

The logo consists of the letters 'HEA' in a bold, teal, sans-serif font, centered within a solid yellow square.

## *Piattaforma polifunzionale Ponticelle*

### Valutazione di Impatto Ambientale

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. - L.R. 20 aprile 2018, n. 4 e s.m.i.

## PROGETTO DEFINITIVO Piattaforma polifunzionale Ponticelle

# ELABORATO 40

## Relazione presismica generale

|                          |                            |   |                          |                              |         |
|--------------------------|----------------------------|---|--------------------------|------------------------------|---------|
| <b>Approvato</b><br>HA   | E. Zamagni<br>R. Boschi    |   | <b>Approvato</b><br>ER   | G. Romano<br>F. Lia          |         |
| <b>Controllato</b><br>HA | L. Pernetta<br>M. Facchini |   | <b>Controllato</b><br>ER | E. Lagrotta<br>N. Pezzimenti |         |
| <b>Redatto</b><br>Golder |                            | F. De Giorgi<br>C. Zaffaroni<br>S. Salvotti |                          |                              |         |
| <b>Cod. Doc.</b><br>HA   | CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 |   | <b>Cod. Doc.</b><br>ER   | 160053-ENG-E-EB-2159         |         |
| <b>Rev.</b>              | 00                         | <b>Data</b>                                 | 26/03/2021               | <b>Pagine</b>                | 1 di 33 |



**GOLDER**

## SOMMARIO

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>A</b> | <b>RELAZIONE DESCRITTIVA.....</b>                                  | <b>4</b> |
| A.1      | PREMESSA.....  | 4        |
| A.2      | DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....                              | 6        |
| A.3      | DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO .....                          | 6        |
| A.3.1    | Capannone lavorazione solidi (N4).....                             | 8        |
| A.3.2    | Capannone triturazione e lavorazione solidi (N1-N2).....           | 10       |
| A.3.3    | Capannone stoccaggio liquidi in colli per TMD (N8-N10).....        | 11       |
| A.3.4    | Capannone stoccaggio solidi in colli (N7).....                     | 13       |
| A.3.5    | Tettoia solidi sfusi (N3-N11) .....                                | 15       |
| A.3.6    | Parco serbatoi (N9) .....  | 16       |
| A.3.7    | Pipe rack per sostegno tubazioni.....                              | 16       |
| A.3.8    | Cabina elettrica .....   | 17       |
| A.3.9    | Interventi privi di rilevanza ai fini sismici – IPRIPi .....       | 17       |
| A.4      | CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE ..... | 18       |
| A.4.1    | VITA NOMINALE DELL'OPERA STRUTTURALE .....                         | 19       |
| A.4.2    | CLASSE D'USO .....   | 19       |
| A.4.3    | PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....                  | 21       |
| A.5      | QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO .....                     | 21       |
| A.6      | AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE .....                         | 22       |
| A.6.1    | Peso proprio delle strutture .....                                 | 22       |
| A.6.2    | Carico permanente non strutturale .....                            | 23       |
| A.6.3    | Parametri per la definizione dell'azione sismica .....             | 23       |
| A.6.4    | Azione della neve .....  | 25       |
| A.6.5    | Azione del vento.....  | 25       |
| A.6.6    | Variazione termica.....  | 26       |
| A.6.7    | Analisi dei principali carichi dei solai.....                      | 26       |
| A.7      | MODELLI NUMERICI .....   | 26       |
| A.7.1    | Metodologia di modellazione ed analisi .....                       | 26       |
| A.8      | RELAZIONE SUI MATERIALI.....                                       | 27       |
| A.9      | SINTESI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE EFFETTUATE .....                 | 29       |

|                            |                      |             |             |         |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 2 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |         |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| A.9.1 | Indagini geologiche eseguite nel periodo giugno – agosto 2018.....   | 29 |
| A.9.2 | Assetto geomorfologico e litostratigrafico locale .....              | 30 |
| A.9.3 | Caratterizzazione geotecnica del volume geologico significativo..... | 32 |
| A.9.4 | Definizione dei parametri geotecnici caratteristici .....            | 32 |

|                            |                      |             |             |         |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 3 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |         |

## A RELAZIONE DESCRITTIVA

### A.1 PREMESSA

HEA S.P.A., società costituita da Eni Rewind S.p.A. (Gruppo Eni) e da Herambiente Servizi Industriali S.r.l. (Gruppo Hera), intende proporre un progetto di realizzazione di una Piattaforma polifunzionale di trattamento rifiuti, nel Comune di Ravenna, nell'area di Ca' Ponticelle ubicata tra il polo chimico e l'area artigianale Bassette.

L'area di Ca' Ponticelle è già oggi inserita in un programma di riqualificazione produttiva che prevede la realizzazione di diversi interventi, quali:

- Esecuzione di **interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente dell'area**, come previsto dalla "Variante al Progetto operativo di bonifica dei sedimenti e dei terreni della zona Ponticelle – Fase II – 2° Stralcio" - Intervento di messa in sicurezza permanente -Revisione 2", approvato con Determinazione Dirigenziale del Comune di Ravenna n. 861/2018.

Le attività della MISP sono state avviate nel mese di marzo 2019 e sono ad oggi in fase di realizzazione;

- Esecuzione delle **opere di urbanizzazione primaria previste nel PUA** del sub-comparto B "Ca' Ponticelle", approvato con Determinazione Dirigenziale della Giunta Comunale di Ravenna 625/2018;
- Realizzazione delle opere di **revamping del Forno inceneritore F3 di Herambiente S.p.a.** dedicato alla termovalorizzazione di rifiuti industriali, urbani e speciali anche pericolosi, situato nel **Centro Ecologico Baiona**, in via Baiona 182 a Ravenna, progetto approvato con DGR n. 591 del 15/04/2019
- Realizzazione della **Piattaforma bio-recupero "Ponticelle"** con Impianto di recupero mediante trattamento meccanico e biologico (bioremediation svolto in biopile) e Bio-Laboratorio analitico per il supporto nelle analisi di verifica della conformità dei rifiuti in ingresso e nel monitoraggio delle performance del processo di recupero.

Per tale progetto **ENI Rewind** ha presentato istanza per il rilascio del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) secondo quanto previsto dall'art. 27-bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dall'art. 20 della L.R. Emilia-Romagna n. 4/2018.

|                            |                      |             |             |         |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 4 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |         |

- Realizzazione dell'**Impianto fotovoltaico Ponticelle** secondo quanto previsto dal progetto presentato da **ENI New Energy** ed autorizzato con D.G.R. n. 24 del 11/01/2021.

All'interno dell'area della piattaforma proposta da **ENI Rewind**, il proponente intende realizzare la **Piattaforma polifunzionale Ponticelle** oggetto del presente progetto.

Tale piattaforma andrà a sostituire il Centro di stoccaggio e pretrattamento rifiuti di HERAmbiente Servizi Industriali sito al km 2,6 della S.S. 309 Romea, in Comune di Ravenna, per il quale verranno avviate le procedure di dismissione a seguito della messa a regime dell'impianto ora proposto.

Si riporta di seguito un inquadramento di dettaglio dell'area Ca' Ponticelle con l'individuazione delle zone di pertinenza degli interventi prima elencati e del progetto in esame.

