

**REALIZZAZIONE DEL
NUOVO SCIENCE CENTRE**
Città della Scienza

Via Coroglio 59 - 80124 - Napoli

**PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO-ECONOMICA**

CODICE

ST.RT

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA

FASE

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica

SCALA

(Integrazione ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs 50/2016)

DATA PRIMA EMISSIONE

31/01/2023

REVISIONE

02

DATA

06/12/2023

IL PROGETTISTA

RTI FINALCA INGEGNERIA s.r.l.

Capogruppo Mandataria

INTEGR. PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Alfredo Postiglione

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

Arch. Andrea Guazzieri

Arch. Valerio Ciotola

Dinamicamente Architetti (Arch. Luciano Esposito - Arch. Biagio Bove)

CONSULENZA ARCHITETTONICA

Arch. Raul Forsoni

PROGETTAZIONE STRUTTURE

Ing. Nicola Marchetti

PROGETTAZIONE IMPIANTI

ICARO s.r.l (Ing. Angelo Puerto)

Impianto di climatizzazione

Ing. Salvatore De Lucia

Impianti elettrici e speciali

FINALCA INGEGNERIA s.r.l

Impianti idrici e antincendio

COORD. DELLA SICUREZZA

Ing. Nicola Marchetti

CONSULENZA SCIENTIFICA

Ing. Roberto Castelluccio

CONS. PREVENZIONE INCENDI

Ing. Paolo Zannelli

CONS. RISPARMIO ENERGETICO

Ing. Agata Mancini

CONSULENZA SCIENTIFICA PAESAGGISTICA

Arch. Fabio Mangone

Il Committente

Il Progettista

Il Tecnico

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	PRESTAZIONI DI PROGETTO	4
1.2	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	4
1.2.0	Valutazione “pericolosità sismica”	5
1.2.1	Valutazione tempo di ritorno T_r	6
1.2.2	Periodo di riferimento V_r	6
1.2.3	Probabilità di superamento dello stato limite richiesto	7
1.2.4	Definizione della terna di valori a_g , F_0 , T^*_c	7
1.3	Effetto della risposta sismica locale	8
1.3.1	Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche	8
1.3.2	Condizioni topografiche	8
1.3.3	Termini di amplificazione stratigrafica e topografica	8
1.4	ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOTECNICI	9
1.4.1	Sondaggi a carotaggio continuo	10
1.4.2	Sezione di correlazione dei sondaggi eseguiti	14
1.4.3	Sezioni Geotecniche	14
1.4.4	Modello Geotecnico	15
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	16
3	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE	17
3.1	Ubicazione	17
3.2	Organismo strutturale	17
3.2.1	Struttura in elevazione	17
3.2.2	Fondazioni	19
3.2.3	Solai	19
3.2.4	Collegamenti verticali	20
3.2.5	Coperture	20

3.2.6	Resistenza al fuoco.....	22
4	RELAZIONE SUI MATERIALI	23
4.1	Calcestruzzo	23
4.1.1	Classe di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente	23
4.1.2	Requisiti di base per le caratteristiche del calcestruzzo.....	24
4.1.3	Classe di resistenza a compressione	24
4.1.4	Classi di consistenza del calcestruzzo fresco.....	25
4.1.5	Copriferro minimo.....	25
4.1.6	Dimensione massima nominale dell'aggregato - D_{max}	26
4.1.7	Verifiche Stati Limite di Esercizio	27
4.1.8	Requisiti di base per i materiali componenti	28
4.2	Tabella di sintesi requisiti di base calcestruzzo	30
4.3	Acciaio per armatura	31
4.4	Acciaio per c.a.p.....	31
4.5	Acciaio per carpenteria	31
4.5.1	Bulloneria.....	32
4.5.2	Saldature	32
4.6	Classe di esecuzione delle strutture.....	32
4.7	Connettori a Taglio.....	34
4.8	Calcestruzzo Alleggerito tipo LECA 1800 cls Lc 40/44	34
4.9	Solaio alleggerito tipo spiroll.....	35
4.10	Giunti water-stop.....	36
4.10.1	Profilo In PVC per Sigillatura Di Giunti Strutturali	36
4.10.2	Sistema Di Sigillatura Per Giunti Di Costruzione	36
4.11	Grigliati elettrosaldati.....	37
5	RELAZIONE DI CALCOLO	38
5.1	Modellazione Strutturale.....	38
5.2	Valutazione Delle Azioni Statiche.....	40
5.2.1	Analisi dei carichi	41
5.2.2	Carichi da neve	41
5.2.3	Carichi da vento	42
5.2.4	Azioni Termiche	45
5.2.5	Combinazioni di carico	45
5.3	Valutazione Delle Azioni Sismiche	46

5.3.1	Spettri di progetto.....	48
5.3.2	Combinazioni di carico dell'azione sismica.....	49
5.3.3	Effetti Del Secondo Ordine.....	50
5.3.4	Verifica deformabilità'	50
5.4	Sintesi Dei Risultati Strutture Tridimensionali	51
5.4.1	Progetto Armature elementi	54
6	RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONE.....	56
6.1	Richiami teorici - Metodi di analisi	56
6.2	Dati	58
6.3	Risultati analisi	79
7	CONCLUSIONI	82
7.1	Dichiarazioni secondo NTC 2018 (punto 10.2)	82

1 PREMESSA

La seguente relazione riferisce in merito agli aspetti di carattere strutturale geotecnico afferenti all'intervento di Ricostruzione del NUOVO SCIENCE CENTRE in Bagnoli – NA.

1.1 PRESTAZIONI DI PROGETTO

Le prestazioni delle strutture e le condizioni per la loro sicurezza sono state individuate comunemente dal progettista e dal committente. A tal fine è stata posta attenzione alla tipologia strutturale, al suo uso ed alle possibili conseguenze di azioni accidentali ed eccezionali.

Definito l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita delle strutture è stato accertato, in fase di dimensionamento, che essi non fossero superati.

Particolare attenzione è stata posta nella ricerca di soluzioni compatibili col linguaggio architettonico dell'edificio, risolvendo in maniera sistematica e metodica le esigenze scaturite dal dialogo col tema dell'involucro edilizio e la conservazione delle ampie luci all'interno delle sale espositive.

Altrettanta cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente realizzate solo mediante opportune procedure da seguire non solo nella successiva fase di progettazione, ma anche in fase di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera.

Per quanto riguarda la durabilità sono stati individuati tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui sarà sottoposta. Per maggiori specifiche si rimanda alla Relazione sui materiali allegata alla presente relazione.

1.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

La struttura di nuova realizzazione è ubicata a via Coroglio in Napoli (NA), comune che, secondo le direttive della O.P.C.M 3274, risulta classificato con grado di sismicità 2 (Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti forti - PGA fra 0,15 e 0,25 g).

Le progettazioni strutturali sono state redatte ottemperando alle disposizioni individuate dal D.M. 17.01.2018 ed in accordo con le mappe di pericolosità sismica INGV per le seguenti coordinate (deg): **Lat: 40.803516 – Long: 14.175607**

Verranno evidenziati dapprima tutti i parametri generali legati alla sismicità dell'area dell'intervento per poi passare al livello di importanza delle opere e scendere, infine, nel dettaglio della progettazione sismica in termini di metodi di analisi e spettri di progetto adottati.

1.2.0 Valutazione “pericolosità sismica”

Le azioni sismiche di progetto sono state definite, in primo luogo, dalla valutazione della “pericolosità sismica di base” riferita al sito di costruzione.

La normativa adottata (D.M. 17.01.2018 Testo Unico – Norme tecniche per le costruzioni) suddivide il territorio nazionale in un reticolo di punti di coordinate geografiche assegnate.

Per ogni punto del reticolo vengono assegnate le 9 terne di valori:

$$\bullet \quad a_g F_o T_c^*$$

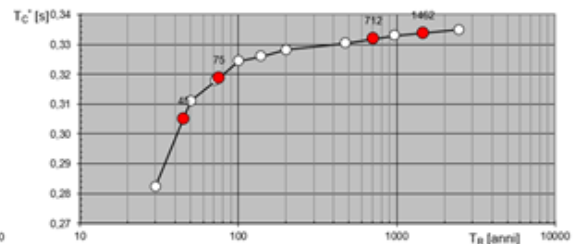
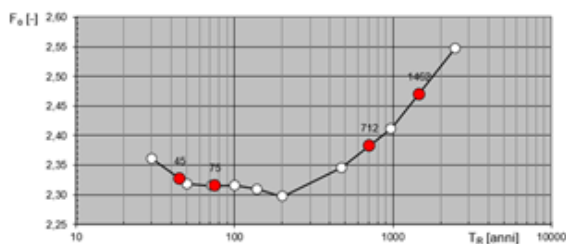
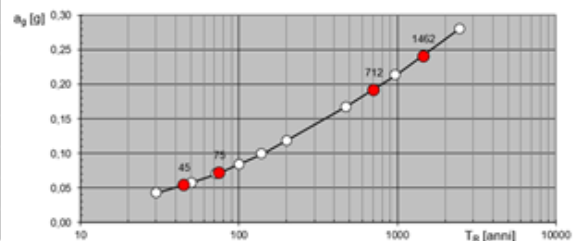
per i periodi di ritorno (T_R) di riferimento dove:

- a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo di riferimento rigido.
- F_o è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_c^* è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La posizione geografica di riferimento del comune rientra all'interno di una specifica quaterna di punti notevoli del reticolo.

Interpolando i valori si ottengono le terne di valori per i periodi di ritorno di riferimento specifiche per il comune in oggetto.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,042	2,361	0,282
50	0,057	2,318	0,311
72	0,070	2,315	0,318
101	0,084	2,316	0,324
140	0,099	2,309	0,326
201	0,118	2,296	0,328
475	0,167	2,345	0,330
975	0,213	2,411	0,333
2475	0,280	2,547	0,335



1.2.1 Valutazione tempo di ritorno T_R

Per la scelta del periodo di ritorno da utilizzare intervengono 2 fattori:

- la valutazione del periodo di riferimento (V_r);
- la probabilità di superamento dello stato limite di progetto, ossia, in altre parole, la richiesta prestazionale che la struttura deve soddisfare.

Il periodo di ritorno è funzione sia dallo stato limite considerato che dal periodo di riferimento V_R . Si definisce pertanto la seguente relazione:

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

1.2.2 Periodo di riferimento V_r

Il periodo di riferimento (V_r) dell'evento sismico viene definito al par. 2.4.3 del D.M. 17.01.18 come prodotto tra la vita nominale (V_n) ed il coefficiente d'uso (C_u), ottenendo:

$$V_r = V_n \times C_u$$

Considerando per tutte le opere un'importanza strategica, il termine V_n , definito al par. 2.4.1 del D.M. 17.01.18, è stato preso pari a 50 anni.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

La classe d'uso III, definita al par 2.4.2 del D.M. 17.01.18, relativa a “Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso”, fornisce un **coefficiente d'uso** C_u pari a 1,5.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Per quanto detto il periodo di riferimento V_r assume il seguente valore:

- **$V_r = 50 \times 1,5 = 75$ anni**

1.2.3 Probabilità di superamento dello stato limite richiesto

Gli stati limite della struttura sono raccolti nella successiva tabella suddivisa per stati limite di esercizio e stati limite ultimi:

Stati limite di esercizio	SLO	81%	45 anni
	SLD	63%	75 anni
Stati limite ultimi	SLV	10%	712 anni
	SLC	5%	1462 anni

In ottemperanza al punto 7.3.6 delle NTC, le verifiche di resistenza e di rigidezza degli elementi strutturali sono state eseguite nei confronti degli stati limite indicati nella Tab. 7.3.III di seguito riportata:

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

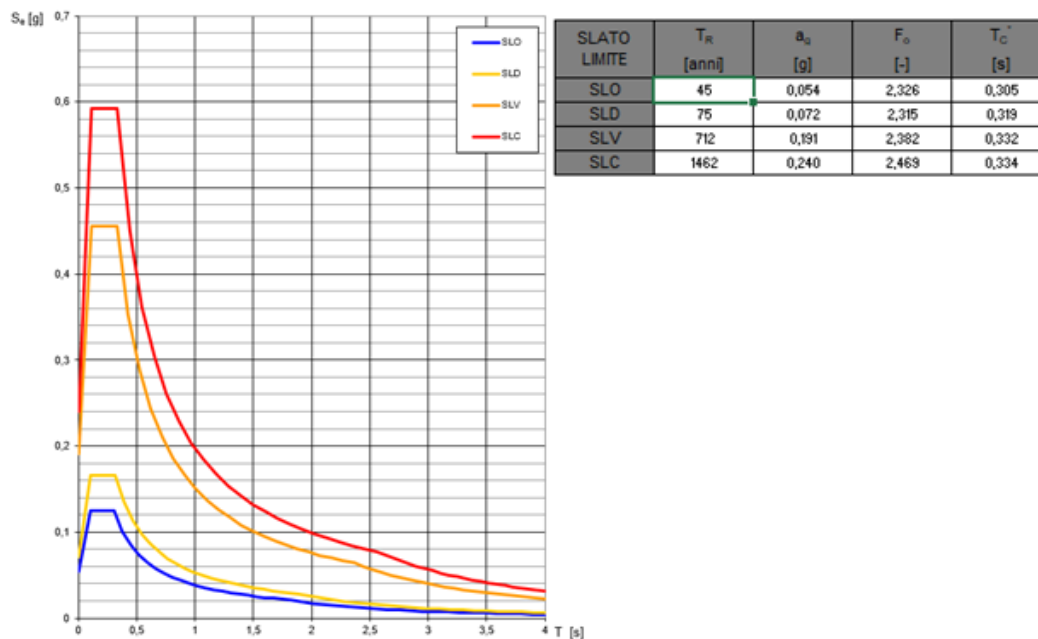
STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

1.2.4 Definizione della terna di valori a_g , F_0 , T^*_c

In ultima analisi, le scelte progettuali introdotte ai due paragrafi precedenti definiscono la massima accelerazione orizzontale al sito su suolo di riferimento rigido:



1.3 Effetto della risposta sismica locale

Occorre valutare le condizioni geomorfologiche del sito che interessa le opere. Il D.M. 17.01.2018 individua 2 parametri amplificativi dell'azione sismica riferiti al tipo di sottosuolo ed alla condizione topografica.

1.3.1 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

In funzione della rigidezza del terreno il D.M. 17.01.2018 definisce 5 categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II). Dalla Relazione Geologica allegata è stata attribuita la categoria di rigidezza del terreno: **Categoria di sottosuolo C**

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

1.3.2 Condizioni topografiche

Secondo le disposizioni della tabella 3.2.III delle NTC2018, l'area in oggetto è stata individuata dal punto di vista topografico come superficie appartenente alle seguenti categorie topografiche: **Categoria topografica T1.**

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

1.3.3 Termini di amplificazione stratigrafica e topografica

In diretta correlazione con il precedente capitolo 3.4, vengono definiti il coefficiente di amplificazione stratigrafica correlato alla categoria di sottosuolo (Ss) ed il coefficiente di amplificazione topografica correlato alla condizione topografica (St).

- Coefficiente di amplificazione stratigrafica categoria di sottosuolo tipo C
 - **Ss = 1,426 - Cc = 1,511**
- Coefficiente di amplificazione topografica:
 - Categoria Topografica **T1** → **St = 1,0;**

Prodotto dei coefficienti S_s ed S_T viene indicato con il termine **S**.

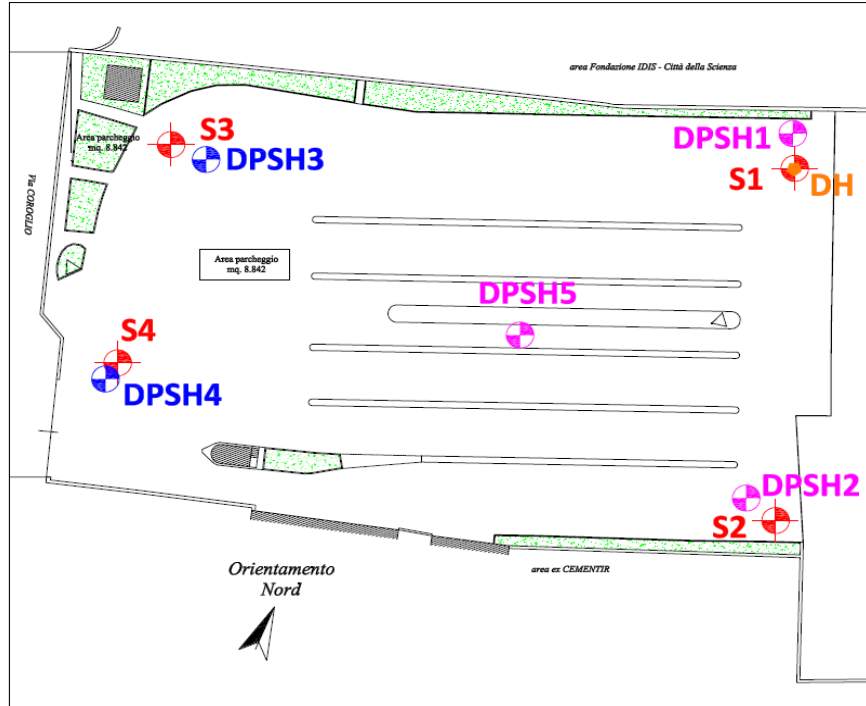
1.4 ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOTECNICI

La caratterizzazione sismica del sottosuolo adottata è stata definita attraverso la relazione Geologica e Sismica a firma del Dott. Geol. Marco Mancuso. Da tale elaborato è stata attribuita una categoria di profilo stratigrafico di tipo “C” ed una categoria di sottosuolo di tipo: **T1**.

Di seguito si riporta la localizzazione planimetrica delle indagini considerate al fine di caratterizzare i litotipi presenti in sito.



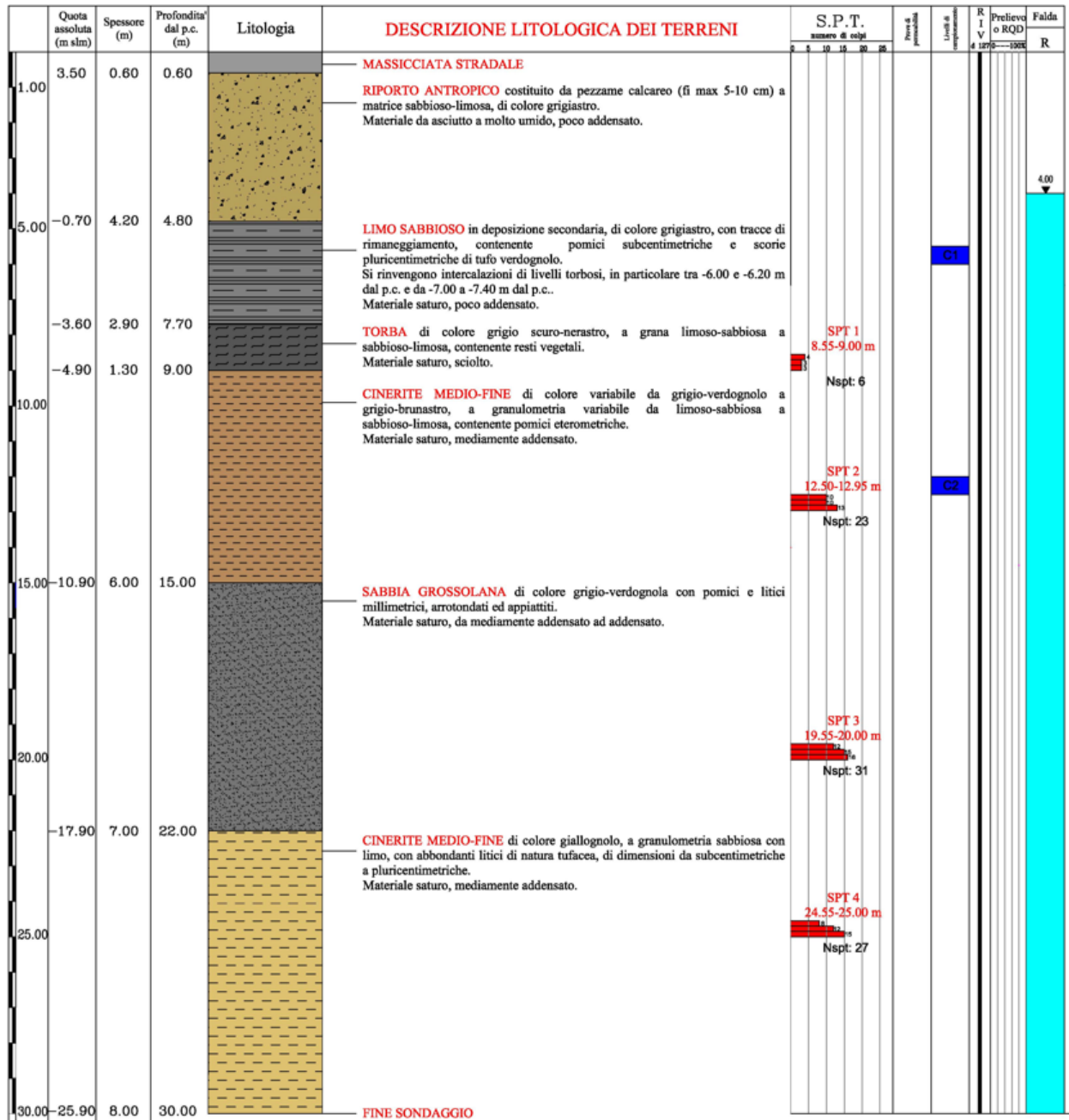
Inquadramento territoriale con l'area in esame



In particolare:

- n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo fino alla profondità di 30m;
- n. 5 prove penetrometriche dinamiche tipo DPH.

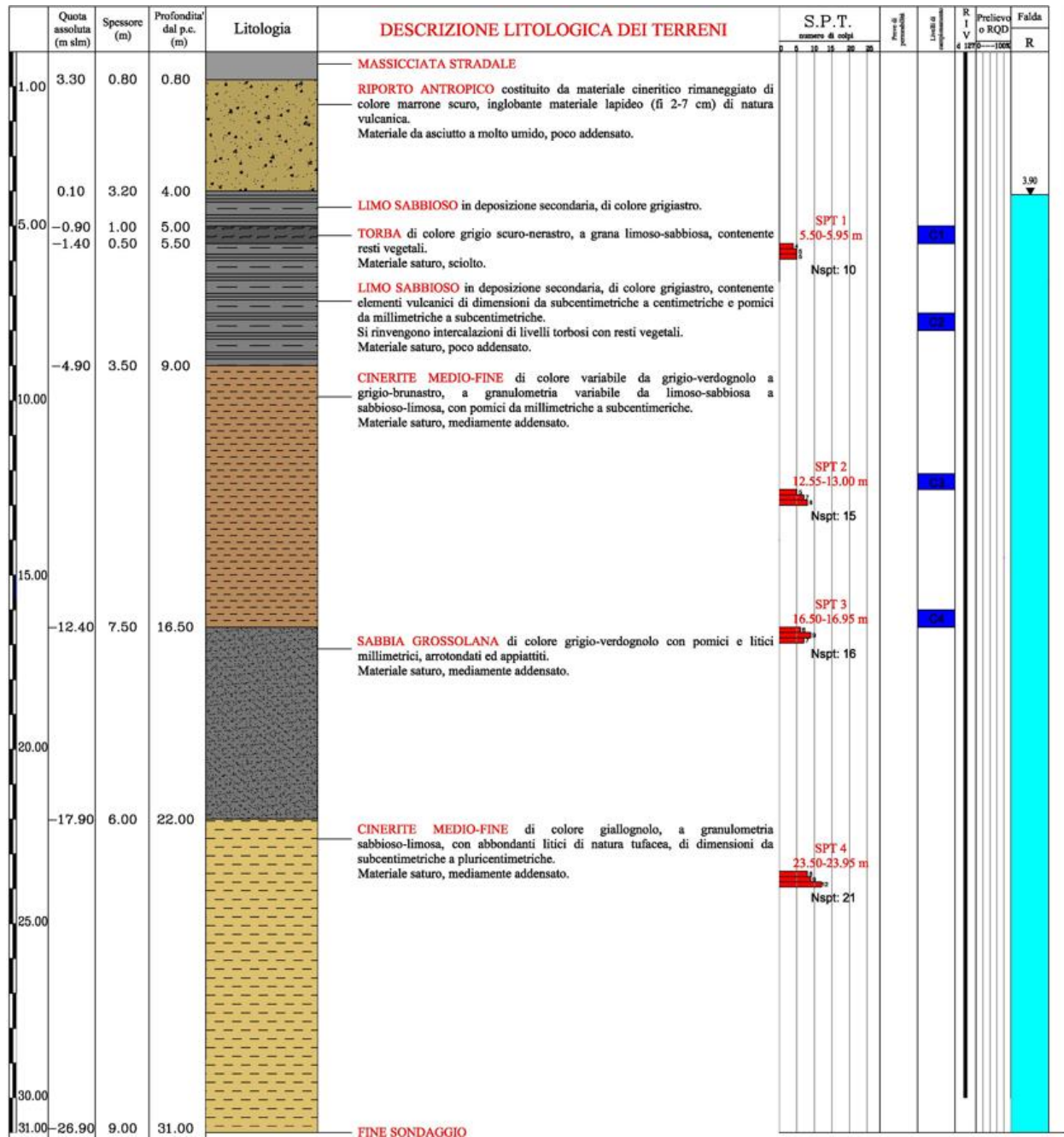
1.4.1 Sondaggi a carotaggio continuo



Sondaggio S1 – Fonte Rel Geologica

La falda è rilevata a -4.00m dal p.c.

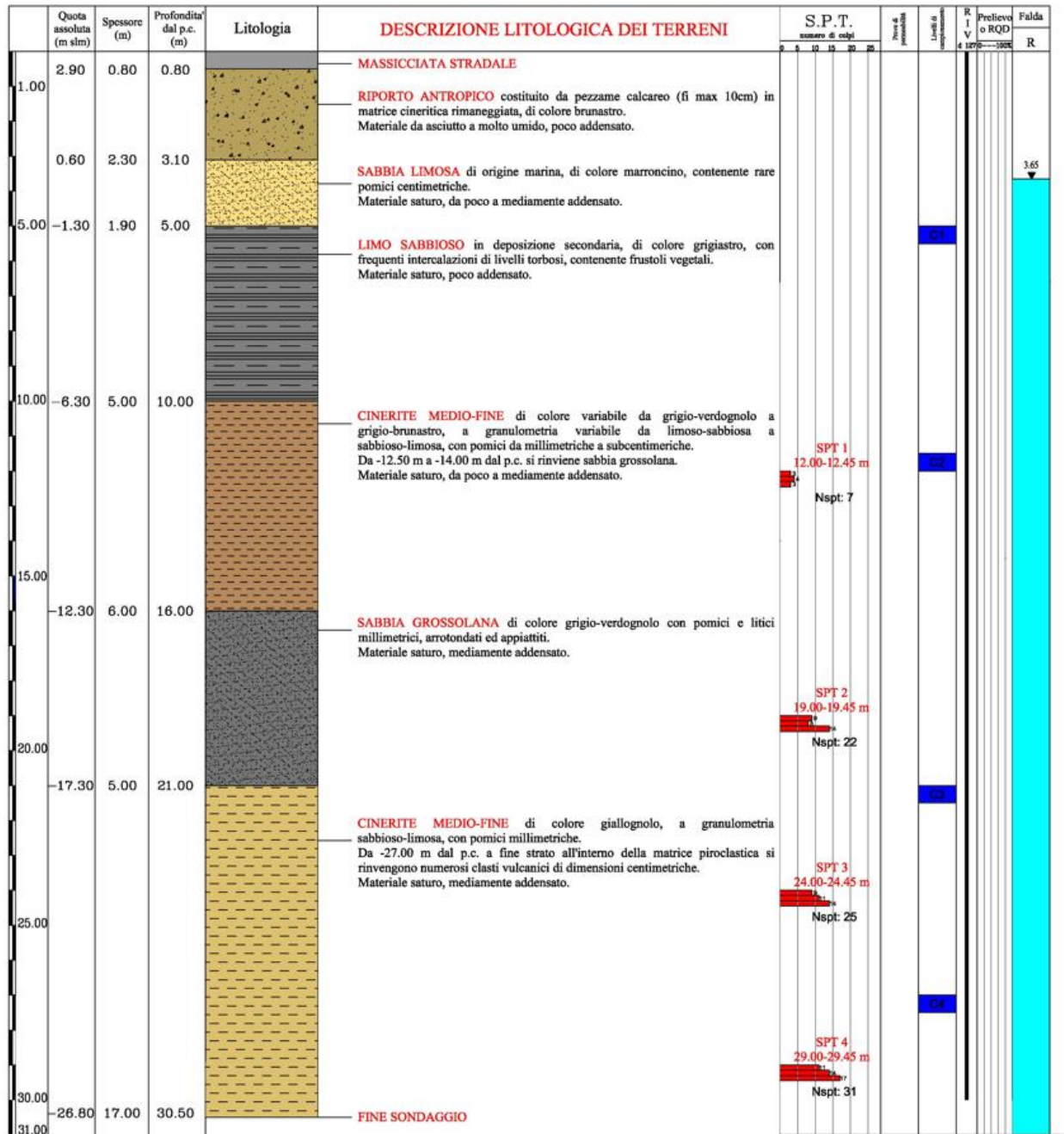
Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA



Sondaggio S2 – Fonte Rel Geologica

La falda è rilevata a -3.90m dal p.c.

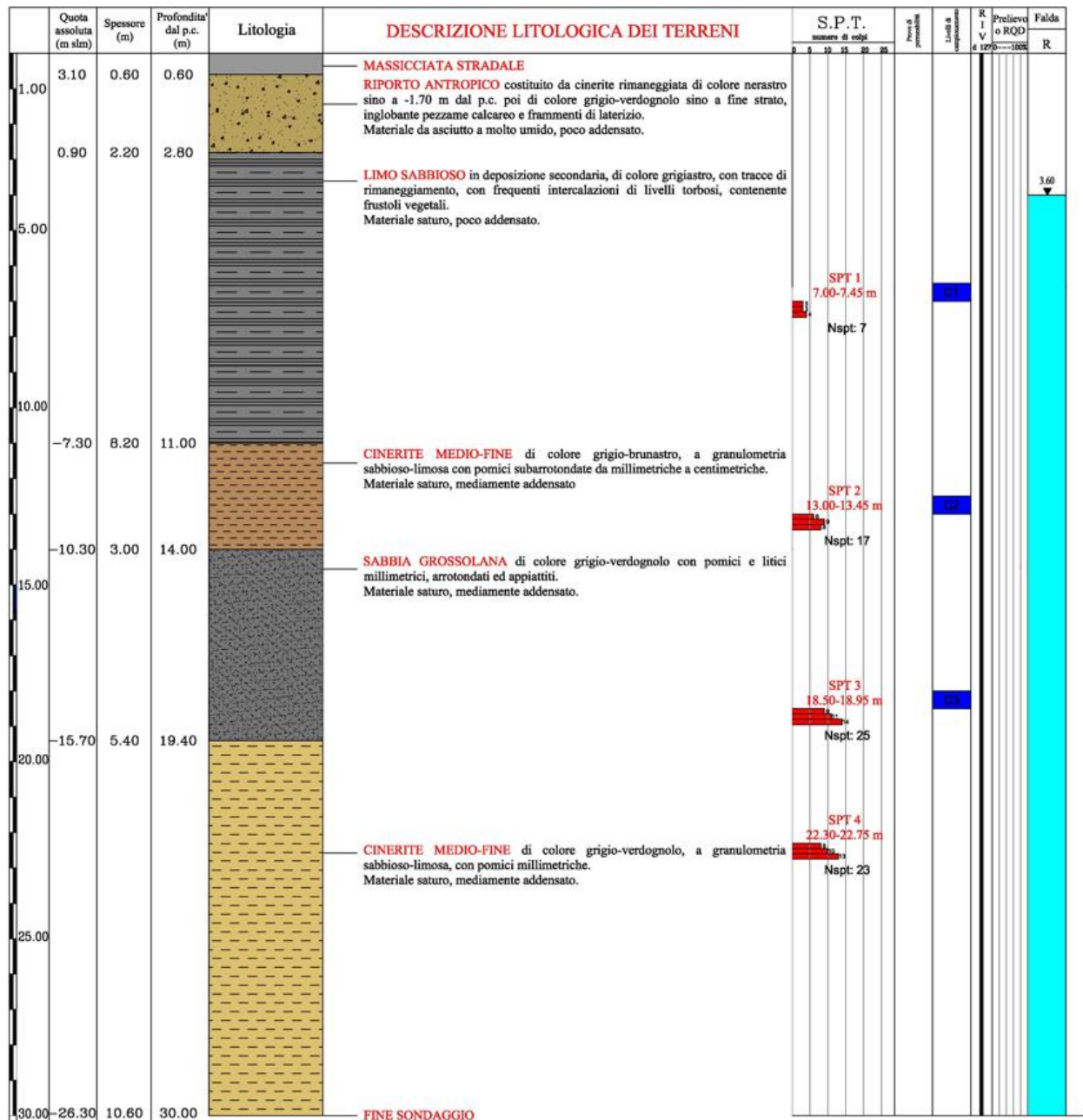
Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA



Sondaggio S3 – Fonte Rel Geologica

La falda è rilevata a -3.65m dal p.c.

