

PROPONENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. COSTRUZIONI

PROGETTO DEFINITIVO

RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA DI S.BARBARA

INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO
PRIMO AMBITO OPERATIVO D'IMPLEMENTAZIONE

PIANO DI CANTIERIZZAZIONE

RELAZIONE TECNICA

SCALA :

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

FEW1 40 D 53 RH CA0510 001 A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione	S.Tropenscovino	Novembre 2010	S.Maccari	Novembre 2010	G.Venditti	Novembre 2010	Ing. M.COLELLA Novembre 2010

File: FEW1-40-D-53-RH-CA0510-001-A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	CONSIDERAZIONI PRELIMINARI	3
2	DEFINIZIONE DEI LIMITI D'INTERVENTO E DEL RELATIVO PROCESSO REALIZZATIVO DEL PRIMO AMBITO OPERATIVO D'IMPLEMENTAZIONE	5
3	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE.....	8
3.1	PREMESSA	8
3.2	ELEMENTI DI CANTIERIZZAZIONE DEL PASSANTE E STAZIONE AV DI FIRENZE	9
3.3	PIANIFICAZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE.....	11
3.3.1	<i>Tipologia dei materiali da movimentare.....</i>	<i>12</i>
3.4	TEMPISTICHE E FASI REALIZZATIVE DELLE OPERE	13
3.4.1	<i>Il cronoprogramma dei lavori.....</i>	<i>13</i>
3.4.2	<i>Descrizione delle attività realizzative.....</i>	<i>14</i>
3.5	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ED AZIONI DI CANTIERE.....	18
3.5.1	<i>Descrizione dei criteri adottati per il dimensionamento preliminare dei cantieri</i>	<i>18</i>
3.5.2	<i>Descrizione degli edifici e degli impianti a servizio dei cantieri</i>	<i>20</i>
3.5.3	<i>Descrizione dei tipi di mezzi o veicoli utilizzati per l'esecuzione delle opere</i>	<i>28</i>
4	IL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DEL PRIMO AMBITO OPERATIVO D'IMPLEMENTAZIONE DELLA COLLINA SCHERMO	29
4.1	DESCRIZIONE DELLE VIABILITÀ DI CANTIERE E FREQUENZA DEI MEZZI OPERATIVI	29
4.1.1	<i>Accessi e viabilità</i>	<i>29</i>
4.1.2	<i>Frequenza dei mezzi operativi</i>	<i>31</i>
4.2	PERSONALE IMPIEGATO NEI CANTIERI.....	36
4.3	OPERE IDRAULICHE A SUPPORTO DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE	37
4.3.1	<i>Considerazioni preliminari</i>	<i>37</i>
4.3.2	<i>Idrologia ed idraulica di riferimento</i>	<i>38</i>
4.3.3	<i>Schema di drenaggio.....</i>	<i>40</i>
4.3.4	<i>Elementi di drenaggio.....</i>	<i>41</i>
4.3.5	<i>Dimensionamento idraulico della rete di drenaggio</i>	<i>42</i>
4.3.6	<i>Impianti di trattamento</i>	<i>43</i>
4.4	DESCRIZIONE DEI VOLUMI E DELLE TIPOLOGIE DI MATERIALI E RISORSE IMPIEGATI NELLE LAVORAZIONI.....	46
4.4.1	<i>Fabbisogni</i>	<i>46</i>
4.4.2	<i>Gestione dei materiali per approvvigionamento</i>	<i>47</i>
4.4.3	<i>Descrizione delle quantità, delle tipologie e delle modalità di approvvigionamento della risorsa idrica</i>	<i>48</i>
4.4.4	<i>Descrizione delle modalità di smaltimento di reflui ed acque di scorrimento dai cantieri</i>	<i>50</i>

4.4.5 *Descrizione delle quantità e del tipo di materiali di risulta dai cantieri* 52

5 IL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DELLE PIAZZOLE DI CARATTERIZZAZIONE E STOCCAGGIO PROVVISORIO..... 55

5.1	PIAZZOLE DI CARATTERIZZAZIONE	55
5.2	AREE DI STOCCAGGIO PROVVISORIO	57
5.3	INDIVIDUAZIONE DELL'AREA LOGISTICA PROPEDEUTICA ALLA REALIZZAZIONE DELLE PIAZZOLE	59
5.4	ACCESSI E VIABILITÀ.....	59
5.5	OPERE IDRAULICHE A SUPPORTO DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE	59
5.6	VASCA DI ACCUMULO/DISABBIATORE	64
5.6.1	<i>Descrizione</i>	64
5.6.2	<i>Modello di calcolo</i>	64
5.6.3	<i>Condizioni di carico</i>	66
5.6.4	<i>Risultati delle analisi</i>	69
5.6.5	<i>Verifiche strutturali</i>	70
5.7	DIMENSIONAMENTO PAVIMENTAZIONE RIGIDA	73
5.7.1	<i>Criteri di dimensionamento della pavimentazione rigida</i>	73
5.7.2	<i>Sollecitazioni generate dai mezzi di movimentazione</i>	73
5.7.3	<i>Sollecitazioni generate dalla temperatura</i>	76
5.7.4	<i>Sollecitazioni determinate dal ritiro</i>	77
5.7.5	<i>Verifica soletta</i>	77

1 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Il progetto valutato in questa sede ed oggetto del presente documento, assume, sia in termini funzionali che dimensionali, la configurazione di un quadro organico di interventi finalizzati all'implementazione della funzione ecologica e paesaggistica di una particolare opera, denominata "Collina Schermo", la cui realizzazione è prevista nell'ambito delle azioni di riambientalizzazione della ex miniera di lignite "Santa Barbara", ricadente nei comuni di Cavriglia (AR) e Figline Valdarno (FI).

Per l'implementazione della funzione ecologica e paesaggistica della collina saranno utilizzati 1.500.000 m³ di terre provenienti dagli scavi per il passante ferroviario dell'Alta Velocità di Firenze.

Per comprendere compiutamente la natura e le finalità funzionali del progetto proposto, si ritiene necessario sviluppare di seguito, seppure con opportuna sintesi, una puntuale descrizione dell'opera oggetto d'implementazione, ovvero della cosiddetta "Collina Schermo" e delle motivazioni che ne hanno promosso la relativa realizzazione. Ciò in ragione del fatto che tali motivazioni risiedono in un complesso ed articolato processo di trasformazione e recupero ambientale e paesaggistico dell'ex sito minerario di Santa Barbara, la cui programmazione fu formulata con congruo anticipo rispetto all'esaurimento delle attività di coltivazione del sito stesso. Il progetto di riambientalizzazione dell'intero sito minerario è stato redatto nel 2004 da Enel Spa, proprietaria delle aree appartenenti all'ex ambito estrattivo.

Il progetto è stato sottoposto alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale in ambito nazionale. Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nell'ambito della procedura, si è espresso positivamente con prescrizioni.

La procedura di VIA si è perfezionata con la pubblicazione del relativo Decreto di compatibilità del 29/07/2009 (prot. DSA-DEC-2009_0000938), emanato di concerto con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali (MBAC) e con la collaborazione della Regione Toscana (RT).

Come premesso, il materiale prodotto dalle opere di scavo per la realizzazione della stazione AV e del passante ferroviario di Firenze è destinato alla riambientalizzazione dell'area mineraria di S. Barbara e più precisamente per la formazione della Collina Schermo. Tale inerte sarà trasportato nel sito su ferro, in containers. In particolare il materiale proveniente dallo scavo del passante sarà caricato su treno nell'apposita area di cantiere di Firenze C. Marte, mentre quello proveniente dallo scavo della nuova stazione AV sarà caricato su carri ferroviari in area Belfiore; in entrambi i casi il materiale scavato raggiungerà il sito di destinazione di S. Barbara per mezzo di convogli ferroviari. A tal fine sarà riattivato il terminal di Bricchette, di proprietà Enel, che è collegato con raccordo ferroviario alla stazione di S. Giovanni V.no.

Si sottolinea, quindi, come le attività previste nell'ambito del presente processo di cantierizzazione, siano esclusivamente quelle riferite all'implementazione della Collina Schermo e ad essa propedeutiche, più precisamente: realizzazione delle piazzole di caratterizzazione dei materiali, realizzazione delle aree di stoccaggio temporaneo, realizzazione di un'area logistica e trasporto del materiale dal terminal "Bricchette" alle piazzole stesse, fino al completamento dell'opera in terra. L'organizzazione generale del presente processo è schematizzato nella successiva figura 1-1.

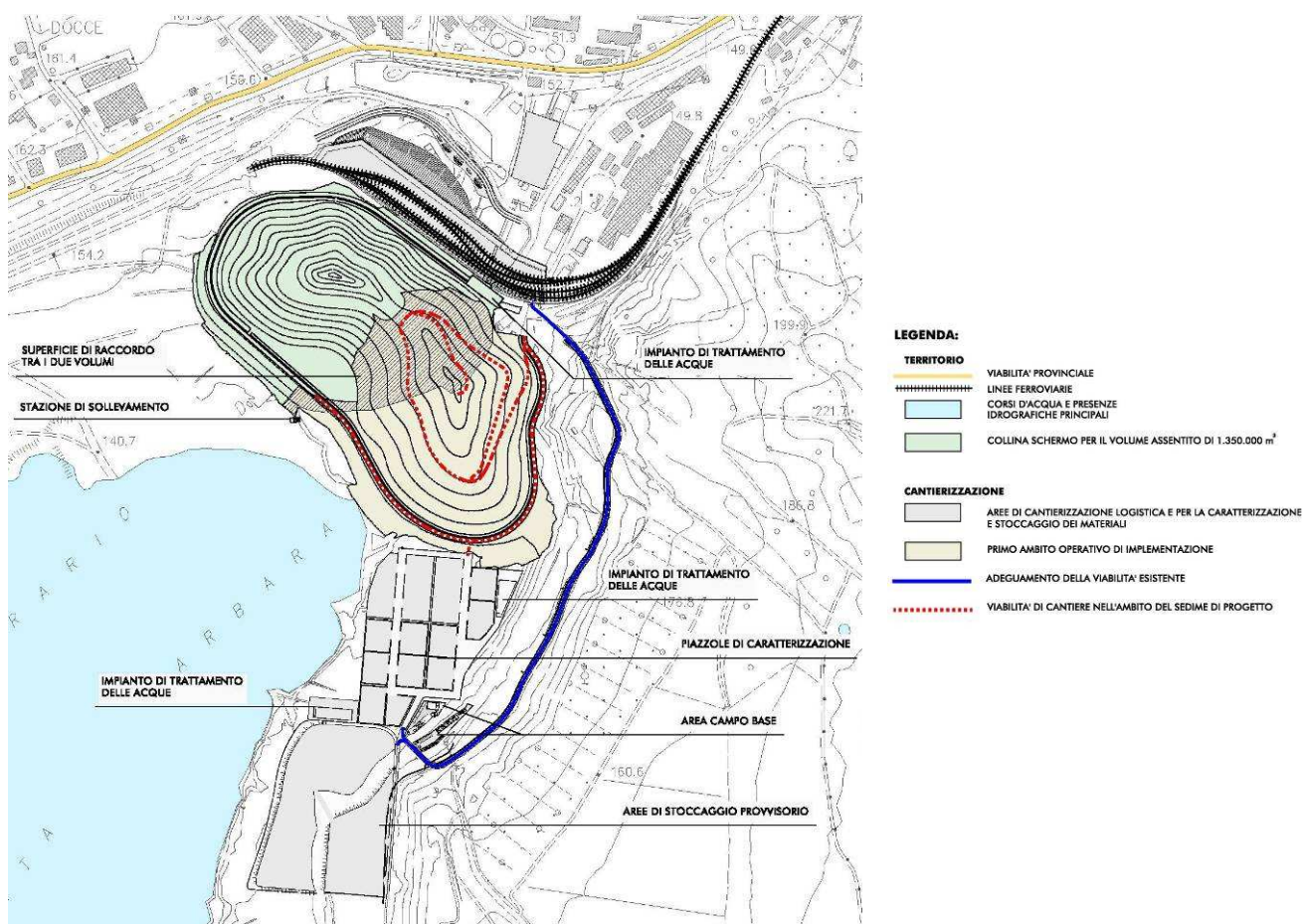



Figura 1-1 Individuazione dell'ambito di intervento e delle relative aree di cantiere

L'immagine (stralcio dell'elaborato di progetto FEW140D53P5CA0511001 "Planimetria con indicazione delle aree di cantierizzazione e della viabilità maggiore e minore esistente interessata dalla movimentazione dei mezzi operativi") evidenzia come, oggetto del presente progetto di cantierizzazione, siano le lavorazioni propedeutiche alla realizzazione della pista di cantiere che fornisce l'accessibilità alle piazzole ed al sedime della collina (viabilità blu, che si configura come adeguamento di una viabilità già esistente) e le attività strettamente necessarie alla realizzazione delle piazzole stesse oltre che della nuova collina schermo.

	RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO					
PROGETTO DEFINITIVO PRIMO AMBITO OPERATIVO D'IMPLEMENTAZIONE PIANO DI CANTIERIZZAZIONE – RELAZIONE TECNICA	PROGETTO FEW1	LOTTO 40D53	CODIFICA RH	DOCUMENTO CA0510001	REV. A	FOGLIO 5/ 78

I capitoli che seguono, quindi, forniscono una descrizione puntuale delle attività necessarie al trasporto dei materiali provenienti dal passante AV di Firenze verso l'area di sedime e delle relative metodologie di posa, in rispetto del quadro normativo vigente.

2 DEFINIZIONE DEI LIMITI D'INTERVENTO E DEL RELATIVO PROCESSO REALIZZATIVO DEL PRIMO AMBITO OPERATIVO D'IMPLEMENTAZIONE

Il progetto proposto in questa sede, traguardando la piena coerenza sia con il quadro delle prescrizioni maturato in sede di Valutazione di Impatto Ambientale del Progetto di Riambientalizzazione dell'ex area mineraria di Santa Barbara, sia con gli obiettivi d'integrazione strategica tra le azioni di riqualificazione ambientale e paesaggistica del sito stesso ed i lavori per la realizzazione del Nodo Ferroviario AV di Firenze, offre la possibilità di implementare, in termini di efficienza ambientale e di valore sociale, la funzione ecologica e paesaggistica che caratterizza l'attuale configurazione della Collina Schermo. In merito al tema del processo di cantierizzazione si prevede di attuare tale obiettivo agendo in modo funzionale e coerente con quanto prefigurato, in sede esecutiva e di verifica di ottemperanza, per la realizzazione della Collina Schermo. In particolare:

- si fornisce continuità al processo produttivo dei materiali provenienti dagli scavi del Nodo AV di Firenze, utilizzando aree di cantiere contigue al sedime della collina, senza interessare altri territori. L'organizzazione funzionale di tali aree, inoltre, è simile a quella già sviluppata per la realizzazione della Collina Schermo, così come i percorsi di approvvigionamento coincidono con quelli già previsti in sede di Verifica di Ottemperanza;
- per l'implementazione del manufatto in terra sono previste esattamente le stesse tipologie di attività e modalità operative;
- al termine delle lavorazioni tutte le aree di cantiere ed i percorsi utilizzati dai mezzi operativi, saranno oggetto di ripristino ambientale.

L'intero processo produttivo, quindi, si configura come un prolungamento temporale delle attività già previste per la realizzazione della Collina Schermo, consentendone un'implementazione della funzione ecologica e paesaggistica e garantendo, contestualmente, la continuità del processo produttivo creato dagli scavi del Nodo AV di Firenze.

Tale affermazione trova puntuale riscontro nei criteri progettuali che hanno informato il processo di definizione degli interventi proposti, che ricordiamo essere maturati nella responsabile consapevolezza che il recupero, ai fini ambientali, dei materiali inerti prodotti da processi produttivi controllati e gestiti in termini di sostenibilità ambientale e sociale, costituisce un valore, una risorsa, ovvero un capitale economico per l'intera collettività, non reiterabile e non rinnovabile.

Nella successiva Figura 2-1 si riporta uno stralcio planimetrico con l'indicazione della conformazione progettuale della nuova collina schermo e delle relative opere a verde e di mitigazione.

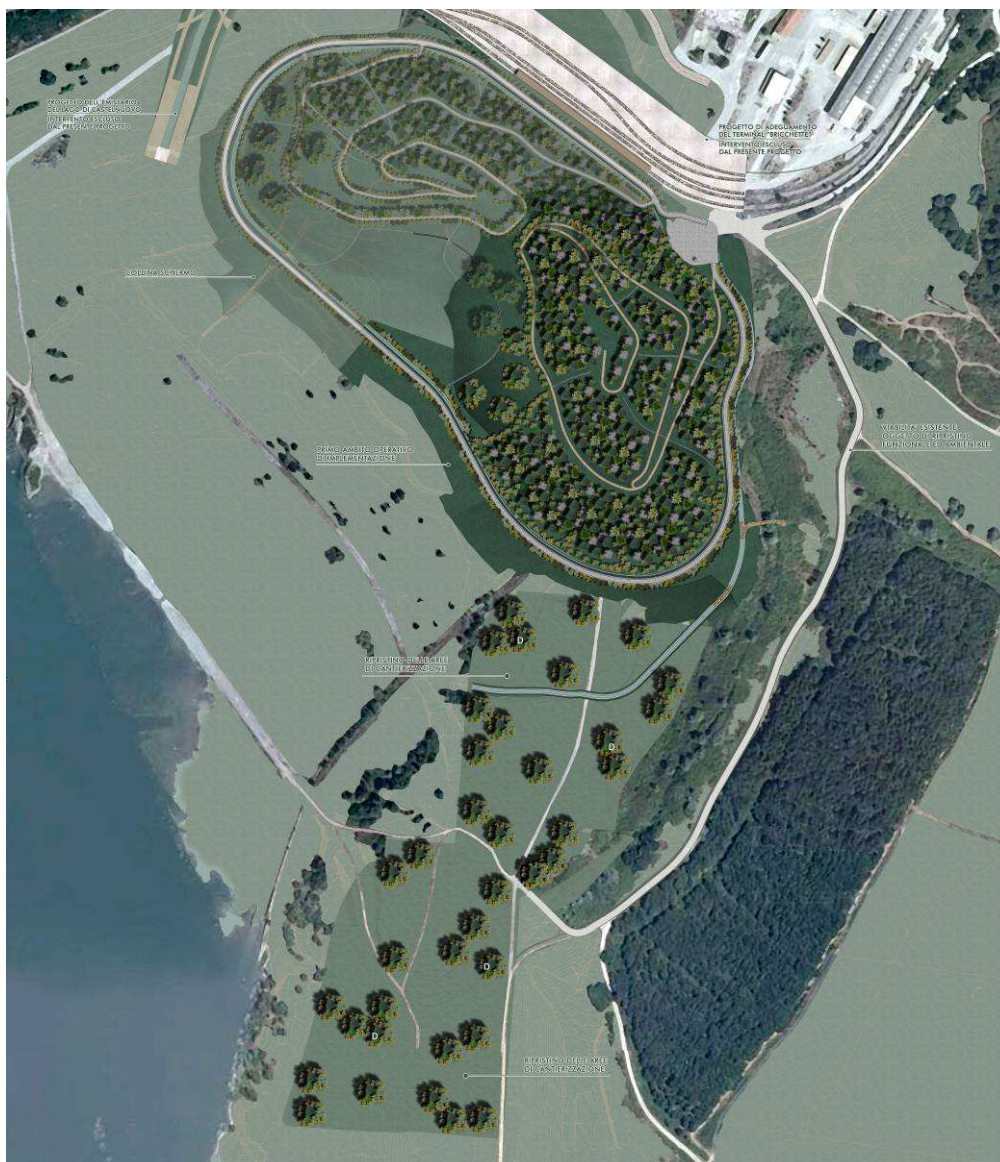


Figura 2-1 – Planimetria di progetto della collina schermo e del Primo Ambito Operativo d'Implementazione, con indicazione delle opere a verde

L'opera si sviluppa longitudinalmente per circa 410 metri in direzione Nord-Ovest – Sud-Est frapponendosi tra il terminal ferroviario e le sponde del lago Castelnuovo; la larghezza alla base della collina è variabile fino ad un massimo di circa 350 metri per un'altezza massima di progetto, rispetto al piano di campagna esistente nel suo punto più depresso, di circa 35 metri.

Il progetto prevede la realizzazione della collina schermo con la messa a dimora di 1.500.000 m³ di terre provenienti dallo scavo del sottoattraversamento AV della città di Firenze.

La morfologia della collina e le attività previste per la realizzazione rispondono a requisiti tecnici/paesaggistici intrinseci e/o richiesti dagli enti locali, in particolare:

- la conformazione della nuova implementazione si presenta con andamento “naturaliforme”, sia per motivazioni di carattere geotecnico, al fine di limitare al massimo eventuali cedimenti differenziali, che paesaggistici, con l’obiettivo di ottimizzare l’inserimento del nuovo manufatto rispetto all’ambiente circostante e, soprattutto, alla collina schermo già prevista;
- la realizzazione della collina è prevista attraverso riempimenti in continuo con mezzi d’opera e la creazione di strati aventi uno spessore finale (al termine della compattazione) di 50 cm, arrivando alla formazione di scarpate con pendenze variabili fra 14° e 18°. La sistemazione finale della nuova collina è completata dalla realizzazione, al suo piede, di una viabilità di manutenzione e fruibilità, classificabile come strada bianca avente larghezza pari a 6 m, sì da consentire la fruibilità ciclo-pedonale, ma anche il transito dei mezzi destinati alla manutenzione ed al soccorso. L’accessibilità è completata da un altro percorso (di larghezza 3.5 m) che sale fino in sommità alla collina avente funzione di “pista di servizio”;
- ad ultimazione avvenuta (compresa l’idrosemina per la posa di prato armato consolidante), seguirà una piantumazione, di essenze arbustive ed arboree autoctone, atta ad assicurare la continuità della fascia arborea circumlacuale;
- è previsto, inoltre, un sistema di drenaggio superficiale delle acque di ruscellamento ed immissione finale nel lago, applicando soluzioni di ingegneria “naturalistica”, con l’introduzione di: rete di drenaggi principale e secondaria realizzati con fossi a cielo aperto in terra rivestiti con geotessile, canale di gronda perimetrale rivestito in legname e gabbionate, briglie di protezione in legname, attraversamenti idraulici in tubi metallici (tipo “Armco”) con testate realizzate attraverso gabbionate. Tali soluzioni garantiscono la miglior flessibilità strutturale in grado di poter attenuare gli effetti dovuti a potenziali cedimenti differenziali, attesi dalla realizzazione della collina.

Il cronoprogramma dei lavori per la realizzazione delle opere sopra dette prevede un periodo di **1051** giorni (vedasi paragrafo 3.4.1) per il conferimento del quantitativo di 1.500.000 m³, questo quindi rappresenta anche il tempo entro il quale dovrà essere completata la realizzazione della nuova collina schermo, sempre che la totalità del materiale proveniente da Firenze rispetti i requisiti chimici a seguito della caratterizzazione che avverrà nelle piazzole predisposte.

È previsto l'impiego di ulteriori **9 mesi** per la piantumazione delle essenze arboree/arbustive, la realizzazione delle opere di finitura, la dismissione ed il relativo ripristino ambientale delle aree di cantierizzazione.

Le terre provenienti dagli scavi dei lavori dell'AV sono caratterizzate nelle piazzole dedicate a tale attività poste in prossimità dell'area d'intervento. Una volta valutata la loro idoneità all'utilizzo previsto nell'ambito del presente progetto, i materiali vengono posti in opera.

Le attività previste per la messa a dimora del materiale nel sedime della collina sono:

- trasporto del materiale dalle piazzole di caratterizzazione, all'area d'intervento (valutata con una proiezione planimetrica di circa 109.000 m² compresa anche la superficie in cui si realizza l'ammorsamento sulla collina schermo) qualora la terra sia in condizioni di umidità tali da poter essere collocata direttamente sul sedime finale, altrimenti verrà momentaneamente collocata nelle piazzole provvisorie per farle perdere l'umidità e successivamente collocata nel sedime della collina;
- stesa del materiale secondo il profilo "naturaliforme" della collina attraverso strati di 60 cm che, a seguito del successivo processo di compattazione, assumono uno spessore finale di 50 cm;
- realizzazione delle opere di regimazione delle acque superficiali;
- completamento delle viabilità per l'accessibilità della collina, delle opere a verde e di finitura.

Nei paragrafi successivi si riporta la descrizione del processo di cantierizzazione del presente ambito operativo d'implementazione, richiamando, per completezza di trattazione, anche quanto già predisposto nel piano di cantierizzazione della Collina Schermo. L'implementazione della funzione ecologica e paesaggistica della Collina Schermo, inoltre, è completata dall'introduzione di un ulteriore ambito d'implementazione, il cui processo realizzativo è descritto in un'opportuna sezione del presente progetto definitivo a cui si rimanda (*"Secondo Ambito Operativo d'Implementazione – Piano di Cantierizzazione: Relazione tecnica, elab. FEW140D53RHCA0510002, Aspetti ambientali-Relazione, elab. FEW140D22CA0510003*).

3 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE

3.1 Premessa

La pianificazione dei lavori prevede che le varie tipologie d'intervento siano realizzate nell'ambito di un'unica zona omogenea ricomprese nell'area dell'ex bacino minerario in prossimità del lago di Castelnuovo Sabbioni.

L'obiettivo del presente documento (contestualmente all'elaborato FEW140D22RHCA0510002 "Piano di cantierizzazione. Aspetti ambientali: relazione") è quello di dare evidenza di come siano conciliate esigenze di carattere tecnico-operativo finalizzate alla realizzazione delle opere, con esigenze di salvaguardia e tutela ambientale, rispettando anche il quadro prescrittivo che ha caratterizzato i precedenti interventi interessanti l'area.

Il presente processo di cantierizzazione, quindi, fa riferimento ai progetti di cantierizzazione sviluppati sia per il nodo AV di Firenze, che per la realizzazione della Collina Schermo e ne rappresenta la naturale implementazione, in relazione all'apporto del volume di inerti provenienti dal nodo ferroviario di Firenze. Per questo motivo nel paragrafo successivo si riportano, alcuni punti salienti del relativo piano di cantierizzazione.

3.2 Elementi di cantierizzazione del Passante e Stazione AV di Firenze

Si descrivono sinteticamente le opere che, secondo il programma lavori generale del Nodo Ferroviario AV/AC di Firenze, sono previste, incluse tutte quelle lavorazioni funzionali allo scavo delle gallerie meccanizzate, compreso l'impianto ferroviario di cantiere adibito al trasporto dello smarino.

In relazione al **Passante AV** sono state valutate tutte le opere di cantierizzazione necessarie per la realizzazione delle gallerie che consentiranno alla futura linea AV di transitare al di sotto della città di Firenze, partendo dal punto in cui questa si interrerà, in corrispondenza dell'area Rifredi, fino al punto in cui, dopo aver transitato per la futura stazione, riemergerà presso la stazione Campo Marte. Il passante AV è stato studiato come unione di differenti cantieri, la cui attività è in qualche modo attinente alle attività di realizzazione delle gallerie. Sono così individuati il Cantiere Base, i Cantieri Operativi, le Aree tecniche ed il Cantiere Armamento. Per uniformità di tematiche, principalmente perché la loro realizzazione coinvolge in qualche modo (logistica-fasistica-tempistica) l'area Campo Marte, sono state riunite in un'unica valutazione le seguenti cantierizzazioni (da Nord a Sud) :

- area cantiere operativo Campo Marte;
- area tecnica pozzi "Compensatino grouting" di Ponte al Pino;
- area tecnica Camerone per la realizzazione delle gallerie a doppio binario e dei pozzi costruttivi di ventilazione;
- gallerie eseguite con scavo meccanizzato e realizzazione dei by-pass di collegamento;
- area campo base di Rovezzano;
- area di smarino di Bricchette Santa Barbara.