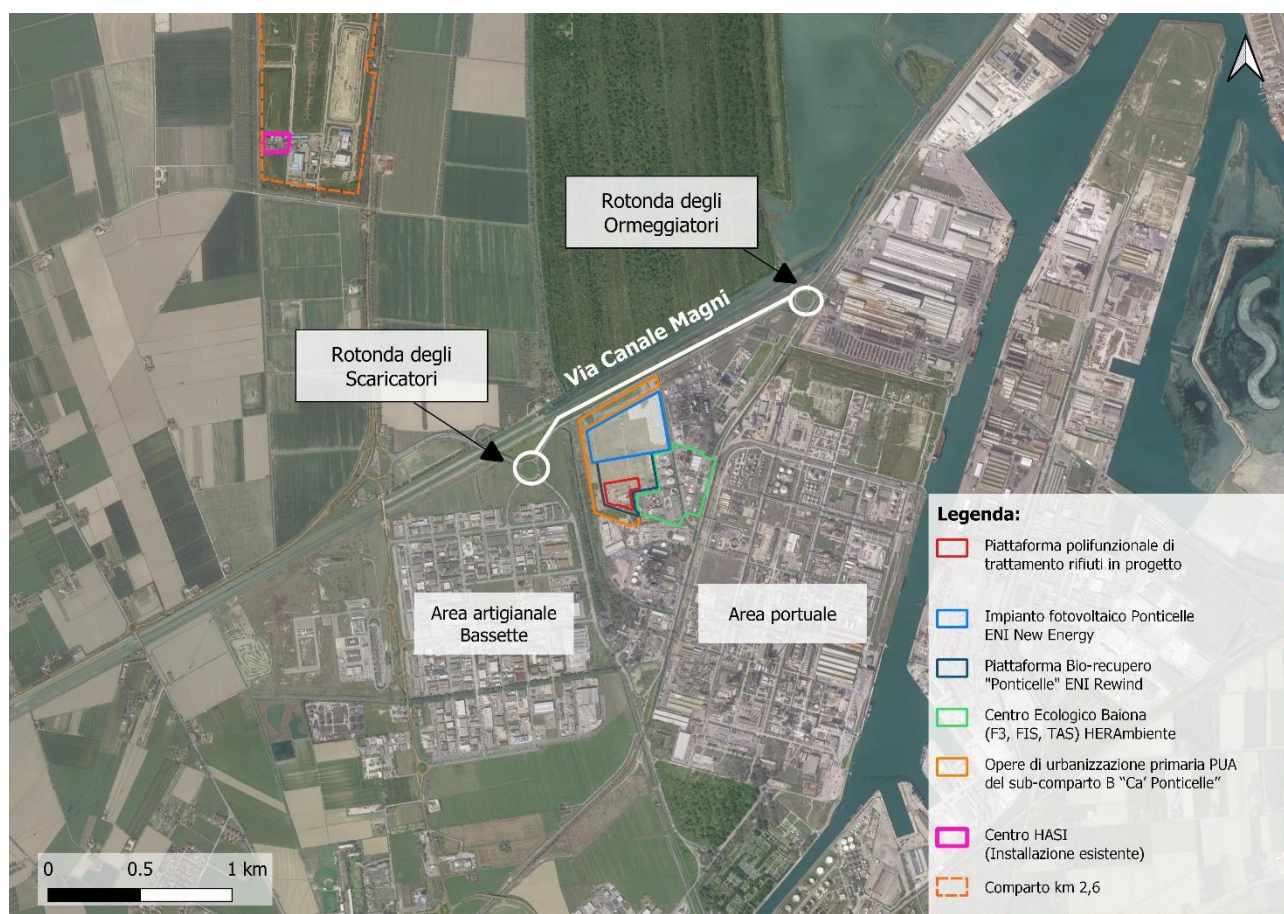


Figura 1 – Ubicazione dell'area interessata dagli interventi in progetto

|                            |                      |             |             |         |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 5 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |         |

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto avente potenzialità massima di **60.000 t/anno** dedicato alle seguenti attività di trattamento di rifiuti pericolosi e non pericolosi di cui agli Allegati B e C alla Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.:

- D9: “Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nel presente allegato che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12 (a esempio evaporazione, essiccazione, calcinazione, ecc.)”;
- D13: “Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D12”;
- D14: “Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D13”;
- D15: “Deposito preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)”;
- R12: “Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11”;
- R13: “Messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)”.

## **A.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO**

Attualmente nell'area di futuro sedime dell'impianto è in corso la bonifica ambientale del sito, mediante la stesura di un telo di protezione (capping) alla quota +1.10 m con successivo reinterro mediante idonee terre da rilevato fino alla quota di piazzale pari a +3.20 m circa.

Sulle superfici di progetto, attualmente non sono presenti manufatti rilevanti.

## **A.3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO**

L'intervento di progetto prevede la realizzazione di nuove strutture su fondazioni superficiali e la realizzazione della piattaforma polifunzionale.

In particolare il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere strutturali:

- Capannone prefabbricato in c.a. di 1900 m2 per lo stoccaggio aspirato, correlato da baie di stoccaggio dei rifiuti solidi sfusi;

|                            |                      |             |             |         |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 6 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |         |

- Capannone prefabbricato in c.a. di 924 m<sup>2</sup> per la triturazione e la lavorazione dei solidi;
- Capannone prefabbricato in c.a. di 1950 m<sup>2</sup> circa per lo stoccaggio di liquidi in colli per TMD e servizi connessi;
- Capannone prefabbricato in c.a. di circa 2550 m<sup>2</sup> per lo stoccaggio di rifiuti solidi in colli;
- Parco serbatoi;
- Baia di carico con tettoia di 552 m<sup>2</sup> in carpenteria metallica;
- Pipe rack in carpenteria metallica per passaggio tubazioni di processo;
- Locale cabina elettrica in c.a.o.
- Locali prefabbricati ad uso servizi ed impianti trattamento aria ubicati su platee di fondazione di dimensioni ridotte.

Le opere sopra riportate verranno realizzate con un unico Permesso di Costruire, a cui verrà associato l'inizio lavori dell'intero comporta di futura attuazione.

Di seguito vengono riportate le descrizioni sommarie delle opere principali che verranno realizzate.

|                            |                      |             |             |         |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 7 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |         |



### A.3.1 Capannone lavorazione solidi (N4)

Il capannone sarà del tipo prefabbricato in c.a. e avrà dimensioni 45x43 m circa con altezza sottotrave pari a 11.70 m e sottocoppo 13.00 m, nella parte centrale e pari a 9.00 m e 10.30 m nelle due sezioni laterali. Tutte le strutture sono impostate su una platea di fondazione dalla quale dipartono, oltre ai pilastri prefabbricati, anche muri e setti.

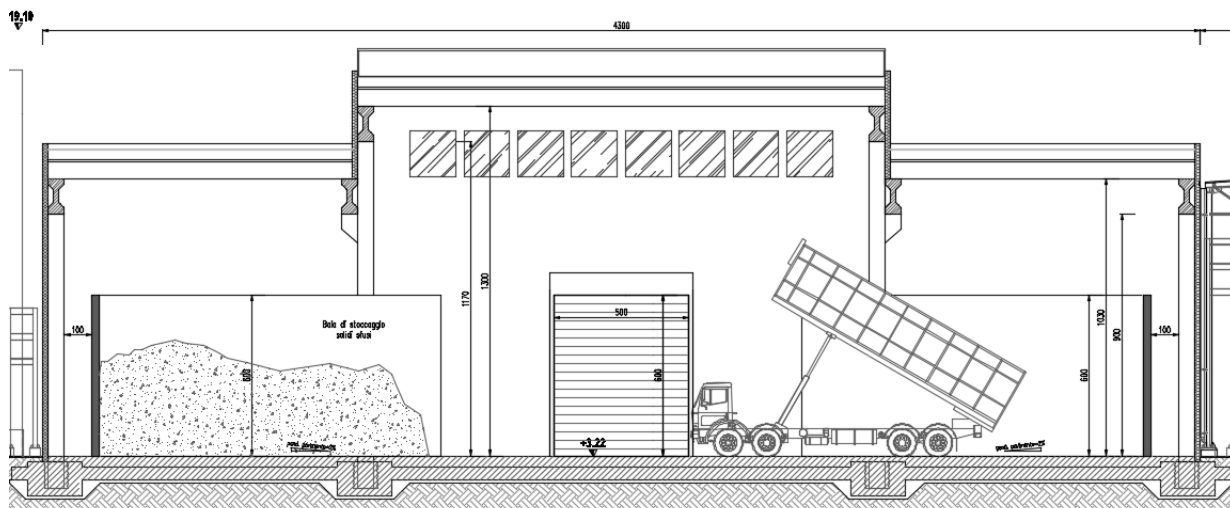


Figura 2 – sezione trasversale capannone lavorazione solidi (N4)

|                            |                      |             |             |         |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 8 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |         |