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

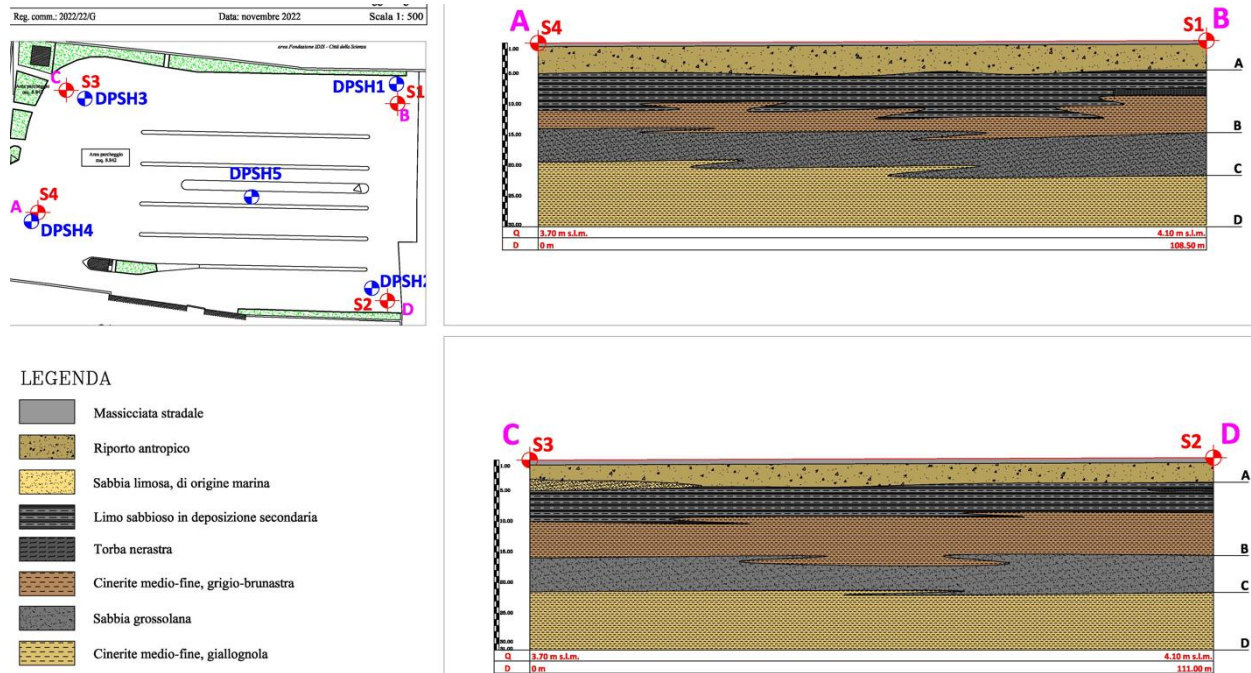


Sondaggio S4 – Fonte Rel Geologica

La falda è rilevata a -3.60m dal p.c.

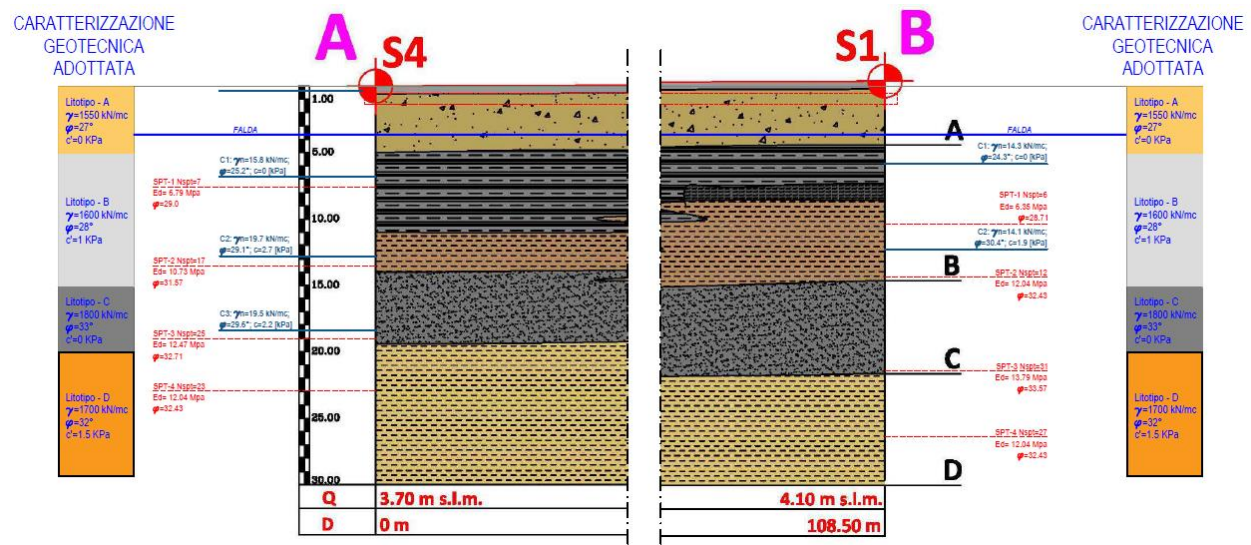
1.4.2 Sezione di correlazione dei sondaggi eseguiti

I sondaggi precedentemente indicati sono stati messi in correlazione e sono state realizzate le seguenti sezioni geologiche.

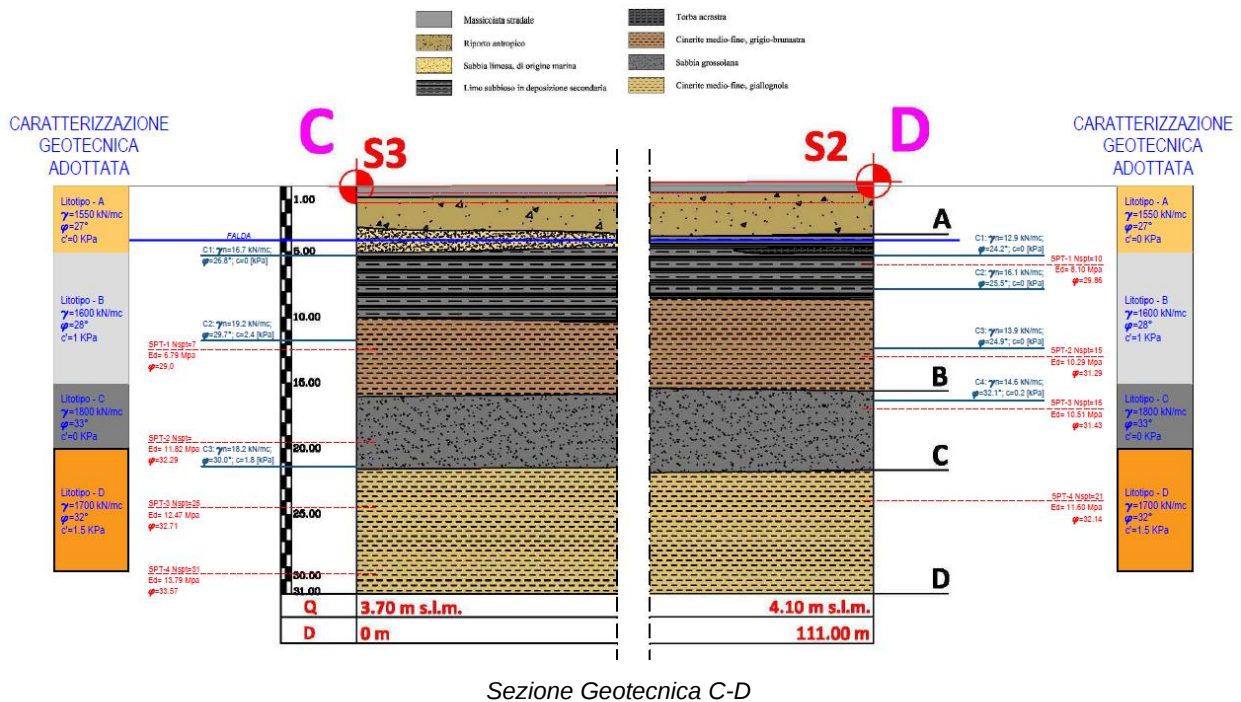


1.4.3 Sezioni Geotecniche

Partendo dalle precedenti sezioni geologiche si sono ricavate le sezioni geotecniche utilizzate per la definizione del modello geotecnico.



Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA



Le sezioni sono riportate in maniera integrale nell'elaborato grafico allegato alla presente relazione.

1.4.4 Modello Geotecnico

A seguito dell'analisi dei risultati si adottano i seguenti parametri geotecnici:

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DI SINTESI				
Strato e profondità (m dal p.r.)	A) 0.0-3/5.0	B) 5.0-15.0	C) 15-20.0	D) 20.0-30.0
Terreno indagato	Riporti	Ceneri sabbiose, limi e torbe	Sabbie marine	Cinerite medio-fine
Nspt (colpi)	0-5	5-10	20-30	20-25
Peso di volume γ (g/cm ³)	1.5-1.6	1.5-1.7	1.7-1.9	1.6-1.8
Angolo di attrito ϕ' (°)	26-28	27-29	32-34	30-32
Densità relativa D_r (%)	30-50	40-60	50-70	50-60
Coesione (KPa)	0	0-2	0	1-2,5

Tab. 3 – Modello geologico-tecnico di sintesi del sito (fino a 30 m) – Nuovo CDS in via Coroglio (NA).

La falda media si attesta a circa -3.80m dal p.c.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa di riferimento adottata è la seguente:

- **D.M. 17.01.2018** “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.”
- **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7**
- **Legge nr. 1086 del 05/11/1971** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- **Legge nr. 64 del 02/02/1974** - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988** - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- **Eurocodice 1** – Azioni sulle strutture;
- **Eurocodice 2** - Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- **Eurocodice 3** - Progettazione delle strutture di acciaio;
- **Eurocodice 7** - Progettazione geotecnica;
- **Eurocodice 8** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture;
- **Norma CNR 10018/85.**

Per le caratteristiche dei materiali si fa inoltre riferimento alle seguenti Norme:

- **UNI ENV 206:2016** – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- **UNI-ENV 197/1** - Cemento, Composizione, Specificazioni e criteri di conformità.
- **UNI 8520** - Aggregati per confezione di calcestruzzi - Definizione, classificazione e caratteristiche.
- **UNI 5744** - Rivestimenti metallici protettivi a caldo. Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione.
- **UNI EN 10025** - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali - Condizioni tecniche di fornitura.
- **ENI EN 10020** - Definizione e classificazione dei tipi di acciaio.

3 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

3.1 Ubicazione

L'area nella quale si prevede la realizzazione del Nuovo Science Center si estende 23.000 mq ed è individuata dall'unità di intervento "1b2" del PRARU vigente.

Il sito di intervento si compone di un'area già bonificata (che corrisponde per la quasi totalità ad un'area che oggi ospita un parcheggio a raso) ed un'area da bonificare che presenta un'estensione di circa 8.600 m². Anche le aree esterne adiacenti l'edificio saranno parte dell'intervento e della razionalizzazione delle funzioni complessive didattiche e attrattive di Città della Scienza.

3.2 Organismo strutturale

Il manufatto in oggetto si sviluppa su di una pianta di forma rettangolare di dimensioni: 27.9*144.5 m, sviluppandosi in altezza configurando una copertura a doppia-doppia falda, rappresentativa di uno dei temi architettonici principali.

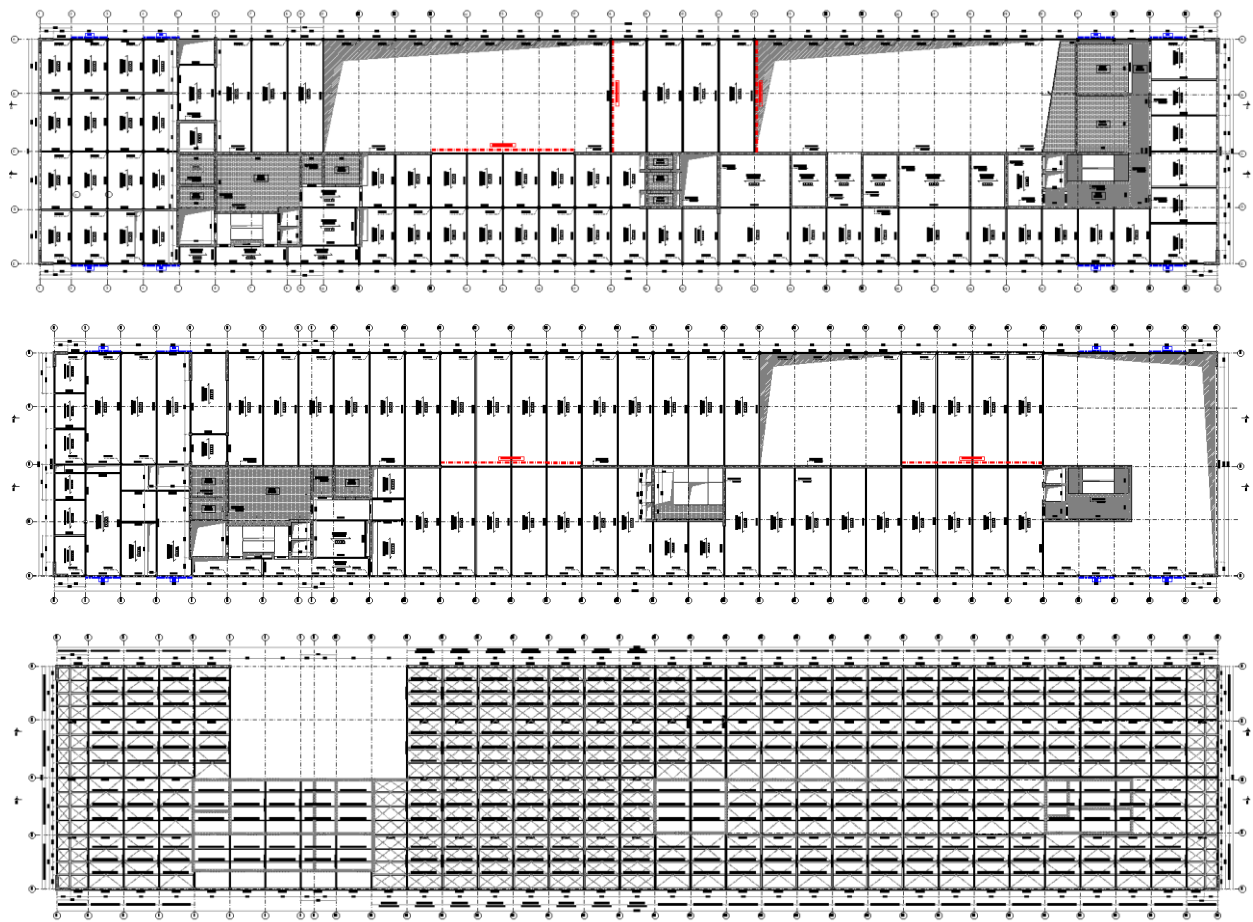
3.2.1 Struttura in elevazione

L'organismo strutturale presenta un'intelaiatura sismo-resistente del tipo non-dissipativo data dalla composizione di telai piani disposti ad interasse costante di 4.40 m, realizzati interamente in acciaio S355 zincato a caldo, all'interno dei quali si collocano dei nuclei in calcestruzzo armato, che sviluppandosi a tutt'altezza, conferiscono le necessarie capacità dissipative nei confronti delle azioni sismiche.

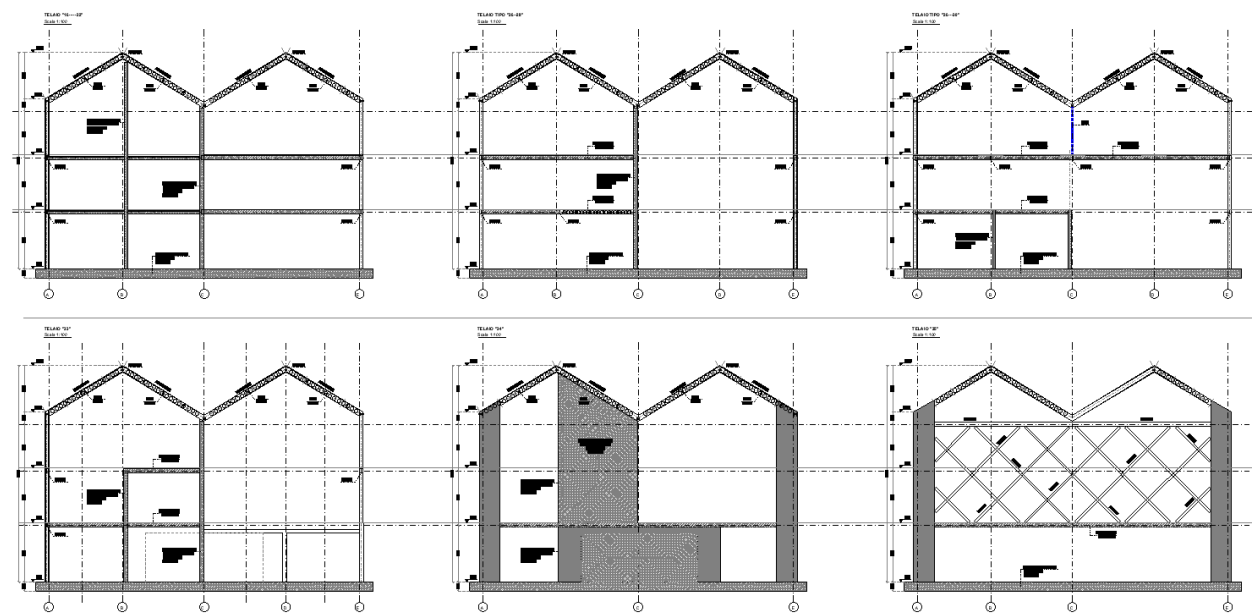
Proprio la collocazione planimetrica dei suddetti nuclei in c.a., unita alla complessità funzionale e volumetrica del corpo dell'edificio, ha suggerito l'abolizione di giunti sismici ad appannaggio di un unico organismo strutturale.

La struttura si completa lungo il perimetro attraverso dei telai di collegamento di tipo tradizionale, talvolta controventato [CBF] che, in corrispondenza delle testate, al fine di assecondare le esigenze di carattere architettonico, assume una configurazione del tipo a griglia romboidale.

La tipologia di profili prescelta per gli elementi verticali è prevalentemente del tipo a doppio "T" (serie HB) mentre per gli elementi orizzontali è anch'essa del tipo a doppio "T" (serie IPE e HEA) a meno di particolari luci per le quali è stata adottata una soluzione del tipo reticolare (*trave parete*).



Carpenterie



Sezioni trasversali

La restituzione degli ampi volumi privi di qualsiasi elemento strutturale intermedio, è resa possibile attraverso il potenziamento delle strutture in copertura ottenute anch'esse con sistemi reticolari talvolta caratterizzati da importanti infittimenti delle controventature di falda.

In corrispondenza delle ampie luci, è stato opportuno prevedere delle travature di tipo reticolare, talvolta a tutt'altezza, caratterizzata da geometrie completamente integrate coi temi architettonici.

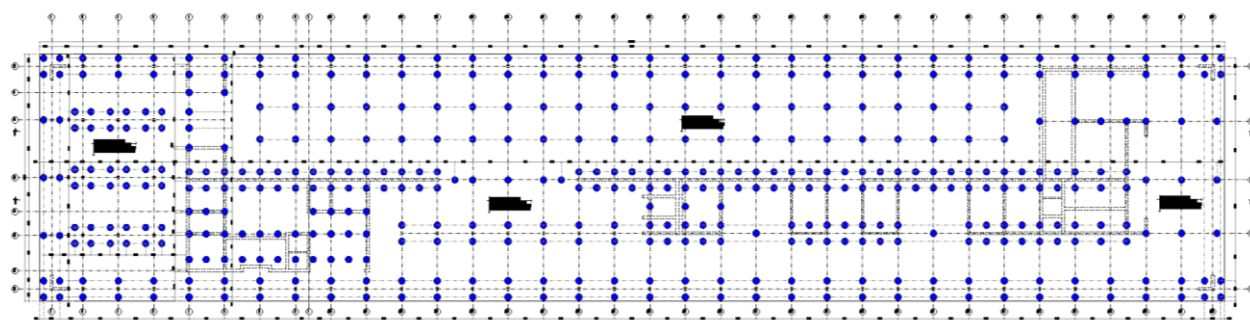
La chiusura del fuso strutturale si ottiene mediante il collegamento a quota impalcato con le travi di piano.

L'assemblaggio di tutta la carpenteria metallica è demandato unicamente alle giunzioni di tipo bullonato; sono rimandati in officina tutti i collegamenti del tipo saldato quali: piastre di attesa, giunti a completo ripristino e diagrid di irrigidimento.

3.2.2 Fondazioni

Il sistema fondale adottato è del tipo indiretto costituito da una platea in c.a. dello spessore di 80 cm posta a circa 1.50 dal p.c.. la cui riduzione dei cedimenti differenziali è affidata ad un sistema di pali $\Phi 800$ [n°436] del tipo trivellato CFA, della lunghezza di 22.50 m.

Per maggiori specifiche si rimanda agli elaborati grafici ed alla relazione di calcolo delle fondazioni (ST.F)

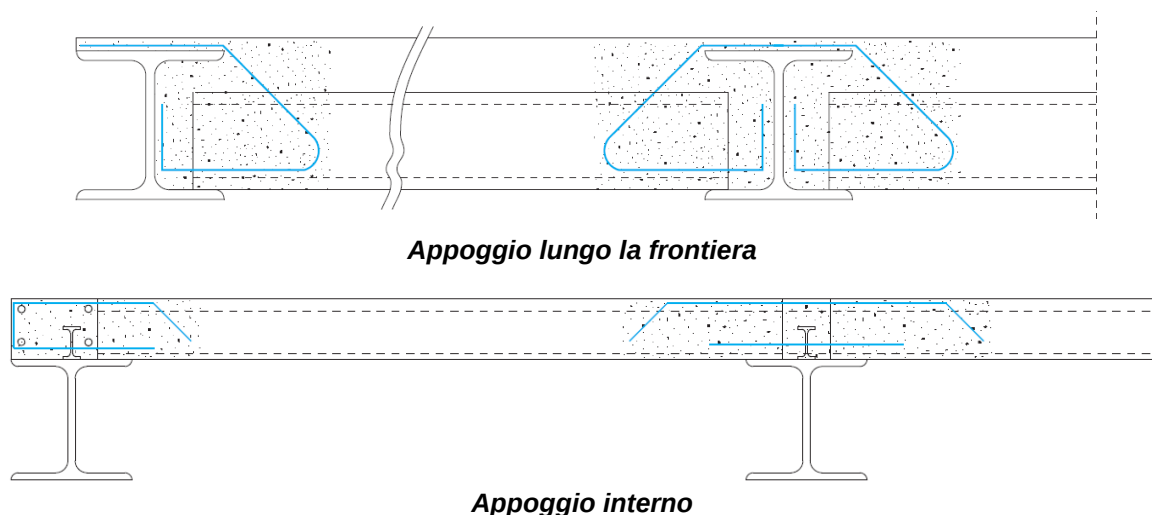


Pianta fondazioni – Tracciamento pali

3.2.3 Solai

Attesa l'importanza delle luci e delle portanze richieste, sono state preferite delle soluzioni prefabbricato in c.a.p. del tipo alveolare dello spessore di 35 e 25 cm, completati da una soletta in cls alleggerito ($g = 1750 \text{ kg/mc}$) dello spessore di 5 cm dello spessore di 5 cm armata con r.e.s. ed armatura di monconatura.

Al fine di limitare le interferenze col tema di facciata per le lastre in c.a.p. con tesata posta in corrispondenza della frontiera dell'edificio è previsto l'inserimento della lastra all'intradosso del profilo metallico. Diversamente per i profili interni è prevista una soluzione di tipo convenzionale con lastra adagiata sull'estradosso dei profili in acciaio.



Per gli impalcati di luce ridotta, in particolare nei locali sottotetto, è prevista l'adozione di soluzioni di tipo leggero costituito da lamiera grecata con getto di completamento in calcestruzzo alleggerito. Per i locali tecnici posti sulla medesima verticale, al fine di favorire gli attraversamenti tecnologici è prevista la predisposizione di un orso-grill in acciaio.

Le finiture orizzontali sono caratterizzate da un pacchetto tecnologico del tipo a pannelli radianti al di sopra del quale si sviluppa una finitura caratterizzata da una pavimentazione in cls.

3.2.4 Collegamenti verticali

Per i collegamenti verticali interni ricavati all'interno dei nuclei in c.a., si prevede la realizzazione di solette rampanti del tipo gettato in opera.

Per i collegamenti verticali al di fuori dei nuclei in c.a. si prevede la realizzazione sottostrutture interamente in carpenteria metallica.

3.2.5 Coperture

Per la copertura a falde multiple è prevista l'adozione di una struttura reticolare piana caratterizzata da arcarecci e crociere in profili tubolari di uso corrente e profili del tipo alveolare HEA320/465 per le travi di falda. La continuità di quest'ultime coi montanti, attraverso collegamenti a completo ripristino, restituisce un importante contributo in termini di rigidità

all'intero sistema.

Tipo	Designazione H	Caratteristiche delle travi			Dimensioni degli elementi					
		Massa lineare kg/m	Sezione con fori I'_x cm ⁴	I'_x/v cm ³	b mm	h mm	e mm	a mm	r mm	h ₁ mm
IPE	200-300	22,4	4 469	298	100	44,4	8,5	5,6	12	35,9
	220-330	26,2	6 370	386	110	48,9	9,2	5,9	12	39,7
	240-360	30,7	8 949	497	120	53,3	9,8	6,2	15	43,5
	270-405	36,1	13 279	656	135	60,0	10,2	6,6	15	49,8
	300-450	42,2	19 129	850	150	66,7	10,7	7,1	15	56,0
	330-495	49,1	26 939	1 088	160	73,3	11,5	7,5	18	61,8
	360-540	57,1	37 232	1 379	170	80,0	12,7	8	18	67,3
	400-600	66,3	52 897	1 763	180	88,9	13,5	8,6	21	75,4
	450-675	77,6	77 037	2 283	190	100,0	14,6	9,4	21	85,4
	500-750	90,7	109 934	2 932	200	111,1	16	10,2	21	95,1
	550-825	106	152 996	3 709	210	122,2	17,2	11,1	24	105,0
HEA	600-900	122	209 848	4 663	220	133,3	19	12	24	114,3
	200-285	42,3	8 596	603	200	42,2	10	6,5	18	32,2
	220-315	50,5	12 584	799	220	46,7	11	7	18	35,7
	240-345	60,3	18 067	1 047	240	51,1	12	7,5	21	39,1
	260-375	68,2	24 317	1 297	260	55,6	12,5	7,5	24	43,1
	280-405	76,4	31 741	1 567	280	60,0	13	8	24	47,0
	300-435	88,3	42 420	1 950	300	64,4	14	8,5	27	50,4
	320-465	97,6	53 285	2 292	300	68,9	15,5	9	27	53,4
	340-495	108	64 320	2 599	300	73,3	16,5	9,5	27	56,3
	360-525	112	76 812	2 926	300	77,8	17,5	10	27	60,3
	400-585	125	104 422	3 570	300	86,7	19	11	27	67,7
	450-660	140	147 431	4 468	300	97,8	21	11,5	27	76,8
	500-735	155	200 999	5 469	300	108,9	23	12	27	85,9
	660-810	166	258 073	6 372	300	120,0	24	12,5	27	96,0
	600-885	178	324 927	7 343	300	131,1	25	13	27	106,1

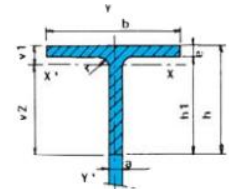
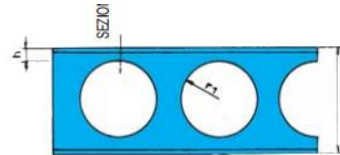
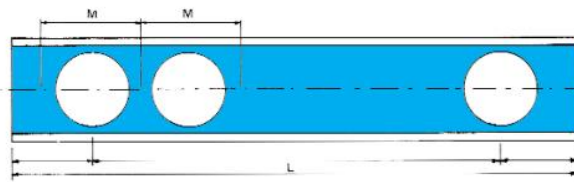


Tabella Travi alveolari circolari

Al fine di garantire il livello di sicurezza imposti da normativa è stato opportuno, in alcuni campi, raddoppiare la controventatura di falda rispetto alla maglia standard, conservando la continuità tra le travi di falda e ed i montanti delle travi-parete. La chiusura del telaio alla base si ottiene mediante la collocazione di una trave di piano.

3.2.6 Resistenza al fuoco

La garanzia di resistenza e deformabilità della carpenteria metallica è assicurata generalmente dalla protezione offerta dal rivestimento multistrato con finitura in cartongesso scelto per le finiture interne.

Nelle soluzioni di coesistenza all'interno delle intercapedini, in parete ed in copertura, degli impianti tecnologici, è prevista la protezione preventiva dei profili in acciaio mediante un intonaco a base di gesso con approvazione tecnica europea ETA - 11/0229.



4 RELAZIONE SUI MATERIALI

La progettazione della miscela è stata effettuata sulla base della definizione della classe di esposizione ambientale dei diversi manufatti, della consistenza necessaria allo stato fresco e della caratteristica di resistenza allo stato indurito, in allineamento alla norma UNI EN 206-1 ed alla norma UNI 11104 che stabiliscono le CONDIZIONI MINIME OPERATIVE da adottare per prescrivere un materiale con le caratteristiche prestazionali richieste.

4.1 Calcestruzzo

4.1.1 Classe di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente

Aspetto essenziale per la scelta del giusto calcestruzzo è la condizione ambientale in cui la struttura opera. Questa influenza la vita nominale delle costruzioni, cioè il tempo durante il quale i materiali sono in grado di conservare le caratteristiche prestazionali richieste dal progetto, mantenendo inalterato il grado di sicurezza previsto.

È pertanto indispensabile individuare la classe di esposizione ambientale che indica il maggiore o minore livello di aggressività del luogo in cui la struttura sarà inserita.

Le opere in oggetto sono rappresentate da vasche parzialmente interrato ed in parte esposte agli agenti atmosferici che accolgono liquidi. Pertanto le classi di esposizione considerate per le opere civili analizzate, secondo la UNI - EN 206 -1 e la UNI 11104 sono:

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.

Di seguito si riporta la suddivisione in categorie con le rispettive classi di esposizione:

Categorie opere civili	Corrosione indotta da carbonatazione
Strutture in Elevazione	XC4
Pali e Struttura di Fondazione	XC2

4.1.2 Requisiti di base per le caratteristiche del calcestruzzo

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 5.3.2]

Il prospetto in basso fornisce i valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in relazione alle classi di esposizione. I valori riportati sono idonei per i cementi di classe 32.5 e 42.5 conformi alla UNI EN 197-1 e a un aggregato avente dimensione massima del granulo compresa tra 20 e 32 mm.

I valori per il rapporto massimo acqua/cemento, il contenuto minimo in cemento e la classe minima di resistenza si applicano a tutte le classi di esposizione e devono essere soddisfatti contemporaneamente ed indipendentemente gli uni dagli altri.

prospetto F.1 Valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
						Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ⁽¹⁾	4,0 ⁽¹⁾	4,0 ⁽¹⁾	-	-	-
Altri requisiti												Aggregati conformi al prEN 12620:2000 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati ⁽²⁾		

4.1.3 Classe di resistenza a compressione

Per le opere in c.a. è previsto l'utilizzo di calcestruzzi con caratteristiche di resistenza a 28 gg non inferiore ai valori seguenti:

Categorie opere civili	Classe di resistenza	R _{ck}	f _{ck}	f _{cd}	f _{ctm}	u.m.
Strutture di fondazione ed elevazione	32/40	40	33.2	22.1	3.1	[MPa]
Pali di Fondazione	25/30	30	24.9	16.6	2.5	[MPa]
Magrone	12/15	15	12.45	8.30	1.6	[MPa]

Legenda:

f_{ck} (resistenza cilindrica a compressione):

$$f_{ck} = 0.83 R_{ck};$$

f_{cd} (resistenza di calcolo a compressione):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

f_{ctd} (resistenza di calcolo a trazione):

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c;$$

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm};$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

$$f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln[1 + f_{cm}/10]$$

per classi ≤ C50/60

per classi > C50/60

4.1.4 Classi di consistenza del calcestruzzo fresco

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 4.2.1]

Si identifica come lavorabilità la capacità del calcestruzzo di assumere la forma del recipiente che lo contiene, normalmente il cassero; il procedimento più usato soprattutto in cantiere è lo SLUMP TEST il quale suddivide gli impasti in cinque classi basandosi sulla misura dell'abbassamento al cono del calcestruzzo fresco per effetto del peso proprio:

Classe di consistenza	Abbassamento al cono (in mm)	Denominazione corrente	Campo di applicazione consigliato
S1	da 10 a 40	Umida	
S2	da 50 a 90	Plastica	Cordoli, fognature
S3	da 100 a 150	Semifluida	Scale, rampe, coperture inclinate
S4	da 160 a 210	Fluida	Fondazioni, pareti, pilastri, travi, solai
S5	oltre 220	Superfluida	Strutture sottili, solette molto armate, pavimentazioni

La lavorabilità adottata per tutte parti strutturali delle opere gettate in opera da realizzarsi è riconducibile alla denominazione:

- **Fluida S4** **Pareti**
- **Fluida S5** **Solette**

La lavorabilità adottata per il calcestruzzo autocompattante prevista per pali di tipologia CFA è riconducibile alla classe di spandimento **SF2** (SLUMP FLOW TEST).

Classe di Spandimento	SF1	SF2	SF3
Diametro di spandimento finale [mm]	Da 550 a 650	Da 660 a 750	Da 760 a 850

4.1.5 Copriferro minimo

La durabilità delle strutture è vincolata anche al rispetto dei valori di copriferro previsti nelle NTC 2018 4.1.6.1.3 in allineamento con la UNI ENV 1992-1-1 per corrispettive classi di esposizione.

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm.

Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Pertanto, nell'edificio di progetto ($V_N=50$ anni) il calcolo del copriferro nominale è pari al copriferro minimo (Tab. C4.1.IV) maggiorato di 10 mm per considerare la tolleranza di posa.

In particolare:

$C_{solette}$	$30 + 10 = 40$ mm	XC4
$C_{pilastri, travi e pareti}$	$35 + 10 = 45$ mm	XC4
$C_{solette fondazioni}$	$20 + 10 = 30$ mm	XC2

4.1.6 Dimensione massima nominale dell'aggregato - D_{max}

Condizione necessaria per ottenere una struttura omogenea e compatta è la corretta prescrizione della dimensione massima dell'aggregato, indicata con D_{max} .

