



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
delle Infrastrutture
e dei Trasporti



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



**Comune
di Bologna**

M2 C2 Investimento 4.2 "Sviluppo trasporto rapido di massa"

PROGETTO DEFINITIVO DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA
(TRATTO NORD LINEA VERDE)

Valutazione di Sostenibilità Ambientale e Territoriale (Valsat)
Sintesi non tecnica

Indice

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE | 5 |
| 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO | 10 |
| 4. VERIFICA DI CONFORMITÀ A VINCOLI E PRESCRIZIONI | 13 |
| 5. ANALISI DELLE COMPONENTI AMBIENTALI | 14 |
| 5.1 MOBILITÀ | 14 |
| 5.2 ARIA | 14 |
| 5.3 RUMORE | 15 |
| 5.4 ACQUE SUPERFICIALI | 16 |
| 5.5 VERDE | 29 |
| 5.6 SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE | 36 |
| 5.7 PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO/CULTURALE | 37 |
| 5.8 ENERGIA | 40 |
| 5.9 Elettromagnetismo | 40 |
| 5.10 RIFIUTI | 41 |
| 6. IL PIANO DI MONITORAGGIO | 42 |

1. PREMESSA

La sintesi non tecnica è il documento divulgativo dei contenuti della Valsat ed il suo obiettivo è quello di rendere più facilmente comprensibile, anche ad un pubblico di non addetti ai lavori, il processo di valutazione ambientale strategica.

Il presente documento “Sintesi non tecnica” viene redatto ai sensi della LR 20/2000 e dell’art. 18 comma 4 della LR 24/2017 e smi e costituisce un elaborato annesso al documento di Valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale (Valsat).

La procedura di Valsat, a livello regionale, è normata dall’articolo 18 della Lr 24/17 e smi ed è finalizzata a valutare gli effetti significativi sull'ambiente e sul territorio che possono derivare dall'attuazione dei piani.

Ai sensi dell’art. 18, nel "documento di Valsat", costituente parte integrante del piano sin dalla prima fase della sua elaborazione, sono individuate e valutate sinteticamente, con riferimento alle principali scelte pianificatorie, le ragionevoli alternative idonee a realizzare gli obiettivi perseguiti e i relativi effetti sull'ambiente e sul territorio. Sono inoltre individuati, descritti e valutati i potenziali impatti delle soluzioni prescelte e le eventuali misure idonee ad impedirli, mitigarli o compensarli; sono inoltre definiti gli indicatori pertinenti indispensabili per il monitoraggio degli effetti attesi sui sistemi ambientali e territoriali.

Il documento di Valsat, è inerente all’attuazione dell’opera pubblica “Seconda Linea Tranviaria di Bologna (tratto nord linea verde – Corticella –Castel Maggiore)”, oggetto del Procedimento unico di cui all'articolo 53 della Lr 24/2017 per l'approvazione del progetto definitivo e apposizione del vincolo preordinato all’esproprio.

La seconda linea tranviaria (Linea Verde) della città di Bologna compie il primo passo verso la sua realizzazione con la firma, in data 27 aprile 2020 dell’atto, siglato tra Il Comune di Bologna e l’RTP di progettazione costituita da SYSTRA S.A. (mandataria) con SYSTRA-SOTECNI S.p.A., ARCHITECNA ENGINEERING s.r.l., STUDIO MATTIOLI s.r.l., AEGIS s.r.l. di CANTARELLI & PARTNERS, COOPERATIVA ARCHEOLOGIA (mandanti), per l’“INTEGRAZIONE DEL CONTRATTO D'APPALTO REP. N.

212699/2018 RELATIVO AL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)", con il quale *"Il Comune di Bologna, in esecuzione della determinazione dirigenziale Repertorio DD/2019/8812 (DD/PRO/2019/9558, P.G. n. 563132/2019) esecutiva dal 17/12/2019, affida le ulteriori prestazioni relative al servizio di progettazione, consistenti nella progettazione di fattibilità tecnica ed economica per la realizzazione della diramazione verso Corticella della Linea Rossa"*

La prima fase della progettazione si è conclusa nel Gennaio 2021 con la consegna da parte dell'RTP incaricata della documentazione utile al Comune di Bologna per poter partecipare alla gara, indetta dal Ministero delle Infrastrutture (MIT) con scadenza 15-01-2021, per il reperimento dei fondi necessari per la realizzazione della linea.

A questa prima consegna è seguita una fase, lunga ca. 6 mesi, di verifica da parte della stazione Appaltante di quanto consegnato, e contemporaneamente un'attività di divulgazione e dibattito pubblico sulla nuova infrastruttura tranviaria, in modo da procedere ad una larga condivisione delle scelte fatte nelle prime fasi progettuali.