I processi produttivi si articolano in 3 Macrofasì:

- Macrofase A1 – Realizzazione pozzo frese, inizio galleria artificiale e trincea finale, fino all'allestimento delle frese;
- Macrofase A2 – Realizzazione del Passante, gallerie artificiali, pozzi e termine OCCC Campo Marte;
- Macrofase A3 – Fino all'attivazione del Passante-Armamento, completamento sede, finiture gallerie, impianti TC, meccanici, LFM e TE.

Per quanto riguarda, invece, il progetto della **Stazione AV**, i punti fondamentali che ne caratterizzano lo sviluppo realizzativo sono indotti dal coordinamento tra la costruzione del camerone e la realizzazione concomitante delle gallerie del Passante AV. In particolare i quattro fattori fondamentali per lo sviluppo organico del programma di realizzazione della stazione sono:

- poter contare sul completamento delle opere propedeutiche ed in particolare del corridoio attrezzato e della bonifica ambientale e messa in sicurezza dell'area ex-Macelli;
- permettere l'esecuzione degli infilaggi in calotta per il congelamento del terreno in due fasi successive portando lo scavo alle quote necessarie nei tempi stabiliti dal crono programma;
- garantire il passaggio a vuoto della seconda TBM a mezzo della realizzazione della soletta di fondo;
- avere la disponibilità dei treni giorno.

Al fine dell'organizzazione del cantiere si sono distinte tre differenti tipologie di aree:

- le aree logistiche, sedi dei fabbricati di servizio per l'alloggio dei lavoratori, della sala TV, della lavanderia, degli spogliatoi, degli uffici per la direzione del cantiere ed i principali apprestamenti igienico-sanitari;
- le aree operative, sede di installazioni ed impianti fissi;
- le aree di lavoro, in cui si svolgono le attività di costruzione della stazione.

Il vincolo fondamentale che ha determinato l'organizzazione del cantiere è indotto dal fatto che la maggior parte del materiale di scavo deve essere rimosso dal cantiere tramite convoglio dal nuovo corridoio attrezzato adiacente all'area di cantiere. Le opere di scavo per la realizzazione sia della stazione AV che del passante ferroviario di Firenze riguardano, sostanzialmente, materiale di smarino destinato alla riambientalizzazione dell'area mineraria di S.Barbara e sarà trasportato nel sito di S.Barbara su ferro, in containers chiusi. In particolare il materiale proveniente dallo scavo del passante sarà caricato su treno nell'apposita area di cantiere di Firenze Campo Marte, mentre quello proveniente dallo scavo della nuova stazione AV sarà caricato su carri ferroviari in area Belfiore, in entrambi i casi il materiale scavato di cui sopra raggiungerà il sito di destinazione di S.Barbara per mezzo di convogli ferroviari; a tal fine sarà riattivato il terminal di Bricchette, di proprietà Enel, che è collegato con raccordo ferroviario alla stazione di S.Giovanni V.no.

3.3 Pianificazione generale del processo di cantierizzazione

La cantierizzazione è caratterizzata dalle seguenti lavorazioni:

- approntamento dell'area di cantiere logistico, posto in prossimità delle piazzole di caratterizzazione attraverso l'installazione delle baracche, dell'officina, della vasca di lavaggio dei mezzi e dell'area di rifornimento dei mezzi;
- realizzazione delle piazzole di caratterizzazione e di stoccaggio provvisorio dei materiali;
- recinzioni e sistemazione dell'area destinata all'implementazione della collina con eliminazione della vegetazione esistente;
- predisposizione per l'ammorsamento del nuovo manufatto in terra, costruzione e realizzazione del primo ambito operativo d'implementazione della collina con l'impiego di m³ 1.500.000,00 di materiale proveniente dagli scavi dell'AV;
- posa in opera delle opere a verde (piantumazione delle essenze erbacee ed arboree previste da progetto);
- demolizione delle piazzole e delle viabilità di cantiere e relativo ripristino dei luoghi.

I lavori di esecuzione sono organizzati secondo un programma lavori, redatto nell'ipotesi che si possa operare contemporaneamente su più fronti di lavoro, che prevede una durata complessiva di quasi 49 mesi comprensiva della realizzazione delle opere in terra e dell'esecuzione delle opere propedeutiche e dei ripristini e delle opere di recupero ambientale.

Oltre a tali opere sono previste anche attività per la sistemazione idraulica dell'area ed il ripristino o la sistemazione delle viabilità afferenti ai cantieri.

In generale gli elementi che caratterizzano un processo di cantierizzazione possono riassumersi in:

- individuazione dell'area di cantiere (tipologia ed ubicazione);
- individuazione dei poli di approvvigionamento, degli eventuali siti di deposito e trattamento dei materiali di risulta;
- individuazione del percorso di collegamento (viabilità di cantiere) tra il cantiere stesso ed i poli di fornitura/deposito dei materiali, legati alla realizzazione delle opere di progetto.

Gli aspetti fondamentali, quindi, che caratterizzano la pianificazione generale del presente piano di cantierizzazione possono sintetizzarsi in:

- scelta del percorso di collegamento (viabilità di cantiere) tra l'area di cantiere ed il sedime della nuova collina di progetto;
- attività di mitigazione, in relazione alle operazioni di cantiere.

3.3.1 Tipologia dei materiali da movimentare

I materiali destinati all'implementazione della funzione ambientale della Collina Schermo da realizzare presso la centrale Enel Santa Barbara in Comune di Cavriglia (AR) provengono dallo scavo delle gallerie del Passante AV del Nodo di Firenze e della nuova stazione AV di Firenze.

Per entrambe le opere i terreni di scavo sono di due tipi fondamentali: un primo tipo è costituito principalmente da limi ed argille, che ne costituiscono il 50÷90%, con un contenuto di sabbia e talvolta ghiaia; un secondo tipo è decisamente più grossolano e contiene ghiaia in percentuali che oscillano fra dal 40 all'80%, da sabbia in percentuale dal 20% al 40÷50% e da una frazione fine per lo più compresa fra il 40% ed il 10%.

La parte fine di questi materiali è caratterizzata da una plasticità da media ad alta: limite liquido 45÷60% ed indice plastico 20÷30%.

Per effetto dello scavo, particolarmente nel caso delle gallerie, i due tipi di materiale sono destinati inevitabilmente a mescolarsi fra loro in percentuali variabili in funzione della collocazione degli strati rispetto al fronte delle gallerie dando luogo ad un materiale di caratteristiche diverse caratterizzato dalla prevalenza delle più abbondanti frazioni fini.

Le gallerie saranno scavate mediante fresa EPTB che presenta al fronte una camera, entro cui agisce la fresa, contenente schiume in pressione che hanno la funzione sia di sostenere il fronte bilanciando la pressione del terreno che di "fluidificare" i detriti di scavo che, attraverso un convogliatore, sono poi allontanati mediante nastri trasportatori.

Questo procedimento induce un forte rimaneggiamento del terreno ed un elevato rigonfiamento con assorbimento di acqua da parte delle frazioni fini di terreno per cui il materiale proveniente dallo scavo delle gallerie si presenta allo stato semifluido decisamente inadatto alla realizzazione di qualsiasi opera in terra e peraltro di difficile gestione per le sue caratteristiche granulometriche, di plasticità e di elevato contenuto d'acqua.

La stazione, scavata con metodologia tradizionale, si prevede dia luogo a materiali che, per quanto rimaneggiati e rigonfiati rispetto alla loro condizione naturale, presenteranno consistenza nettamente superiore rispetto ai materiali della galleria.

3.4 Tempistiche e fasi realizzative delle opere

3.4.1 Il cronoprogramma dei lavori

Il programma delle tempistiche realizzative dell'opera è riassunto nella successiva Figura 3-1.

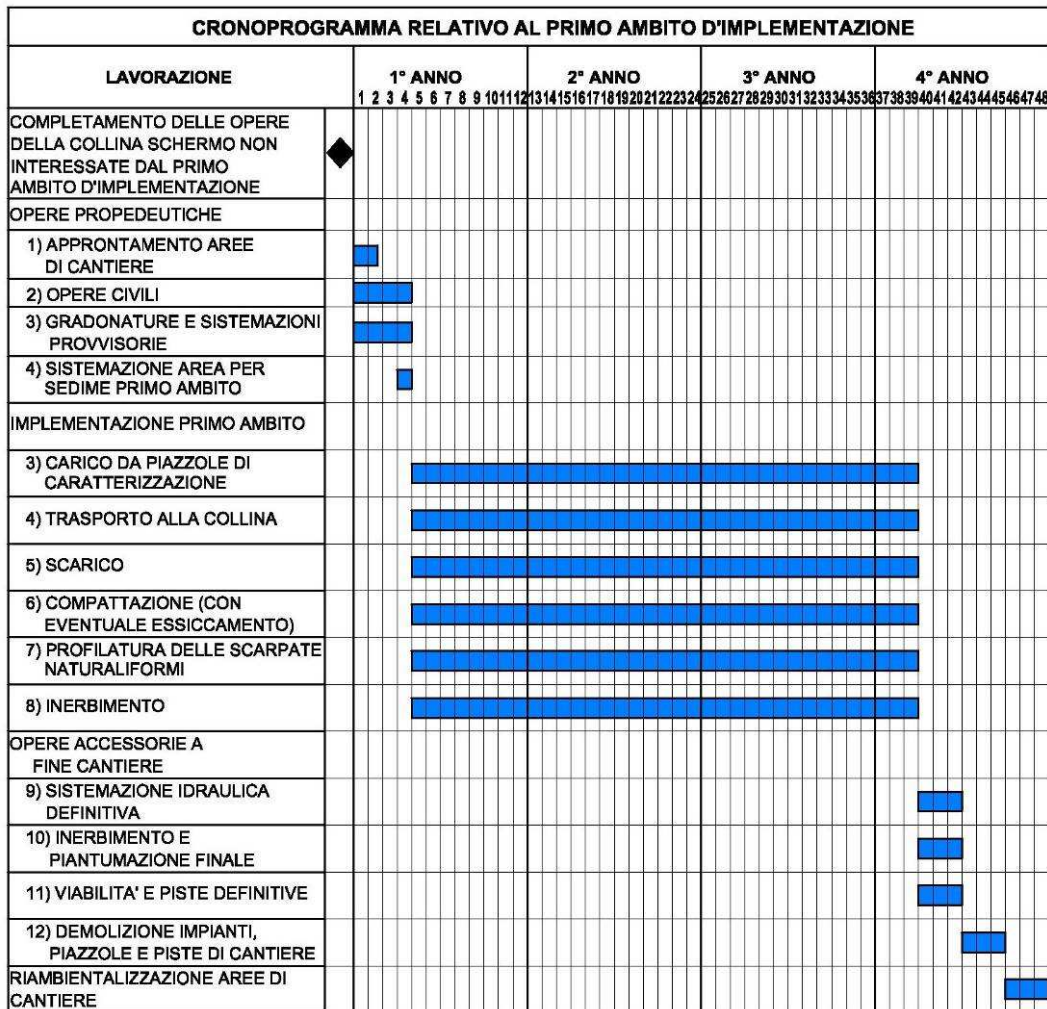


Figura 3-1 – Cronoprogramma delle fasi realizzative delle opere

Il diagramma consente una visione complessiva dell'avanzamento cronologico degli interventi, discriminando per le varie tipologie di opere, come descritto nel precedente capitolo 2, le macrofasi realizzative, nonché la relativa tempistica. Dalla lettura del cronoprogramma si possono evidenziare le seguenti principali considerazioni relativamente all'intervento di realizzazione della nuova collina schermo:

- la durata complessiva dei lavori è prevista in **1471** giorni (di cui **1051** relativi alla realizzazione del manufatto in terra);

- si prevede di completare il ripristino delle piste di cantiere e delle aree di cantierizzazione negli ultimi **90** giorni di attività, confermando la previsione del piano complessivo dei trasporti, redatto per il processo realizzativo dell'opera.

Le fasi realizzative indicate nel cronoprogramma, in ogni caso, non devono intendersi rigidamente sequenziali.

Nel caso, infatti, che le caratterizzazioni dei materiali forniscano risultati tali per cui, una parte delle terre provenienti dagli scavi del nodo di Firenze, non possano essere messe in opera, si potrebbero registrare potenziali distacchi temporali con un conseguente allungamento dei tempi di esecuzione.

3.4.2 Descrizione delle attività realizzative

3.4.2.1 Fasi di esecuzione delle opere

Nel seguito si riporta l'elenco, distinto per macroattività, del processo realizzativo previsto per la realizzazione del manufatto in terra oggetto del presente intervento:

- sistemazione area con scavi o riporti;
- installazione delle baracche, dell'officina, della vasca di lavaggio dei mezzi e dell'area di rifornimento dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere del campo base;
- realizzazione delle piazzole per la caratterizzazione e lo stoccaggio provvisorio dei materiali provenienti dagli scavi del passante AV di Firenze;
- recinzioni e sistemazione dell'area d'intervento, realizzazione di gradonature sulla collina schermo per l'ammorsamento dell'ambito operativo d'implementazione;
- prosciugamento della depressione posta a sud-est e sistemazione area con scavi o riporti ;
- caratterizzazione dei materiali, con trasporto di quelli provenienti dagli scavi della stazione AV di Firenze direttamente al sedime di progetto e deposito nelle piazzole di stoccaggio temporaneo per quelli provenienti dallo scavo del passante AV;
- trasporto dei materiali provenienti dagli scavi del passante AV dalle piazzole di deposito temporaneo fino al sedime di progetto, allontanamento presso discariche autorizzate di quelli dichiarati, eventualmente, non idonei;
- costruzione e realizzazione dell'implementazione della collina con l'impiego di m³ 1.500.000,00 di materiale proveniente dagli scavi del nodo di Firenze, prevedendo stese con strati dello spessore di 50 cm, al netto del processo di compattazione;
- realizzazione delle opere di finitura quali viabilità d'accesso alla collina, ponticelli d'attraversamento, parapetti ed opere a verde.

In particolare il dettaglio della sequenza realizzativa, prevista secondo successivi stati d'avanzamento delle lavorazioni, è riassunta nelle immagini seguenti (vedasi anche elab.

FEW140D53PHCA0511001 “Pianificazione temporale dei lavori e dimensionamento funzionale delle aree di cantierizzazione”).

In termini generali, dopo la sistemazione dell'idraulica provvisoria e la gradonatura della collina Schermo si eseguirà l'avanzamento sequenziale di porzioni del manufatto in terra ed inerbimento tramite stesa di prato armato.

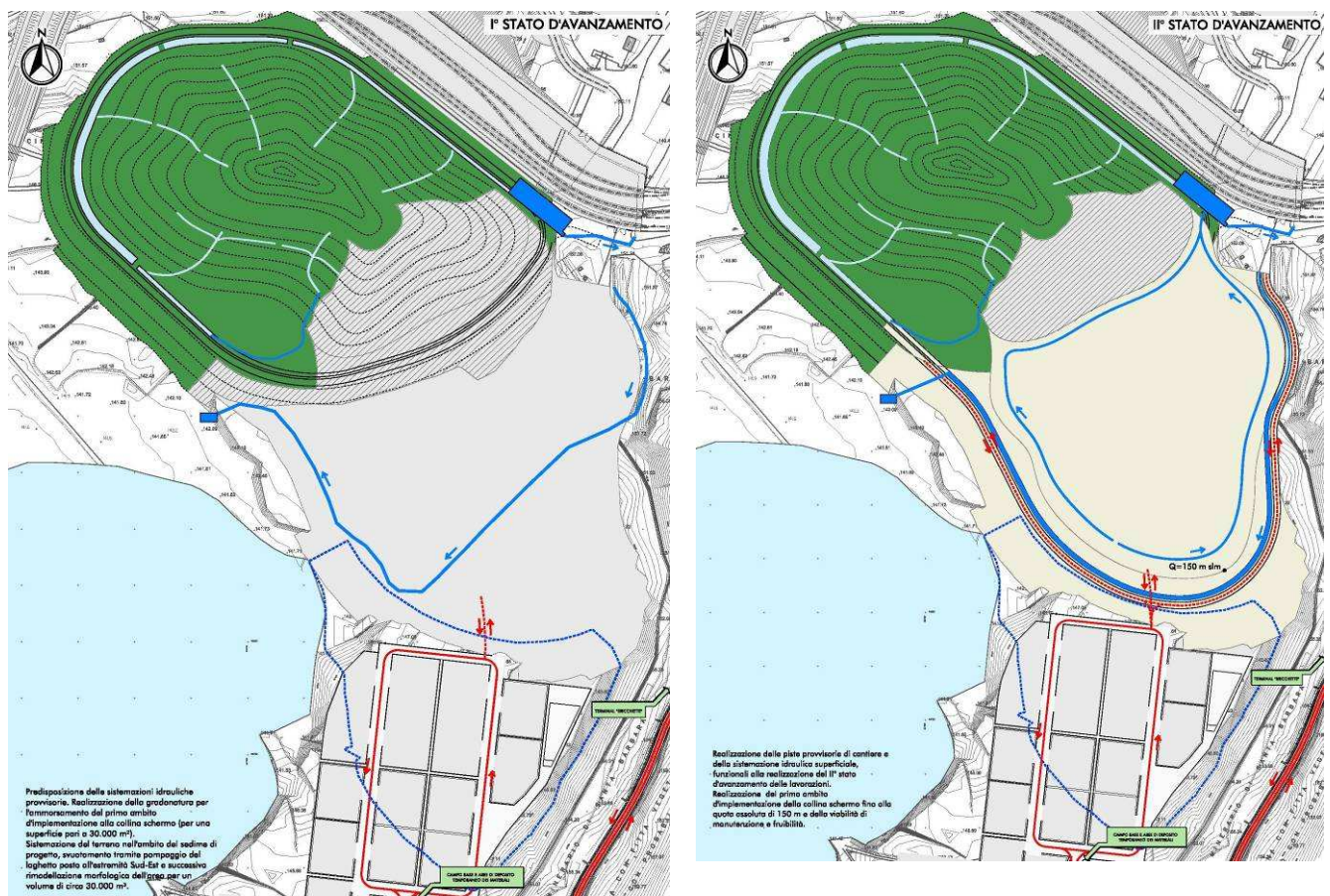


Figura 3-2 – I° e II° stato d'avanzamento

Nel primo stato d'avanzamento dei lavori, sfruttando le piste di cantiere già realizzate, si adegua l'idraulica della collina schermo già realizzata, in modo da tenere separate le acque relative alla parte in esercizio, con quelle provenienti dalle lavorazioni. Si prepara il piano di posa dell'implementazione di progetto (compresa la svuotatura del laghetto interferente con il sedime di progetto, attraverso opportune pompe e la conseguente rimodellazione morfologica dell'area in precedenza occupata dal lago stesso), si realizza la sistemazione idraulica provvisoria propedeutica agli interventi di cantiere e si realizza la gradonatura della collina esistente per il successivo ammorsamento del nuovo manufatto in terra.

Nel secondo stato d'avanzamento, invece, si realizza il nuovo manufatto fino alla quota assoluta di 150 m slm, adeguando l'idraulica provvisoria e le piste provvisorie di cantiere per accedere al sedime oggetto delle lavorazioni.

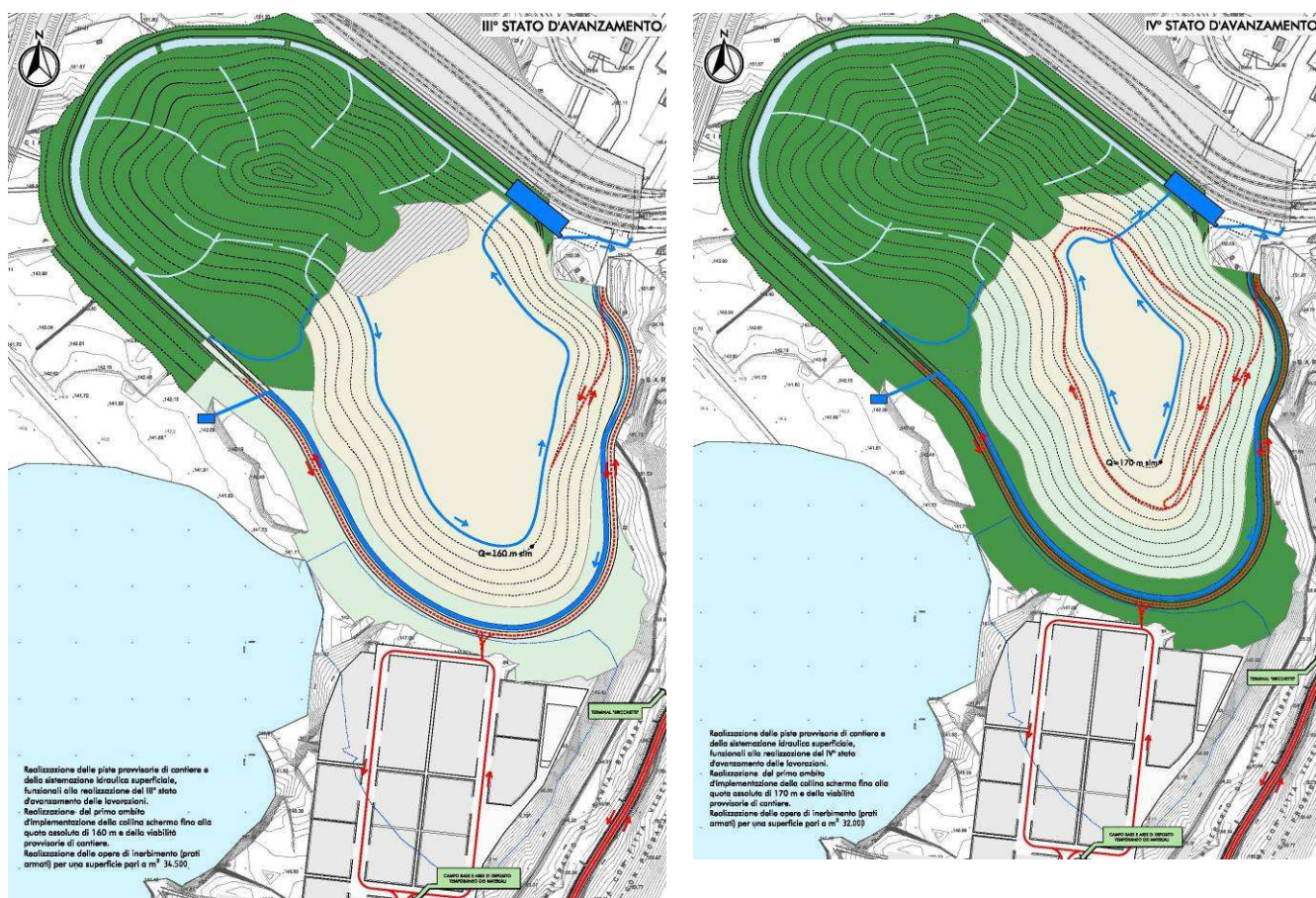


Figura 3-3 – III° e IV° stato d'avanzamento

Nel terzo stato d'avanzamento è oggetto di rinverdimento la parte del manufatto in terra già realizzata, con prosecuzione delle lavorazioni fino alla quota assoluta di 160 m slm e conseguente adeguamento dell'idraulica e delle piste provvisorie.

Nel quarto stato d'avanzamento prosegue con la stessa sequenza a "scacchiera" con riverdimento delle opere in terra appena completate e raggiungimento della quota 170 m slm con il nuovo manufatto oggetto del presente intervento.

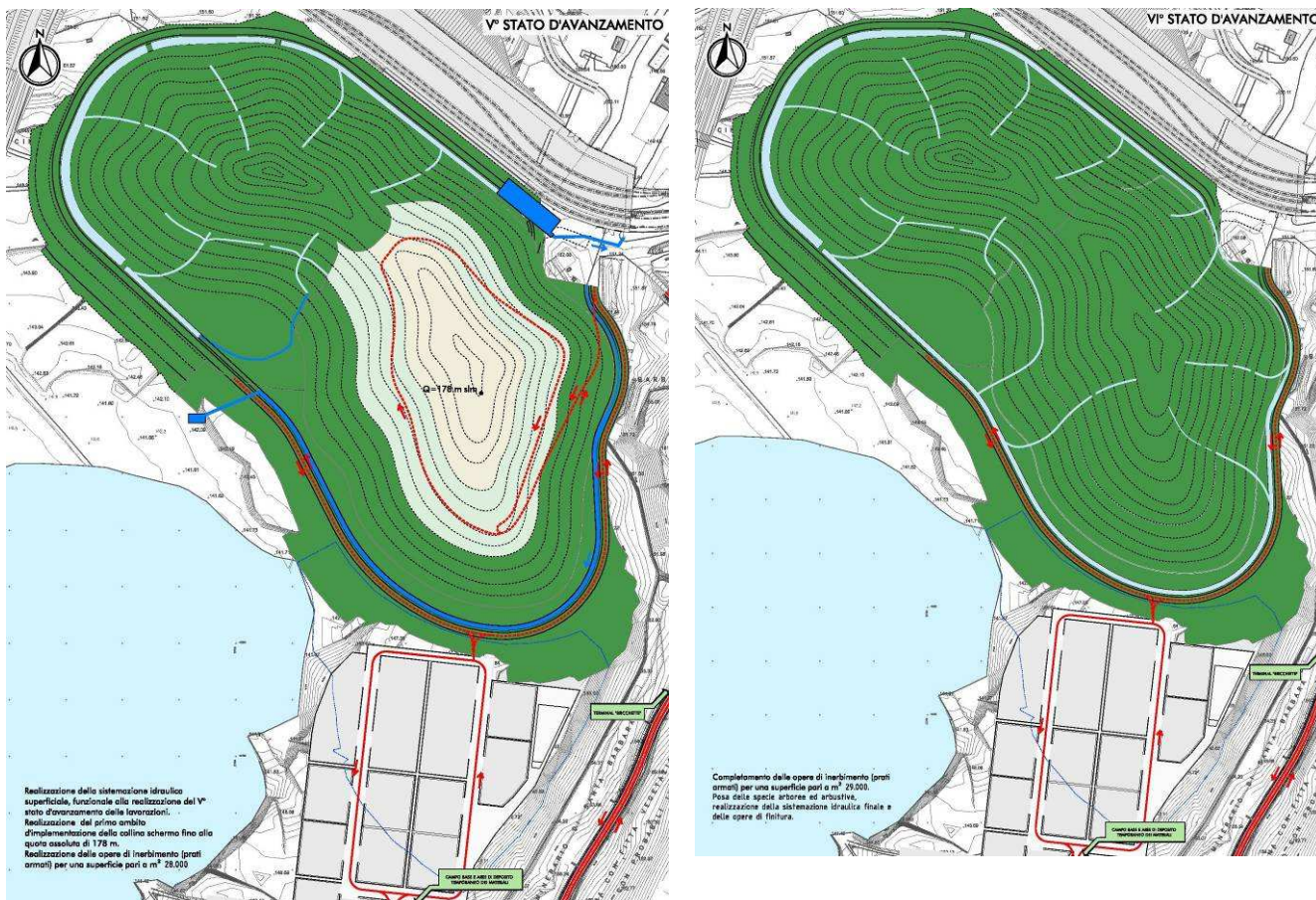


Figura 3-4 – V° e VI° stato d'avanzamento

Nel quinto stato d'avanzamento è completata la realizzazione delle opere in terra e si procede con la realizzazione delle opere in verde. Nell'ultimo stato d'avanzamento, infine, si completano tutte le opere di finitura e le piantumazioni.

3.4.2.2 Le fasi realizzative nell'ambito della viabilità locale

Considerato che il processo di cantierizzazione è relativo, fondamentale, al trasporto del materiale dalle aree di cantiere al sedime di progetto lungo l'apposita pista di cantiere (vedasi anche l'elaborato FEW140D53P5CA0511001 "Planimetria con indicazione delle aree di cantierizzazione e della viabilità maggiore e minore esistente interessata dalla movimentazione dei mezzi operativi"), si può affermare che la viabilità locale non è interessata in alcun modo dalla movimentazione dei mezzi operativi, in ragione del fatto anche che l'approvvigionamento da Firenze avviene tramite vagoni ferroviari fino al terminal "Bricchette".