In particolare i fattori che influenzano il D_{max} sono:

- **la modalità di getto** (in caso di pompaggio si consiglia una dimensione massima inferiore a 1/3 del diametro del tubo della pompa);
- **la sezione della struttura** (in caso di solette inferiore a 1/3 o 1/4 dello spessore) e la distanza tra le armature; per evitare che aggregati troppo grossi restino bloccati tra le stesse impedendo il regolare riempimento della cassaforma;

- **lo spessore del copriferro**, per evitare che gli aggregati vengano a diretto contatto con il cassero senza il necessario strato protettivo di pasta di cemento.
 - $D_{max} < 0,25$ volte lo spessore minimo della sezione
 - $D_{max} < 0.75$ volte lo spessore del copriferro
 - $D_{max} <$ della distanza minima tra i ferri di armatura

Pertanto per le strutture gettate in opera da realizzarsi è stato adottato un diametro massimo dell'inerte pari a:

- D_{max} elevazione e fondazione = **16 mm**

4.1.7 Verifiche Stati Limite di Esercizio

Nelle strutture in c.a. viene eseguita la Verifica dello **stato limite di apertura delle fessure**, nel quale il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w1 = 0,2 \text{ mm} \quad w2 = 0,3 \text{ mm} \quad w3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione, come descritto nel seguito.

Condizioni ambientali (NTC 2018 § 4.1.2.2.4.2)

Ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche e della protezione contro il degrado del calcestruzzo, le condizioni ambientali possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nonché nella UNI EN 206:2016.

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Sensibilità delle armature alla corrosione (NTC 2018 § 4.1.2.2.4.3)

Le armature si distinguono in due gruppi:

- armature sensibili (Acciai da precompresso);
- armature poco sensibili (Acciai Ordinari).

Per gli acciai zincati e per quelli inossidabili, si può tener conto della loro minor sensibilità alla

corrosione sulla base di documenti di comprovata validità.

Scelta degli stati limite di fessurazione (NTC 2018 § 4.1.2.2.4.4)

Nella Tab. 4.1.IV sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate.

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	w_k	Poco sensibile Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

4.1.8 Requisiti di base per i materiali componenti

I cementi adottati sono rispondenti alla UNI EN 197-1 e qualificati anche secondo le UNI 9156 e UNI 9606 come cementi rispettivamente resistenti ai solfati e alle acque dilavanti riconducibili alla classe:

• **CEM III Cementi d'Altoforno**

Sono costituiti esclusivamente da clinker di cemento Portland e loppa granulata d'altoforno aggiunta in percentuali superiori al 35. Caratteristiche:

Caratteristiche Chimiche

Parametro	Metodo di prova	Limiti caratteristici di norma
Solfati (SO_3)	UNI EN 196/2	$\leq 4,0\%$
Cloruri (Cl^-)	UNI EN 196/2	$\leq 0,1\%$
Perdita al fuoco	UNI EN 196/2	$\leq 5,0\%$
Residuo insolubile	UNI EN 196/2	$\leq 5,0\%$
Calore Idratazione	UNI EN 196/8	< 270 j/g
Cromo VI solubile in acqua	UNI EN 196/10	≤ 2 ppm

Caratteristiche Fisico-meccaniche

Parametri	Metodo di prova	Limiti caratteristici di norma
Superficie specifica Blaine	UNI EN 196/6	

Tempo di inizio presa	UNI EN 196/3	≥ 60 min
Stabilità di volume	UNI EN 196/3	≤ 10 mm
Resistenze a compressione dopo stagionatura di	UNI EN 196/1	
2 giorni		$\geq 10,0$ MPa
28 giorni		$\geq 42,5$ MPa

Aggregati

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 5.1.3]

Gli aggregati normali sono conformi alla UNI EN 12620 è definita nella UNI 8520-2 e UNI 8520-22, mentre gli aggregati leggeri sono definiti dalla UNI EN 13055-1 e UNI 11013.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Per gli aggregati da riciclo in attesa di una regolamentazione europea:

- è permesso l'utilizzo parziale o totale di aggregati di riciclo provenienti da demolizione di edifici (macerie) solo per calcestruzzi aventi classi di resistenza $\leq C12/15$;
- è permesso l'utilizzo parziale o totale degli aggregati provenienti da frantumazione di solo calcestruzzo per calcestruzzi aventi classi di resistenza $\leq C20/25$.

Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva.

Stagionatura del calcestruzzo

Le reazioni in ambiente pozzolanico sono abbastanza lunghe ed avvengono in ambiente umido; per questo motivo è richiesta una corretta stagionatura della malta o del calcestruzzo in modo da evitare essiccazioni troppo rapide. A tale proposito si consiglia di proteggere i getti, durante la prima fase di indurimento, con teli di polietilene e applicare, successivamente, sulle superfici esposte una dispersione acquosa di resine sintetiche a rapida essiccazione, la quale eviterà una evaporazione rapida dei getti, consentendo una corretta reazione pozzolanica agli stessi.

Additivi

Per le fondazioni si prevede l'aggiunta nel mix design del calcestruzzo di un additivo utile a garantire una impermeabilizzazione e protezione chimica integrale per cristallizzazione delle

strutture in calcestruzzo fin dal principio, nella fase di esecuzione dei getti.

L'additivo individuato è costituito da cemento Portland e molteplici componenti chimici attivi, che reagiscono con i vari composti minerali dell'idratazione del cemento e l'umidità della matrice in calcestruzzo fresca, formando una rete di cristalli insolubili che sigilla i pori, i capillari e le microfessurazioni. La struttura in calcestruzzo diventa impermeabile all'acqua ed agli agenti contaminanti da qualsiasi direzione provengano.

Le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo additivato devono essere le seguenti:

- Test di opposizione alla pressione idrostatica negativa (ISO/DIS 7031): 20 bar;
- Certificazione svizzera per "Sistema Vasca Bianca" (Norma SIA 262/1 – prove di penetrazione di acqua in pressione secondo UNI EN 12390-8 analoga alla DIN 1045);
- CPN B classe di resistenza C 25/30 penetrazione media dell'acqua < 15 mm;
- CPN C classe di resistenza C 30/37 penetrazione media dell'acqua < 10 mm;
- Test di permeabilità all'acqua dopo 56 giorni (DIN 1048) < 5,35x10⁻¹³ m/s;
- Riduzione del ritiro igrometrico (UNI 6555) rispetto al campione non trattato 25%;
- Test di aumento della resistenza a compressione dopo 28 gg. (ASTM C39): > 6%;
- Autoriparazione di fessurazioni (Index of Crack Self Healing): ≤ 0,4 mm;
- Resistenza alla carbonatazione (BS8500, BS EN 206:2013): + 50%;
- Autoriparazione di fessurazioni in ambiente ricco di cloruri: < 0,3 mm;
- Coefficiente ALFA di incremento alla resistenza dei cloruri (FIB 34, BS8500): 0,75.

L'additivo in polvere viene addizionato al mix design del calcestruzzo nella proporzione dell'1% del peso di cemento del mix (1 kg ogni 100 kg di cemento), con un massimo di 3,6 kg/mc per mix che prevedono un dosaggio di cemento superiore a 360 kg.

4.2 Tabella di sintesi requisiti di base calcestruzzo

Classe di esposizione ambientale	A/C (max)	Classe di resistenza CX/Y	Contenuto (min) di cemento (kg/mc)	D _{max}	Slump Flow/ Slump	Copriferro Minimo\ (mm)
XC4	0.50	32/40	340	16	S4 / S5***	40 / 45****
XC2	0.50/0.60 ^A	25/30 - 32/40*	300 / 340 **	16	S4 / S5 / SF2***	40 / 45 / 80 ****

(A) 0.50 Struttura; 0.60 = Pali;

(*) C25/30 = Pali di fondazione; C32/40 = Struttura di Fondazione ed Elevazione;

(**) Pali di Fondazione 300 kg/mc; Struttura di Fondazione ed Elevazione 340kg/mc;

(***) S4 = Elementi Verticali; S5 = Elementi Orizzontali; SF2= Pali di Fondazione;

(****) solette, pareti 40/50mm; pilastri e travi = 45/55mm; Pali = 80 mm.

4.3 Acciaio per armatura

Per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio armato è previsto l'utilizzo di acciaio in barre ad aderenza migliorata di tipo B450C rispondenti alle caratteristiche meccaniche e tecnologiche previste al paragrafo 11.3.2.1 DM 17.01.2018.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche si farà riferimento alle prescrizioni della Norma E.N. 10002, UNI 564 e UNI 6407. Le modalità di accettazione ed i controlli saranno effettuati secondo quanto indicato nella normativa citata (D.M. 17.01.2018).

f_{yk} tensione caratteristica di snervamento:	$\geq 4500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 440 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione caratteristica di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
f_{td} tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3826 \text{ kg/cm}^2 (= 375 \text{ N/mm}^2)$
L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:	$f_y / f_{yk} \leq 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.$

4.4 Acciaio per c.a.p.

Nei manufatti in cemento armato precompresso verranno utilizzate armature di precompressione costituite da fili, barre, trecce, trefoli in acciaio ad elevata resistenza con composizione chimica, caratteristiche meccaniche e tecnologiche garantite.

f_p tensione caratteristica di snervamento:	$\geq 17000 \text{ kg/cm}^2 (\geq 16660 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione caratteristica di rottura:	$\geq 19400 \text{ kg/cm}^2 (\geq 19000 \text{ N/mm}^2)$

4.5 Acciaio per carpenteria

Modulo Elastico: $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2 (210.000 \text{ N/mm}^2)$

Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Caratteristiche minime dei materiali

	S235	S275	S355	S450
tensione di rottura	360 N/mm ²	430 N/mm ²	510 N/mm ²	550 N/mm ²
tensione di snervamento	235 N/mm ²	275 N/mm ²	355 N/mm ²	440 N/mm ²

Grigliati e Lamiere: Acciaio S235;

Profili e Angolari: Acciaio S355

4.5.1 Bulloneria

Nelle unioni con bulloni si assume l'utilizzo di viti di classe 8.8 che, nel rispetto della tabella 11.3.XIII.b delle NTC2018, risultano avere le seguenti caratteristiche di tensione di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb}

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

L'unione è completata con l'utilizzo di dadi e rondelle aventi le seguenti caratteristiche:

Tab. 11.3.XIII.a

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1:2013	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6	5; 6 oppure 8		
5.8			
6.8	6 oppure 8	100 HV min oppure 300 HV min.	
8.8	8 oppure 10		
10.9	10 oppure 12		

4.5.2 Saldature

Per le saldature si prescrive l'utilizzo di un filo tipo IT-SG3 (Saldature ad alta resistenza, fino a 600N/mm², aventi le seguenti caratteristiche:

- Caratteristiche meccaniche: $R=590\text{N/mm}^2$; $S=420\text{N/mm}^2$; KV (20°C) = 50J
- Composizione chimica media: C = 0.08%; Mn = 1.4%; Si = 0.8%; P = 0.02%; S = 0.02%.

I saldatori dovranno essere in possesso di adeguato patentino certificato secondo la UNI EN 287/1.

4.6 Classe di esecuzione delle strutture

Definita la struttura da realizzare, è necessario individuare la Classe di Conseguenza (CC), o in alternativa la Classe di Affidabilità (RC), secondo quanto specificato nella UNI EN 1990 (Appendice B – Differenziazione dell'affidabilità strutturale per le costruzioni):

Prospetto B.1 – Definizione della classe di conseguenze		
Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala concerti)
CC2	Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici)
CC1	Conseguenze basse per perdita di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre

Tabella tratta da Prospetto B.1 – UNI EN 1990:2006

È inoltre possibile valutare alternativamente la classe di affidabilità (RC), definendola attraverso il concetto di indice di affidabilità β . Le tre classi di affidabilità RC1, RC2, RC3 possono essere associate alle tre classi di conseguenze CC1, CC2, CC3.

Il prospetto B.2 fornisce i valori minimi raccomandati dell'indice di affidabilità associati con le classi di affidabilità (vedere anche l'Appendice C – Criteri generali per il progetto ai coefficienti parziali e l'analisi dell'affidabilità).

Prospetto B.2 - Valori minimi raccomandati per l'indice di affidabilità β (stati limite ultimi)		
Classe di affidabilità	Valori minimi di β	
	Periodo di riferimento 1 anno	Periodo di riferimento 50 anni
RC3	5,2	4,3
RC2	4,7	3,8
RC1	4,2	3,3

Tabella tratta da Prospetto B.2 – UNI EN 1990:2006

Individuata la Classe di Conseguenza o la Classe di Affidabilità, è possibile determinare la Classe di Esecuzione dalla Tabella C.1 della UNI EN 1993-1-1:2014 (Annex C – Selection of execution class):

Table C.1 - Choice of execution class (EXC)		
Reliability Class (RC) or Consequences Class (CC)	Type of loading	
	Static, quasi-static or seismic DCL ^a	Fatigue ^b or seismic DCM or DCH ^a
RC3 or CC3	EXC3 ^c	EXC3 ^c
RC2 or CC2	EXC2	EXC3
RC1 or CC1	EXC1	EXC2

^a Seismic ductility classes are defined in EN 1998-1: Low=DCL; Medium=DCM; High=DCH.

^b See EN 1993-1-9.

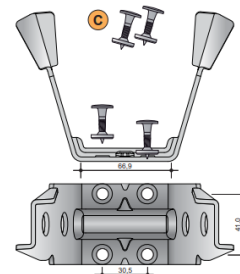
^c EXC4 may be specify for structures with extreme consequences of structural failure.

Tabella tratta da Table C.1 – UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014

Per le opere in carpenteria metallica si prescrive una classe di esecuzione EX-C3

4.7 Connettori a Taglio

Per aumentare la resistenza a taglio del solaio collaborante costituito da lamiera grecata e calcestruzzo, è previsto l'utilizzo di connettori a taglio tipo DIAPASON. Tali connettori consistono in un piatto in lamiera zincata di 3 mm di spessore avente una piastra di base nervata rettangolare da 62x75 mm, piegata a forma di "U" con due ali inclinate. Nella parte inclinata sono predisposti quattro fori per l'alloggiamento di barre in acciaio trasversali. Quattro chiodi ad alta resistenza passano attraverso i fori predisposti nella piastra e fissano il connettore alla struttura metallica. Si considera un connettore di altezza 55 mm.



4.8 Calcestruzzo Alleggerito tipo LECA 1800 cls Lc 40/44

Modulo elastico	250000 Kg / cm ²
Coefficiente di Poisson	0,20
Classe di resistenza del calcestruzzo	R _{ck} = 440 Kg / cm ²
Resistenza caratteristica cilindrica	f _{ck} = 400 Kg / cm ²
Densità	γ = 1800 Kg / m ³

4.9 Solaio alleggerito tipo spiroll

Il solaio alveolare a lastre precomprese tipo SPIROLL è formato da un elemento vibrofinito industrialmente della larghezza standard di cm 120. Tali solai rappresentano una soluzione tipologica funzionale per la realizzazione di impalcati che necessitano di dimensioni contenute seppur sulla base di carichi importanti.



I solai alveolari tipo SPIROLL sono prodotti in stabilimento grazie utilizzando calcestruzzo armato precompresso grazie all'impiego di avanzate tecnologie nel pieno rispetto della normativa vigente in materia. Tali elementi presentano dei vuoti di alleggerimento nella sezione longitudinale denominati "alveoli". La produzione in stabilimento permette di confezionare i calcestruzzi con inerti selezionati e con curve granulometriche controllate e particolarmente costanti nel tempo, a basso rapporto d'acqua - cemento, compatti ed aventi elevate caratteristiche fisico meccaniche.

Le armature in acciaio armonico possiedono resistenze e caratteristiche di rilassamento certificate e copriferro costantemente controllato, risultando quindi protette gli agenti aggressivi esterni ed al fuoco. Tutto questo, oltre ad impedire la fessurazione, rallenta sensibilmente la velocità di carbonatazione del calcestruzzo, assicurandone la durabilità e consentendone l'impiego in ambienti anche altamente aggressivi. La classe del calcestruzzo garantisce anche un elevato modulo elastico.

Successivamente alla posa in opera delle lastre, per garantire una corretta rigidità all'impalcato e la trasmissione degli sforzi orizzontali, vengono inserite in opera nelle cavallette di unione tra lastre adiacenti delle apposite armature di collegamento e viene eseguito sulle lastre un getto di calcestruzzo di almeno 5cm.

Le caratteristiche principali di un solaio tipo SPIROLL sono le seguenti:

- Resistenza al fuoco minima pari a $R=90'$ ed elevabile a $R=180'$ (EC2 UNI EN 1992-1-2:2005);
- Buone prestazioni di isolamento termico e acustico;
- Bassi valori di deformabilità per flessione;
- Efficacia antisismica grazie all'ottima trasmissione di sforzi nel piano;
- Elevata capacità di ripartizione trasversale dei carichi attraverso il giunto longitudinale organizzato;

- Possibilità di raggiungere luci importanti con elevati carichi e spessori contenuti;
- Autoportanza in tutte le fasi del montaggio;
- Superficie all'intradosso liscia da cassero metallico, pronta per la tinteggiatura;
- Grande affidabilità tecnica e funzionale, garantita da un rigoroso controllo di qualità;
- Calcestruzzo C 45/55;
- Acciaio armonico in trefoli stabilizzati $f_{ptk} = 1860 \text{ N/mm}^2$, $f_{p(1)k} = 1670 \text{ N/mm}^2$;
- Possibilità di utilizzo in ambiente aggressivo.

4.10 Giunti water-stop

Le problematiche legate ai giunti di ripresa, agli elementi passanti, ai giunti di movimento, nonché ai problemi dovuti alla fessurazione del calcestruzzo, si risolvono attraverso il l'adozione di dispositivi idro-espansivi ed in pvc.



4.10.1 Profilo In PVC per Sigillatura Di Giunti Strutturali

Posa in opera di waterstop in PVC a bulbo esterno per la sigillatura di giunti strutturali in costruzioni civili, industriali e idrauliche. Il giunto dovrà essere posto in opera chiodandolo al magrone nel caso di giunto su platea o ai casseri nel caso di giunto in parete.

Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

– durezza shore A (ISO 868)	79 ± 3
– densità (ISO 1183-1) (g/cm ³)	1,31 ± 0,03
– carico di rottura (ISO 527/test type 5) (N/mm ²)	16 ± 0,5
– allungamento a rottura (ISO 527/test type 5) (%)	325 ± 25

4.10.2 Sistema Di Sigillatura Per Giunti Di Costruzione

Sistema di sigillatura ad alte prestazioni sia per giunti di costruzione, espansione e connessione sia per fessure. Una volta in opera, consente movimenti irregolari ed elevati del giunto in più direzioni garantendo sempre una sigillatura performante. Il sistema è costituito dalla combinazione di un nastro impermeabilizzante in poliolefina flessibile (FPO) ad adesione migliorata con un adesivo epossidico per incollaggi strutturali.

Base chimica:

- Resina epossidica bicomponente esente da solventi con filler speciali.
- Poliolefina flessibile modificata (FPO) ad elevata adesione

Il substrato deve essere pulito, esente da tracce di oli, grasso o sporco. Dovrà essere rimossa ogni parte in fase di distacco. Rimuovere eventuali vernici o tracce di lattime presenti. Stagionatura del calcestruzzo: 3-6 settimane, a seconda delle condizioni ambientali.

Per la preparazione del substrato prevedere sabbiatura o sistemi meccanici equivalenti, seguiti da un'accurata rimozione della polvere mediante aria compressa o idonei sistemi di aspirazione.

4.11 Grigliati elettrosaldati

Per la realizzazione del solaio intermedio, sorretto dalla carpenteria metallica, si prevede l'utilizzo di grigliati elettrosaldati in acciaio S235JR zincato a caldo tipo OrsoGrill

			ANTITACCO		ANTISFERA		EDILIZIA	
BARRA PORTANTE			N. barre portanti	67	47	47	41	41
BARRA TRASVERSALE			Maglia	15x76	22x38	22x76	25x24	25x76
H	S	L	Peso	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
mm	mm	mm						
25	2	998	25,2	-	18,0	18,4	15,8	
30	2	998	30,1	-	21,5	-	18,9	
40	2	998	40,1	-	-	-	25,0	
25	3	999	38,1	-	-	-	23,6	
30	3	999	45,7	-	32,2*	-	28,2	
40	3	999	61,0	-	-	-	37,6	
50	3	999	76,2	-	-	-	46,9	
60	3	999	92,4	-	-	-	57,1	
70	3	999	107,8	-	-	-	66,5	
80	3	999	123,2	-	-	-	-	
40	4	1000	-	-	57,6	-	50,4	
50	4	1000	-	-	72,0	-	63,0	
60	4	1000	-	-	87,2	-	76,3	
70	4	1000	-	-	101,8	-	89,0	

Per la realizzazione dei collegamenti verticali tra i diversi piani delle strutture si prevede l'utilizzo di gradini in grigliato elettrosaldati in acciaio S235 JR zincato a caldo tipo Orso-grill. I gradini vengono bullonati a profili in acciaio o direttamente nei setti mediante ancoraggi.

DESCRIZIONE	MAGLIA		BARRA PORTANTE		DIMENSIONI			FORATURE A NORMA UNI	
	H	L	H	S	H	L	Peso	A	B
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/cad	mm	mm
Rompivisuale con fori sbalzati*	15	76	25	2	1000	329	11,0	40	120
Rompivisuale con fori sbalzati*	15	76	25	2	1200	329	13,1	40	120
Rompivisuale con fori sbalzati*	15	76	30	2	1200	329	15,1	40	120
Rompivisuale con fori sbalzati	25	76	25	2	600	267	4,3	40	120
Rompivisuale con fori sbalzati	25	76	25	2	700	267	4,9	40	120
Rompivisuale con fori sbalzati	25	76	25	2	800	267	5,5	40	120
Rompivisuale con fori sbalzati	25	76	25	2	900	267	6,1	40	120
Rompivisuale con fori sbalzati	25	76	25	2	1000	267	6,7	40	120

5 RELAZIONE DI CALCOLO

Nel presente capitolo si riferisce al calcolo ed alla verifica delle opere strutturali condotto attraverso una modellazione agli elementi finiti utilizzando il software di calcolo di seguito indicato:

- Titolo MASTERSAP TOP - Versione 2022 - R1
- Produttore AMV srl, Ronchi dei Legionari (GO)
- Licenza 34473 S

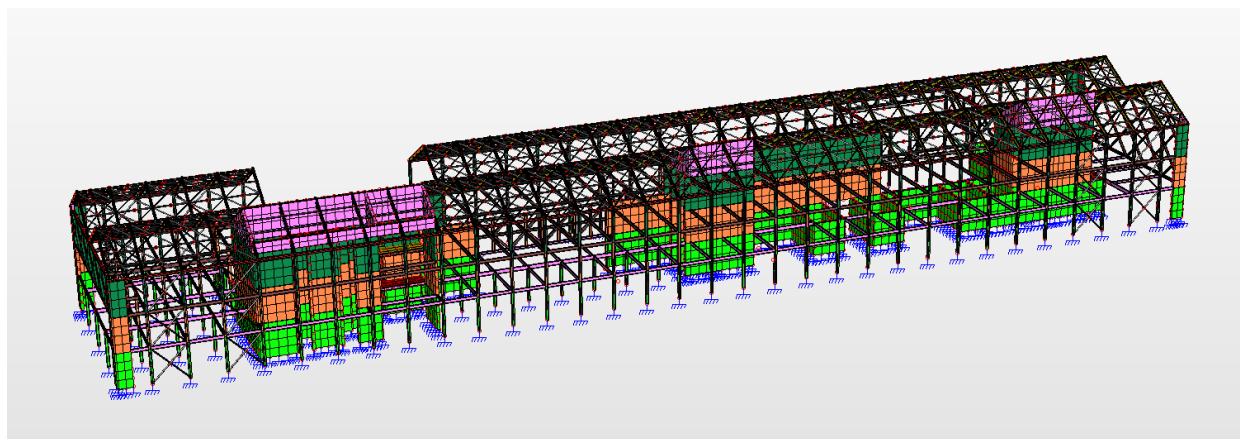
Il comportamento di tutte le strutture che compongono l'organismo edilizio, sotto le azioni statiche e dinamiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nei modelli che si caratterizzano per la loro impostazione completamente tridimensionale.

5.1 Modellazione Strutturale

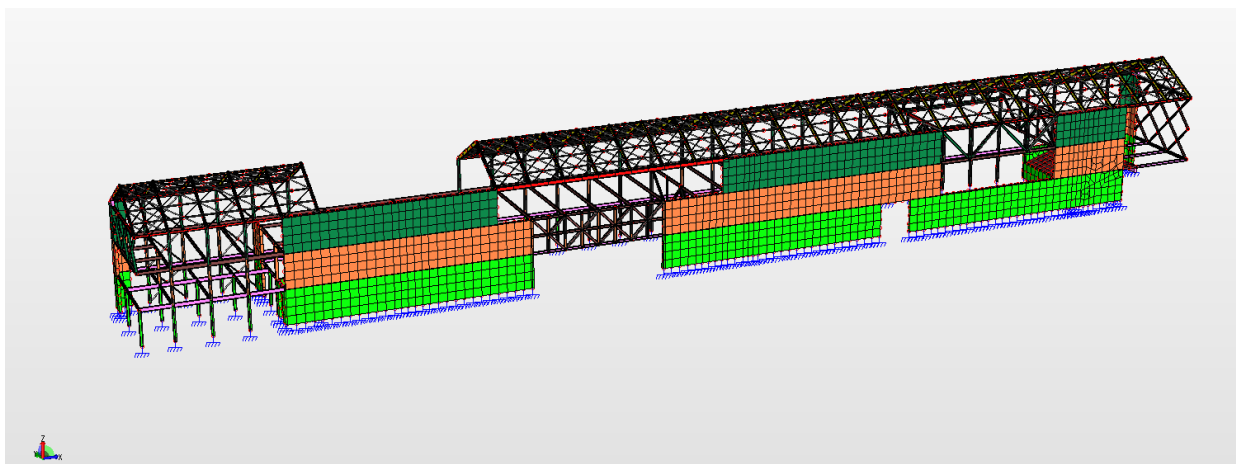
Il calcolo e le verifiche degli elementi strutturali sono stati condotti secondo il criterio degli stati limite introdotto nella normativa italiana NTC2018 e dagli Eurocodici.

L'analisi delle strutture tridimensionali è stata condotta attraverso l'ausilio di un'elaborazione computerizzata eseguita col programma "Master-Sap Top" della "AMV Software" di cui si riportano i tabulati grafici nonché i relativi schemi adottati per la modellazione della struttura.

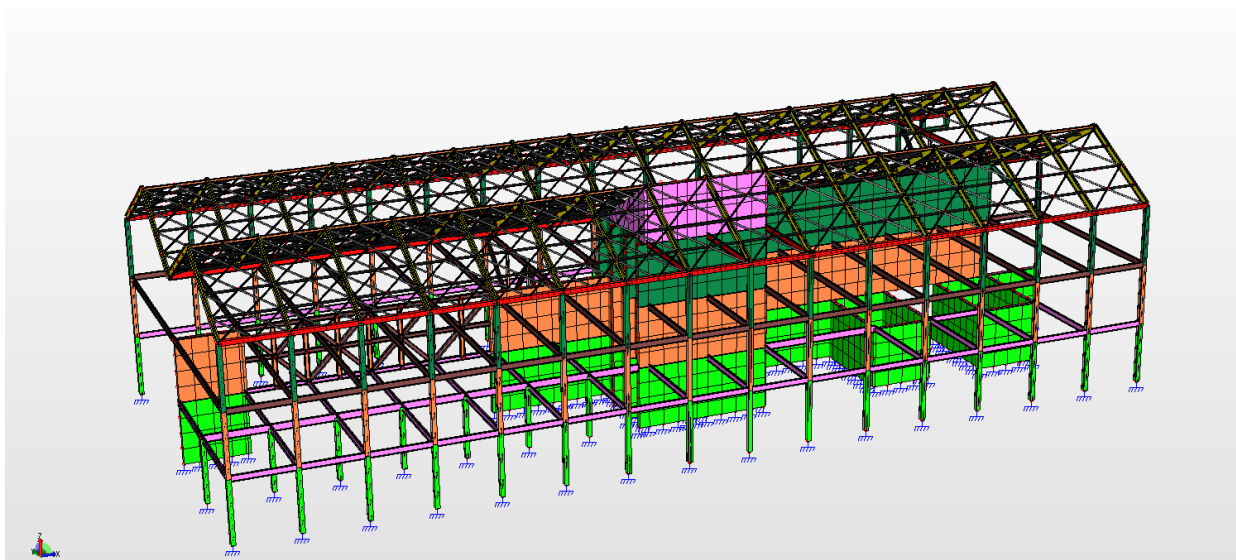
La modellazione delle pareti e delle solette in c.a. è stata eseguita discretizzando la struttura con elementi shell bidimensionali che lavorano per stati piani di tensione, con comportamento a piastra/lastra a seconda del piano di sollecitazione.



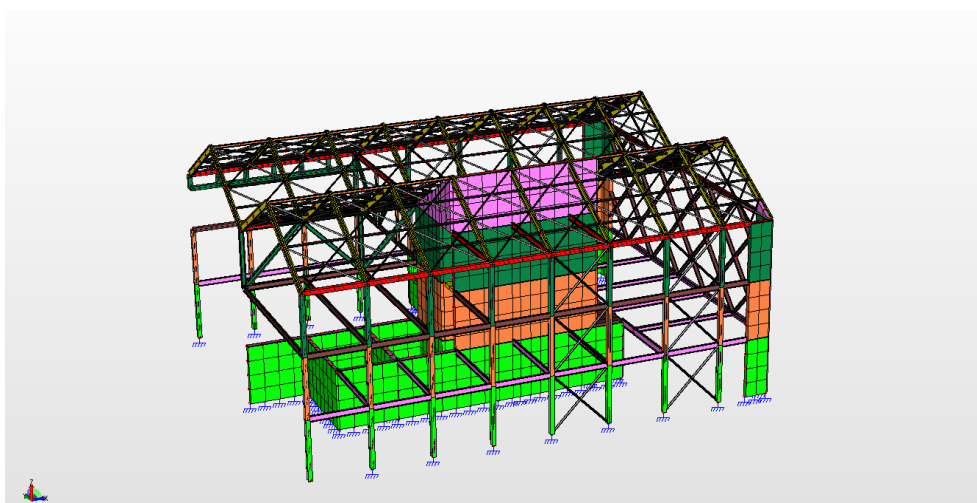
Modello solido: Vista prospettica



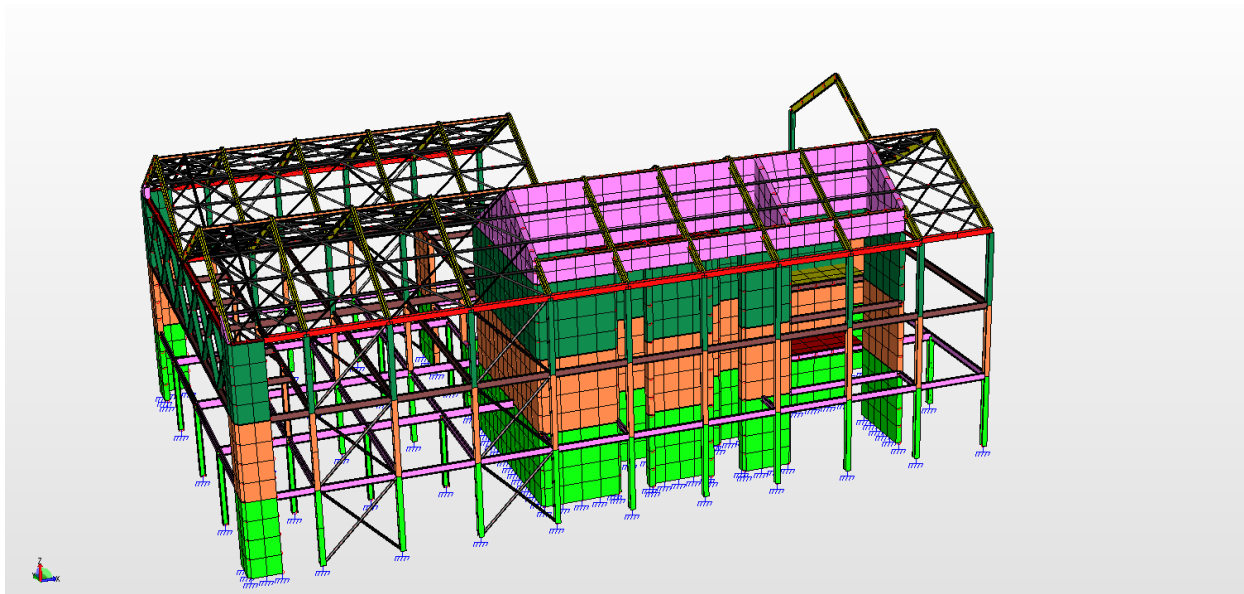
Modello solido: Spaccato assonometrico



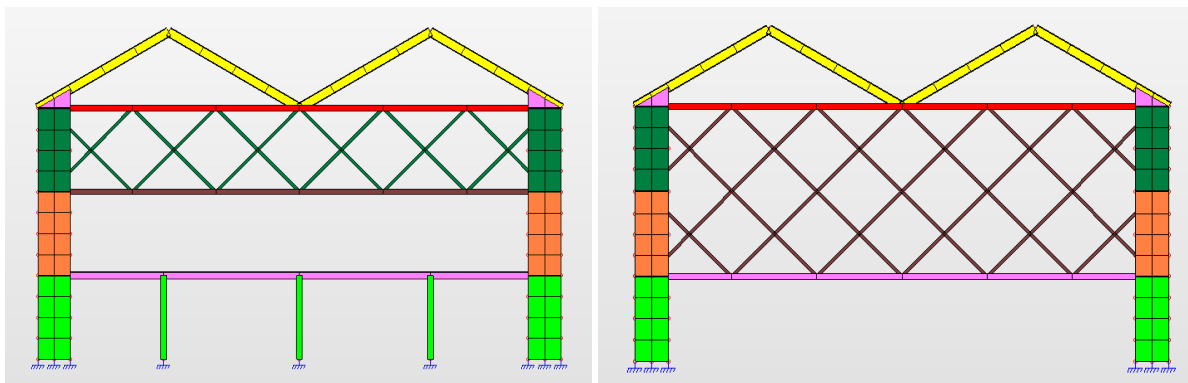
Modello solido: Spaccato tronco centrale



Modello solido: Spaccato tronco destro



Modello solido: Spaccato tronco sinistro



Telai di testata

Partendo dai relativi tabulati di calcolo sono stati estratti i valori delle sollecitazioni e delle deformazioni di tutti gli elementi nelle diverse condizioni di carico e successivamente sono stati combinati al fine di determinare gli stati di sollecitazione più sfavorevoli e procedere alle verifiche di tutti gli elementi presenti.