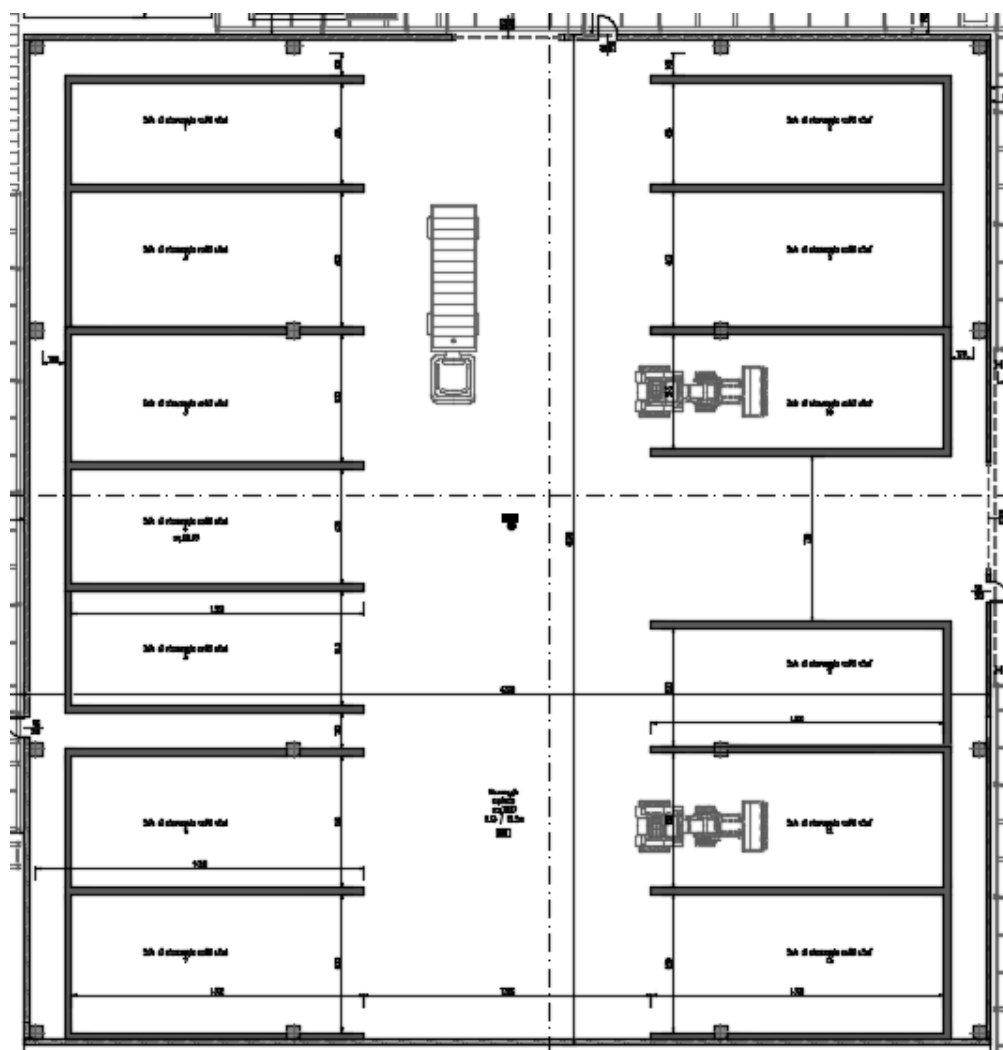


Figura 3 – pianta capannone lavorazione solidi (N4)

|                            |                      |             |             |         |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 9 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |         |

### A.3.2 Capannone triturazione e lavorazione solidi (N1-N2)

### A.3.3 Capannone stoccaggio liquidi in colli per TMD (N8-N10)

Il capannone sarà del tipo prefabbricato in c.a. e avrà dimensioni 48x43 m circa con altezza sottotrave pari a 7.00 m e sottocoppo 8.30 m. Tutte le strutture sono impostate su una platea di fondazione dalla quale dipartono, oltre ai pilastri prefabbricati, anche muri e setti.

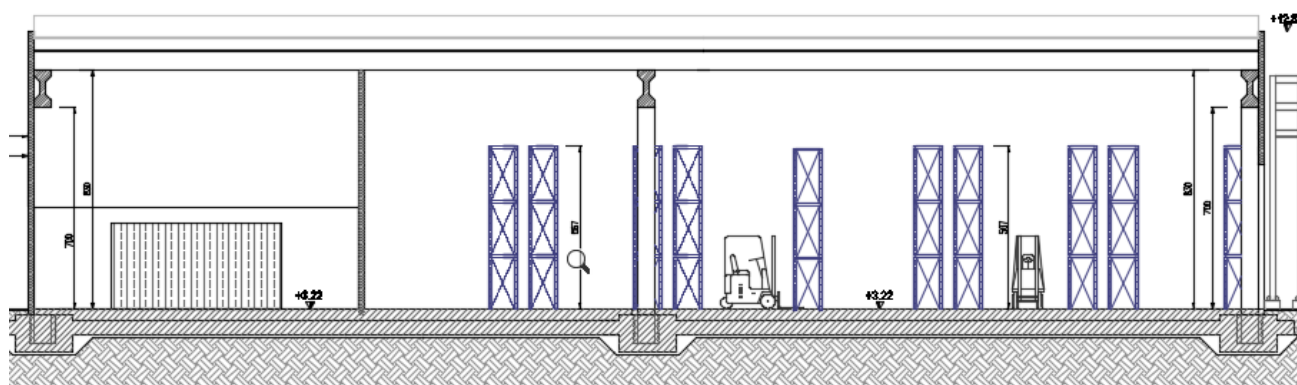


Figura 6 – sezione trasversale capannone stoccaggio liquidi in colli per TMD (N8-N10)

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 11 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

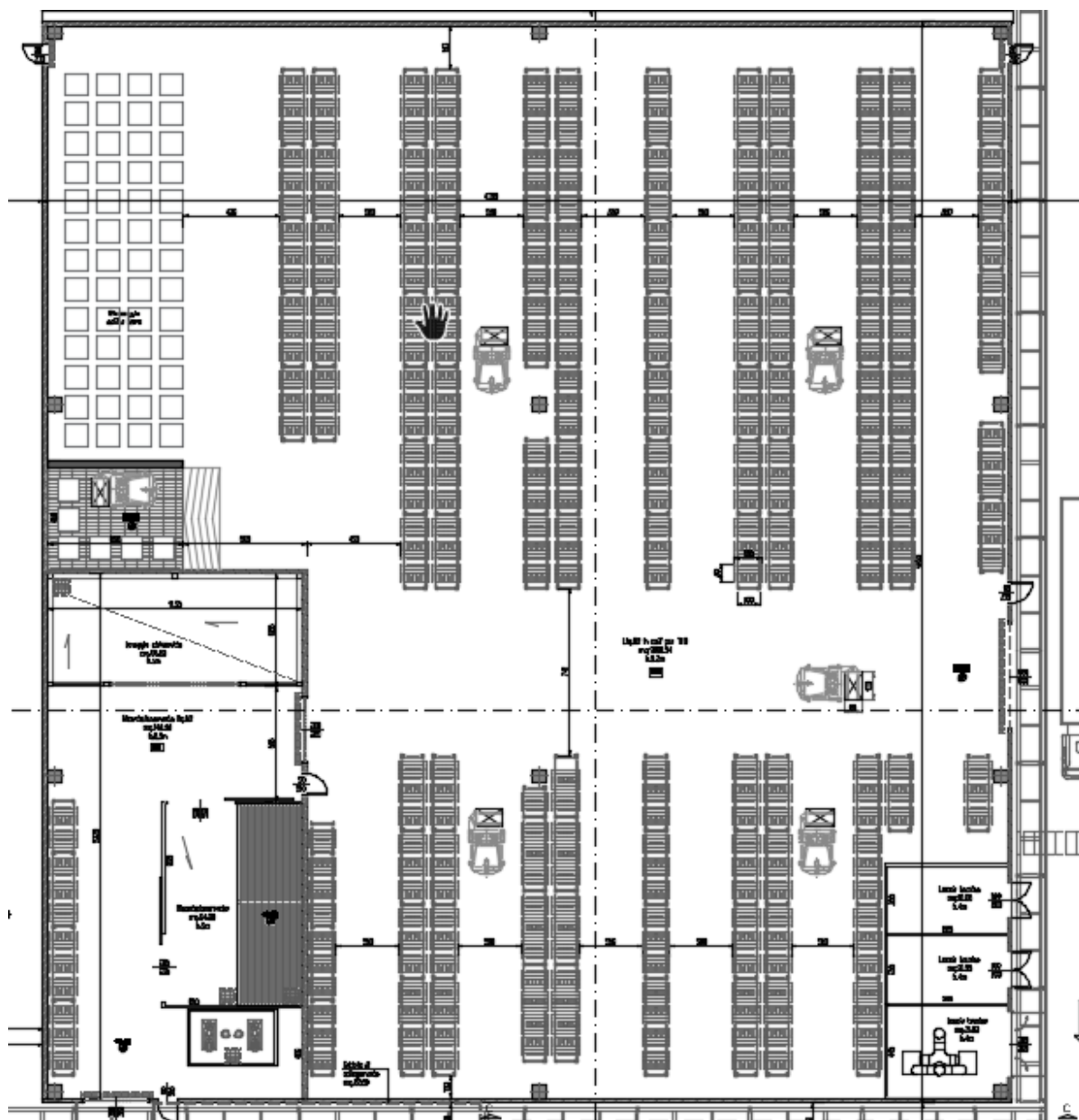


Figura 7 – pianta capannone capannone stoccaggio liquidi in colli per TMD (N8-N10)

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 12 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

#### A.3.4 Capannone stoccaggio solidi in colli (N7)

Il capannone sarà del tipo prefabbricato in c.a. e avrà dimensioni 40x65 m circa con altezza sottotrave pari a 7.00 m e sottocoppo 8.30 m. Tutte le strutture sono impostate su una platea di fondazione dalla quale dipartono, oltre ai pilastri prefabbricati, anche muri e setti.

