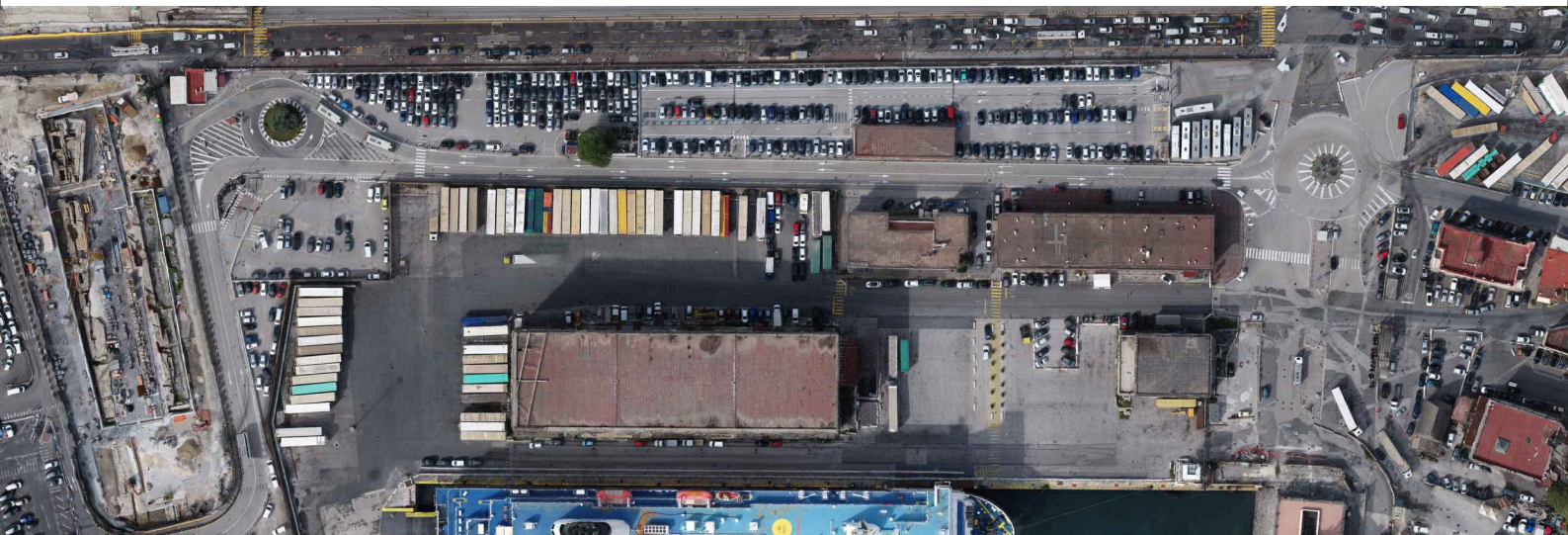


**Accordo Quadro per affidamento di servizi tecnici di Progettazione, Direzione dei Lavori e Verifica della progettazione relativi a opere portuali, strade e ferrovie, potenziamento e riqualificazione degli immobili ed interventi di sostenibilità ambientale da realizzare nelle aree di competenza dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale**  
**Lotto n.4 - Potenziamento e riqualificazione degli immobili**

**Intervento di " Potenziamento e riqualificazione delle infrastrutture dell'area monumentale del porto di Napoli destinate al traffico passeggeri, alle attività portuali e di collegamento con la città - CUP - G12C2100123002      CIG:9105692EBC**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**



**PARCHEGGIO CALATA PILIERO - 1° stralcio funzionale**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

*Arch. Biagia di Benedetto*

Mandatario

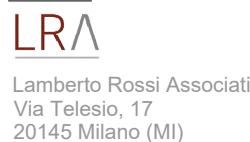


**INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA**  
**Sezione A**  
**N° A1740**  
**ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA**  
**DOTTORE INGEGNERE**  
**ALESSANDRO PLACUCCI**  
**SETTORE CIVILE E AMBIENTALE**  
**SETTORE INDUSTRIALE**  
**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**Ing. Alessandro Placucci**  
Legale Rappresentante

**Ing. Dinò Bonadies**  
Legale Rappresentante

Mandante



**LRA**  
Lamberto Rossi Associati  
Via Telesio, 17  
20145 Milano (MI)

**Arch. Lamberto Rossi**  
**Arch. Marco Tarabella**  
Legale Rappresentante

Mandante



**D'Agostino Associati s.r.l.**  
Via Giuseppe Verdi, 20  
83100 Avellino (AV)

**Ing. Valentina D'Agostino**  
Legale Rappresentante

Mandante



**INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SALERNO**  
**Sezione A**  
**N° A829**  
**ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SALERNO**  
**DOTTORE INGEGNERE**  
**DINO BONADIES**  
**SETTORE CIVILE E AMBIENTALE**  
**SETTORE INDUSTRIALE**  
**SETTORE DELL'INFORMAZIONE**

**Arch. Domenico De Maio**  
Libero Professionista

**Elaborato:** ELABORATI GENERALI DELLE STRUTTURE  
Relazione illustrativa delle strutture- Comparti A e B

**Scala: R**

<b>22073</b>	<b>F</b>	<b>F04</b>	<b>STR</b>	<b>EG</b>	<b>00</b>	<b>RE</b>	<b>01</b>	<b>B</b>
COMMESSA	FASE	LOTTO	CATEGORIA	SOTTOCATEGORIA	PROGRESSIVO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REVISIONE

B	Revisione RC_01_01	Dicembre 2023	<b>D.Pelle- D.Bonadies</b>	E. Costa	A. Placucci
A	Emissione	Ottobre 2023	<b>D. Pelle- D.Bonadies</b>	E. Costa	A. Placucci
REV.	EMISSIONE	DATA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO

## INDICE

1. Premessa .....	2
2. Descrizione generale del progetto.....	4
3. Caratterizzazione della struttura.....	8
4. Definizione dei parametri geotecnici.....	11
5. Requisiti di sicurezza e criteri di verifica .....	12
5.1 Normativa di riferimento.....	13
5.2 documentazione tecnica di riferimento.....	13
5.3 Tipo di Analisi e motivazione .....	13
5.4 dati di input del programma .....	17
5.5 Carichi agenti .....	18
6. Condizioni di carico e combinazioni allo SLU e SLE.....	20
6.1 Valutazione dell'azione sismica .....	21
6.1.1 Presentazione sintetica dei risultati- .....	23
6.1.2 Modellazione della soletta di completamento del solaio .....	31
6.1.3 Presentazione sintetica dei risultati-DIAFRAMMA DI CONTENIMENTO.....	34
6.1.4 Verifica al galleggiamento .....	35
6.1.5 Fasi esecutive.....	37

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

## **1. Premessa**

Il progetto in oggetto, denominato "Intervento di " Potenziamento e riqualificazione delle infrastrutture dell'area monumentale del porto di Napoli destinate al traffico passeggeri, alle attività portuali e di collegamento con la città Parcheggio e Aree esterne – Piliero", concerne le opere relative alla realizzazione di un parcheggio interrato e della relativa sistemazione delle aree esterne da realizzarsi nella zona retrostante la Banchina Calata Piliero, all'interno dell'area monumentale del Porto di Napoli. Il progetto si inserisce in un più ampio progetto di riqualificazione della Calata Piliero che coinvolge anche il Restauro conservativo degli Ex Magazzini Generali (oggetto di altro incarico di intervento) e la sistemazione del sistema di accesso all'edificio Immacolatella (oggetto di altro incarico). L'intera area della Calata Piliero potrà essere oggetto di ulteriori e successivi stralci che inquadreranno gli interventi nel più ampio percorso di riqualificazione del lungomare monumentale di Napoli. Percorso già avviato dalla Autorità Portuale grazie al processo di riqualificazione della Calata Beverello, alla realizzazione dell'uscita della metropolitana "Municipio" su piazzale Angioino (lavori recentemente ultimati) e alla sistemazione delle aree esterne sul Piazzale stesso di futura realizzazione.





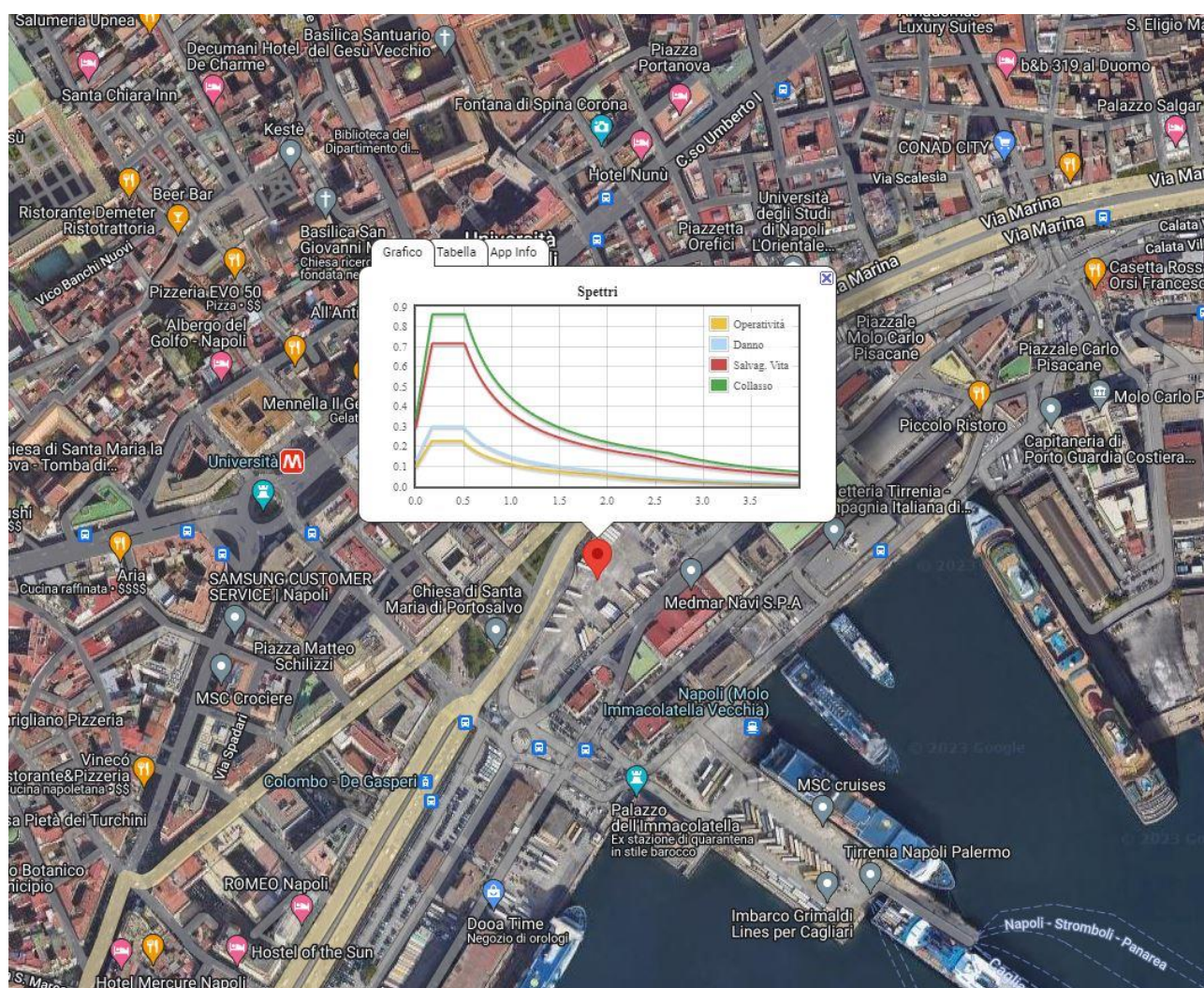
**Figura 1** – Area oggetto di prima fase di intervento



## 2. Descrizione generale del progetto

Il progetto prevede, nella fattispecie, la realizzazione di un parcheggio su un'unica quota interrata. Tale scelta si fonda su tre assunti: ottimizzare l'efficienza del parcheggio (rapporto mq/posti auto), ridurre il rischio archeologico e i costi. Tali obiettivi potranno potenzialmente ridurre i tempi di esecuzione con il conseguente minor disagio per le attività portuali.

Il parcheggio, suddiviso in due compartimenti, ha una superficie complessiva di circa 13.450 mq e sarà servito direttamente dalla viabilità interna al porto che avverrà con 2 ingressi e 2 uscite nei due sensi di marcia.