L'area d'intervento, inoltre, è collocata in un ambito privato (di proprietà ENEL) al quale è impedita l'accessibilità dall'esterno, fatta eccezione per i percorsi di cantiere individuati.

In merito a potenziali criticità legate al passaggio a raso sui binari dell'impianto ferroviario, si evidenzia come lo sviluppo dei convogli, per i quali si prevede l'utilizzo del trasporto dei materiali provenienti dal nodo di Firenze, raggiunga al massimo un valore di 300 m. Lo sviluppo del binario su cui avvengono le operazioni di scarico è di circa 400 m. Allo stato attuale delle informazioni, quindi, non vi sono sostanziali interferenze all'esercizio del Terminal contemporaneamente al transito dei mezzi d'opera destinati alle piazzole di caratterizzazione. In ogni caso sarà necessario predisporre i dispositivi di segnalamento secondo la normativa vigente, fornendo le specifiche nell'ambito del piano di sicurezza dell'opera.

3.5 Descrizione delle strutture ed azioni di cantiere

3.5.1 Descrizione dei criteri adottati per il dimensionamento preliminare dei cantieri

Come accennato nella parte introduttiva del documento, il processo produttivo del presente ambito d'implementazione si configura come la prosecuzione temporale di quello già predisposto per l'esecuzione della Collina Schermo e sottoposto a verifica di ottemperanza. Nell'ottica di un'ottimizzazione dei processi produttivi conseguenti alla realizzazione del Nodo AV di Firenze, l'ambito è caratterizzato aree di cantierizzazione con un'analoga organizzazione funzionale. Di seguito si richiamano i criteri che hanno portato al dimensionamento delle stesse.

In generale per il dimensionamento del cantiere, oltre a specifiche esigenze operative e di salvaguardia ambientale, si deve rispondere alla necessità di:

- garantire una capacità produttiva giornaliera definita in base alla programmazione dei lavori; in tal modo viene individuato il numero di addetti e la consistenza delle attrezzature da impiegare. I parametri dimensionali maggiormente significativi risultano essere il numero di addetti e la capacità di movimentazione dei materiali inerti per la realizzazione della collina;
- soddisfare il fabbisogno di superficie necessaria ad ospitare in modo funzionale le attrezzature e le maestranze sopra definite e gli eventuali materiali in stoccaggio.

Il cantiere ha caratteristiche logistico-operative ed è ubicato a circa 230 m sud-est rispetto il sedime di progetto, nel territorio comunale di Cavriglia (AR).

Con riferimento alla successiva Figura 3-5 si prevede l'istituzione delle seguenti aree:

- l'area campo base, avente superficie di 3.200 m²;
- aree di stoccaggio terre per il deposito temporaneo del materiale, avente una superficie complessiva di 35.000 m²;
- area per la caratterizzazione del materiale proveniente dagli scavi del passante AV, avente superficie di circa 45.000 m².

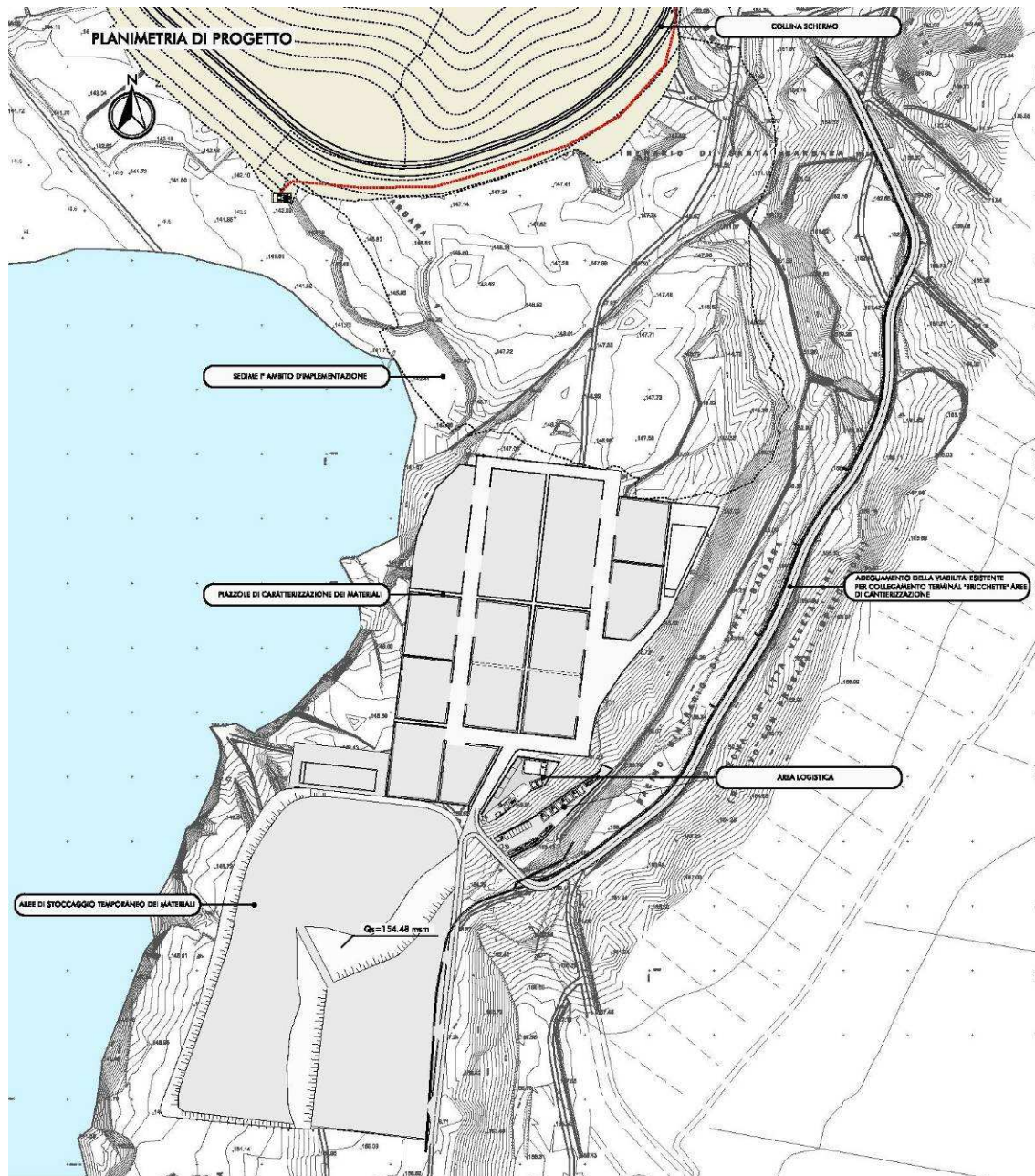


Figura 3-5 – Aree di cantierizzazione

L'organizzazione funzionale del campo base è oggetto di specifica descrizione nel successivo paragrafo 3.5.2, in quanto ricompresa nel processo di cantierizzazione sia della nuova collina schermo che delle piazzole di caratterizzazione.

3.5.2 Descrizione degli edifici e degli impianti a servizio dei cantieri

La successiva figura rappresenta uno schema grafico del lay-out dell'area di cantiere logistico (Campo Base).

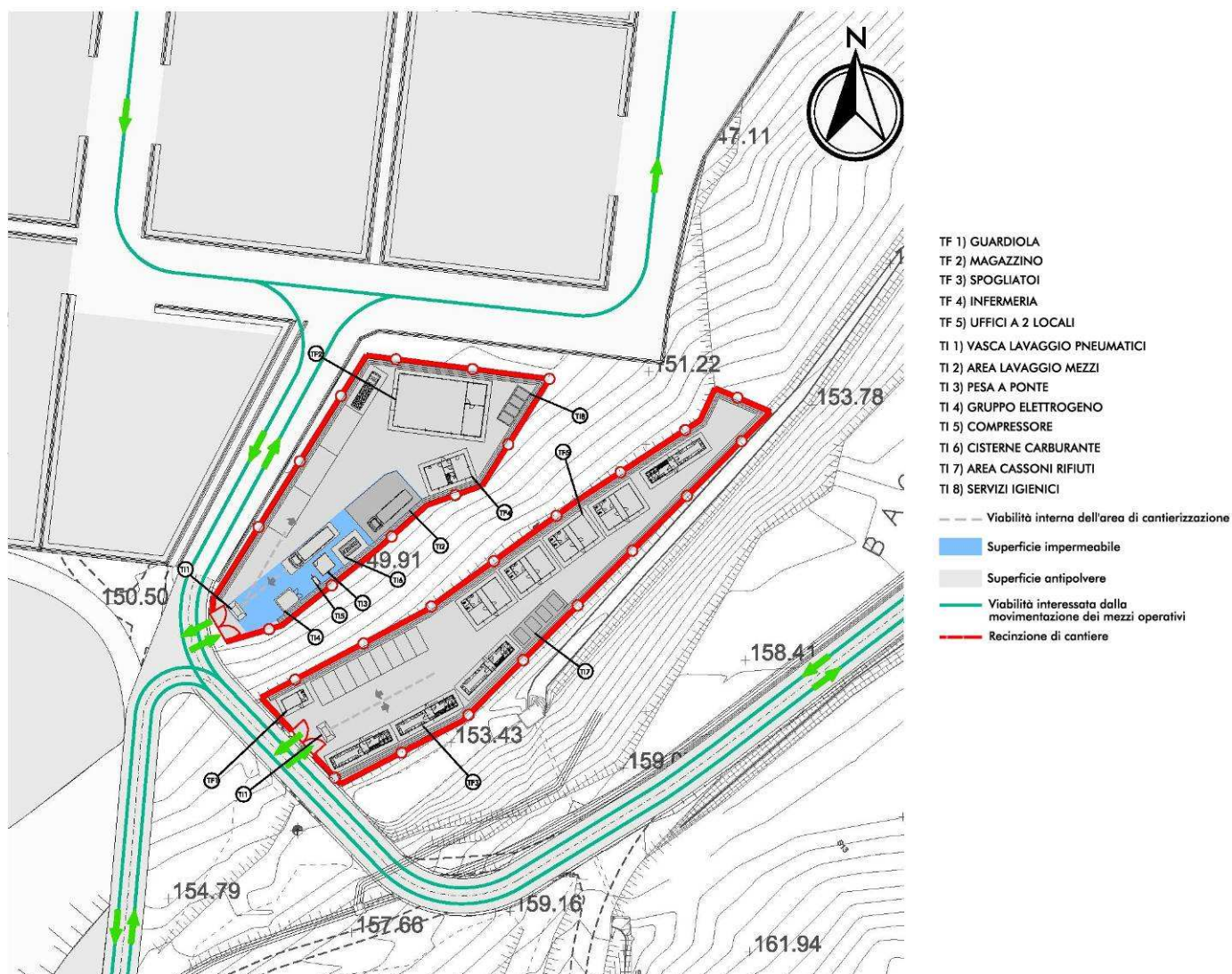


Figura 3-6 – Lay-out del campo base

L'area di logistica risulta delimitata a nord dalle Piazzole di caratterizzazione ed è organizzata in due aree posizionate in modo tale da sfruttare la giacitura sub-orizzontale del terreno esistente, al fine di ridurre le operazioni di scavo e riporto.

L'area sarà delimitata da recinzioni di cantiere che proseguiranno al di fuori del piazzale fino a dove sono previste lavorazioni.

All'interno della suddetta area, saranno all'uopo allestite aree per il parcheggio e il ricovero dei mezzi di cantiere, per l'alloggiamento delle baracche e dei servizi di cantiere ed aree per lo stoccaggio e la lavorazione dei materiali.

La superficie dell'area è di circa = 3.200 m² e sarà dotata di recinzioni.

In particolare il cantiere sarà attrezzato con:

- 4 baracche a due locali adibiti ad ufficio per tecnici del cantiere e direzione lavori;
- 4 moduli adibiti a spogliatoi per gli operai;
- locali per i W.C. ed un locale infermeria;
- un parcheggio per le auto degli addetti ai lavori compresi i visitatori (9 stalli);
- un fabbricato adibito a magazzino;
- un parcheggio per i mezzi impiegati nei lavori (4 stalli);
- una guardiania check in con controllo accessi;
- aree lavaggio ruote e mezzi d'opera;
- area di rifornimento mezzi;
- gruppo elettrogeno, compressore e pesa a ponte per i mezzi di cantiere;
- un'isola ecologica per la raccolta differenziata dei rifiuti prodotti durante le lavorazioni.

Relativamente all'area di lavaggio automezzi e di rifornimento carburante, la cui descrizione si rimanda ai paragrafi successivi, si specifica che saranno realizzate in conformità a quanto richiamato nel parere ARPAT 41951 del 14-05-2008 allegato al parere dell'OA di pari data.

3.5.2.1 Tipologia di prefabbricati

Come precedentemente detto, nell'area di cantierizzazione, troveranno collocazione gli uffici tecnici dell'impresa esecutrice; sono inoltre previste le attrezzature di supporto, quali il magazzino minuterie e ricambi, un'area per il deposito di materiali e gli spogliatoi per le maestranze.

La strutturazione ed il dimensionamento dei locali interni ai cantieri è stata effettuata in ottemperanza alle norme contenute nel protocollo (prot. n° 27965/PRC) firmato dalle Regioni Emilia-Romagna e Toscana, riguardo ai "Principali requisiti igienico-sanitari e di sicurezza da adottare nella realizzazione dei campi base per la costruzione di grandi opere pubbliche quali la linea ferroviaria ad Alta velocità e la Variante Autostradale di Valico".

Il posizionamento dei vari fabbricati all'interno dell'area di cantierizzazione è stato progettato in modo tale da ottenere un disegno distributivo ordinato e, per quanto possibile, compatto; tutti i servizi sono accessibili mediante un'ideale viabilità ed il numero dei parcheggi è stato calcolato in relazione alla domanda generata dal numero presunto di addetti.

Al fine di garantire una capacità produttiva giornaliera coerente alla programmazione dei lavori, è stato individuato il numero di addetti e la consistenza delle attrezzature da impiegare.

I parametri dimensionali maggiormente significativi, infatti, risultano essere il numero di addetti (per cui si prevedono punte massime di circa 50 persone) e la capacità di movimentazione di inerti legata alla realizzazione della collina. Il piazzale interno all'area di cantierizzazione destinato al deposito materiali, ovvero la zona in cui è posizionata la vasca di lavaggio gomme dei mezzi d'opera, sarà completamente costituita da una pavimentazione completamente impermeabile.

Essendo l'area di cantiere posizionata all'interno di un'area non abitata, è complesso ipotizzare l'allaccio alla linea elettrica esistente, per questo motivo in questa fase è stato indicato a supporto di uffici e/o impianti, un gruppo elettrogeno di potenza ridotta, quindi a scarso impatto emissivo, al fine di garantire la fornitura di energia elettrica.

Come accennato è stata prevista un'apposita piazzola, ubicata nei pressi dell'uscita principale del cantiere, in cui avverrà il lavaggio dei pneumatici e dei mezzi operativi. Tale operazione consente di scongiurare la possibilità di un'eventuale dispersione da parte dei mezzi d'opera di materiale polveroso sulle viabilità. Gli edifici a servizio dei cantieri, le cui principali tipologie sono riportate graficamente nell'elaborato FEW140D53PXCA0511001 "Abaco delle principali tipologie dei fabbricati di cantiere", sono strutture rialzate rispetto al suolo di circa 0.30 m, realizzate con l'impiego di elementi modulari a pannelli metallici coibentati.

In tal senso si distinguono due tipologie di prefabbricati:

- monoblocchi prefabbricati di piccole dimensioni. Rientrano in questa categoria le strutture di cantiere adibite a servizi igienici, aventi una larghezza massima pari a 1.20 m, o gli uffici singoli, di larghezza pari a 2.40 m. Questi manufatti risultano facilmente trasportabili e non necessitano di particolari strutture di appoggio a terra; una volta poste in opera occorre unicamente eseguire gli eventuali allacci alle reti impiantistiche;
- prefabbricati componibili di grandi dimensioni; rientrano in questa categoria l'edificio ad uso magazzino. Queste strutture richiedono un modesto basamento a platea o a plinti in calcestruzzo su cui vengono poggiati gli elementi portanti verticali; sugli elementi verticali vengono assemblati, mediante nodi standardizzati, gli elementi di pannello costituenti le pareti o gli orizzontamenti.

L'area di cantiere sarà dotata di un'idonea recinzione invalicabile, di altezza pari ad almeno m. 1.80, per tutta la durata dei lavori e lungo tutto il perimetro.

L'accesso sarà dotato di cancelli mobili con chiusura a lucchetto. Detti cancelli saranno tenuti aperti durante le ore diurne negli orari di lavoro e chiusi durante le ore notturne o nei giorni non lavorativi; negli orari di apertura saranno sorvegliati da un addetto preposto al controllo dell'accesso dei mezzi: l'accesso sarà, infatti, consentito ai soli addetti ai lavori ed al personale autorizzato.

Durante le ore notturne, i giorni festivi o di sospensione, l'impresa appaltatrice delle opere provvederà al servizio di vigilanza delle aree. Ai fini della sicurezza nel cantiere sarà realizzata l'illuminazione artificiale del perimetro esterno (delimitazione globale del cantiere) e delle aree interne. Sarà, inoltre, prevista l'illuminazione di sicurezza nelle zone delle vie di esodo e dei locali nevralgici dell'impianto (ad esempio zone interne degli edifici, locale dove si trova il quadro elettrico di distribuzione principale) per indicare le uscite di sicurezza in caso di mancanza dell'illuminazione principale.

3.5.2.2 Reti tecnologiche a servizio delle aree di cantiere

Il cantiere sarà dotato delle reti di distribuzione interna qui sotto elencate:

- rete di alimentazione e distribuzione elettrica;
- impianto d'illuminazione esterna (anche per l'area di sedime della collina al fine di permettere le lavorazioni sul doppio turno di lavoro di 16 ore);
- rete idrica potabile;
- impianti di telecomunicazione;
- impianto di distribuzione del gas;
- rete fognaria ;
- rampa per il lavaggio dei mezzi le cui acque di scarico dovranno essere idoneamente trattate, attraverso un impianto di trattamento costituito da pozzetto disoleatore e pozzetto di sedimentazione disposti in cascata, per opportuna chiarificazione prima della reimmissione nella fognatura comunale;
- area per rifornimento mezzi di cantiere.

L'impiantistica di cantiere, inoltre, è completata da:

- gruppo di pompaggio, costituito da 2 pompe una in riserva all'altra e relativi accessori, atto al sollevamento e l'allontanamento delle acque di drenaggio di piazzale in conferimento al collettore di scarico;
- condotte, tubazioni e canalizzazioni principali/secondarie per la regimazione delle acque di piattaforma sia della rampa di collegamento che delle piazzole definitive e del cantiere ad esso dedicato;
- gruppo elettrogeno 75 KVA destinato alla riserva di alimentazione del gruppo di pompaggio.

3.5.2.3 Descrizione delle singole attività presenti in cantiere

Il cantiere è ubicato in un'area morfologicamente sub-pianeggiante, priva di vincoli urbanistici o paesaggistici.

Le principali attività che si svolgeranno all'interno dei vari cantieri saranno le seguenti:

- lavaggio autoveicoli;
- distributore carburante;
- magazzino generale;
- servizi;
- spogliatoi;
- pesa a ponte;
- gruppo elettrogeno containerizzato;
- impianto di depurazione acque lavaggio;

Nel proseguo della relazione vengono descritte in maniera puntuale le singole attività sopraelencate.

Lavaggio autoveicoli. È previsto un impianto di lavaggio per tutti gli automezzi che operano nella realizzazione delle opere in argomento; inoltre periodicamente tutti i mezzi che operano all'interno del cantiere oltre che a regolari controlli manutentivi saranno completamente lavati presso l'impianto.

L'impianto di lavaggio consiste in un'area pavimentata in calcestruzzo delle dimensioni di 18,00x6,00m e per facilitare le operazioni di pulizia degli automezzi vengono realizzate sulla platea due rampe in calcestruzzo per sollevare gli stessi fino ad una altezza di 70 cm rispetto al piano carrabile.

L'area pavimentata in calcestruzzo è realizzata con pendenze idonee in modo da far confluire tutte le acque in una griglia di raccolta e quindi convogliare le stesse all'impianto di trattamento acque tecnologiche, come meglio specificato nel paragrafo specifico della depurazione delle acque.

Non vi sono né strutture, né apparecchiature fisse esterne. Il lavaggio avviene tramite una idropulitrice mobile la quale è normalmente collocata all'interno dell'officina.

Il personale addetto sarà il solito che staziona permanentemente nell'ufficio del magazzino e che provvede oltre che agli obblighi derivanti dalla gestione del magazzino e del servizio del distributore di gasolio anche a tutti gli altri impegni di controllo e di gestione del cantiere.

Distributore di carburanti. Si prevede la predisposizione di un'area per il rifornimento dei carburanti, all'interno dell'area del campo base nel rispetto delle norme vigenti (DMI 19-3-1990) e previo l'ottenimento dei permessi necessari, caratterizzata dall'installazione di una cisterna per il gasolio con relativa pompa per l'alimentazione dei mezzi da cantiere. Come da normativa citata, per l'installazione del contenitore/distributore dovranno essere osservate le seguenti istruzioni:

- dovrà avere capacità geometrica non superiore a 9.000 litri;
- dovrà essere del tipo approvato dal ministero dell'Interno ai sensi di quanto previsto dal titolo I, n°XVII, del Decreto del Ministro dell'Interno 31-7-1934;

- dovrà essere trasportato scarico in cantiere e dovrà essere bonificato prima della dismissione del cantiere;
- dovrà essere provvisto di bacino di contenimento di capacità almeno pari alla metà della capacità geometrica del contenitore, di tettoia a protezione degli agenti atmosferici realizzata in materiale incombustibile e provvista di idonea messa a terra;
- dovrà avere su tutti i lati una distanza di protezione non inferiore a mt. 3,00 (misurati dalla sagoma del contenitore-distributore);
- una fascia di protezione non inferiore a mt. 3,00 dovrà essere sgombra e priva di qualsiasi tipo di vegetazione che possa costituire pericolo d'incendio;
- dovranno essere osservati i divieti e le limitazioni previsti dal già sopra citato decreto del 31-7-1934;
- in prossimità dell'impianto dovranno installarsi almeno 3 estintori portatili di tipo approvato dal Ministero degli Interni per classi di fuoco A-B-C con capacità estinguente non inferiore a 39A-144B-C, idonei anche all'utilizzo su apparecchi sotto tensione elettrica.
- gli impianti e le apparecchiature elettriche dovranno essere realizzate in conformità a quanto stabilito dalla legge 1/3/1968 n° 186: in particolare re trattandosi di impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione ed incendio, dovrà essere osservata la norma CEI EN 60079-10 (31-30) CEI 64-2 app. C;
- in prossimità del contenitore-distributore dovranno essere installati segnali ben visibili indicanti la presenza di liquido infiammabile, il divieto di fumare e di usare fiamme libere, la posizione degli estintori, il divieto di usare acqua per spegnere eventuali incendi.

In base a quanto descritto si dovrà provvedere a recintare l'area con rete plastica stampata di colore arancione sorretta da montanti in ferro infissi e traverse in legno solidali ad una barriera new-jersey.

Infine, dovranno installarsi almeno 3 estintori di cui uno in prossimità dell'accesso all'area di rifornimento ed un altro in prossimità dell'uscita.

Trattasi di impianto ad uso privato a servizio dei mezzi operanti nel cantiere. L'impianto, completamente containerizzato in monoblocco da 15' di dimensioni 2,20 x 4,50 x 2,25, sarà ubicato nel piazzale in posizione prossima all'area di stoccaggio ed il servizio sarà gestito dal magazziniere.

Il deposito risulta così costituito:

- bacino di contenimento metallico a forma rettangolare, in lamiera di acciaio al carbonio sp. 3.0 mm, dim. 2,10 x 4,00, dotato di anello superiore di rinforzo, attacchi di messa a terra e verniciato previo trattamento al primer;

- serbatoi Diesel Tank di forma cilindrica ad asse orizzontale da m3 9.0 omologato M.I. ad asse orizzontale, sorretto da selle di appoggio con piedini antiarrotoamento, spessore del serbatoio 3.0 mm dim. dia. 190 x 300, corredato da passo d'uomo flangiato dia. 420 completo di dispositivo di sfiato, indicatore di livello, attacco di messa a terra ; il gruppo erogatore del suddetto serbatoio risulta composto da armadietto box con porta lucchettabile, filtro in aspirazione, elettropompa autoadescante portata 70 l/min con filtro e by-pass, conta litri ad uso privato con totalizzatore progressivo, tubo flessibile e pistola di erogazione automatica con attacco snodato, dispositivo di avviamento e arresto pompa in cassetta IP55.

Magazzino generale. Il magazzino è realizzato mediante un prefabbricato metallico delle dimensioni esterne 16.70 x 10.00 m.

All'interno del magazzino non sono previste macchine particolari ed il materiale depositato all'ingresso viene trasportato da idonei mezzi di trasporto e sollevamento ed è sistemato a mano sugli scaffali trattandosi di prodotti correnti per la manutenzione e riparazione dei mezzi meccanici presenti in cantiere (guarnizioni, camere d'aria, pneumatici, cinghioli per automezzi, giunti water-stop, ricambi in neoprene, etc..).

Per garantire una migliore conservazione dei materiali sulle pareti del prefabbricato sono previste piccole finestre per mantenere l'ambiente con scarsa illuminazione diretta. In tale deposito non è prevista la permanenza continuativa di persone. Il magazzino è diviso in tre zone:

- area di magazzino;
- area di magazzino generale;
- area distribuzione.

Il personale addetto sarà composto da n. 2 unità eventualmente da incrementare in funzione delle esigenze operative su più turni. Il personale staziona prevalentemente nell'ufficio, in cui è previsto idoneo riscaldamento con termoconvettore elettrico; la presenza del personale nel magazzino è saltuaria e limitata allo scarico e carico del materiale.

Servizi. I servizi sono costituiti da un monoblocco delle dimensioni 9.00 x 3.00 x 2,70 m circa; la struttura è del tipo metallico con tamponamenti coibentati in pannelli sandwich. Il monoblocco servizi è attrezzato con n. 4 WC alla turca e da lavamani continui posti sulla parete antistante; la struttura viene fornita dalla ditta costruttrice con tutte le apparecchiature igieniche e gli impianti idrico, termico (termoconvettore elettrico), sanitario ed elettrico nel rispetto delle norme vigenti.

La pavimentazione e le pareti sono rivestite da idoneo materiale di elevati requisiti igienici e facilmente lavabile. Il ricambio d'aria e l'illuminazione è garantita da finestre con una superficie complessiva di m² 2.50.

Spogliatoi. Gli spogliatoi sono costituiti da due prefabbricati metallici aventi struttura in acciaio e tamponamenti con pannelli termoisolanti i sandwich.

Gli spogliatoi vengono forniti, dalla ditta costruttrice, corredati dell'impianto elettrico, idrico-sanitario, riscaldamento e termico (termoconvettori elettrici) nel rispetto della normativa vigente.

Si tratta di un prefabbricato delle dimensioni 2.30 x 12.20 m e con altezza interna $h = 2.70$ m, le superfici finestrate hanno una dimensione tale da rispettare i rapporti aeroilluminanti di legge; la pavimentazione è realizzata interamente in mattonelle di monocottura; il riscaldamento è garantito da un numero adeguato di termoconvettori elettrici. Questo locale è suddiviso in n. 2 ambienti; uno destinato a spogliatoio ed uno ai servizi igienici che sono costituiti da n°3 W.C., da n°3 docce e da n°2 lavabi doppi. All'esterno di tale spogliatoio è previsto un pulisci stivali.

Lo spogliatoio è corredato di armadietti per abiti sporchi ed abiti puliti, l'acqua sanitaria calda è fornita da un boiler elettrico da 200 l.