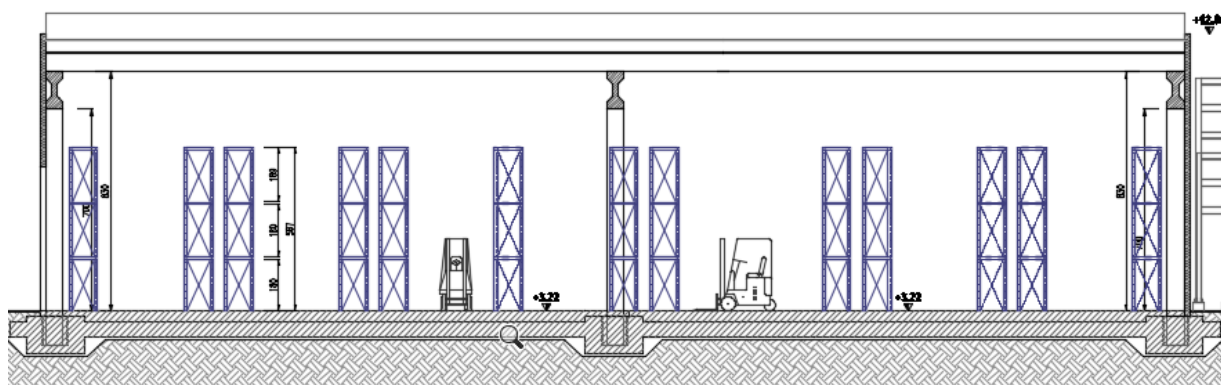


Figura 8 – sezione trasversale capannone stoccaggio solido in colli (N7)

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 13 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

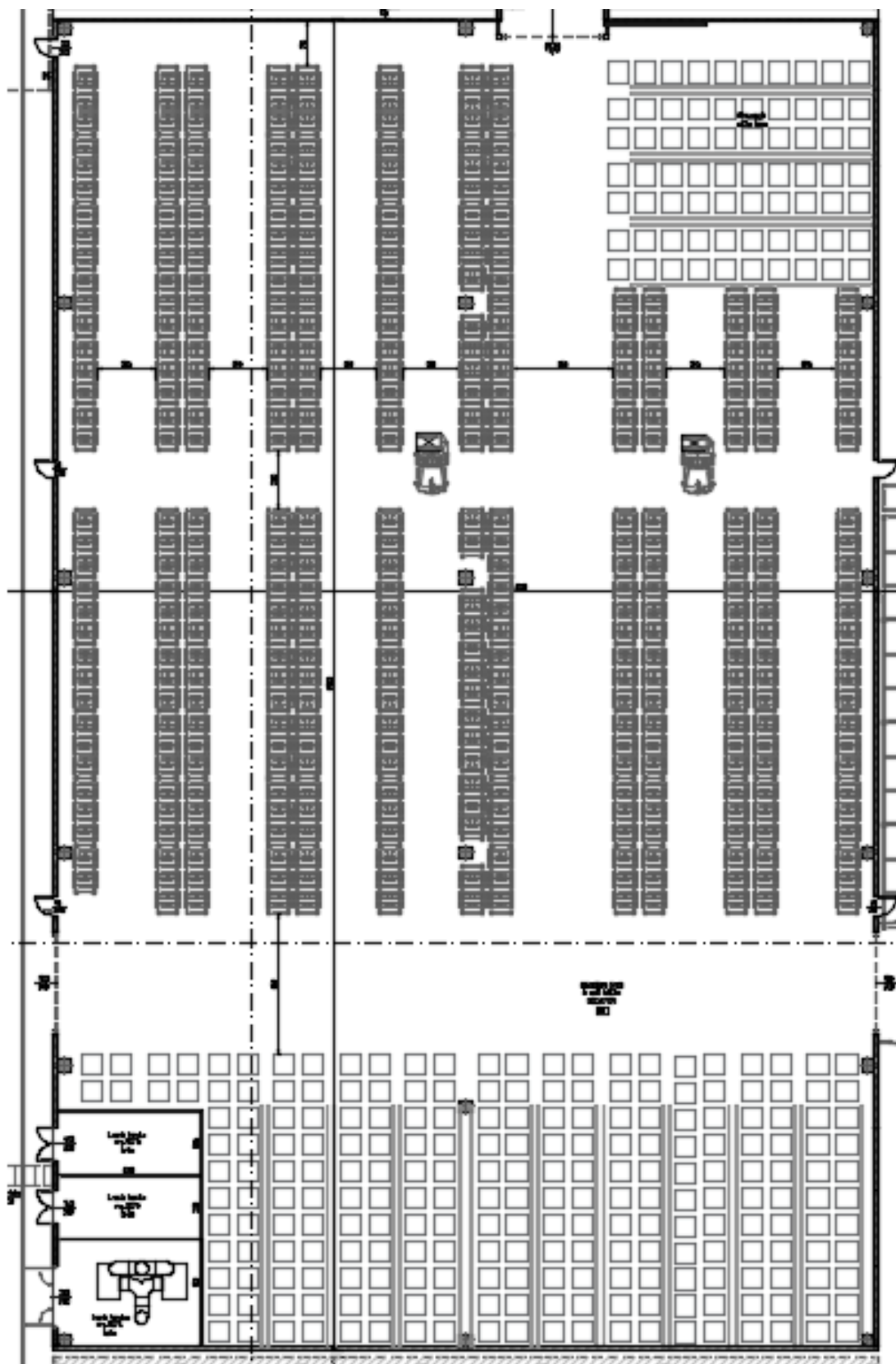


Figura 9 – pianta capannone stoccaggio solido in colli (N7)

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 14 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

### A.3.5 Tettoia solidi sfusi (N3-N11)

La struttura è realizzata in carpenteria metallica con capriata di copertura a singola pendenza. L'opera presenta una dimensione planimetrica 40x13.80 m ed un'altezza interna variabile da un minimo di 6.10 m ad un massimo di 7.00 m. La struttura presenta fondazioni del tipo superficiale a platea con setti e pareti in c.a.o. a dividere e compartimentare le zone di stoccaggio.

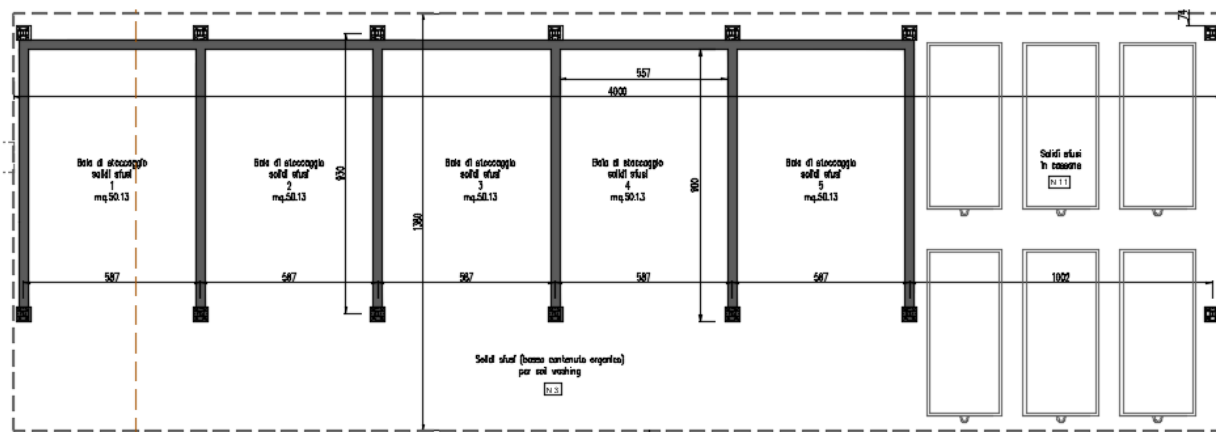


Figura 10 – pianta tettoia solidi sfusi (N3-N11)

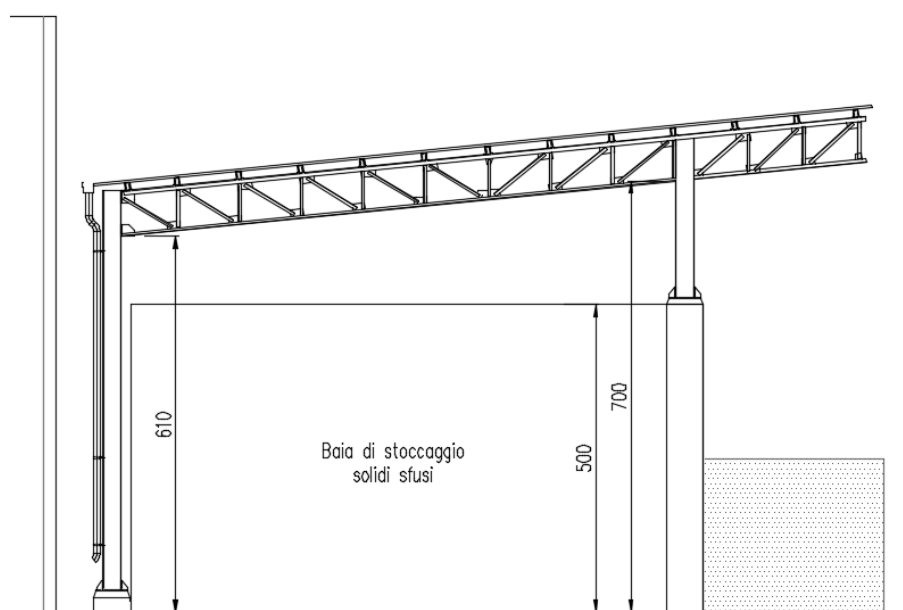


Figura 11 – sezione trasversale tettoia solidi sfusi (N3-N11)

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 15 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |



### A.3.6 Parco serbatoi (N9)

Il parco serbatoi si trova collocato nella zona sud dell'impianto a ridosso dei capannoni N4 ed N8. I serbatoi presentano un'altezza di circa 10.00 m e poggiano su fondazioni superficiali con baggioli di sovrizzo e muri costituenti i bacini di contenimento dei liquidi. Al di sopra dei serbatoi sarà collocata una passerella metallica di collegamento.