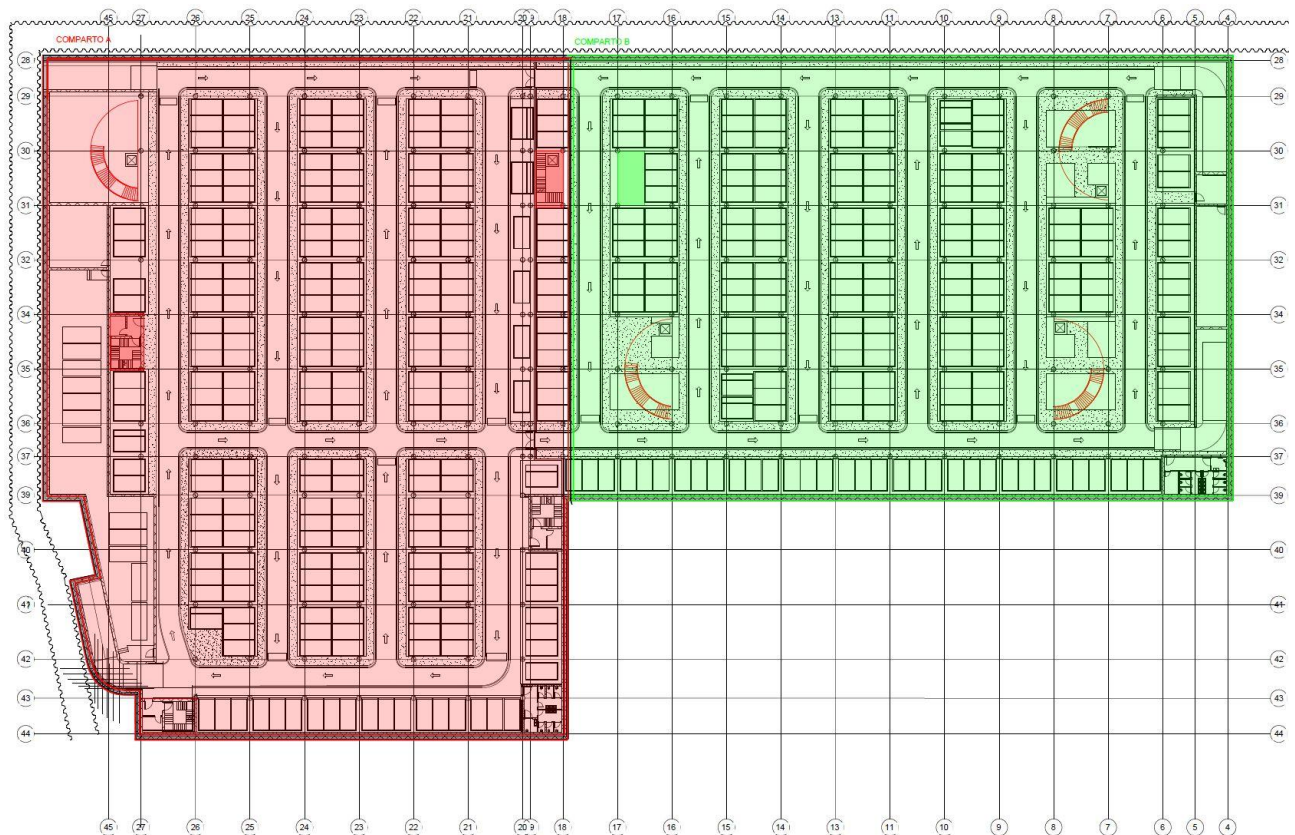


**Figura 2** - Definizione parametri sismici del sito di intervento in funzione delle coordinate geografiche Est 14.25945 Nord 40,84412 e delle caratteristiche dell'opera e del terreno (Classe d'Uso IV, Vita Nominale 50 anni e Categoria del Suolo C).

RTP Incaricato:  
COOPROGETTI soc. coop. (Capogruppo)  
RPA s.r.l.  
LAMBERTO ROSSI ASSOCIATI  
D'AGOSTINO ASSOCIATI s.r.l.  
Arch. Domenico De Maio

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



**Figura 3-** Schema planimetrico Comparto A e Comparto B

La struttura principale si articola come specificato di seguito:

- Realizzazione di diaframmi di altezza 12 m( 7 di infissione e 5m fuori terra) calcolata a sbalzo dello spessore di 60cm ed eseguita sull'intero perimetro del parcheggio;
- una piastra di fondazione di spessore 80cm (Rck 35/45) su pali da Ø800 (Rck 28/35);
- setti verticali di spessore 40cm (Rck 35/45), adiacenti ai diaframmi di spessore 60cm precedentemente realizzati per il contenimento degli scavi come anzidetto.
- pilastri di forma rettangolare e circolari in cls a. (Rck 35/45);
- solaio di copertura misto con travi prefabbricate (tipo Topsol) poggianti su travi gettate in opera con sovrastante soletta di spessore di completamento di 15cm (Rck 35/45).

Pertanto, prima di procedere con lo scavo dovrà essere realizzato un sistema di diaframma in cls di spessore 60cm con lunghezza di infissione rispetto al fondo scavo pari a 7m (Rck 28/35).

La scelta di procedere con diaframmi anziché pali dipende dalla maggiore garanzia di tenuta idraulica di quest'ultima considerato che l'opera, per una significativa frazione in altezza è realizzata al di sotto del livello medio mare. Il diaframma, inoltre è spinto all'interno del materiale

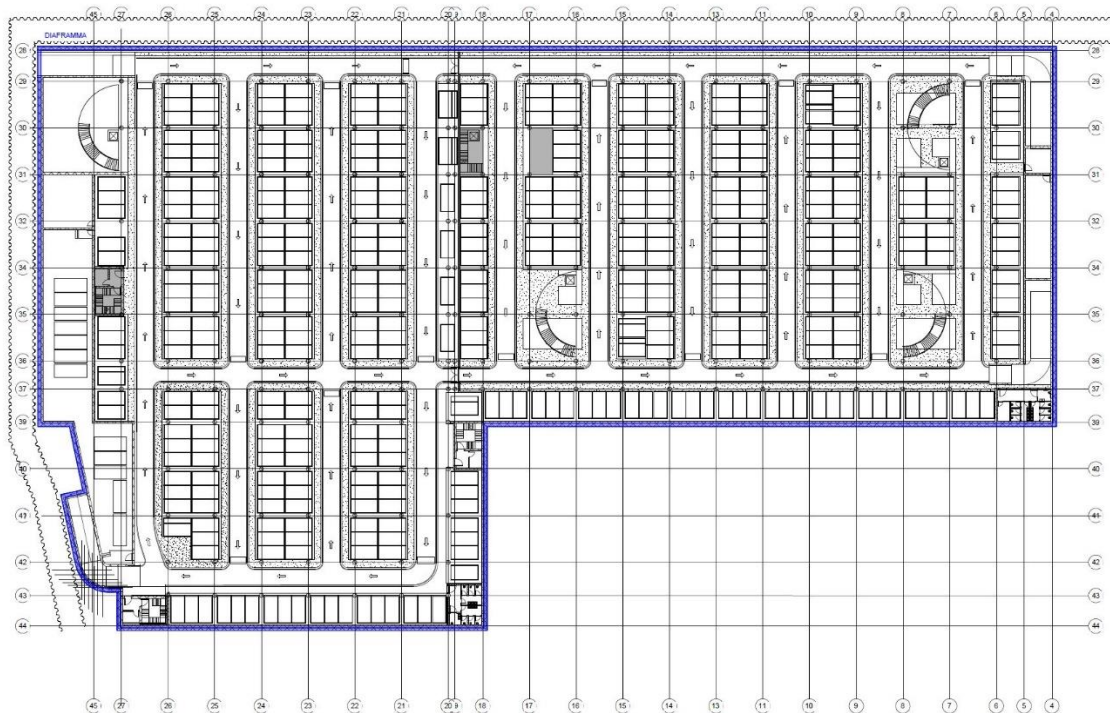


**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

di imposta tufaceo per limitare il fenomeno di filtrazione d'acqua all'interno dello scavo, essendo il tufo un materiale non sciolto.

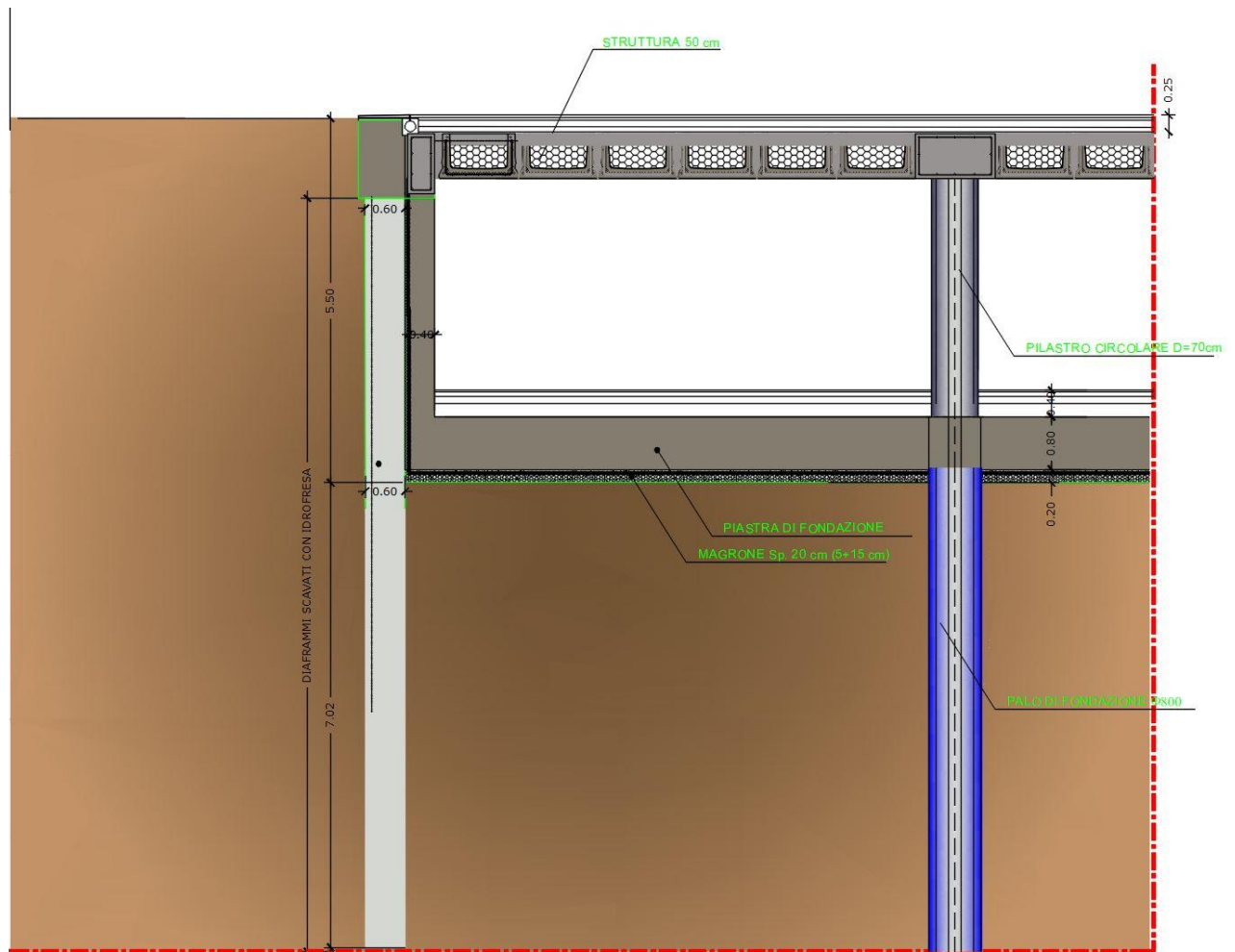
L'opera di contenimento (diaframma) si rende necessaria per favorire l'inserimento nel lotto di intervento della nuova struttura secondo la definizione plano-altimetrica di progetto; il diaframma, infatti, consentirà l'esecuzione in tutta sicurezza degli scavi di sbancamento del terrapieno esistente e garantirà la necessaria protezione del confine nord-ovest dalla spinta del terreno retrostante (Fig. 4).



**Figura 4-** Sviluppo Diaframma di contenimento

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



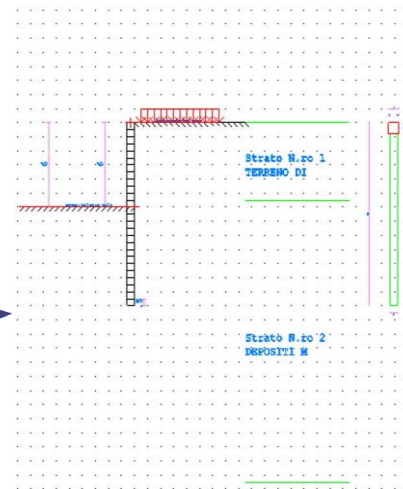
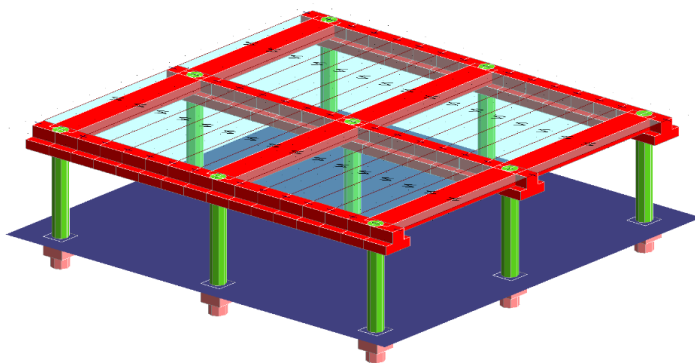
**Figura 5-** Sezione strutturale

Per l'evidenza dei carichi agenti sulla paratia (spinta delle terre e spinta idrostatica), si rimanda ai valori riportati nei tabulati di calcolo con la più esatta schematizzazione dell'opera i cui i risultati della relativa verifica geotecnica si rimanda alla specifica "Relazione geotecnica e di calcolo strutturale".