Il risultato è stato una seconda versione aggiornata del PFTE che è stata dalla RTP ufficialmente consegnata al Comune di Bologna nel febbraio 2022, per avviare la procedura di Screening Ambientale per l'assoggettabilità a V.I.A. dell'opera, conclusasi con la Determina della Regione Emilia e Romagna, Num. 6531 del 27/03/2023, nella quale è stato determinato di *escludere dalla ulteriore procedura di V.I.A., ai sensi dell'art. 11, comma 1, della legge regionale 20 aprile 2018, n. 4, il progetto "seconda linea tranviaria di Bologna (Tratto Nord Linea Verde - Linea Corticella-Castel Maggiore)", localizzato nei comuni di Bologna e Castelmaggiore (BO) proposto dal Comune di Bologna, per le valutazioni espresse in narrativa*, a condizione che vengano rispettate le 26 condizioni ambientali di riportate nella relazione finale allegata alla delibera.

In data 27 luglio 2023, con successive determinazioni dirigenziali P.G. n. 286635/2023 (n. proposta DD/PRO/2023/5304, Rep. n. DD/2023/6179) esecutiva dal 21/04/2023, e P.G. n. 340750/2023 (n. proposta DD/PRO/2023/7724 Rep. n. DD/2023/7150) esecutiva dal 12/05/2023, è stata approvata la modifica contrattuale ex art. 106 co. 1 lett. b) del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii. relativa al servizio di

progettazione definitiva dell'intervento PNRR Investimento 4.2. denominato "realizzazione della seconda linea tranviaria di Bologna (tratto nord Linea Corticella-Castel Maggiore Linea Verde), in ottemperanza alle specifiche richieste contenute nella succitata delibera di approvazione della procedura di screening ambientale.

Per quanto attiene la successiva fase di progettazione esecutiva e la realizzazione dei lavori, si dovrà tenere conto delle indicazioni che emergeranno dalla Conferenza dei Servizi che verrà attivata sul progetto definitivo consegnato.

Il progetto esecutivo verrà redatto, nei tempi fissati dall'Amministrazione, secondo le indicazioni del DPR 207/2010, "Sezione IV - Progetto esecutivo - Art. 33. Documenti componenti il progetto esecutivo".

I tempi per la realizzazione dell'opera saranno fissati nel Cronoprogramma delle attività che verrà sviluppato nella progettazione esecutiva senza trascurare i vincoli temporali dettati dal P.N.R.R. con i cui fondi l'opera verrà realizzata.

2. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

Il documento di Valsat trova i principali riferimenti nello “Studio di Fattibilità Ambientale” (elaborato B381C-D-X00-AMB-XXX-RT-01), nel documento “Relazione di ottemperanza alle prescrizioni del Decreto di Screening”, nella “Relazione Generale” (elaborato B381C-D-X00-EGG-XXX-RG-01) e nelle diverse Relazioni specialistiche che hanno consentito di analizzare e approfondire le tematiche ambientali e progettuali.

I contenuti della Valsat, in risposta a quanto dettato dalla Lr 24/2017 e s.m.i., sono stati così suddivisi:

