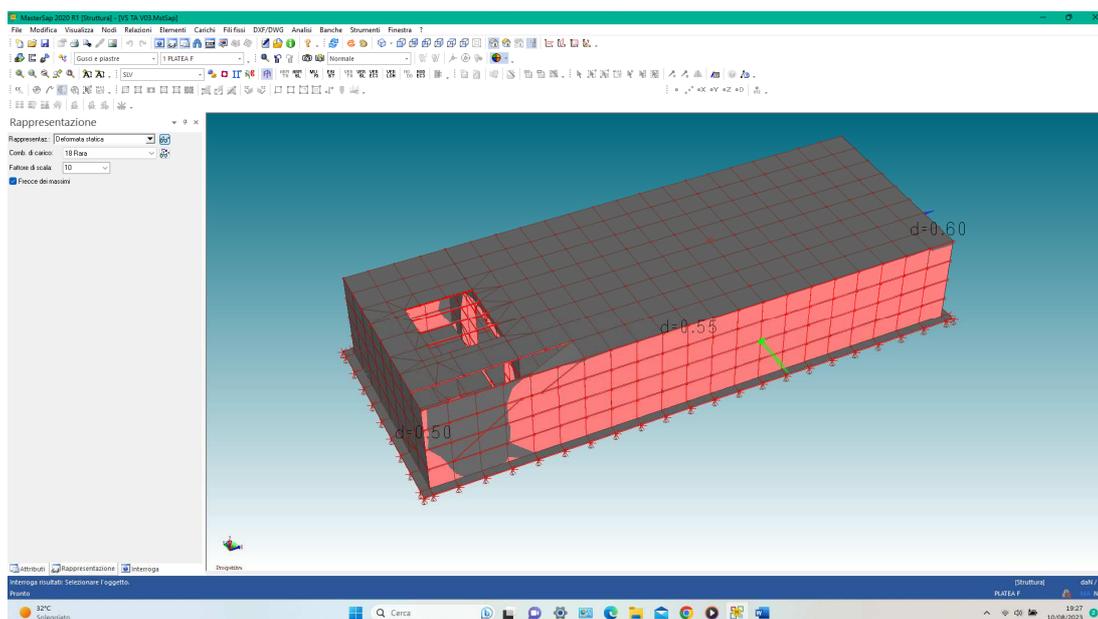
Inoltre, in presenza di azioni sismiche verranno considerate le verifiche allo SLO (stato limite di operatività) con l'obiettivo di garantire la operatività delle opere in riferimento a:

- resistenza degli elementi strutturali;
- contenimento del danno degli elementi non strutturali;
- contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno.
- funzionalità degli impianti.

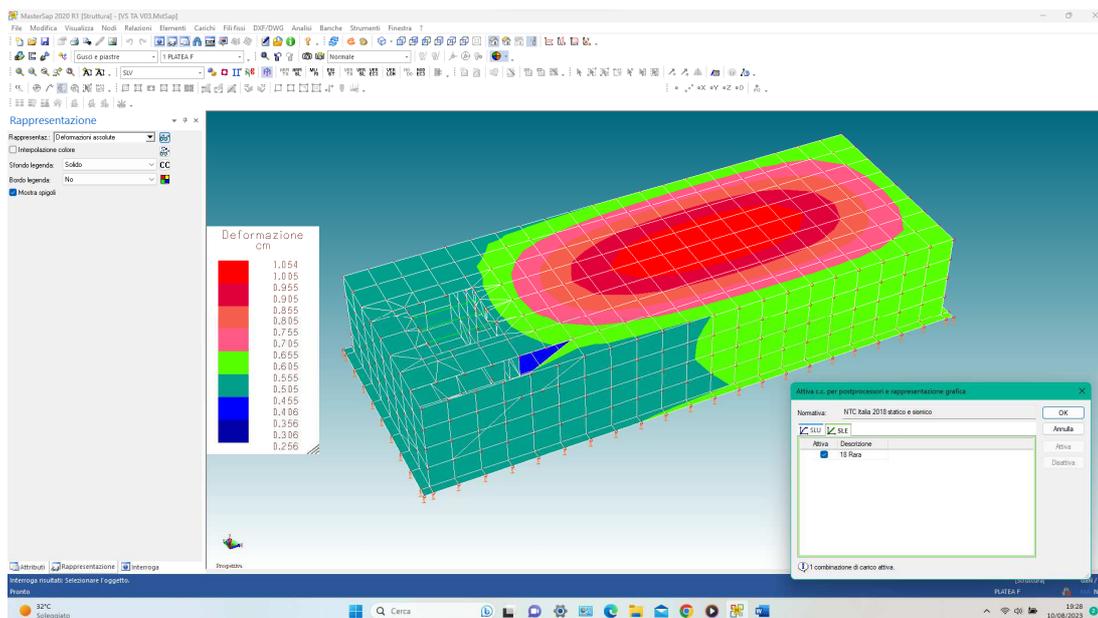
## 6.4. Configurazioni deformate e caratteristiche di sollecitazione

Di seguito si riportano in forma grafica sintetica le deformazioni e sollecitazioni ottenute dal modello di calcolo.

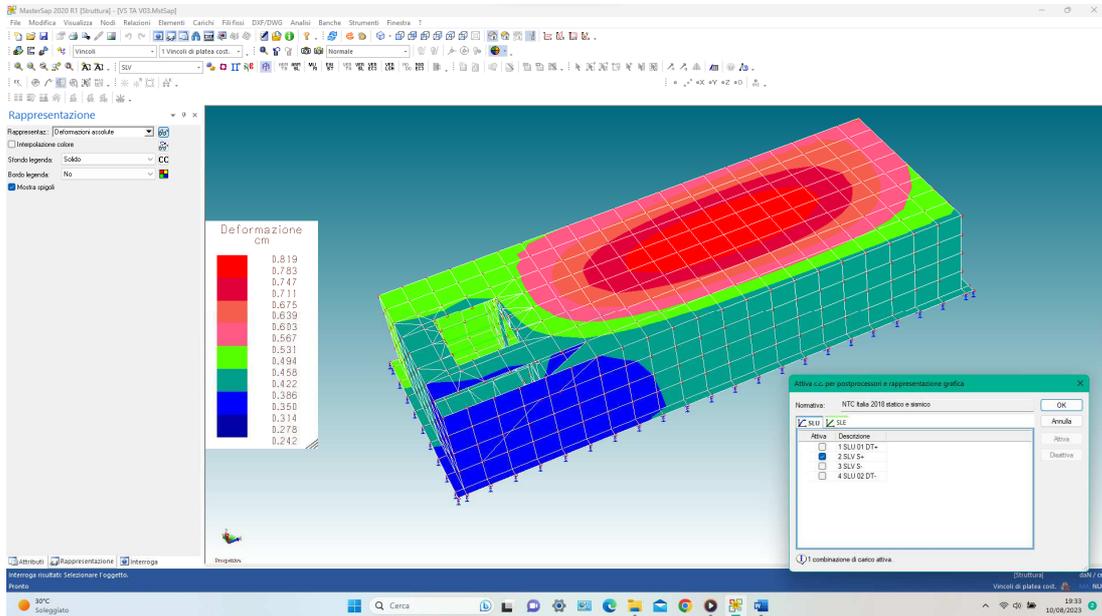
### 6.4.1) DEFORMATE



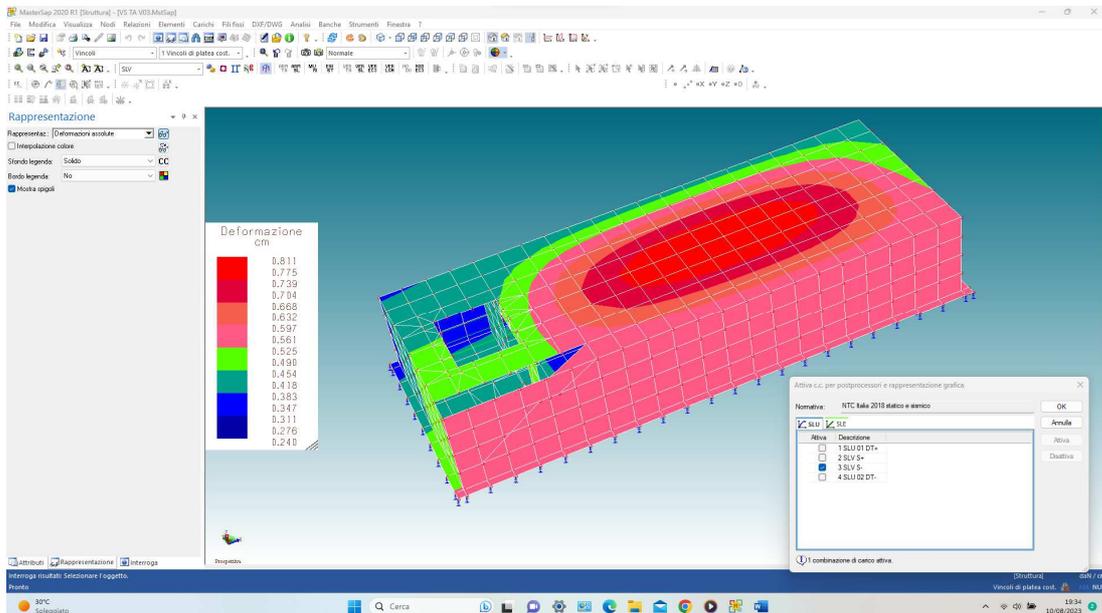
### Inviluppo deformate SLE



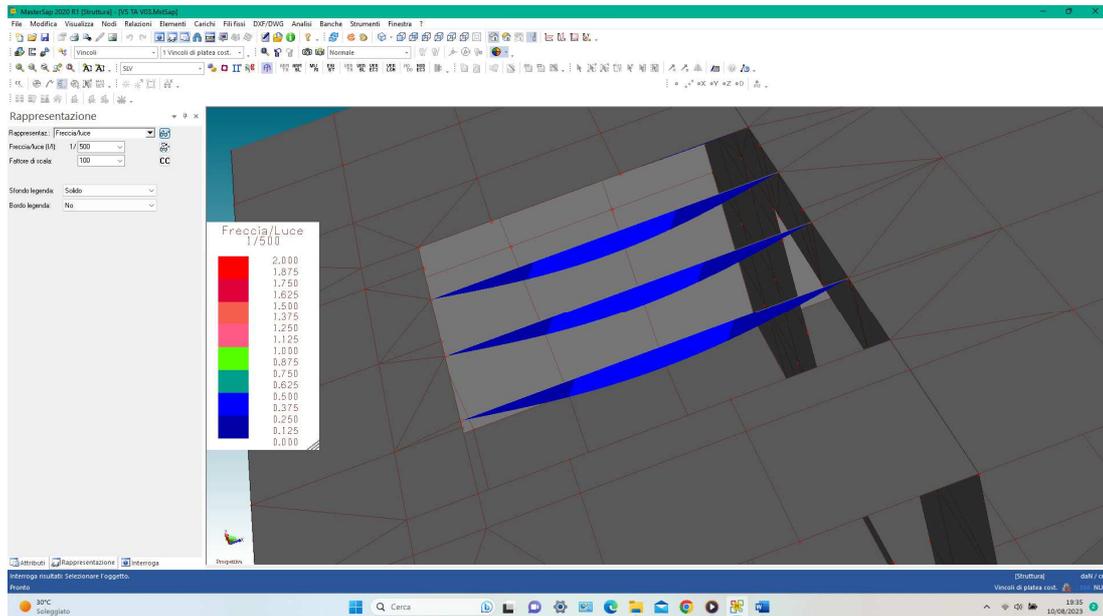
### Inviluppo deformate SLE



Involuppo deformato SLV+ (sismiche)