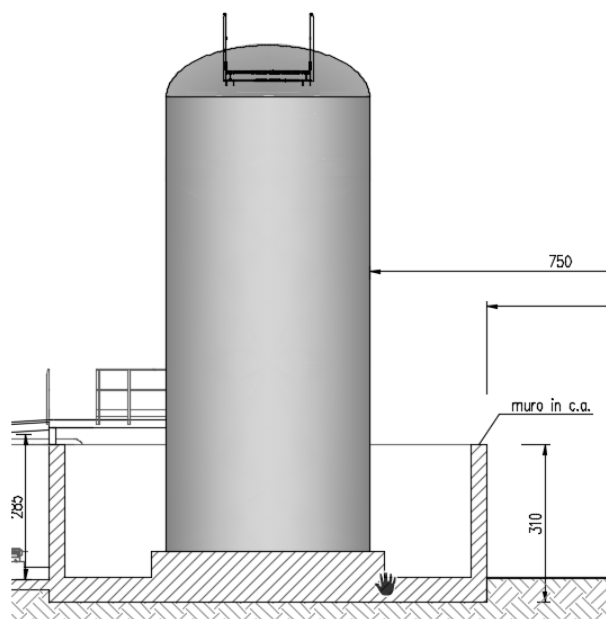


Figura 12 – sezione trasversale parco serbatoi (N9)

### A.3.7 Pipe rack per sostegno tubazioni

Struttura in carpenteria metallica costituita da più impalcati necessaria per il sostegno delle tubazioni d'impianto. La collocazione è varia all'interno dell'impianto. Le fondazioni sono del tipo superficiale ed in alcuni casi vengono a inserirsi all'interno delle platee dei capannoni prefabbricati essendo limitrofi.

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 16 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

### A.3.8 Cabina elettrica

La cabina elettrica, posizionata nella parte ovest dell'impianto, è un edificio in c.a.o. di dimensioni planimetriche 17.50x5.80 m circa.

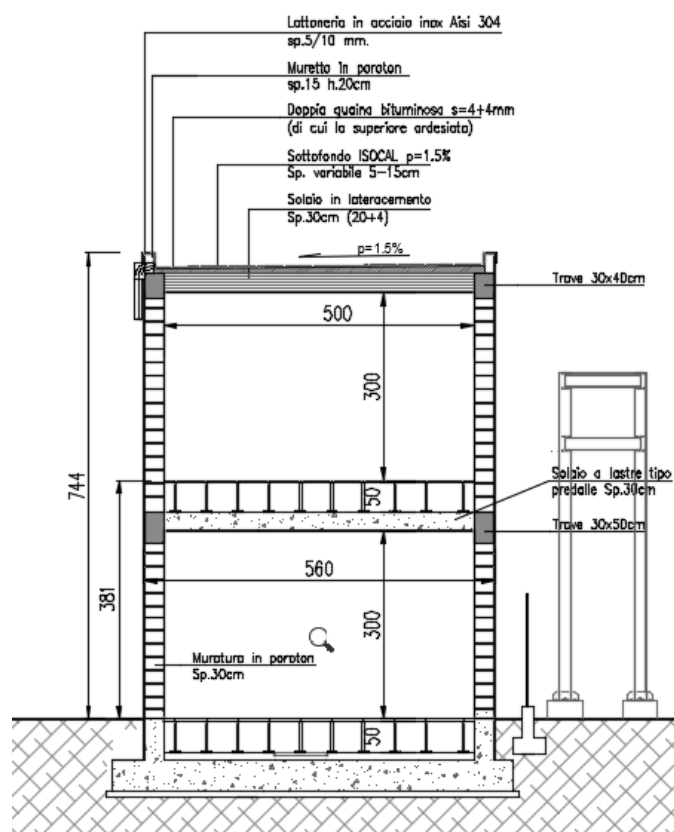


Figura 13 – sezione trasversale cabina elettrica

### A.3.9 Interventi privi di rilevanza ai fini sismici – IPRIP

Oltre agli interventi elencati in precedenza vengono realizzati una serie di interventi di minore entità ed impatto che sono classificabili come interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici ai sensi della L.R. n. 19 del 2008 e della DGR 2272/2016. Tali interventi sono di seguito elencati:

- 1) Solette per impianti trattamento aria/scrubber ecc.: A.4.8 – Macchine, organi di macchine, congegni, strumenti, apparecchi e meccanismi di qualsiasi tipo e per qualsiasi funzione e quanto altro non attiene alle costruzioni edilizie, comprese le parti accessorie e complementari al loro funzionamento, quali scalette, ballatoi e ponti di servizio, organi di collegamento fra macchinari (L0).
- 2) Lavaruote: A.6.1. – Realizzazione di rampe, solette, pavimentazioni appoggiate a terra (L0).

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 17 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

- 3) Vani tecnici: A.3.2.b. – Locali per impianti tecnologici ad un solo piano con superficie < 30 m<sup>2</sup> e altezza < 3 m (L2).
- 4) Scale: A.6.2. – Realizzazione di rampe pedonali e scale con dislivello < 1.50 m (L1).

#### **A.4 CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE**

La progettazione delle strutture sarà eseguita con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 (NTC2018).

Le verifiche saranno eseguite con il metodo semiprobabilistico agli Stati limite. Questo metodo si basa sulla valutazione della sicurezza in termini di probabilità di crisi della struttura, la quale deve risultare minore di una probabilità di riferimento prevista dalla norma. Le incertezze che si riscontrano nello studio derivano da come vengono valutate le caratteristiche resistenti e sollecitanti e dal modello di calcolo adottato.

La determinazione delle sollecitazioni a cui è sottoposta la struttura, per effetto del peso proprio e delle altre azioni agenti dovute ai carichi permanenti ed accidentali, sarà effettuata con i metodi classici della Scienza delle Costruzioni. Più precisamente, saranno ritenute valide le ipotesi di base della teoria tecnica della trave per quanto riguarda gli elementi prismatici (travi e pilastri) che costituiscono i telai; si procederà in base a considerazioni di equilibrio nei casi in cui questo sarà possibile (elementi isostatici).

Le analisi verranno effettuate per lo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV) sia in condizioni sismiche che per lo Stato Limite di Danno (SLD) e per lo Stato Limite di Esercizio (SLE).

In particolare, nella condizione eccezionale per sisma, lo SLV consiste nel verificare che, sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, la struttura, pur subendo danni gravi, mantenga una residua resistenza e rigidità nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali. Lo SLD verifica, invece, che la costruzione, nel suo complesso, compresi gli impianti, non subisca danni gravi a seguito di eventi sismici che abbiano una probabilità di accadimento minore rispetto allo SLV. Le sollecitazioni dovute all'azione sismica saranno valutate mediante analisi dinamica modale lineare, secondo quanto prescritto dalle norme.

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 18 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

#### A.4.1 VITA NOMINALE DELL'OPERA STRUTTURALE

Le NTC2018 al punto 2.4.1, individua la vita nominale di un'opera strutturale sulla base del tipo di costruzione. La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale individuata per la progettazione dell'opera in esame è di 50 anni, in accordo con quanto previsto dal DM 17/01/2018 per le opere ordinarie.

| TIPI DI COSTRUZIONE |  | VN (in anni) |
|---------------------|--|--------------|
| 1                   | Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva                                | ≤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         |

#### A.4.2 CLASSE D'USO

Le NTC2018 al punto 2.4.2, suddivide le costruzioni in classi d'uso, in presenza di azione sismica, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso. In presenza di azioni simiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono divise in classi d'uso così definite (§ 2.4.2 NTC 2018).

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 19 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le strutture in oggetto vengono classificate in classe d'uso III.

Le strutture in oggetto, inoltre, saranno soggette a deposito sismico secondo quanto disposto dal decreto legge 18 aprile 2019, n. 32 (recante "Disposizioni urgenti per il rilancio del settore dei contratti pubblici, per l'accelerazione degli interventi infrastrutturali, di rigenerazione urbana e di ricostruzione a seguito di eventi sismici") e secondo quanto disposto dalla Giunta della Regione Emilia – Romagna PG/2020/0077588 del 31/01/2020 Oggetto: Indicazioni procedurali in seguito alla modifica all'art. 94 bis del Testo Unico di cui al DPR 380 del 2001, introdotta dall'art. 9 quater della Legge 12 dicembre 2019, n. 156. Nel seguito lo stralcio della delibera di giunta.

In particolare, secondo quanto ora stabilito all'art. 94-bis, comma 1, lettera a), numero 3., gli interventi relativi agli edifici strategici sono considerati "rilevanti" nei riguardi della pubblica incolumità solo se (i medesimi edifici strategici) sono "situati nelle località sismiche, ad eccezione di quelle a bassa sismicità (zone 3 e 4)."

Tale disposizione statale di semplificazione opera direttamente nel nostro territorio, prevalendo sulla normativa regionale antecedente (nel caso specifico l'art. 11 della L.R. n. 19 del 2008 "Norme per la riduzione del rischio sismico").