Nei paragrafi seguenti si descrivono le azioni di calcolo impiegate nell'analisi dei modelli ed i modi con cui sono state combinate tra loro.

5.2 Valutazione Delle Azioni Statiche

Di seguito si descrivono le azioni statiche di calcolo e le combinazioni di carico impiegate nell'analisi dei modelli; al fine di simulare le diverse condizioni di funzionamento del comparto e

di massimizzare le sollecitazioni sugli elementi in elevazione ed in fondazione.

Oltre a considerare i pesi propri degli elementi strutturali, in funzione delle caratteristiche dei materiali utilizzati, le strutture sono state caricate da tutti i sovraccarichi permanenti e variabili agenti su di esse.

5.2.1 Analisi dei carichi

Peso proprio strutture

- | | |
|---|-------------------------|
| • Calcestruzzo | 25,00 kN/m ³ |
| • Acciaio | 78,50 kN/m ³ |
| • Solai a lastre in c.a.p. alleggerito (36+5) | 3,30 kN/ m ² |
| • Solai a lastre in c.a.p. alleggerito (20+5) | 3,30 kN/ m ² |

Permanenti non strutturali:

- | | |
|---|-------------------------|
| • Pavimentazioni, Massetti, Valvole (solette in c.a.) | 4,00 kN/m ² |
| • Massetto Pendenze + impermeabilizzazione | 1,00 kN/m ² |
| • Spinta Terreno | 12,00 kN/m ³ |

Carichi Accidentali:

- | | |
|---|------------------------|
| • Carico da neve (in copertura) | 1,16 kN/m ² |
| • Carico accidentali (parcheggi, aree per traffico) | 10,0 kN/m ² |

5.2.2 Carichi da neve

Normativa: D.M. 17/01/2018 (Norme tecniche per le costruzioni)

Il carico provocato dalla presenza della neve agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. Esso è valutato con la seguente espressione:

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

Provincia: Napoli - **Zona :** III - **Altitudine :** 0 m s.l.m.

Valore caratteristico neve al suolo : $q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2$

Coefficiente di esposizione C_E : 1 (Normale) - **Coefficiente termico** C_t : 1

Tipo di copertura: a più falde ($\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 30^\circ$)

Attesa la convergenza delle falde in un compluvio, unita alla larghezza delle stesse superiore ai 3.5 m, deve essere considerato l'effetto degli accumuli solo per compluvi nei quali la larghezza delle campate sia superiore a 3,5m e per angoli di inclinazione uguali o superiori a 30°.

Nel rispetto di quanto indicato nella Circolare n.7/2018, per il caso di carico da neve senza vento si deve considerare la condizione denominata *Caso I*; per il caso di carico da neve con vento si deve considerare la condizione denominata *Caso II*.

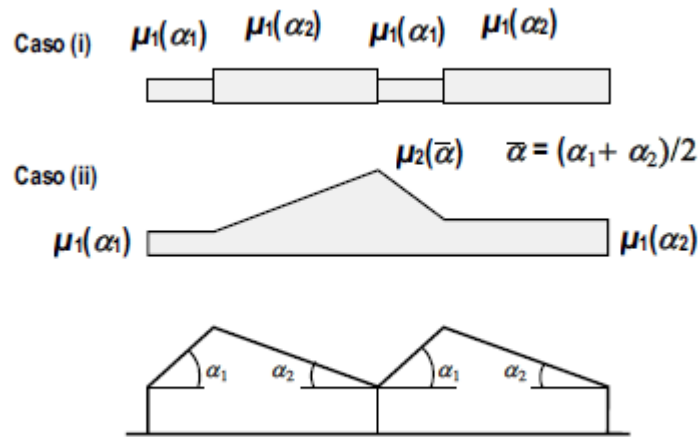


Figura C3.4.3 - Coefficiente di forma per il carico neve – Coperture a più falde

Tabella C3.4.I - Coefficienti di forma per il carico neve

Angolo di inclinazione della falda α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	--

Carico da neve adottato:

Caso I [$\mu_1(\alpha_1) = 0.8$]	$q_s = q_{sk} \cdot (\mu_1(\alpha_1)) \cdot C_E \cdot C_t = 0,60 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,48 \text{ kN/m}^2$
Caso I [$\mu_1(\alpha_2) = 0.8$]	$q_s = q_{sk} \cdot (\mu_1(\alpha_2)) \cdot C_E \cdot C_t = 0,60 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,48 \text{ kN/m}^2$
Caso II [$\mu_1(\alpha_1) = 1.6$]	$q_s = q_{sk} \cdot (\mu_1(\alpha_1)) \cdot C_E \cdot C_t = 0,60 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96 \text{ kN/m}^2$
Caso II [$\mu_1(\alpha_2) = 1.6$]	$q_s = q_{sk} \cdot (\mu_1(\alpha_2)) \cdot C_E \cdot C_t = 0,60 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96 \text{ kN/m}^2$

5.2.3 Carichi da vento

Normativa: D.M. 17/01/2018 (Norme tecniche per le costruzioni)

La pressione del vento è calcolata secondo l'espressione:

- $p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$

Provincia: Napoli

Zona: 3 - **Altitudine:** 0 m s.l.m

Tempo di ritorno Tr: 50 anni;

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Velocità di riferimento $v_r(\text{Tr})$: 27 m/s

Pressione cinetica di riferimento q_r : $0,5 \cdot \rho \cdot v_r^2 = 0,5 \cdot 1,25 \text{ kg/m}^3 \cdot 27^2 \text{ m/s} = 455,625 \text{ N/m}^2$

Altezza della costruzione z : 18,5 m ($z_{\min}$: 4m)

Distanza dalla costa: Mare, entro 2 km dalla costa

Classe di rugosità del terreno: D

Categoria di esposizione del sito: II

Coefficiente topografico c_t : 1

Coefficiente dinamico c_d : 1

Coefficiente di esposizione $c_e(z)$

$c_e(z_{\min} = 4\text{m}) = 1,80$

$c_e(z_{\text{colmo}} = 14,8\text{m}) = 2,60$

$c_e(z_{\text{colmo}} = 18,5\text{m}) = 2,75$

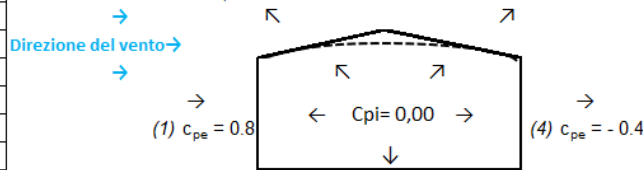
Per edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde inclinate, completamente stagne:

Elementi sopravento ($20^\circ < \alpha < 60^\circ$), $\alpha = 30^\circ$: $c_p =$

Configurazione più svantaggiosa

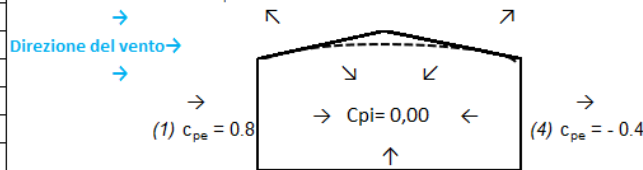
Configurazione A

(1) parete sopravvento	c_p
	0,80
(2) copertura sopravvento	c_p
	-0,10
(3) copertura sottovento	c_p
	-0,40
(4) parete sottovento	c_p
	-0,40



Configurazione A

(1) parete sopravvento	c_p
	0,80
(2) copertura sopravvento	c_p
	-0,10
(3) copertura sottovento	c_p
	-0,40
(4) parete sottovento	c_p
	-0,40



Configurazione B

PRESSIONI DEL VENTO

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

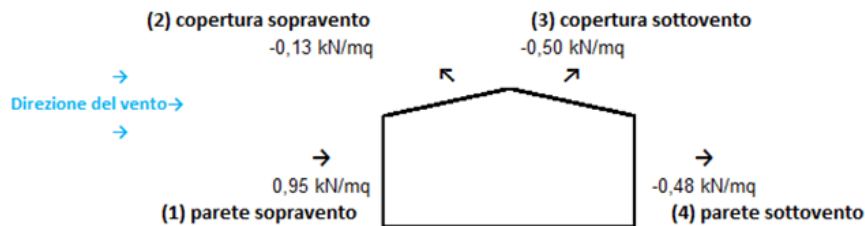
Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_f \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p$$

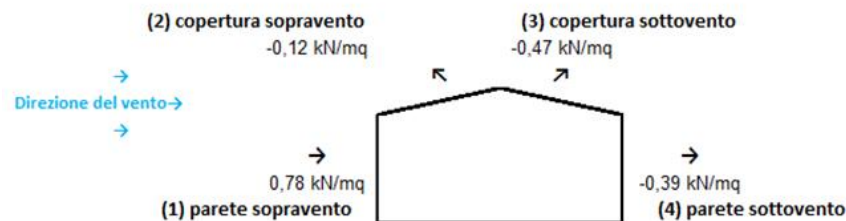
c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	$p \text{ [kN/m}^2\text{]}$	c_d	c_t	c_e	c_p	$P \text{ [kN/m}^2\text{]}$
(1) par. sopravvent.	0,456	1,00	1,00	2,607	0,80	0,95
(2) cop. sopravvent.	0,456	1,00	1,00	2,757	-0,10	-0,13
(3) cop. sottovent.	0,456	1,00	1,00	2,757	-0,40	-0,50
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	2,607	-0,40	-0,48



Valori medi della pressione per ogni elemento



5.2.4 Azioni Termiche

L'escursione termica imposta deriva dalla scelta della temperatura iniziale T_0 e dalla valutazione di una temperatura attuale T_1 determinata come valore medio fra la temperatura esterna T_{est} ed interna T_{int} . Le temperature esterne ed interne sono valutate in relazione alle condizioni attese nella vita della costruzione e in conformità ai valori orientativi forniti dalla letteratura tecnica consolidata.

Attesa che la temperatura costituisce un'azione fondamentale per l'efficienza funzionale della struttura il valore di ΔT_u è stato ricavato direttamente dalla Tab. 3.5.II. (NTC 17.01.2018):

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$

5.2.5 Combinazioni di carico

Tutte le condizioni di carico elementari introdotte nei paragrafi dedicati all'analisi dei carichi sono state combinate in modo opportuno così come indicato nella norma di riferimento (D.M. 17.01.2018).

Ai fini delle verifiche degli stati limite la norma definisce le seguenti combinazioni delle azioni:

S.L.E.

$$\begin{aligned}
 SLE \text{ combinazione rara} &: G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} Q_{k2} + \psi_{03} Q_{k3} + \dots; \\
 SLE \text{ combinazione frequente:} &G_1 + G_2 + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{33} Q_{k3} + \dots; \\
 SLE \text{ combinazione quasi permanenti:} &G_1 + G_2 + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots; \\
 SLU : &\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_2 Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_3 Q_{K3} + \dots
 \end{aligned}$$

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
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 Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 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

Le grandezze G_1 , G_2 e Q_{ki} sono rispettivamente il peso proprio di tutti gli elementi strutturali, il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali e le azioni sulla struttura di lunga e breve durata. I coefficienti γ_G e γ_Q rappresentano i coefficienti parziali, mentre i coefficienti Ψ_{0j} , Ψ_{1j} e Ψ_{2j} sono i coefficienti di combinazione delle azioni variabili.

5.3 Valutazione Delle Azioni Sismiche

L'azione sismica sulle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta dinamica che va verificata e controllata negli aspetti di sicurezza e prestazione attesa.

L'azione sismica è caratterizzata da tre componenti di traslazioni, due orizzontali ed una verticale, descritte mediante l'accelerazione massimo ed il relativo spettro di risposta atteso in superficie. Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale, riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su un sito di riferimento rigido orizzontale.

In particolare, la definizione degli spettri di risposta elastici dipende da due coefficienti S_s ed S_T che tengono conto della stratigrafia e delle condizioni topografiche del sito in esame.

Nell'analisi in oggetto è stata assunta, per la definizione del coefficiente S_s una categoria di sottosuolo tipo "C" ed un coefficiente $S_T = 1,0$.

Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità P_{VR} di superamento nel periodo di riferimento; tale probabilità varia al variare dello stato limite considerato, mentre il periodo di riferimento V_R è pari al prodotto della vita nominale dell'opera e del coefficiente d'uso relativo.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità P_{VR} , a partire dai seguenti valori su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali valori sono stati definiti a partire dalle seguenti coordinate geografiche, in accordo con le mappe di pericolosità sismica INGV: **Longitudine = 14.175607- Latitudine = 40.803516**

In ultimo, per la definizione dell'azione sismica, le NTC 2018 al punto **3.2.1** definiscono gli obiettivi prestazionali delle strutture, associando 4 stati limite della struttura e 4 probabilità di superamento nel periodo di riferimento.

Allo stato limite di Salvaguardia della Vita SLV, facente parte degli stati limite ultimi, è associata una probabilità di superamento pari al 10% nel periodo di riferimento.

In definitiva, con riferimento ad una costruzione con Vita Nominale pari a 50 anni e di Classe d'Uso IV, le NTC 2018 prevedono una progettazione allo Stato Limite Ultimo (nello specifico, allo SLV) con un valore specifico di a_g caratterizzato dalla probabilità P di superamento pari al 10% nel periodo di riferimento V_R .

La probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento vale:

Stati limite di esercizio	SLO	81%	45 anni
	SLD	63%	75 anni
Stati limite ultimi	SLV	10%	712 anni
	SLC	5%	1462 anni

I parametri sismici relativi ai diversi Stati Limite in funzione della variazione del periodo di ritorno T_R risultano i seguenti:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,054	2,326	0,305
SLD	75	0,072	2,315	0,319
SLV	712	0,191	2,382	0,332
SLC	1462	0,240	2,469	0,334

Per tenere conto della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza e dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni, lo spettro di progetto allo SLU è lo spettro elastico con le ordinate ridotte di un fattore di struttura q .

Il valore del fattore di struttura dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati.

Secondo quanto stabilito dalla normativa vigente al paragrafo 7.1, le azioni conseguenti al moto sismico possono essere modellate sia attraverso forze statiche equivalenti o spettri di risposta, sia attraverso storie temporali del moto del terreno, opportunamente selezionate.

La domanda sismica può essere valutata considerando gli effetti di interazione terreno-struttura di tipo sia inerziale sia cinematico, nonché definendo l'input sismico di progetto tramite analisi di risposta sismica locale.

In particolare, in questo caso l'organismo strutturale presenta un'intelaiatura sismo-resistente del tipo non-dissipativo data dalla composizione di telai piani disposti ad interasse costante di 4.40 m, realizzati interamente in carpenteria metallica, all'interno dei quali si collocano dei nuclei in calcestruzzo armato, che sviluppandosi a tutt'altezza, conferiscono le necessarie capacità dissipative nei confronti delle azioni sismiche. Proprio la collocazione planimetrica dei suddetti nuclei in c.a., unita alla complessità funzionale e volumetrica del corpo dell'edificio, ha suggerito l'abolizione di giunti sismici ad appannaggio di un unico organismo strutturale.

Di conseguenza, vista l'elevata rigidezza, per la struttura si è adottato un comportamento strutturale di tipo non dissipativo (§ 7.2.1) con valore di comportamento q non superiore a 1.5 come stabilito dalla tabella §7.3.1.

Tab. 7.3.1 – Limiti su q e modalità di modellazione dell'azione sismica

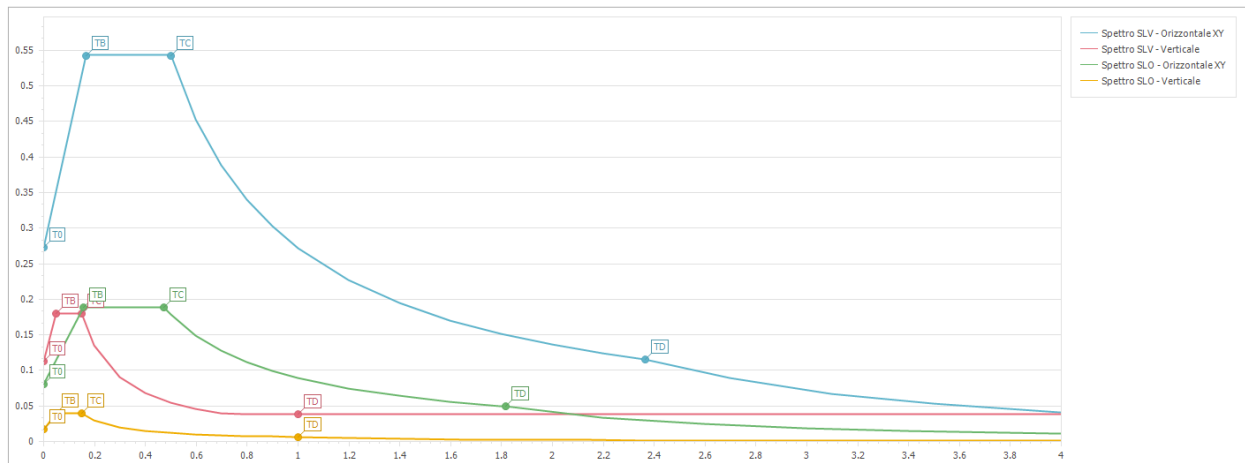
STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	—	—		

5.3.1 Spettri di progetto

Lo spettro di progetto utilizzato ha come ipotesi alla base:

- Smorzamento ξ non considerato (Posto pari a 5%);
- Fattore di struttura componenti verticali posto pari a 1;
- Fattore di struttura componenti orizzontali posto pari a 1,20.

Si riportano di seguito gli spettri di progetto utilizzato per il calcolo delle strutture in progetto.



Spettro SLV - Orizzontale XY	TO	TB	TC	TD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
------------------------------	----	----	----	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SPETTRO DI PROGETTO ($q=1.2$)

5.3.2 Combinazioni di carico dell'azione sismica

Le combinazioni utilizzate per le verifiche sono, avendo indicato con E l'azione sismica:

- $\gamma_g G_k + \gamma_q Q_k$
- $\pm E_x \pm 0,30 E_y + G_k + \psi Q_k \pm E_y \pm 0,30 E_x + G_k + \psi Q_k$

L'effetto dell'azione sismica è stato valutato tenendo conto della sola massa associata ai seguenti carichi gravitazionali:

- $G_k + \psi Q_k$

dove:

G_k = valore caratteristico delle azioni permanenti;

Q_k = valore caratteristico dell'azione variabile;

$\gamma_g = 1,35$ (oppure 1 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

$\gamma_q = 1,5$ (oppure 0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

ψ = coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi - permanente dell'azione variabile

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC

Combinazione componenti azioni sismiche $\sqrt{(EX^2 + EZ^2)} ; \sqrt{(EY^2 + EZ^2)}$

λ 0.3

μ 0.3

5.3.3 Effetti Del Secondo Ordine

Nel calcolo sono stati inoltre trascurati gli effetti della non linearità geometrica, risultando per tutte le modellazioni:

$$\theta = \frac{P \times d_r}{V \times h} < 0,1$$

dove:

P = carico verticale totale di tutti i piani superiori al piano in esame

d_r = spostamento di interpiano

V = forza orizzontale totale

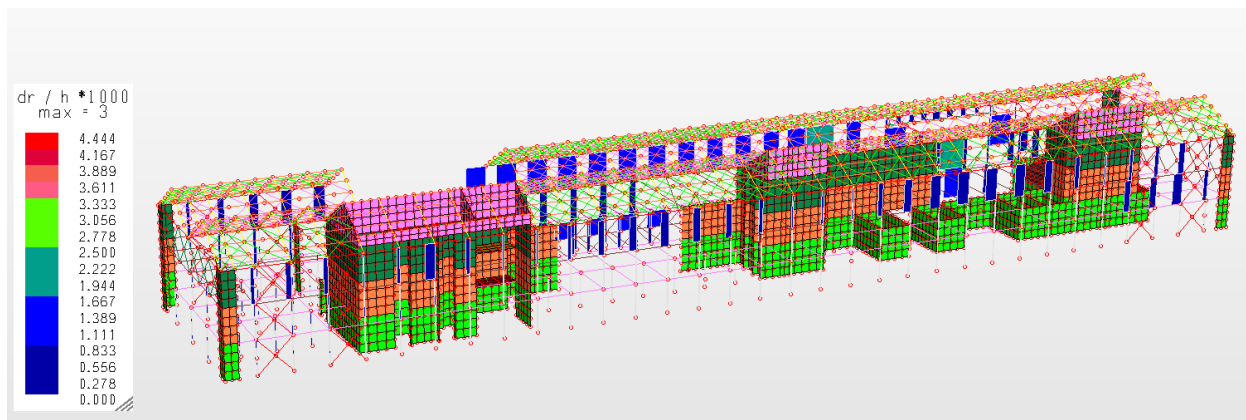
h = altezza del piano

5.3.4 Verifica deformabilità

Al fine di limitare i danni strutturali agli edifici sottoposti all'azione sismica, si è verificato che lo spostamento di interpiano, calcolato con lo spettro allo SLO, risultasse:

- $d_r < 0,0033 h$

dove d_r è lo spostamento di interpiano ed h è l'altezza di piano.

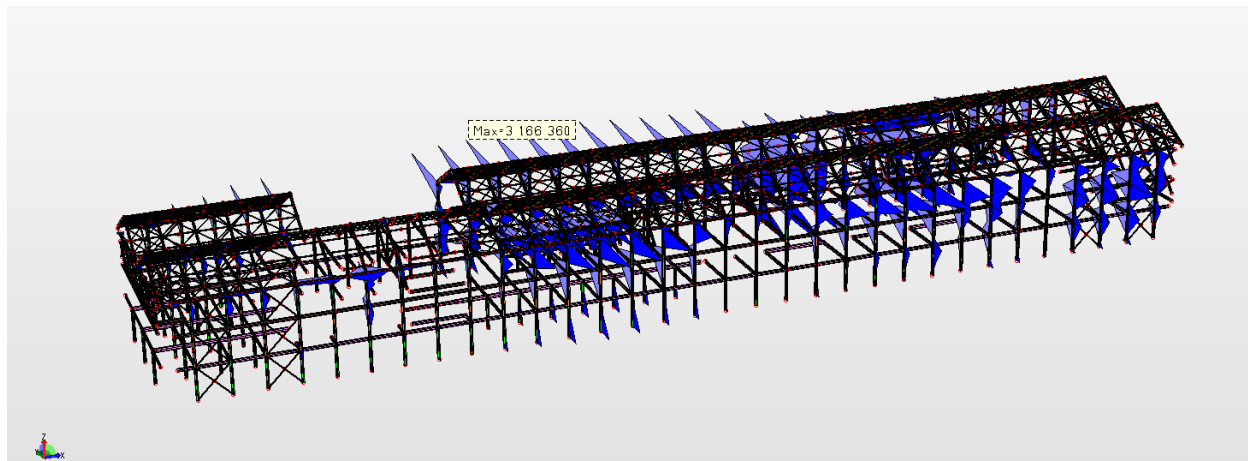


Verifica di deformabilità

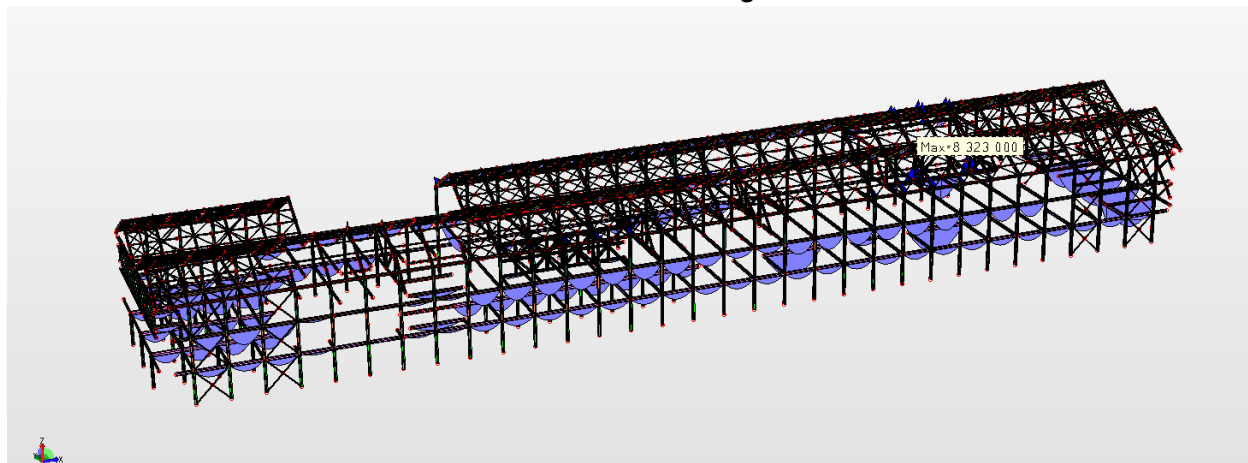
5.4 Sintesi Dei Risultati Strutture Tridimensionali

Il progetto e la verifica delle strutture è stato condotto in automatico attraverso il Post-Processore MASTERARM secondo L'NTC 2018 e prescrizioni EC8".

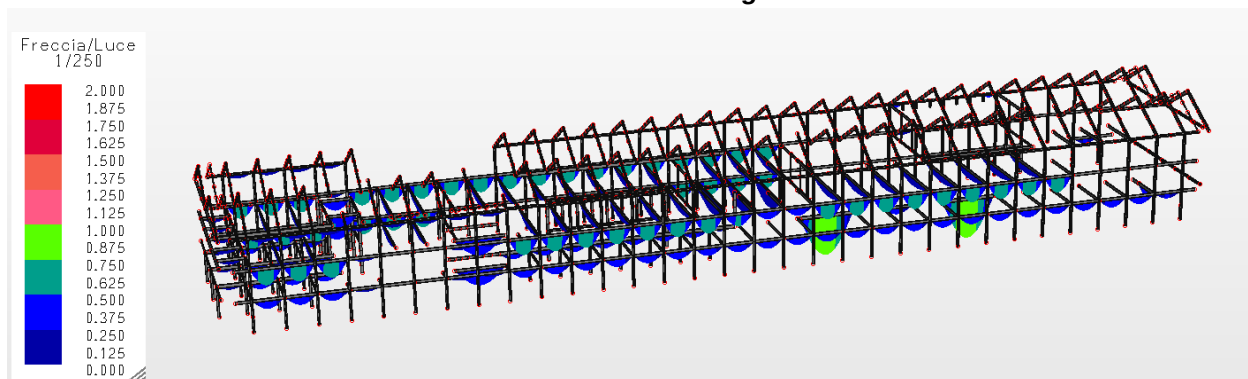
Di seguito si riportano i tabulati grafici di sintesi che riportano l'involuppo delle sollecitazioni e degli stati tensionali delle strutture in c.a. nonché i risultati più significativi delle analisi condotte.



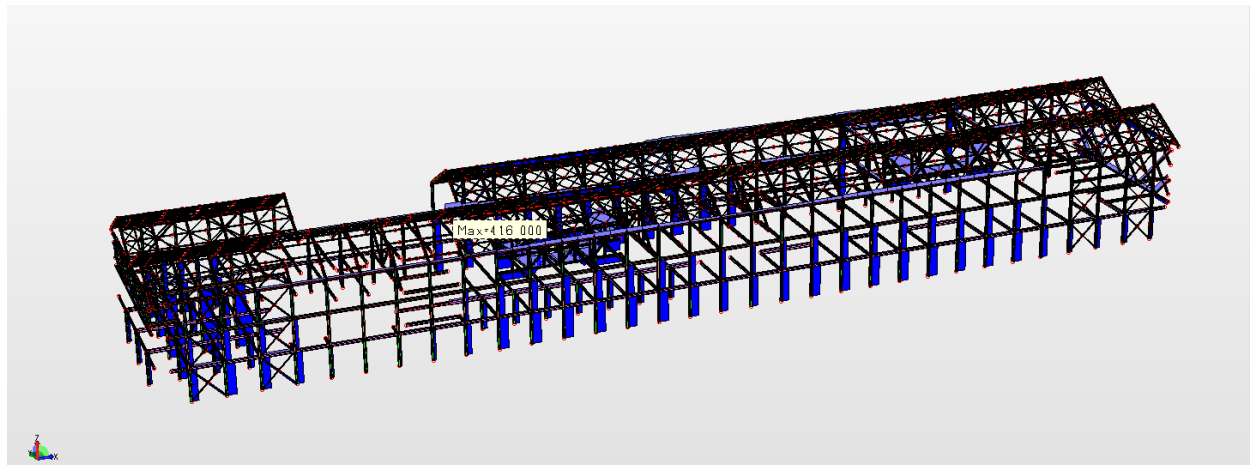
Momento Flettente lungo Y



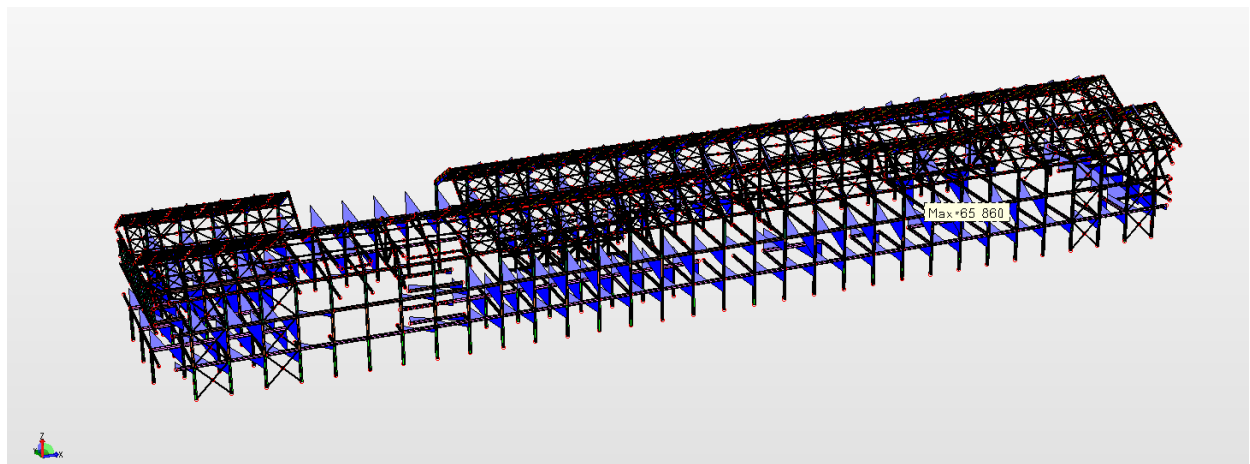
Momento Flettente lungo Z



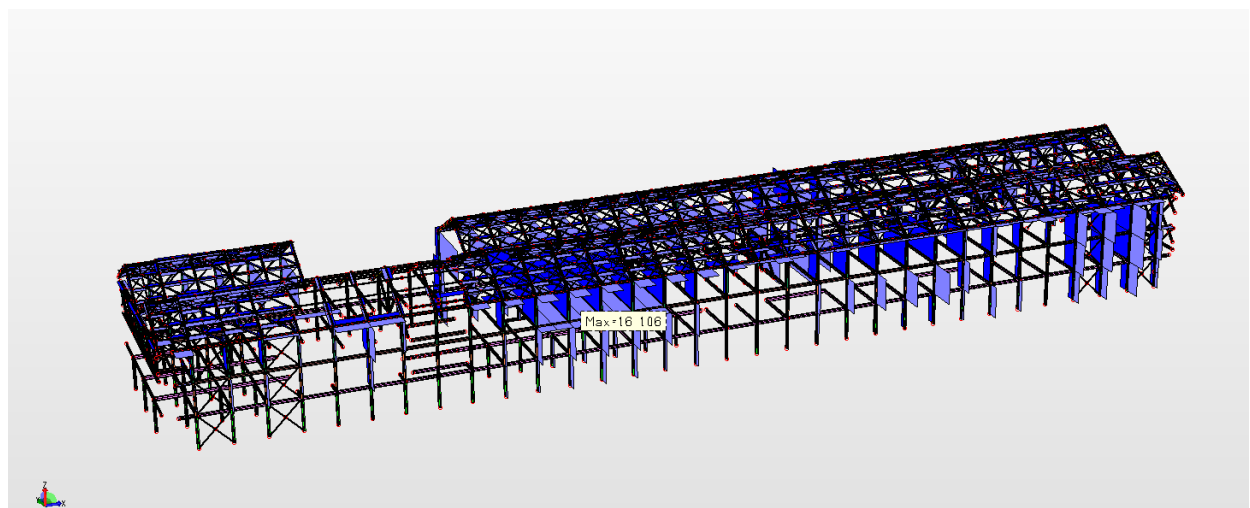
Verifica deformabilità COMB Rara (f/250)



SFORZO LUNGO X (SFORNO NORMALE)

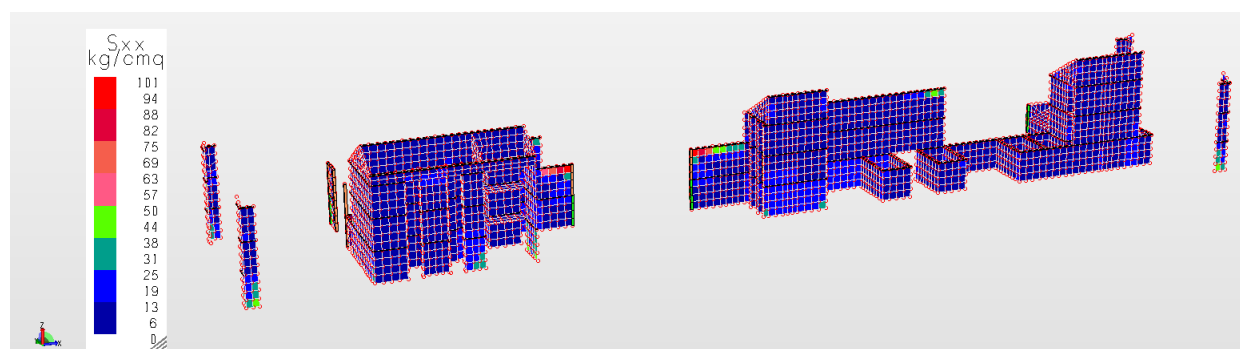


SFORZO LUNGO (TAGLIO Y)