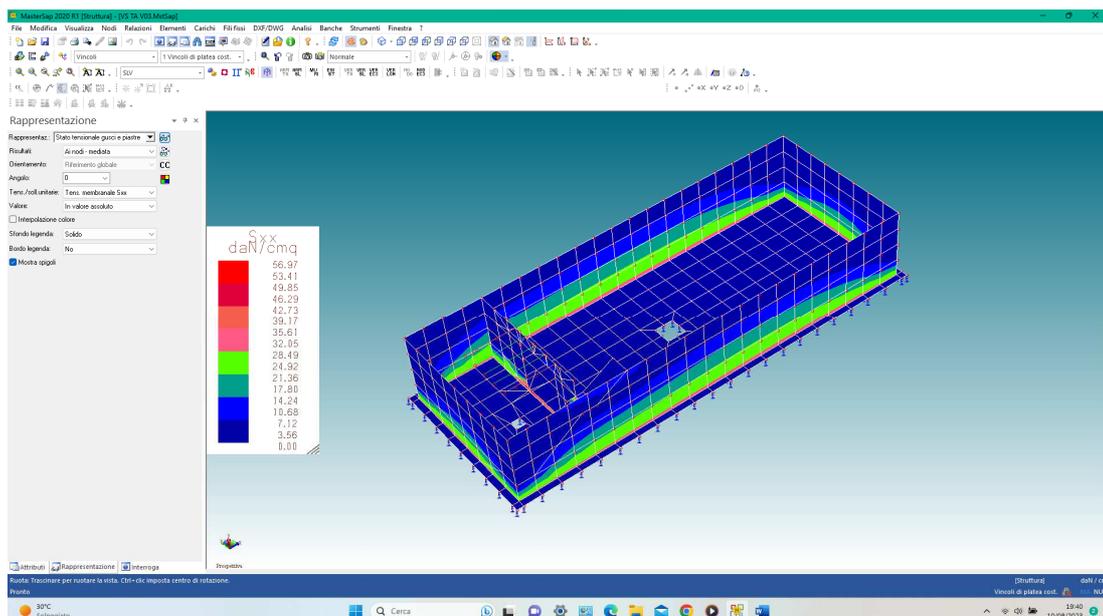


Involuppo deformato SLV- (sismiche)

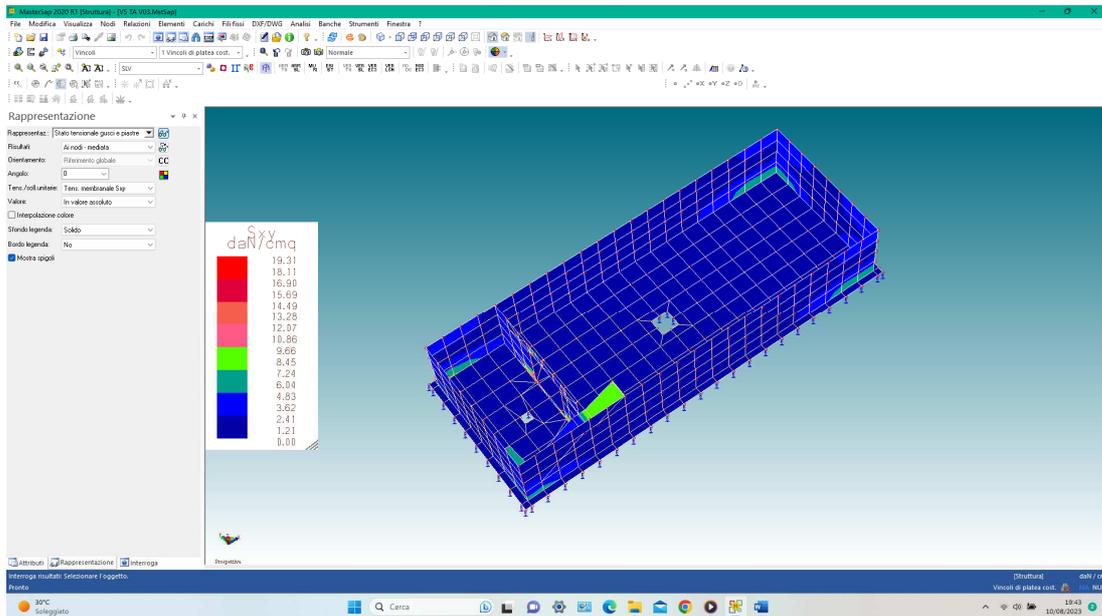


Involuppo deformato elementi acciaio copertura

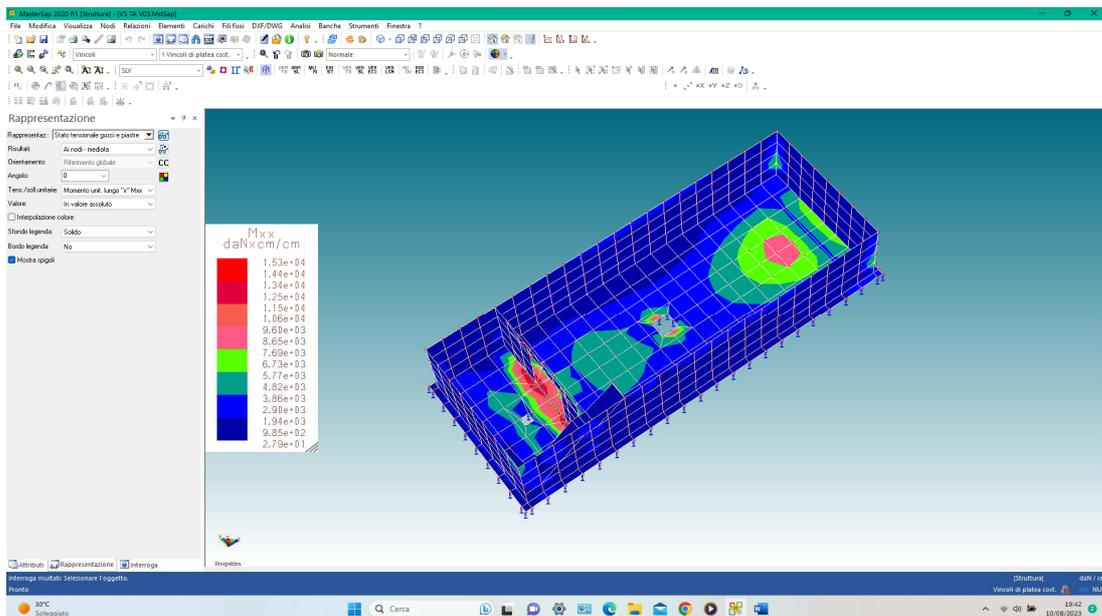
### 6.4.2) CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE



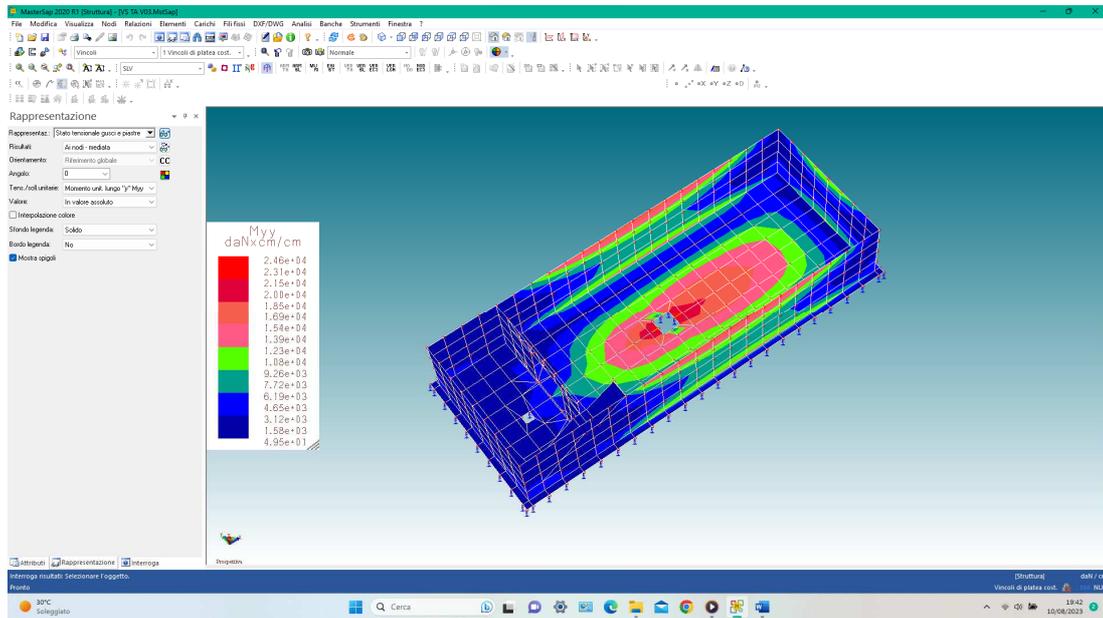
Involuppo Sforzo Normale Sxx



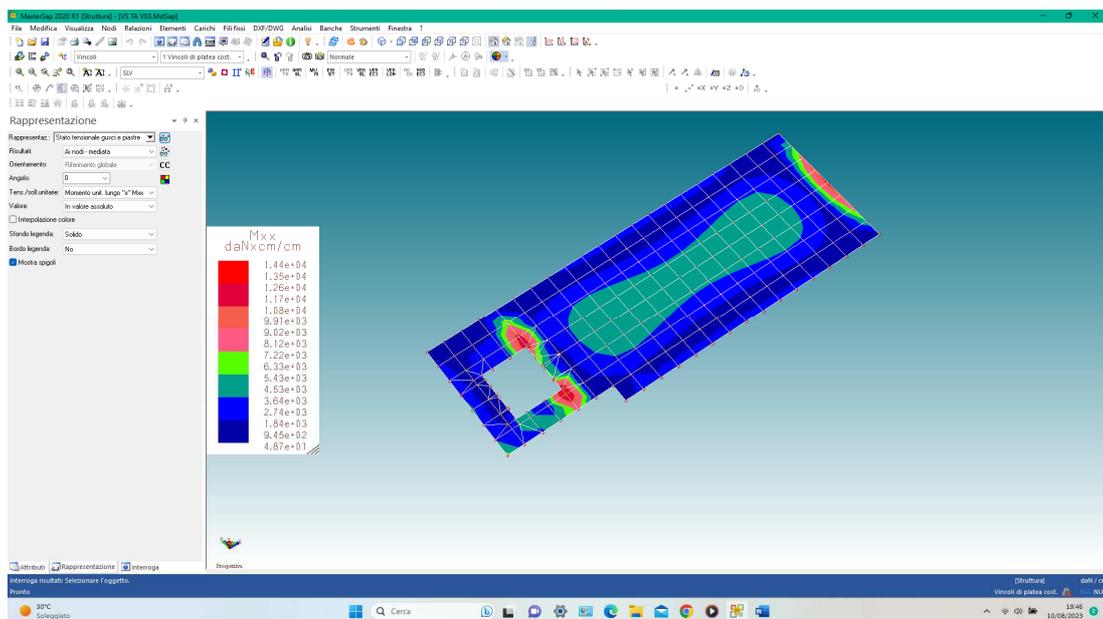
Inviluppo Sforzo Taglio Sxy



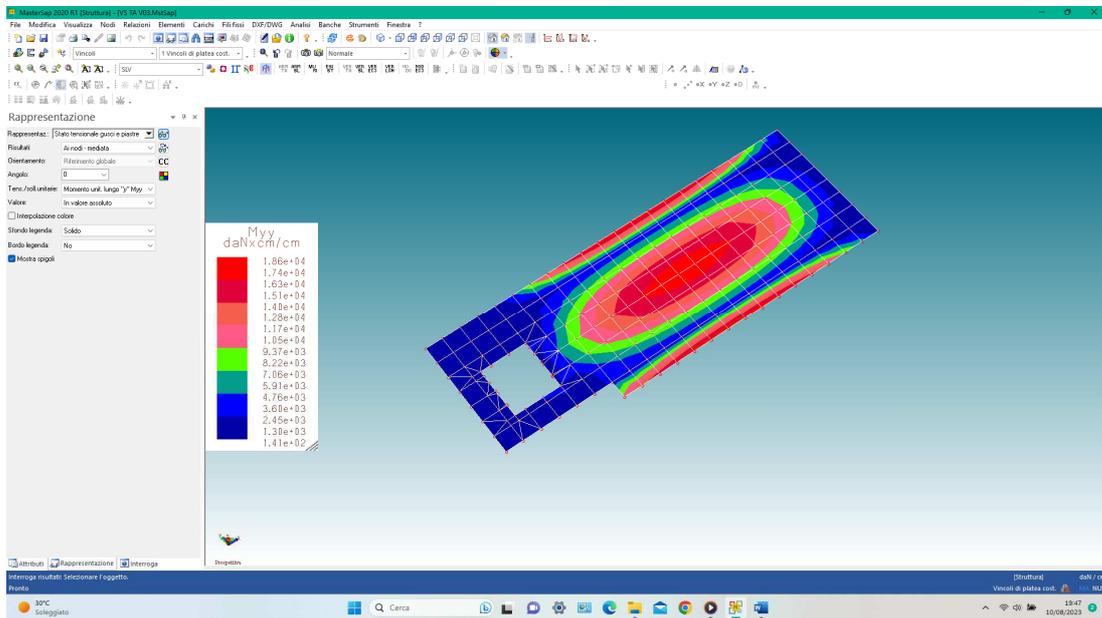
Inviluppo Momento flett Mxx



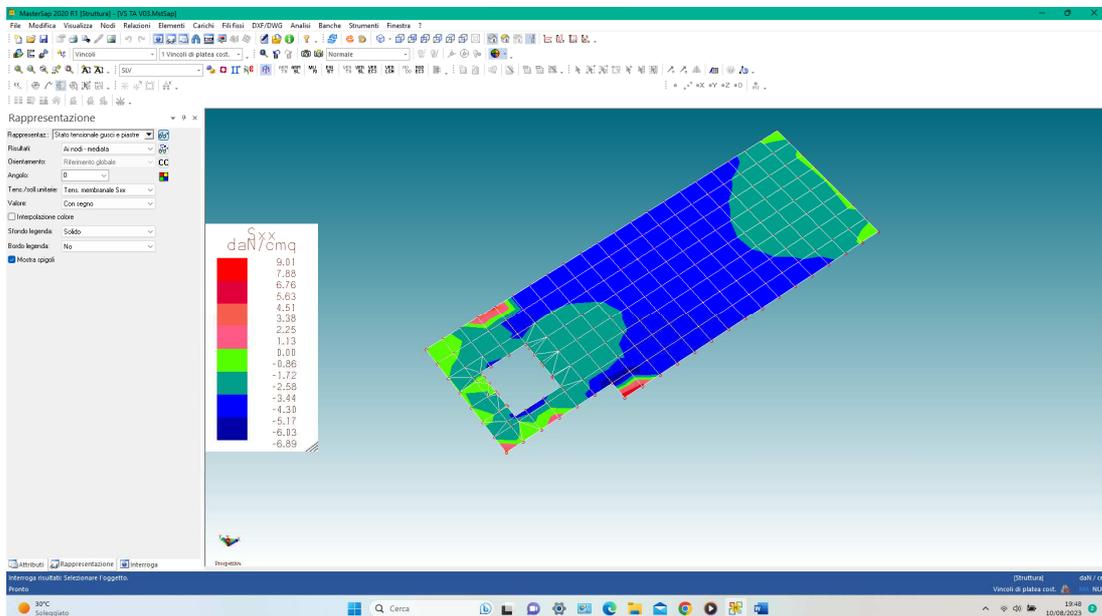
Involuppo Momento flett  $M_{yy}$



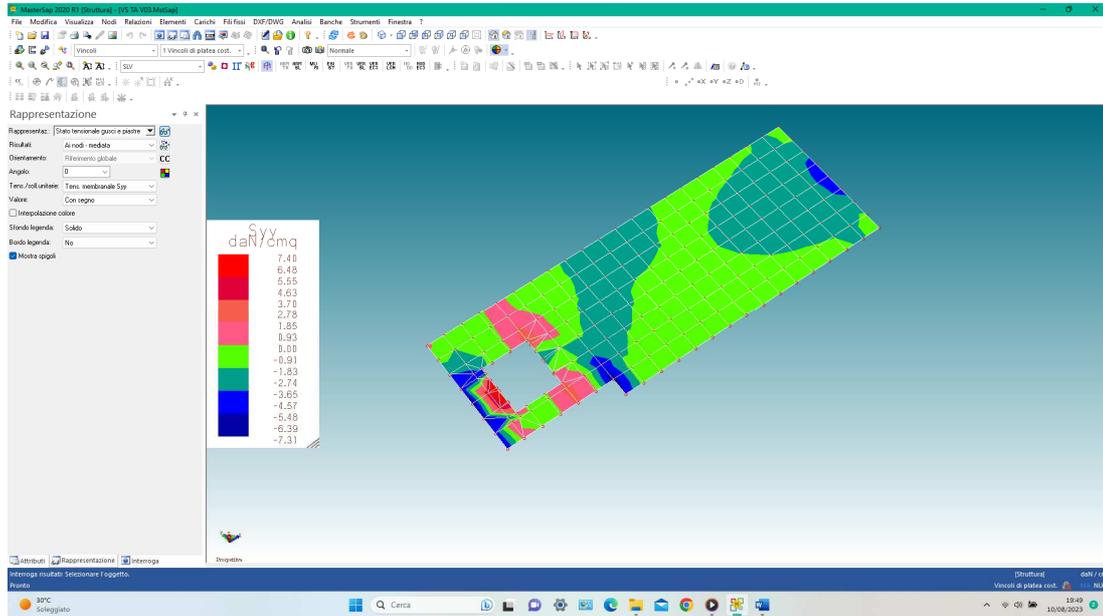
Involuppo Momento flett  $M_{xx}$  copertura