### 3. Caratterizzazione della struttura

La fase della progettazione ha fatto riferimento alla Modellazione strutturale e conseguentemente, ad un'Analisi Computazionale delle Strutture per elementi finiti (calcolo matriciale) intendendo, con tale terminologia, il processo mediante il quale una struttura e le azioni su essa agenti sono ridotte ad uno schema più o meno semplificato. Il ricorso ad uno schema di calcolo semplificato si rende necessario poiché le strutture sono in generale sistemi fisici notevolmente complessi, i cui comportamenti sono influenzati da un grande numero di variabili. Il modello geometrico implementato (parcheggio e opera di contenimento) sollecitato da carichi generici (statici e dinamici) ha consentito di simulare in modo realistico il comportamento della struttura definito in termini di parametri di sollecitazione (sforzo normale, taglio, momento flettente), di deformazione (spostamenti, rotazioni) e di tensione (normale, tangenziale). Il processo della modellazione strutturale ha consentito di individuare gli schemi statici per simulare il più possibile realistico, il comportamento fisico reale della struttura parcheggio e del diaframma (Fig. 6 e 7).



**Figura 6-** Schema geometrico della struttura parcheggio

**Figura 7-** Schema geometrico della struttura diaframma

Il modello geometrico e comportamento meccanico della struttura parcheggio è stato affrontato definendo il sistema fondazione su suolo elastico alla Winkler; pertanto il terreno di fondazione viene schematizzato come un letto di molle di rigidità  $k$  indipendenti tra loro. Una volta stimata il valore del  $k$  di Winkler, come riportato nella relazione geotecnica e sismica, si è svolto il dimensionamento della struttura di fondazione, che in questo caso risulta essere a platea su pali. La sovrastruttura, invece, costituita da elementi verticali (colonne e setti) sono stati schematizzati come aste (pilastri) e shell (setti) incastrati in testa, in quanto è presente un impalcato rigido (soffitto di copertura) e incastrati alla base considerato la presenza della platea di

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

fondazione; lo stesso impalcato rigido è costituito da travi gettate in opera conferendo un comportamento a telaio nelle due direzioni principali della struttura e travi prefabbricate e soletta di completamento che costituiscono il solaio di copertura la caratteristica di impalcato rigido. Il modello geometrico del diaframma di contenimento è stato schematizzato in funzione della fase costruttiva di riferimento, ovvero, una prima fase di scavo rispetto, la quale il diaframma si comporta come un mensola libera in testa (Fig.7) e una fase a struttura ultimata, il diaframma risulta incernierato in testa e a quota platea (Fig.8).

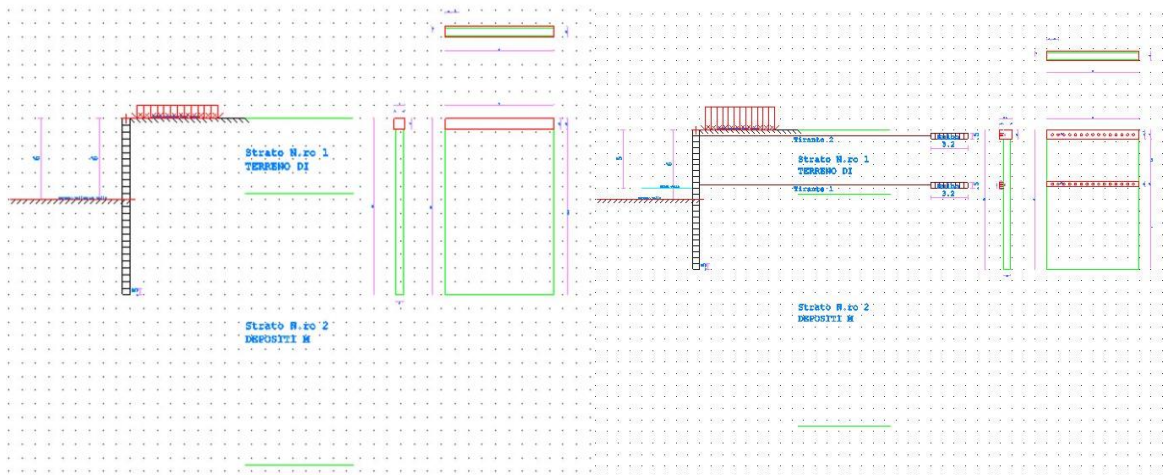


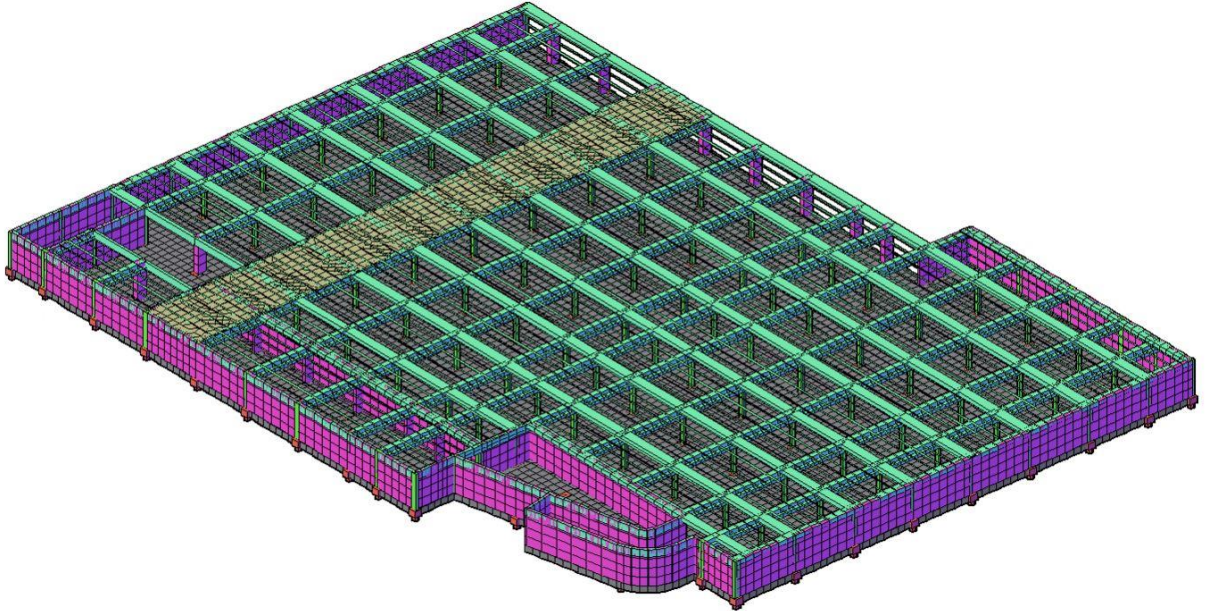
Figura 8- Schema geometrico libero in testa

Figura 9- Schema vincolato in testa e a quota platea

Di seguito si riporta la modellazione del comparto A e B della struttura parcheggio

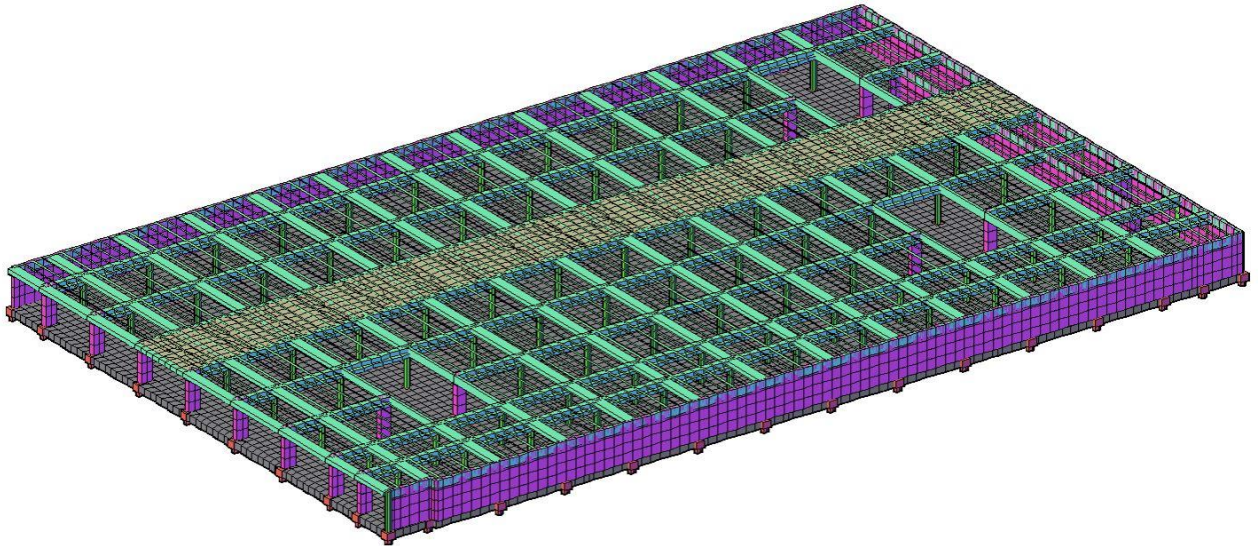
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



**Figura 10-** Modello strutturale tridimensionale -COMPARTO A





**Figura 11-** Modello strutturale tridimensionale -COMPARTO B

La struttura principale si articola come specificato di seguito:

- una piastra di fondazione di spessore 80cm (Rck 35/45) su pali da Ø800 (Rck 28/35);
- setti verticali di spessore 40cm (Rck 35/45);
- pilastri di forma rettangolare e circolari in cls a. (Rck 35/45);
- solaio di copertura misto con travi prefabbricate (tipo Topsol) poggianti su travi gettate in opera con sovrastante soletta di spessore di 15cm di completamento (Rck 35/45).

#### **4. Definizione dei parametri geotecnici**

La scelta di utilizzare come sistema fondale quella di tipo diretto (piastra di base in c.a.) per la struttura oggetto di calcolo è stata dettata dalla stratigrafia del sottosuolo, ricavata a mezzo di idonee indagini geognostiche (campagna diretta e prove di laboratorio).

L'interpretazione delle prove eseguite ha evidenziato per il sito di intervento la seguente stratigrafia:

- 0.00 / 4.00 m: terreno di riporto eterogeneo;
- 4.00/ 10.00 m: Sabbie medie grossolane
- Oltre i 10.00 m -Tufo Giallo Napoletano

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

Durante la campagna geognostica è stata rilevata la presenza di una falda in prossimità del piano campagna e quindi si assume una quota di 0.00 mt.

Le indagini condotte hanno consentito la definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici e sismici dei suoli interessati dalle opere in progetto. Nella fattispecie, i parametri geotecnici assunti a base delle calcolazioni (g Peso dell'unità di volume, c Coesione drenata, f Angolo di attrito, Ed Modulo edometrico, G Modulo elastico) sono riportati nella tabella seguente secondo la successione stratigrafica (dall'alto verso il basso):

	$\gamma$ - kN/m <sup>3</sup>	$\varphi'$	C' - kPa	Cu - kPa	Eed - MPa	Go (MPa)	SPT	E <sub>25</sub> - MPa	RQD - %	$\sigma_f$ - MPa	GSI (ammasso)
R - Riporti	15-16	35-43	0	-	-	50-60	10-30	10-15	-	-	-
SL - Sabbie limose	16-17	28-30	0-5	-	-	110-120	20-40	15-20	-	-	-
SG - Sabbie con ghiaia	17-18	32-34	0	-	-	210-280	20-40	15-20	-	-	-
C - Cinerite con elementi scoracei	16-17	30-32	0-5	10-15 (*)	15-18 (*)	150-180	20-45	-	-	-	-
TGNA - Tufo Giallo Napoletano alterato	17-19	-	-	-	-	-	-	-	0-30	1-2	GSI =25 $\varphi' = 28$ C' = 0,04 MPa E = 12-20 MPa
TGN - Tufo Giallo Napoletano	19-20	-	-	-	-	700-900	-	-	70-90	4-5	GSI =65 $\varphi' = 37$ C' = 0,26 MPa E = 1200 MPa

(\*): parametri della matrice cineritica

La categoria di sottosuolo del sito è stata determinata implementando i dati ottenuti mediante un'attenta analisi del modello geologico del sito con quelli provenienti dall'indagine sismica di riferimento, ovvero dalla prova down - hole eseguita all'interno del foro di sondaggio S1PUC. I litotipi caratterizzanti il sottosuolo del sito d'interesse sono di categoria C, ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

## 5. Requisiti di sicurezza e criteri di verifica

Nel presente capitolo si riporta la normativa di riferimento, la documentazione tecnica a base del progetto strutturale e, in relazione al software di calcolo utilizzato, i dati di INPUT della struttura.

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

Si descrive, inoltre, la metodologia di calcolo adottata per il progetto degli elementi portanti e la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

**5.1 Normativa di riferimento**

I calcoli di progetto e la verifica degli elementi strutturali sono stati elaborati in conformità ed in osservanza agli standard richiesti dalle attuali normative italiane e, laddove carenti, sono state integrate con quanto riportato negli Eurocodici. In particolare, sono state seguite le seguenti norme:

- D.M. 17.01.18 *"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"* (NTC2018)
- Circolare 21 Gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP. *"Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"*
- UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-1 Eurocodice 3 Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1-1 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici
- CNR DT206 R1/2018 *"Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno"*
- UNI EN 338:2016 Legno strutturale - Classi di resistenza
- UNI EN 14081-1:2019 Strutture di legno - Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 1998-1 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

**5.2 documentazione tecnica di riferimento**

- Elaborati grafici e descrittivi a corredo del Progetto Esecutivo;
- Relazione Geologica - Geotecnica redatta dal dott. geol. Mandaglio;

**5.3 Tipo di Analisi e motivazione**

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.