Le docce avranno le pareti rivestite in materiale facilmente lavabile fino ad una altezza di m 2.00 per rispettare uno standard di elevati requisiti igienici; tutta il prefabbricato sarà pavimentato in monocottura o idoneo materiale di elevati requisiti igienici e facilmente lavabile.

Nel caso in cui si dovesse, nel corso dei lavori, rendere necessario un numero maggiore di addetti esterni verranno realizzate ulteriori spogliatoi delle medesime caratteristiche.

3.5.2.4 Modalità di pulizia degli ambienti

Il servizio di pulizia è previsto che venga effettuato da una Società esterna con la quale verrà stipulato apposito contratto. Sulla base di altre esperienze maturate in situazioni analoghe per la pulizia degli ambienti, si prevede quanto riportato di seguito.

Le operazioni giornaliere prevedono:

- svuotatura dei cestini porta rifiuti compresi quelli esterni, con eventuale cambio del sacco;
- spolveratura ad umido di scrivanie, piani di lavoro, scaffalature, mobili, armadi ecc.;
- asportazione di macchie ed impronte da vetri, interruttori e specchi;
- scopatura ed aspirazione dei rifiuti e della polvere e successivo lavaggio della pavimentazione;
- scopatura e successivo lavaggio sanificante dei locali adibiti a servizi igienici;
- scopatura e successivo lavaggio sanificante dei locali adibiti a spogliatoi e docce;
- raccolta e trasporto del materiale di risulta, di cartoni, recipienti vuoti e di quant'altro destinato a rifiuto, in luoghi attrezzati per la raccolta;
- fornitura di carta igienica, carta asciugamani e sapone liquido nei servizi igienici.

Le operazioni settimanali prevedono:

- disinfezione apparecchi telefonici;
- diragnatura pareti e soffitti.

Le operazioni con cadenza mensile prevedono:

- lavaggio superfici vetrate e relativi infissi;

Le operazioni con cadenza trimestrale prevedono:

- lavaggio di fondo meccanico della pavimentazione.

3.5.3 Descrizione dei tipi di mezzi o veicoli utilizzati per l'esecuzione delle opere

I mezzi impiegati nelle aree di cantiere possono essere sinteticamente classificati in 4 tipologie:

- macchine per lo scavo; in questa categoria rientrano gli escavatori, gli apripista e gli altri mezzi impiegati per lo scavo e la sistemazione dei terreni. La trazione di questi mezzi risulta prevalentemente su carro con cingoli e quindi la loro movimentazione all'esterno delle aree di cantiere avviene su autocarri con pianali opportunamente predisposti;
- veicoli o mezzi d'opera per i movimenti di materia; si tratta in genere di veicoli pesanti a cassone ribaltabile e a più assi motrici impiegabili sia per i trasporti all'interno delle aree di cantiere che lungo la normale rete stradale;
- veicoli per il trasporto delle persone, quali autovetture e pulmini adibiti al trasporto del personale di cantiere;
- mezzi speciali per il sollevamento dei materiali (autogru).

Tutti i mezzi d'opera utilizzati saranno omologati secondo le normative più recenti ed accompagnati dai relativi certificati di conformità; inoltre saranno sottoposti a periodici interventi di manutenzione e controllo nel corso dei lavori di realizzazione dell'opera.

Nello studio dell'organizzazione dei cantieri, sono stati individuate le necessità di mezzi che saranno impiegati nella realizzazione delle opere; si riporta nel seguito un sintetico elenco diviso per tratte di lavorazione. Nello studio dell'organizzazione dei cantieri, sono state ipotizzate le necessità di mezzi che saranno impiegati nella realizzazione delle opere; si riporta nel seguito un sintetico elenco diviso per tratte di lavorazione.

Esecuzione delle lavorazioni:

- n°8 escavatori meccanici cingolati (2 nell'ambito area della collina, 6 nelle piazzole);
- n°4 pala meccanica gommata (2 nell'ambito area della collina, 2 nelle aree provvisorie);
- n°40 automezzi a cassone;
- n°1 rullo vibrante semovente per compattazione strati sottofondo e pavimentazione;
- n°1 autobotte per acqua (sprinkler);

- n°1 autobetoniera;
- n°1 pompa per cls;
- n°1 pala da Kw 112-174;
- n°1 grader hp 135
- n°1 autocisterna lt. 10.000;
- n°1 autogrù;
- macchinari per la compattazione di sottofondi stradali
- macchinari per semina idraulica a pressione

Dotazioni generali del cantiere principale:

- autovettura;
- pulmino per trasporto operai;
- elettropompa;
- gruppo elettrogeno;
- piccoli mezzi per trasporto materiale/persone;
- attrezzatura manuale in genere.

4 IL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DEL PRIMO AMBITO OPERATIVO D'IMPLEMENTAZIONE DELLA COLLINA SCHERMO

4.1 Descrizione delle viabilità di cantiere e frequenza dei mezzi operativi

4.1.1 Accessi e viabilità

L'accesso alle aree di cantiere avviene percorrendo in parte un tratto di viabilità interna all'area Enel ad utilizzo promiscuo, pertanto sarà necessario implementare un sistema centralizzato di controllo degli accessi, con terminale a sbarra a movimento meccanico automatizzato regolato da badge con software di verifica e trasmissione via internet mediante protocolli di trasferimento in sicurezza (criptati). I dati così raccolti in un database dovranno essere messi a disposizione del personale ENEL, così come richiesto dal regolamento di miniera. Alle aree di cantiere ed alle aree di stoccaggio/lavorazione materiali che saranno comunque dotate di cancelli di accesso pedonali e carrabili opportunamente separati, accederanno solo ed esclusivamente i mezzi autorizzati, osservando le previste direzioni obbligate per l'ingresso e l'uscita.

Viabilità di collegamento Terminal-piazzole-sedime di progetto.

Per collegare il Terminal "Bricchette" con le Piazzole di caratterizzazione e con l'area logistica, verrà adeguata la viabilità esistente, realizzando una strada a doppio senso di marcia di larghezza pari a 6.5m. L'adeguamento seguirà sostanzialmente le piste esistenti, in ragione alle sopravvenute esigenze del cantiere.

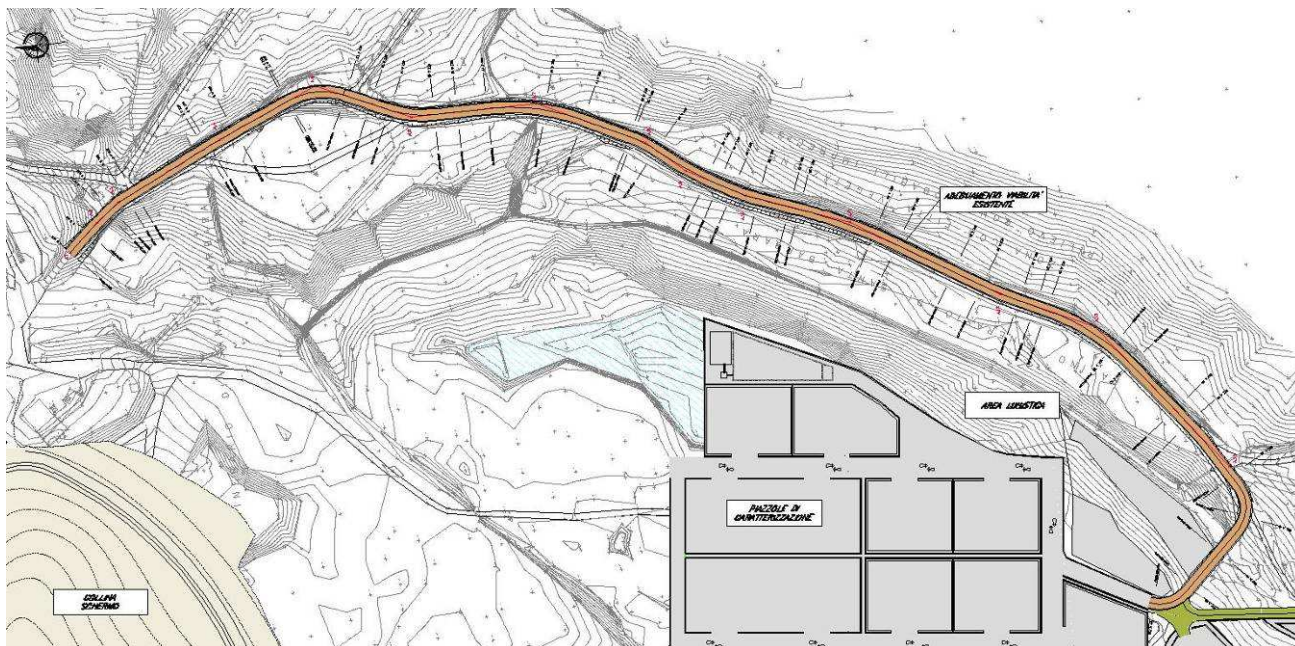


Figura 4-1 Stralcio sezione tipo viabilità di cantiere

Nello specifico verrà predisposto un pacchetto stradale, costituito da una sovrastruttura rigida così composta:

- lastre in cls di spessore pari a 25cm;
- calcestruzzo magro di spessore 10 cm;
- misto granulare stabilizzato (spessore 30cm).

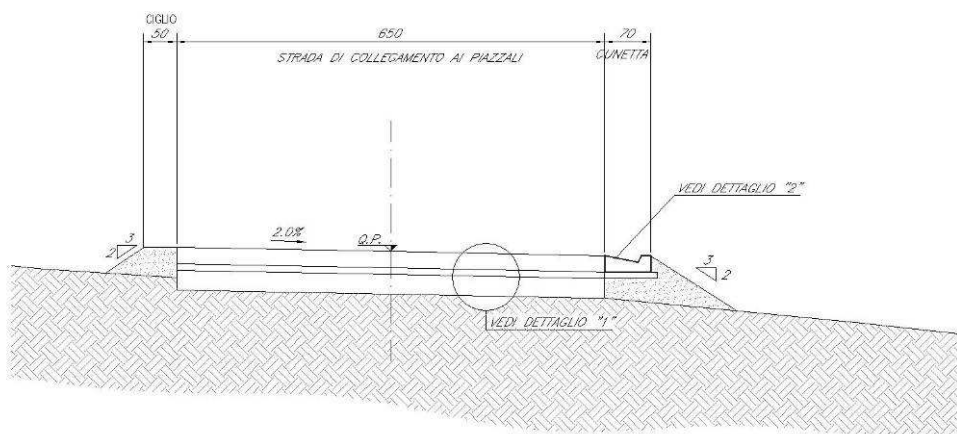


Figura 4-2 Stralcio sezione tipo viabilità di cantiere

Il tracciato ha una lunghezza complessiva pari a circa 850 m, la pendenza delle scarpate in rilevato è pari a 2/3 su entrambi i lati.

Ai margini della piattaforma pavimentata sono situati un arginello da 0.50 m, lo smaltimento delle acque meteoriche è garantito da una pendenza trasversale del 2% che consente il corretto deflusso delle acque, predisponendo opportune canalette in cls. Il tutto viene convogliato al disoleatore e, quindi, alla vasca sedimentazione attraverso opportuno impianto di sollevamento.

Le interferenze idrauliche con i canali esistenti sono risolte attraverso l'inserimento di tombini in acciaio tipo "ondulati e zincati" aventi diametri variabili fra ϕ 1200 e ϕ 400.

La viabilità è dettagliata solo per il percorso che si sviluppa dalle aree di cantiere fino al sedime della collina di progetto. Per quanto riguarda la viabilità con tragitto dal terminal all'area di cantiere, la viabilità prevista per le aree di stoccaggio temporanee e la viabilità di corredo alle piazzole di caratterizzazione, che contorna le aree di stoccaggio e consente lo sviluppo delle azioni di carico e scarico in sicurezza, si riportano indicazioni delle relative caratteristiche solo per memoria.

Indicazioni sulle altre viabilità di cantiere.

La viabilità interna al campo base ed alle piazzole è composta da rampe sia di collegamento fra le varie aree che interne alle aree stesse, caratterizzate sempre da una pavimentazione impermeabile.

Ai fini della sicurezza del cantiere saranno posizionati lungo le viabilità esistenti in tutti i punti ove si renderà necessario, cartelli segnalatori di divieto di accesso e/o altra indicazione.

Nei giorni festivi e nei periodi di chiusura per ferie la zona verrà controllata dallo stesso servizio di sorveglianza del cantiere.

Ai fini della sicurezza del cantiere (si veda anche l'elaborato FEW140VZZPUSZ0500001 "*Piano di sicurezza e coordinamento*") saranno posizionati lungo le viabilità esistenti in tutti i punti ove si renderà necessario, cartelli segnalatori di divieto di accesso e/o altra indicazione.

Nei giorni festivi e nei periodi di chiusura per ferie la zona verrà controllata dallo stesso servizio di sorveglianza del cantiere.

4.1.2 Frequenza dei mezzi operativi

Nella fase di pianificazione del processo di cantierizzazione dell'opera lo studio dei tragitti dei veicoli per il carico e lo scarico merci e la movimentazione delle materie, nonché la definizione delle modalità temporali di spostamento e la relativa frequenza dei mezzi operativi, hanno assunto un'importanza rilevante che, se non opportunamente valutata, avrebbe potuto generare problemi sia in merito all'organizzazione logistica dei lavori che di ordine ambientale.

La pianificazione del piano dei trasporti, pertanto, è stata elaborata sulla base di un'attenta valutazione dei fabbisogni di materie generati dalla realizzazione della collina in connessione con le tempistiche di scavo del nodo AV di Firenze.

Tutta la movimentazione delle terre da e per la realizzanda collina sarà effettuata con camion da cantiere, la cui frequenza è funzione anche dei processi di movimentazione dei materiali nell'ambito delle piazzole.

Lo scenario che si considera, utilizzato per la valutazione dei potenziali impatti in fase di cantierizzazione (vedasi elab. FEW140D22RHCA0510002 "*Piano di cantierizzazione. Aspetti ambientali: relazione*"), è quello che prevede un doppio turno lavorativo di **16 ore**.

Queste attività sono riassunte nelle successive considerazioni che evidenziano la compatibilità delle superfici delle aree di cantiere in relazione ai flussi ingresso/uscita dei materiali inerti provenienti dagli scavi di Firenze.

Per l'attuazione del progetto collina, nasce la necessità di verificare il dimensionamento ed il layout delle piazzole, prendendo in considerazione i parametri di progetto, che impongono di considerare tempi e risorse per il riempimento ed il successivo svuotamento.

Lo scenario di progetto della cantierizzazione deve quindi essere modulato sulla base:

- del percorso (avente sviluppo pari a circa 1,500 km) tra Terminal delle Bricchette e sedime della collina (con passaggio attraverso le piazzole di stoccaggio), che implica l'utilizzo di mezzi coinvolti per il trasporto dei container A/R;
- della metodologia di svuotamento, effettuata nell'arco del periodo lavorativo con camion da cantiere con portata max di m³ 18,00;
- della distanza (circa 0,700 km tra piazzole di stoccaggio e sedime dell'area di progetto).

Il fattore dimensionante per le piazzole, restando costanti i tempi di caratterizzazione e di riempimento, è rappresentato dal tempo di svuotamento.

Per una valutazione dei mezzi da utilizzare e delle relative produzioni, si fa riferimento all'impiego di autocarri per scavi e demolizioni con una portata di 18 m³.

L'operatività massima teorica sulla singola piazzola è vincolata dal numero di scavatori che possono lavorare contemporaneamente, pari a 2, che implica 2 x 4 viaggi /h, per un tot di 128 viaggi/giorno.

Sulla base del calcolo di rendimento produttivo dei macchinari impiegati ($\eta_{tot} = 75\%$), si stima una produzione effettiva di svuotamento piazzola di circa 1.800 m³/giorno, che porta ad un tempo complessivo di 3 giorni per rimuovere tutto il materiale caratterizzato.

Nel complesso, considerando che è frequente lo svuotamento contemporaneo di più piazzole, il materiale caratterizzato che viene allontanato, nel periodo di massima produzione, come si può evincere dalle tabelle sottostanti, mediamente, è pari a ca 3500 m³ al giorno.

Per quanto espresso, considerando lavorazioni 7 giorni su 7 in relazione all'afflusso continuo dei materiali provenienti dagli scavi del nodo di Firenze, si riporta la verifica del ciclo di riempimento/svuotamento delle piazzole, operata sulla base delle produzioni derivanti dal progetto di trasporto ferroviario su un mese tipo nel **periodo di punta massima della produzione**.

Verifica ciclo di riempimento/svuotamento piazzole per Passante AV

Scenario di produzione media delle terre durante lo scavo meccanizzato:

- 2treni/g + 1treno/5gg
- Produzione 7 giorni su 7;
- tempo per risultato analisi ambientali: 5 gg n.c.;
- tempo minimo necessario per liberare la piazzola con escavatore e camion: 3 g

La sequenza operativa è riportata nella seguente tabella

analisi ambientali: 5 gg n.c.

scarico: 1 g

Tonn/treno = 980; m³/treno = 700,00

gg	n° treni	P(A1)	P(A2)	P(A3)	P(A4)
L 1	2	1.400,00	-	-	-
M 2	2	2.800,00	-	-	-
M 3	2	4.200,00	-	-	-
G 4	2	4.900,00	700,00	-	-
V 5	3	analisi	2.800,00	-	-
S 6	2	analisi	4.200,00	-	-
D 7	2	analisi	4.900,00	700,00	-
L 8	2	analisi	analisi	2.100,00	-
M 9	2	analisi	analisi	3.500,00	-
M 10	2	-	analisi	4.900,00	700,00
G 11	3	-	analisi	analisi	2.100,00
V 12	2	-	analisi	analisi	3.500,00
S 13	2	-	-	analisi	4.900,00
D 14	2	1.400,00	-	analisi	analisi
L 15	3	3.500,00	-	analisi	analisi
M 16	2	4.900,00	-	-	analisi

M	17	2	analisi	1.400,00	-	analisi
G	18	2	analisi	2.800,00	-	analisi
V	19	2	analisi	4.200,00	-	-
S	20	3	analisi	4.900,00	1.400,00	-
D	21	2	analisi	analisi	2.800,00	-
L	22	2	-	analisi	4.200,00	-
M	23	2	-	analisi	4.900,00	700,00
M	24	2	-	analisi	analisi	2.100,00
G	25	3	analisi	analisi	analisi	4.200,00
V	26	2	700,00	-	analisi	4.900,00
S	27	2	2.100,00	-	analisi	analisi
D	28	2	3.500,00	-	analisi	analisi
L	29	2	4.900,00	-	-	analisi
M	30	3	analisi	2.100,00	-	analisi

Come desumibile dal programma, le piazzole per la caratterizzazione previste sono in grado di garantire la continuità delle lavorazioni per le condizioni di scavo medie.


Tale processo, quindi, sarà caratterizzato dal trasporto a stoccaggio temporaneo, nelle vicine piazzole, del materiale caratterizzato fino alla successiva messa in opera nell'area di sedime della collina.

Verifica ciclo di riempimento/svuotamento piazzole per Stazione AV.

Scenario di produzione media delle terre durante lo scavo meccanizzato:

- 3 treni/g+1treno/4gg;
- produzione 7 giorni su 7;
- tempo per risultato analisi ambientali: 5 gg n.c.;
- tempo minimo necessario per liberare la piazzola con escavatore e camion: 3 g

gg	n° treni	P(B1)	P(B2)	P(B3)	P(B4)	P(B5)	P(B6)
L 1	3	2.100,00	-	-	-	-	-
M 2	4	4.200,00	700,00	-	-	-	-
M 3	3	analisi	2.800,00	-	-	-	-
G 4	4	analisi	4.200,00	1.400,00	-	-	-
V 5	3	analisi	analisi	3.500,00	-	-	-
S 6	4	analisi	analisi	4.200,00	2.100,00	-	-
D 7	0	analisi	analisi	analisi	2.100,00	-	-
L 8	3	-	analisi	analisi	4.200,00	-	-
M 9	4	-	analisi	analisi	analisi	2.800,00	-
M 10	3	-	-	analisi	analisi	4.200,00	700,00
G 11	4	-	-	analisi	analisi	analisi	3.500,00
V 12	3	1.400,00	-	-	analisi	analisi	4.200,00
S 13	4	4.200,00	-	-	analisi	analisi	analisi
D 14	0	analisi	-	-	-	analisi	analisi
L 15	3	analisi	2.100,00	-	-	analisi	analisi
M 16	4	analisi	4.200,00	700,00	-	-	analisi
M 17	3	analisi	analisi	2.800,00	-	-	analisi
G 18	4	analisi	analisi	4.200,00	1.400,00	-	-
V 19	3	-	analisi	analisi	3.500,00	-	-
S 20	4	-	analisi	analisi	4.200,00	2.100,00	-
D 21	0	-	analisi	analisi	analisi	2.100,00	-
L 22	3	-	-	analisi	analisi	4.200,00	-
M 23	4	-	-	analisi	analisi	analisi	2.800,00
M 24	3	700,00	-	-	analisi	analisi	4.200,00
G 25	4	3.500,00	-	-	analisi	analisi	analisi
V 26	3	4.200,00	1.400,00	-	-	analisi	analisi
S 27	4	analisi	4.200,00	-	-	analisi	analisi
D 28	0	analisi	analisi	-	-	-	analisi
L 29	3	analisi	analisi	2.100,00	-	-	analisi
M 30	4	analisi	analisi	4.200,00	700,00	-	-

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA					
	INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO					
PROGETTO DEFINITIVO PRIMO AMBITO OPERATIVO D'IMPLEMENTAZIONE PIANO DI CANTIERIZZAZIONE – RELAZIONE TECNICA	PROGETTO FEW1	LOTTO 40D53	CODIFICA RH	DOCUMENTO CA0510001	REV. A	FOGLIO 36/ 78

Come desumibile dal programma, anche in questo caso le piazzole di caratterizzazione previste sono in grado di garantire la continuità delle lavorazioni per le condizioni di scavo. Per questi materiali, a differenza di quelli provenienti dal passante AV, a meno di condizioni meteorologiche particolari, possono essere portati direttamente a dimora definitiva presso l'area della nuova collina schermo. Sovrapponendo le due tabelle, che rappresentano il ciclo di svuotamento delle piazzole, si evidenzia quanto riportato di seguito:

- nell'intero periodo (1051 gg) di lavorazione, il volume di 1.500.000 m³ ha una movimentazione media di circa 1.500 m³. Nei periodi di massima produzione, tuttavia, si deve svuotare 1/3 della piazzola che riceve il materiale proveniente dal Passante (corrispondente a circa 1.600 m³), oltre ad 1/3 delle 2 piazzole che ricevono il materiale proveniente dagli scavi della Stazione (corrispondenti a circa 2x1400=2800 m³), per un totale di 4.400 m³. Considerando che in altre giornate tale valore risulta pari a circa 3.000 m³, si ottiene un valore medio nel ciclo (inizio svuotamento della piazzola PB1 e fine svuotamento piazzola PB6) pari a circa 3.500 m³;
- considerando l'utilizzo di camion in grado di trasportare 18 m³ di materiale, per un doppio turno lavorativo di 16 ore si ottiene: $4.400 \text{ m}^3 / 18 \text{ m}^3 = 244 \text{ camion/giorno}$;
 $244 \text{ camion/giorno} / 16 \text{ ore} = 15.25 \text{ camion/h} \cong 16 \text{ camion/h}$;
 corrispondenti ad un totale di **32** viaggi AR/h dalle piazzole verso il sedime della collina.

Le tabelle sopra, quindi, permettono di evidenziare la massima potenzialità di svuotamento delle piazzole distribuita durante il ciclo di 13 gg che corrisponde, come anticipato in precedenza, ad una media di 3.500 m³.

4.2 Personale impiegato nei cantieri

Nella tabella che segue è presentata una stima effettuata della manodopera per l'esecuzione delle lavorazioni tenendo conto delle opere previste nel progetto e del relativo programma lavori. È stata valutata la presenza media delle maestranze tenendo conto del periodo di massima attività.

Tale periodo è da considerarsi di quasi 19 mesi. Inoltre è stato previsto che lo sviluppo giornaliero del lavoro avvenga prevalentemente su otto ore.

Si prevede che la punta massima di personale presente in cantiere sarà di n° 49 addetti così suddivisi:

a)	Direttore di Cantiere	n° 1
b)	Responsabile Sicurezza Cantiere	n° 1
c)	Assistente Cantieri	n° 1
d)	Tecnici degli Uffici	n° 2
e)	Operai Specializzati Opere civili	n° 10
f)	Operatori per la guida di camion, e tutti i mezzi	n° 33
g)	Addetto alla Sorveglianza	n° 1

TOTALE n° 49

Nota Bene: Il Capo Cantiere dovrà assicurare la presenza continuativa di 1 persona in possesso della regolare "Abilitazione alla Protezione Cantieri".

Tutte le maestranze che saranno impiegate in questo settore verranno trasportate da e al cantiere con i mezzi messi a disposizione dalla Impresa Appaltatrice.

Tutto il personale presente in cantiere dovrà essere di gradimento della Direzione Lavori e dotato di certificazione e tesserini sanitari idonei. L'accesso al cantiere dovrà essere preventivamente autorizzato e concordato con la Direzione Lavori.

4.3 Opere idrauliche a supporto del processo di cantierizzazione

4.3.1 Considerazioni preliminari

La realizzazione degli Interventi di implementazione 1° ambito operativo e delle Piazzole di caratterizzazione e stoccaggio avverrà attraverso una prima fase di realizzazione delle piazzole ed una seconda fase di costruzione del manufatto in terra; sono previste le attività di: formazione del cantiere logistico, formazione delle piazzole di caratterizzazione con livellamento terreno, esecuzione pavimentazioni ed esecuzione impianti; realizzazione piazzole di stoccaggio temporaneo; trasporto del materiale attraverso una pista di cantiere all'area sedime del rilevato in terra e costruzione dello stesso per sovrapposizione e compattazione di strati successivi di terreno; completamento finale con le opere viabilistiche e di ingegneria naturalistica. Durante tali fasi verrà movimentato materiale inerte suscettibile di dilavamento.

Per le acque di dilavamento si è fatto riferimento alla normativa nazionale D.Lgs 152/2006 che rimanda a quella regionale individuata nella L.R. n° 20 del 31/05/2006 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" e DPGR N° 46/R del 8 settembre 2008 "regolamento di attuazione della L.R. 20/2006" in linea ed uniformità progettuale con quanto già previsto per il processo di cantierizzazione relativo alla costruzione della Collina schermo.

Ai sensi del citato Regolamento le acque meteoriche di dilavamento (AMD) della pista di cantiere e del rilevato di progetto sono normate dall'art. 40 "Disposizioni sulle AMD derivanti dalle aree di cava, dagli impianti di lavorazione di inerti e dai cantieri". Nello specifico si tratta di acque dilavanti aree di cantiere dove vengono svolte attività di movimentazione e/o deposito temporaneo dei materiali estratti e di scarto derivanti da questi.

Si è previsto il drenaggio delle acque di dilavamento mediante collettori impermeabili ed il conseguente trattamento delle stesse con appropriati impianti di sedimentazione e disoleazione fino al conferimento finale individuato nella fognatura comunale esistente nell'area del Terminal "Bricchette".

Nella presente sezione viene dimensionato il sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque reflue domestiche provenienti dall'area logistica di cantiere e delle acque meteoriche di dilavamento provenienti dall'area sedime del manufatto in terra durante la costruzione. Le acque meteoriche di dilavamento dell'area sedime del manufatto saranno convogliate ad impianto di sedimentazione ubicato a tergo del terminal Bricchette e che svolgerà anche la laminazione delle portate prima del rilascio nella fognatura pubblica. Saranno utilizzati i medesimi impianti di trattamento previsti per la costruzione della Collina schermo dei quali si ripropone il dimensionamento ai fini di verificare la sufficienza.