Inviluppo Momento flett Myy copertura



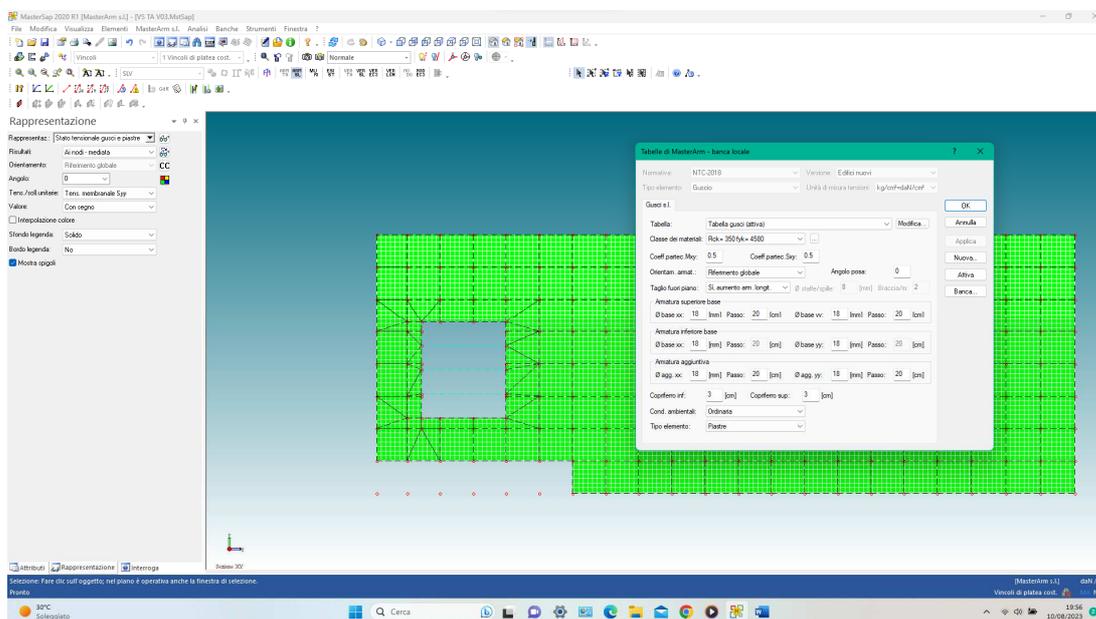
Inviluppo Sforzo norm Sxx copertura



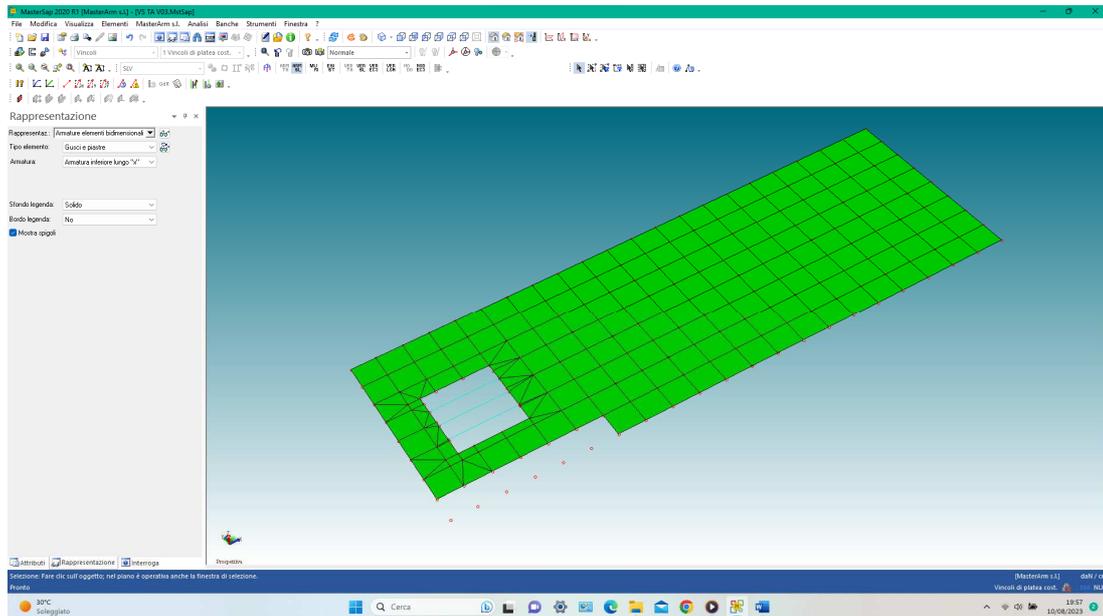
Involuppo Sforzo norm Syy copertura

### 6.4.3) VERIFICHE

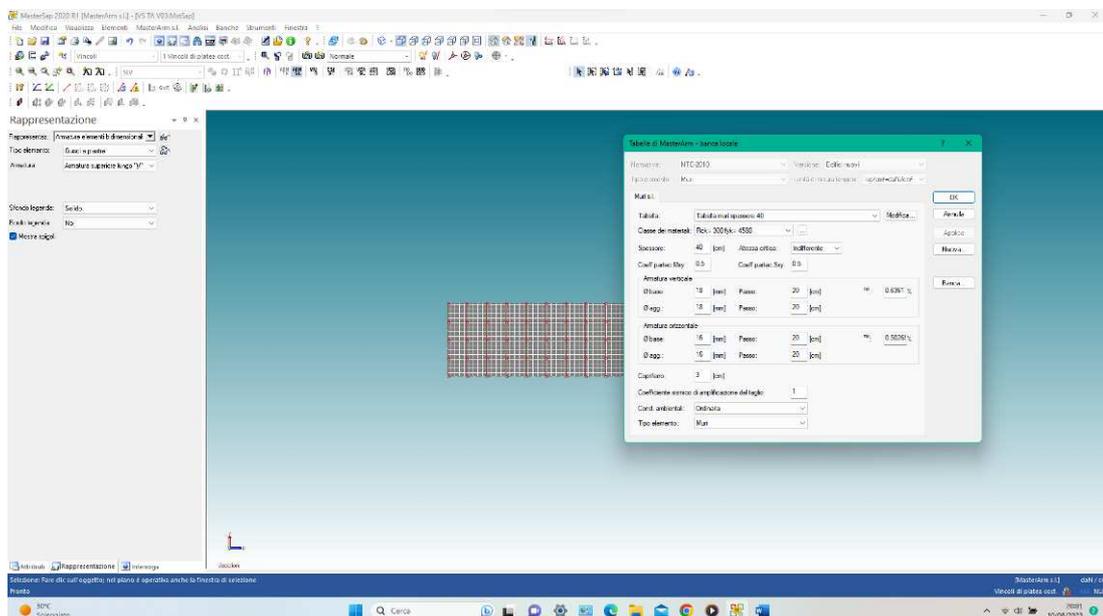
Di seguito si riporta in forma grafica i principali risultati delle verifiche degli elementi in ca, acciaio utilizzati; per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.