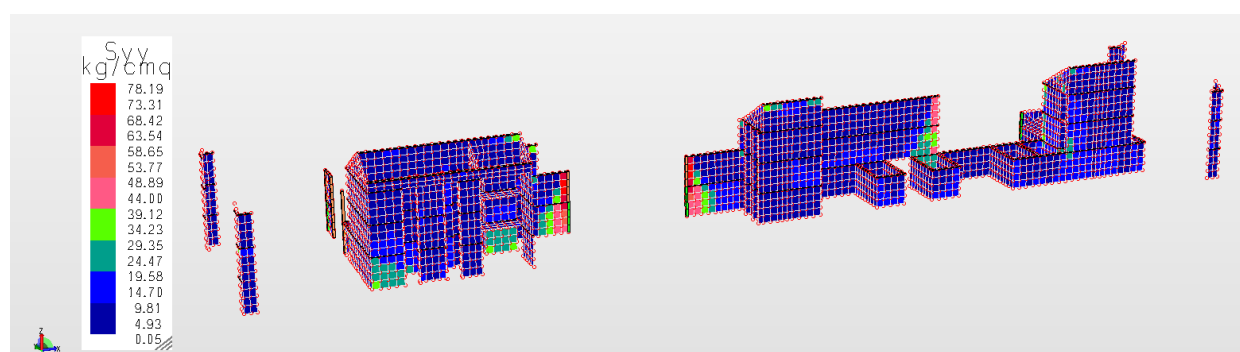


SFORZO LUNGO (TAGLIO Z)

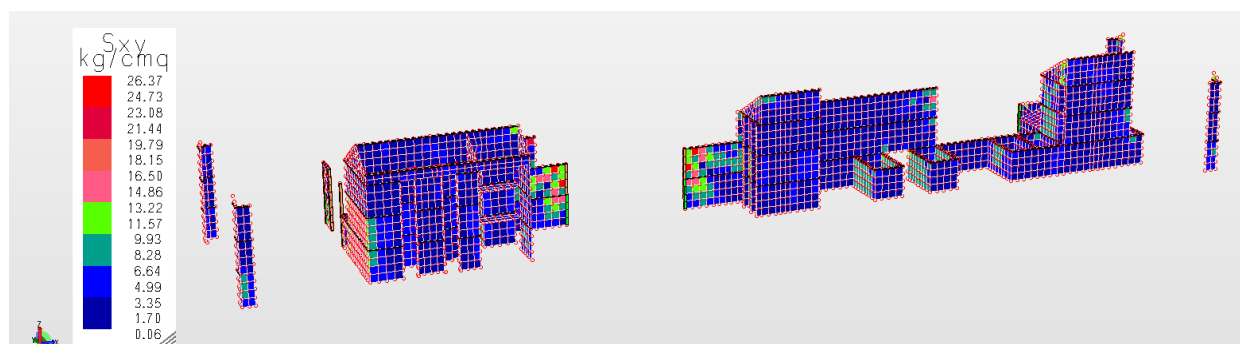
Fondazione IDIS – Città della Scienza
 REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA



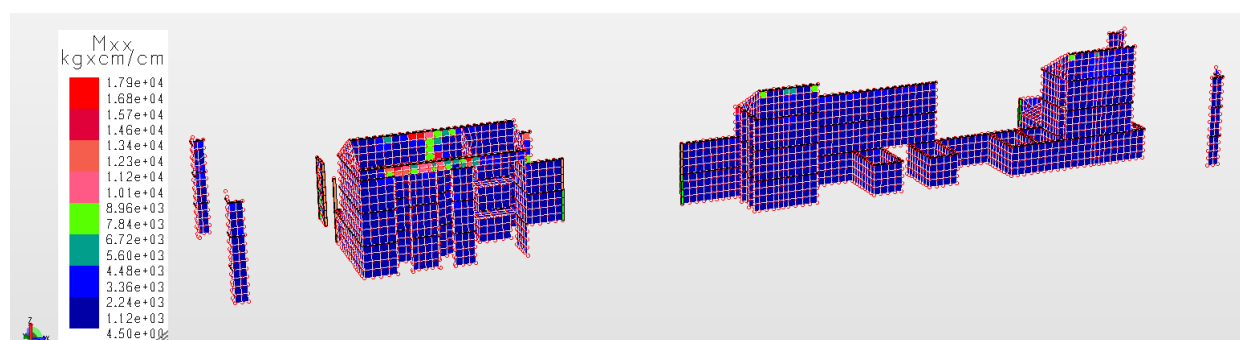
TENSIONE MEMBRANALE S_{xx}



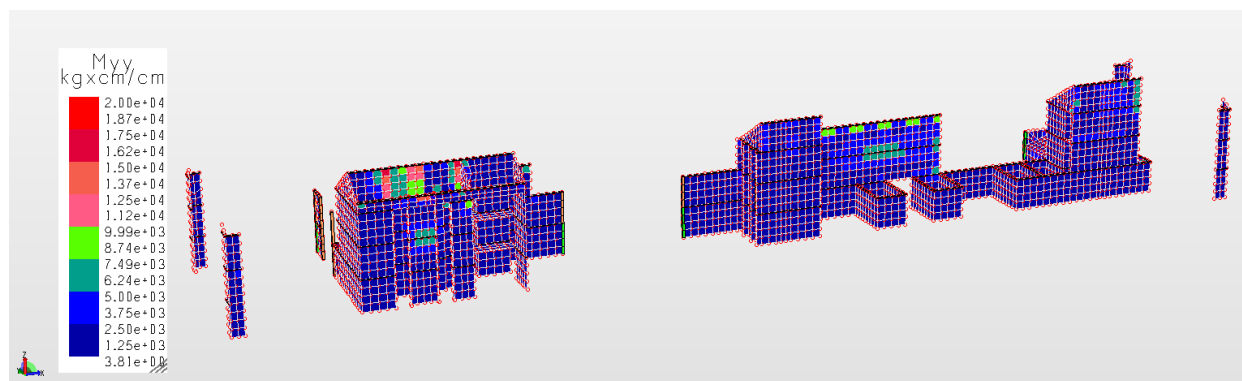
TENSIONE MEMBRANALE NEI PIANI S_{yy}



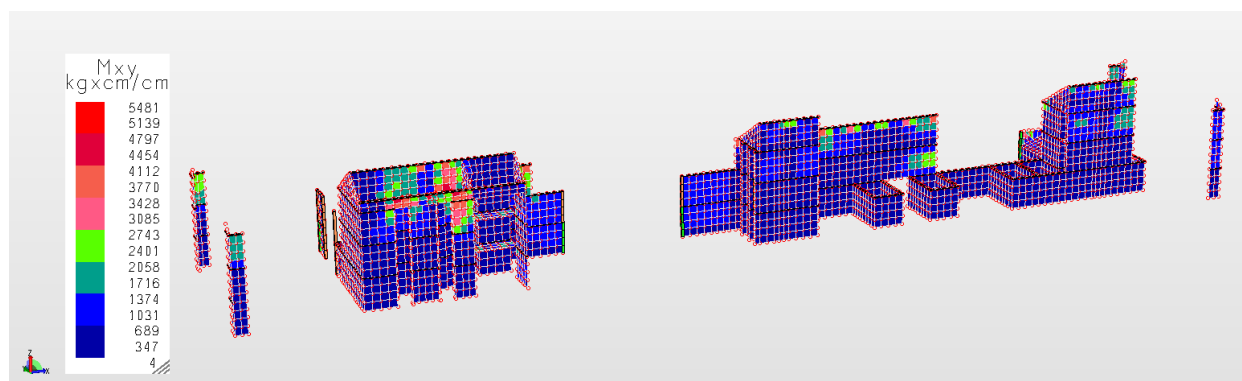
TENSIONE MEMBRANALE NEI PIANI S_{xy}



MOMENTO UNITARIO LUNGO X M_{xx}



Momento Unitario lungo Y Myy



Momento Torcente Unitario lungo Mxy

5.4.1 Progetto Armature elementi

Di seguito si riporta, sotto forma di tabulati grafici, la sintesi delle armature aggiuntive rispetto alle armature di base indicati nelle rispettive tabelle.

Armature solette in c.a.

Le armature delle solette di fondo in c.a. dello spessore di 25cm, sono costituite da una maglia 20x20cm di barre di armatura ad aderenza migliorata Ø16 inferiori e superiori, con legature n°9Ø10/mq.

Gusci s.l.

Tabella: Modifica...

Classe dei materiali: ...

Coeff. partec. Mxy: Coeff. partec. Sxy:

Orientam. amat.: Angolo posa:

Taglio fuori piano: Ø staffe/spille: [mm] Braccia/m:

Armatura superiore base

Ø base xx: [mm] Passo: [cm] Ø base yy: [mm] Passo: [cm]

Armatura inferiore base

Ø base xx: [mm] Passo: [cm] Ø base yy: [mm] Passo: [cm]

Armatura aggiuntiva

Ø agg. xx: [mm] Passo: [cm] Ø agg. yy: [mm] Passo: [cm]

Copri ferro inf: [cm] Copri ferro sup: [cm]

Cond. ambientali:

Tipo elemento:

Armature setti in c.a.

Le armature delle pareti in c.a. sono concepite per assorbire la sollecitazione di presso/tenso-flessione deviata. Vengono disposte per l'intera altezza delle pareti armature verticali Ø16 con passo 20cm, armature orizzontali Ø12 con passo 20cm e legature n°9Ø10/mq.

Muri s.l.	Muri s.l.
Tabella: Tabella muri spessore 25 Modifica...	Tabella: Tabella muri spessore 35 Modifica...
Classe dei materiali: Rck = 400 f_{yk} = 4580 ...	Classe dei materiali: Rck = 400 f_{yk} = 4580 ...
Spessore: 25 [cm] Altezza critica: Indifferente v	Spessore: 35 [cm] Altezza critica: Indifferente v
Coeff partec. Mxy: 0.5 Coeff partec. Sxy: 0.5	Coeff partec. Mxy: 0.5 Coeff partec. Sxy: 0.5
Armatura verticale Ø base: 16 [mm] Passo: 20 [cm] ρ : 0.8042 % Ø agg.: 16 [mm] Passo: 20 [cm] Armatura orizzontale Ø base: 12 [mm] Passo: 20 [cm] ρ : 0.4523 % Ø agg.: 12 [mm] Passo: 20 [cm]	
Copriferro: 4 [cm]	Copriferro: 4 [cm]
Coefficiente sismico di amplificazione del taglio: 1	Coefficiente sismico di amplificazione del taglio: 1
Cond. ambientali: Ordinaria v	Cond. ambientali: Ordinaria v
Tipo elemento: Muri v	Tipo elemento: Muri v

6 RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONE

Di seguito si riferisce in merito alle verifiche geotecniche in fondazione ed alla verifica della platea in c.a. dello spessore di 80cm fondata su n° 436 pali ad elica continua [CFA] diametro $\Phi 800$ della lunghezza di 22,5m.

La caratterizzazione geotecnica introdotta nell'ambito delle modellazioni agli elementi finiti, risulta essere la seguente:

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DI SINTESI				
Strato e profondità (m dal p.r.)	A) 0.0-3/5.0	B) 5.0-15.0	C) 15-20.0	D) 20.0-30.0
Terreno indagato	Riporti	Ceneri sabbiose, limi e torbe	Sabbie marine	Cinerite medio-fine
Nspt (colpi)	0-5	5-10	20-30	20-25
Peso di volume γ (g/cm ³)	1.5-1.6	1.5-1.7	1.7-1.9	1.6-1.8
Angolo di attrito ϕ' (°)	26-28	27-29	32-34	30-32
Densità relativa D_r (%)	30-50	40-60	50-70	50-60
Coesione (KPa)	0	0-2	0	1-2,5

Tab. 3 – Modello geologico-tecnico di sintesi del sito (fino a 30 m) – Nuovo CDS in via Coroglio (NA).

6.1 Richiami teorici - Metodi di analisi

Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale w e le rotazione intorno agli assi x e y , ϕ_x e ϕ_y , legati allo spostamento w tramite relazioni

$$\begin{aligned}\phi_x &= -dw/dy \\ \phi_y &= dw/dx\end{aligned}$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è possibile costruire la matrice di rigidezza dell'elemento $\mathbf{k}_e$ ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento $\mathbf{p}_e$.

La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura $\mathbf{K}$ ed il vettore dei carichi nodali $\mathbf{p}$. La soluzione del sistema

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali $\mathbf{u}$.

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni M_x , M_y ed M_{xy} .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo k ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti u e v nel piano XY. L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra σ_x , σ_y e τ_{xy} . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali N_x , N_y e N_{xy} . Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione X e Y aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale. La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T portanza totale del palo
 Q_P portanza di base del palo
 Q_L portanza per attrito laterale del palo
 W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P(cN'_c + qN'_q)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso di volume del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c N'_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.
 K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \text{integrale } \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan\delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso di volume del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in Kg/cm²/cm che rappresenta la pressione (in Kg/cm²) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm.

Il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che viene risolto mediante una analisi al passo.

Disposizione delle armature

Le armature vengono disposte secondo due direzioni, una principale ed una secondaria. Per il calcolo delle stesse si fa riferimento ai valori nodali delle sollecitazioni ottenute dall'analisi ad elementi finiti. Per la disposizione delle stesse occorre suddividere la piastra in un numero di strisce opportuno nelle due direzioni.

Il programma utilizza strisce della larghezza di circa un metro.

6.2 Dati

Materiali

Simbologia adottata

n^o	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
R_{ck}	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kg/cmq]
γ_{cs}	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kg/mc]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [kg/cmq]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

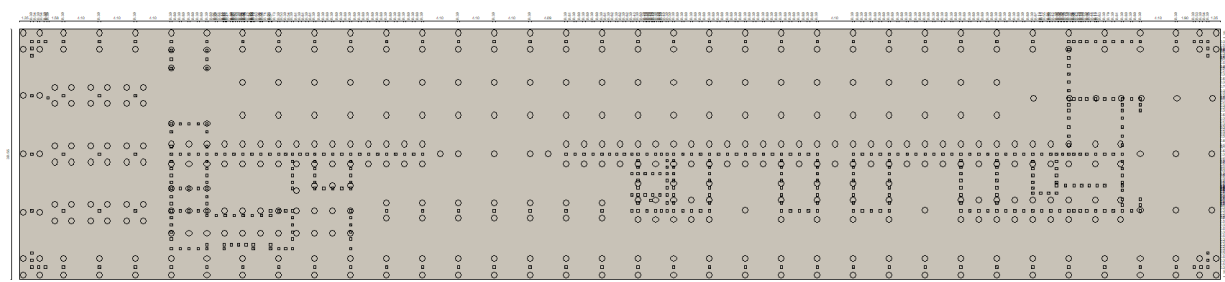
TA Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck [kg/cmq]	γ _{cls} [kg/mc]	E [kg/cmq]	v	n	TA
1	Materiale Piastra	C32/40	407,88	2500	343054,09	0.200	15.00	B450C
2	Materiale Pali	C25/30	305,91	2500	320665,55	0.200	15.00	B450C

Geometria

Coordinate contorno esterno

n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]
1	-1,50	-1,50	2	145,65	-1,50	3	145,65	29,05	4	-1,50	29,05



Spessori piastra

Spessore costante 80,00 [cm]

Caratteristiche pilastri

Simbologia adottata

n°	Identificativo del pilastro
X	Ascissa pilastro espressa in [m]
Y	Ordinata pilastro espressa in [m]
Bx	Dimensione pilastro in direzione X espressa in [cm]
By	Dimensione pilastro in direzione Y espressa in [cm]
nodo	Indice nodo mesh su cui è posizionato il pilastro

n°	X [m]	Y [m]	Bx [cm]	By [cm]	nodo
1	17,08	27,55	30,00	30,00	1002
2	17,08	24,30	30,00	30,00	811
3	21,48	10,33	30,00	30,00	603
4	129,28	13,78	30,00	30,00	4659
5	1,68	0,00	30,00	30,00	24
6	23,68	13,78	30,00	30,00	796
7	21,48	12,05	30,00	30,00	598
8	122,68	12,05	30,00	30,00	4411
9	135,88	8,28	30,00	30,00	4944
10	127,08	27,55	30,00	30,00	4431
11	125,60	9,95	30,00	30,00	4545
12	133,68	27,55	30,00	30,00	4712
13	135,88	27,55	30,00	30,00	4784
14	43,48	6,89	30,00	30,00	1590
15	47,88	6,89	30,00	30,00	1752
16	52,28	6,89	30,00	30,00	1927
17	56,68	6,89	30,00	30,00	2093
18	61,08	6,89	30,00	30,00	2270
19	65,47	6,89	30,00	30,00	2434
20	69,88	6,89	30,00	30,00	2611
21	0,00	6,89	30,00	30,00	87
22	0,00	20,93	30,00	30,00	630
23	73,55	6,89	30,00	30,00	2734
24	21,48	8,61	30,00	30,00	582
25	39,08	10,33	30,00	30,00	1417
26	17,08	12,05	30,00	30,00	440
27	127,08	18,18	30,00	30,00	4523
28	31,95	13,78	30,00	30,00	1159
29	17,08	3,44	30,00	30,00	401
30	17,08	2,25	30,00	30,00	420
31	17,08	9,60	30,00	30,00	410
32	12,68	27,55	30,00	30,00	872
33	8,28	27,55	30,00	30,00	807
34	3,88	27,55	30,00	30,00	967
35	140,28	27,55	30,00	30,00	4941
36	122,68	27,55	30,00	30,00	4280

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	Bx [cm]	By [cm]	nodo
37	118,28	27,55	30,00	30,00	4130
38	113,88	27,55	30,00	30,00	3964
39	109,48	27,55	30,00	30,00	3818
40	105,08	27,55	30,00	30,00	3651
41	100,68	27,55	30,00	30,00	3510
42	96,28	27,55	30,00	30,00	3341
43	91,88	27,55	30,00	30,00	3207
44	87,48	27,55	30,00	30,00	3044
45	83,08	27,55	30,00	30,00	2911
46	78,68	27,55	30,00	30,00	2749
47	74,28	27,55	30,00	30,00	2628
48	69,88	27,55	30,00	30,00	2503
49	65,47	27,55	30,00	30,00	2350
50	61,08	27,55	30,00	30,00	2233
51	56,68	27,55	30,00	30,00	2082
52	52,28	27,55	30,00	30,00	1958
53	47,88	27,55	30,00	30,00	1805
54	43,48	27,55	30,00	30,00	1696
55	39,08	27,55	30,00	30,00	1548
56	34,68	27,55	30,00	30,00	1433
57	2,00	20,66	30,00	30,00	574
58	30,28	27,55	30,00	30,00	1286
59	75,88	8,13	30,00	30,00	2781
60	25,88	27,55	30,00	30,00	1183
61	131,48	27,55	30,00	30,00	4636
62	0,00	27,55	30,00	30,00	1064
63	21,48	27,55	30,00	30,00	1073
64	144,15	25,83	30,00	30,00	5119
65	21,48	24,30	30,00	30,00	910
66	17,08	13,78	30,00	30,00	479
67	3,88	20,93	30,00	30,00	526
68	39,08	3,44	30,00	30,00	1441
69	133,68	20,53	30,00	30,00	4794
70	39,08	5,17	30,00	30,00	1418
71	131,48	20,53	30,00	30,00	4694
72	21,48	17,48	30,00	30,00	772
73	0,00	13,78	30,00	30,00	292
74	12,68	13,78	30,00	30,00	375
75	8,28	13,78	30,00	30,00	279
76	3,88	13,78	30,00	30,00	235
77	39,08	12,05	30,00	30,00	1407
78	122,68	13,78	30,00	30,00	4403
79	125,60	13,78	30,00	30,00	4514
80	133,68	13,78	30,00	30,00	4805
81	131,48	13,78	30,00	30,00	4742
82	127,08	13,78	30,00	30,00	4573
83	118,28	13,78	30,00	30,00	4232
84	113,88	13,78	30,00	30,00	4081
85	105,08	13,78	30,00	30,00	3778
86	100,68	13,78	30,00	30,00	3630
87	96,28	13,78	30,00	30,00	3473
88	91,88	13,78	30,00	30,00	3316
89	73,55	13,78	30,00	30,00	2634
90	78,68	13,78	30,00	30,00	2828
91	77,88	13,78	30,00	30,00	2802
92	83,08	13,78	30,00	30,00	3006
93	74,28	13,78	30,00	30,00	2660
94	39,08	13,78	30,00	30,00	1432
95	34,68	13,78	30,00	30,00	1265
96	19,28	6,89	30,00	30,00	460
97	30,28	13,78	30,00	30,00	1102
98	25,88	13,78	30,00	30,00	898
99	21,48	13,78	30,00	30,00	666
100	69,88	13,78	30,00	30,00	2495
101	65,47	13,78	30,00	30,00	2345
102	47,88	13,78	30,00	30,00	1748
103	43,48	13,78	30,00	30,00	1609
104	118,28	11,42	30,00	30,00	4219
105	113,88	11,42	30,00	30,00	4085
106	91,88	11,42	30,00	30,00	3333
107	96,28	11,42	30,00	30,00	3471
108	100,68	11,42	30,00	30,00	3611
109	105,08	11,42	30,00	30,00	3781
110	77,88	11,42	30,00	30,00	2824
111	73,55	11,42	30,00	30,00	2646
112	83,08	11,42	30,00	30,00	3026
113	131,48	9,95	30,00	30,00	4755
114	133,68	9,95	30,00	30,00	4842
115	39,08	9,60	30,00	30,00	1419
116	34,68	9,60	30,00	30,00	1280
117	31,95	9,60	30,00	30,00	1117
118	21,48	9,60	30,00	30,00	618
119	125,60	9,01	30,00	30,00	4566
120	122,68	9,01	30,00	30,00	4465
121	118,28	8,83	30,00	30,00	4279
122	113,88	8,83	30,00	30,00	4149
123	83,08	8,83	30,00	30,00	3059
124	91,88	8,83	30,00	30,00	3390

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	Bx [cm]	By [cm]	nodo
125	96,28	8,83	30,00	30,00	3534
126	100,68	8,83	30,00	30,00	3694
127	105,08	8,83	30,00	30,00	3851
128	78,68	8,83	30,00	30,00	2898
129	77,88	8,83	30,00	30,00	2859
130	74,28	8,83	30,00	30,00	2730
131	73,55	8,83	30,00	30,00	2700
132	127,70	13,78	30,00	30,00	4609
133	122,68	6,89	30,00	30,00	4502
134	127,70	6,89	30,00	30,00	4692
135	133,68	6,89	30,00	30,00	4901
136	135,88	6,89	30,00	30,00	4986
137	127,08	6,89	30,00	30,00	4651
138	131,48	6,89	30,00	30,00	4837
139	113,88	6,89	30,00	30,00	4205
140	118,28	6,89	30,00	30,00	4328
141	105,08	6,89	30,00	30,00	3893
142	100,68	6,89	30,00	30,00	3740
143	96,28	6,89	30,00	30,00	3569
144	91,88	6,89	30,00	30,00	3422
145	78,68	6,89	30,00	30,00	2933
146	74,28	6,89	30,00	30,00	2758
147	83,08	6,89	30,00	30,00	3097
148	77,88	6,89	30,00	30,00	2893
149	39,08	6,89	30,00	30,00	1406
150	31,95	6,89	30,00	30,00	1121
151	29,25	6,89	30,00	30,00	986
152	30,28	6,89	30,00	30,00	1056
153	21,48	6,89	30,00	30,00	560
154	3,88	6,89	30,00	30,00	100
155	17,08	6,89	30,00	30,00	377
156	31,95	5,17	30,00	30,00	1128
157	29,25	6,30	30,00	30,00	960
158	21,48	6,30	30,00	30,00	525
159	29,25	2,75	30,00	30,00	1028
160	31,95	3,44	30,00	30,00	1151
161	21,48	2,75	30,00	30,00	575
162	27,15	2,75	30,00	30,00	943
163	23,57	2,75	30,00	30,00	686
164	30,28	2,25	30,00	30,00	1074
165	39,08	2,25	30,00	30,00	1470
166	17,08	10,33	30,00	30,00	432
167	17,08	8,61	30,00	30,00	398
168	27,15	2,25	30,00	30,00	918
169	23,57	2,25	30,00	30,00	696
170	29,25	2,25	30,00	30,00	1029
171	31,95	2,25	30,00	30,00	1169
172	21,48	2,25	30,00	30,00	592
173	144,15	1,72	30,00	30,00	5273
174	140,28	0,00	30,00	30,00	5242
175	135,88	0,00	30,00	30,00	5138
176	131,48	0,00	30,00	30,00	4999
177	127,08	0,00	30,00	30,00	4832
178	122,68	0,00	30,00	30,00	4700
179	118,28	0,00	30,00	30,00	4551
180	113,88	0,00	30,00	30,00	4382
181	109,48	0,00	30,00	30,00	4220
182	105,08	0,00	30,00	30,00	4046
183	100,68	0,00	30,00	30,00	3898
184	96,28	0,00	30,00	30,00	3711
185	91,88	0,00	30,00	30,00	3558
186	87,48	0,00	30,00	30,00	3385
187	83,08	0,00	30,00	30,00	3253
188	78,68	0,00	30,00	30,00	3082
189	74,28	0,00	30,00	30,00	2920
190	69,88	0,00	30,00	30,00	2742
191	65,47	0,00	30,00	30,00	2553
192	61,08	0,00	30,00	30,00	2391
193	56,68	0,00	30,00	30,00	2207
194	52,28	0,00	30,00	30,00	2053
195	47,88	0,00	30,00	30,00	1872
196	43,48	0,00	30,00	30,00	1712
197	39,08	0,00	30,00	30,00	1515
198	34,68	0,00	30,00	30,00	1347
199	30,28	0,00	30,00	30,00	1145
200	25,88	0,00	30,00	30,00	908
201	21,48	0,00	30,00	30,00	679
202	17,08	0,00	30,00	30,00	463
203	8,28	20,93	30,00	30,00	494
204	12,68	0,00	30,00	30,00	284
205	8,28	0,00	30,00	30,00	140
206	3,88	0,00	30,00	30,00	53
207	17,08	17,48	30,00	30,00	581
208	17,08	5,17	30,00	30,00	371
209	0,00	0,00	30,00	30,00	2
210	12,68	20,93	30,00	30,00	589
211	12,68	6,89	30,00	30,00	258
212	80,88	6,89	30,00	30,00	3012

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	Bx [cm]	By [cm]	nodo
213	127,76	9,95	30,00	30,00	4602
214	127,08	20,53	30,00	30,00	4489
215	133,68	9,38	30,00	30,00	4861
216	133,68	8,28	30,00	30,00	4879
217	21,48	26,47	30,00	30,00	996
218	127,70	20,53	30,00	30,00	4542
219	133,68	12,05	30,00	30,00	4830
220	133,68	10,33	30,00	30,00	4858
221	129,28	20,53	30,00	30,00	4605
222	0,00	1,72	30,00	30,00	14
223	8,28	6,89	30,00	30,00	154
224	0,00	25,83	30,00	30,00	956
225	144,15	0,00	30,00	30,00	5282
226	74,28	11,42	30,00	30,00	2692
227	78,68	11,42	30,00	30,00	2850
228	144,15	27,55	30,00	30,00	5096
229	1,68	27,55	30,00	30,00	1026
230	142,48	27,55	30,00	30,00	5025
231	142,48	0,00	30,00	30,00	5265
232	87,48	13,78	30,00	30,00	3157
233	85,28	13,78	30,00	30,00	3080
234	127,08	19,14	30,00	30,00	4506
235	102,88	13,78	30,00	30,00	3713
236	89,68	13,78	30,00	30,00	3239
237	41,28	13,78	30,00	30,00	1531
238	94,08	13,78	30,00	30,00	3408
239	124,88	13,78	30,00	30,00	4473
240	135,88	19,14	30,00	30,00	4843
241	135,88	20,53	30,00	30,00	4856
242	127,70	27,55	30,00	30,00	4488
243	129,28	27,55	30,00	30,00	4553
244	127,08	22,58	30,00	30,00	4472
245	133,68	18,18	30,00	30,00	4772
246	80,88	13,78	30,00	30,00	2924
247	76,48	13,78	30,00	30,00	2733
248	36,88	13,78	30,00	30,00	1359
249	28,08	13,78	30,00	30,00	995
250	19,28	13,78	30,00	30,00	558
251	76,48	6,89	30,00	30,00	2822
252	124,88	6,89	30,00	30,00	4578
253	129,28	6,89	30,00	30,00	4743
254	122,68	10,33	30,00	30,00	4452
255	125,60	12,05	30,00	30,00	4504
256	125,60	10,33	30,00	30,00	4556
257	31,95	12,05	30,00	30,00	1115
258	31,95	10,33	30,00	30,00	1140
259	34,68	12,05	30,00	30,00	1243
260	34,68	10,33	30,00	30,00	1271
261	133,68	19,14	30,00	30,00	4762
262	144,15	0,86	30,00	30,00	5277
263	18,18	17,48	30,00	30,00	616
264	21,48	14,70	30,00	30,00	700
265	31,11	13,78	30,00	30,00	1146
266	35,78	9,60	30,00	30,00	1302
267	22,59	6,30	30,00	30,00	579
268	31,11	6,89	30,00	30,00	1091
269	31,95	6,03	30,00	30,00	1122
270	31,95	4,30	30,00	30,00	1129
271	31,11	2,25	30,00	30,00	1127
272	24,47	2,75	30,00	30,00	741
273	18,18	2,25	30,00	30,00	444
274	17,08	6,03	30,00	30,00	365
275	18,18	9,60	30,00	30,00	448
276	83,08	7,86	30,00	30,00	3072
277	83,08	9,69	30,00	30,00	3053
278	74,28	7,86	30,00	30,00	2718
279	75,38	6,89	30,00	30,00	2794
280	75,18	8,83	30,00	30,00	2756
281	75,18	11,42	30,00	30,00	2720
282	77,88	7,86	30,00	30,00	2886
283	78,68	7,86	30,00	30,00	2927
284	132,57	6,89	30,00	30,00	4873
285	124,63	9,01	30,00	30,00	4517
286	130,38	13,78	30,00	30,00	4698
287	132,57	13,78	30,00	30,00	4776
288	121,58	6,89	30,00	30,00	4461
289	78,68	9,69	30,00	30,00	2872
290	77,88	9,69	30,00	30,00	2827
291	77,88	12,21	30,00	30,00	2800
292	74,28	9,69	30,00	30,00	2714
293	132,57	20,53	30,00	30,00	4723
294	128,49	13,78	30,00	30,00	4627
295	119,38	13,78	30,00	30,00	4277
296	112,78	13,78	30,00	30,00	4049
297	114,98	13,78	30,00	30,00	4117
298	91,88	7,86	30,00	30,00	3400
299	92,98	6,89	30,00	30,00	3465
300	96,28	7,86	30,00	30,00	3548

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	Bx [cm]	By [cm]	nodo
301	100,68	12,99	30,00	30,00	3641
302	103,98	6,89	30,00	30,00	3860
303	105,08	12,99	30,00	30,00	3785
304	117,18	6,89	30,00	30,00	4299
305	113,88	12,99	30,00	30,00	4084
306	105,08	10,56	30,00	30,00	3802
307	105,08	7,86	30,00	30,00	3884
308	100,68	10,56	30,00	30,00	3649
309	100,68	7,86	30,00	30,00	3722
310	96,28	9,69	30,00	30,00	3512
311	96,28	12,21	30,00	30,00	3482
312	91,88	9,69	30,00	30,00	3374
313	91,88	12,21	30,00	30,00	3345
314	44,58	13,78	30,00	30,00	1653
315	126,68	9,95	30,00	30,00	4586
316	135,88	7,58	30,00	30,00	4949
317	66,58	13,78	30,00	30,00	2381
318	70,79	13,78	30,00	30,00	2531
319	144,15	26,69	30,00	30,00	5111
320	0,84	27,55	30,00	30,00	1058
321	17,08	4,30	30,00	30,00	391
322	77,18	6,89	30,00	30,00	2870
323	134,78	20,53	30,00	30,00	4806
324	135,88	19,83	30,00	30,00	4834
325	127,08	14,88	30,00	30,00	4552
326	21,48	25,39	30,00	30,00	952
327	19,28	17,48	30,00	30,00	647
328	20,38	17,48	30,00	30,00	711
329	21,48	16,55	30,00	30,00	737
330	36,88	9,60	30,00	30,00	1337
331	37,98	9,60	30,00	30,00	1370
332	24,81	6,30	30,00	30,00	723
333	25,92	6,30	30,00	30,00	776
334	23,70	6,30	30,00	30,00	677
335	25,36	2,75	30,00	30,00	810
336	26,26	2,75	30,00	30,00	878
337	19,28	2,25	30,00	30,00	475
338	20,38	2,25	30,00	30,00	528
339	19,28	9,60	30,00	30,00	478
340	20,38	9,60	30,00	30,00	567
341	83,08	10,56	30,00	30,00	3040
342	76,08	8,83	30,00	30,00	2789
343	76,98	8,83	30,00	30,00	2829
344	76,08	11,42	30,00	30,00	2751
345	76,98	11,42	30,00	30,00	2783
346	133,68	14,88	30,00	30,00	4844
347	133,68	17,08	30,00	30,00	4787
348	133,68	15,98	30,00	30,00	4800
349	133,68	19,83	30,00	30,00	4758
350	125,60	12,91	30,00	30,00	4510
351	123,65	9,01	30,00	30,00	4493
352	126,34	13,78	30,00	30,00	4543
353	122,68	12,91	30,00	30,00	4397
354	130,55	9,95	30,00	30,00	4715
355	128,69	9,95	30,00	30,00	4633
356	129,62	9,95	30,00	30,00	4674
357	130,38	20,53	30,00	30,00	4652
358	127,08	21,55	30,00	30,00	4479
359	118,28	7,86	30,00	30,00	4306
360	118,28	9,69	30,00	30,00	4261
361	118,28	10,56	30,00	30,00	4239
362	118,28	12,21	30,00	30,00	4233
363	118,28	12,99	30,00	30,00	4209
364	130,38	6,89	30,00	30,00	4791
365	125,98	6,89	30,00	30,00	4603
366	119,38	6,89	30,00	30,00	4377
367	120,48	6,89	30,00	30,00	4420
368	134,78	6,89	30,00	30,00	4934
369	133,68	12,91	30,00	30,00	4822
370	78,68	10,56	30,00	30,00	2864
371	77,88	10,56	30,00	30,00	2812
372	77,88	12,99	30,00	30,00	2784
373	74,28	10,56	30,00	30,00	2686
374	130,38	27,55	30,00	30,00	4599
375	120,48	13,78	30,00	30,00	4317
376	121,58	13,78	30,00	30,00	4365
377	103,98	13,78	30,00	30,00	3747
378	108,38	13,78	30,00	30,00	3897
379	109,48	13,78	30,00	30,00	3936
380	110,58	13,78	30,00	30,00	3969
381	111,68	13,78	30,00	30,00	4008
382	116,08	13,78	30,00	30,00	4157
383	117,18	13,78	30,00	30,00	4196
384	94,08	6,89	30,00	30,00	3499
385	95,18	6,89	30,00	30,00	3528
386	100,68	12,21	30,00	30,00	3624
387	101,78	6,89	30,00	30,00	3787
388	102,88	6,89	30,00	30,00	3828