Le acque di asciugatura delle terre provenienti dalle piazzole di caratterizzazione nonché le acque di dilavamento delle piazzole stesse. Delle piazzole di stoccaggio temporaneo e della pista di cantiere saranno raccolte con sistema di drenaggio a tenuta e convogliate all'impianto di trattamento ubicato in prossimità delle piazzole. L'impianto svolge le funzioni di sedimentazione, disoleazione e filtrazione; la vasca di sedimentazione è inoltre dimensionata per svolgere anche la funzione volano di laminazione delle portate meteoriche. L'uscita dalla vasca di laminazione converge alla stazione di sollevamento che rilancia le acque chiarificate alla fognatura pubblica esistente nel piazzale adiacente al terminal Bricchette.

4.3.2 Idrologia ed idraulica di riferimento

4.3.2.1 Tempo di ritorno

Le verifiche ed il dimensionamento idraulico delle opere di regimazione sono stati eseguiti adottando come riferimento progettuale il tempo di ritorno di TR=25 anni che risulta adeguato alla limitata durata di funzionamento del cantiere ed al suo carattere temporaneo.

4.3.2.2 Curve di possibilità pluviometrica

Le curve di possibilità pluviometrica (CPP) sono state definite riferendosi alla stazione del SIMN di San Giovanni Valdarno ed analizzando le serie storiche di precipitazioni intense di breve durata registrate per intervalli di pioggia da 5 minuti a 1 ora e da 1 ora a 24 ore di.

Le registrazioni di pioggia sono state elaborate regolarizzando separatamente la piogge di durata da 1 a 24 ore e quelle di durata inferiore all'ora, adottando la legge probabilistica di Gumbel. Alle curve di probabilità pluviometrica si è assegnata la classica forma: $h(t,T) = a(T) \cdot t^n$.

Nel caso specifico del presente progetto di regimazione si è adottata la CPP di durata $t < 1$ ora e $T_R = 25$ anni che vale:

$$h = 37,68 \cdot t^{0,432}$$

4.3.2.3 Dimensionamento idrologico ed idraulico

La definizione delle portate di progetto da utilizzare per il dimensionamento idraulico della rete di drenaggio è stata sviluppata applicando la trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi mediante il metodo così detto di "corrivazione"; il metodo determina la portata massima alla sezione di chiusura, dato un evento di pioggia di nota intensità e durata esteso su tutta l'area del bacino, come somma, supposta contemporanea, dei contributi idrici provenienti da tutte le parti del bacino. L'idrogramma di progetto è di tipo triangolare caratterizzato da accrescimento lineare della portata che raggiunge il valore massimo in corrispondenza del tempo di corrivazione ed esaurimento lineare che raggiunge il valore nullo al tempo doppio della corrivazione. Il valore Q_{max} della portata di piena corrispondente all'evento di pioggia di altezza h , uniformemente distribuito sul bacino, di durata pari a t_c è fornito dalla relazione:

$$Q_{max} = \frac{A \cdot \psi \cdot \phi \cdot h_p}{3.6 \cdot t_c}$$

L'area di progetto è stata suddivisa in bacini e sottobacini in relazione allo schema di drenaggio utilizzato per la regimazione delle acque meteoriche adottando un coefficiente di deflusso in forma percentuale valutato in: $\emptyset = 0.40$ per aree permeabili in terra e $\emptyset = 0.90$ per aree impermeabili pavimentate.

Il tempo di corrivazione t_c è stato valutato, trattandosi di bacini di piccole dimensioni, come somma del tempo di ruscellamento e del tempo di afflusso: il primo determinato come rapporto tra la lunghezza percorsa e la velocità di scorrimento, il secondo determinato, come previsto anche dalle prescrizioni RFI, con:

$$t_c = \begin{cases} 5' \leftrightarrow S < 2000m^2 \\ 15' \leftrightarrow S \geq 2000m^2 \end{cases}$$

Il dimensionamento idraulico delle opere di regimazione, canali, canalette e tubazioni, è stato sviluppato adottando le condizioni di moto uniforme in regime di deflusso a pelo libero in condotti a cielo aperto o chiuso descritto con le formule dell'idraulica monodimensionale derivate dalla legge Chezy applicata nell'espressione proposta da Manning

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove

Q è la portata (m³/s)

n coefficiente di scabrezza (Manning)

R raggio idraulico (sezione bagnata/perimetro bagnato (m))

i pendenza (adimensionale)

Ω sezione bagnata (m²).

Per la determinazione del coefficiente di scabrezza si è fatto riferimento al numero di Manning secondo quanto proposto nelle tabelle di "Open-Channel Hydraulics" (Chow, 1959) e si sono assunti i seguenti valori: canali in terra naturali n=0.050; canalette in cemento n=0.014; tubazioni in cemento n=0.014; tubazioni termoplastiche n=0.012.

4.3.3 Schema di drenaggio

4.3.3.1 Area di cantiere

L'area destinata alla logistica di cantiere prevede i baraccamenti destinati al personale di servizio, tecnico ed operativo, i locali per i servizi generali ed igienici, e le aree di deposito materiali e mezzi.

L'area logistica utilizzata è situata immediatamente a sud dell'area d'intervento e occuperà temporaneamente l'area poi interessata dal 2° ambito operativo; essa svolgerà supporto alla realizzazione sia delle piazzole di caratterizzazione e stoccaggio sia degli Interventi di implementazione. Le strutture e gli impianti saranno recuperati dall'area logistica di costruzione della Collina schermo e riutilizzati; al termine dell'intervento l'area sarà restituita allo stato naturale.

Il drenaggio delle acque di dilavamento avviene mediante canalette prefabbricate in calcestruzzo perimetrali ad entrambe le aree utilizzate per il cantiere logistico, lo scorrimento è da sud a nord ed il recapito è individuato nell'impianto di depurazione previsto nel progetto delle Piazzole di caratterizzazione; tale impianto si compone di sedimentazione, disoleazione e filtrazione a carboni attivi. Tutte le acque di dilavamento, prima e seconda pioggia, sono convogliate all'impianto, così come eventuali sversamenti accidentali saranno drenati dalle canalette impermeabili e convogliati al depuratore. Lo scarico delle acque chiarificate avviene nella stazione di sollevamento che rilancia i contributi chiarificati e laminati alla fognatura pubblica.

L'area logistica sarà anche interessata da produzione di reflui domestici provenienti dai servizi igienici, bagni e spogliatoi dei baraccamenti di cantiere; i reflui saranno raccolti mediante una rete di acque nere realizzata con tubazioni in PVC SN4 di diametro variabile e conferiti all'impianto di depurazione del cantiere; le acque chiarificate in uscita dall'impianto saranno convogliate alla stazione di sollevamento delle Piazzole di caratterizzazione.

4.3.3.2 Costruzione del rilevato di implementazione

Il rilevato di progetto si andrà a connettere alla collina schermo e sarà costruito con sovrapposizione e compattazione di strati di terreno, provenienti dalle piazzole di caratterizzazione; inizialmente si provvederà alla formazione del basamento sul terreno in sito e fino al raggiungimento del piano fondamentale, posto a quota 150.0msm, e successivamente si provvederà alla costruzione del rilevato secondo la morfologia naturaliforme di progetto. Le acque di dilavamento potranno veicolare inquinanti residui fin tanto che non sarà realizzata la copertura vegetale erbosa si è pertanto scelto di regimare e trattare le acque drenate durante tutta la fase costruttiva.

La regimazione avviene in due differenti modi in funzione delle fasi operative:

- formazione basamento: durante questa fase il drenaggio avverrà sfruttando il fosso esistente che attraversa l'area oggetto d'intervento, nel tratto terminale sarà deviato e convogliato alla stazione di sollevamento; da qui le acque sono inviate alla vasca di sedimentazione T1 ubicata a fianco del terminal "Bricchette";
- formazione rilevato: durante questa fase il drenaggio avviene mediante fossi di guardia in terra realizzati progressivamente sui piani di crescita del manufatto con origine a S-W e convergenti, alla vasca di sedimentazione T1 prevista all'estremo NE dell'area di intervento.

4.3.4 Elementi di drenaggio

4.3.4.1 Caditoie ed embrici

Le caditoie sono realizzate con pozzetti prefabbricati in calcestruzzo di dimensioni 50x50cm ed altezza 70cm composte da una griglia superiore in ghisa per carichi di I° cat. ed una tubazione di evacuazione in PVC DN120mm con sifone sagomato all'interno ed allaccio diretto alla tubazione ricevente. Gli embrici sono realizzati con una tegola iniziale a caditoia per la raccolta delle acque provenienti dal piazzale ed una serie di tegole piane per il trasferimento al fosso di guardia.

Caditoie ed embrici saranno rimossi dopo il completamento delle opere.

4.3.4.2 Fosso di guardia in terra

I fossi di guardia in terra sono previsti per il drenaggio delle acque di dilavamento del rilevato durante la costruzione, sono realizzati con scavo di un canale a sezione trapezoidale avente sponde con pendenza a 45° di dimensioni 50x50x150cm o maggiori in funzione della pendenza longitudinale che sarà assegnata pari a quella naturale quando intagliati a terra (al piede del basamento) ed una pendenza 0.2% quando intagliati sui vari ripiani. I fossi saranno chiusi per colmataura dopo il completamento delle opere definitive di regimazione idraulica.

4.3.4.3 Canalette in calcestruzzo

Le canalette in calcestruzzo, previste per il drenaggio dell'area logistica, saranno realizzate mediante formazione dello scavo a sezione trapezoidale con scarpate di 45° e rivestimento in calcestruzzo in opera o con posa di elementi prefabbricati. Sono previste sezioni di 30x30x90cm, 40x40x120cm; ai fossi sarà assegnata una pendenza di progetto variabile da 0.2% a 0.5%.

Il massimo livello dell'acqua all'interno del fosso è stato fissato pari al 75% dell'altezza utile.

4.3.4.4 Tubazioni

Le tubazioni utilizzate per convogliare le acque reflue all'impianto di trattamento sono realizzate con elementi in PVC SN4 posati su letto in sabbia e rinfiancati in sabbia con eventuale soletta superiore di ripartizione dei carichi in relazione alla profondità di posa. Alle tubazioni è assegnata pendenza $i=0.5\%$ e riempimento massimo 50%.

4.3.5 Dimensionamento idraulico della rete di drenaggio

Nelle tabelle seguenti si riportano le risultanze delle analisi idrologiche ed idrauliche da cui emerge la compatibilità idraulica delle portate di progetto Q_{25} con la dimensione assegnata ai manufatti di drenaggio delle varie aree in cui è suddiviso il cantiere.

Denominazione	tronco	superfici e bacino	lunghezza tratto	tempo corruzione	portata Q_{25}	base maggiore	base minore	altezza diametro	pendenza tratto	tirante idrico	Raggio idraulico	velocità max	riempimento
		<i>m²</i>	<i>km</i>	<i>ore</i>	<i>m³/s</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m/m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m/s</i>	<i>m</i>
Area OVEST	unico	730	85	0.12	0.023	0.90	0.30	0.30	0.005	0.10	0.07	0.83	0.30
Area EST	unico	850	105	0.13	0.026	0.90	0.30	0.30	0.005	0.10	0.07	0.83	0.33

Tabella 4-1 – Dimensionamento idraulico opere di drenaggio Area di cantiere

Denominazione	tronco	superfici e bacino	lunghezza tratto	tempo corrvazione	portata Q25	base maggiore	base minore	altezza diametro	pendenza tratto	tirante idrico	Raggio idraulico	velocità max	riempimento
		km2	km	ore	m3/s	m	m	m	m/m	m	m	m/s	m
Drenaggio piazzole AS1-1.1	1-2	0.01078	257	0.33	0.191	3.00	1.00	1.00	0.002	0.19	0.15	0.87	0.19
Drenaggio piazzole AS1-1.1	2-3				0.191			0.50	0.005	320	0.143	1.354	0.640
Drenaggio piazzole AS1-1.2	3-4	0.01992	140	0.37	0.329	3.00	1.00	1.00	0.005	0.20	0.15	1.42	0.20
Drenaggio piazzole AS1-1.2	4-5				0.329			0.60	0.006	400	0.175	1.694	0.667
Drenaggio piazzole AS1-2.1	5-6	0.03331	176	0.43	0.509	3.00	1.00	1.00	0.005	0.25	0.18	1.66	0.25
Drenaggio piazzole AS1-2.2	6-7	0.04516	228	0.50	0.633			0.80	0.003	600	0.241	1.582	0.750

Tabella 4-2 – Dimensionamento idraulico opere di drenaggio Piazzole di stoccaggio

Denominazione	tronco	superfici e bacino	lunghezza tratto	tempo corrvazione	portata Q25	base maggiore	base minore	altezza diametro	pendenza tratto	tirante idrico	Raggio idraulico	velocità max	riempimento
		km2	km	ore	m3/s	m	m	m	m/m	m	m	m/s	m
Canaletta SUD	SUD1	0.00039	55	0.11	0.013	0.90	0.30	0.30	0.010	0.05	0.04	0.81	0.17
Canaletta SUD	SUD2	0.00095	135	0.14	0.028	0.90	0.30	0.30	0.010	0.05	0.04	0.81	0.17
Canaletta NORD	NORD1	0.00028	40	0.18	0.007	0.90	0.30	0.30	0.050	0.03	0.03	1.36	0.10

Tabella 4-3 – Dimensionamento idraulico opere di drenaggio Pista di cantiere

Denominazione	tronco	superfici e bacino	lunghezza tratto	tempo corrvazione	portata Q25	base maggiore	base minore	altezza diametro	pendenza tratto	tirante idrico	Raggio idraulico	velocità max	riempimento
		km2	km	ore	m3/s	m	m	m	m/m	m	m	m/s	m
Fosso gronda TEMP		0.108	660	0.51	0.66	2.75	0.75	1.00	0.002	0.75	0.39	0.60	0.75
Fosso gronda SUD		0.061	620	0.60	0.34	2.50	0.50	1.00	0.002	0.61	0.30	0.51	0.61
Fosso di gronda NORD		0.030	280	0.41	0.21	2.00	0.50	0.75	0.002	0.50	0.26	0.46	0.67

Tabella 4-4 – Dimensionamento idraulico opere di drenaggio sedime interventi 1° ambito operativo

4.3.6 Impianti di trattamento

La totalità delle acque drenate dalle aree di cantiere sarà sottoposta a trattamento al fine di abbattere gli inquinanti che possono essere suscettibili di inquinamento degli ambiti suolo e acque superficiali se direttamente rilasciati. Sono previsti i seguenti impianti di trattamento:

T1. Costituito da una vasca di sedimentazione a cui convergono le acque pluviali provenienti dall'area sedime del rilevato che saranno sottoposte a decantazione con deposito dei solidi sedimentabili, periodicamente rimossi e smaltiti presso discarica; le acque chiarificate vengono rilasciate alla fognatura comunale esistente per scorrimento a gravità; l'impianto è il medesimo che verrà realizzato durante la costruzione della Collina schermo quindi senza generare ulteriori impatti e d'interessamenti di suolo naturale.

T2. Costituito da impianto ad ossidazione totale di tipo prefabbricato attrezzato con disinfezione finale e scarico delle acque chiarificate alla stazione di sollevamento delle Piazzole; sarà riutilizzato l'impianto dell'area logistica Collina schermo con smontaggio, reinstallazione e rifacimento tubazioni di allaccio e scarico terminale.

Le acque meteoriche drenate dall'area logistica sono convogliate al sistema di drenaggio delle piazzole di caratterizzazione e saranno sottoposte a decantazione e disoleazione nell'apposito impianto.

4.3.6.1 Vasche di sedimentazione

La vasca di sedimentazione T1 è la medesima già utilizzata per la realizzazione della Collina Schermo; è una vasca realizzata in cemento armato composta da un comparto di sedimentazione e da una precamera per i solidi grossolani realizzata con vasca aperta parzialmente interrata il cui scarico avviene in un pozzetto terminale di recapito delle acque da cui le stesse sono scaricate a gravità al recettore finale. La vasca svolgerà, anche in questo secondo utilizzo, la funzione volano per limitare la portata rilasciata e non compromettere la funzionalità idraulica del recettore.

Le acque in ingresso al sedimentatore sono convogliate in una precamera con funzione di dissipazione e calma dotata di tramoggia per l'accumulo degli elementi più grossolani eventualmente trasportati dalla corrente idrica; successivamente, attraverso delle luci presenti nel setto che divide la pre-camera dal sedimentatore, l'acqua ha accesso alla vasca di sedimentazione che sarà realizzata con fondo sagomato in due falde a pendenza dell'1%, sia trasversalmente, verso il centro della vasca, sia longitudinalmente, verso la parete di monte del sedimentatore.

La ridotta velocità di percorrenza dell'acqua nella vasca di sedimentazione consente il deposito sul fondo della vasca delle sabbie e di altre particelle pesanti, alla fine della vasca le acque chiarificate sono convogliate in un pozzetto esterno terminale da cui sono scaricate a gravità al pozzetto della fognatura comunale.

Il materiale depositato sul fondo della vasca verrà rimosso periodicamente tramite lavaggio manuale con accumulo del materiale sedimentato nella tramoggia della pre-camera e da qui rimosso e trasportato a discarica; si ammette uno riempimento massimo di materiale sedimentato di circa 50cm.

La funzione volano della vasca è tale per cui la stessa è in grado di accogliere temporaneamente l'evento pluviometrico di progetto e provvedere alla lenta restituzione con una portata in uscita controllata compatibile con la fognatura ricevente; lo svuotamento della vasca avviene entro le 24 ore successive all'evento di progetto.

Il dimensionamento, già effettuato per la costruzione della Collina schermo, è stato verificato per le opere di implementazione e risulta adeguato ai contributi idraulici raccolti dall'area sedime del nuovo manufatto.

Vasca		Area effettiva	Coeff. deflusso	Area efficace	Tempo corriv	Portata entrante	Volume teorico
		<i>m²</i>	-	<i>m²</i>	<i>min</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³</i>
T1	Area sedime Interventi di implementazione	108.000	0,4	43.200	25	0.830	1200

Tabella 4-5 – Dimensionamento idraulico vasche di sedimentazione

La vasca T1 è in calcestruzzo armato rettangolare lungo 56-55m e largo 16-17m, dimensionato per accogliere un tirante massimo di 1,6m; il volume effettivo disponibile minimo è pari a circa 1320m³.

Il calcoli relativi alla sedimentazione del materiale in sospensione che transita nelle vasche sono stati effettuati considerando, cautelativamente, la vasca piena (battente di 160cm e volume di 1320m³).

Il tempo di residenza delle particelle fluide è dato dal rapporto:

$$Tr = V / Q_{out}$$

Dimensionando l'impianto di rilancio a valle della vasca con una portata, Q_{out} , di 75l/s, si ottiene un tempo di residenza nella vasca pari a 26400s, corrispondenti a poco più di 7 ore.

La sedimentazione è regolata dalla legge di Stokes secondo cui il tempo di sedimentazione vale:

$$Ts = \frac{g}{18\mu} (\gamma_s - \gamma_a) D^2$$

uguagliando i due tempi si ottiene il diametro minimo delle particelle sedimentabili. Nel caso in esame esso è pari a:

$$D=0,0017\text{cm.}$$

4.3.6.2 Stazioni di sollevamento

È prevista l'utilizzazione della stazione di sollevamento S1, già realizzata per la costruzione della Collina schermo; essa raccoglie le acque provenienti dal drenaggio dell'area sedime del nuovo rilevato attraverso i fossi di guardia e le convoglia alla vasca di sedimentazione T1.

Cod impianto	Pompe n	Portata l/s	Prevalenza m	Diametro mandata mm	Lungh. mandata m
S1	2	75	13	200	400

Tabella 4-6 – Caratteristiche delle stazioni di rilancio

L'impianto è costituito da due pompe tipo Flygt 3153, di cui una con funzione di riserva.

La portata e la prevalenza manometrica di ciascuna pompa è pari rispettivamente a 75l/s e 13m.

Le mandate delle singole pompe sono costituita da tubazioni in acciaio AISI304 di diametro 80mm che poi convogliano le acque nella tubazione in uscita di diametri 200 e 150mm; le condotte di mandata delle due pompe vengono unificate in un'unica mandata in un pozzetto posto in prossimità dell'impianto di rilancio. Le dimensioni della camera di carico dell'impianto sono state progettate imponendo un intervallo minimo del ciclo della singola pompa pari all'intervallo di tempo tra due successive partenze o due successivi arresti della pompa, in modo da garantire una capacità di compenso fra il livello massimo e quello minimo, secondo la nota formula:

$$W = \frac{Q\tau}{4}$$

con

W volume di compenso della pompa, in m³,

Q portata sollevata dalla singola pompa, in m³/s,

τ tempo del ciclo, posto pari a 360s (10 avvii orari).

4.3.6.3 Recapito finale

Il recapito finale è individuato nella fognatura comunale esistente costituita da una tubazione ovoidale in calcestruzzo di dimensioni 125x80cm che ha origine da un pozzetto posto in adiacenza al terminal "Bricchette". Ad essa convergono le acque di scarico della vasca T1.

Le acque meteoriche drenate nell'area logistica sono convogliate alla vasca di sedimentazione e laminazione prevista nell'ambito delle Piazzole di caratterizzazione.

Le acque chiarificate in uscita dall'impianto di depurazione reflui domestici dell'area logistica sono convogliate alla vasca di laminazione delle Piazzole di cui sopra.

4.4 Descrizione dei volumi e delle tipologie di materiali e risorse impiegati nelle lavorazioni

4.4.1 Fabbisogni

I volumi di terreno di scavo proveniente dai cantieri AV di Firenze destinato alla implementazione della funzione ambientale della Collina Schermo sono previsti pari a 1'500'000 m³ di materiale "rigonfiato" per effetto dello scavo.

Il processo di essiccazione necessario per la messa in opera e poi di compattazione produrranno una riduzione di questo volume che, non valutabile in maniera deterministica a priori, può essere stimato circa in un 20%.

4.4.2 Gestione dei materiali per approvvigionamento

I materiali destinati alla realizzazione della implementazione della funzione ecologica e paesaggistica della Collina Schermo provengono dallo scavo delle gallerie del Passante AV del Nodo di Firenze e della nuova stazione AV di Firenze.

Questi materiali, in parte francamente argilloso limosi, in parte granulari con presenza di una sensibile o abbondante frazione fine, vengono totalmente rimescolati e rimaneggiati a seguito del processo costruttivo; tale rimaneggiamento risulta particolarmente accentuato e determinante ai fini della determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali nel caso dei materiali provenienti dalle gallerie del Passante AV (scavo con fresa EPBM).

I materiali di entrambe le provenienze, senza mai essere fra loro mescolati, verranno trasportati per ferrovia fino al Terminal Bricchette, presso la centrale Enel di Santa Barbara. Qui saranno scaricati dai vagoni ferroviari tramite tramogge e trasferiti su camion fino alle "piazzole di caratterizzazione", appositamente predisposte per contenere il materiale di scavo fino alla completa caratterizzazione chimico-ambientale. Si prevede che il tempo di sosta necessario nelle piazzole di caratterizzazione sia di circa 5 giorni.

Per quanto detto precedentemente i materiali provenienti dallo scavo delle gallerie non sono certamente idonei alla posa in opera e compattazione per la realizzazione della collina a causa del contenuto d'acqua eccessivo. Per ridurre il contenuto d'acqua devono essere stesi in strati di spessore non maggiore di 0.80 m e saranno periodicamente rivoltati per esporre all'aria costantemente la parte più umida. I tempi richiesti per questo processo di essiccazione sono stati stimati, in relazione al contenuto d'acqua iniziale, a quello finale per la compattazione ed in relazione alle condizioni meteoriche dei diversi mesi dell'anno, fra 10 e 27 giorni. Il periodo più critico per questa attività è evidentemente quello che va da novembre a gennaio.

Per quanto riguarda i materiali provenienti dallo scavo della stazione AV non è da escludere che possano essere messi in opera "tal quale", ma, data la presenza costante in questi materiali di una sensibile frazione argillosa, è presumibile che anche questi possano richiedere una fase di asciugatura, che tuttavia sarà molto più rapida (3÷5 giorni in relazione al periodo dell'anno).

Questa fase di asciugatura potrà essere effettuata in larga misura sull'area destinata alla realizzazione della collina in quanto gli spazi disponibili consentono, almeno per le prime fasi di costruzione, lo sviluppo di un ciclo completo di asciugatura anche della durata maggiore senza bloccare la costruzione.

Successivamente, a causa del ridursi progressivo della ampiezza della superficie di lavoro alla sommità della collina, sarà necessario, per non rallentare i lavori, sviluppare questa attività di asciugatura nelle piazzole di accumulo appositamente predisposte. Si è stimato che una percentuale variabile fra il 20% ed il 36% del materiale che andrà a costituire la collina dovrà transitare dalle piazzole di accumulo temporaneo.

Una volta che il terreno abbia comunque raggiunto le caratteristiche idonee sarà compattato fino a raggiungere le caratteristiche minime richieste:

- peso di volume secco ≥ 90 % del peso di volume secco determinato mediante prova proctor modificata
- angolo di resistenza al taglio $\Phi' \geq 26^\circ$

La realizzazione della collina procederà per piani leggermente inclinati verso l'interno con pendenza di almeno il 2÷3 % in modo da allontanare l'acqua meteorica dai paramenti. Nel punto più depresso della superficie superiore l'acqua sarà raccolta e convogliata secondo quanto previsto dal piano di cantierizzazione.

4.4.3 Descrizione delle quantità, delle tipologie e delle modalità di approvvigionamento della risorsa idrica

4.4.3.1 Tipologia e caratteristiche dell'acqua utilizzata nei cantieri

La dotazione idrica per il cantiere prevede fornitura di acque potabili per gli usi fisiologici del personale operativo impiegato e acque non potabili per le eventuali bagnature dei piazzali e piste di servizio:

Acqua potabile: l'acqua deve essere incolore, limpida, priva di odori e sapori sgradevoli, batteriologicamente pura; sono classificate acque potabili quelle che presentano valori dei parametri chimico-fisici e microbiologici entro i limiti di qualità stabiliti dal D.Lgs. 31/2001.

È previsto l'uso di acque potabili solo per utilizzo igienico-sanitario (lavabi, docce, WC, ecc...) all'interno dell'area logistica di cantiere; l'approvvigionamento avverrà tramite autobotti che prelevando da acquedotto nei punti e nelle quantità concordate con l'Ente alimenteranno, con ricarica giornaliera, le cisterne predisposte in area riservata in cantiere.

Le cisterne dovranno essere conformi alla normativa vigente per la conservazione di acque potabili da consumo umano.

La distribuzione della risorsa idrica potabile all'interno del cantiere avverrà con tubazioni in PEAD PN10, posata ad opportuna profondità al fine di garantire la conservazione qualitativa e predisponendo allacci in tutti i fabbricati dove sono presenti servizi, spogliatoi, ecc..

Acqua non potabile: sono acque utilizzate per la bagnatura di piste e piazzali e pertanto potranno essere riusate le acque meteoriche di dilavamento in uscita dalle vasche di sedimentazione. È prevista la realizzazione di una vasca serbatoio nel progetto delle piazzole a servizio del cantiere, ad essa sarà collegata una pompa per il prelievo e predisposto un manicotto a cui allacciare le autobotti che provvederanno alle bagnature.

4.4.3.2 Volumi e portate richiesti

Il volume e la portata richiesti sono stati determinati con riferimento alla domanda idrica media giornaliera, la domanda è stata stimata considerando sia i consumi sul fronte operativo di realizzazione del rilevato sia quelli nell'area logistica.

La quantità di acqua potabile necessaria è stata determinata con riferimento al personale addetto al cantiere, comprende gli usi di servizi igienici, spogliatoi e docce, uffici, fornitura di acqua calda, pulizia dei locali. La dotazione idrica per addetto è stimata in QAE=100 l/gg.

La quantità di acqua di lavorazione necessaria è stata determinata associando un valore giornaliero caratteristico per tipologia di consumo: il lavaggio automezzi e mezzi operativi richiede un consumo di 100 l/mezzo, prevedendo un lavaggio settimanale per ogni mezzo; la bagnatura della pista e del piazzale logistico si concentra nel periodo estivo dove sono necessari anche due lavaggi al giorno; la domanda idrica in tali periodi (circa 90 gg all'anno) è stimata in 2 l/m² (1 l/m² per ogni lavaggio).