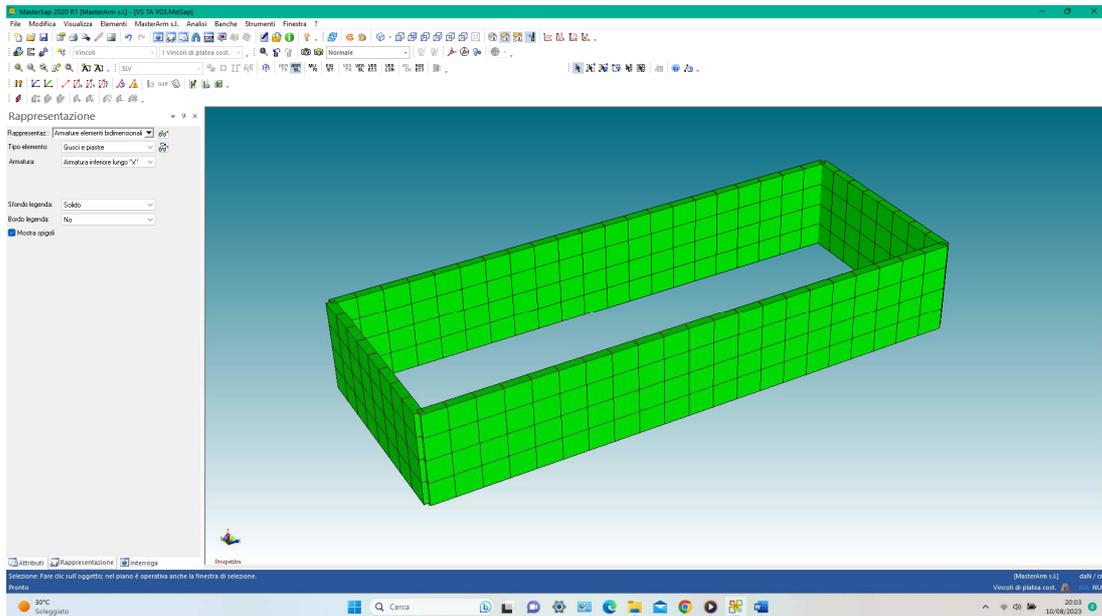
Piastra copertura criteri di progetto



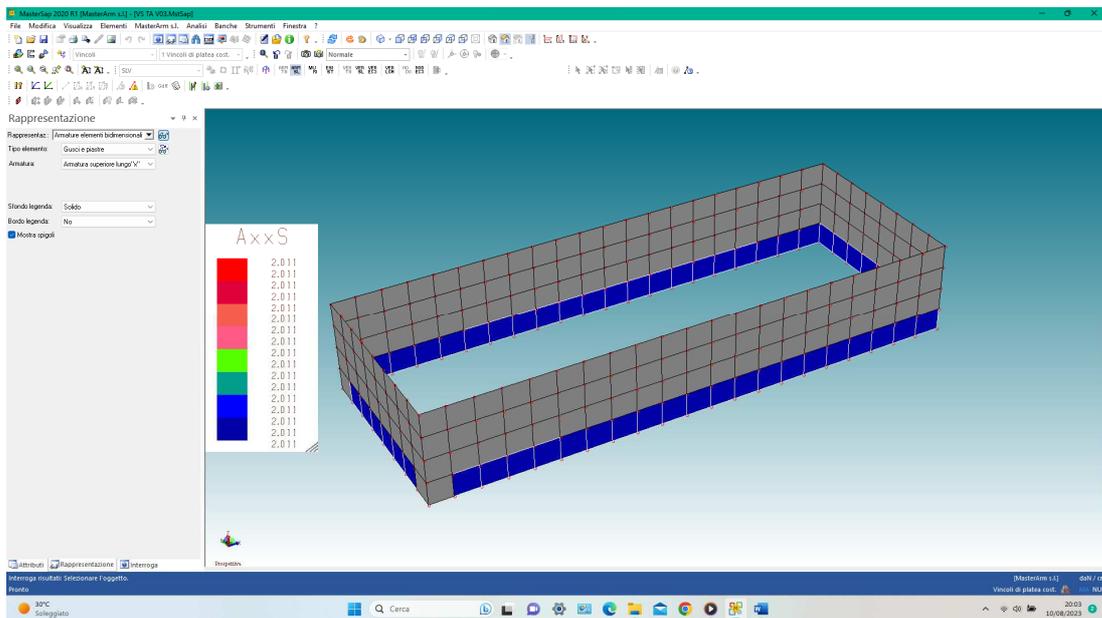
Piastra copertura esito verifiche



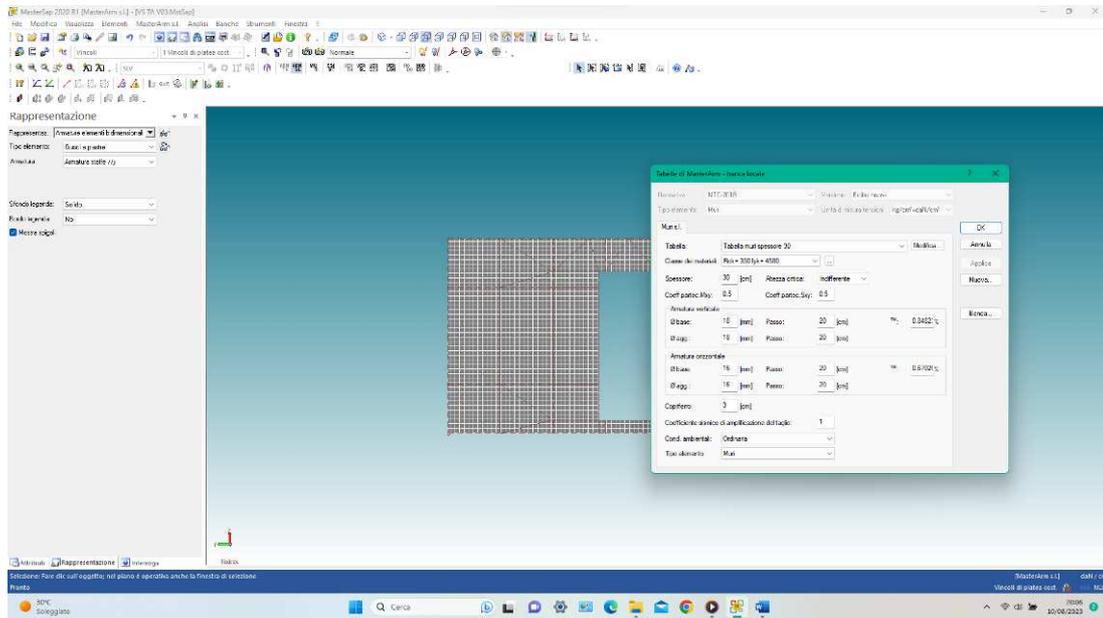
Pareti laterali criteri di progetto



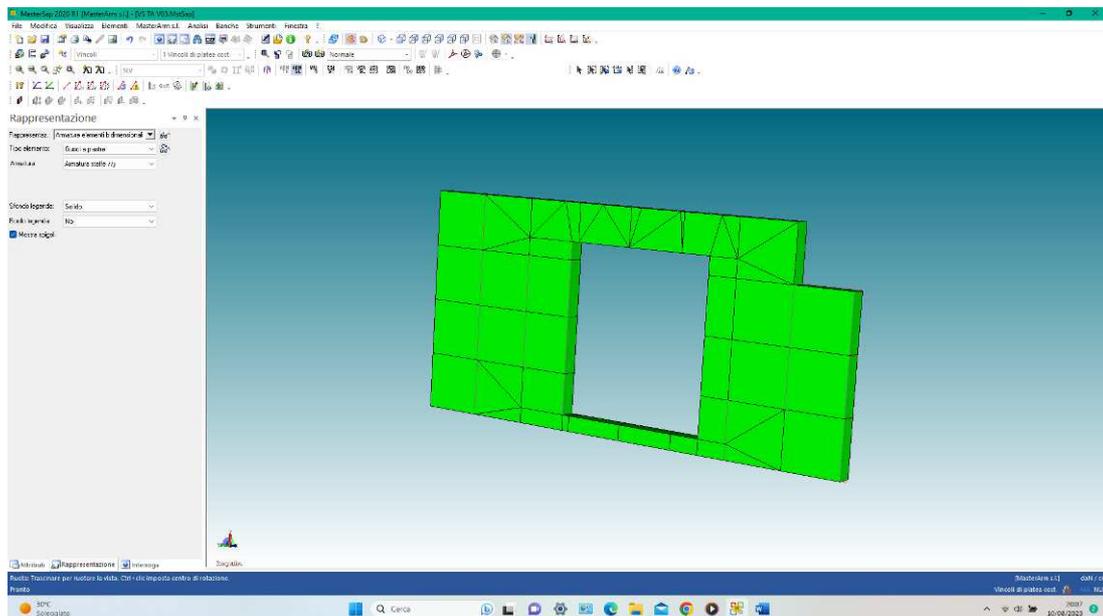
Pareti laterali esito verifiche



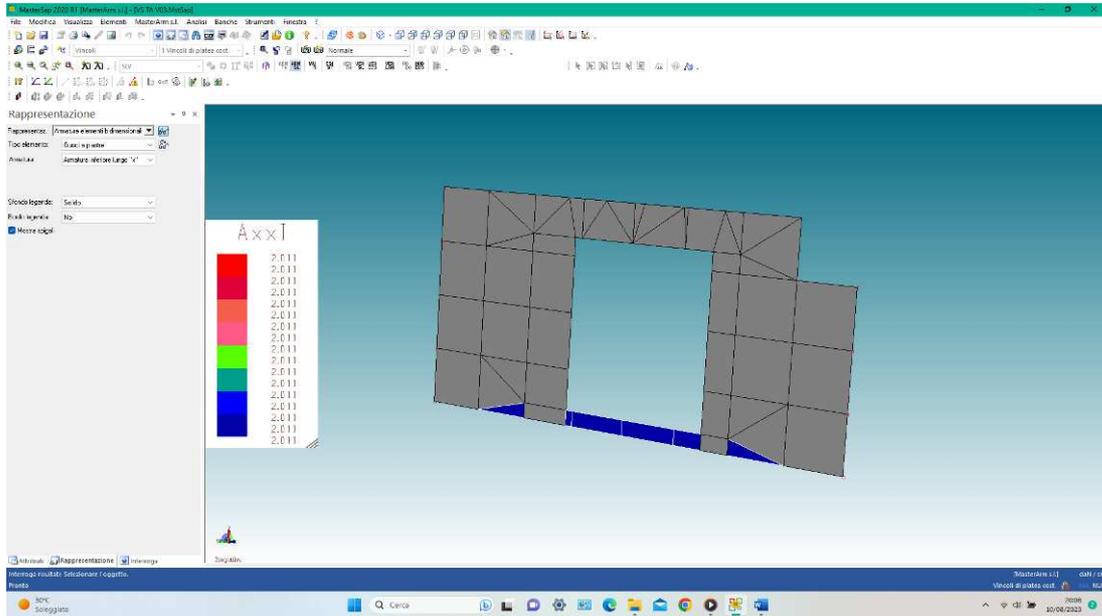
Pareti laterali armatura aggiuntiva (orizzontale)



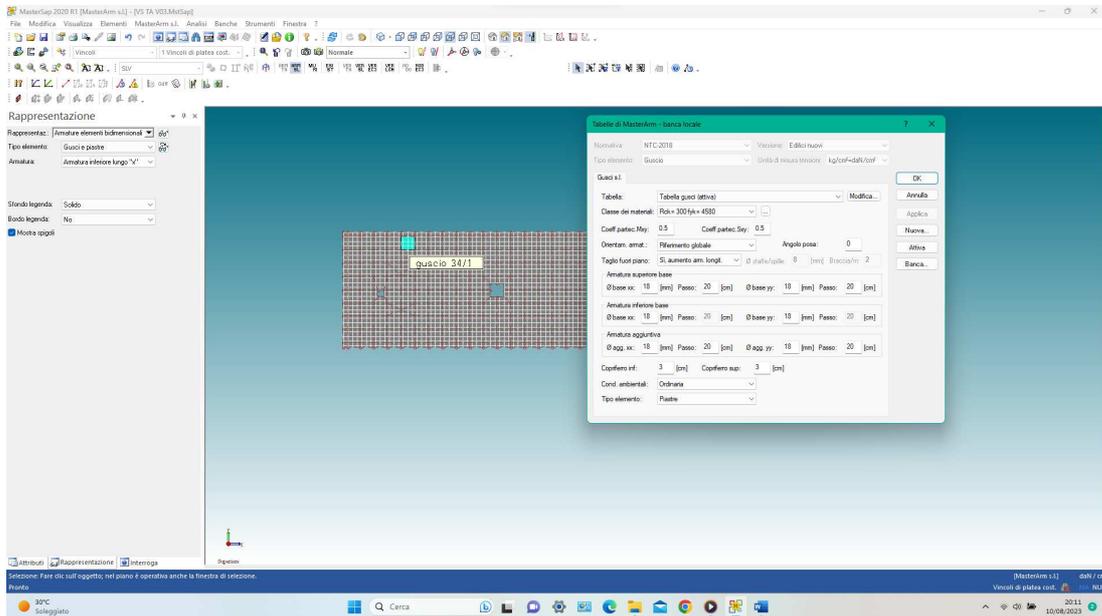
Parete interna criteri di progetto



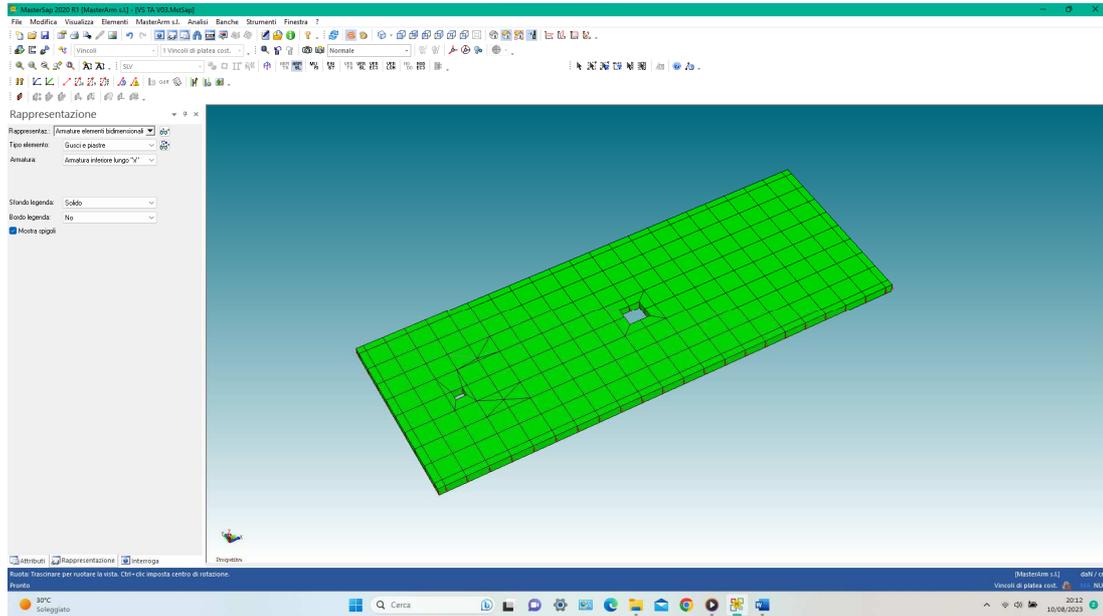
Parete interna esito verifiche



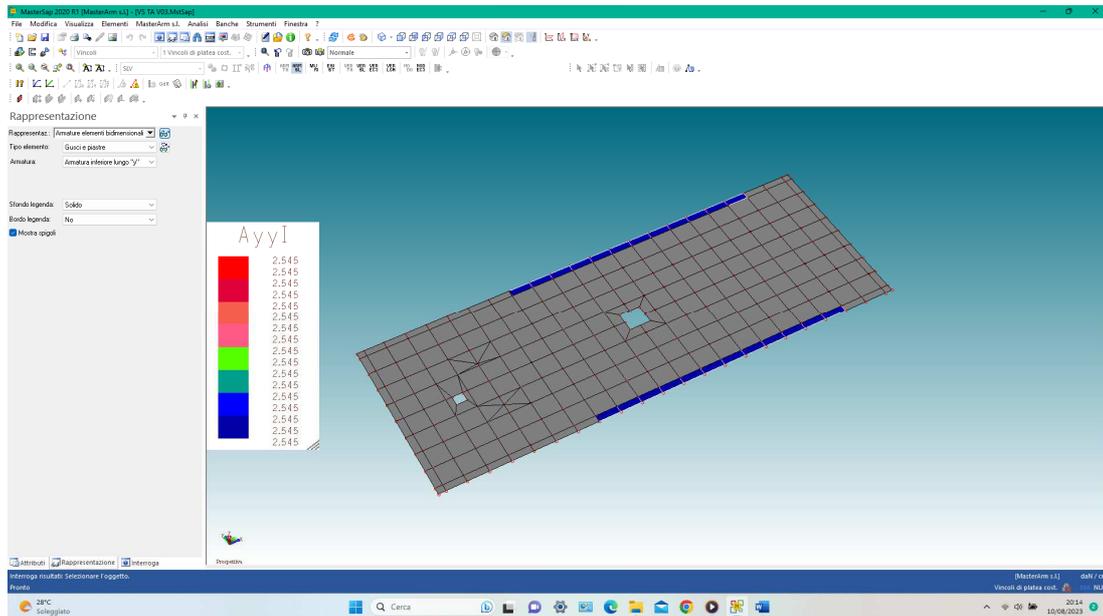
Parete interna armatura aggiuntiva (orizzontale)