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	Bx [cm]	By [cm]	nodo
389	105,08	12,21	30,00	30,00	3793
390	114,98	6,89	30,00	30,00	4222
391	116,08	6,89	30,00	30,00	4259
392	113,88	7,86	30,00	30,00	4174
393	113,88	9,69	30,00	30,00	4126
394	113,88	10,56	30,00	30,00	4105
395	113,88	12,21	30,00	30,00	4096
396	105,08	9,69	30,00	30,00	3829
397	100,68	9,69	30,00	30,00	3670
398	96,28	10,56	30,00	30,00	3489
399	96,28	12,99	30,00	30,00	3477
400	91,88	10,56	30,00	30,00	3352
401	91,88	12,99	30,00	30,00	3322
402	45,68	13,78	30,00	30,00	1686
403	46,78	13,78	30,00	30,00	1716
404	67,68	13,78	30,00	30,00	2417
405	68,78	13,78	30,00	30,00	2461
406	71,71	13,78	30,00	30,00	2569
407	72,63	13,78	30,00	30,00	2589
408	132,57	27,55	30,00	30,00	4685
409	127,08	23,57	30,00	30,00	4464
410	127,08	25,56	30,00	30,00	4449
411	127,08	24,57	30,00	30,00	4455
412	128,49	27,55	30,00	30,00	4515
413	122,68	11,19	30,00	30,00	4429
414	122,68	9,67	30,00	30,00	4450
415	127,08	19,83	30,00	30,00	4497
416	101,78	13,78	30,00	30,00	3678
417	128,49	20,53	30,00	30,00	4571
418	123,78	13,78	30,00	30,00	4447
419	134,78	27,55	30,00	30,00	4735
420	123,78	6,89	30,00	30,00	4538
421	128,49	6,89	30,00	30,00	4713
422	127,08	15,98	30,00	30,00	4540
423	127,08	17,08	30,00	30,00	4539
424	133,68	7,58	30,00	30,00	4907
425	133,68	11,19	30,00	30,00	4838
426	125,60	11,19	30,00	30,00	4527
427	17,08	16,55	30,00	30,00	559
428	17,08	14,70	30,00	30,00	506
429	17,08	12,91	30,00	30,00	458
430	20,38	13,78	30,00	30,00	620
431	24,78	13,78	30,00	30,00	847
432	29,18	13,78	30,00	30,00	1057
433	37,98	13,78	30,00	30,00	1399
434	34,68	12,91	30,00	30,00	1252
435	33,77	13,78	30,00	30,00	1229
436	32,86	13,78	30,00	30,00	1188
437	31,95	12,91	30,00	30,00	1133
438	21,48	12,91	30,00	30,00	623
439	27,03	6,30	30,00	30,00	834
440	28,14	6,30	30,00	30,00	904
441	77,18	13,78	30,00	30,00	2775
442	81,98	13,78	30,00	30,00	2970
443	83,08	12,99	30,00	30,00	3013
444	83,08	12,21	30,00	30,00	3038
445	78,68	12,99	30,00	30,00	2839
446	78,68	12,21	30,00	30,00	2846
447	81,98	6,89	30,00	30,00	3052
448	74,28	12,99	30,00	30,00	2665
449	74,28	12,21	30,00	30,00	2678
450	90,78	13,78	30,00	30,00	3278
451	95,18	13,78	30,00	30,00	3440
452	106,18	13,78	30,00	30,00	3815
453	107,28	13,78	30,00	30,00	3858
454	42,38	13,78	30,00	30,00	1569
455	86,38	13,78	30,00	30,00	3117
456	127,08	26,56	30,00	30,00	4435
457	17,08	26,47	30,00	30,00	937
458	17,08	25,39	30,00	30,00	870
459	18,18	6,89	30,00	30,00	417
460	20,38	6,89	30,00	30,00	495
461	0,00	26,69	30,00	30,00	1009
462	0,00	0,86	30,00	30,00	4
463	22,58	13,78	30,00	30,00	746
464	84,18	13,78	30,00	30,00	3041
465	17,08	11,19	30,00	30,00	423
466	17,08	7,75	30,00	30,00	388
467	143,31	0,00	30,00	30,00	5272
468	143,31	27,55	30,00	30,00	5058
469	0,84	0,00	30,00	30,00	12
470	88,58	13,78	30,00	30,00	3193
471	40,18	13,78	30,00	30,00	1478
472	92,98	13,78	30,00	30,00	3365
473	21,48	7,75	30,00	30,00	544
474	39,08	6,03	30,00	30,00	1415
475	39,08	4,30	30,00	30,00	1436
476	21,48	11,19	30,00	30,00	595

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	Bx [cm]	By [cm]	nodo
477	39,08	12,91	30,00	30,00	1413
478	79,78	13,78	30,00	30,00	2865
479	75,38	13,78	30,00	30,00	2694
480	35,78	13,78	30,00	30,00	1329
481	26,98	13,78	30,00	30,00	946
482	18,18	13,78	30,00	30,00	530
483	39,08	11,19	30,00	30,00	1403
484	31,95	11,19	30,00	30,00	1113
485	34,68	11,19	30,00	30,00	1247
486	79,78	6,89	30,00	30,00	2972

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia
Descrizione	Descrizione tipologia
Geometria	Geometria tipologia (Pali in c.a o Pali in acciaio)
Armatura	Tipologia armatura per pali in c.a.
Portanza	Aliquote contributi portanza (solo Punta, solo Laterale, Entrambe)
Vincolo	Grado di vincolo alla testa del palo (Incastro o Cerniera)
TC	Tipologia costruttiva del palo (Trivellato o Infisso)
Mat	Indice materiale tipologia palo
Pt	Pressione quota testa palo, espressa in [kg/cmq]

n°	Descrizione	Geometria	Armatura	Portanza	Vincolo	TC	Mat	Pt [kg/cm ²]
1	Tipologia 1	Pali circolari in c.a.	Ferri longitudinali + staffe	Entrambe	Cerniera	Trivellato	2	0,00

Caratteristiche pali

Simbologia adottata

n°	Indice palo
X	Ascissa palo, espressa in [m]
Y	Ordinata palo, espressa in [m]
d	Diametro palo, espresso in [cm]
l	Lunghezza palo, espressa in [m]
nodo	Indice nodo su cui è posizionato il palo
lt	Indice tipologia palo

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	lt
1	-1,00	-1,00	80,00	22,50	8	1
2	1,00	-1,00	80,00	22,50	22	1
3	3,90	-1,00	80,00	22,50	62	1
4	3,90	1,00	80,00	22,50	53	1
5	1,00	1,00	80,00	22,50	23	1
6	-1,00	1,00	80,00	22,50	10	1
7	-1,00	28,55	80,00	22,50	1166	1
8	1,00	28,55	80,00	22,50	1138	1
9	3,90	28,55	80,00	22,50	1033	1
10	3,90	26,55	80,00	22,50	892	1
11	1,00	26,55	80,00	22,50	990	1
12	-1,00	26,55	80,00	22,50	1056	1
13	8,30	26,55	80,00	22,50	739	1
14	12,70	26,55	80,00	22,50	832	1
15	17,10	24,30	80,00	22,50	820	1
16	21,50	24,30	80,00	22,50	940	1
17	25,90	26,55	80,00	22,50	1150	1
18	30,30	26,55	80,00	22,50	1267	1
19	34,70	26,55	80,00	22,50	1425	1
20	39,10	26,55	80,00	22,50	1537	1
21	43,50	26,55	80,00	22,50	1678	1
22	47,90	26,55	80,00	22,50	1800	1
23	52,30	26,55	80,00	22,50	1955	1
24	56,70	26,55	80,00	22,50	2079	1
25	61,10	26,55	80,00	22,50	2228	1
26	65,50	26,55	80,00	22,50	2347	1
27	69,90	26,55	80,00	22,50	2502	1
28	74,30	26,55	80,00	22,50	2624	1
29	78,70	26,55	80,00	22,50	2771	1
30	83,10	26,55	80,00	22,50	2909	1
31	87,50	26,55	80,00	22,50	3043	1
32	91,90	26,55	80,00	22,50	3213	1
33	96,30	26,55	80,00	22,50	3348	1
34	100,70	26,55	80,00	22,50	3523	1
35	105,10	26,55	80,00	22,50	3662	1
36	109,50	26,55	80,00	22,50	3835	1
37	113,90	26,55	80,00	22,50	3977	1
38	118,30	26,55	80,00	22,50	4148	1
39	122,70	26,55	80,00	22,50	4290	1
40	127,10	26,55	80,00	22,50	4478	1
41	131,50	26,55	80,00	22,50	4629	1
42	135,90	26,55	80,00	22,50	4769	1
43	140,30	26,55	80,00	22,50	4958	1

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
44	8,30	28,55	80,00	22,50	876	1
45	12,70	28,55	80,00	22,50	925	1
46	17,10	28,55	80,00	22,50	1046	1
47	21,50	28,55	80,00	22,50	1111	1
48	25,90	28,55	80,00	22,50	1218	1
49	30,30	28,55	80,00	22,50	1320	1
50	34,70	28,55	80,00	22,50	1452	1
51	39,10	28,55	80,00	22,50	1574	1
52	43,50	28,55	80,00	22,50	1705	1
53	47,90	28,55	80,00	22,50	1822	1
54	52,30	28,55	80,00	22,50	1976	1
55	56,70	28,55	80,00	22,50	2088	1
56	61,10	28,55	80,00	22,50	2243	1
57	65,50	28,55	80,00	22,50	2365	1
58	69,90	28,55	80,00	22,50	2508	1
59	74,30	28,55	80,00	22,50	2642	1
60	78,70	28,55	80,00	22,50	2802	1
61	83,10	28,55	80,00	22,50	2920	1
62	87,50	28,55	80,00	22,50	3052	1
63	91,90	28,55	80,00	22,50	3207	1
64	96,30	28,55	80,00	22,50	3345	1
65	100,70	28,55	80,00	22,50	3504	1
66	105,10	28,55	80,00	22,50	3644	1
67	109,50	28,55	80,00	22,50	3810	1
68	113,90	28,55	80,00	22,50	3958	1
69	118,30	28,55	80,00	22,50	4125	1
70	122,70	28,55	80,00	22,50	4273	1
71	127,10	28,55	80,00	22,50	4468	1
72	131,50	28,55	80,00	22,50	4636	1
73	135,90	28,55	80,00	22,50	4798	1
74	140,30	28,55	80,00	22,50	4941	1
75	8,30	1,00	80,00	22,50	132	1
76	12,70	1,00	80,00	22,50	264	1
77	17,10	1,00	80,00	22,50	440	1
78	21,50	1,00	80,00	22,50	640	1
79	25,90	1,00	80,00	22,50	861	1
80	30,30	1,00	80,00	22,50	1112	1
81	34,70	1,00	80,00	22,50	1321	1
82	39,10	1,00	80,00	22,50	1494	1
83	43,50	1,00	80,00	22,50	1686	1
84	47,90	1,00	80,00	22,50	1852	1
85	52,30	1,00	80,00	22,50	2033	1
86	56,70	1,00	80,00	22,50	2191	1
87	61,10	1,00	80,00	22,50	2374	1
88	65,50	1,00	80,00	22,50	2535	1
89	69,90	1,00	80,00	22,50	2723	1
90	74,30	1,00	80,00	22,50	2897	1
91	78,70	1,00	80,00	22,50	3089	1
92	83,10	1,00	80,00	22,50	3227	1
93	87,50	1,00	80,00	22,50	3358	1
94	91,90	1,00	80,00	22,50	3537	1
95	96,30	1,00	80,00	22,50	3693	1
96	100,70	1,00	80,00	22,50	3876	1
97	105,10	1,00	80,00	22,50	4027	1
98	109,50	1,00	80,00	22,50	4199	1
99	113,90	1,00	80,00	22,50	4348	1
100	118,30	1,00	80,00	22,50	4521	1
101	122,70	1,00	80,00	22,50	4673	1
102	127,10	1,00	80,00	22,50	4828	1
103	131,50	1,00	80,00	22,50	4973	1
104	135,90	1,00	80,00	22,50	5113	1
105	140,30	1,00	80,00	22,50	5234	1
106	8,30	-1,00	80,00	22,50	151	1
107	12,70	-1,00	80,00	22,50	302	1
108	17,10	-1,00	80,00	22,50	489	1
109	21,50	-1,00	80,00	22,50	731	1
110	25,90	-1,00	80,00	22,50	954	1
111	30,30	-1,00	80,00	22,50	1179	1
112	34,70	-1,00	80,00	22,50	1378	1
113	39,10	-1,00	80,00	22,50	1546	1
114	43,50	-1,00	80,00	22,50	1736	1
115	47,90	-1,00	80,00	22,50	1896	1
116	52,30	-1,00	80,00	22,50	2074	1
117	56,70	-1,00	80,00	22,50	2229	1
118	61,10	-1,00	80,00	22,50	2411	1
119	65,50	-1,00	80,00	22,50	2575	1
120	69,90	-1,00	80,00	22,50	2765	1
121	74,30	-1,00	80,00	22,50	2943	1
122	78,70	-1,00	80,00	22,50	3148	1
123	83,10	-1,00	80,00	22,50	3278	1
124	87,50	-1,00	80,00	22,50	3418	1
125	91,90	-1,00	80,00	22,50	3581	1
126	96,30	-1,00	80,00	22,50	3736	1
127	100,70	-1,00	80,00	22,50	3922	1
128	105,10	-1,00	80,00	22,50	4070	1
129	109,50	-1,00	80,00	22,50	4245	1
130	113,90	-1,00	80,00	22,50	4406	1
131	118,30	-1,00	80,00	22,50	4585	1

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
132	122,70	-1,00	80,00	22,50	4732	1
133	127,10	-1,00	80,00	22,50	4900	1
134	131,50	-1,00	80,00	22,50	5025	1
135	135,90	-1,00	80,00	22,50	5169	1
136	140,30	-1,00	80,00	22,50	5252	1
137	143,18	-1,00	80,00	22,50	5282	1
138	143,18	1,00	80,00	22,50	5270	1
139	143,18	28,55	80,00	22,50	5058	1
140	143,18	26,55	80,00	22,50	5074	1
141	145,18	26,55	80,00	22,50	5172	1
142	145,18	28,55	80,00	22,50	5140	1
143	145,18	1,00	80,00	22,50	5288	1
144	145,18	-1,00	80,00	22,50	5292	1
145	11,70	21,93	80,00	22,50	603	1
146	7,30	21,93	80,00	22,50	533	1
147	11,70	19,93	80,00	22,50	522	1
148	7,30	19,93	80,00	22,50	444	1
149	2,90	19,93	80,00	22,50	501	1
150	2,90	21,93	80,00	22,50	609	1
151	2,90	14,78	80,00	22,50	278	1
152	2,90	7,63	80,00	22,50	102	1
153	2,90	12,78	80,00	22,50	210	1
154	2,90	5,63	80,00	22,50	75	1
155	7,30	12,78	80,00	22,50	225	1
156	7,30	5,63	80,00	22,50	120	1
157	11,70	12,78	80,00	22,50	322	1
158	11,70	5,63	80,00	22,50	203	1
159	7,30	14,78	80,00	22,50	286	1
160	7,30	7,63	80,00	22,50	147	1
161	11,70	14,78	80,00	22,50	365	1
162	11,70	7,63	80,00	22,50	221	1
163	-1,00	20,93	80,00	22,50	659	1
164	1,00	20,93	80,00	22,50	601	1
165	-1,00	6,63	80,00	22,50	98	1
166	1,00	6,63	80,00	22,50	80	1
167	1,00	13,78	80,00	22,50	273	1
168	-1,00	13,78	80,00	22,50	311	1
169	21,50	17,48	80,00	22,50	806	1
170	17,10	17,48	80,00	22,50	610	1
171	21,50	9,60	80,00	22,50	651	1
172	17,10	9,60	80,00	22,50	439	1
173	17,10	6,80	80,00	22,50	385	1
174	21,50	6,80	80,00	22,50	551	1
175	25,90	22,53	80,00	22,50	1062	1
176	25,90	18,51	80,00	22,50	1008	1
177	30,30	18,51	80,00	22,50	1177	1
178	34,70	18,51	80,00	22,50	1346	1
179	39,10	18,51	80,00	22,50	1487	1
180	43,50	18,51	80,00	22,50	1643	1
181	47,90	18,51	80,00	22,50	1778	1
182	52,30	18,51	80,00	22,50	1935	1
183	56,70	18,51	80,00	22,50	2056	1
184	61,10	18,51	80,00	22,50	2180	1
185	65,50	18,51	80,00	22,50	2320	1
186	69,90	18,51	80,00	22,50	2464	1
187	74,30	18,51	80,00	22,50	2622	1
188	78,70	18,51	80,00	22,50	2781	1
189	83,10	18,51	80,00	22,50	2957	1
190	87,50	18,51	80,00	22,50	3102	1
191	91,90	18,51	80,00	22,50	3274	1
192	96,30	18,51	80,00	22,50	3421	1
193	100,70	18,51	80,00	22,50	3594	1
194	105,10	18,51	80,00	22,50	3737	1
195	109,50	18,51	80,00	22,50	3888	1
196	113,90	18,51	80,00	22,50	4043	1
197	118,30	18,51	80,00	22,50	4192	1
198	30,30	22,53	80,00	22,50	1231	1
199	34,70	22,53	80,00	22,50	1375	1
200	39,10	22,53	80,00	22,50	1500	1
201	43,50	22,53	80,00	22,50	1666	1
202	47,90	22,53	80,00	22,50	1790	1
203	52,30	22,53	80,00	22,50	1943	1
204	56,70	22,53	80,00	22,50	2062	1
205	61,10	22,53	80,00	22,50	2215	1
206	65,50	22,53	80,00	22,50	2336	1
207	69,90	22,53	80,00	22,50	2466	1
208	74,30	22,53	80,00	22,50	2608	1
209	78,70	22,53	80,00	22,50	2753	1
210	83,10	22,53	80,00	22,50	2923	1
211	87,50	22,53	80,00	22,50	3068	1
212	91,90	22,53	80,00	22,50	3242	1
213	96,30	22,53	80,00	22,50	3380	1
214	100,70	22,53	80,00	22,50	3553	1
215	105,10	22,53	80,00	22,50	3698	1
216	109,50	22,53	80,00	22,50	3873	1
217	113,90	22,53	80,00	22,50	4015	1
218	118,30	22,53	80,00	22,50	4161	1
219	30,30	12,58	80,00	22,50	1050	1

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
220	39,10	9,88	80,00	22,50	1403	1
221	34,70	9,88	80,00	22,50	1262	1
222	43,50	14,98	80,00	22,50	1628	1
223	43,50	12,58	80,00	22,50	1588	1
224	45,70	12,58	80,00	22,50	1656	1
225	47,90	12,58	80,00	22,50	1737	1
226	45,70	14,98	80,00	22,50	1707	1
227	47,90	14,98	80,00	22,50	1776	1
228	52,30	13,78	80,00	22,50	1899	1
229	56,70	13,78	80,00	22,50	2028	1
230	61,10	13,78	80,00	22,50	2200	1
231	69,90	14,98	80,00	22,50	2482	1
232	67,70	14,98	80,00	22,50	2407	1
233	69,90	12,58	80,00	22,50	2503	1
234	67,70	12,58	80,00	22,50	2423	1
235	65,50	12,58	80,00	22,50	2354	1
236	65,50	14,98	80,00	22,50	2338	1
237	100,70	14,98	80,00	22,50	3624	1
238	100,70	12,58	80,00	22,50	3622	1
239	105,10	12,58	80,00	22,50	3796	1
240	105,10	14,98	80,00	22,50	3770	1
241	127,10	14,98	80,00	22,50	4558	1
242	124,90	14,98	80,00	22,50	4476	1
243	127,10	12,58	80,00	22,50	4542	1
244	124,90	12,58	80,00	22,50	4469	1
245	122,70	12,58	80,00	22,50	4417	1
246	122,70	14,98	80,00	22,50	4399	1
247	47,90	7,79	80,00	22,50	1756	1
248	47,90	5,98	80,00	22,50	1761	1
249	43,50	5,98	80,00	22,50	1596	1
250	43,50	7,79	80,00	22,50	1589	1
251	52,30	5,98	80,00	22,50	1947	1
252	56,70	5,98	80,00	22,50	2110	1
253	61,10	5,98	80,00	22,50	2286	1
254	65,50	5,98	80,00	22,50	2450	1
255	69,90	5,98	80,00	22,50	2631	1
256	52,30	7,79	80,00	22,50	1918	1
257	56,70	7,79	80,00	22,50	2085	1
258	61,10	7,79	80,00	22,50	2260	1
259	65,50	7,79	80,00	22,50	2421	1
260	69,90	7,79	80,00	22,50	2599	1
261	83,10	8,14	80,00	22,50	3079	1
262	74,30	8,14	80,00	22,50	2740	1
263	78,70	8,14	80,00	22,50	2905	1
264	87,50	6,94	80,00	22,50	3243	1
265	91,90	8,14	80,00	22,50	3406	1
266	96,30	8,14	80,00	22,50	3552	1
267	100,70	8,14	80,00	22,50	3719	1
268	105,10	8,14	80,00	22,50	3877	1
269	109,50	6,94	80,00	22,50	4063	1
270	113,90	8,14	80,00	22,50	4171	1
271	118,30	8,14	80,00	22,50	4301	1
272	122,70	8,14	80,00	22,50	4488	1
273	127,10	8,14	80,00	22,50	4635	1
274	25,90	6,80	80,00	22,50	789	1
275	30,30	6,80	80,00	22,50	1024	1
276	34,70	6,80	80,00	22,50	1257	1
277	39,10	6,80	80,00	22,50	1424	1
278	136,00	20,60	80,00	22,50	4878	1
279	127,20	20,60	80,00	22,50	4519	1
280	133,60	20,60	80,00	22,50	4764	1
281	133,50	8,14	80,00	22,50	4883	1
282	133,50	14,98	80,00	22,50	4824	1
283	130,40	14,98	80,00	22,50	4700	1
284	130,40	8,14	80,00	22,50	4767	1
285	130,50	20,60	80,00	22,50	4672	1
286	135,90	6,94	80,00	22,50	4974	1
287	140,30	6,94	80,00	22,50	5147	1
288	144,70	6,94	80,00	22,50	5239	1
289	140,40	20,60	80,00	22,50	5002	1
290	144,80	20,60	80,00	22,50	5137	1
291	140,30	13,78	80,00	22,50	5057	1
292	144,70	13,78	80,00	22,50	5189	1
293	21,50	26,50	80,00	22,50	1054	1
294	17,10	26,50	80,00	22,50	980	1
295	13,70	7,63	80,00	22,50	275	1
296	13,70	14,78	80,00	22,50	434	1
297	9,30	7,63	80,00	22,50	184	1
298	9,30	14,78	80,00	22,50	338	1
299	13,70	5,63	80,00	22,50	256	1
300	13,70	12,78	80,00	22,50	371	1
301	9,30	5,63	80,00	22,50	152	1
302	9,30	12,78	80,00	22,50	255	1
303	4,90	5,63	80,00	22,50	95	1
304	4,90	12,78	80,00	22,50	207	1
305	4,90	7,63	80,00	22,50	128	1
306	4,90	14,78	80,00	22,50	266	1
307	4,90	21,93	80,00	22,50	565	1

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
308	4,90	19,93	80,00	22,50	463	1
309	9,30	19,93	80,00	22,50	456	1
310	13,70	19,93	80,00	22,50	564	1
311	9,30	21,93	80,00	22,50	538	1
312	13,70	21,93	80,00	22,50	677	1
313	83,10	14,98	80,00	22,50	2995	1
314	118,30	14,98	80,00	22,50	4214	1
315	113,90	14,98	80,00	22,50	4072	1
316	109,50	14,98	80,00	22,50	3915	1
317	96,30	14,98	80,00	22,50	3461	1
318	91,90	14,98	80,00	22,50	3307	1
319	87,50	14,98	80,00	22,50	3147	1
320	74,30	14,98	80,00	22,50	2657	1
321	78,70	14,98	80,00	22,50	2809	1
322	39,10	14,98	80,00	22,50	1473	1
323	34,70	14,98	80,00	22,50	1315	1
324	30,30	14,98	80,00	22,50	1149	1
325	25,90	14,98	80,00	22,50	946	1
326	21,50	14,98	80,00	22,50	708	1
327	17,10	14,98	80,00	22,50	536	1
328	83,10	12,58	80,00	22,50	3033	1
329	118,30	12,58	80,00	22,50	4228	1
330	113,90	12,58	80,00	22,50	4096	1
331	109,50	12,58	80,00	22,50	3925	1
332	96,30	12,58	80,00	22,50	3489	1
333	91,90	12,58	80,00	22,50	3339	1
334	87,50	12,58	80,00	22,50	3159	1
335	74,30	12,58	80,00	22,50	2689	1
336	78,70	12,58	80,00	22,50	2827	1
337	39,10	12,58	80,00	22,50	1421	1
338	34,70	12,58	80,00	22,50	1261	1
339	25,90	12,58	80,00	22,50	852	1
340	21,50	12,58	80,00	22,50	626	1
341	17,10	12,58	80,00	22,50	466	1
342	130,40	5,74	80,00	22,50	4810	1
343	133,50	5,74	80,00	22,50	4938	1
344	127,10	5,74	80,00	22,50	4678	1
345	122,70	5,74	80,00	22,50	4533	1
346	118,30	5,74	80,00	22,50	4361	1
347	113,90	5,74	80,00	22,50	4232	1
348	105,10	5,74	80,00	22,50	3927	1
349	100,70	5,74	80,00	22,50	3764	1
350	96,30	5,74	80,00	22,50	3597	1
351	91,90	5,74	80,00	22,50	3443	1
352	78,70	5,74	80,00	22,50	2953	1
353	74,30	5,74	80,00	22,50	2800	1
354	83,10	5,74	80,00	22,50	3120	1
355	50,10	13,78	80,00	22,50	1840	1
356	63,30	13,78	80,00	22,50	2278	1
357	107,30	12,58	80,00	22,50	3847	1
358	107,30	14,98	80,00	22,50	3846	1
359	19,30	12,58	80,00	22,50	541	1
360	23,70	12,58	80,00	22,50	754	1
361	28,10	12,58	80,00	22,50	951	1
362	36,90	12,58	80,00	22,50	1342	1
363	41,30	12,58	80,00	22,50	1496	1
364	80,90	12,58	80,00	22,50	2942	1
365	76,50	12,58	80,00	22,50	2747	1
366	89,70	12,58	80,00	22,50	3235	1
367	94,10	12,58	80,00	22,50	3410	1
368	98,50	12,58	80,00	22,50	3551	1
369	111,70	12,58	80,00	22,50	4014	1
370	116,10	12,58	80,00	22,50	4149	1
371	120,50	12,58	80,00	22,50	4324	1
372	85,30	12,58	80,00	22,50	3093	1
373	19,30	14,98	80,00	22,50	584	1
374	23,70	14,98	80,00	22,50	831	1
375	28,10	14,98	80,00	22,50	1049	1
376	32,50	14,98	80,00	22,50	1251	1
377	36,90	14,98	80,00	22,50	1385	1
378	41,30	14,98	80,00	22,50	1538	1
379	80,90	14,98	80,00	22,50	2907	1
380	76,50	14,98	80,00	22,50	2729	1
381	89,70	14,98	80,00	22,50	3215	1
382	94,10	14,98	80,00	22,50	3392	1
383	98,50	14,98	80,00	22,50	3534	1
384	111,70	14,98	80,00	22,50	4004	1
385	116,10	14,98	80,00	22,50	4138	1
386	120,50	14,98	80,00	22,50	4313	1
387	85,30	14,98	80,00	22,50	3069	1
388	102,90	12,58	80,00	22,50	3713	1
389	102,90	14,98	80,00	22,50	3701	1
390	72,10	12,58	80,00	22,50	2593	1
391	72,10	14,98	80,00	22,50	2573	1
392	32,50	12,58	80,00	22,50	1167	1
393	116,10	5,74	80,00	22,50	4297	1
394	120,50	5,74	80,00	22,50	4445	1
395	124,90	8,14	80,00	22,50	4560	1

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

n°	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]	Nodo	It
396	120,50	8,14	80,00	22,50	4395	1
397	116,10	8,14	80,00	22,50	4231	1
398	124,90	5,74	80,00	22,50	4601	1
399	105,10	10,14	80,00	22,50	3823	1
400	100,70	10,14	80,00	22,50	3666	1
401	96,30	10,14	80,00	22,50	3509	1
402	91,90	10,14	80,00	22,50	3372	1
403	78,70	10,14	80,00	22,50	2854	1
404	74,30	10,14	80,00	22,50	2706	1
405	83,10	10,14	80,00	22,50	3063	1
406	39,10	4,10	80,00	22,50	1422	1
407	34,70	4,10	80,00	22,50	1274	1
408	30,30	4,10	80,00	22,50	1047	1
409	25,90	4,10	80,00	22,50	816	1
410	21,50	4,10	80,00	22,50	554	1
411	17,10	4,10	80,00	22,50	384	1
412	32,50	9,30	80,00	22,50	1164	1
413	23,70	4,10	80,00	22,50	690	1
414	28,10	4,10	80,00	22,50	936	1
415	32,50	4,10	80,00	22,50	1173	1
416	36,90	4,10	80,00	22,50	1349	1
417	36,90	6,80	80,00	22,50	1331	1
418	32,50	6,80	80,00	22,50	1163	1
419	28,10	6,80	80,00	22,50	912	1
420	36,90	9,88	80,00	22,50	1335	1
421	23,70	6,80	80,00	22,50	683	1
422	19,30	6,80	80,00	22,50	450	1
423	19,30	9,60	80,00	22,50	519	1
424	19,30	4,10	80,00	22,50	460	1
425	76,50	5,74	80,00	22,50	2861	1
426	80,90	5,74	80,00	22,50	3038	1
427	130,40	12,58	80,00	22,50	4696	1
428	133,50	12,58	80,00	22,50	4818	1
429	80,90	8,14	80,00	22,50	2977	1
430	76,50	8,14	80,00	22,50	2817	1
431	135,90	13,78	80,00	22,50	4889	1
432	122,80	20,60	80,00	22,50	4343	1

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]
τ_1	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [kg/cmq]
α	Coeff. di espansione laterale

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	Parametri	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmqa]	ca [kg/cmqa]	τ_1 [kg/cmqa]	α
Ceneri sabbiose limi e torbe	1600,0	1600,0	Caratteristici	28.00	28.00	0,010	0,005	0,000	1.00
			Minimi	28.00	28.00	0,010	0,005	0,000	
			Medi	28.00	28.00	0,010	0,005	0,000	
Sabbie marine	1800,0	1800,0	Caratteristici	33.00	33.00	0,000	0,000	0,000	1.00
			Minimi	33.00	33.00	0,000	0,000	0,000	
			Medi	33.00	33.00	0,000	0,000	0,000	
Cineriti medio-fini	1700,0	1700,0	Caratteristici	32.00	32.00	0,015	0,007	0,000	1.00
			Minimi	32.00	32.00	0,015	0,007	0,000	
			Medi	32.00	32.00	0,015	0,007	0,000	
Riporto	1550,0	1550,0	Caratteristici	27.00	18.00	0,000	0,000	0,000	1.00
			Minimi	27.00	18.00	0,000	0,000	0,000	
			Medi	27.00	18.00	0,000	0,000	0,000	

Descrizione stratigrafia e falda

Simbologia adottata

N	Identificativo strato
Z1	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno associato allo strato
Ks	Coefficiente di spinta
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm²/cm]
α	Coeff. di sbulatura

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Ks	Kw [Kg/cm²/cm]	α
1	-5,0	-5,0	-5,0	Riporto	0.500	1.000	1.000
2	-15,0	-15,0	-15,0	Ceneri sabbiose limi e torbe	0.560	3.500	1.100
3	-20,0	-20,0	-20,0	Sabbie marine	0.470	5.000	1.050

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Ks	Kw [Kg/cm ² /cm]	α
4	-30,0	-30,0	-30,0	Cineriti medio-fini	0.500	5.000	1.100

Falda

Profondità dal piano campagna 4,00 [m]

Costante di Winkler

Direzione	Simbolo	Kw [Kg/cm ² /cm]
Verticale	Kwv	0.000
Orizzontale	Kwo	Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan(φ))

Convenzioni adottate

Carichi e reazioni vincolari

Fz Carico verticale positivo verso il basso
Fx Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
Fy Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
Mx Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
My Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

Sollecitazioni

Mx Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
My Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
Mxy Momento flettente XY.