**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

Per quanto riguarda le azioni sismiche, tenendo conto che per la tipologia strutturale in esame possono essere significativi i modi superiori, si è optato per l'analisi modale con spettro di risposta di progetto e fattore di comportamento. La scelta è stata anche dettata dal fatto che tale tipo di analisi è nelle NTC2018 indicata come l'analisi di riferimento che può essere utilizzata senza limitazione di sorta. Nelle analisi sono state considerate le eccentricità accidentali pari al 5% della dimensione della struttura nella direzione trasversale al sisma.

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali. In particolare, le travi ed i pilastri sono stati schematizzati con elementi asta a due nodi deformabili assialmente, a flessione e taglio, utilizzando funzioni di forma cubiche di Hermite. Tale modello finito ha la caratteristica di fornire la soluzione esatta in campo elastico lineare, per cui non necessita di ulteriori suddivisioni interne degli elementi strutturali.

Per gli elementi strutturali bidimensionali (pareti a taglio, setti, nuclei irrigidenti, piastre o superfici generiche) è stato utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo shell che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra). Tale elemento finito di tipo isoparametrico è stato modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM. Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipende dalla forma e densità della MESH. Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti è stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

In particolare, il modello di calcolo ha tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazioni superficiali (con elementi plinto, trave o piastra) come elementi su suolo elastico alla Winkler.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17/01/2018.

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

Le verifiche degli elementi bidimensionali sono state effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. Per le azioni dovute al sisma (ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica), le verifiche sono state effettuate sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

- A.** Legame parabola rettangolo per il cls
- B.** Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal DM 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2018, per i seguenti casi di carico:

SLO	SI
SLD	SI
SLV	SI
SLC	SI
Combinazione Rara	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente	SI
SLU terreno A1 – Approccio 1/ Approccio 2	SI-CON NTC18 SOLO APPROCCIO 2
SLU terreno A2 – Approccio 1	NON PREVISTA DALLE NTC18

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

**Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico**

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dalle NTC 2018 per le prestazioni di SLU ed SLE.

In particolare per le azioni sismiche si sono considerate le azioni derivanti dallo spettro di progetto ridotto del fattore  $q$  e le eccentricità accidentali pari al 5%. Inoltre le azioni sismiche sono state combinate spazialmente sommando al sisma della direzione analizzata il 30% delle azioni derivanti dal sisma ortogonale.

Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo

<b>Produttore</b>	S.T.S. srl
<b>Titolo</b>	CDSWin
<b>Versione</b>	Rel. 2023
<b>Nro Licenza</b>	22888

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

**Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri**

**95030 Sant'Agata li Battiati (CT).**



### ***Affidabilità dei codici utilizzati***

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La **S.T.S. s.r.l.**, a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/area-utenti/test-validazione.html>

### ***Validazione dei codici***

L'opera in esame non è di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista.

### **5.4 dati di input del programma**

Il calcolo e la verifica delle strutture in oggetto sono stati eseguiti con il programma di calcolo CDSWin Rel.2023 della STS S.r.l. schematizzando la struttura sismo-resistente con gli elementi di base definiti dal programma:

- elementi asta verticali (pilastri in c.a.) e orizzontali (travi in c.a.); – elementi shell verticali (setti in c.a.) e orizzontali (piastra in c.a.). L'elemento bidimensionale shell che unisce quattro nodi nello spazio ha un duplice comportamento, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano e da piastra per i carichi ortogonali. A tal proposito si è posta particolare attenzione alla suddivisione di ciascun setto/piastra in microelementi, in modo che ciascuno di essi sia allineato con gli elementi adiacenti al fine di rendere congruenti le equazioni di spostamento ed equilibrio dei nodi.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni intorno all'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

La costruzione è soggetta all'azione sismica ed è progettata in accordo ad un comportamento strutturale non dissipativo: nella valutazione della domanda tutte le membrature e i collegamenti rimangono in campo elastico o sostanzialmente elastico. La domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è calcolata, in funzione dello stato limite cui ci si riferisce, ma indipendentemente dalla tipologia strutturale e senza tener conto delle non linearità di materiale, attraverso un modello elastico.

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

Il metodo di analisi impiegato è di tipo lineare: la domanda sismica è ridotta utilizzando un opportuno fattore di comportamento  $q$  che nello specifico è pari ad 1 volendo effettuare il calcolo dell'edificio trascurando le sue capacità dissipative.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali dell'opera e i dati di INPUT assegnati in fase di modellazione e calcolo della struttura.

Tipo di costruzione (tab.2.4.1. - DM 17.01.2018)		Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari $V_N \geq 50$ anni
Classe d'Uso (p.to 2.4.2. - DM 17.01.2018)		IV - Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti
Località	COMUNE DI NAPOLI	
Sistema costruttivo	- in cemento armato (fondazione, elevazione ) - in cemento armato prefabbricato (elevazione )	
Categoria di sottosuolo (tab.3.2.II - DM 17.01.2018)		C
Categoria topografica (tab.3.2.III - DM 17.01.2018)		T1 - superficie pianeggiante
Amplificazione topografica (tab.3.2.V - DM 17.01.2018)		$S_T = 1$

### 5.5 Carichi agenti

I carichi agenti sugli elementi portanti sono stati valutati in relazione alla funzione che andranno ad assolvere e con riferimento alle destinazioni d'uso dei locali. Oltre al peso proprio delle strutture e alle azioni sismiche, sono state prese in considerazione le seguenti tipologie di carico atte a schematizzare tutte le azioni agenti sul manufatto:

#### Piano parcheggio interrato

- sovraccarico permanente pari a 500 kg/mq sulla piastra di fondazione, a schematizzare i carichi della sovrastruttura pavimentazione parcheggio;
- sovraccarichi accidentali, a vantaggio di sicurezza anziché considerare categoria F si è riferito alla seguente:  
500 kg/mq (Cat. G – Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi)

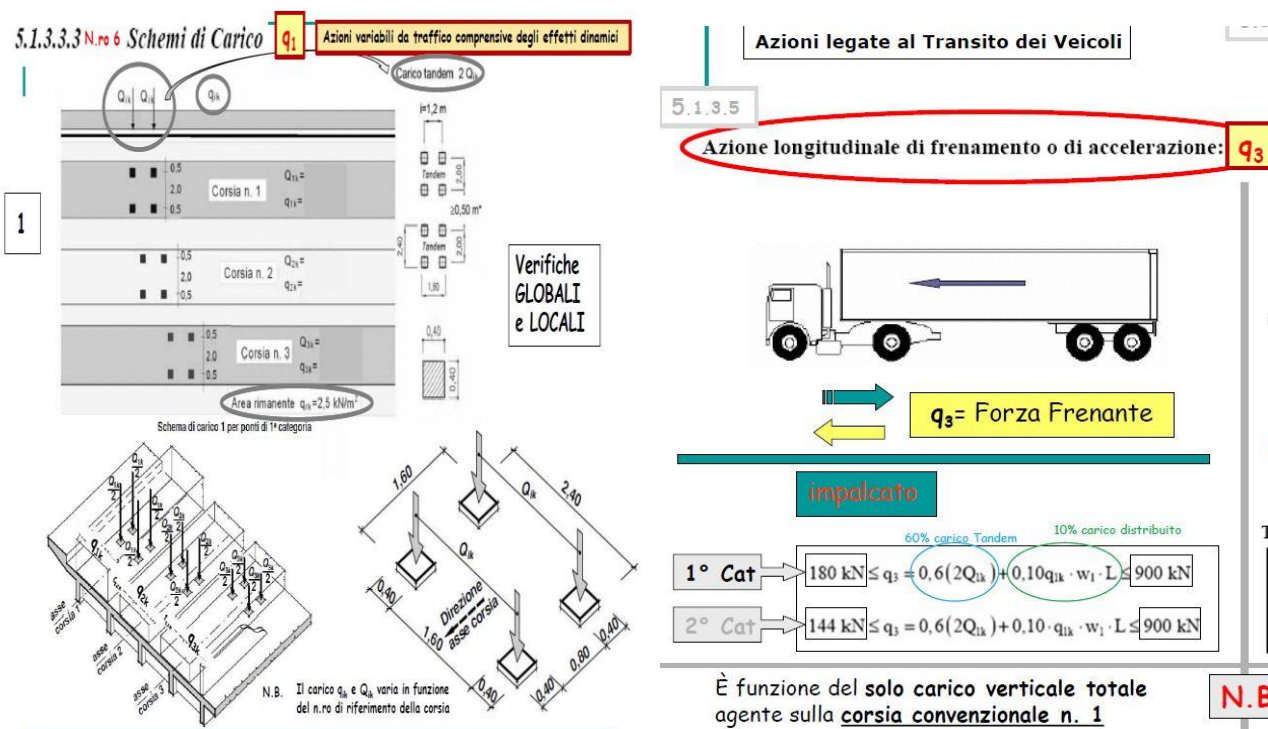
#### Piano parcheggio fuori terra

- sovraccarico permanente pari a 350 kg/mq sul solaio di copertura, a schematizzare i carichi della sovrastruttura pavimentazione stradale e parcheggio;
- sovraccarico permanente pari a 700 kg/mq sul solaio di copertura, a schematizzare i carichi della sovrastruttura marciapiede e terreno;
- sovraccarichi variabili di 500 kg/mq (Cat. G – Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi) ;

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

- sovraccarichi variabili di 900 kg/mq (Carichi mobili) sulla porzione di solaio adibita a sede viaria prima corsia in corrispondenza dell'asse viario attuale e da ripristinare;
- sovraccarichi variabili di 250 kg/mq (Carichi mobili) sulla porzione di solaio adibita a sede viaria seconda corsia in corrispondenza dell'asse viario attuale e da ripristinare;
- sovraccarichi variabili di 700 kg/mq (Carichi RO RO) sulla porzione di solaio adibita deposito di containers leggermente superiore a 500 kg/mq;
- sovraccarichi variabili di 60 t (Carichi mobili tandem- $2Q_{1k} = 2 \times 300 \text{ kN}$ ) sulla porzione di solaio adibita a sede viaria prima corsia;
- sovraccarichi variabili di 40 t (Carichi mobili tandem- $2Q_{2k} = 2 \times 200 \text{ kN}$ ) sulla porzione di solaio adibita a sede viaria seconda corsia;
- sovraccarichi variabili orizzontali di 9 t (Carichi da frenatura) sulla porzione di solaio adibita a sede viaria prima corsia;
- sovraccarichi variabili orizzontali di 3 t (Carichi da frenatura) sulla porzione di solaio adibita a sede viaria seconda corsia;



**Figura 12-** Carichi variabili dovuto al traffico veicolare

- Azioni indirette (Distorsioni termiche e ritiro), quali ad esempio i cedimenti vincolari artificialmente provocati e non, sono da considerarsi azioni permanenti. Nei ponti in c.a., c.a.p. e a struttura mista i loro effetti sono stati valutati tenendo conto dei fenomeni di viscosità; I coefficienti di ritiro e viscosità finali, salvo sperimentazione



**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

diretta, sono quelli indicati nel § 11.2.10.6. e § 11.2.10.7. delle NTC 2018 ai fini del calcolo dell'ampiezza dei giunti e della corsa degli apparecchi di appoggio.

**6. Condizioni di carico e combinazioni allo SLU e SLE**

Nelle calcolazioni effettuate sono state previste, oltre al peso proprio e alle azioni sismiche, i sovraccarichi permanenti e quelli accidentali, agenti ai vari livelli dell'edificio (piano terra e copertura), meglio definiti al paragrafo 5.4 del presente documento.

Con riferimento agli stati limite, ultimi e di esercizio, individuati dalla vigente normativa tecnica, riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, sono state effettuate le opportune verifiche relative allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e allo Stato Limite di Danno (SLD), nonché allo Stato Limite di Operatività (SLO) e Stato Limite al Collasso (SLC) e previsto per le strutture in Classe IV.

Per il dimensionamento/verifica sono state considerate le condizioni elementari di carico di seguito riportate, combinate alternativamente e contemporaneamente con le due condizioni sismiche.

1. Peso proprio;
2. Sovraccarichi Permanenti;
3. Sovraccarichi Accidentali legati alla destinazione d'uso degli ambienti;
4. Sovraccarichi Accidentali da traffico;

combinare alternativamente e contemporaneamente con le seguenti due condizioni sismiche:

5. Sisma direzione 0°;
6. Sisma direzione 90°.

Le combinazioni di carico sono quelle previste dal D.M. 17 gennaio 2018, ed in particolare:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):  
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:  
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:  
 $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$

dove i coefficienti di combinazione sono i seguenti:

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

COMBINAZIONI CARICHI																																	
Nome Combinazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
PESO PROPRIO	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SOVRACCARICO PERMAN	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Var.Par.q<30Kn	1.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	
Var.Par.q>30Kn	1.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
Corr. Tors. dir. 0	0.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	
Corr. Tors. dir. 90	0.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	
Sisma direz. gid 0	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	
Sisma direz. gid 90	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	

Per maggiori approfondimenti si rimanda ai fascicoli di calcolo allegati, nei quali sono meglio definiti i parametri di input ed i criteri di progetto delle strutture esaminate.