Di conseguenza, anche nella nostra regione gli interventi relativi agli edifici strategici non sono soggetti ad autorizzazione sismica se ricadenti in Comuni a bassa sismicità (zona 3); l'avvio e la realizzazione dei relativi lavori sono subordinati al deposito presso lo Sportello unico comunale del progetto esecutivo riguardante le strutture.

Tuttavia, in attesa della riforma della LR n. 19 del 2008 e al fine di garantire un comportamento omogeneo nel territorio regionale, si dà l'indicazione alle Strutture tecniche competenti in materia sismica di svolgere il controllo sistematico su tali pratiche di deposito, trattandosi di interventi riguardanti categorie di edifici e opere con destinazioni d'uso che rivestono notevole interesse per la collettività, in classe d'uso III e IV.

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 20 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

#### A.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU (§ 2.4.3 NTC 2018):  $VR = VN \cdot CU$ . Il valore del coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab 2.4. II NTC 2018:

| Classi d'uso       | I   | II  | III | IV  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| Coefficiente $C_u$ | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |

Il periodo di riferimento per il fabbricato in esame vale  $VR = 50 \cdot 1.5 = 75$  anni

#### A.5 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive:

- D.M. 14.1.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circolare 21 gennaio 2009, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

In mancanza di una precisa indicazione alle NTC2018 e rifacendosi al capitolo 1 delle medesime norme che riporta “...per quanto non espressamente specificato nel presente documento, ci si può riferire a normative di comprovata validità e ad altri documenti tecnici elencati nel Cap. 12. In particolare quelle fornite dagli Eurocodici con le relative Appendici Nazionali costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle presenti norme”.

- UNI EN 1991 – EC1 – “Azioni sulle strutture”
- UNI EN 1992 – EC2 – “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”
- UNI EN 1993 – EC3 – “Progettazione delle strutture in acciaio”
- UNI EN 1997 – EC7 – “Progettazione geotecnica”
- UNI EN 1998 – EC8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 21 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

## A.6 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite. Le condizioni elementari di carico vengono cumulate secondo combinazioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) e Stato Limite di Esercizio (SLE).

La normativa a cui far riferimento per la preventiva determinazione dei carichi è il DM 17/01/2018 “Norme Tecniche per Costruzioni”.

Il Testo Unico ha l'obiettivo di identificare in modo chiaro i livelli di sicurezza e le prestazioni delle costruzioni, unifica sia le norme relative al comportamento e resistenza dei materiali e delle strutture, sia quelle relative alla definizione delle azioni e dei loro effetti sulle strutture stesse. La valutazione della resistenza e delle azioni può essere così sviluppata in maniera coerente ed armonica, da costituire un sistema completo in cui possa raggiungere significatività, coerenza ed affidabilità, la valutazione della sicurezza delle costruzioni ai fini della Pubblica incolumità.

Le condizioni elementari di carico considerate nella progettazione della struttura in esame sono le seguenti:

- peso proprio delle strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- neve;
- vento;
- variazione termica;
- azione sismica;
- carichi accidentali.

### A.6.1 *Peso proprio delle strutture*

Il peso proprio viene definito in funzione delle dimensioni degli elementi strutturali e del peso specifico del materiale costituente:

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/mc}$$

$$\gamma_{acciaio} = 78.50 \text{ kN/mc}$$

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 22 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |



### A.6.2 Carico permanente non strutturale

Il peso proprio degli elementi non strutturali viene valutato in modo indipendente e nominalmente applicato alla struttura. Nell'analisi sismica, i sovraccarichi permanenti sono considerati masse applicate agli elementi strutturali e partecipanti alla massa totale dell'opera.

### A.6.3 Parametri per la definizione dell'azione sismica

Ai sensi di quanto esposto al paragrafo A.4.3., il periodo di riferimento per la definizione della classe sismica è pari a  $V_R = 75$  anni, essendo le strutture di classe d'uso III.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

Le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri:

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

#### Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

L'ampia campagna di indagini e prove condotte sui terreni in sito ha portato a definire una classe di **sottosuolo tipo C**:

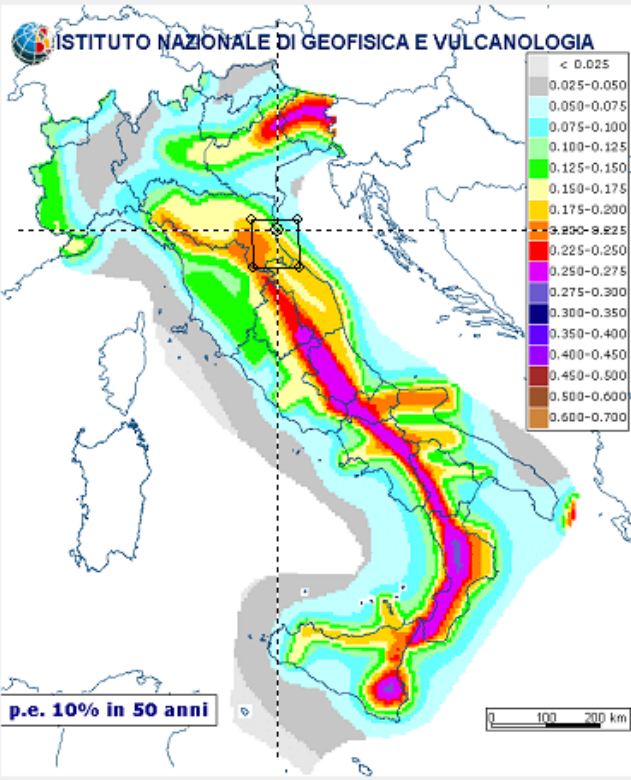
*"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".*

Per quanto concerne l'ambito topografico, l'area investigata può rientrare nel caso T1 "superficie pianeggiante".

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 23 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

Nelle seguenti tabelle i parametri sismici del sito di riferimento.

Valutazione della pericolosità sismica



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento WGS84]

| Id nodo | Longitudine | Latitudine | Distanza [km] |
|---------|-------------|------------|---------------|
| 17408   | 12.161      | 44.377     | 5.314         |
| 17409   | 12.231      | 44.378     | 5.051         |
| 17187   | 12.230      | 44.428     | 2.811         |
| 17186   | 12.160      | 44.427     | 3.206         |

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località:

Longitudine:  Latitudine:

☐ Applica la Risposta Sismica Locale

Parametri per le forme spettrali

|     | Pver | Tr   | ag [g] | Fo    | T*c   |
|-----|------|------|--------|-------|-------|
| SLO | 81   | 45   | 0.0571 | 2.476 | 0.276 |
| SLD | 63   | 75   | 0.0721 | 2.466 | 0.280 |
| SLV | 10   | 712  | 0.1904 | 2.519 | 0.284 |
| SLC | 5    | 1462 | 0.2493 | 2.468 | 0.293 |

Periodo di riferimento per l'azione sismica

| Vita Vn [anni]                  | Coefficiente uso Cu              | Periodo Vr [anni]               | Livello di sicurezza             |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <input type="text" value="50"/> | <input type="text" value="1.5"/> | <input type="text" value="75"/> | <input type="text" value="100"/> |

☐ Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO)

Nota: per il calcolo dei parametri sismici  
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1, 2, 3, 4, 5]

Zona sismica: zona 3 – bassa sismicità

Accelerazioni spettrali per i periodi notevoli

S(T) per sisma dir x-x

|     | T=0   | T=TB-TC | T=TD  |
|-----|-------|---------|-------|
| SLO | 0.086 | 0.212   | 0.051 |
| SLD | 0.108 | 0.267   | 0.063 |
| SLV | 0.269 | 0.452   | 0.086 |
| SLC | 0.332 | 0.546   | 0.097 |

S(T) per sisma dir y-y

|     | T=0   | T=TB-TC | T=TD  |
|-----|-------|---------|-------|
| SLO | 0.086 | 0.212   | 0.051 |
| SLD | 0.108 | 0.267   | 0.063 |
| SLV | 0.269 | 0.452   | 0.086 |
| SLC | 0.332 | 0.546   | 0.097 |

S(T) per sisma dir z-z

|     | T=0   | T=TB-TC | T=TD  |
|-----|-------|---------|-------|
| SLO | 0.018 | 0.046   | 0.007 |
| SLD | 0.026 | 0.064   | 0.010 |
| SLV | 0.112 | 0.188   | 0.038 |
| SLC | 0.168 | 0.276   | 0.050 |

I tre valori notevoli dello spettro simbolicamente sono:  $\langle ag \cdot S \rangle$ ,  $\langle ag \cdot S \cdot \eta \cdot F \rangle$  e  $\langle ag \cdot S \cdot \eta \cdot F \cdot T_c / T_d \rangle$  [eta pari a 1/q ove previsto]

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 24 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

**A.6.4 Azione della neve**

Zona Neve = I Mediterranea

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_{tr} = 1$  per  $T_r = 50$  anni

$C_e$  (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo =  $q_{sk} C_e C_{tr} = 150 \text{ daN/m}^2$

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda  $\alpha = 0,0^\circ$

- Copertura piana  $W = 10.0 \text{ m}$ ,  $L = 50.0 \text{ m} \Rightarrow L_c = 18.0$ ,  $C_{ef} = 1.000$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 120 \text{ daN/m}^2$

**A.6.5 Azione del vento**

Zona vento = 2

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 750 \text{ m}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 4 \text{ m}$

Velocità di riferimento,  $V_b = 25,00 \text{ m/s}$  ( $V_b = V_{b.o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_r = 1$  per  $T_r = 50$  anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 25,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Esposizione: Cat. III - Zona costiera entro 10 km dal mare

( $K_r = 0,20$ ;  $Z_o = 0,10 \text{ m}$ ;  $Z_{min} = 5 \text{ m}$ )

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 25 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 39 \text{ daN/m}^2$

Coefficiente di forma,  $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico,  $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione,  $C_e = 2,14$

Coefficiente di esposizione topografica,  $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio,  $h = 10,00 \text{ m}$

### A.6.6 Variazione termica

Si applica sulle strutture la seguente variazione termica a seconda dell'esposizione.