Platea fondazione criteri di progetto

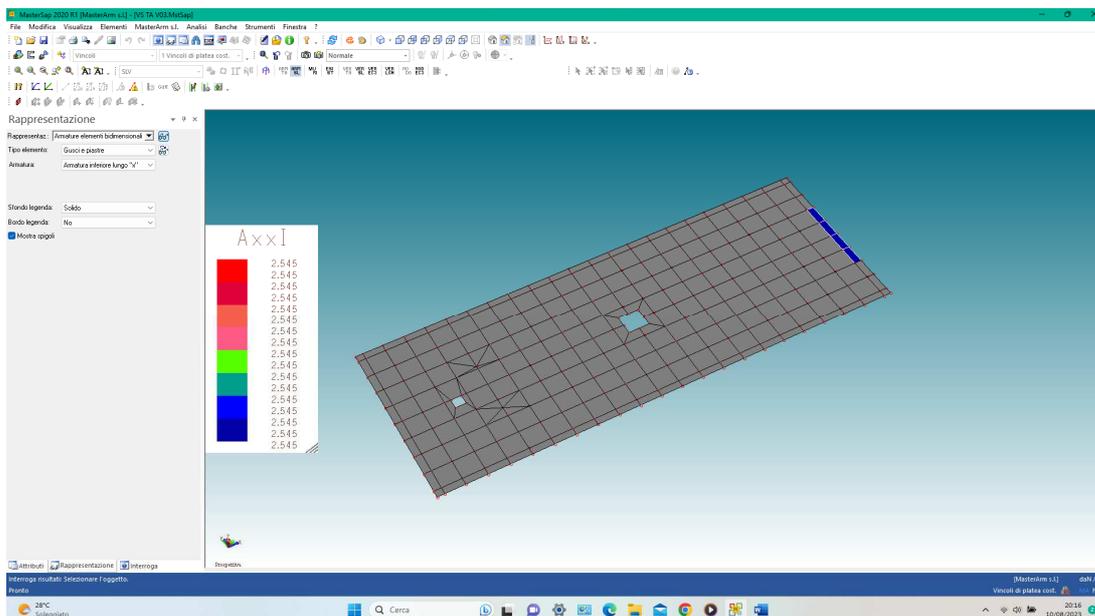


Platea fondazione esito verifiche

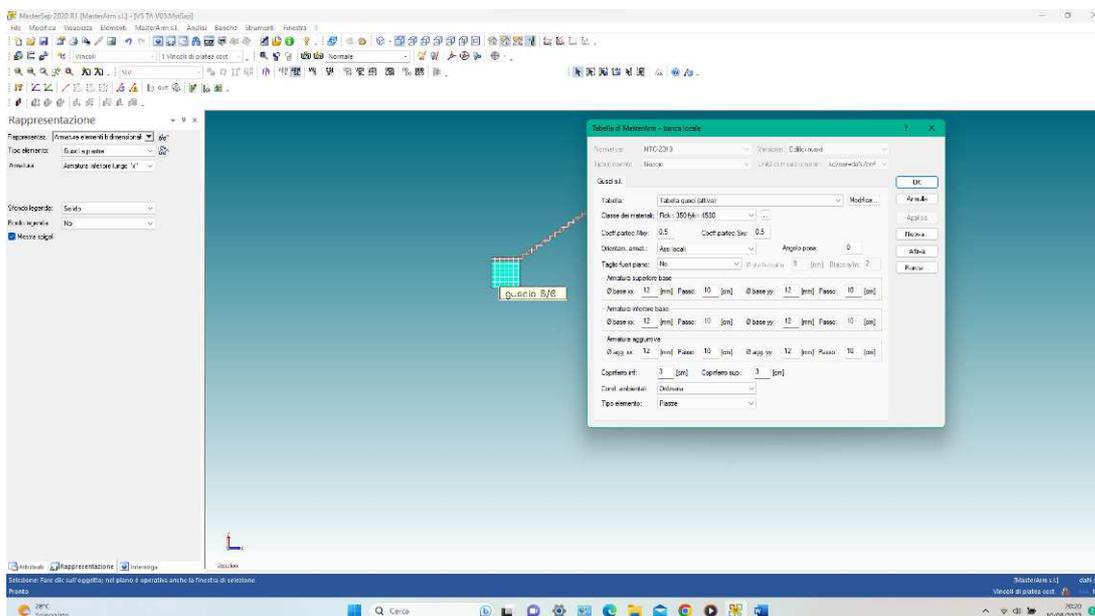


Platea fondazione armatura aggiuntiva (inferiore trasversale)

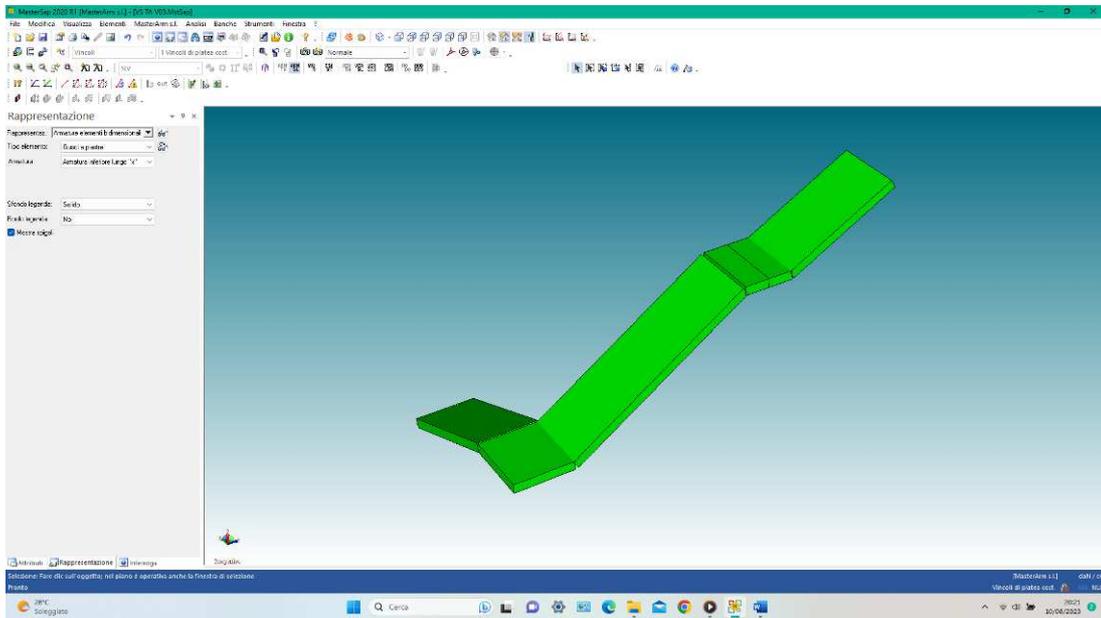
**Relazione tecnica strutture**



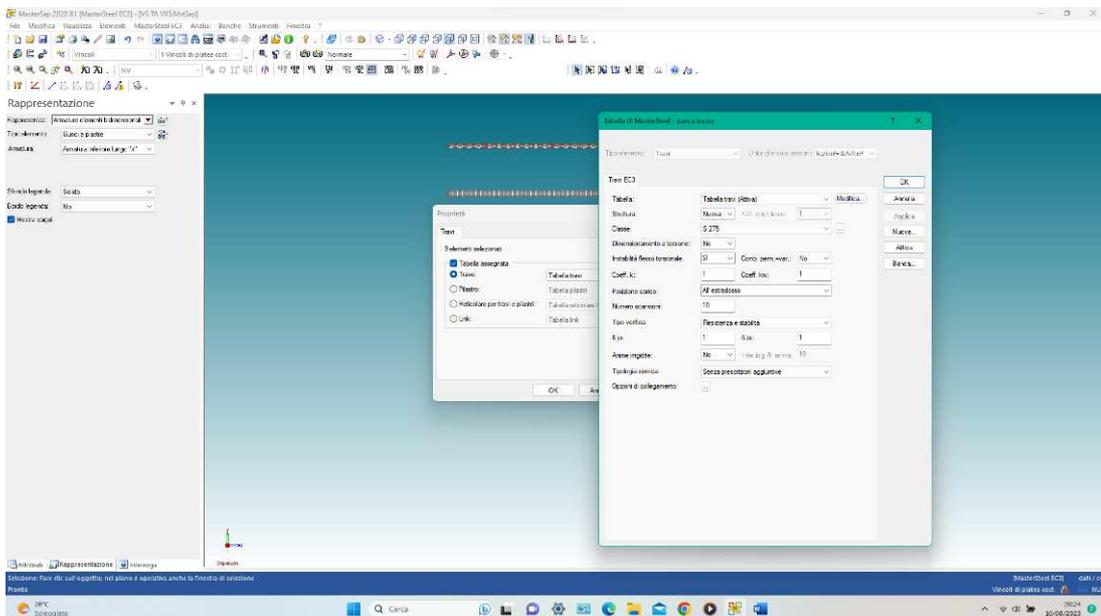
Platea fondazione armatura aggiuntiva (inferiore longitudinale)