AREA DI CANTIERIZZAZIONE	UNICA					
TIPOLOGIA	LOGISTICA - OPERATIVA - CAMPO BASE					
FUNZIONE	Campo base					
ADDETTI (n° medio)	40					
USI ED ATTIVITA'	RIFERIMENTI		CONS. SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantita'	UM	Quantita'	UM	POTABILE lt/gg	NON POT. lt/gg
Confezionamento calcestruzzi	500	m ³ /gg	0	l/ m ³	-	-
Rifornimento autobetoniere	50	n/gg	0	l/n	-	-
Lavaggio automezzi e mezzi operativi	60	n/gg	100	l/n	-	857
Bagnatura piazzali e strade	7220	m ²	2	l/ m ² /gg	-	14.440
Dotazione idrica personale	40	n	100	l/gg AE	4.000	-
Pulizia locali residenziali	2460	m ²	1	l/ m ² /gg	2.460	-
Pulizia locali tecnologici	520	m ²	0.2	l/ m ² /gg	-	104
TOTALI					6.460	15.401

Tabella 4-7 – Dotazione idrica presunta per cantiere

4.4.4 Descrizione delle modalità di smaltimento di reflui ed acque di scorrimento dai cantieri

Lo smaltimento delle acque meteoriche e la depurazione dei reflui viene suddiviso per tipologia: acque reflue domestiche ed acque meteoriche di dilavamento. L'area logistica a servizio del cantiere sarà attrezzata con rete fognaria di cantiere per la raccolta separata delle acque reflue e delle acque meteoriche; le prime saranno convogliate ad uno specifico impianto di depurazione con scarico finale delle acque chiarificate alla stazione di rilancio prevista nell'ambito delle Piazzole di caratterizzazione; le seconde saranno drenate da canalette perimetrali e convogliate alla vasca di sedimentazione e disoleazione a servizio delle piazzole di caratterizzazione.

4.4.4.1 Sistema di raccolta e trasporto dei reflui

Acque reflue domestiche: acque provenienti dagli insediamenti di tipo residenziale e dal metabolismo umano: servizi igienici, lavabi, docce, ecc., presentano carichi inquinanti con frazione importante di solidi e liquidi organici per i quali è previsto un trattamento completo ad ossidazione totale e disinfezione.

La raccolta sarà fatta con rete fognaria interrata dedicata alle acque nere realizzata con tubazioni in PVC SN4 diametro Ø200-250mm alla quale saranno conferiti tutti gli scarichi e convergente all'impianto di trattamento.

Acque meteoriche di dilavamento: sono le acque di precipitazione e sono soggette a dilavamento delle superfici dei piazzali e delle coperture di fabbricati. Le aree di lavorazione saranno impermeabilizzate e convogliate direttamente alle canalette in perimetrali e da qui alla vasca di sedimentazione; le acque di dilavamento delle superfici permeabili saranno anch'esse raccolte nelle canalette in calcestruzzo e avviate alla vasca di sedimentazione.

Oli, idrocarburi, additivi chimici, vernici: saranno raccolti in serbatoi a tenuta e smaltiti saltuariamente presso centri autorizzati.

4.4.4.2 Impianti di depurazione per acque reflue domestiche

I depuratori installati in cantiere dovranno essere forniti con garanzia del fornitore sul rispetto dei limiti qualitativi imposti dal D.Lgs 152/2006 Allegato 5; essi dovranno essere autorizzati dagli Enti competenti e saranno dotati di pozzetto di controllo per le ispezioni degli organi controllori.

Gli impianti di depurazione potranno essere di diversa tipologia comunque attrezzati con una fossa Imhoff di pre-trattamento e dovranno essere comprese le seguenti fasi:

- grigliatura iniziale: nel pozzetto di testata viene inserita una griglia a barre verticali il cui scopo è quello di trattenere i corpi grossolani presenti nel liquame; la pulizia avviene manualmente durante le normali fasi di manutenzione e controllo;

- ossidazione biologica: le acque vengono convogliate nel comparto di ossidazione biologica dove la sostanza organica inquinante viene consumata e trasformata da una specifica popolazione batterica che in vasca di ossidazione trova le ideali condizioni per formarsi e per crescere permettendo l'eliminazione della sostanza organica eccedente; il fango in esubero verrà saltuariamente estratto mediante autobotte ed inviato a discarica autorizzata;
- sedimentazione finale: è realizzata in un comparto nel quale la flora batterica viene separata dal liquame attraverso una sedimentazione sul fondo in condizioni di calma idraulica, i fiocchi di fango attivo trattenuti attraverso il fenomeno della bioflocculazione; dalla superficie del decantatore viene raccolta l'acqua ormai chiarificata ed inviata alla disinfezione;
- disinfezione: avviene nel comparto terminale con lo scopo di disinfettare le acque depurate distruggendo i microrganismi patogeni ancora eventualmente presenti; il trattamento prevede l'impiego di una soluzione di ipoclorito di sodio opportunamente miscelata con il liquame e lasciata reagire con esso per un tempo sufficiente a garantire l'effetto desiderato;
- scarico finale: a valle dell'impianto e prima del rilascio alla stazione di rilancio verrà ubicato un pozzetto d'ispezione accessibile per il prelievo dei campioni e per gli eventuali controlli sull'abbattimento del carico inquinante delle acque trattate.

4.4.4.3 Impianti di trattamento acque di prima pioggia e dilavamento

La rete di raccolta delle acque di dilavamento provenienti da tutto il pavimentato dell'area logistica di cantiere sono convogliate all'impianto di trattamento previsto nell'ambito delle Piazzole di caratterizzazione S.Barbara. L'impianto è dotato di una prima vasca di sedimentazione dove i solidi sedimentabili saranno raccolti sul fondo e sfangati durante le attività di manutenzione; successivamente le acque convergono al disoleatore realizzato con filtri a coalescenza e tale da raccogliere e trattenere per ingrossamento le particelle oleose rilasciando solo la frazione chiarificata; infine le acque attraverseranno un filtro a carboni attivi per la filtrazione finale e saranno poi convogliate alla stazione di rilancio per il conferimento finale nella fognatura comunale.

4.4.4.4 Serbatoi di raccolta idrocarburi, oli e bitumi

Gli idrocarburi, oli e grassi minerali, tensioattivi e solidi sedimentabili richiedono particolari operazioni di trattamento depurativo che non potranno essere realizzate all'interno dei cantieri. I quantitativi prodotti sia per sversamento, sia per lavaggio di officine ed aree di lavoro saranno raccolti in serbatoi a tenuta da cui verranno saltuariamente prelevati con autobotte ed inviati ad un centro specializzato di trattamento.

Le officine ed i luoghi ove è prevista la produzione di questi reflui verranno pavimentati e delimitati al fine di impedire l'uscita del refluo che verrà raccolto e stoccato nei serbatoi di accumulo.

4.4.5 Descrizione delle quantità e del tipo di materiali di risulta dai cantieri

4.4.5.1 Materiali di scavo

Non sono previste significative attività di scavo in sito. I materiali di scavo potranno comunque essere utilizzati insieme con i materiali di apporto provenienti dai cantieri di Firenze.

4.4.5.2 Materiali derivanti dalla dismissione delle aree di cantiere materiali derivanti dalle demolizioni

Le attrezzature di cantiere sono prevalentemente costituite da impianti e/o fabbricati facilmente smontabili e mobili. A tal riguardo si osserva che i fabbricati sono realizzati in parte da monoblocchi prefabbricati di piccole e medie dimensioni ed in parte prefabbricati componibili di grandi dimensioni, quali ad esempio gli edifici ad uso spogliatoi, magazzini e gli uffici del cantiere logistico. In entrambi i casi non sono richieste particolari strutture di appoggio a terra, ma solamente piccoli plinti, nel primo caso, un modesto basamento a platea nel secondo caso. Una volta poste in opera occorre unicamente eseguire gli eventuali allacci alle reti impiantistiche. Gli allestimenti interni, commercialmente reperibili, sono i più diversificati e coprono tutte le possibili esigenze di cantiere.

Di regola queste attrezzature non vengono dismesse, ma riutilizzate in altre realtà produttive; in caso di dismissione completa si prevede il trattamento di materiali di risulta in idonei impianti di smaltimento, previa separazione dei materiali componenti (materiali ferrosi, materiali plastici, ecc.).

A questo riguardo si precisa che detti prefabbricati devono presentare caratteristiche di conformità alle normative in materia di igiene del lavoro (tra cui la legge 81/08 e s.m.i.), pertanto per la costruzione degli stessi non è possibile impiegare materiali tossici e/o nocivi.

Per gli eventuali materiali di risulta di cui non è possibile il riutilizzo si prevede lo smaltimento presso gli impianti di smaltimento di Rifiuti Speciali. A questo riguardo si precisa che in questa sede non risulta possibile individuare le quantità dei Rifiuti Speciali residuali dallo smontaggio di un qualsiasi impianto mobile in quanto le stesse dipendono intrinsecamente dalle tipologie e dalle modalità di installazione degli impianti in questione, al momento non definibili.

Per maggiori dettagli sul ripristino delle aree di cantiere, si rimanda all'elaborato FEW140D22RHCA0510002 "*Piano di cantierizzazione. Aspetti ambientali: relazione*".

4.4.5.3 Rifiuti urbani (RU) ed assimilabili

Si precisa che non sono previste attività che comportano la produzione e/o il trattamento di materiali inquinanti; nello specifico si osserva che nelle aree di cantierizzazione sono state individuate attività di:

- ristoro e ricovero delle maestranza (spogliatoi);
- direzionali logistiche (uffici tecnici);
- magazzinaggi, stoccaggio mezzi e materiali;
- officina ed assistenza meccanica.

A questo riguardo si evidenzia che il trattamento dei reflui ed i materiali oleosi prodotti nelle attività sopra descritte sono specificatamente analizzati all'interno del paragrafo 4.4.4, mentre i rifiuti urbani verranno conferiti presso i siti di deposito definitivo autorizzati per lo smaltimento di tale tipo di rifiuto. Presso le aree di cantiere sarà prevista la localizzazione di un'isola ecologica per la raccolta differenziata dei rifiuti, al fine di ridurre il quantitativo destinato allo smaltimento in discarica. I rifiuti prodotti nel cantiere durante la lavorazione dovranno essere raccolti in depositi temporanei secondo le modalità previste dal **D.Lgs n. 152/2006** (*Testo Unico sull'Ambiente*) – *Parte quarta* – “*Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*” e dal **D.Lgs 16 gennaio 2008 n° 4** - “*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n°152, recante norme in materia ambientale*”.

L'art. 183 comma 1, lettera m) definisce “**deposito temporaneo**” il raggruppamento dei rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, alle seguenti condizioni:

“1) i rifiuti depositati non devono contenere policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani, policlorodibenzofenoli in quantità superiore a 2,5 parti per milione (ppm), né policlorobifenile e policlorotrifenili in quantità superiore a 25 parti per milione (ppm);

2) i rifiuti devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore, con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 10 metri cubi nel caso di rifiuti pericolosi o i 20 metri cubi nel caso di rifiuti non pericolosi. In ogni caso, allorchè il quantitativo di rifiuti pericolosi non superi i 10 metri cubi l'anno e il quantitativo di rifiuti non pericolosi non superi i 20 metri cubi l'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;

3) il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;

4) devono essere rispettate le norme che disciplinano l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose;

5) per alcune categorie di rifiuto, individuate con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare di concerto con il Ministero per lo sviluppo economico, sono fissate le modalità di gestione del deposito temporaneo”.

Il corretto smaltimento dei rifiuti prodotti durante le lavorazioni avverrà secondo le seguenti modalità previste dall'art. 182 del D.lgs n. 152/2006 e s.m.i.:

- *“Lo smaltimento dei rifiuti è effettuato in condizioni di sicurezza e costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti, previa verifica, da parte della competente autorità, della impossibilità tecnica ed economica di esperire le operazioni di recupero di cui all'articolo 181. A tal fine, la predetta verifica concerne la disponibilità di tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché vi si possa accedere a condizioni ragionevoli”;*
- *“I rifiuti da avviare allo smaltimento finale devono essere il più possibile ridotti sia in massa che in volume, potenziando la prevenzione e le attività di riutilizzo, di riciclaggio e di recupero”;*
- *“Lo smaltimento dei rifiuti è attuato con il ricorso ad una rete integrata ed adeguata di impianti di smaltimento, attraverso le migliori tecniche disponibili e tenuto conto del rapporto tra i costi e i benefici complessivi, al fine di: a) realizzare l'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in ambiti territoriali ottimali; b) permettere lo smaltimento dei rifiuti in uno degli impianti appropriati più vicini ai luoghi di produzione o raccolta, al fine di ridurre i movimenti dei rifiuti stessi, tenendo conto del contesto geografico o della necessità di impianti specializzati per determinati tipi di rifiuti; c) utilizzare i metodi e le tecnologie più idonei a garantire un alto grado di protezione dell'ambiente e della salute pubblica”;*
- *“Nel rispetto delle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133...”;*
- *“È vietato smaltire i rifiuti urbani non pericolosi in regioni diverse da quelle dove gli stessi sono prodotti, fatti salvi eventuali accordi regionali o internazionali, qualora gli aspetti territoriali e l'opportunità tecnico-economica di raggiungere livelli ottimali di utenza servita lo richiedano. Sono esclusi dal divieto le frazioni di rifiuti urbani oggetto di raccolta differenziata destinate al recupero per le quali è sempre permessa la libera circolazione sul territorio nazionale al fine di favorire quanto più possibile il loro recupero, privilegiando il concetto di prossimità agli impianti di recupero...”*
- *“Le attività di smaltimento in discarica dei rifiuti sono disciplinate secondo le disposizioni del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36, di attuazione della direttiva 1999/31/CE...”*

I rifiuti pericolosi e non pericolosi prodotti dall'attività di cantiere saranno raccolti e conservati in depositi temporanei separati secondo la diversa classificazione dei rifiuti, così come definita dall'art. 184 del D.lgs n. 152/2006 e s.m.i., fino allo smaltimento finale secondo quanto previsto in precedenza.

Si precisa, infine, che nelle successive fasi progettuali verranno stipulati accordi con gli enti competenti e/o gli impianti esistenti individuati sul territorio in esame, per ottenere le necessarie autorizzazioni al fine dello smaltimento delle diverse tipologie di rifiuto prodotte durante le lavorazioni di progetto.

5 IL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DELLE PIAZZOLE DI CARATTERIZZAZIONE E STOCCAGGIO PROVVISORIO

5.1 Piazzole di caratterizzazione

Una volta giunti al Terminal Ferroviario dell'ex miniera di Santa Barbara, i container con i terreni verranno caricati su camion e trasportati nell'area di caratterizzazione appositamente realizzata. In quest'area i terreni saranno sottoposti ad analisi chimiche in ottemperanza a quanto previsto dall'art.186 del D.Lgs. 152/06 recentemente sostituito dal D.Lgs. 16 gennaio 2008 n.4.

L'area adibita alla caratterizzazione dei terreni è suddivisa in piazzole tali da garantire la rintracciabilità dei lotti di terreno scavati presso i cantieri di origine. All'interno delle singole piazzole saranno accumulati solo terreni scavati con una determinata metodologia di scavo. Le piazzole occupano una superficie complessiva di circa 45.000 m² (Figura 5-1).

Tre piazzole, con superficie di circa 4200 m² ciascuna, per una capienza di poco inferiore a 5000 m³, accoglieranno i terreni provenienti dallo scavo eseguito con le frese (TIPO A), 8 piazzole con superficie di circa 1900 m², ciascuna per una capienza di poco inferiore a 4200 m³, sono destinate alla caratterizzazione dei terreni provenienti da scavi eseguiti con metodi tradizionali (TIPO B) e 2 piazzole, con superficie di circa 2000 m², per una capienza di poco inferiore a 4200 mc, allo stoccaggio dei terreni provenienti dagli scavi per i pali e diaframmi (TIPO C). Due delle piazzole tipo B, saranno destinate ad un utilizzo promiscuo, accogliendo terre di tipo A durante lo scavo meccanizzato delle gallerie e in alternativa di tipo B, durante i periodi di minor afflusso dei terreni di tipo A. Le piazzole tipo A saranno delimitate sul perimetro da New Jersey di altezza 1m, mentre quelle di tipo B e C, che dovranno contenere cumuli di terreno del volume sopra indicato, saranno delimitate da muri di altezza pari a 2.5m.

Le aree verranno sistemate mediante scavi e riporti, con materiale proveniente dagli scavi di regolarizzazione e approntamento dell'area destinata alla collina schermo (Figura 5-2). Nelle zone dove sono previsti i rinterri, verrà realizzato dapprima uno scotico superficiale, di spessore minimo pari a 20cm, del terreno vegetale e del materiale organico in genere; successivamente la superficie di posa del rilevato verrà conformata a gradoni, per la realizzazione del rinterro per strati di altezza compresa tra i 30 ed i 50 cm. Il terreno verrà opportunamente compattato fino al raggiungimento delle caratteristiche necessarie per la realizzazione dei piazzali di caratterizzazione.

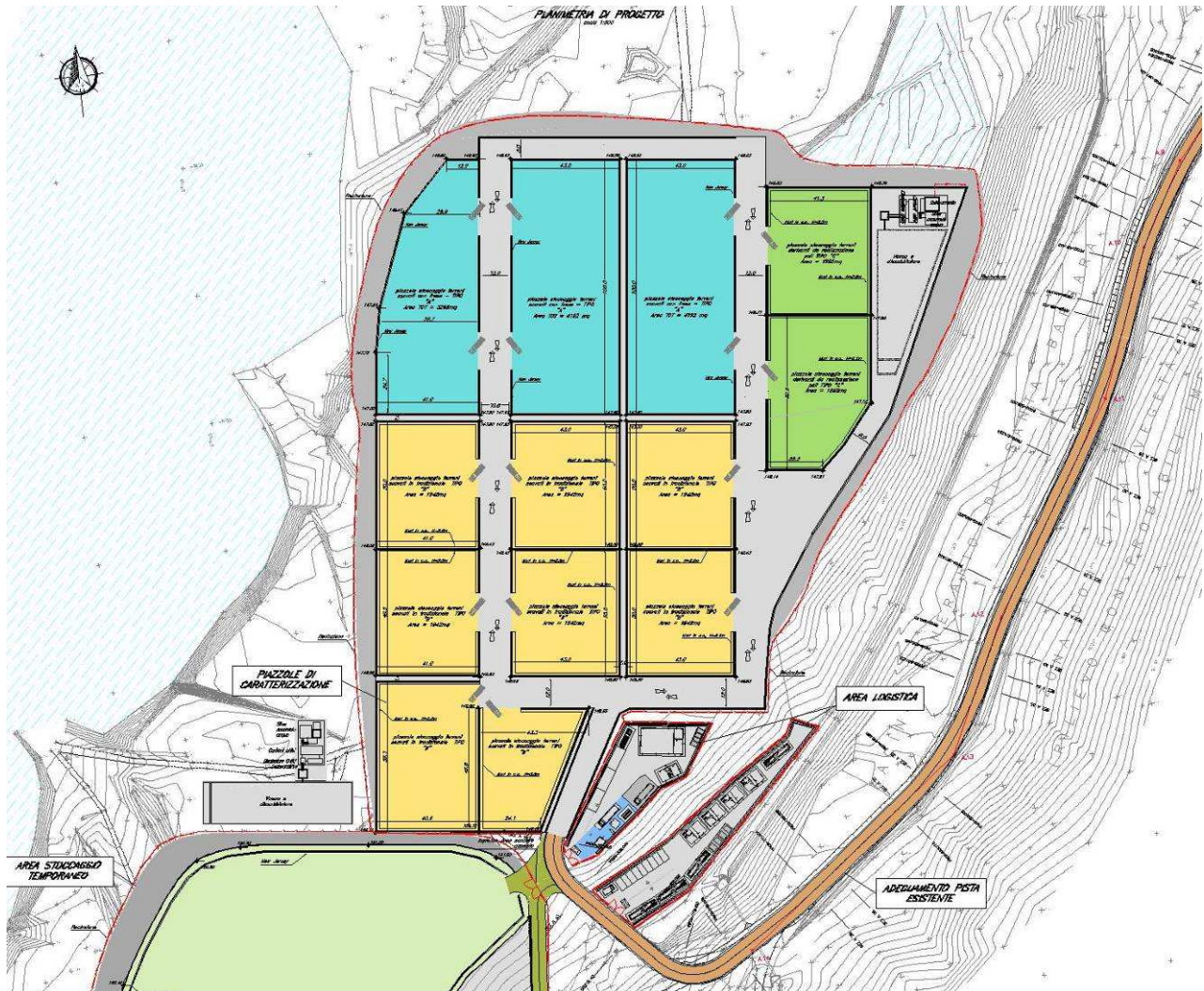


Figura 5-1 - Planimetria piazzole di caratterizzazione

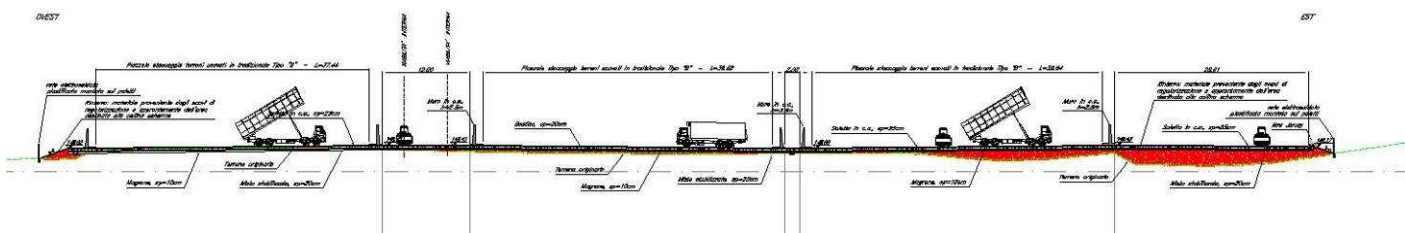


Figura 5-2 - Sezione tipo piazzole

La pavimentazione dei piazzali verrà realizzata mediante una sovrastruttura di tipo rigido, costituita da lastre in cls di spessore 25 cm poggiate su uno strato di calcestruzzo magro con spessore di 10cm (Figura 5-3). La motivazione che ha indotto a scegliere tale tipo di sovrastruttura per un'area di stoccaggio provvisorio, è di carattere ambientale in quanto il materiale proveniente dallo smarino dei lavori AV, potrebbe contenere degli agenti inquinanti per il terreno in sito.

Si è pertanto deciso di adottare una sovrastruttura impermeabile per impedire la percolazione nel sottosuolo di eventuali inquinanti. Per avere maggiori garanzie di impermeabilità, tra la soletta in c.a. ed il sottostante strato di livellamento in calcestruzzo magro è stato interposto un geocomposito bentonitico. I giunti della pavimentazione verranno inoltre sigillati mediante water-stop.

Per la parte sottostante la pavimentazione è stato previsto uno strato di misto granulare stabilizzato di spessore pari a 20cm.

Al termine di tutte le lavorazioni connesse con la realizzazione della collina schermo è previsto il ripristino delle aree utilizzate mediante la demolizione delle opere civili costruite e lo smantellamento dei cantieri presenti.

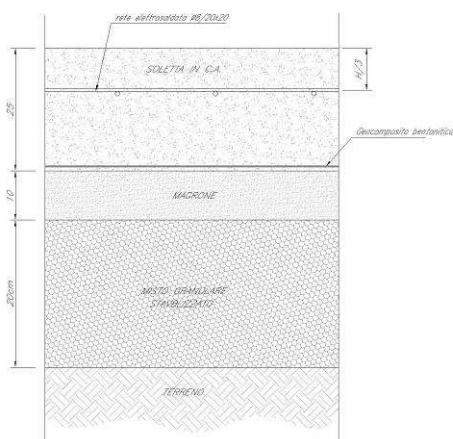


Figura 5-3 - Particolare sovrastruttura di tipo rigido

Nelle aree di caratterizzazione la viabilità presenta una larghezza di 8m nella parte perimetrale ed una larghezza di 12.00 m nella parte interna dove di norma è previsto l'ingresso dei mezzi di cantiere alle piazzole. Il pacchetto stradale della viabilità presenta le stesse caratteristiche della pavimentazione delle piazzole di caratterizzazione. Sul lato esterno della viabilità è prevista una protezione tramite New Jersey.

5.2 Aree di stoccaggio provvisorio

A sud delle piazzole di caratterizzazione è prevista la realizzazione di un'area di stoccaggio per ospitare temporaneamente il terreno in uscita dalle aree di caratterizzazione prima della sua utilizzazione per la costruzione della collina schermo.

La zona di stoccaggio, di dimensioni complessive pari a circa 35.000 m², è realizzata mediante la messa in piano dell'area e la realizzazione di due macrolivelli (Figura 5-4).

Le aree sono realizzate mediante le seguenti operazioni:

- scotico;
- eventuale rinterro e compattazione del terreno fino al raggiungimento delle caratteristiche necessarie al transito dei mezzi di movimentazione.
- costruzione di una pavimentazione in cls, analoga a quella delle piazzole di caratterizzazione (lastre in cls di spessore 25 cm, strato di calcestruzzo magro con spessore di 10cm, sottofondo in misto granulare stabilizzato di spessore 20 cm). Per avere maggiori garanzie di impermeabilità, tra la soletta in c.a. ed il sottostante strato di livellamento in calcestruzzo magro è stato interposto un geocomposito bentonitico. I giunti della pavimentazione verranno inoltre sigillati mediante water-stop.

L'area sarà dotata di una recinzione perimetrale.



Figura 5-4 - Planimetria Area di stoccaggio temporaneo

5.3 Individuazione dell'area logistica propedeutica alla realizzazione delle piazzole

In merito all'area logistica da predisporre per le presenti piazzole si fa riferimento a quanto già stabilito al precedente paragrafo 3.5.

L'area logistica, infatti, corrisponde con quella già descritta per il processo di realizzazione del primo ambito operativo d'implementazione che, essendo installata all'inizio dell'intero processo produttivo, verrà utilizzata anche a servizio della realizzazione delle piazzole di caratterizzazione.

5.4 Accessi e viabilità

La viabilità prevista per i mezzi è la medesima che, dal Terminal di Bricchette, arriva all'area delle piazzole già descritta nel precedente paragrafo 4.1.1, a cui si rimanda per maggiori dettagli. È prevista, inoltre, una viabilità che contorna le aree di stoccaggio e consente lo sviluppo delle azioni di carico e scarico in sicurezza. Per ridurre al minimo l'impatto dei mezzi di cantiere sulla viabilità locale e provvisoria tutti i mezzi impiegati nelle lavorazioni dovranno essere giornalmente lavati prima dell'uscita dal cantiere attraverso l'impianto di lavaggio all'uopo predisposto. Tuttavia per evitare qualsiasi soggezione sono stati previsti degli interventi di lavaggio delle strade in prossimità del cantiere, da parte di una ditta specializzata, a cadenza tri-settimanale.

5.5 Opere idrauliche a supporto del processo di cantierizzazione

I piazzali pavimentati sono stati configurati in modo da garantire un adeguato smaltimento delle acque meteoriche.

Per i calcoli di dettaglio si rimanda all'apposita relazione (FEW140D29RICA0511001 "*Piazzole di caratterizzazione e stoccaggio - Relazione idraulica*"); in questa sede viene fornita una breve descrizione dello schema idraulico, per il drenaggio delle acque bianche dal piazzale di caratterizzazione, dell'area di stoccaggio temporaneo e dalla viabilità di collegamento ai cantieri.

Per le piazzole di caratterizzazione, allo scopo di assicurare l'allontanamento delle acque meteoriche afferenti alla superficie pavimentata è stata individuata l'area colante con linee di compluvio e di displuvio; una rete di drenaggio a gravità consentirà il deflusso delle acque di pioggia.