**6.1 Valutazione dell'azione sismica**

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate nel D.M. 17/01/2018. La valutazione degli spettri di risposta per un dato Stato Limite avviene attraverso le seguenti fasi:

- Definizione della Vita Nominale (VN) e della Classe d'Uso (CU) della struttura, in base ai quali si determina il Periodo di Riferimento (VR) dell'azione sismica.
- Determinazione dei parametri sismici di base  $a_g$ , FO e TC\* per lo Stato Limite di interesse, attraverso le coordinate geografiche del sito in esame (latitudine e longitudine), dove:  $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima al sito; FO è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; TC\* è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica (SS) e topografica (ST).
- Calcolo del periodo TC corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

PARAMETRI SISMICI	
Vita Nominale	>=50 Anni
Classe d'Uso	IV
<b>Caratteristiche Sito</b>	
Longitud. Est	14.25945
Latitud. Nord	40.84412
Categ. Suolo	C
Coeff. Topogr	1
<b>Caratt. Costruzione</b>	
SistCostrDir1	C.A.
SistCostrDir2	C.A.
Regol. Altezza	SI
Regol. Pianta	SI
Sp. Rel. Nodi	Tutti
IncrMensSismV	SI
SismVertParz.	NO
<b>Caratteristiche Sisma</b>	
Direzione sisma	0
Sisma Verticale	NO
Numero modi	12
Tipo Combinaz.	CQC
Coeff. di Smorz.	0.05
Verif. N fondaz.	NO
Effetti p-delta	NO
DistrAcc.AnStat	Triangolare

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

STATI LIMITE SISMICI		STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	SI	Attivo	SI
Pvr	0,81	Pvr	0,83
Tr	80	Tr	101
Ag/g	0,085	Ag/g	0,085
Fo	2,328854	Fo	2,325338
Tc	0,3149803	Tc	0,33
Fv	0,8042855	Fv	0,9201035
TB	0,1813985	TB	0,1885223
TC	0,4841955	TC	0,4995889
TD	1,88182	TD	1,943832
Ss	1,5	Ss	1,5
Spost.Rel	0,0033 h	Spost.Rel	0,005 h
		Verif. Resist.	SI

Stato limite di Operatività

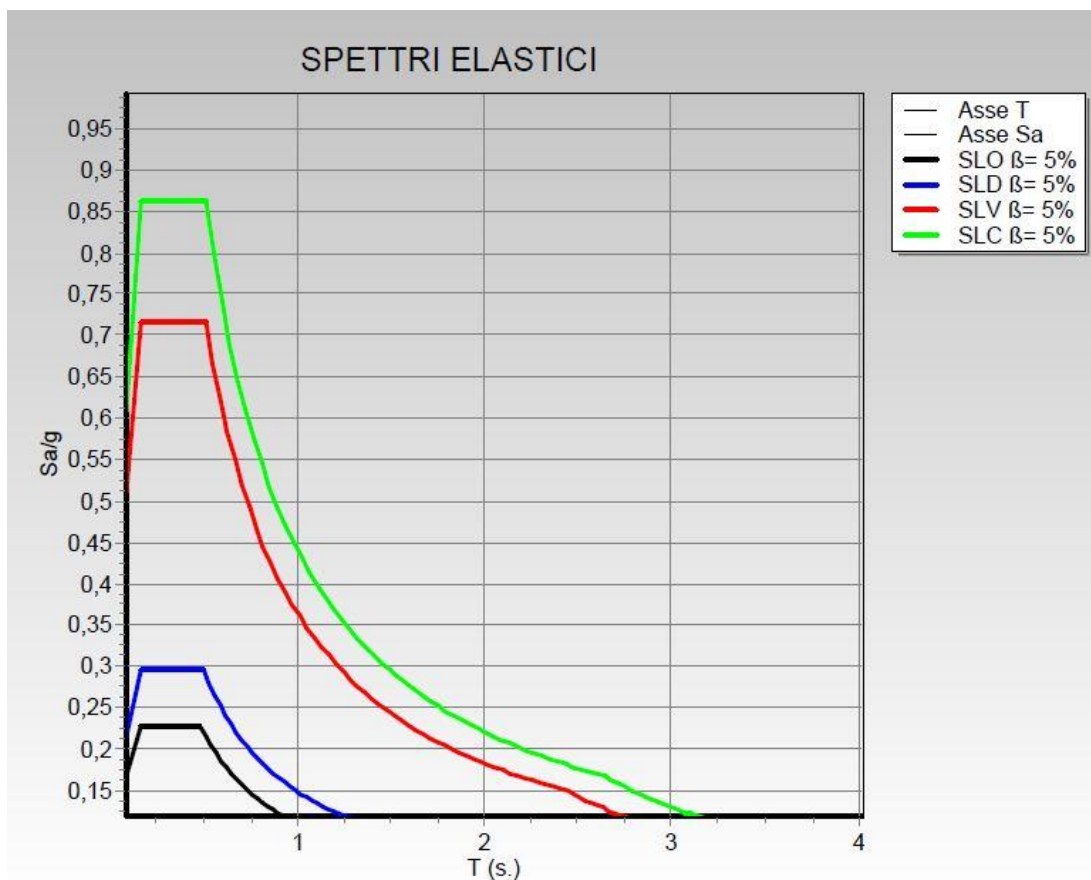
Stato limite di Danno

STATI LIMITE SISMICI		STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	SI	Attivo	SI
Pvr	0,1	Pvr	0,05
Tr	949	Tr	1950
Ag/g	0,211	Ag/g	0,281
Fo	2,438923	Fo	2,53581
Tc	0,3399074	Tc	0,3414723
Fv	1,512412	Fv	1,749319
TB	0,1898555	TB	0,1703791
TC	0,5095888	TC	0,5111372
TD	2,445375	TD	2,644837
Ss	1,390983	Ss	1,302881
Spost.Rel	NESSUNO	Spost.Rel	NESSUNO

Stato limite di Salvaguardia della Vita

Stato limite a Collasso

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerati, per ogni direzione dell'azione sismica.



**Figura 9** - Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali (di progetto) per lo Stato Limite di Operatività (SLO), per lo Stato Limite di Danno (SLD), Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite a Collasso (SLC)

### 6.1.1 Presentazione sintetica dei risultati-

Il progetto prevede la realizzazione di un volume completamente interrato, di forma poligonale, con il lato maggiore parallelo alla linea di costa, inscritto in un rettangolo di dimensioni pari a 180 x 100 metri circa, per uno sviluppo areale di 14500 mq circa.

Sono previsti i seguenti livelli:

- Livello interrato (parcheggi);
- Livello copertura (viabilità e piazza)

Per il contenimento del terreno è previsto un diaframma costituito da pannelli rettangolari affiancati di spessore pari a 0.60 m con moduli affiancati da 2.80 m, lungo tutto il perimetro dell'area di sedime dell'opera, completata all'interno con un setto in c.a. solidale con la platea di fondazione.

Il sistema fondale del parcheggio è costituito da una piastra in c.a. di spessore 80 cm dalla quale spiccano i pilastri, sempre in c.a. realizzati in opera, ed una parete di 40cm (già menzionata precedentemente) che si affianca al diaframma perimetrale. In corrispondenza di ciascun pilastro



**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

è previsto poi un palo Ø800mm ad integrazione del sistema fondale superficiale. Il tutto deve essere dimensionato per le azioni verticali e in relazione alla significativa problematica di verifica al galleggiamento e di resistenza alle sottopressioni idrauliche dovute alla falda marina. L'insieme deve garantire anche elevata impermeabilità alla falda marina.

La copertura è realizzata per il tramite di un graticcio di travi in c.a. prefabbricate e realizzate in opera con soletta in cls.a. getta in opera di spessore di 15cm.

Al fine di consentire lo scavo in sicurezza per l'intera area di sedime dell'opera è previsto il presidio del terreno circostante attraverso la realizzazione di una paratia continua di diaframmi da eseguire con idrofresa.

La paratia perimetrale avrà uno spessore costante pari a 60 cm e profondità tale da garantire l'ammorsamento sullo strato di Tufo Giallo Napoletano (hmax c.a. 12 metri di cui 5 fuori terra e 7 di infissione). Infatti, scopo non secondario dell'opera di contenimento è anche il fornire durante la fase di realizzazione dei lavori un certo grado di impermeabilità rispetto all'acqua di falda, allo scopo di poter realizzare i lavori in elevazione a partire da una quota (in valore assoluto sul livello del mare) pari a -6 metri circa.

Il progetto delle opere di fondazione prevede la realizzazione di una piastra di base in c.a. di spessore pari a 80cm in grado di fronteggiare le sottospinte idrostatiche che l'opera è chiamata a resistere.

Sulla platea, secondo una maglia a prevalente sviluppo quadrato con lato di 8,40 m, si sviluppa la struttura interrata che prevede una serie di pilastri circolari con diametro di 70cm che avranno il compito di sostenere l'impalcato di copertura realizzato con travi in c.a. e solai a travi prefabbricate di dimensioni 120x35cm con sovrastante soletta di ripartizione di spessore pari a 15cm (in virtù della maggiore entità dei sovraccarichi mobili).

Gli elementi di solaio sono manufatti in calcestruzzo armato precompresso completati con getto in opera in calcestruzzo e consentono di superare i limiti di peso e altezza tipici dei solai alveolari realizzando impalcati ad elevatissime prestazioni per uso infrastrutturale.

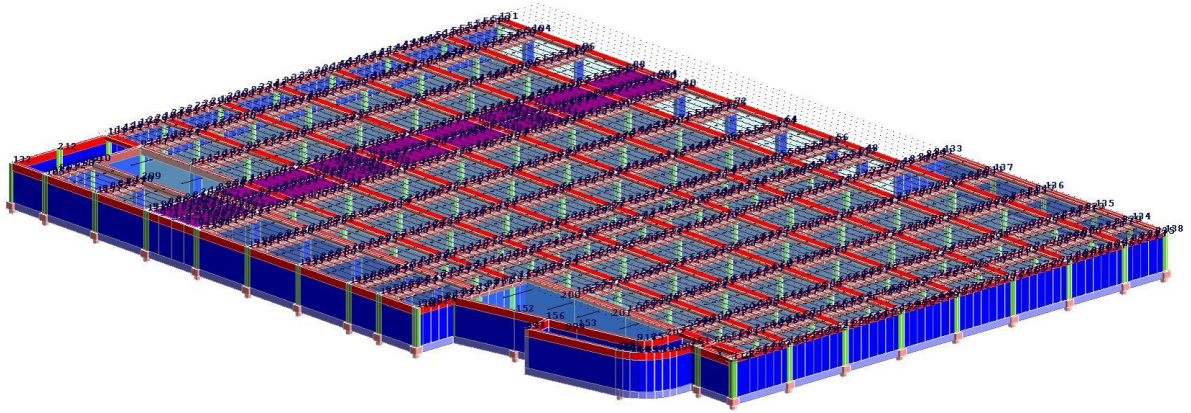
e barre in acciaio ordinario B450C e B450A).

**COMPARTO A**

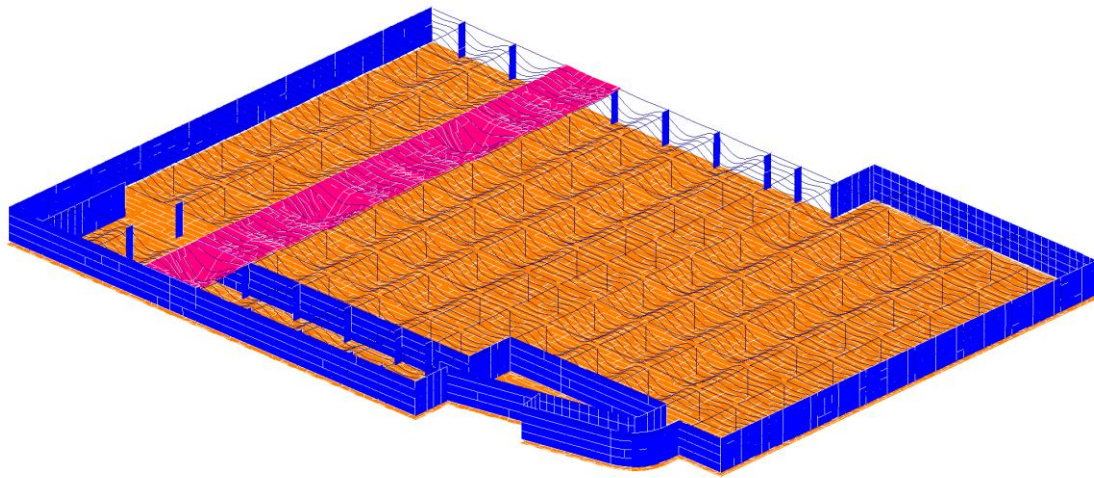
Una sintesi del comportamento meccanico della struttura è consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti più sollecitate della struttura in esame.