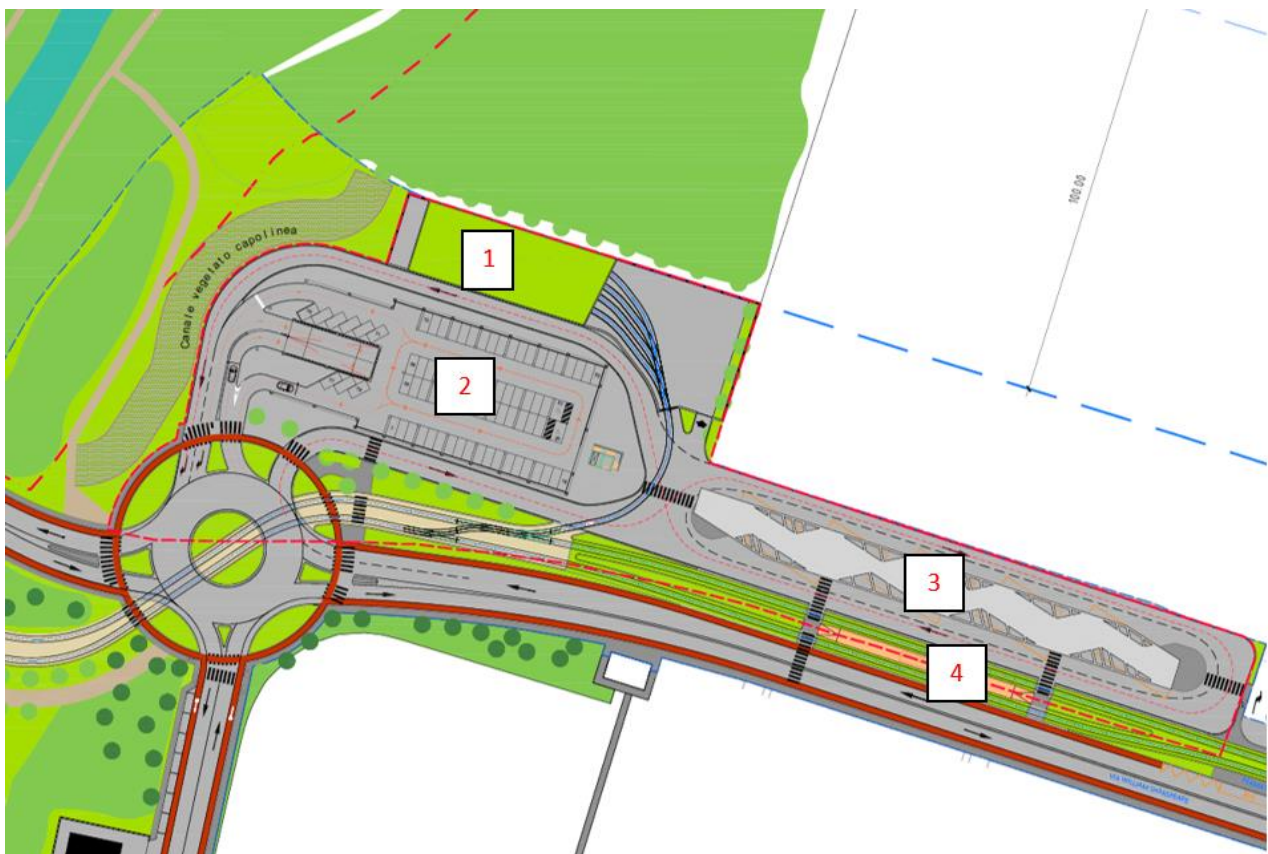
- sintetica descrizione dell'intervento previsto;
- analisi delle alternative considerate;
- verifica di conformità ai vincoli e prescrizioni;
- valutazione delle componenti ambientali maggiormente impattate;
- piano di monitoraggio.

In particolare, nella sintetica descrizione del progetto si sono volute evidenziare le caratteristiche principali dell'opera in linea e delle opere al contorno, ossia parcheggi, depositi, sottostazioni elettriche, opere compensative e mitigative.

Per quanto riguarda l'analisi delle alternative, queste sono state considerate e analizzate nelle fasi preliminari della progettazione (PFTE), presentate e valutate in sede di screening. Non sono quindi state eseguite in questa sede ulteriori valutazioni di alternative, ma si fa presente che il progetto definitivo ha apportato modifiche significative, rispetto al PFTE approvato, nella parte terminale della linea, che non termina più nel comune di Castel Maggiore, ma in corrispondenza del piazzale della stazione SFM Corticella. Infatti, il PFTE approvato prevedeva che la linea tramviaria raggiungesse il territorio comunale di Castel Maggiore, immettendosi nell'area ferroviaria in prossimità della stazione di Corticella ed attestandosi in un grande parcheggio d'interscambio accessibile da via G. Di Vittorio. In prossimità di tale parcheggio era prevista la realizzazione del capolinea Nord e di un deposito secondario per il rimessaggio delle vetture tramviarie. Nell'ambito delle suddette previsioni era prevista, inoltre, la modifica del tracciato di via Bentini (tra il ponte sul Navile – che veniva allargato verso nord – ed il sottopasso ferroviario) con l'acquisizione di aree

private a nord della stessa e l'eliminazione della rampa di scale che oggi connette il marciapiede del sottopasso con il soprastante piazzale di stazione.

Il Progetto Definitivo prevede, invece, che la linea si attesti direttamente in prossimità del piazzale posto a est della stazione di Corticella, con il nuovo capolinea Nord (posto ad una quota intermedia tra il piazzale suddetto e la sottostante via Bentini), mentre una nuova rimessa per i veicoli tranviari viene prevista nell'area libera a nord di via Shakespeare (in corrispondenza dell'intersezione con via Bentini). L'interscambio auto/bus/tram viene effettuato nell'area a est della suddetta area verde, sempre a nord di via Shakespeare mediante l'attestazione di un parcheggio multipiano e di un terminal bus, quest'ultimo posto in corrispondenza della fermata tramviaria.