Il progetto della rete drenante è tale da far confluire le acque ricadenti sulla pavimentazione del piazzale in una vasca di accumulo con funzioni anche di dissabbiatore; dalla vasca le acque vengono poi recapitate ad un impianto di trattamento costituito da disoleatore e filtri a carboni attivi. Le acque depurate verranno inviate nella fognatura esistente, ubicata nei pressi del Terminal Bricchette, mediante una mandata in pressione.

Per lo smaltimento delle acque di drenaggio dall'area di caratterizzazione è stato previsto l'utilizzo di tubazioni in PEAD a sezione circolare, di canalette rettangolari, aperte o grigliate, e di fossi a sezione trapezoidale.

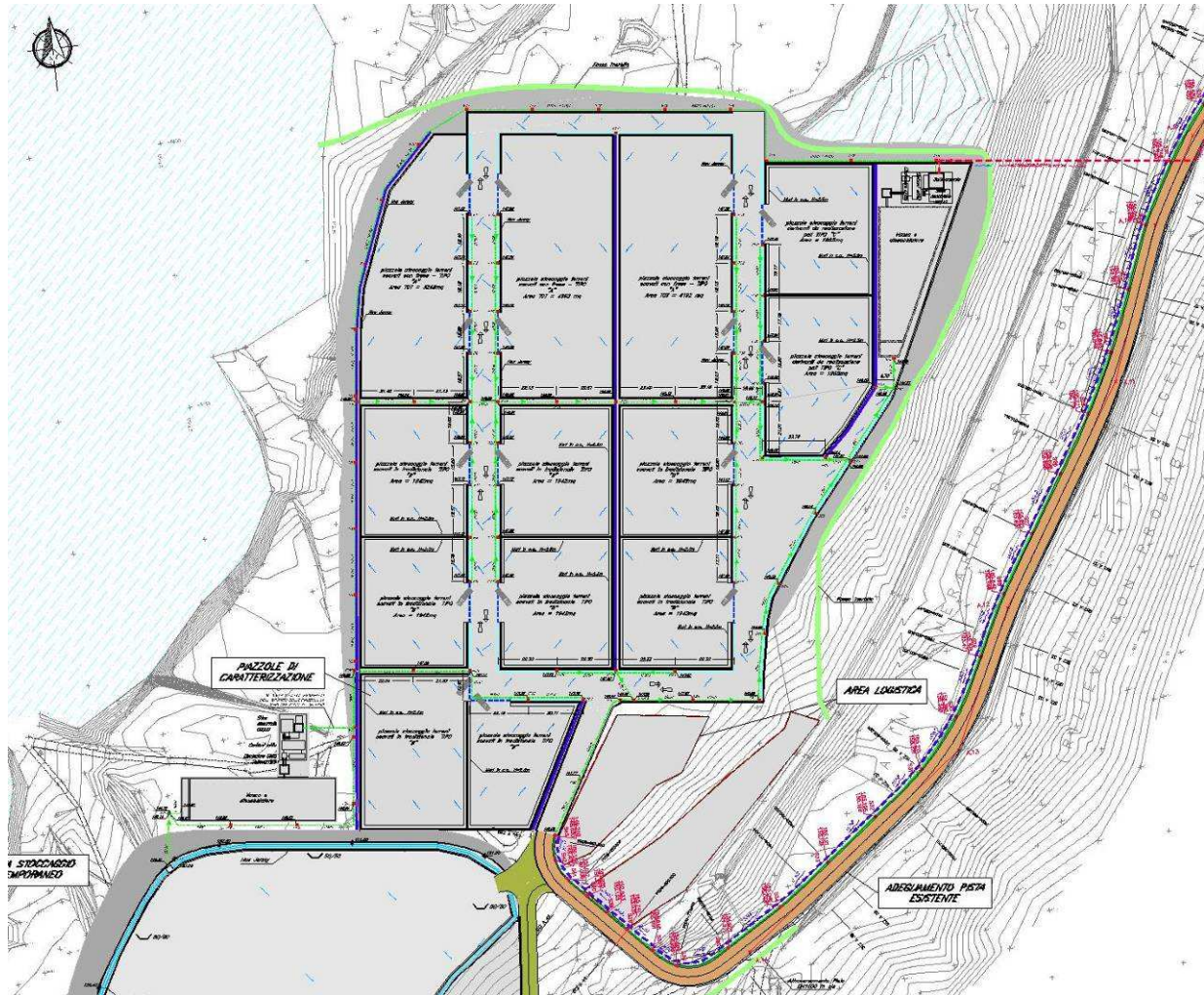


Figura 5-5 - Planimetria idraulica Piazzole di caratterizzazione

Per lo smaltimento dell'acque meteoriche afferenti alle piazzole di caratterizzazione, il piazzale è stato suddiviso in più parti ed il drenaggio di ciascuna area viene effettuato mediante una canaletta aperta a sezione rettangolare di dimensioni 40 x 60 ubicata nella zona centrale, lungo una linea di minimo. Per evitare che il terreno accumulato sulle piazzole possa cadere nelle le canalette queste sono state protette lateralmente da due New Jersey.

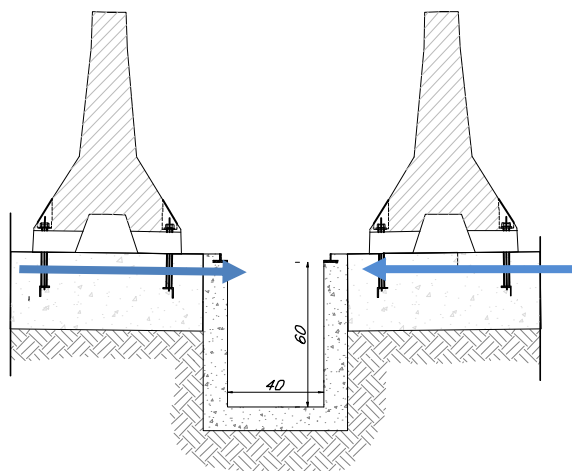


Figura 5-6 - Sistema di smaltimento acque piazzale di stoccaggio

Le acque raccolte dalle canalette vengono convogliate alla Linea di Smaltimento Principale, costituita da tubi in PEAD di diametro compreso tra 300 e 800mm, che le recapita alla vasca di accumulo.

In corrispondenza di cambi di sezione, affinché le normali operazioni di manutenzione e pulizia possano avvenire agevolmente, sono previsti manufatti d'ispezione realizzati in cemento armato gettato in opera, di tipo carrabile (Figura 5-8). I chiusini, del tipo asolato in ghisa sferoidale, saranno resistenti ai carichi pesanti (tipo D400).

Per evitare di inquinare i terreni accumulati sulle piazzole di caratterizzazione con eventuali olii ed idrocarburi dispersi sulla superficie pavimentata della viabilità interna, si è impedito il deflusso delle acque della sede stradale verso i piazzali di caratterizzazione. Queste acque vengono raccolte da cunette triangolari poste sul margine esterno della strada e cunette grigliate in corrispondenza dei varchi di accesso alle piazzole, che scaricano l'acqua in tubi in PEAD (Figura 5-9). Anche in questo caso le acque raccolte vengono convogliate al collettore della linea di smaltimento principale che le recapita alla vasca di accumulo e quindi all'impianto di trattamento.

Nell'area di stoccaggio temporaneo la regimazione avviene mediante ruscellamento superficiale verso nord-ovest, secondo le pendenze trasversali delle piazzole e raccolta in fossi trapezoidali perimetrali in calcestruzzo; nel punto di minimo l'acqua viene convogliata in un pozzetto ed inviata mediante una tubazione in PEAD nell'impianto di trattamento.

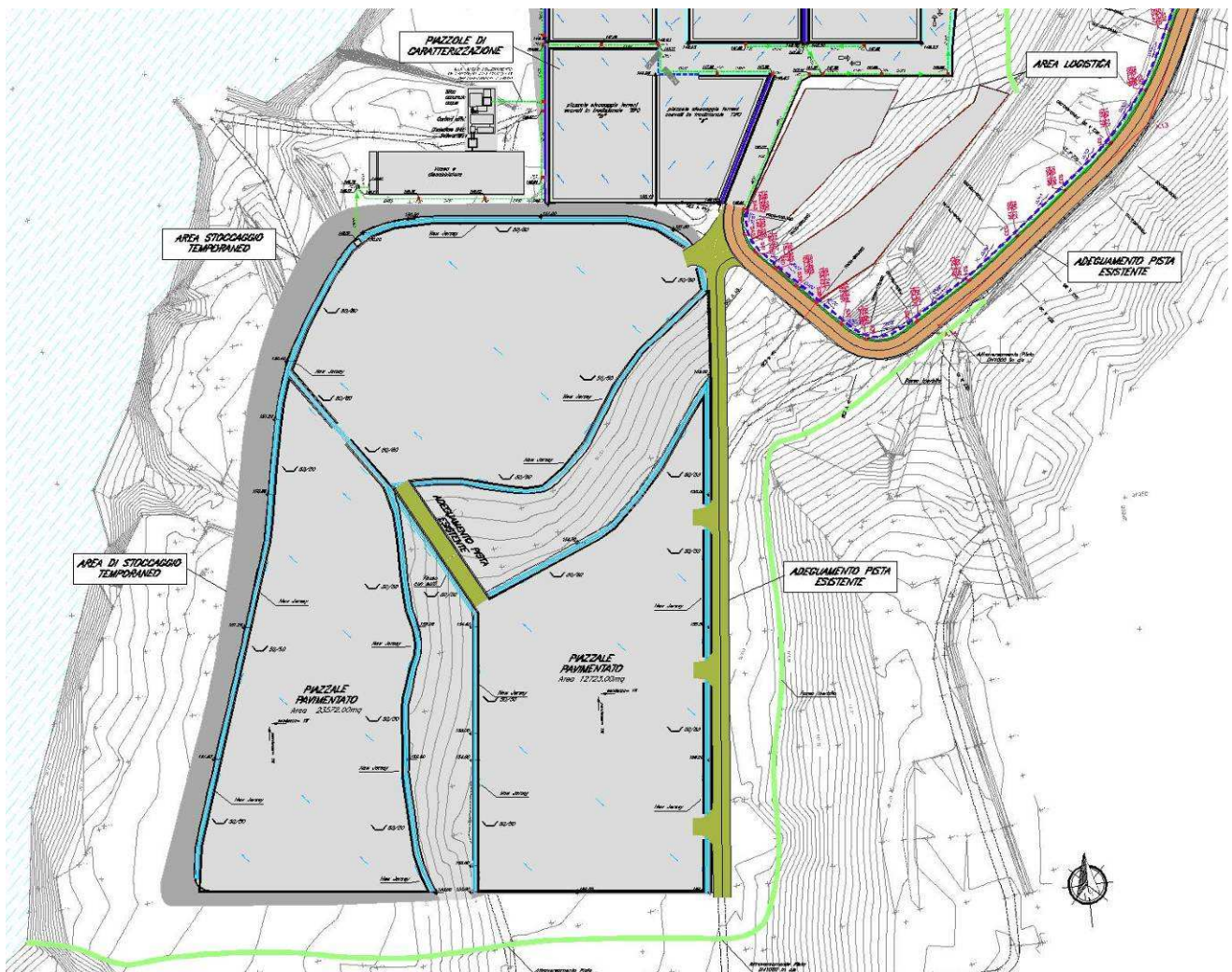


Figura 5-7 - Planimetria idraulica Area di stoccaggio temporaneo

Lungo la viabilità di collegamento alle piazzole l'acqua viene raccolta da cunette triangolari poste sul margine esterno della strada che scaricano l'acqua in pozzetti e convogliate mediante tubi in PEAD alla vasca di accumulo.

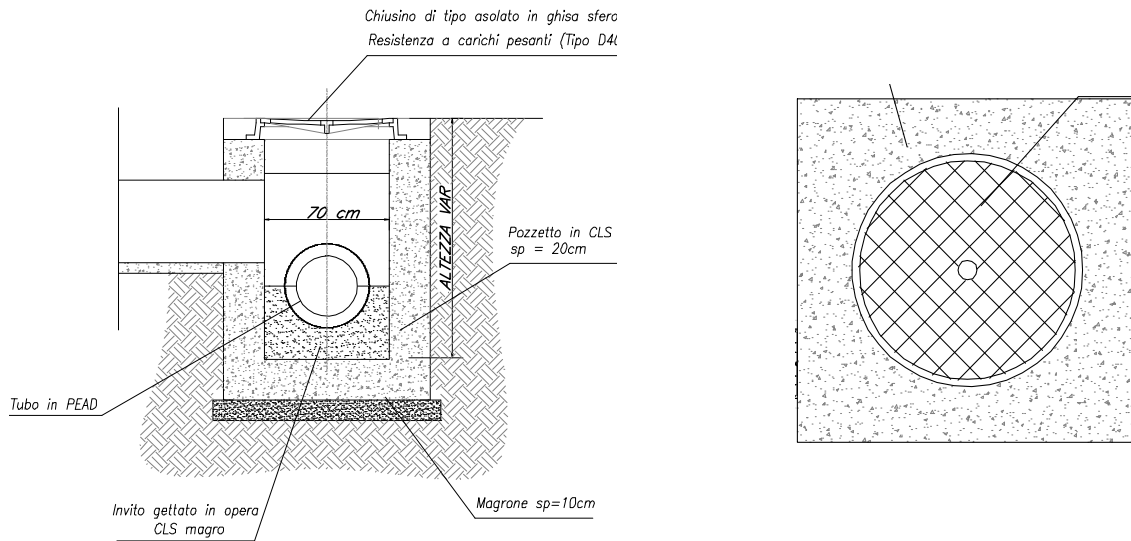


Figura 5-8 - Particolare pozzetti carrabili e chiusini

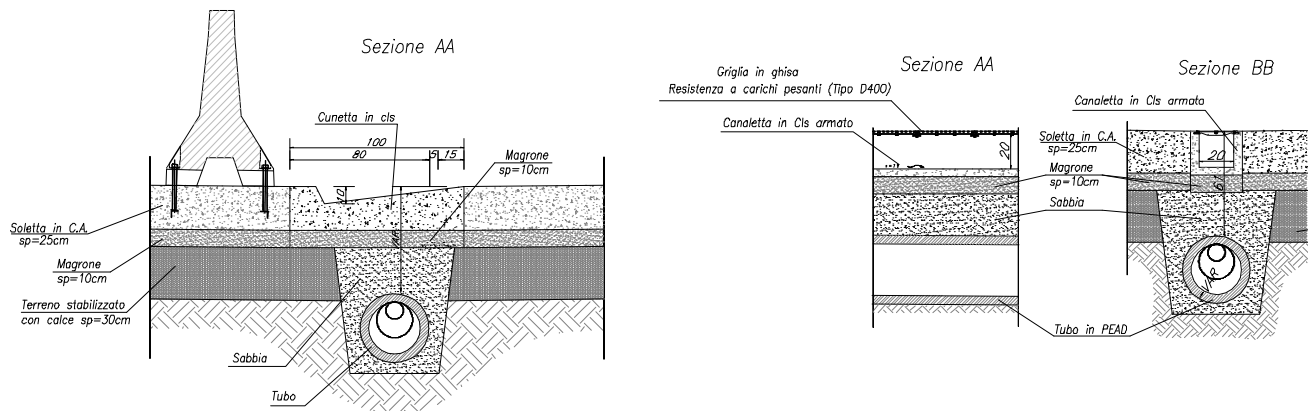


Figura 5-9 - Sistema di smaltimento acque viabilità interna al piazzale

Come detto le acque raccolte dalle piazzole di caratterizzazione e dalla viabilità di servizio e quelle provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo vengono convogliate in due diverse vasche di accumulo sagomate internamente per svolgere anche la funzione di dissabbiatore .

Dalla vasca di accumulo/dissabbiatore l'acqua viene prelevata tramite pompe, con portata di 50l/s, e viene mandata ad un disoleatore e ad un filtro a carboni attivi. L'acqua trattata dall'impianto dell'area di stoccaggio temporaneo (B) viene convogliata fino all'impianto di trattamento delle piazzole di caratterizzazione (A) dove insieme all'acqua tratta da quest'ultimo viene in parte stoccata in una vasca serbatoio per assolvere alle esigenze del cantiere (pulizia periodica delle piste, delle piazzole, del dissabbiatore, ecc.) ed in parte inviata mediante un secondo impianto di sollevamento, alla fognatura esistente, ubicata in prossimità del Terminal Bricchette.

La mandata (in pressione) è costituita da un tubo di acciaio del diametro $\Phi 400\text{mm}$, che segue in parte la viabilità di collegamento per una lunghezza pari a circa 314 m fino ad un pozzetto ubicato nel punto di massima quota, da dove l'acqua scende a gravità fino alla fognatura esistente.

Per una più completa descrizione dello schema idraulico in oggetto, si rimanda agli specifici elaborati grafici di progetto. Nella specifica relazione di calcolo sono riportate le verifiche idrauliche dei manufatti connessi alla realizzazione della rete di smaltimento.

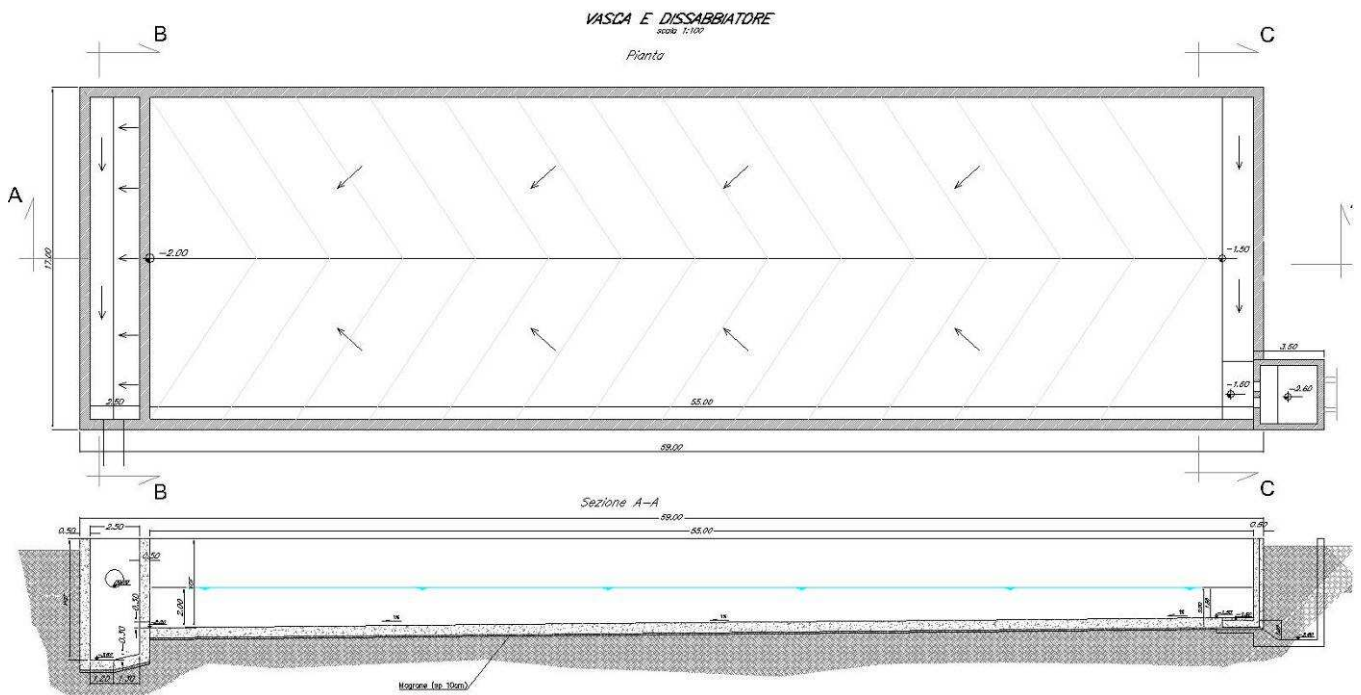


Figura 5-10 - Vasca di accumulo/dissabbiatore

5.6 Vasca di accumulo/disabbiatore

5.6.1 Descrizione

La vasca in esame si sviluppa complessivamente su una superficie a pianta rettangolare avente dimensioni 59.0m x 17.0m. La struttura, interamente realizzata in c.a., è costituita da una soletta di fondo avente spessore 0.5m gettata con una pendenza dell' 1% verso la zona terminale del dissabbiatore. Le pareti perimetrali hanno uno spessore di 0.5m ed un'altezza variabile da 2.45m a 2.95m a partire dall'estradosso della soletta di fondazione.

5.6.2 Modello di calcolo

Per il calcolo della risposta strutturale nei confronti delle azioni verticali (peso proprio, carichi variabili) e delle azioni trasversali (spinta delle terre, spinta dell'acqua), è stato implementato un modello di calcolo agli elementi finiti rappresentativo di una striscia unitaria in direzione trasversale.

Tutte le analisi sono state svolte mediante il codice di calcolo agli elementi finiti SAP2000[®] della CSI[®].

Il modello è un telaio piano nel piano X-Z, con l'asse verticale Z positivo verso l'alto. Gli elementi della vasca sono stati modellati con elementi del tipo "frame", cioè elementi rettilinei monodimensionali connessi in corrispondenza dei nodi d'estremità e dotati di tre gradi di libertà traslazionali e tre rotazionali.

Gli elementi schematizzati sono :

- pareti (spessore 0.5 m)
- soletta di fondazione (spessore 0.5m)

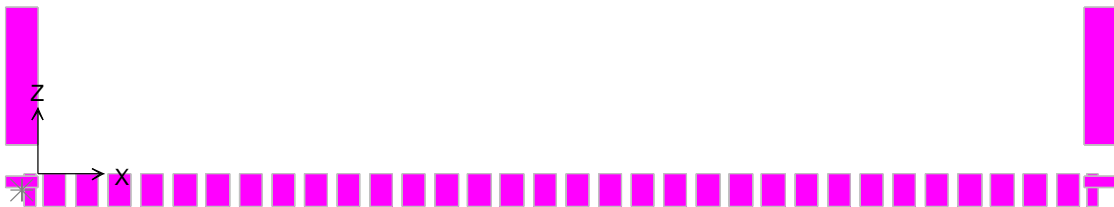


Figura 5-11 - Modello di calcolo con vista estrusa delle sezioni strutturali

Nell'ipotesi di suolo di fondazione elastico (Winkler), sono state disposte molle verticali sotto il solettone di fondazione aventi una rigidezza equivalente ad una costante di sottofondo di ~5000 kN/m³. Le molle, di tipo lineare, sono state applicate ai nodi dell'elemento di fondazione, posti ad interasse i , con intensità pari a

$$K_m = K_w \times i = 2500 \text{ kN/m/m}$$

con $i = 0.5\text{m}$

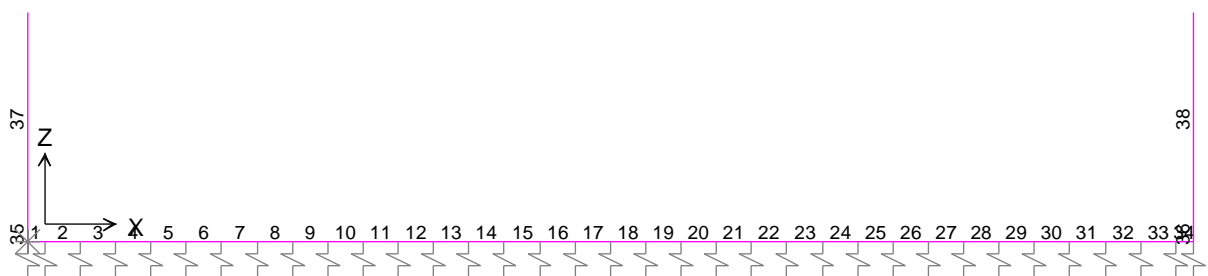


Figura 5-12 - Elementi frame del modello di calcolo

5.6.3 Condizioni di carico

I carichi elementari impiegati nelle analisi sono di seguito elencati :

Tipo Azione	Nome modello	Descrizione
Azioni permanenti	DEAD	peso struttura in c.a.
Spinte	SPTER_SX	spinta delle terre sulla parete sx
	SPTER_DX	spinta delle terre sulla parete dx
	SPUNI_SX	spinta laterale uniforme su parete sx dovuta al carico variabile
	SPUNI_SX	spinta laterale uniforme su parete sx dovuta al carico variabile
	SP_W	spinta sulle pareti e sul solettone del liquido nella vasca

5.6.3.1 Carichi permanenti strutturali (DEAD)

Rappresenta il peso proprio della struttura ed è valutato in automatico dal programma di calcolo in funzione delle sezioni strutturali assegnate, assumendo un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m^3 .

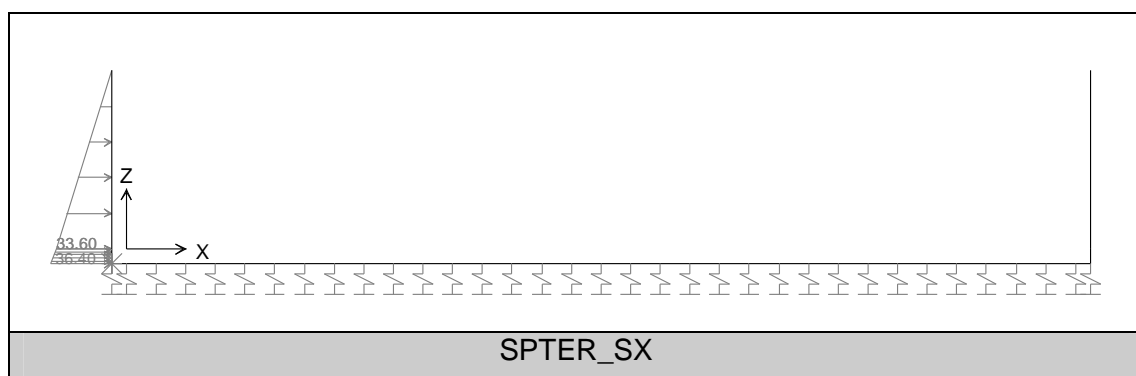
5.6.3.2 Spinte delle terre (SPTER_XX)

La spinta del terreno a tergo delle pareti è stata valutata considerando un coefficiente di spinta k_0 nelle condizioni litostatiche.

L'azione del rinterro è stata applicata come un carico orizzontale triangolare sulle pareti con intensità massima pari a

$$\sigma_{ter} = k_0 \times \gamma \times H = 0.59 \times 19.0 \text{ kN/m}^3 \times 3.25\text{m} = 36.4 \text{ kPa}$$

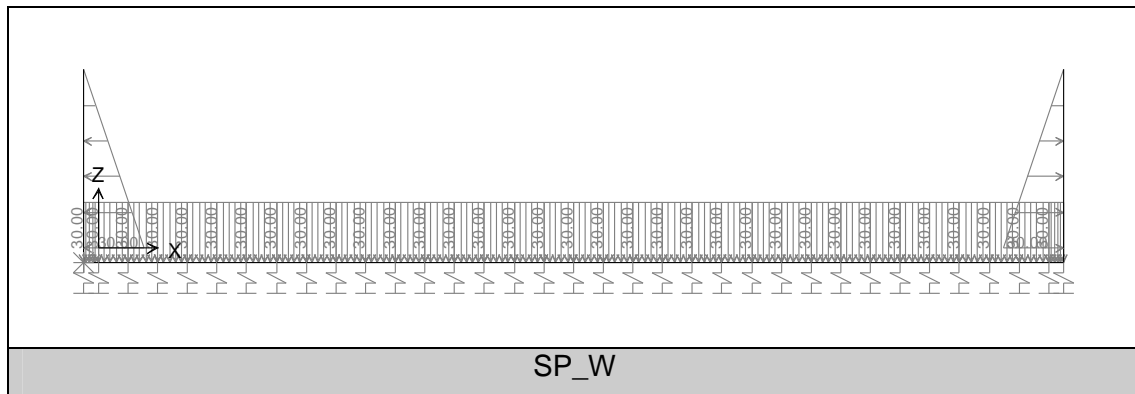
Nella sottostante immagine si riporta il carico della spinta del terreno agente sulla parete sinistra.