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



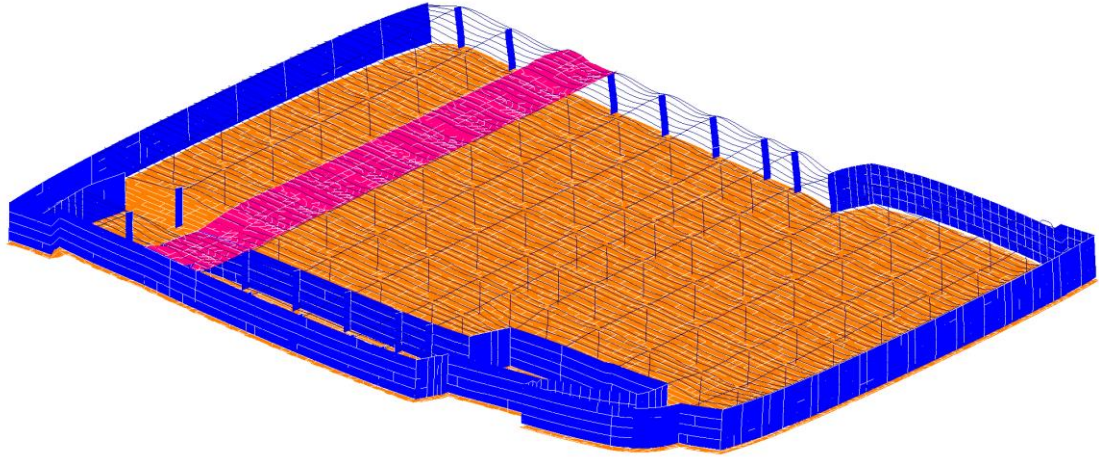
**Figura 12**– Discretizzazione dei nodi



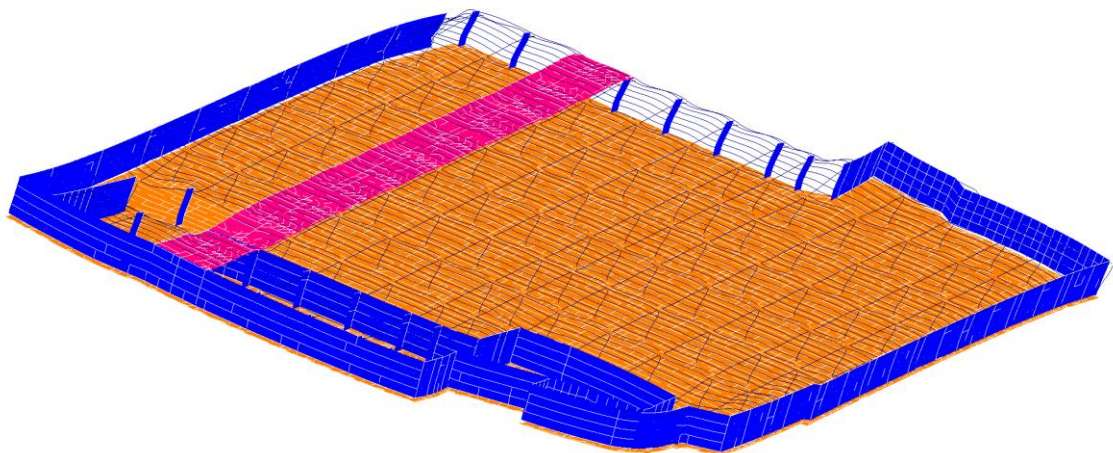
**Figura 13** – Deformata (Inviluppo delle combinazioni)- spost .mass= 48.14mm

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



**Figura 14** – Deformata (Azione sismica lungo x) spost .mass= 0.47mm

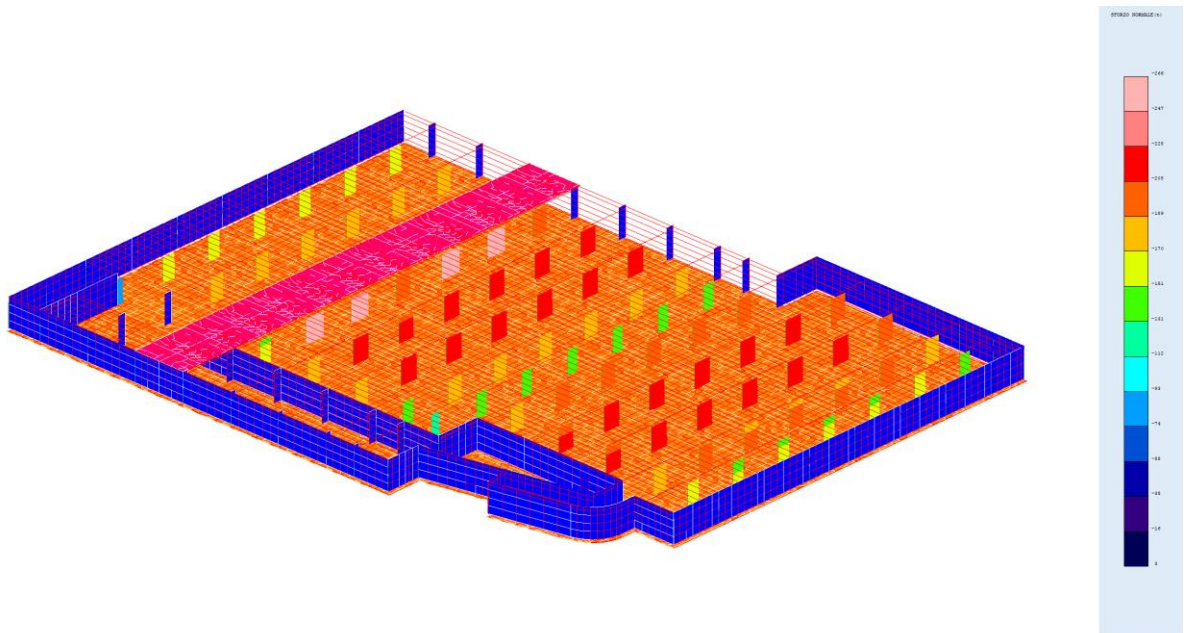


**Figura 15** – Deformata (Azione sismica lungo y) spost .mass= 0.42mm

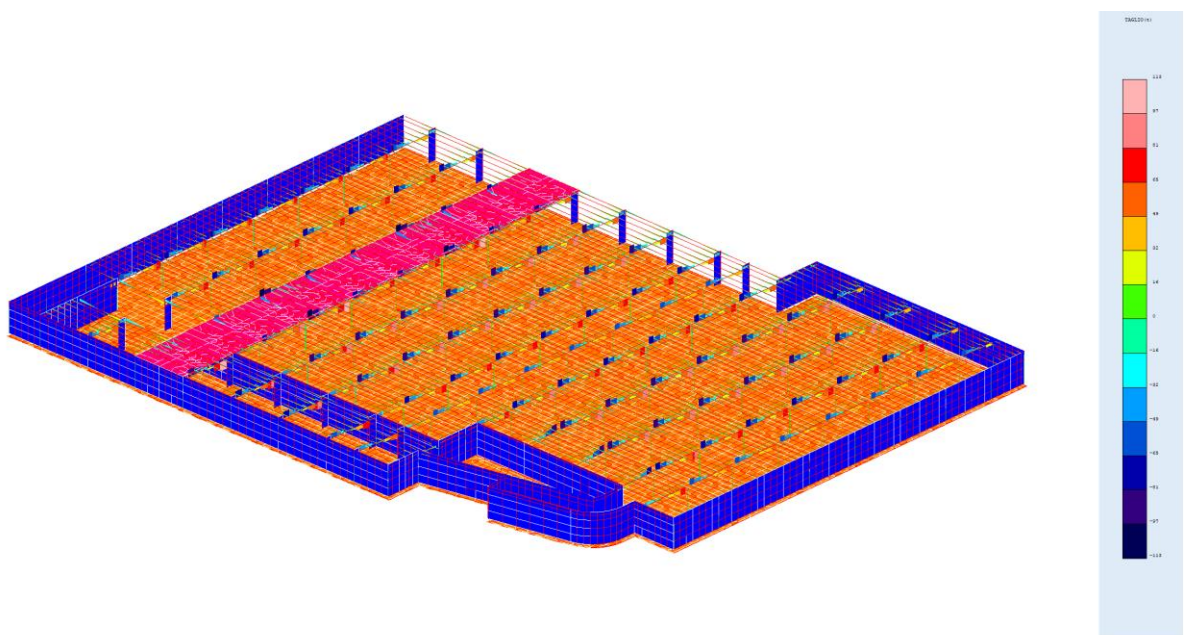


**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



**Figura 16** – Diagramma sforzo normale

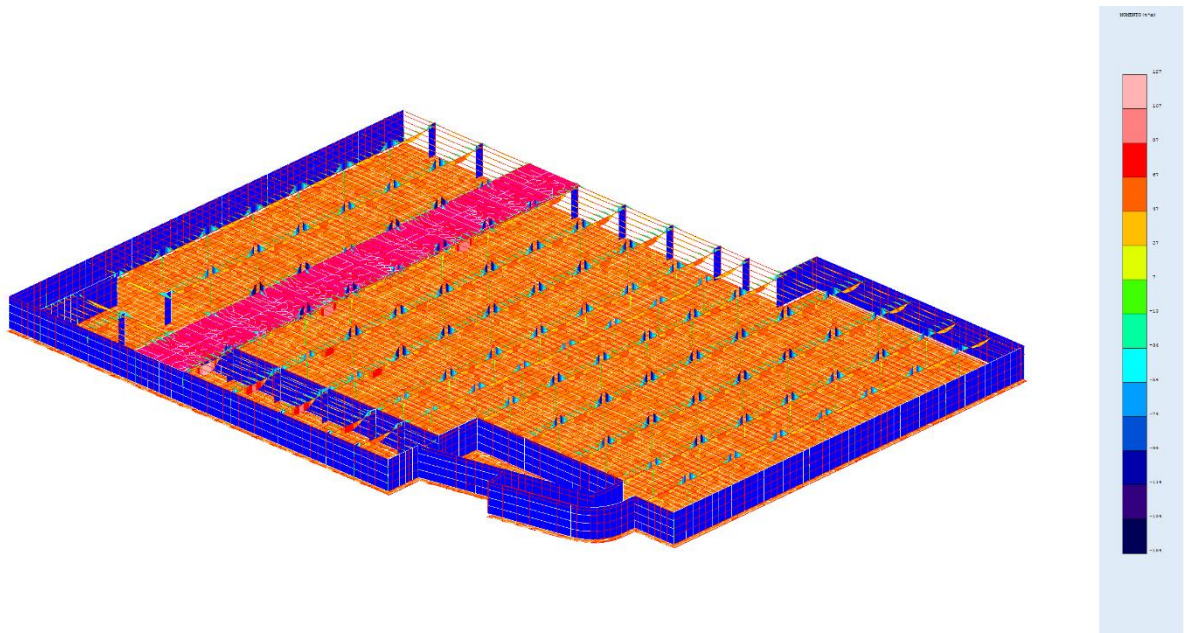


**Figura 17** – Diagramma sforzo tagliante



**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

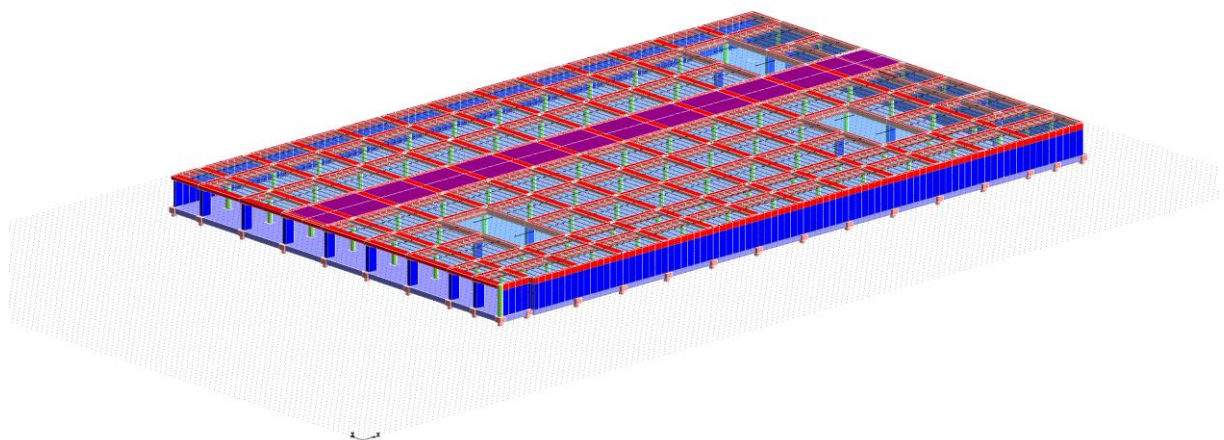
RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



**Figura 18** – Diagramma sforzo flessionale

**COMPARTO B**

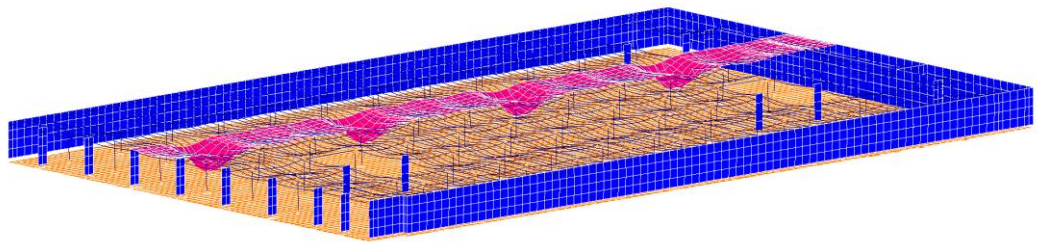
Una sintesi del comportamento della struttura è consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc.) per le parti più sollecitate della struttura in esame.