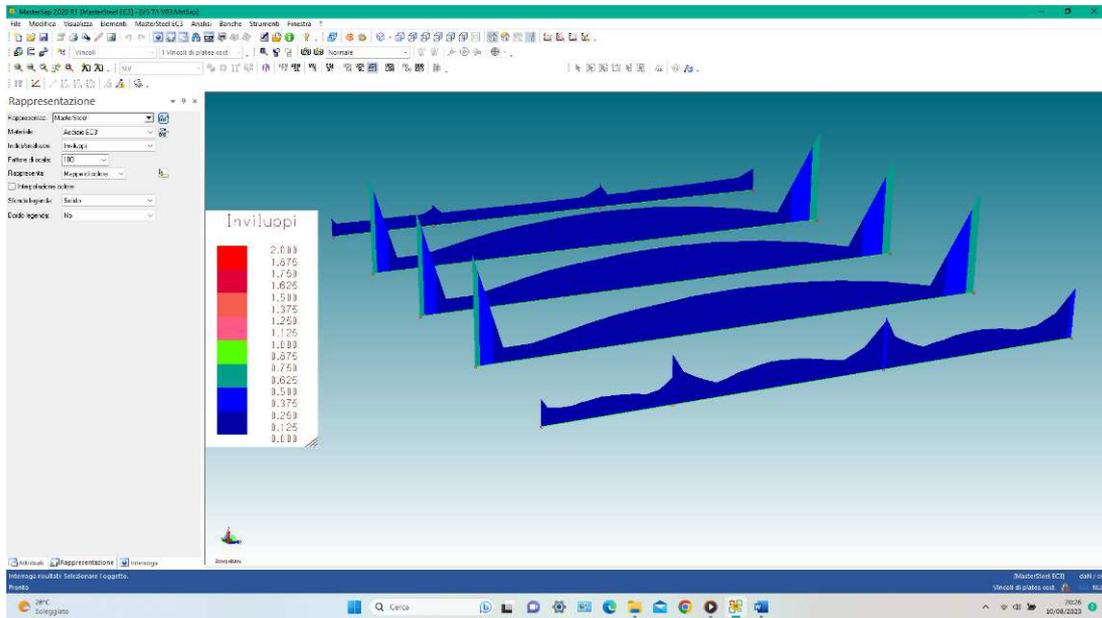
Soletta scala criteri di progetto



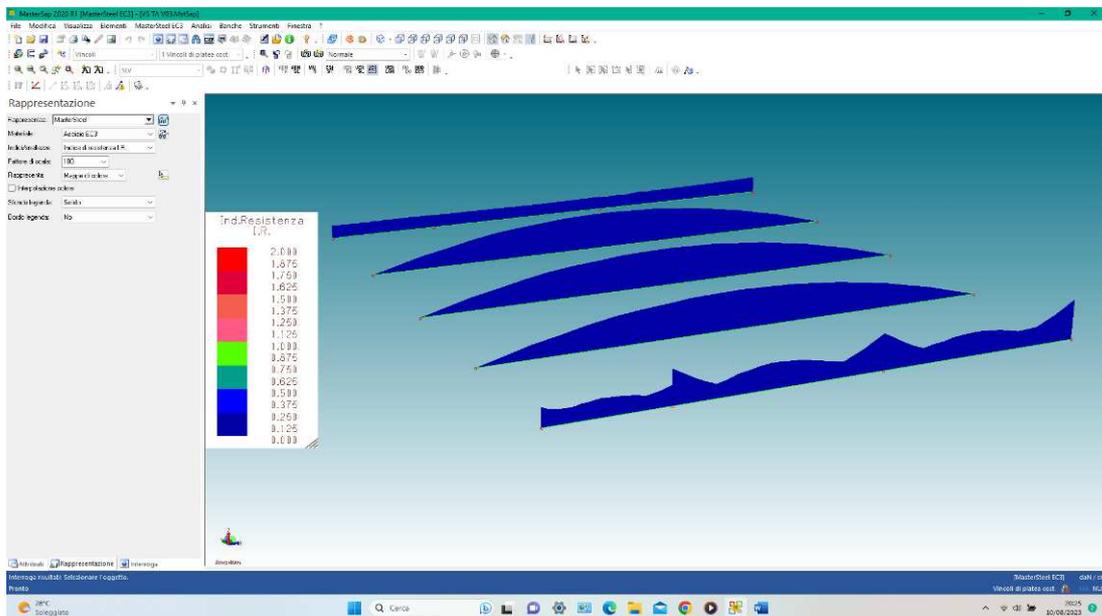
Soletta scala esito verifiche



Travi botola calaggio criteri di progetto



**Travi botola calaggio esito verifiche**



**Travi botola calaggio indici resistenza EC3**

<p>REGIONE PUGLIA          AZIENDA SANITARIA LOCALE TARANTO          REALIZZAZIONE DEL NUOVO OSPEDALE "SAN CATALDO" di TARANTO          PROGETTO ESECUTIVO PER LA FORNITURA IN OPERA DELLE          APPARECCHIATURE DEL LOCALE RACCOLTA REFLUI RADIOATTIVI  <b>Relazione tecnica strutture</b></p>	<p>ST0010          Data: Marzo 2024          Pag. 45 di 51</p>
--	--

## 7. Caratteristiche e affidabilità del Codice di Calcolo

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico di comprovata affidabilità e/o di fogli di calcolo appositamente redatti dal progettista, testando gli algoritmi di calcolo con i risultati di altri programmi in commercio e/o per quanto possibile con i dati reperibili in letteratura.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Secondo quanto riportato al par. 10.2 del DM 2018 si dichiara che i software di calcolo utilizzati sono:

- Mastersap, versione 2020, chiave di attivazione n° 37936, prodotto dalla società AMV s.r.l con sede legale a Ronchi dei Legionari (Gorizia) via San Lorenzo, 106.
- Fondazioni dirette – Progetti e calcoli di geotecnica Vol. 1. Ed. DEI
- Fogli di calcolo appositamente redatti dal progettista.

Si dichiara inoltre:

- di aver esaminato preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e l'idoneità al caso specifico
- che i risultati ottenuti in questa calcolazione sono stati verificati anche in modo tradizionale utilizzando schemi esemplificati o altri codici di calcolo di comprovata affidabilità.

### AFFIDABILITÀ E VALIDAZIONE DEI CODICI DI CALCOLO

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza dei rispettivi codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 17.01.2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore Studio Software AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene pertanto sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-1.2, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore.

Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come Thick Restarted Lanczos ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidità elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidità geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture.

In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori

<p>REGIONE PUGLIA          AZIENDA SANITARIA LOCALE TARANTO          REALIZZAZIONE DEL NUOVO OSPEDALE "SAN CATALDO" di TARANTO          PROGETTO ESECUTIVO PER LA FORNITURA IN OPERA DELLE          APPARECCHIATURE DEL LOCALE RACCOLTA REFLUI RADIOATTIVI  <b>Relazione tecnica strutture</b></p>	<p>ST0010          Data: Marzo 2024          Pag. 47 di 51</p>
--	--

gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente.

Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per il c.a., acciaio, legno, alluminio, muratura etc.

Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidità del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposto a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

#### MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli e al confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali su schemi semplificati.

Il giudizio di accettabilità dei risultati è inoltre supportato dalla uniformità dei risultati ottenuti con i risultati di numerose opere analoghe facenti parte del bagaglio di esperienze pregresse dei progettisti.

## 8. Strutture geotecniche o di fondazione

Il presente capitolo descrive sinteticamente i criteri utilizzati ed i risultati ottenuti circa il dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere di fondazione dell'intervento in oggetto.

Per lo studio dei terreni interessati dalle opere si fa riferimento ai risultati delle indagini e prove in sito ed in laboratorio, attuato nelle varie fasi di progettazione, in particolare alla Relazione Geologica a firma del Dott. Geol. Stefano Piazzoli in data apr. 2018, finalizzata ad ottimizzare le valutazioni circa le caratteristiche meccaniche dei terreni a diretto contatto con le fondazioni dell'opera di progetto, nonché le caratteristiche sismiche delle aree di sedime, alla quale si rimanda per la descrizione esaustiva delle stesse.

In base alle risultanze delle indagini geologiche e geotecniche suddette è stato effettuato il dimensionamento delle opere di fondazione dell'edificio, costituite da una platea in ca in opera di dimensioni adatte al trasferimento dei carichi di progetto al terreno di fondazione ed al contenimento dei cedimenti attesi a valori compatibili con la funzionalità del sistema strutturale in elevazione. La profondità di posa delle fondazioni è posta a circa -5.05 m, la quota della falda acquifera rilevata si attesta a profondità maggiori.

Il modello di calcolo delle fondazioni è di tipo elastico alla Winkler, con valore della costante pari a circa 1.0 daN/cm<sup>2</sup>, così come indicato nella Rel. Geotecnica.

Con riferimento alle sezioni geologiche-geotecniche riportate nel prec. Capitolo 4.2, si assumono le seguenti caratteristiche del terreno di posa (UG1):

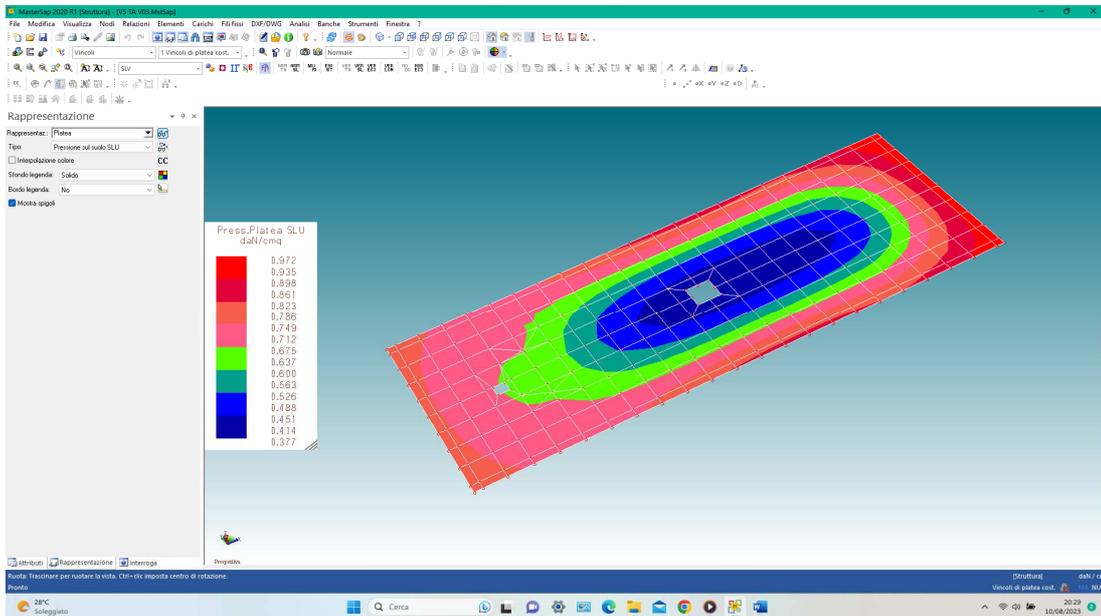
- $g = 1900$  daN/mc
- $f = 29^\circ$
- $K_w$  (coeff. Winkler) = 1.0 daN/cm<sup>2</sup>
- Quota falda inferiore imposta fondazione.