5.6.3.3 Spinta dell'acqua (SP_W)

La spinta del liquido contenuto nella vasca è stata applicata come un carico triangolare sulle pareti ed uniforme sul fondo considerando cautelativamente un'altezza di riempimento pari a 3.0m.

Nel caso in esame la quota piezometrica ricade sempre al di sotto della quota di intradosso della soletta di fondazione. Nel modello di calcolo della platea non è stata considerata alcuna spinta idraulica esterna.

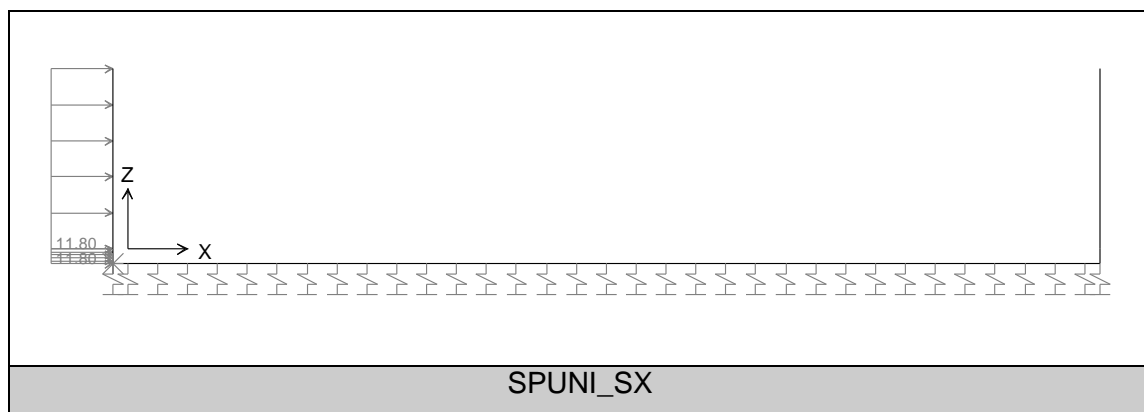


5.6.3.4 Azioni variabili

Si considera la presenza di un sovraccarico variabile sul terreno a monte delle pareti pari a 20 KN/m².

La spinta sulla parete è rappresentata da un carico orizzontale uniformemente distribuito sulla parete con intensità pari a

$$q = k_0 \times Q = 0.59 \times 20 \text{ kN/m}^2 = 11.8 \text{ kN/m}^2$$



5.6.3.5 Combinazioni di carico

Le condizioni elementari di carico sono state combinate in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli sulla struttura come riportato nelle successive tabelle.

Per gli stati limite, di esercizio ed ultimi, si adottano le combinazioni del tipo:

$$F_d = \gamma_g G_k + \gamma_q \left[Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} Q_{ik}) \right]$$

dove:

G_k è il valore caratteristico delle azioni permanenti.

Q_{1k} è il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione e Q_{ik} sono i valori caratteristici delle azione variabili tra loro indipendenti; nel caso in esame è presente un solo tipo di sovraccarico

Q_{1k} .

Stato limite ultimo

$\gamma_g = 1.4$; $\gamma_q = 1.5$

	Dead	SPTER_SX	SPTER_DX	SPUNI_SX	SPUNI_DX	SP_W
SLU01	1.4					
SLU02	1.4	1.4	1.4			
SLU03	1.4	1.4	1.4	1.5		
SLU04	1.4	1.4	1.4		1.5	
SLU05	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	
SLU06	1.4					1.4
SLU07	1.4	1.4	1.4			1.4
SLU08	1.4	1.4	1.4	1.5		1.4
SLU09	1.4	1.4	1.4		1.5	1.4
SLU10	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4

Stato limite di esercizio

$\gamma_g = 1.0$; $\gamma_q = 1.0$

	Dead	SPTER_SX	SPTER_DX	SPUNI_SX	SPUNI_DX	SP_W
RAR01	1					
RAR02	1	1	1			
RAR03	1	1	1	1		
RAR04	1	1	1		1	
RAR05	1	1	1	1	1	
RAR06	1					1
RAR07	1	1	1			1
RAR08	1	1	1	1		1
RAR09	1	1	1		1	1
RAR10	1	1	1	1	1	1

Nelle combinazioni di carico di tipo frequente il carico variabile è stato amplificato del fattore $\Psi_0 = 0.7$.

Le combinazioni di carico che nel modello di calcolo involupano tutti i risultati sono:

- Enve_RAR involuppo combinazioni SLE rare
- Enve_FREQ involuppo combinazioni SLE frequenti
- Enve_SLU involuppo combinazioni SLU

5.6.4 Risultati delle analisi

Per ciascuna delle due condizioni di involuppo dei carichi (Enve_RAR, Enve_SLU), si riportano di seguito i diagrammi di sollecitazione sugli elementi del telaio.

Stato limite di esercizio

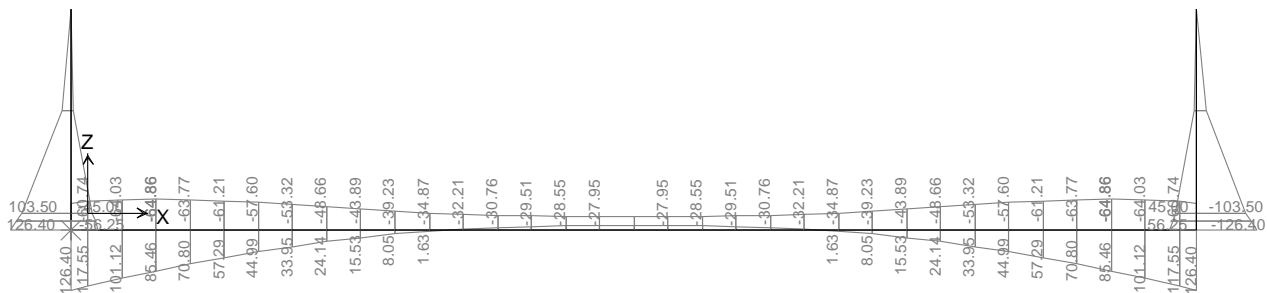


Figura 5-13 - Momento flettente involuppo Enve_RAR – kNm

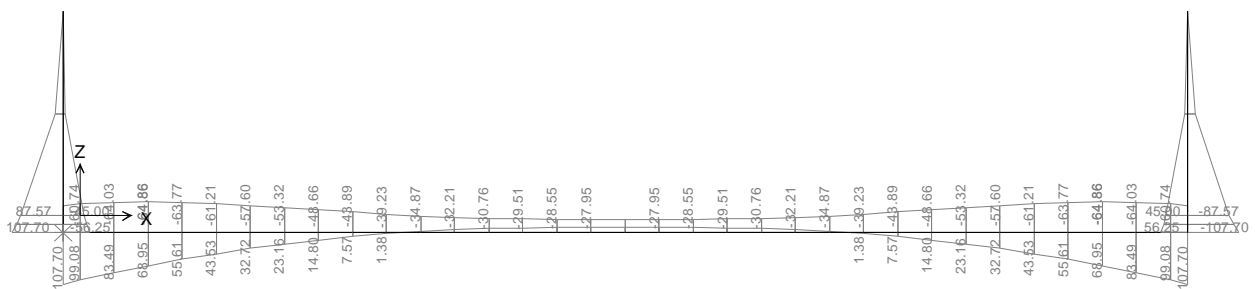


Figura 5-14 - Momento flettente involuppo Enve_FREQ – kNm

In corrispondenza dei nodi della struttura le verifiche a taglio e a fessurazione sono condotte sulla sezione posta a filo degli elementi mentre le verifiche di resistenza a flessione sono riferite ad una sezione posta a metà della semilarghezza del piedritto.

Nel caso del solettone di fondazione si è assunto, sempre cautelativamente, un valore nullo dello sforzo normale.

Nelle condizioni di stato limite ultimo (SLU) è stato verificato che, con sforzo assiale costante, il momento ultimo della sezione M_u risulti maggiore del momento di calcolo agente M_d , ricavando il relativo coefficiente di sicurezza ($cs = M_u / M_d$).

Nelle condizioni di esercizio (SLE) è stato verificato che l'apertura delle eventuali fessure negli elementi strutturali sia tale da non compromettere la durabilità dell'opera e la sua efficienza. Nelle verifiche allo stato limite di esercizio (fessurazione) per le superfici interne ed esterne della vasca si considera un ambiente molto aggressivo a cui corrispondono i seguenti valori limite di apertura delle fessure:

$$w_{amm} = 0.2 \text{ mm} \quad \text{per combinazioni di azioni rare;}$$

$$w_{amm} = 0.1 \text{ mm} \quad \text{per combinazioni di azioni frequenti;}$$

La verifica a fessurazione viene eseguita quando la tensione massima di trazione nel cls, calcolata con sezione interamente reagente, supera il valore caratteristico della resistenza a trazione per flessione, il cui valore per un calcestruzzo di classe R35 risulta:

$$f_{cfk} = 1.2 f_{ctk} = 1.2 \times 0.7 f_{ctm} = 1.2 \times 2.02 \text{ MPa} = 2.42 \text{ MPa}$$

Per valori del ricoprimento maggiori del valore minimo indicato al p.to 6.4.1, le aperture ammissibili possono essere aumentate secondo il rapporto $c/c_{min} \leq 1.5$.

Nella condizione di SLE è stato anche verificato che le tensioni nel cls e nell'acciaio rispettino i seguenti limiti:

$$- \sigma_{c,max} < 0.45 f_{ck} = 13.07 \text{ MPa} \quad \text{per combinazione di carico rara}$$

$$- \sigma_s < 0.7 f_{yk} = 301 \text{ MPa} \quad \text{per combinazione di carico rara}$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni di taglio è stato valutato prima il taglio resistente V_{Rdu} della sezione non armata e nel caso in cui questo risulti maggiore del taglio di calcolo V_{Sdu} allo SLU la sezione viene armata con i quantitativi minimi imposti dalla normativa; nel caso in cui $V_{Rdu} < V_{Sdu}$ si procede con la determinazione del quantitativo di armatura trasversale necessaria.

Per le verifiche strutturali è stato assunto come copriferro netto (distanza esterno - bordo ferro) il valore di 3 cm. I valori delle aperture ammissibili sono stati pertanto aumentati del rapporto $3/2 = 1.5$.

Le sollecitazioni (M, N, V) sono riferite ad una profondità del muro di 1.0m; di conseguenza anche le armature sono riferite a questa sezione.

Le convenzioni di segno utilizzate sono le seguenti:

- Momento positivo: fibre tese lato terra (momento negativo: fibre tese lato scavo);
- Sforzo assiale positivo: trazione;
- Tensione negativa: trazione;

Si riportano di seguito le verifiche nelle sezioni più significative. In tutte le sezioni il valore del copriferro di calcolo risulta:

$$c' = c + \Phi_{\text{long}} + \Phi/2 = 3.0 + 1.2 + 1.6/2 = 5.0 \text{ cm}$$

Verifica a fessurazione

Combinazione rara

Sezione	Dim	H	N _d	M _d	A _s		A _s '		w	w _{amm}	σ _c	σ _s
	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]	Φ	[cm ²]	Φ	[cm ²]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
A	100x50	50	37.5	103.5	10Φ14	15.4	5Φ14	7.70	-	0.30	3.9	-152.5
B	100x50	50	0.0	117.5	10Φ14	15.4	5Φ14	7.70	0.11	0.30	4.4	-185.7
C	100x50	50	0.0	70.8	5Φ14	7.70	5Φ14	7.70	-	0.30	3.5	-218.9
D	100x50	50	32.5	64.3	5Φ14	7.70	5Φ14	7.70	-	0.30	3.2	-175.5

Combinazione frequente

Sezione	Dim	H	N _d	M _d	A _s		A _s '		w	w _{amm}	σ _c	σ _s
	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]	Φ	[cm ²]	Φ	[cm ²]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
A	100x50	50	37.5	87.6	10Φ14	15.4	5Φ14	7.70	-	0.15	3.3	-138.8
B	100x50	50	0.0	99.1	10Φ14	15.4	5Φ14	7.70	0.10	0.15	3.7	-156.6
C	100x50	50	0.0	-64.9	5Φ14	7.70	5Φ14	7.70	-	0.15	3.2	-200.7
D	100x50	50	32.5	51.8	5Φ14	7.70	5Φ14	7.70	-	0.15	2.6	-160.5

Verifica allo SLU

Sezione	Dim	H	N _d	M _d	A _s		A _s '		N _u	M _u	F _s
	[cm]	[cm]	[kN]	[kNm]	Φ	[cm ²]	Φ	[cm ²]	[kN]	[kNm]	[-]
A	100x50	50	37.5	166.5	10Φ14	15.4	5Φ14	7.70	37.5	253.2	1.5
B	100x50	50	37.5	177.0	10Φ14	15.4	5Φ14	7.70	0.0	245.3	1.4
C	100x50	50	0.0	114.7	5Φ14	7.70	5Φ14	7.70	0.0	125.8	1.09
D	100x50	50	32.5	125.9	5Φ14	7.70	5Φ14	7.70	32.5	132.9	1.06

In tutti i casi risulta $F_s = M_{Rdu} / M_{Sdu} > 1$; le verifiche risultano soddisfatte.

Verifica a taglio

Sezione	V _{sdu}	b _w	d	r	f _{ctd}	ρ _l	δ	V _{rdu}	F _s
	[kN]	[m]	[m]	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[kN]	[-]
A	123.66	1.00	0.45	1.150	1.26	0.00171	1	177.51	1.44

In tutti i casi risulta $F_s = V_{Rdu} / V_{Sdu} > 1$. Non è pertanto richiesta armatura a taglio. Si provvede alla disposizione dell'armatura minima da normativa.

5.7 Dimensionamento pavimentazione rigida

5.7.1 Criteri di dimensionamento della pavimentazione rigida

La pavimentazione è stata dimensionata in modo tale da evitare la formazione di fessure, considerate quale fattore riduttivo delle prestazioni e della funzionalità dell'opera. Il calcolo della pavimentazione viene pertanto effettuato nell'ipotesi di piastra a sezione interamente reagente limitando il valore della tensione di trazione a flessione a quello ammissibile f_{ck} per la classe di resistenza del calcestruzzo utilizzato. I carichi di progetto sono stati considerati con coefficienti parziali di sicurezza unitari $\gamma_g = \gamma_q = 1$, applicando ai valori caratteristici delle azioni variabili i coefficienti Ψ_0 .

Per il dimensionamento della soletta si considera il carico trasmesso dai mezzi di movimentazione, gli effetti delle escursioni termiche e del ritiro.

Per la sovrastruttura stradale si è considerato una soletta in cls avente spessore di 25 cm, armata con una rete $\square 8/20 \times 20$ e gettata sopra uno strato di appianamento e ripartizione di calcestruzzo magro di spessore 10cm. Il terreno al disotto della struttura rigida è costituita da uno strato di misto granulare stabilizzato, poggiato su terreni di riporto proveniente dall'attività di scavo minerario costituiti nel caso in esame da Flysch.

5.7.2 Sollecitazioni generate dai mezzi di movimentazione

L'azione esercitata dai mezzi di movimentazione è stata schematizzata applicando una forza corrispondente al carico trasmesso da una ruota di un autocarro, pari a $F_z = 60$ kN.

Assumendo una pressione di gonfiaggio del pneumatico p_{gonf} si ottiene il raggio (a) della superficie di carico pari ad:

$$a = (F_z / p_{\text{gonf}} \pi)^{0.5} = 0.14 \text{ m}$$

$$\text{con } p_{\text{gonf}} = 1000 \text{ kN/mq (10 bar)}$$

Per valutare gli effetti indotti dal passaggio dei mezzi è stato utilizzato un modello di calcolo agli elementi finiti di una piastra su suolo elastico, con dimensioni in pianta della piastra 5.0m x 5.0m e spessore di 0.25m.

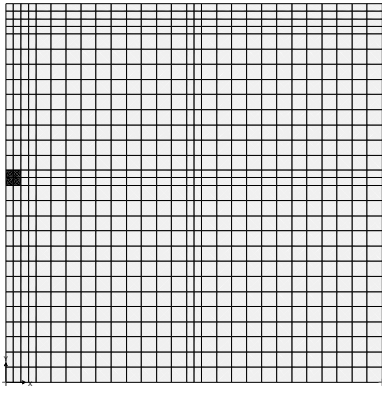
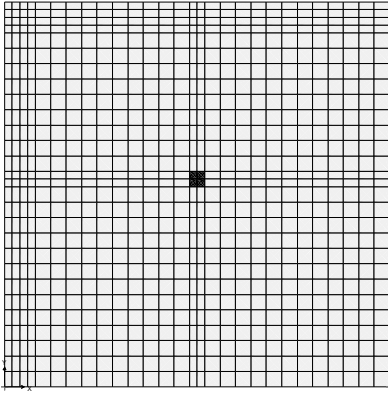
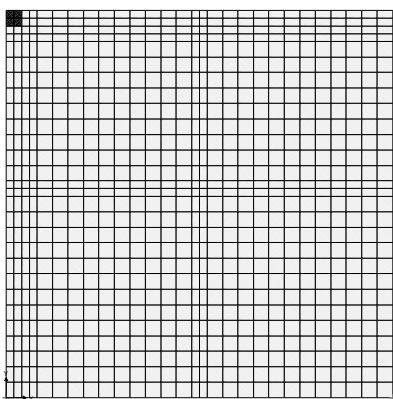
L'interazione terreno – struttura viene schematizzato con elementi elastici lineari aventi rigidezza pari a

$$K_z = 2 \times 10^6 \text{ kN/m/m}^2$$

La discretizzazione prevede elementi quadrati di lato 0.2m. Il carico trasmesso dalla singola ruota viene cautelativamente applicato su un'impronta 0.2m x 0.2m con intensità pari a

$$p = F_z / 0.2^2 = 1500 \text{ kN/m}^2$$

Per massimizzare gli effetti in termini di tensioni sulla piastra il carico è stato disposto in tre diverse posizioni: centro piastra (pc), bordo piastra (p1), angolo piastra (p3).

		
Configurazione p1	Configurazione pc	Configurazione p3

Il valore massimo del momento che tende le fibre inferiori si ottiene con il carico posto sulla mezzeria del bordo piastra – configurazione p1 (Figura 5-18).

Il valore medio del momento positivo su una striscia larga 0.2m risulta pari a

$$M_{22} = (18.8 + 12.2) / 2 = 15.5 \text{ kNm/m}$$

Il valore massimo del momento che tende le fibre superiori si ottiene con il carico posto sulla mezzeria del bordo piastra – configurazione p3 (Figura 5-19 e Figura 5-20).

Il valore medio del momento positivo su una striscia larga 0.2m risulta pari a

$$M_{22} = (-10.6 - 9.2) / 2 = -9.9 \text{ kNm/m}$$

Si riportano di seguito i diagrammi di momenti flettenti agenti sul quadrante superiore sinistro della piastra nelle tre configurazioni di carico analizzate.

Per facilitare la lettura dei risultati delle analisi si riporta una breve descrizione dei simboli adottati:

M_{11} : momento flettente agente sulle fibre longitudinali (orizzontali)

M_{11} : momento flettente agente sulle fibre trasversali (verticali)

$M_{11} > 0$, $M_{22} > 0$ tendono le fibre inferiori

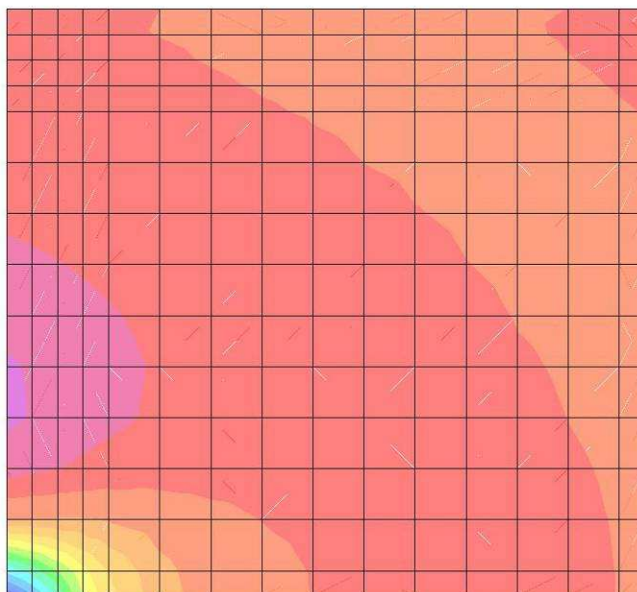


Figura 5-18 - Quadrante piastra – Diagramma momento flettente M22 dovuto al carico p1

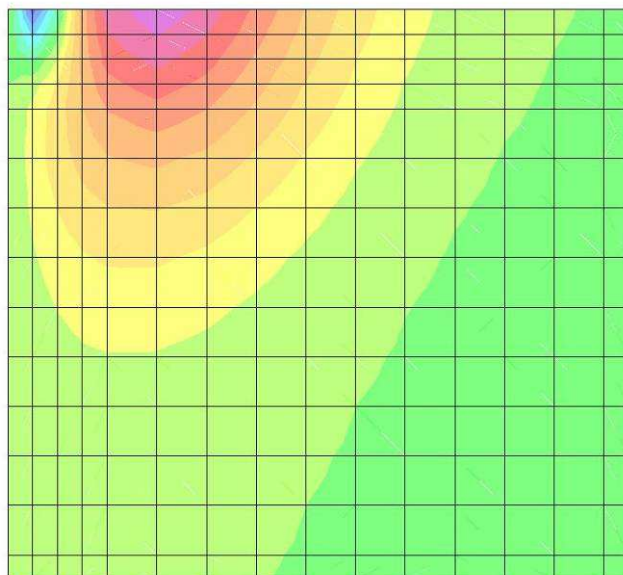


Figura 5-19 - Quadrante piastra – Diagramma momento flettente M11 dovuto al carico p3

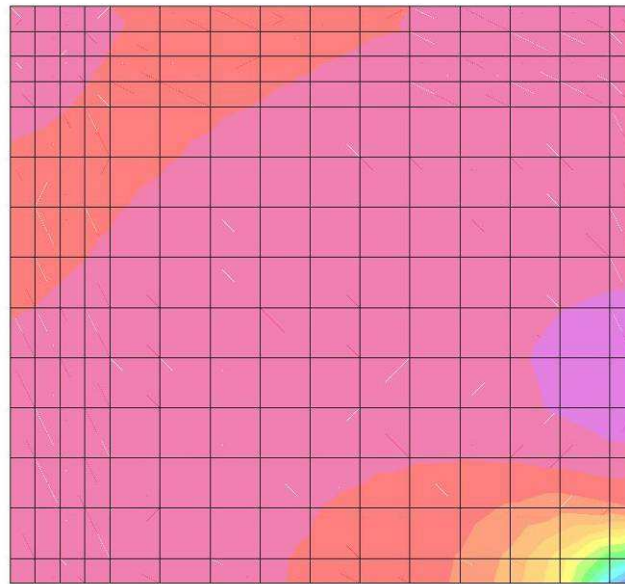


Figura 5-20 - Quadrante piastra – Diagramma momento flettente M11 dovuto al carico pc

5.7.3 Sollecitazioni generate dalla temperatura

Le variazioni termiche giornaliere creano all'interno della lastra dei gradienti termici che possono raggiungere, nei nostri climi temperati, valori positivi da 0.4 a 0.7 °C per ogni centimetro di spessore, a secondo dello spessore della lastra.

Ipotizzando una distribuzione lineare della temperatura lungo lo spessore (gradiente termico costante) e supponendo che la deformazione dovuta alla temperatura venga completamente annullata dalla deformazione elastica dovuta al peso proprio che si oppone all'ingobbamento, Westergaard ottiene un incremento tensionale σ legato alla variazione termica ΔT pari a :

$$\sigma = \frac{E_c \cdot \alpha \cdot \Delta T}{2(1-\nu)} \text{ (tensione indisturbata)}$$

dove $\alpha = 10^{-5}$ (coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo)

La lunghezza critica è data da :

$$l_{crit} = C \cdot h \cdot \sqrt{\alpha \cdot \frac{\Delta T}{h} \cdot E_c} = 662 \text{ cm}$$

con:

$C = 22.8$ (coefficiente di forma)

$\Delta T = 0.4h$

La lunghezza della lastra è pari alla dimensione effettiva di 500 cm ridotta di 40 cm per tener conto che il contatto con il piano di appoggio non è puntiforme ma si distribuisce su una larghezza eguale a circa 20 cm per parte.

$$l_{\text{lastra}} = 460\text{cm} < 0.9l_{\text{crit}} = 596\text{ cm}$$

La tensione massima secondo Westergaard deve essere pertanto ridotta rispetto alla tensione indisturbata ed è data da:

$$\sigma_{\text{rid}} = \left(\frac{l}{0.9l_{\text{crit}}} \right)^2 \cdot \sigma = 1.25\text{ MPa}$$

La sollecitazione flessionale corrispondente risulta pari a:

$$M = \sigma \cdot W = 1250 \cdot 1,0 \cdot 0,25^2 / 6 = \pm 13.1\text{ kN}\cdot\text{m}$$

5.7.4 Sollecitazioni determinate dal ritiro

Le variazioni di volume di origine igrotermica del calcestruzzo, contrastate dall'attrito esistente tra le lastre ed il piano di posa, provocano l'insorgere di tensioni di trazione.

Indicando con:

$f = 1.5$ coefficiente di attrito (dell'ordine 1.2÷1.5)

$\gamma = 25\text{ kN/m}^3$ massa volumica del calcestruzzo

$L = 5,00\text{ m}$ distanza fra due giunti trasversali

$h = 0,25\text{ m}$ spessore della lastra

La massima trazione in presenza di ritiro o contrazione termica uniforme risulta:

$$N = f \cdot \gamma \cdot h \cdot L/2 = 23.4\text{ kN / m}$$

5.7.5 Verifica soletta

La tensione di trazione massima (σ_c) indotta dai carichi agenti sulla piastra, calcolata con sezione intermante reagente, non dovrà superare in tutti i punti il valore della resistenza a trazione per flessione che, per un calcestruzzo R35, risulta pari a:

$$f_{\text{cfk}} = 1.2 \times f_{\text{ctk}} = 1.2 \times 0.7f_{\text{ctm}} = 1.2 \times 2.02 = 2.42\text{ MPa}$$

Si riporta di seguito una sintesi delle sollecitazioni massime nella soletta.

caso	N	M+	M-
	[kN]	[kNm]	[kNm]
Q		15.5	-9.9
ΔT		13.1	-13.1
Rit	23.4		

Le sollecitazioni di calcolo in condizioni di stato limite di esercizio risultano:

coeff. combinazione		sollecitazioni di calcolo		
Ψ_0	γ_q	N_{Ed}	M_{Ed}^+	M_{Ed}^-
[-]	[-]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1.0	1.0	0.0	15.5	-9.9
0.6	1.0	0.0	7.9	-7.9
1.0	1.0	23.4	0.0	0.0
		23.4	23.4	-17.8

I massimi valori della tensione di trazione sul lembo superiore ed inferiore della soletta risultano pari a

Lembo inferiore soletta

$N = 23.4$ kN trazione

$M_{Ed}^+ = 23.4$ kNm momento flettente fibre inferiori

$\sigma_c^- = 2.3$ MPa < $f_{ck} = 2.4$ MPa [verifica soddisfatta](#)

Lembo superiore soletta

$N = 23.4$ kN trazione

$M_{Ed}^- = -17.8$ kNm momento flettente fibre superiori

$\sigma_c^- = 1.8$ MPa < $f_{ck} = 2.4$ MPa [verifica soddisfatta](#)

Nella soletta viene comunque inserita un'armatura metallica, costituita da una rete elettrosaldada, per limitare l'apertura delle fessure che si producono per effetto delle contrazioni da ritiro nelle sezioni di giunto.