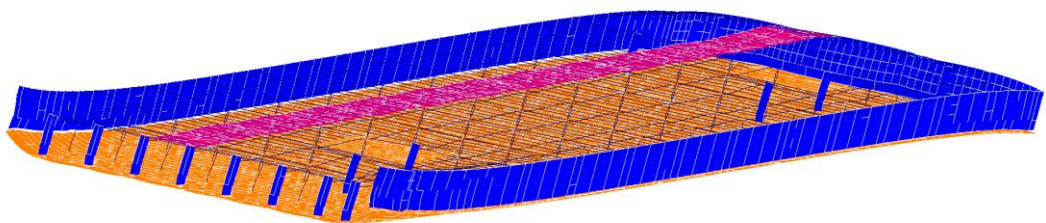
**Figura 19** – Discretizzazione dei nodi

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



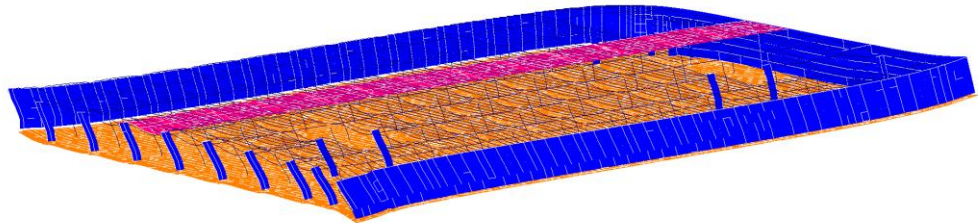
**Figura 20** – Deformata (Involuppo delle combinazioni)- spost .mass= 18.88mm



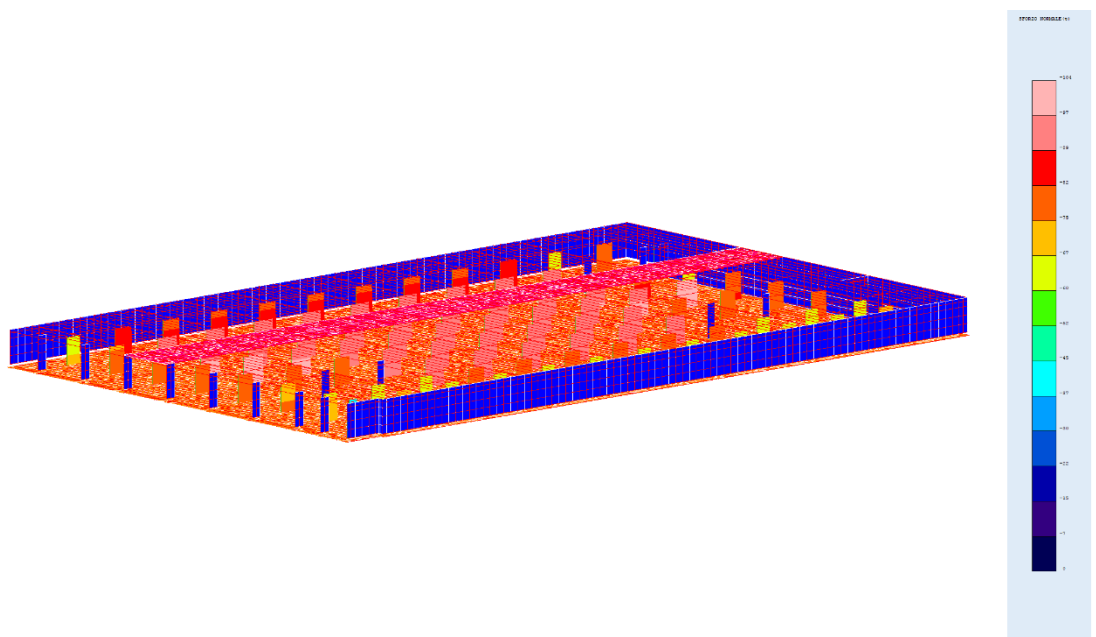
**Figura 21** – Deformata (Azione sismica lungo x) spost .mass= 0.31mm

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



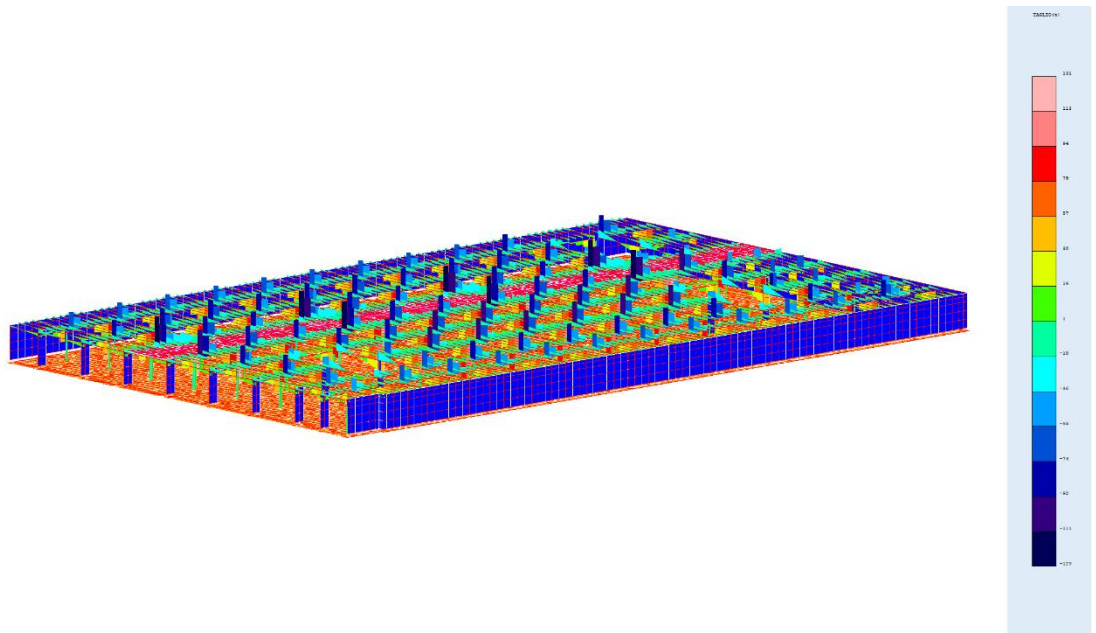
**Figura 22** – Deformata (Azione sismica lungo y) spost .mass= 0.94mm



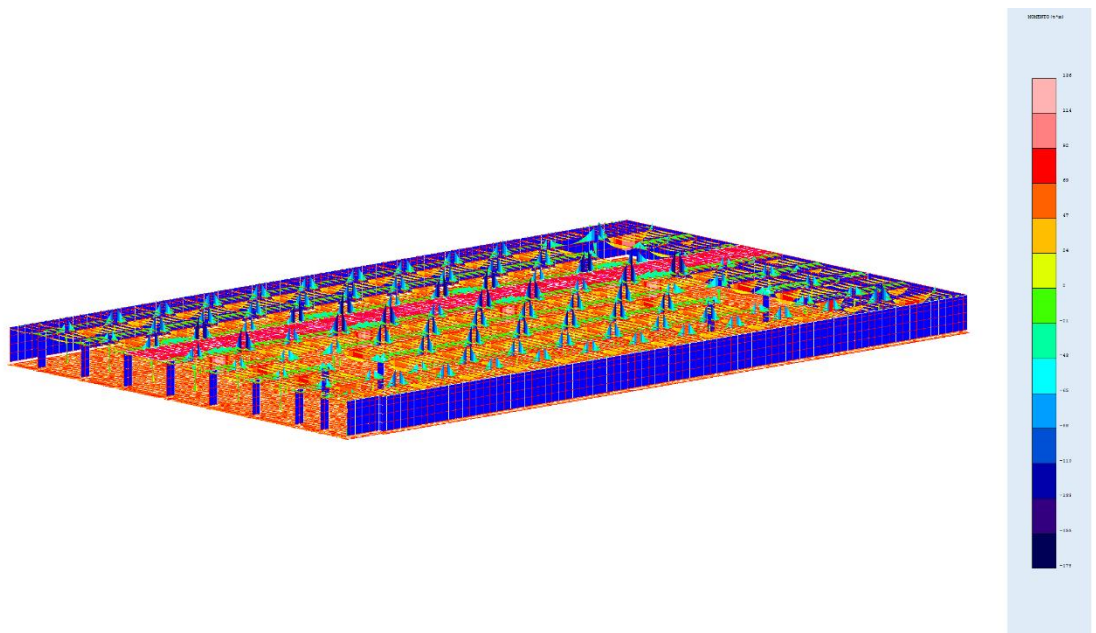
**Figura 23** – Diagramma sforzo normale

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



**Figura 24** – Diagramma sforzo tagliante



**Figura 25** – Diagramma sforzo flessionale

### 6.1.2 Modellazione della soletta di completamento del solaio

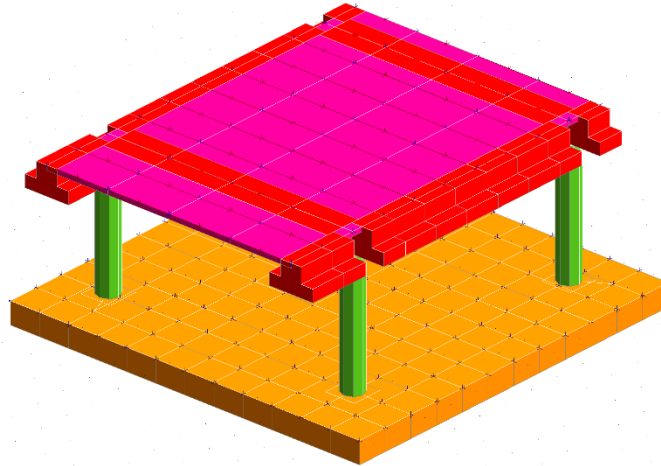
Una sintesi del comportamento della struttura solaio costituita da travi in prefabbricato e solettone di spessore pari a 15cm di completamento; si evidenziano i grafici a cui sono



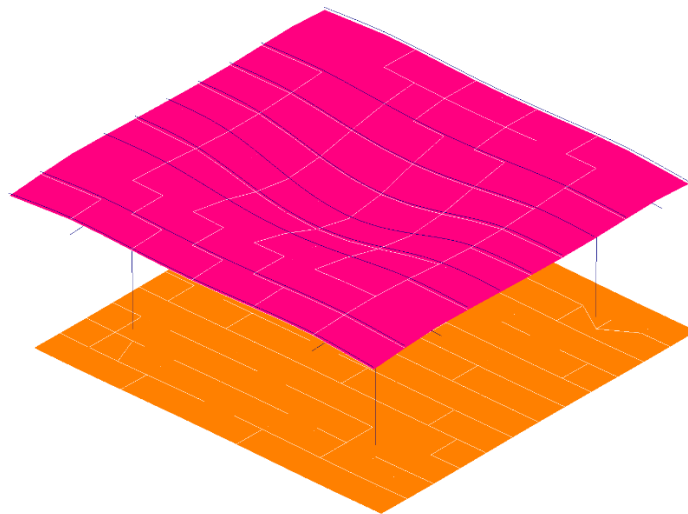
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

rappresentati le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti più sollecitate della struttura in esame.