Condizioni di carico

Carichi pilastri

Simbologia adottata

Ip Indice pilastro
N Carico verticale, espresso in [kg]
Mx Momento intorno all'asse X, espresso in [kgm]
My Momento intorno all'asse Y, espresso in [kgm]
Tx Forza orizzontale in direzione X, espressa in [kg]
Ty Forza orizzontale in direzione Y, espressa in [kg]

Condizione n° 25 - Condizione 25 [Permanente - Partecipa al sisma]

Carichi pilastri

Ip	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
1	71840,0	-67,3	-836,1	-195,4	4088,0
2	30980,0	20,8	-660,8	270,1	-3685,0
3	32220,0	0,0	38,4	68,7	929,8
4	25960,0	244,8	0,0	-1198,0	-615,3
5	6489,0	399,7	-1,0	1234,0	-356,0
6	53820,0	-374,6	0,1	-311,6	414,5
7	34640,0	0,0	0,8	-29,4	2621,0
8	30980,0	0,0	-16,2	-9,2	214,5
9	12070,0	0,3	-102,7	-517,6	-15,2
10	13760,0	-14,6	14,6	984,2	711,0
11	37680,0	37,6	-37,9	-2901,0	-2117,0
12	26140,0	-788,6	0,3	1437,0	1040,0
13	45920,0	-886,1	49,7	2672,0	1151,0
14	66370,0	-485,0	7,9	1,8	110,1
15	66370,0	-1321,0	4,2	0,9	300,0
16	66370,0	-3434,0	-0,1	-0,3	780,6
17	66370,0	-4085,0	-3,1	-0,7	928,6
18	66370,0	-3801,0	-6,1	-1,1	864,3
19	66370,0	-1766,0	-10,4	-2,3	401,1
20	61000,0	-740,4	-14,1	-3,2	168,2
21	39330,0	184,6	14,2	3,2	-114,5
22	39410,0	-437,1	-97,5	-22,1	263,1
23	23160,0	21,0	-0,2	-3992,0	11,6
24	35640,0	-0,1	82,1	143,5	-1353,0
25	36320,0	0,1	119,9	217,4	1007,0
26	28910,0	0,0	-44,4	-67,4	918,3
27	8613,0	0,0	-517,4	-1760,0	-742,9
28	70470,0	-80,4	36,8	3495,0	3936,0
29	27080,0	0,0	-18,9	-69,0	-2241,0
30	33140,0	44,1	-27,5	-2014,0	-2830,0

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Ip	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
31	45930,0	0,4	-30,7	-2531,0	-295,1
32	130700,0	-646,2	-222,1	-38,7	335,2
33	130000,0	-587,1	-220,2	-32,7	287,7
34	92350,0	-332,6	-272,6	-66,9	147,8
35	38950,0	-914,2	73,6	13,1	102,5
36	99250,0	517,8	73,2	61,3	-238,7
37	14680,0	280,9	-74,4	-43,9	-41,1
38	14680,0	209,3	-80,3	-43,7	-20,4
39	14680,0	167,5	-87,0	-43,8	-37,5
40	102000,0	-465,2	-162,2	-94,7	-42,8
41	30680,0	-4247,0	-70,3	-20,5	800,0
42	31990,0	-5906,0	-82,5	-23,7	1232,0
43	33240,0	-5017,0	-92,0	-25,1	881,0
44	108400,0	-676,0	-92,9	-20,2	615,3
45	169600,0	-723,6	-113,0	-29,7	743,1
46	170300,0	-755,7	-119,0	-28,9	758,4
47	171900,0	-812,2	-127,3	-29,9	839,9
48	144900,0	-1751,0	-139,0	-33,5	1075,0
49	105800,0	2662,0	-138,1	-27,9	-1320,0
50	105600,0	2069,0	-142,1	-26,1	-1227,0
51	105400,0	1873,0	-145,9	-24,4	-1140,0
52	104600,0	1930,0	-148,1	-21,6	-1121,0
53	104400,0	2539,0	-146,0	-16,0	-1222,0
54	104700,0	2689,0	-157,7	-20,9	-1136,0
55	79860,0	113,4	-459,3	-102,8	-51,8
56	110800,0	129,0	-464,7	-95,5	-66,3
57	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
58	145000,0	-6,0	-470,4	-87,7	1,0
59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60	145000,0	-6,3	-478,5	-81,2	1,6
61	13770,0	-611,2	0,1	4748,0	989,0
62	131200,0	-389,4	-417,3	-6387,0	10550,0
63	78030,0	-70,9	-808,7	-154,7	4021,0
64	-1850,0	-1,9	-179,8	-1040,0	8502,0
65	26150,0	18,2	-675,7	200,4	-3852,0
66	53950,0	-35,1	-58,6	-3729,0	2240,0
67	62480,0	-98,7	-97,8	-22,2	22,6
68	60420,0	0,0	105,9	22,7	-3411,0
69	22850,0	-14,1	25,6	97,6	791,2
70	58560,0	-0,1	276,9	129,8	-278,5
71	13070,0	132,9	0,1	1627,0	-304,8
72	36020,0	-24,5	18,1	1500,0	1241,0
73	40800,0	3,5	0,1	0,0	-21,4
74	216500,0	-135,3	39,2	28,5	-181,3
75	234900,0	-247,6	15,8	11,5	-61,0
76	241100,0	-165,1	26,8	19,9	-16,0
77	41070,0	-0,1	89,9	98,6	2738,0
78	51810,0	-50,1	-30,9	-3711,0	2889,0
79	36620,0	-8,8	1,7	617,6	1332,0
80	30600,0	-16,9	6,0	1061,0	1582,0
81	27380,0	241,7	-0,1	-1891,0	-525,4
82	29980,0	0,0	1,7	1044,0	450,5
83	16260,0	11,1	-15,8	-2051,0	-156,5
84	15720,0	5,6	-4,0	-630,4	393,3
85	71450,0	-39,9	32,3	7100,0	1431,0
86	67980,0	1,9	-92,3	-9285,0	123,1
87	39570,0	9,7	38,4	4850,0	-28,3
88	65600,0	0,1	0,2	-150,5	478,7
89	28980,0	-68,9	-0,1	1340,0	-332,8
90	37260,0	41,1	-68,4	-6953,0	-1015,0
91	28580,0	46,5	-61,1	-4141,0	-846,0
92	72270,0	-33,4	-21,4	-2640,0	2431,0
93	40260,0	-4,3	-23,7	-1419,0	1357,0
94	87250,0	-98,3	16,0	1003,0	4509,0
95	76080,0	-73,7	45,0	3763,0	3621,0
96	36110,0	15,6	0,0	2014,0	-22,1
97	51740,0	-272,6	0,0	3829,0	204,7
98	58320,0	-653,5	0,0	1543,0	880,7
99	84770,0	-67,8	-1,0	-693,3	3699,0
100	80740,0	-1392,0	-0,6	20760,0	394,7
101	128200,0	-3358,0	54,3	-619,0	2864,0
102	120700,0	-2465,0	-50,2	1010,0	2315,0
103	96680,0	-853,1	0,5	-19310,0	15,4
104	5560,0	0,0	-4,7	1,5	-749,1
105	9688,0	0,0	-3,5	2,6	-434,0
106	15970,0	-0,1	-3,8	1,1	-1130,0
107	11390,0	-0,2	-1,7	-1,4	-1897,0
108	15750,0	-0,3	-15,9	3,1	-2114,0
109	15960,0	-0,1	-23,2	-18,2	261,6
110	20260,0	46,0	-17,8	-561,0	-3173,0
111	12330,0	3,4	-0,1	-1782,0	-18,0
112	34230,0	-0,1	-22,5	-10,4	-1734,0
113	12140,0	42,7	-0,3	893,7	-141,3
114	12000,0	0,0	24,0	105,1	523,0
115	44890,0	12,9	86,3	5362,0	-1936,0
116	35380,0	32,6	-9,9	-1792,0	-2662,0
117	15750,0	0,0	277,2	419,8	-2243,0
118	57690,0	-0,5	66,6	3624,0	-170,5

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Ip	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
119	33100,0	57,1	18,0	2245,0	-3081,0
120	31770,0	57,6	-24,6	-1854,0	-2816,0
121	8892,0	0,1	-12,3	-7,4	918,2
122	17260,0	0,1	-11,1	-0,8	351,3
123	32470,0	-0,1	-30,5	-8,2	-3053,0
124	17580,0	0,1	-13,5	-0,1	1713,0
125	7764,0	0,0	-9,1	-8,2	2001,0
126	7198,0	0,0	7,9	14,9	3922,0
127	15740,0	0,1	-9,6	-5,2	3989,0
128	15490,0	-15,5	-11,0	568,6	2353,0
129	25080,0	-19,3	-13,8	-51,2	2031,0
130	62150,0	-3,1	-18,6	202,3	1127,0
131	15340,0	-12,4	-0,1	-2072,0	66,9
132	19080,0	21,3	0,0	-1044,0	334,2
133	36560,0	21,7	0,1	-3817,0	8,9
134	25360,0	70,8	0,0	1777,0	-55,8
135	34110,0	6,7	40,6	3599,0	-826,2
136	38040,0	108,7	68,2	2623,0	-4474,0
137	32010,0	74,2	0,0	1568,0	-61,3
138	29750,0	17,4	-0,1	5108,0	5,4
139	27630,0	21,9	-16,5	-1310,0	-1386,0
140	26220,0	0,3	-18,7	-1618,0	-58,9
141	19770,0	-29,6	20,1	1699,0	842,3
142	8338,0	-48,6	-20,4	-2085,0	1951,0
143	11280,0	-21,0	13,0	1610,0	731,4
144	25030,0	-1,1	-23,9	-1826,0	-413,5
145	38730,0	-14,7	-66,4	-5566,0	702,9
146	68950,0	38,0	-72,9	-3946,0	-2264,0
147	34060,0	63,4	-23,1	-114,5	-3896,0
148	34660,0	-16,2	-55,6	-2917,0	307,8
149	35610,0	-0,1	472,2	903,2	4710,0
150	49660,0	-48,2	81,9	4401,0	2902,0
151	34950,0	70,0	-4,5	-2796,0	993,6
152	44500,0	2,4	0,1	1103,0	231,2
153	48110,0	35,5	61,1	4121,0	-2473,0
154	62480,0	-104,6	14,2	3,3	23,7
155	41440,0	10,8	-8,3	-1525,0	-1013,0
156	40250,0	-0,1	75,7	91,7	-879,4
157	48740,0	98,3	71,3	5819,0	-2485,0
158	32780,0	50,9	6,8	-1925,0	-2506,0
159	9664,0	0,0	-32,6	-2,8	1602,0
160	41730,0	-0,1	36,7	55,1	-3319,0
161	9076,0	0,0	28,5	13,0	1488,0
162	18640,0	-50,9	25,4	1763,0	899,0
163	13240,0	-56,4	-6,6	-1001,0	662,0
164	32080,0	9,7	0,0	-2312,0	-28,3
165	36320,0	-0,1	23,8	-180,1	-5020,0
166	25960,0	0,0	-33,9	-76,5	73,8
167	28820,0	0,0	-19,9	-69,7	-650,7
168	4165,0	-0,3	17,2	-46,9	-684,5
169	1849,0	-0,3	-1,7	36,5	-265,7
170	27940,0	-7,1	-40,0	-3236,0	-1231,0
171	40790,0	55,1	9,9	1242,0	-4328,0
172	27670,0	-1,2	32,2	2634,0	-1231,0
173	2492,0	1,7	-36,3	-649,6	-7503,0
174	38620,0	619,3	101,9	32,0	-99,3
175	66960,0	-582,2	90,8	27,7	498,6
176	62340,0	-225,8	83,5	25,9	216,3
177	62620,0	-176,7	74,8	22,9	186,7
178	96520,0	61,9	65,8	19,5	-53,2
179	129100,0	-511,1	59,4	17,9	483,6
180	129900,0	-977,9	53,8	16,8	938,4
181	132200,0	-1161,0	45,6	13,7	592,2
182	135400,0	1325,0	35,5	8,9	-1266,0
183	134200,0	748,3	25,3	4,2	-732,1
184	133000,0	467,7	16,5	0,5	-453,4
185	131700,0	376,4	9,3	-2,0	-350,3
186	129800,0	-1067,0	3,9	-3,1	397,7
187	107700,0	42,5	3,3	-0,6	-39,5
188	92190,0	81,9	-3,6	-2,7	-56,6
189	101800,0	51,6	-1,2	2,2	-39,0
190	122700,0	-555,1	-1,9	4,7	-16,2
191	133300,0	-1378,0	-1,2	8,0	16,7
192	134900,0	-4074,0	-12,3	2,4	1092,0
193	135100,0	-4510,0	-20,6	-1,4	1297,0
194	134300,0	-3689,0	-28,7	-5,0	994,5
195	132600,0	-983,2	-35,5	-7,5	-34,5
196	130000,0	-322,9	-36,1	-5,4	-49,2
197	74160,0	126,9	-47,7	-11,3	-127,0
198	42920,0	-191,6	-53,2	-12,5	33,1
199	32340,0	75,3	-55,9	-11,6	-78,8
200	22320,0	-112,1	-58,7	-10,4	23,3
201	32150,0	98,2	-60,2	-8,4	-90,7
202	79150,0	249,4	-55,6	-1,5	-224,2
203	66370,0	-163,0	-98,0	-22,2	37,1
204	129000,0	-205,4	-71,5	-9,8	-149,0
205	129100,0	-251,2	-76,1	-9,8	-85,1
206	93930,0	-147,9	-111,5	-32,8	-38,2

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Ip	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
207	39470,0	3,9	-24,2	-1735,0	875,3
208	23780,0	0,0	-1,7	-9,0	-1428,0
209	90720,0	299,6	-181,2	-3951,0	-8940,0
210	66370,0	-170,6	-98,5	-22,4	38,9
211	66370,0	-198,9	14,9	3,4	45,3
212	36020,0	24,4	0,0	-5703,0	-6,9
213	27520,0	-6,0	0,0	-1761,0	29,8
214	10430,0	11,7	-65,2	-203,4	-1122,0
215	20020,0	0,0	72,6	326,1	597,2
216	20510,0	0,0	84,9	236,6	13,0
217	71630,0	-0,7	-835,4	-183,0	-2018,0
218	5383,0	17,1	-0,1	-3257,0	59,9
219	20230,0	0,0	-131,4	-229,8	1741,0
220	15330,0	-0,1	-24,4	83,2	849,3
221	10750,0	90,2	0,1	-1335,0	-137,3
222	-584,4	1,2	-73,3	316,1	-2783,0
223	66370,0	-185,8	14,5	3,3	42,3
224	-3928,0	-1,8	90,0	1504,0	3128,0
225	115800,0	485,5	210,4	4056,0	-17210,0
226	45880,0	-3,2	-23,3	-357,3	557,3
227	12520,0	35,1	-14,7	250,6	-3282,0
228	123600,0	-526,6	206,6	3644,0	18230,0
229	-26450,0	-900,1	-2,2	-2435,0	1445,0
230	10660,0	-946,6	1,1	-2501,0	1476,0
231	8553,0	737,8	1,0	-1532,0	-1018,0
232	57840,0	15,8	0,0	1436,0	-63,8
233	57420,0	6,8	0,0	-298,4	-41,5
234	6178,0	0,0	-301,1	-819,8	-671,8
235	81730,0	12,3	-0,2	-1788,0	-266,7
236	56150,0	-0,4	0,0	1605,0	-24,7
237	70270,0	-296,0	0,2	-6768,0	-234,2
238	57440,0	-15,2	0,0	621,0	7,4
239	30840,0	-24,3	-0,1	14,7	88,0
240	18050,0	-0,1	-116,3	-518,9	-1721,0
241	33200,0	-18,4	41,7	1345,0	2724,0
242	8642,0	-9,6	0,0	871,0	-443,3
243	11640,0	-297,6	0,0	3496,0	582,4
244	6446,0	0,0	-594,2	-1856,0	-1406,0
245	16380,0	0,1	-303,2	-410,6	778,7
246	47160,0	0,8	0,1	-5853,0	-17,4
247	26990,0	47,1	0,0	-3909,0	-84,1
248	58710,0	-73,7	0,0	3483,0	45,8
249	59550,0	-609,8	0,0	3334,0	813,1
250	43760,0	-59,1	0,0	-1590,0	61,8
251	35320,0	1,2	-0,2	-2592,0	37,6
252	41890,0	57,0	0,0	-623,0	-36,1
253	30550,0	60,4	-0,1	3421,0	-48,0
254	27220,0	0,0	-13,5	-0,7	-1871,0
255	26170,0	0,0	-40,7	-53,0	-1508,0
256	18950,0	0,0	-57,2	-212,5	-1589,0
257	39580,0	-0,1	143,2	61,2	1778,0
258	33260,0	0,0	282,5	282,5	-612,9
259	38300,0	-0,1	8,2	-25,4	817,3
260	30920,0	-0,1	-31,8	-189,4	-1134,0
261	12000,0	0,1	-114,5	2,6	419,1
262	65080,0	2,8	105,2	-259,8	-18740,0
263	29690,0	-3,6	-0,1	-249,1	-5,7
264	24350,0	-0,1	-26,9	-119,5	4319,0
265	44700,0	-138,0	0,0	3223,0	-81,2
266	42980,0	-48,2	0,1	966,2	11,2
267	40690,0	209,7	0,0	914,8	-260,7
268	43280,0	-29,4	0,2	2882,0	94,5
269	43380,0	-0,2	95,7	175,1	64,6
270	37700,0	-0,1	53,5	44,9	-1831,0
271	29910,0	35,0	0,1	-1224,0	-81,0
272	17010,0	-77,3	0,0	-76,1	-11,6
273	30310,0	37,4	0,0	-851,2	-79,7
274	24540,0	0,0	-4,4	-42,9	-1218,0
275	36980,0	3,0	0,0	-1092,0	10,2
276	32240,0	0,0	-27,4	35,0	-4020,0
277	32390,0	-0,1	-28,6	-11,7	-2459,0
278	41430,0	0,2	-52,2	-9,7	728,3
279	48600,0	29,6	-0,2	-3841,0	-73,0
280	25450,0	3,9	-0,3	982,0	-8,8
281	19980,0	0,5	-0,2	96,5	64,7
282	20440,0	0,3	-39,3	9,5	3008,0
283	18320,0	0,3	-42,9	6,6	3372,0
284	27060,0	-5,5	-0,1	4908,0	91,8
285	30940,0	89,8	0,0	612,1	-245,6
286	29200,0	301,8	0,0	-1643,0	-733,1
287	24610,0	105,1	-0,1	-1648,0	-100,9
288	31720,0	10,9	0,1	-4504,0	17,2
289	7966,0	0,0	-10,6	46,6	276,1
290	10600,0	0,0	-15,2	29,4	137,3
291	13250,0	-0,2	-30,0	44,5	-3976,0
292	29510,0	0,1	-13,2	63,5	840,0
293	13850,0	48,1	0,1	1406,0	60,0
294	21790,0	132,2	0,0	-1069,0	-174,5

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Ip	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
295	16840,0	2,1	0,1	-3629,0	-12,2
296	12670,0	15,4	0,0	-763,4	23,9
297	12490,0	7,9	0,0	-438,7	23,3
298	20990,0	0,1	-23,5	-23,1	1673,0
299	24590,0	-6,1	-0,1	-555,2	-1,6
300	9150,0	0,0	1,6	17,3	2379,0
301	32760,0	-0,6	-90,6	-139,1	-4404,0
302	21820,0	-31,2	0,0	486,7	5,2
303	23750,0	-0,2	21,3	76,3	-876,8
304	18000,0	-0,3	-0,1	512,3	17,8
305	7308,0	0,0	-3,4	-0,2	-204,1
306	14290,0	0,0	-27,1	-20,7	1775,0
307	18150,0	0,1	8,7	21,3	3803,0
308	10640,0	-0,2	1,3	14,3	132,9
309	7734,0	0,0	-5,6	-15,8	4494,0
310	7234,0	0,0	-10,4	-7,1	859,4
311	15080,0	-0,2	9,5	7,9	-2687,0
312	15180,0	0,0	-9,2	0,2	914,3
313	17860,0	-0,2	-1,5	2,6	-1744,0
314	116600,0	-1220,0	0,6	-23520,0	153,6
315	30760,0	8,4	-0,1	-2168,0	49,3
316	27720,0	0,4	0,9	166,1	-3977,0
317	154100,0	-2965,0	-0,4	17870,0	955,2
318	57510,0	-949,7	-0,5	14030,0	190,2
319	65580,0	-3,2	13,3	-401,5	20110,0
320	32370,0	-758,9	-4,8	2502,0	-118,3
321	23060,0	0,0	-6,3	-10,0	-1650,0
322	24190,0	-10,0	-0,2	-1871,0	41,5
323	27520,0	-29,5	0,3	-1210,0	222,6
324	31190,0	0,0	-22,5	93,0	1306,0
325	16550,0	0,3	-256,6	-574,0	1367,0
326	47970,0	-0,6	-790,9	-181,8	-4508,0
327	28360,0	-10,3	0,0	90,6	-19,7
328	28040,0	-19,8	0,0	251,2	6,7
329	11080,0	-0,1	14,8	24,4	-945,6
330	45560,0	-100,7	0,1	3263,0	234,1
331	47650,0	-57,3	0,1	5260,0	30,9
332	44790,0	487,9	0,1	2891,0	-727,7
333	46510,0	527,3	0,0	3944,0	-811,9
334	42660,0	366,8	0,1	1812,0	-496,5
335	18390,0	-82,0	0,1	391,5	20,5
336	20280,0	-74,5	0,1	849,1	-6,8
337	31900,0	17,2	0,0	123,9	-14,7
338	34000,0	5,4	0,1	1342,0	-12,7
339	39570,0	12,4	0,1	451,7	-35,9
340	41800,0	14,5	0,1	2188,0	-73,1
341	34110,0	-0,1	-25,3	-9,8	-2177,0
342	19590,0	-1,1	-0,2	747,9	10,7
343	15180,0	-12,0	-0,1	65,3	59,9
344	15640,0	18,8	-0,1	-76,7	-9,0
345	12430,0	38,0	-0,1	-549,6	-87,7
346	22460,0	0,0	-228,4	-12,2	860,0
347	19610,0	0,1	-474,8	-860,6	1141,0
348	21610,0	0,0	-470,0	-911,7	1090,0
349	9737,0	0,0	-12,4	194,2	80,1
350	26480,0	0,0	-20,1	-23,8	-763,8
351	32290,0	78,0	-0,1	103,5	-112,3
352	21830,0	9,6	-0,1	390,2	-31,8
353	30240,0	0,0	-27,1	-50,3	1593,0
354	25200,0	22,2	-0,2	-1001,0	-25,9
355	25050,0	-7,2	0,0	-1661,0	22,2
356	25350,0	1,7	0,0	-1936,0	11,5
357	13220,0	137,7	0,1	457,4	-279,0
358	6440,0	0,0	-278,6	-368,8	-1410,0
359	12590,0	0,1	-17,8	-20,6	1292,0
360	6609,0	0,0	-8,3	-3,1	297,7
361	5819,0	0,0	-5,6	0,6	-299,0
362	5840,0	0,0	-6,6	-1,8	-997,0
363	6775,0	-0,1	-12,3	-25,8	-1074,0
364	32870,0	43,2	-0,1	4650,0	-32,8
365	41810,0	72,4	0,0	931,8	-57,7
366	23020,0	2,7	0,1	-3299,0	17,0
367	26850,0	5,2	0,1	-4251,0	18,8
368	31500,0	95,6	0,3	1705,0	-334,1
369	18980,0	0,1	-31,1	342,6	1658,0
370	7651,0	0,0	-11,0	50,6	-1445,0
371	10070,0	0,0	-16,1	26,5	-1484,0
372	16710,0	-0,2	-54,8	-81,5	-3924,0
373	27180,0	0,1	-16,9	36,5	759,0
374	13090,0	-487,0	0,1	4771,0	921,3
375	22600,0	-10,9	0,2	-4744,0	1,4
376	29600,0	-30,9	0,2	-5102,0	68,5
377	72140,0	-14,7	-0,3	3819,0	-81,6
378	21580,0	49,1	-0,2	3584,0	-78,5
379	16250,0	46,0	-0,1	1352,0	-47,8
380	13780,0	37,8	0,0	-67,1	-25,6
381	12900,0	27,7	0,0	-677,0	-10,4
382	12310,0	12,0	0,0	-392,9	-7,0

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Ip	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
383	12160,0	13,9	0,0	-707,9	-24,3
384	21430,0	-13,5	-0,1	649,0	13,6
385	17000,0	-19,3	-0,1	1618,0	9,4
386	22790,0	-0,4	-45,3	-31,0	-3725,0
387	15250,0	-46,1	0,2	-2563,0	22,3
388	19780,0	-33,5	0,1	-1180,0	10,3
389	18980,0	-0,2	-7,1	4,3	-711,1
390	25780,0	18,4	-0,1	492,4	-10,4
391	21760,0	6,0	-0,1	1041,0	13,9
392	21970,0	0,1	-18,2	-19,1	66,4
393	13520,0	0,1	-7,7	0,6	76,5
394	11540,0	0,1	-5,4	1,7	-274,0
395	8233,0	0,0	-2,7	2,9	-371,9
396	13810,0	0,0	-21,1	-14,0	3090,0
397	7586,0	-0,1	8,5	15,3	2287,0
398	8714,0	-0,1	-7,9	-5,1	-589,8
399	20100,0	-0,3	30,2	55,6	-2739,0
400	15190,0	0,0	-6,4	0,5	-153,4
401	21520,0	-0,2	0,0	3,9	-1842,0
402	136300,0	-1634,0	0,5	-23080,0	311,7
403	148300,0	-2096,0	0,3	-15880,0	577,8
404	137000,0	-2428,0	-0,7	25670,0	668,5
405	111900,0	-1920,0	-0,7	26390,0	539,5
406	45980,0	-565,8	-0,3	9186,0	-114,7
407	37700,0	-257,3	-0,2	4836,0	-361,6
408	17470,0	-704,1	0,1	3504,0	998,9
409	6890,0	0,0	-761,3	-2412,0	-602,9
410	7146,0	0,0	-565,4	-1828,0	829,7
411	6958,0	0,0	-752,1	-2411,0	456,9
412	9952,0	-133,3	0,0	2018,0	67,4
413	31060,0	0,0	-11,4	4,0	-1082,0
414	23720,0	0,1	-19,9	-20,6	-2152,0
415	4985,0	0,0	-130,6	114,4	-937,5
416	85570,0	2,1	-0,1	-7804,0	-147,0
417	7515,0	47,2	0,0	-2659,0	-0,5
418	37940,0	-40,9	0,0	-1317,0	115,1
419	40050,0	-866,6	0,5	418,1	1123,0
420	40170,0	38,3	0,1	-2350,0	-10,7
421	27100,0	67,3	-0,1	2380,0	-52,0
422	11260,0	0,0	-544,8	-1994,0	-46,3
423	9858,0	0,0	-624,6	-2223,0	-950,8
424	15280,0	0,0	67,8	108,7	-123,5
425	21100,0	0,0	-121,6	-225,2	1680,0
426	25920,0	0,0	-59,6	-134,9	-1965,0
427	14430,0	0,0	-10,2	17,3	-1711,0
428	19670,0	0,0	-49,3	-79,0	3170,0
429	29730,0	-0,1	-51,6	-99,3	1382,0
430	45520,0	-57,8	0,0	-760,1	-4,1
431	56500,0	-546,6	0,1	556,5	714,6
432	59240,0	-465,4	0,0	3988,0	564,8
433	59990,0	-76,8	0,0	2532,0	22,1
434	40950,0	-0,2	37,3	65,5	1832,0
435	47680,0	-71,3	0,0	3351,0	83,0
436	47850,0	-71,5	0,0	3775,0	47,6
437	41780,0	-0,1	66,9	-146,6	2805,0
438	35020,0	0,0	11,1	66,1	3267,0
439	48120,0	465,0	0,1	4853,0	-710,5
440	51750,0	312,3	0,2	5080,0	-442,2
441	20130,0	47,3	-0,1	-3044,0	-63,8
442	50990,0	-19,9	0,1	-3979,0	55,2
443	35770,0	-0,1	-24,2	-39,2	-215,9
444	34170,0	-0,1	-21,9	-15,2	-1097,0
445	17170,0	-0,2	-59,2	-96,9	-4193,0
446	12560,0	-0,3	-30,9	36,6	-4285,0
447	35540,0	50,5	0,0	-4056,0	-91,1
448	22060,0	0,0	-50,5	-122,8	202,6
449	22060,0	0,0	-37,5	-14,8	215,6
450	54810,0	-1,0	-0,1	1195,0	-35,8
451	55180,0	-10,7	0,0	3491,0	9,5
452	43400,0	-1,0	-0,4	7406,0	7,3
453	30770,0	37,8	-0,3	6030,0	-102,1
454	80840,0	-539,2	0,3	-12970,0	-119,0
455	58030,0	16,2	0,0	740,9	-60,6
456	8756,0	-0,1	-240,7	-439,3	745,4
457	68270,0	-0,6	-851,4	-180,1	-1040,0
458	49780,0	-0,4	-793,1	-182,8	-3501,0
459	33940,0	14,8	0,0	584,8	-16,5
460	38050,0	11,2	0,1	3142,0	104,2
461	63090,0	-3,6	-206,4	705,1	6277,0
462	45480,0	2,3	-153,8	232,6	-6550,0
463	50490,0	-180,8	0,1	-777,9	-38,3
464	55820,0	-15,4	0,1	-1456,0	52,2
465	28420,0	0,0	-38,6	-61,4	396,4
466	26030,0	0,0	-10,5	-38,1	-769,8
467	55220,0	718,7	2,4	-3320,0	-348,5
468	60030,0	-864,0	2,5	-5210,0	350,4
469	46080,0	415,1	-2,1	1976,0	10,1
470	57130,0	7,8	0,0	1713,0	-44,7

Fondazione IDIS – Città della Scienza
REALIZZAZIONE DEL NUOVO SCIENCE CENTER
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Ip	N [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Tx [kg]	Ty [kg]
471	64590,0	-152,0	0,1	-1735,0	-170,8
472	56260,0	-6,8	0,1	-867,6	-31,0
473	32030,0	0,0	91,5	263,0	-1822,0
474	62700,0	-0,3	405,6	297,3	1555,0
475	54610,0	-0,2	178,2	66,8	-1656,0
476	34650,0	0,0	6,7	-42,3	1738,0
477	43340,0	-0,2	54,9	7,3	3506,0
478	40860,0	22,6	0,2	-7716,0	-61,9
479	33600,0	33,5	0,0	-3967,0	-97,8
480	58170,0	-71,9	0,0	3912,0	62,1
481	59300,0	-675,7	0,0	2496,0	912,0
482	41440,0	-51,1	0,0	-2921,0	42,5
483	39710,0	0,0	113,1	151,2	1852,0
484	37750,0	-0,1	224,5	204,4	606,8
485	35820,0	-0,1	-19,1	-114,7	-236,6
486	34630,0	2,5	0,1	-6783,0	43,2

Normativa - Coefficienti di sicurezza

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1,fav}$	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1,sfav}$	1.30
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2,fav}$	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1,fav}$	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1,sfav}$	1.50
Variabili traffico	Favorevole	$\gamma_{Q,fav}$	0.00
Variabili traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Q,sfav}$	1.35

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1.00
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1.00
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

Resistenza	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1.00	1.70	1.35
Laterale in compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale	γ_t	1.00	1.60	1.30
Laterale in trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

γ_T	(R1)	(R2)	(R3)
γ_T	1.00	1.60	1.30

Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	ξ_3	ξ_4
1	1.70	1.70

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 1

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 25	1.00

Impostazioni di analisi

Portanza verticale pali

Metodo calcolo portanza: Vesic
Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza di punta:
Pressione geostatica
Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza laterale:
Pressione geostatica

Portanza trasversale pali

Costante di Winkler: da strato

Rottura palo-terreno:
Pressione limite pari alla pressione passiva con moltiplicatore pari a 3.00

Cedimenti

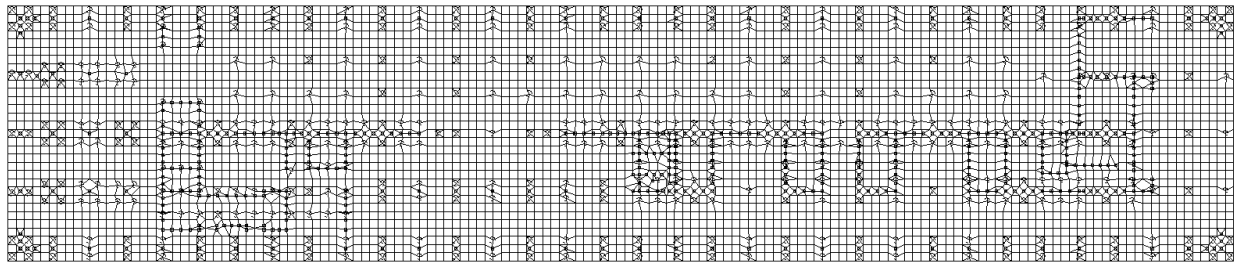
Metodo calcolo cedimenti: Elementi finiti
Spostamento limite attrito laterale 0,50 [cm]
Spostamento limite punta 1,00 [cm]

Fattore di rigidezza della sovrastruttura 0.00

Modello

Caratteristiche Mesh

Numero elementi	5719
Numero nodi	5293



6.3 Risultati analisi

Risultati Analisi			
Numero combinazioni		1	(t = 50,000 sec.)
Analisi carichi verticali		Analisi carichi orizzontali	
Carico Totale	32771668,10	[kg]	
Reazioni vincolari	0,00	[kg]	
Risultante pali	32771668,10	[kg]	
Reazione terreno	0,00	[kg]	
Spostamento massimo	0,384088	[cm]	X=126,68 Y=9,95 [m]
Spostamento minimo	0,071378	[cm]	X=114,05 Y=29,05 [m]
Momento massimo X	77788,59	[kgm]	X=3,88 Y=13,78 [m]
Momento minimo X	-37450,89	[kgm]	X=34,70 Y=6,80 [m]
Momento massimo Y	81074,99	[kgm]	X=8,28 Y=13,78 [m]
Momento minimo Y	-45776,47	[kgm]	X=133,50 Y=12,58 [m]
Dettagli >>			
Spostamento differenziale massimo	3,13	[mm]	0,01%
Sforzo normale massimo sul palo	121355,48	[kg]	(Palo nr. 243)
Sforzo normale minimo sul palo	27114,33	[kg]	(Palo nr. 68)