Tab. 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici

| Tipo di struttura                   | $\Delta T_u$                    |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 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       | $\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$ |

### A.6.7 Analisi dei principali carichi dei solai

Per ogni fabbricato verranno adottati i carichi accidentali più consoni in accordo a quanto disposto dalla Normativa.

## A.7 MODELLI NUMERICI

La modellazione delle strutture in c.a. ed acciaio e la rielaborazione dei risultati di calcolo saranno effettuati con software ProSap Ver. 20.5.0 prodotto dall'2S.i di Ferrara

### A.7.1 Metodologia di modellazione ed analisi

La risoluzione delle strutture avviene mediante una analisi F.E.M., attraverso l'assemblaggio delle matrici di rigidezza associate ai vari tipi di elementi finiti a comportamento meccanico predefinito e governato da specifica teoria associata alla formulazione matematico-numerica dell'elemento. Per descrivere il comportamento elastico degli elementi monodimensionali (tipo travi

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 26 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

e pilastri) si utilizzano elementi finiti del tipo “beam” la cui definizione della matrice di rigidezza dell'elemento deriva dalla teoria di Timoshenko per le travi, ove si considera anche il contributo della rigidezza tagliante.

A seguito dell'intersezione geometrica dei vari elementi si vengono a creare nodi rigidi che vengono adeguatamente schematizzati mediante l'inserimento di link a comportamento rigido.

Grazie alla raffinatezza dei modelli di calcolo è stato possibile analizzare il comportamento di tutti gli elementi compositivi, considerando l'effettivo contributo alla rigidezza complessiva del sistema fornito da ciascun componente elementare. I criteri di modellazione prevedono la riproduzione fedele delle strutture così come sono state progettate e si prescrive siano realizzate.

In particolare, per le strutture in esame, per l'analisi del loro comportamento in caso di evento sismico si è proceduto a compiere una analisi sismica dinamica secondo quanto prescritto al Cap.7 del D.M. 17/01/2018.

## A.8 RELAZIONE SUI MATERIALI

Si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali per uso strutturale:

| MATERIALE                                | SPECIFICHE TECNICHE  |
|--|--|
| Calcestruzzo magro per sottofondazioni   | - Classe di resistenza C12/15  |
| Calcestruzzo per strutture di fondazione | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe di resistenza C25/30</li> <li>- Classe di esposizione: XC2</li> <li>- Dimensione massima aggregati: 30 mm</li> <li>- Classe di consistenza: S4/S5</li> <li>- Rapporto acqua/cemento: 0.60</li> <li>- Minimo contenuto di cemento: 300 kg/mc</li> <li>- Copriferro minimo: 50 mm</li> </ul> |
| Calcestruzzo per strutture di elevazione | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe di resistenza C35/45</li> <li>- Classe di esposizione: XA3</li> <li>- Dimensione massima aggregati: 30 mm</li> <li>- Classe di consistenza: S4/S5</li> <li>- Rapporto acqua/cemento: 0.45</li> <li>- Minimo contenuto di cemento: 360 kg/mc</li> </ul>                                     |

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 27 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

|   |  |
|---|--|
|   | - Copriferro minimo: 30 mm   |
| Calcestruzzo per strutture prefabbricate - pilastri                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe di resistenza C40/50</li> <li>- Classe di esposizione: XA3</li> <li>- Dimensione massima aggregati: 12.5 mm</li> <li>- Classe di consistenza: SF2</li> <li>- Rapporto acqua/cemento: 0.45</li> <li>- Minimo contenuto di cemento: 380 kg/mc</li> <li>- Copriferro minimo: 30 mm</li> </ul> |
| Calcestruzzo per strutture prefabbricate – travi ed elementi di copertura | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe di resistenza C45/55</li> <li>- Classe di esposizione: XA3</li> <li>- Dimensione massima aggregati: 12.5 mm</li> <li>- Classe di consistenza: SF2</li> <li>- Rapporto acqua/cemento: 0.45</li> <li>- Minimo contenuto di cemento: 380 kg/mc</li> <li>- Copriferro minimo: 30 mm</li> </ul> |
| Acciaio per calcestruzzo  | - B450C  |
| Acciaio armonico da precompressione                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trefoli stabilizzati (fptk &gt; 1860 N/mm<sup>2</sup>)</li> <li>- Trecce stabilizzate (fptk &gt; 1900 N/mm<sup>2</sup>)</li> </ul>  |
| Acciaio per carpenteria   | - S275JR   |
| Acciaio per bulloneria  | - Classe 8.8.  |
| Resina per ancoraggi  | - Tipo HILTI HIT-RE 500 V3   |

## A.9 SINTESI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE EFFETTUATE

Nella seguente tabella si riportano le indagini geologiche eseguite negli anni passati sul sito interessato dal futuro stabilimento.

| Documento     | Anno        | Tipo di indagine  |
|---------------|-------------|---|
| Documento [1] | (1978-2012) | 6 prove penetrometriche statiche (CPT) (1/78, 1/79, 8/89, 9/89, CPT2 e CPT3) e 1 sondaggio a carotaggio (4/89) eseguiti in prossimità del Comparto B                  |
|               | 2012        | 3 prove penetrometriche statiche (CPT) (1/12B, 2/12B e 3/12B)   |
| Documento [4] | 2018        | 3 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo (BH_01, BH_02, BH_03), 32 prove SPT a punta aperta in foro e prelievo di 6 campioni indisturbati (Indagini area FORSU) |
|               | 2018        | 7 prove CPTU (CPTU1 ÷ CPTU7) e 3 prove di dissipazione (Indagini area FORSU)  |
|               | 2018        | Rilievo topografico (Indagini area FORSU)   |

Tabella 1 – sintesi delle indagini geognostiche pregresse

Per la ricostruzione stratigrafica superficiale dell'intera area si è fatto ricorso anche ai n.100 sondaggi superficiali eseguiti per la caratterizzazione del sito secondo una maglia 40x40 m e spinti fino ad un massimo di 2 metri di profondità dal p.c. locale.

### A.9.1 Indagini geologiche eseguite nel periodo giugno – agosto 2018

Oltre alle indagini pregresse riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, nel periodo di giugno - agosto 2018 sono state eseguite in sito le seguenti indagini:

- n. 6 sondaggi geognostici (S01÷S06), ciascuno spinto fino a 35 m, integrati con l'esecuzione di prove SPT in foro per ciascun sondaggio, in avanzamento in fase di esecuzione del sondaggio con passo 3 m. Nel complesso sono state eseguite 59 prove SPT, a punta aperta, con prelievo campioni rimaneggiati da destinare a prove di laboratorio geotecnico;
- prelievo di n. 4 campioni indisturbati da ciascun sondaggio per analisi geotecniche, per un totale di n. 24 campioni indisturbati;
- n. 8 prove in sito CPTU (CPTU1÷CPTU8) spinte fino a 35 m di profondità integrate con l'esecuzione di n. 5 prove di dissipazione per ciascuna verticale CPTU;
- n. 2 prove sismiche attive tipo MASW e n.3 prove sismiche passive tipo HVSr;
- n. 1 indagine georadar.

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 29 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |



### A.9.2 Assetto geomorfologico e litostratigrafico locale

Per quanto concerne l'assetto geomorfologico locale l'intera area Ponticelle ricade all'interno del Cordone Sabbioso delle Pinete di San Vitale, all'interno del quale la cartografia geologica ufficiale individua le tracce di almeno tre cordoni litorali, con andamento circa N-S. Allo stato attuale l'area presenta un assetto con un andamento pianeggiante, con una quota media di +1 m s.l.m.