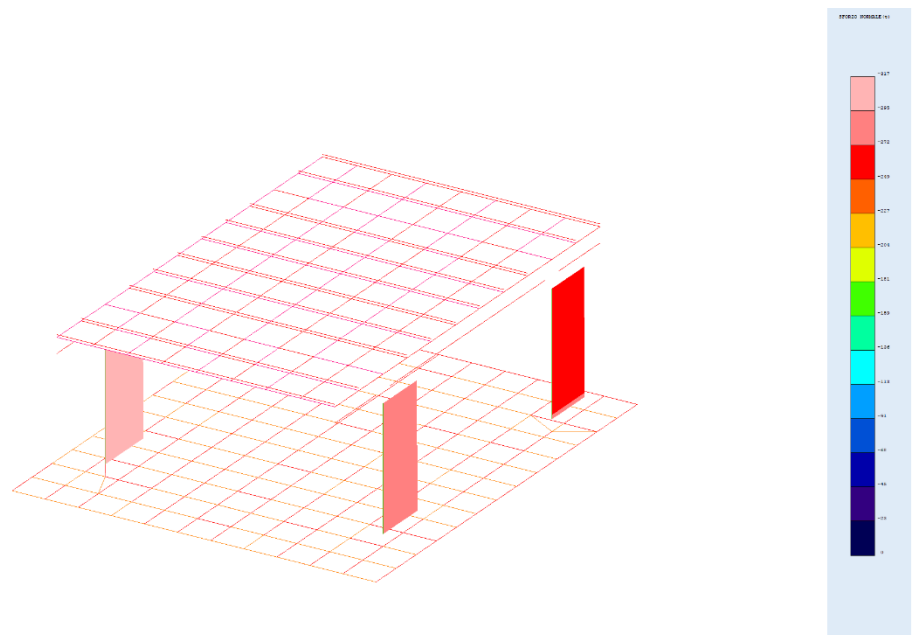
**Figura 26** – Discretizzazione dei nodi



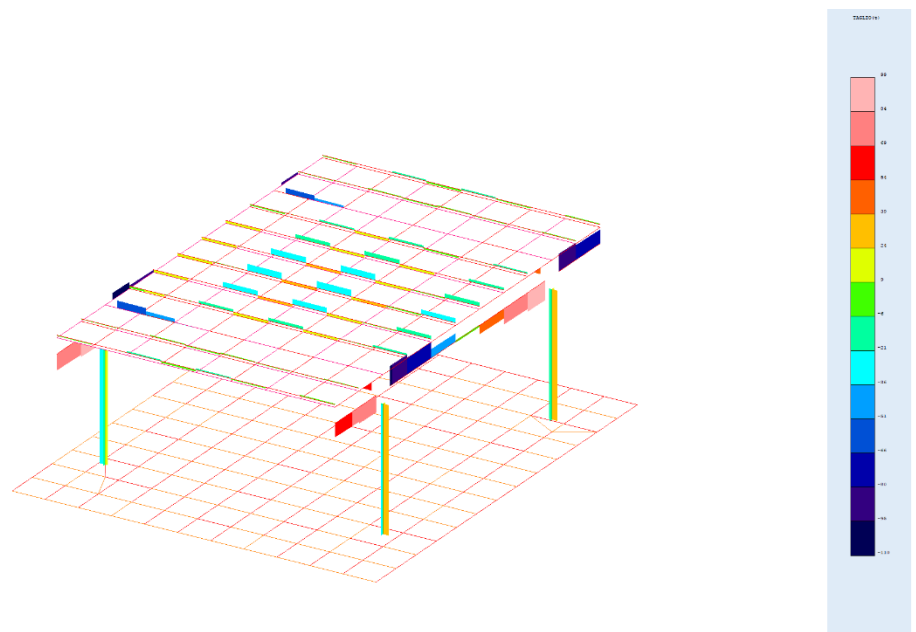
**Figura 27** – Deformata (Inviluppo delle combinazioni)-

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

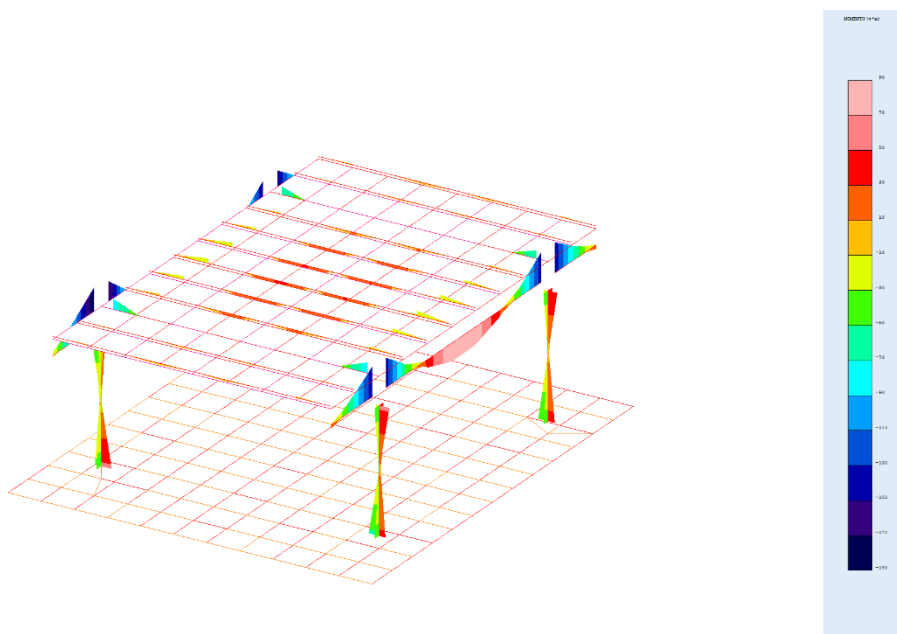
RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B



**Figura 28**– Diagramma sforzo normale



**Figura 29** – Diagramma sforzo tagliante



**Figura 30** – Diagramma sforzo flessionale

La calcolazione effettuata è più che adeguata al dimensionamento della struttura per un livello di progetto di definitivo. È evidente, tuttavia, che la soluzione tecnologica ad un livello esecutivo, innanzitutto prevedere non l'opera delle travi incrociate realizzate in opera ma il ricorso ad elementi parzialmente prefabbricate ( REP o simili). In funzione di dette scelte tecnologiche più spinte o la conferma della soluzione adottata, dovranno essere previste delle elaborazioni più spinte e verifiche locali per il controllo di sollecitazioni degli elementi secondari comunque già considerati

### **6.1.3 Presentazione sintetica dei risultati-DIAFRAMMA DI CONTENIMENTO**

Una sintesi del comportamento della struttura del diaframma di contenimento tenendo conto nella fase di progettazione delle due situazioni esecutive dello stesso diaframma, sia in condizioni di scavo che di ultimazione dell'intera struttura, ovvero, condizione di diaframma non vincolato in testa (Fase di Scavo) e condizione finale di diaframma vincolata in testa e a quota piano di fondazione (presenza del parcheggio interrato), definendone il diagramma delle sollecitazioni differenti e quindi dell'articolazione dell'armatura tale da risultare efficace nelle due distinte fasi di comportamento.

### Schema strutturale in fase di scavo

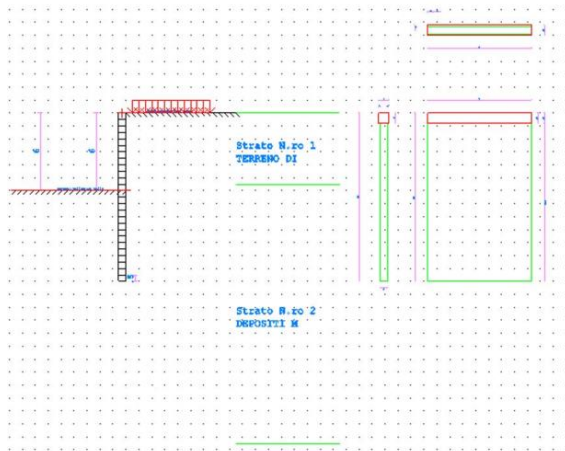


Figura 31 – Schema strutturale

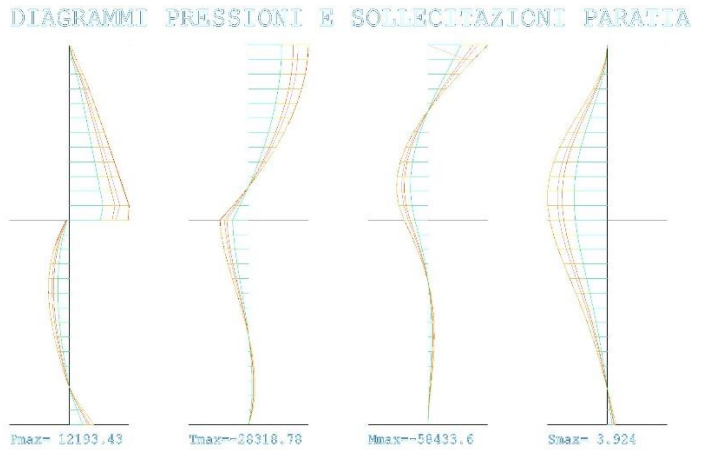


Figura 32 – Diagramma delle sollecitazioni

### Schema strutturale in fase ultimata

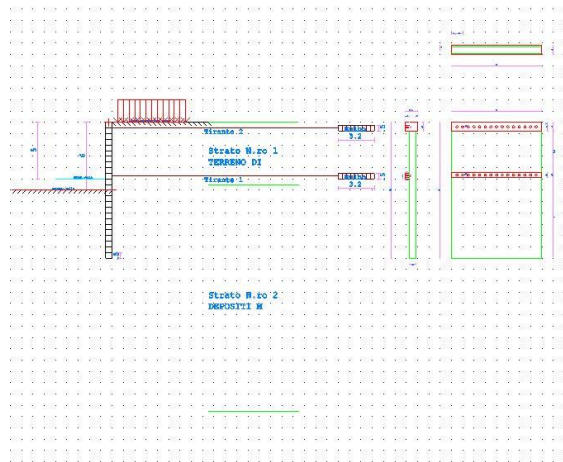


Figura 33 – Schema strutturale

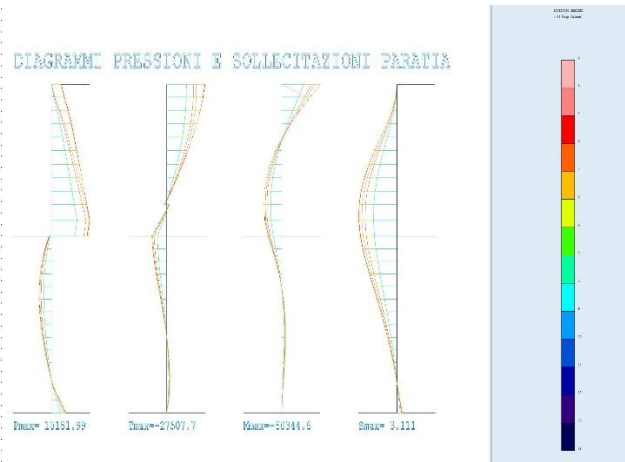


Figura 34 – Diagramma delle sollecitazioni

#### 6.1.4 Verifica al galleggiamento

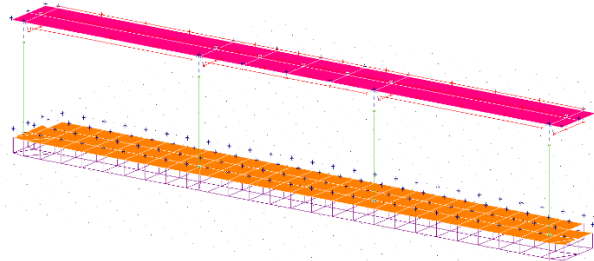
Una sintesi del comportamento della struttura in esame in riferimento all'azione della spinta idraulica agente sulla superficie intradossale della piastra di fondazione; considerando tuttavia, la reazione opposta a questa spinta del solo peso proprio della struttura eliminando qualsiasi altro carico permanente e accidentale agente verso il basso. In sostanza si verifica la reazione della struttura alla spinta idraulica con il solo peso proprio.



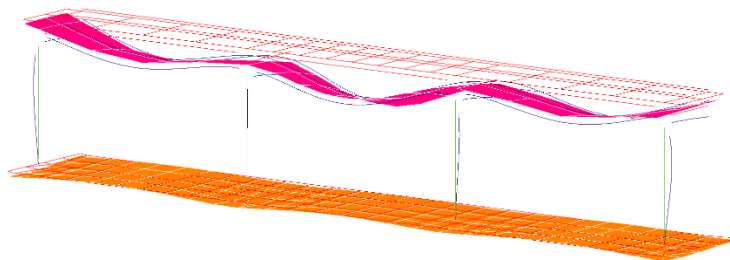
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE - COMPARTI A E B

Dall'analisi delle risultanze innanzitutto si desume che il peso proprio della struttura è superiore alla spinta idraulica sottostante. L'evidenza di quanto sopra asserito dai successivi grafici dove la deformata è verso il basso, le azioni di cedimento della piastra sono tutte verso il basso e sul palo, che potrebbe agire ad azioni di trazioni, invece risulta azione di compressione. L'occasione della verifica di galleggiamento è stata utile anche di validare che l'armatura prevista nella piastra, e in particolare al lembo superiore, è efficace ad assorbire le azioni flessionali, circostanza che si potrebbe esclusivamente nella fase di costruzione, ove non sono ancora presenti i carichi permanenti e propri.



**Figura 35** – Carico da spinta idraulica sotto piastra di fondazione



**Figura 36** – Confronto indeformata con deformata piastra di fondazione

### **6.1.5 Fasi esecutive**

Le varie fasi esecutive sono specificate nell'elaborato FCANEG00RE01\_A-Relazione sulla cantierizzazione ma in riferimento alle riprese di getto si specifica quanto segue:

Per migliorare la qualità delle riprese, in caso di gettata discontinua a brevi intervalli di tempo, si può aggiungere un ritardante di presa al primo calcestruzzo gettato, in maniera tale che la gettata del nuovo calcestruzzo possa cominciare prima della presa del vecchio calcestruzzo; per intervalli di tempo più importanti, si può fare ricorso all'applicazione, sulla ripresa, di una malta alla quale si prevede l'aggiunta del poliacetato di vinile (resina sintetica); in riferimento a alle riprese di getto tra diversi elementi strutturali (es. tra platea e setti verticali) si ricorre ad elementi specifici tipo **giunti waterstop** utilizzati per realizzare giunti di ripresa e di dilatazione nei getti di cemento armato. Assicurano una perfetta tenuta idraulica delle strutture (canalizzazioni, serbatoi, dighe, depuratori, ecc.) e sono dimensionati per resistere alle sollecitazioni dell'assestamento delle strutture e per adeguarsi alle escursioni termiche. Possono essere realizzati anche in gomma, assicurando, una perfetta tenuta idraulica, e sono dimensionati per resistere alle sollecitazioni cui è sottoposta la struttura in fase di assestamento e per adattarsi ai movimenti di dilatazione e contrazione dovuti all'escursione termica.