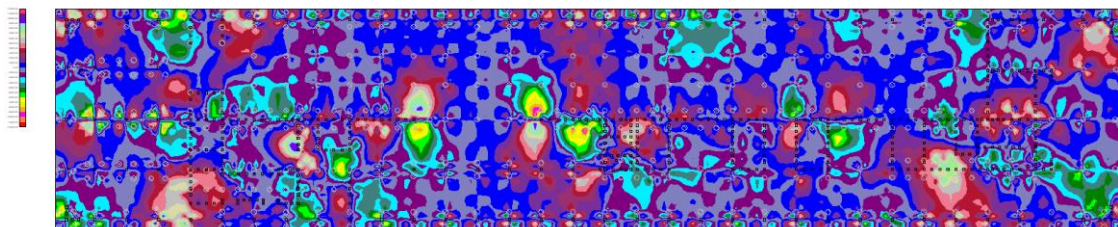
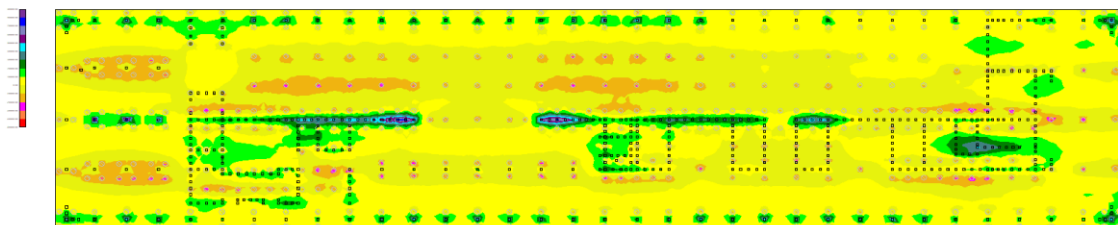
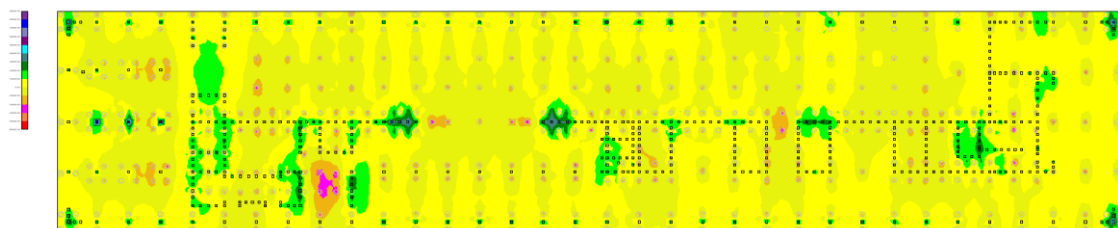
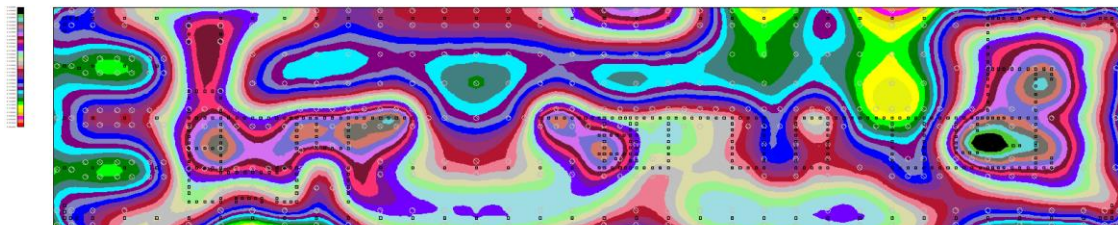
Risultati Analisi			
Numero combinazioni		1	(t = 50,000 sec.)
Analisi carichi verticali		Analisi carichi orizzontali	
Carico totale dir. X	3,77	[kg]	Carico totale dir. Y 21,91 [kg]
Reazioni vincolari	0,00	[kg]	Reazioni vincolari 0,00 [kg]
Risultante pali X	3,77	[kg]	Risultante pali Y 21,91 [kg]
Risultante terreno X	0,00	[kg]	Risultante terreno Y 0,00 [kg]
Spostamento massimo	0,0035	[cm]	Spostamento massimo 0,0055 [cm]
Spostamento minimo	-0,0041	[cm]	Spostamento minimo -0,0043 [cm]
Tensione massima	1,67	[kg/cm²]	Tensione massima 0,62 [kg/cm²]
Tensione minima	-1,64	[kg/cm²]	Tensione minima -1,79 [kg/cm²]
Taglio massimo sul palo	111,17	[kg]	(Palo nr. 142)
Taglio minimo sul palo	3,40	[kg]	(Palo nr. 16)

Carichi	Portanza	Scorimento	Spostamenti	
	Verticale	Dir X	Dir Y	UM
Carico totale	32771668,10	3,77	21,91	[kg]
Risultante carichi terreno	0,00	0,00	0,00	[kg]
Reazioni vincolari	---	---	---	[kg]
Risultante carichi pali	32771668,10	3,77	21,91	[kg]
Percentuale scarico terreno	0,00	0,00	0,00	
Eccentricità X	-4,57 [m]			
Eccentricità Y	-1,07 [m]			

Carichi	Portanza	Scorimento	Spostamenti	
Portanza ultima (Qu)	---			
Portanza ultima pali (Qup)	---			
Portanza di progetto (Qd)	---			
Carico verticale trasferito al terreno (N)	---			
Fattore di sicurezza (Qd/N)	---			
Label3	Label4			
Nc	---	Nc'	---	
Nq	---	Nq'	---	
Ng	---	Ng'	---	
Pressione massima/minima sul terreno	---	---		
Pressione media sul terreno	---	---		
Pressione geostatica piano di posa	---	---		
Parametri strato equivalente				
H =	---	γ =	ϕ =	c =

Risultati Piastra	
Carichi	Portanza
Carico agente	---
Resistenza per attrito	---
Contributo spinta passiva	---
Resistenza pali	---
Resistenza di progetto	---
Coeff. sicurezza	---

Risultati Piastra	
Carichi	Portanza
Distorsione massima (pilastri)	0,0362% Pilastri 8 375
Spostamento minimo	w = 0,0714 [cm] nodo 3969
Spostamento massimo	w = 0,3841 [cm] nodo 4587
Spostamento differenziale	dw = 0,3127 [cm]

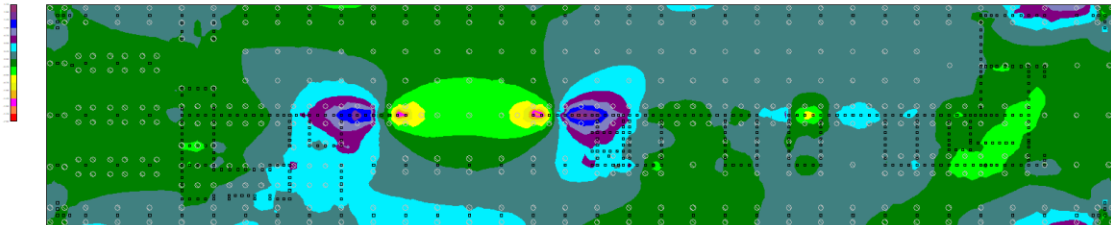


W
U_x
U_y
D

M_x
M_y
M_{xy}
N_x
N_y
N_{xy}
T_x
T_y
D

M_x
M_y
M_{xy}
N_x
N_y
N_{xy}
T_x
T_y
D

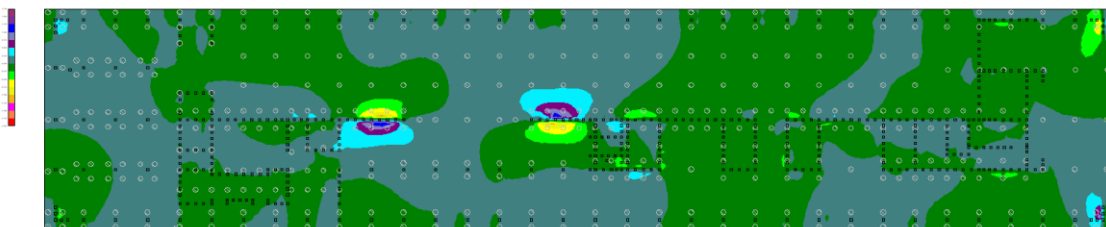
M_x
M_y
M_{xy}
N_x
N_y
N_{xy}
T_x
T_y
D



M_x
 M_y
 M_{xy}
 N_x
 N_y
 N_{xy}
 T_x
 T_y
 D



M_x
 M_y
 M_{xy}
 N_x
 N_y
 N_{xy}
 T_x
 T_y
 D



M_x
 M_y
 M_{xy}
 N_x
 N_y
 N_{xy}
 T_x
 T_y
 D

7 CONCLUSIONI

Le analisi condotte e le verifiche effettuate sugli elementi strutturali caratterizzanti la struttura in esame hanno fornito risultati positivi in linea con la nuova normativa vigente (**D.M. 17/01/2018**).

La **caratterizzazione geotecnica** è stata redatta sulla base delle indicazioni fornite dalla Relazione geotecnica a firma del Dott.Geol. Marco Mancuso dove, dal punto di vista sismico è stata attribuita una categoria di sottosuolo di tipo **“C”**, con categoria topografica **T1**.

Il calcolo è stato condotto con le metodologie degli "elementi finiti", e le verifiche strutturali sono state condotte secondo il criterio degli stati limite, il tutto attraverso l'ausilio di elaborazioni computerizzate.

Attesa l'elevata rigidezza, per la struttura si è adottato un comportamento strutturale di tipo non dissipativo (§ 7.2.1) con valore di comportamento q , pari ad 1.2, in rispetto di quanto stabilito dalla tabella §7.3.I.

Nell'analisi dinamica sono state considerati un numero adeguato di modi di vibrare della struttura utili ad eccitare almeno l'85% di masse sismiche per ogni direzione di spostamento (traslazione lungo x , traslazione lungo y e rotazione).

Le deformazioni e le tensioni risultanti dai calcoli attendono le verifiche agli stati limite, e sono conformi alla qualità dei materiali prescritti. Le ipotesi ed i risultati dei calcoli risultano conformi alle vigenti normative (D. M. 17.01.2018).

7.1 Dichiarazioni secondo NTC 2018 (punto 10.2)

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi dinamica modale secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (3 spostamenti e 3 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Strutture in elevazione

- Titolo MASTERSAP TOP
- Versione 2022 – R1
- Produttore AMV srl, Ronchi dei Legionari (GO)
- Utente GAMMA SERVICE s.r.l.
- Licenza 34473

Strutture in fondazione

- Titolo API++ – Verifica Piastre, Platee e Plinti
- Versione 14.0
- Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
- Utente GAMMA INGEGNERIA SOC. COOP.
- Licenza: AIU6611JP

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi. 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.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

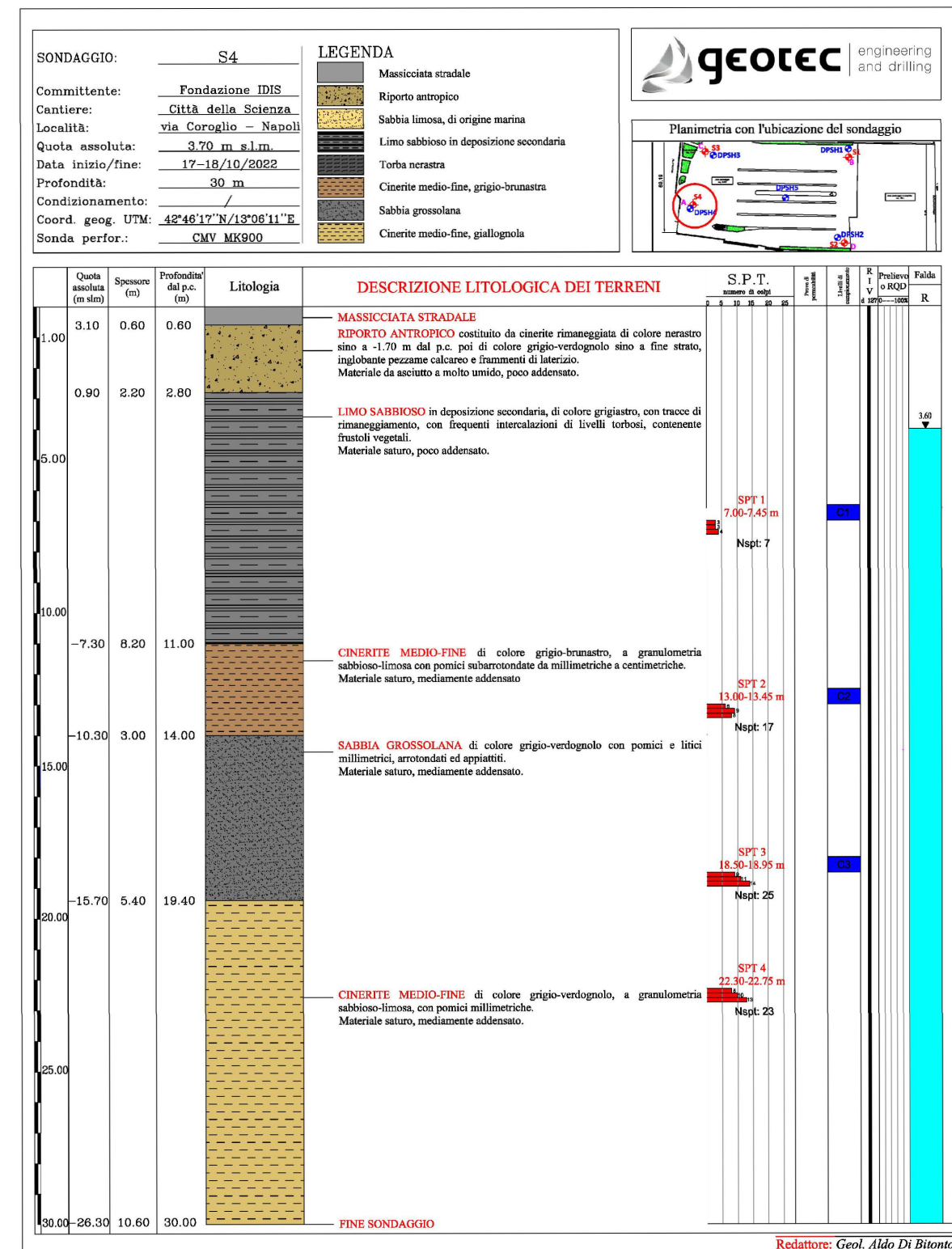
I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di

modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

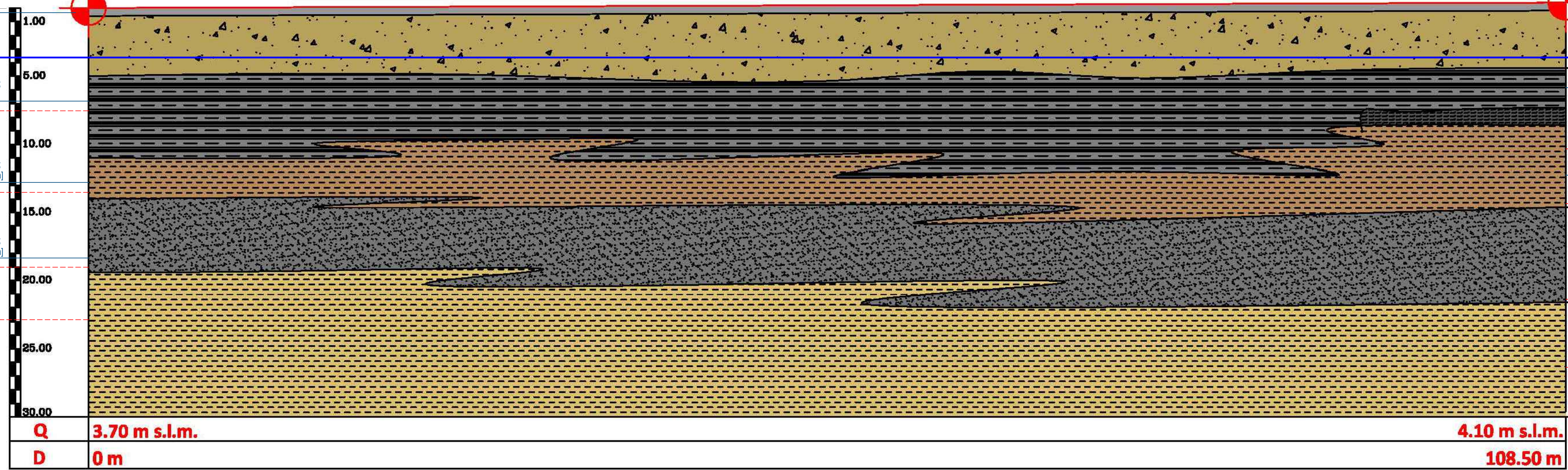
Il Progettista

SEZIONE GEOTECNICA A-B



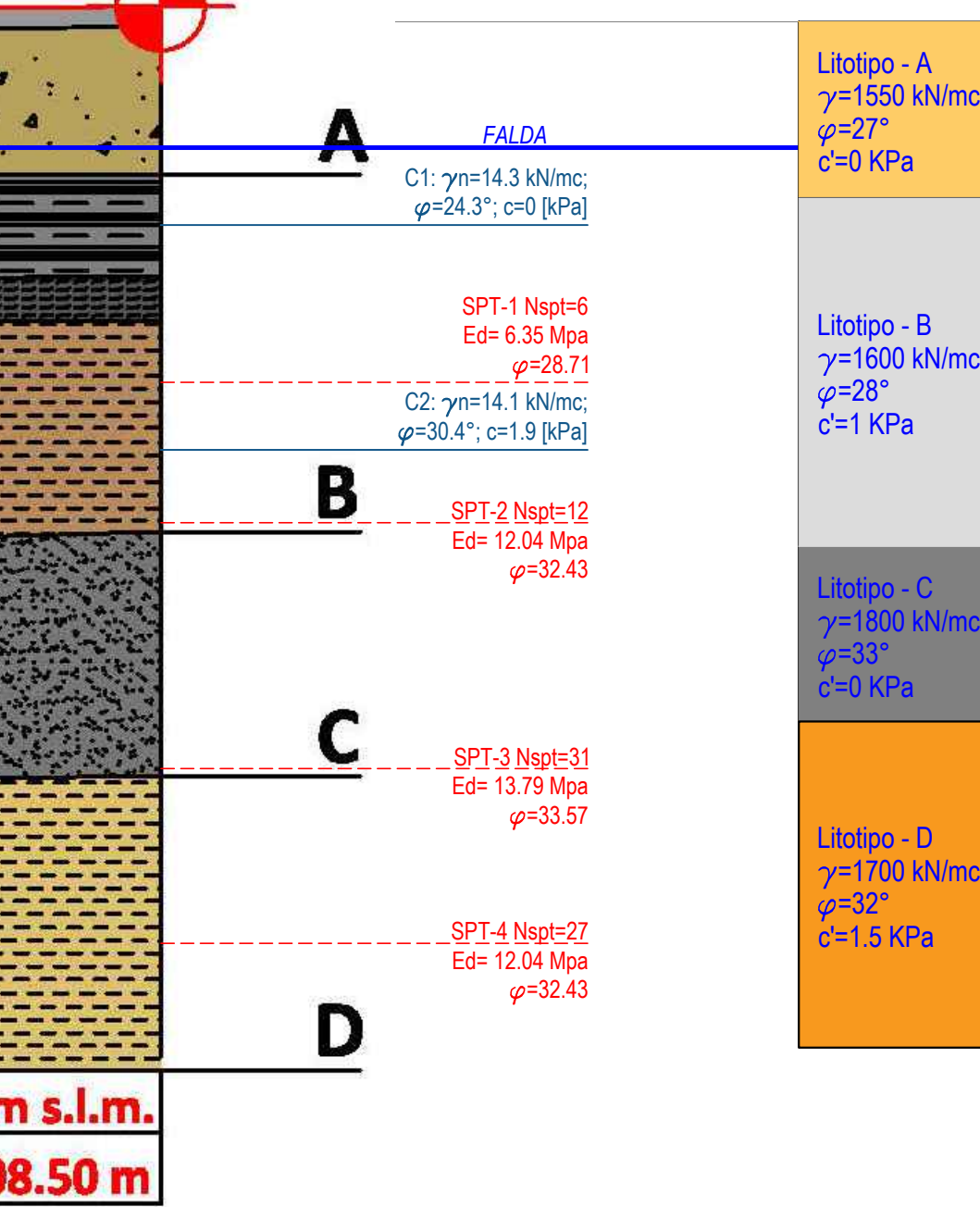
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ADOTTATA

A S4

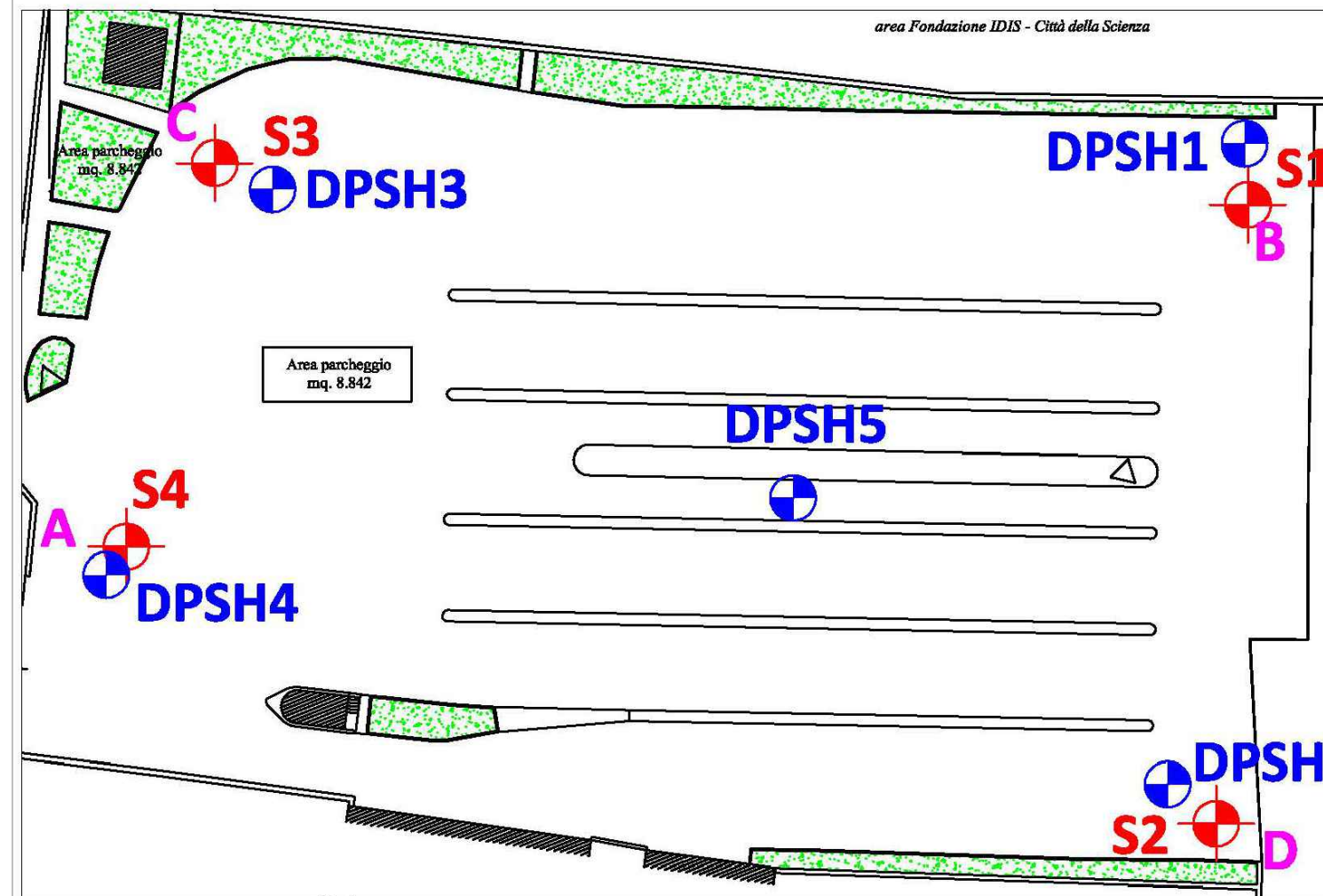


CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ADOTTATA

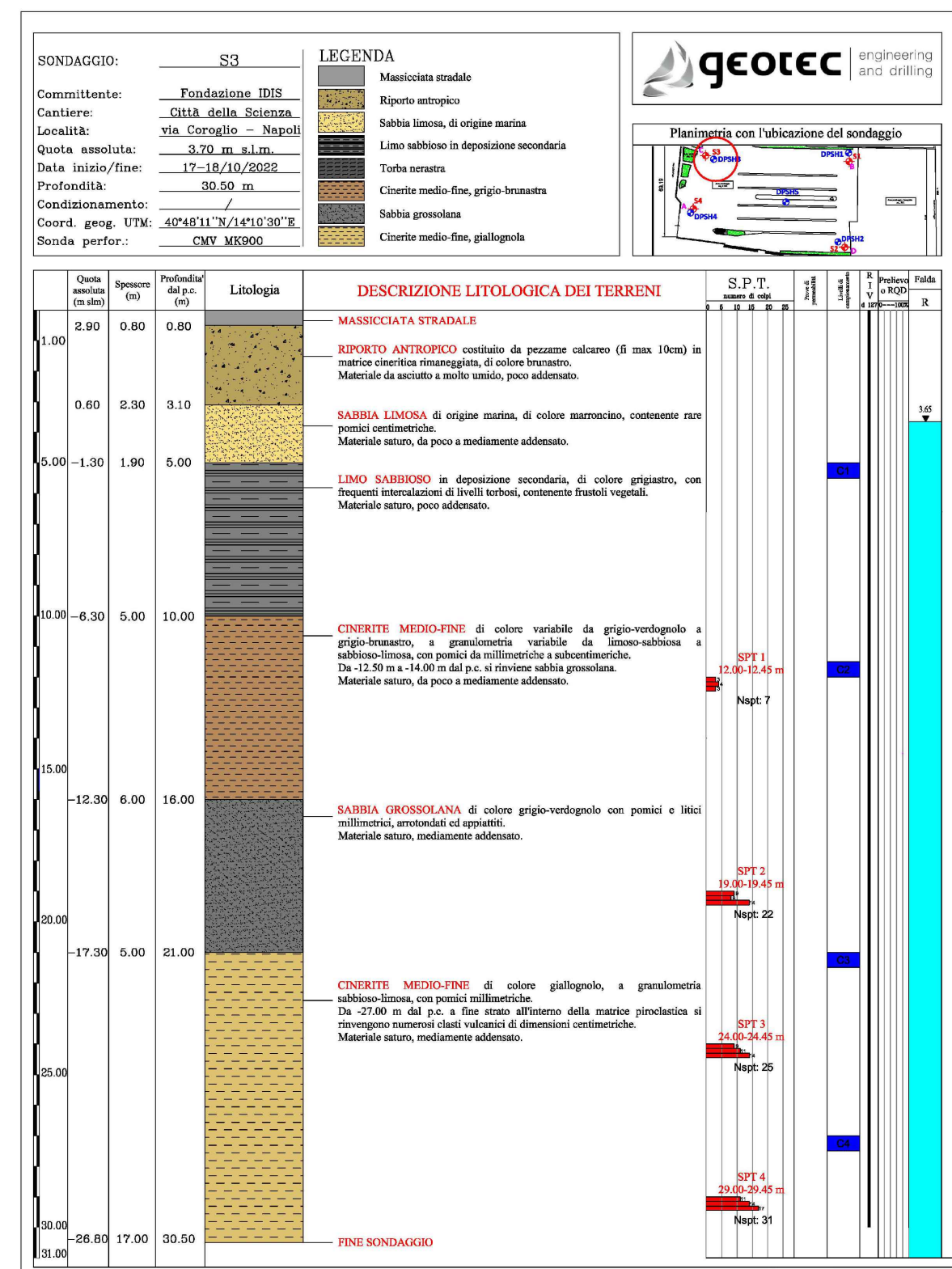
S1 B



K-PLAN SEZIONI

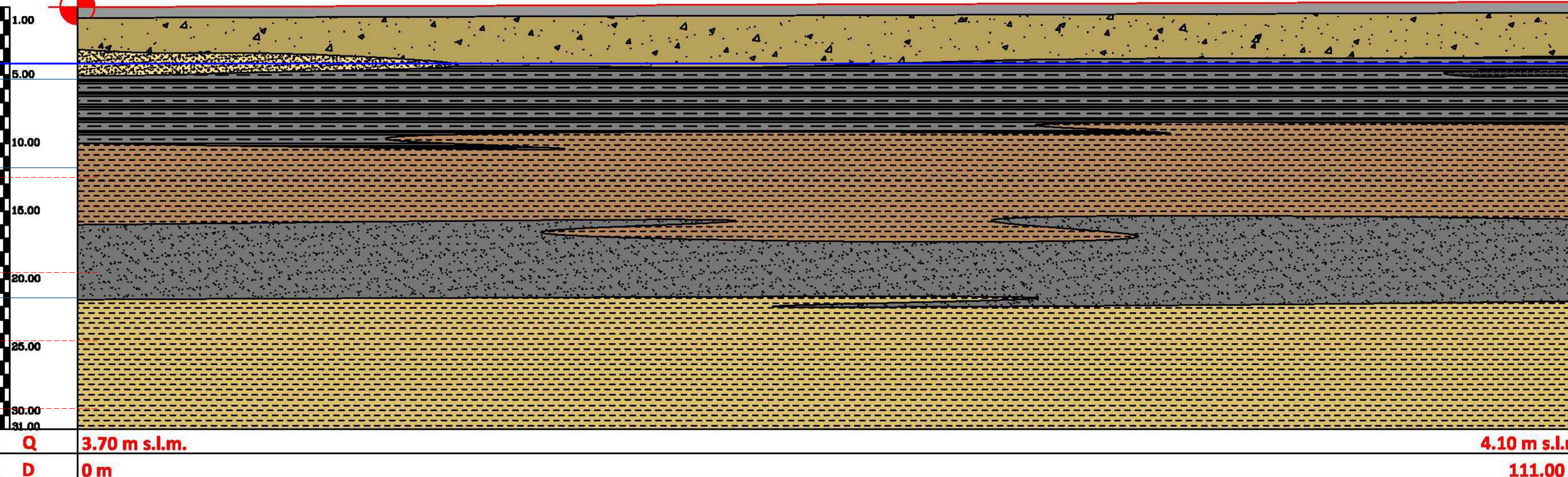


SEZIONE GEOTECNICA C-D



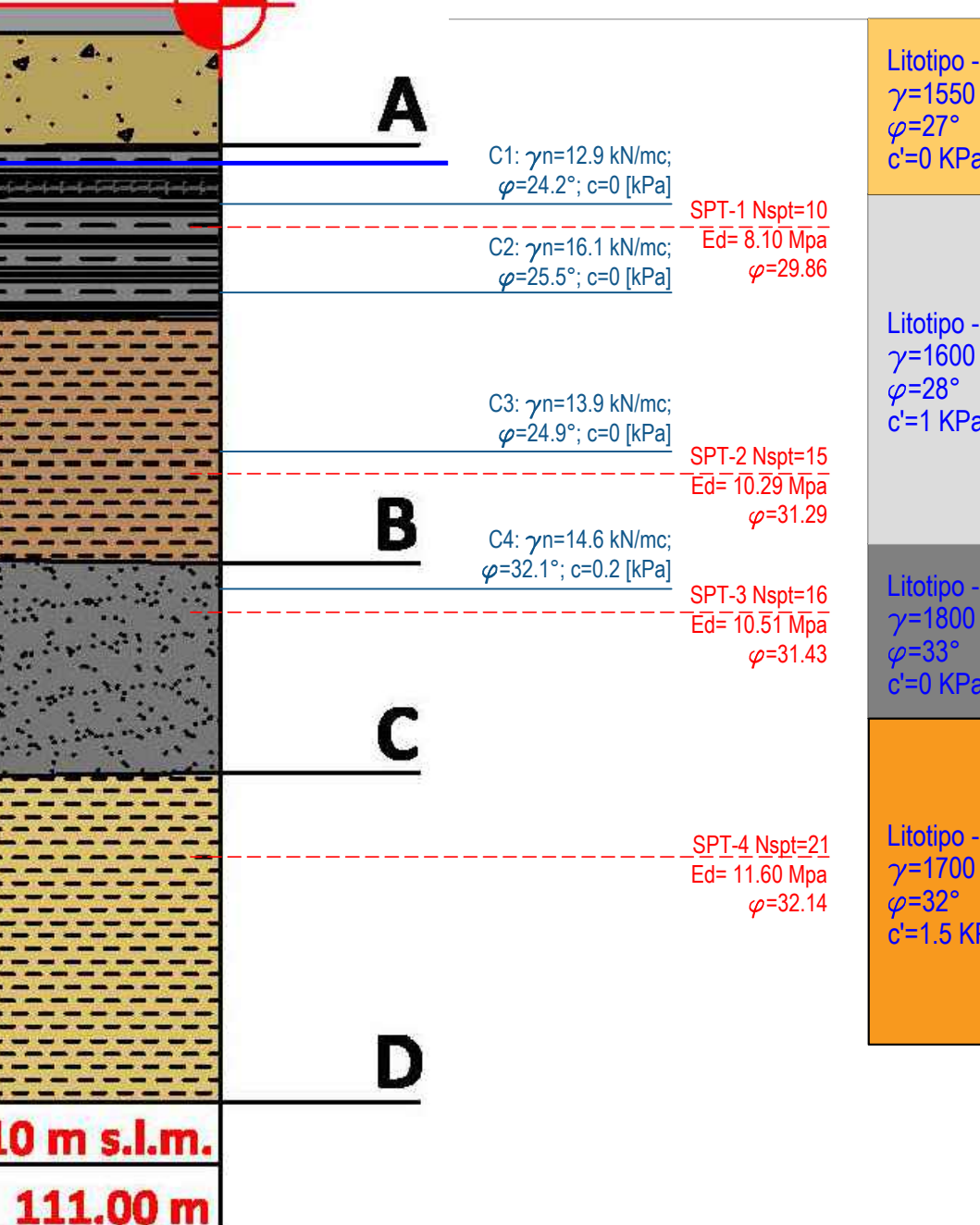
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ADOTTATA

C S3



CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ADOTTATA

S2 D



Fondazione IDIS - Città della Scienza

REALIZZAZIONE DEL
NUOVO SCIENCE CENTRE
Città della Scienza
Via Coroglio 57/104 - 80124 - Napoli

PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO-ECONOMICA

ALL.ST.01 SEZIONE GEOTECNICHE

Il Progettista

Il Committente

Il Tecnico