Sulla base dei risultati delle indagini descritte nei paragrafi precedenti, è possibile ricostruire l'assetto litostratigrafico locale dell'area in oggetto, che può essere così descritto (dall'alto verso il basso stratigrafico):

- Terreno di riporto da sabbioso a ghiaioso, anche costituito da materiale inertizzato, con spessore variabile tra 0 e 1,5 m;
- Sabbia, da debolmente limosa a limosa, localmente con tracce di argilla, di colore grigio, con spessore tra 12 e 13 m. Nella porzione superiore di questo livello sabbioso sono stati localmente osservati livelli di argilla o torba, di spessore pluridecimetrico (depositi di spiaggia, duna e ambiente marino costiero);
- Limo da sabbioso ad argilloso poco consistente contenente intercalazioni da pluridecimetriche a plurimetriche di sabbia limosa, con spessore complessivo variabile tra 13 e 14.5 m (depositi di ambiente marino e palustre);
- Argilla limosa e limo argilloso mediamente consistente con presenza di torba, di colore grigio-nerastro, con spessore variabile tra 0 e 1,5 m (depositi di ambiente palustre);
- Sabbia medio-fine con intercalazioni di sabbia limosa, sciolta, di colore grigio-nocciola, con spessore variabile tra 4 e 7 m (depositi alluvionali pleistocenici). In corrispondenza dei sondaggi S01, S05 e S06 tale orizzonte è stato intercettato fino alla massima profondità indagata, pari a 35 m da p.c.;
- Argilla, argilla limosa e limo argilloso, da mediamente consistente a consistente, con presenza di torba, di colore da grigio a grigio nerastro (depositi alluvionali pleistocenici). Tale orizzonte è stato intercettato nella parte terminale dei sondaggi S\_02, S\_03, S\_04, BH\_01, BH\_02 e BH\_03 fino alla massima profondità indagata, per un intervallo di lunghezza compreso tra 1 e 3 m.

I campioni di terreno indisturbati e rimaneggiati, prelevati durante l'esecuzione delle indagini, sono stati sottoposti ad analisi granulometrica. Si riportano nella seguente tabella i valori medi di abbondanza percentuale delle principali classi granulometriche nei campioni prelevati in corrispondenza degli orizzonti sopra descritti:

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 30 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

| Classe granulometrica   | Ghiaia | Sabbia   | Limo         | Argilla | Limo+Argilla* |
|---|--------|----------|--------------|---------|---------------|
| Taglia dei granuli (mm)   | > 2    | 2 - 0.63 | 0.63 - 0.004 | < 0.004 | < 0.63        |
| Sabbia, da debolmente limosa a limosa, localmente con tracce di argilla | 0.3 %  | 79.3 %   | 26.3 %       | 7.5 %   | 14.5 %        |
| Limo da sabbioso ad argilloso con intercalazioni di sabbia limosa       | 0.2 %  | 24.8 %   | 58.5 %       | 16.4 %  | 75.5 %        |
| Argilla, argilla limosa e limo argilloso con presenza di torba          | 1.4 %  | 18.1 %   | 56.3 %       | 23.1 %  | 87.0 %        |
| Sabbia medio-fine con intercalazioni di sabbia limosa                   | 0.0 %  | 79.1 %   | 20.5 %       | 3.2 %   | 17.0 %        |

Dall'analisi delle sezioni geologiche a disposizione emerge quanto segue:

- lo spessore dell'orizzonte più superficiale di sabbia da debolmente limosa a limosa e del sottostante orizzonte di limo da sabbioso ad argilloso (contenente intercalazioni di sabbia limosa) appare pressoché costante sull'intera area indagata. Nella porzione superiore di questo livello sabbioso sono stati localmente osservati livelli di argilla o torba, di spessore pluridecimetrico (CPTU06, BH\_03, S\_01, CPTU\_01, CPTU\_06);
- il livello di argilla limosa e limo argilloso (con presenza di torba), individuato a letto dell'orizzonte di limo da sabbioso ad argilloso, presenta uno spessore variabile e non appare continuo sull'intera area indagata; tale livello non è infatti stato osservato in corrispondenza dei sondaggi S03 e S04. In entrambi i casi però le prove CPTU eseguite in prossimità di tali sondaggi hanno individuato un livello di materiale fine (da limo a argilla) alla base dell'orizzonte a prevalenza limoso-sabbiosa. Tale discrepanza potrebbe essere attribuibile alla naturale variabilità granulometrica laterale dei sedimenti o a un mancato recupero del materiale fine nella carota dei sondaggi;
- l'orizzonte di sabbia medio-fine (con intercalazioni di sabbia limosa), presente alla base del livello di argilla limosa e limo argilloso sopra descritto, è stato osservato in tutti i punti di indagine. Il livello di argilla, argilla limosa e limo argilloso sottostante questo livello di sabbia è stato osservato solo nella parte sud-orientale dell'area indagata, in corrispondenza dei seguenti punti di indagine: CPTU\_03, CPTU\_08, CPTU\_04, S\_02, S\_03 e S\_04. La presenza di tale livello di natura argilloso-limosa è stata riscontrata anche in corrispondenza dei sondaggi BH\_01, BH\_02 e BH\_03, eseguiti nell'area FORSU.

### A.9.3 Caratterizzazione geotecnica del volume geologico significativo

Le unità geotecniche di riferimento, delineate in maniera efficace dai risultati delle varie verticali CPT e CPTu a disposizione, coincidono con i principali orizzonti geologici individuati nel corso delle varie indagini svolte sul Sito:

- Unità 1 (TR): Terreno di riporto da sabbioso a ghiaioso, con spessore variabile tra 0 e 1.5 m;
- Unità 2 (SL): Sabbia, localmente da debolmente limosa a limosa, di colore grigio, con spessore tra 12 e 13 m;
- Unità 3 (AL): Argilla limosa e limo argilloso-sabbioso poco consistenti con intercalazioni di sabbia limosa, con spessore tra 13 e 14 m (depositi di ambiente marino e palustre, olocene);
- Unità 4 (ALC):
  - ALC-a: Argilla limosa e limo argilloso prevalenti, con potenza di circa 1.5m-2m.
  - ALC-s: Sabbia e sabbia fine limosa prevalenti, fino a circa 35 m da p.c., localmente a prevalenza limosa-argillosa da 32-34 m a fine sondaggio (35 m).

La falda superficiale presenta una soggiacenza variabile tra 1 e 2 m da p.c., di conseguenza ai fini della caratterizzazione geotecnica del Sito tutti i depositi indagati sono da considerare saturi.

### A.9.4 Definizione dei parametri geotecnici caratteristici

Nella seguente tabella si riportano i parametri geotecnici caratteristici delle unità geotecniche definiti precedentemente.

|              |   |                               | Resistenza al taglio |                   |                           | Deformabilità   |                   |   |   |
|--------------|---|-------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|---|---|
|              |   | Peso di vol.                  | Coesione non drenata | Coesione Efficace | Angolo d'attrito Efficace | Modulo di Young | Modulo Edometrico | Coefficiente di consolidazione primaria | Coefficiente di consolidazione secondaria |
| Spessore [m] | Descrizione   | $\gamma'$ [t/m <sup>3</sup> ] | $C_u$ [kPa]          | $c'$ [kPa]        | $\phi'$ [°]               | $E_v$ [Mpa]     | $E_{ed}$ [Mpa]    | $C_v$ [cm <sup>2</sup> /s]              | $C\alpha$ [%]                             |
| 1.5          | Terreno di riporto (TR)                                       | 1.9                           | 7                    | 12                | 32                        | 6               | -                 | -                                       | -   |
| 13           | Sabbia Limosa (SL)  | 1.85                          | -                    | -                 | 31                        | 13              | -                 | -                                       | -   |
| 14           | Argilla Limosa (AL Olocene)                                   | 1.86                          | 37                   | 8                 | 26                        | -               | 3.45              | 8.62E-03                                | 2.40E-03                                  |
| 2            | Argilla limosa e limo argilloso prevalenti (ALCa Pleistocene) | 1.9                           | 61                   | 12                | 28                        | -               | 6.1               | 6.18E-03                                | 3.55E-03                                  |

|                            |                      |             |             |          |
|----------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| CO 05 RA VA 00 D1 RS 40.00 | RELAZIONE PRESISMICA | 00          | 26/03/2021  | 32 di 33 |
| <b>Cod. HA</b>             | <b>Descrizione</b>   | <b>Rev.</b> | <b>Data</b> |          |

|              |  |                               | Resistenza al taglio |                   |                           | Deformabilità   |                   |   |   |
|--------------|--|-------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|---|---|
|              |  | Peso di vol.                  | Coesione non drenata | Coesione Efficace | Angolo d'attrito Efficace | Modulo di Young | Modulo Edometrico | Coefficiente di consolidazione primaria | Coefficiente di consolidazione secondaria |
| Spessore [m] | Descrizione  | $\gamma'$ [t/m <sup>3</sup> ] | $C_u$ [kPa]          | $c'$ [kPa]        | $\phi'$ [°]               | $E_y$ [Mpa]     | $E_{ed}$ [Mpa]    | $C_v$ [cm <sup>2</sup> /s]              | $C\alpha$ [%]                             |
| Fino a f.s.  | Sabbia e sabbia limosa prevalenti (ALCs Pleistocene) | 1.9                           | -                    | 3                 | 33                        | 22              | -                 | -                                       | -   |

Si fa presente che le nuove opere fondali sono previste dopo un rinterro di circa 250 cm dalla quota attuale capping. Tale rinterro verrà eseguito con materiale da rilevato secondo quanto previsto dalla classificazione AASHTO.