Per quanto riguarda i parametri geofisici dei terreni ai fini della caratterizzazione sismica del sito, dalle indagini ed i rilievi eseguiti, si rileva:

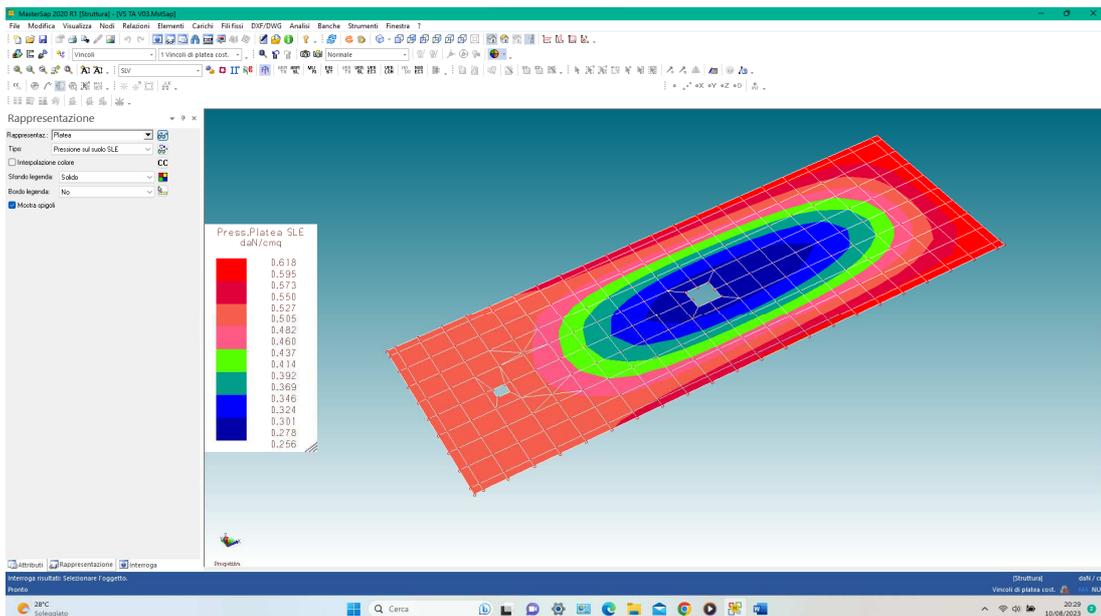
- Categoria di suolo **C**
- Categoria Topografica **T1**.

Di seguito si riporta in forma sintetica le pressioni sul terreno ricavare dal calcolo:

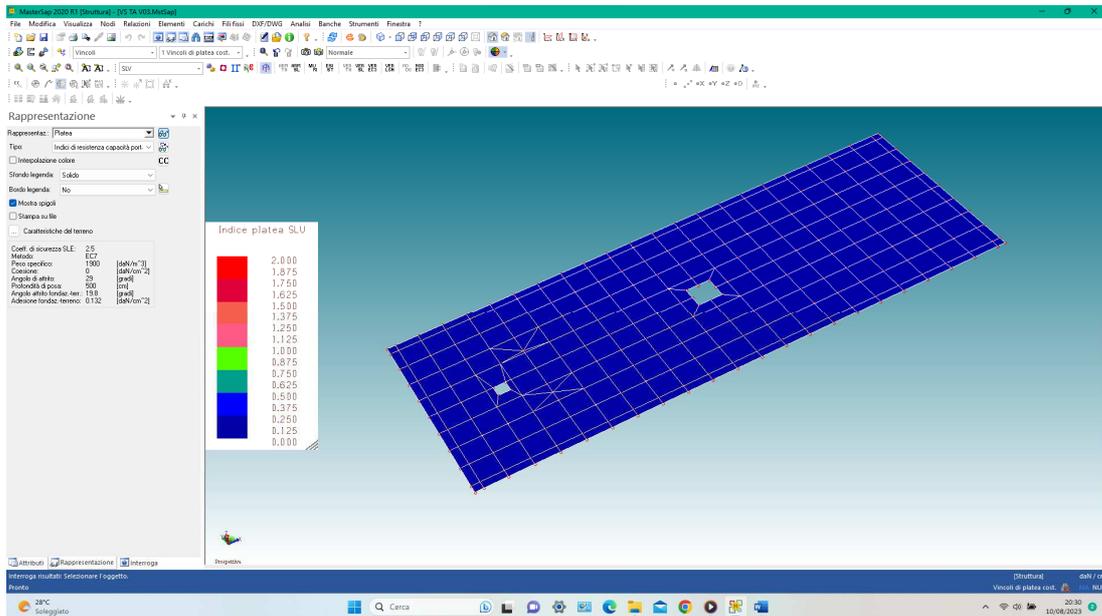
**Relazione tecnica strutture**



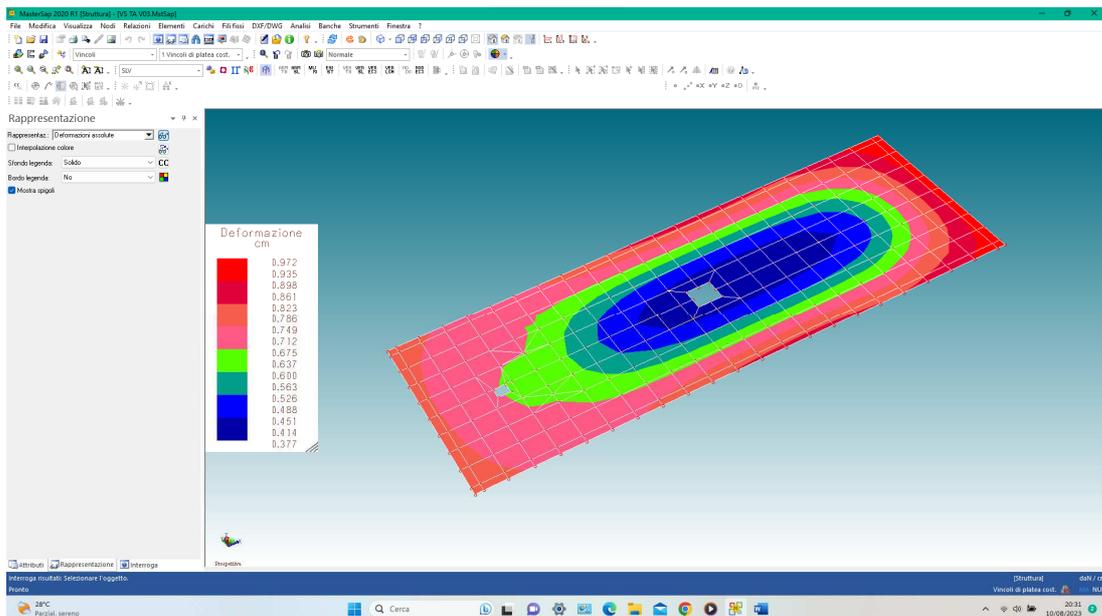
Pressioni sul terreno SLU (inviluppo)



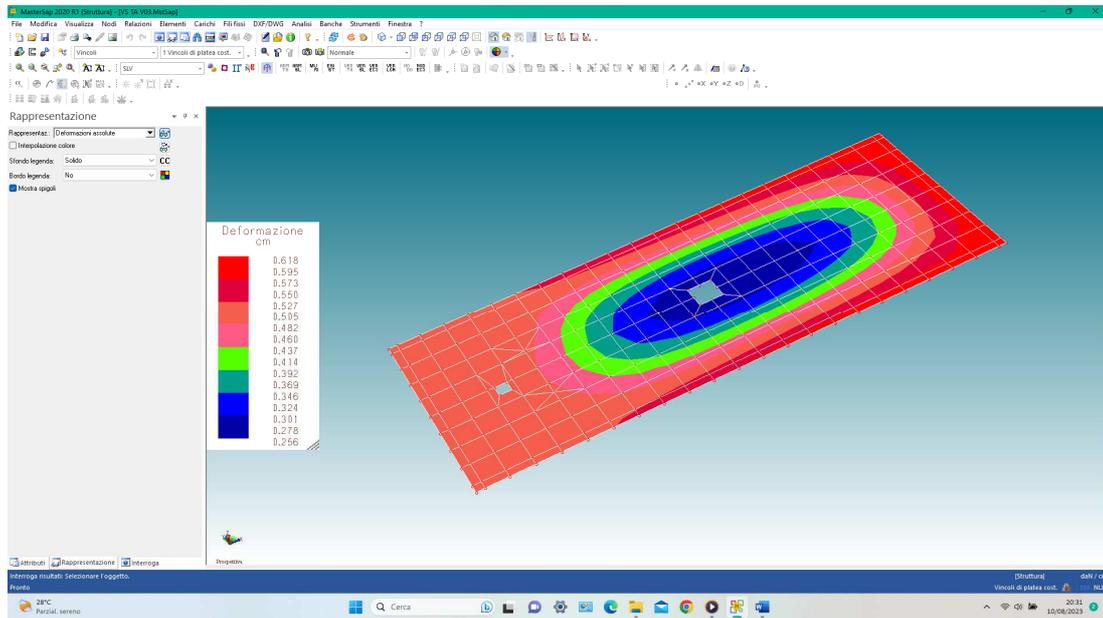
Pressioni sul terreno SLE (inviluppo)



Verifiche geotecniche portanza terreno Tens. Efficaci (EC7).



Deformazioni elastiche fondazioni SLU/SLV



Deformazioni elastiche fondazioni SLE

- **Calcolo Cedimenti**

Il calcolo dei cedimenti viene omesso in quanto essendo la struttura completamente interrata, la fondazione risulta ampiamente compensata rispetto al carico litostatico agente:

$$Q_{lt} = 5.00 \times 1.90 = 9.50 \text{ t/mq}$$

$$Q_{max} \text{ (SLE)} = 0.63 \text{ kg/cmq} = 6.3 \text{ kg/mq}$$