(Nodo di interscambio – 1) Rimessa tranviaria; 2) Parcheggio multipiano auto private; 3) Capolinea Bus extraurbani, 4) Fermata tranviaria)

Il Progetto Definitivo prevede, ancora, la realizzazione di un collegamento verticale (scala e ascensore) tra il marciapiede sud di via Bentini (appena terminato il sottovia stradale esistente), il piazzale di arrivo della tranvia in corrispondenza del capolinea nord "Corticella" ed il soprastante piazzale di stazione, mantenendo inalterati i flussi che gravitano oggi attorno alla stazione ferroviaria.

Si prevede, infine, la traslazione verso nord di parte della via Bentini (tra il ponte sul Navile ed il sottopasso) al fine di garantire l'inserimento della sede tramviaria ad una quota pressoché coincidente con quella del piazzale interno al pastificio di Corticella; infine, l'intervento si completa con la realizzazione di un nuovo ponte (a sud di quello esistente) dedicato esclusivamente alla circolazione delle vetture tramviarie.



(Fine linea – 1) Traslazione verso nord via Bentini; 2) Corpo scale di collegamento via Bentini – Capolinea Corticella – Piazzale stazione; 3) Nuovo Ponte sul Canale Navile)

A valle delle principali modifiche progettuali intervenute nella parte finale del tracciato sopra descritte, si svolgerà, nell'ambito del Procedimento Unico, apposita procedura di verifica di assoggettabilità a VIA (screening), incentrata proprio sugli interventi previsti in tale area.

Inoltre, in applicazione dell'art. 37, comma 4 della Lr 24/2017, è stato analizzato il sistema dei vincoli e delle tutele, così come riportato nella Tavola dei Vincoli del Piano Urbanistico Generale approvato con delibera di Consiglio comunale PG n. 342648/2021, attraverso una nota sulla coerenza e compatibilità di quanto oggetto di pianificazione con la tutela/vincolo che interessa l'area.

Sono state pertanto esaminate le tavole che riguardano le seguenti tutele:

- Risorse idriche e assetto idrogeologico;
- Stabilità dei versanti;
- Elementi naturali e paesaggistici;
- Testimonianze storiche e archeologiche;
- Rischio sismico;

e le tavole che riguardano i seguenti vincoli:

- Infrastrutture, suolo e servitù;
- Infrastrutture per la navigazione aerea 1;
- Infrastrutture per la navigazione aerea 2;
- Elettromagnetismo.

Per la valutazione delle componenti ambientali sono state analizzate le seguenti componenti:

- mobilità;
- aria;
- rumore;
- acque superficiali;
- verde;
- suolo, sottosuolo e acque sotterranee;
- paesaggio;

- energia;
- elettromagnetismo;
- rifiuti.

Ogni matrice ambientale è stata descritta attraverso

- lo “stato”, in cui viene descritto lo stato attuale delle aree oggetto di localizzazione dell’opera pubblica;
- l’“impatto potenziale” in termini di pressioni attese in seguito all’attuazione dell’opera;
- le “misure per la sostenibilità” identificabili quali azioni di mitigazione e compensazione degli effetti attesi.

Completa il documento la sezione del Piano di monitoraggio ambientale, che in fase di progettazione esecutiva recepirà le prescrizioni formulate nell’ambito del procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA (screening) fornendo, rispetto a quanto presentato in tale occasione, un affinamento delle misure indicate per le diverse componenti ambientali analizzate.

In merito alla verifica del recepimento delle condizioni ambientali dettate in esito al procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA – Screening, essa è stata trattata all’interno dell’elaborato “Relazione di ottemperanza alle prescrizioni del Decreto di Screening” facente parte del progetto definitivo.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il tracciato della Linea Verde, dal capolinea su Via dei Mille al capolinea Nord di Corticella, lungo poco più di 6.70 km, si sviluppa quasi interamente sull'asse sud-nord costituito da via Indipendenza, via Matteotti, via Corticella, via Bentini, per poi deviare leggermente e percorrere via S. Anna, via Byron e via Shakespeare per il tratto finale.

Lungo il tracciato, oltre ai suddetti capolinea, sono collocate 15 fermate, di cui 3 in comune con la realizzanda Linea Rossa.

Si sottolinea che nel passaggio dal Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) al progetto definitivo sono intervenute modifiche dovute sia agli approfondimenti propri di una fase progettuale di maggior dettaglio, sia al recepimento delle condizioni ambientali contenute nel Provvedimento di verifica di assoggettabilità a VIA (Screening) di cui alla Determina della Regione Emilia e Romagna, Num. 6531 del 27/03/2023.

Come indicato in premessa, la sostanziale differenza si rileva nel tratto terminale della linea che non termina più nel comune di Castel Maggiore ma in corrispondenza del piazzale posto a est della stazione di Corticella. La modifica ha riguardato anche la posizione del ponte sul Canale Navile e del nodo di interscambio.

Tali modifiche sono dettagliatamente descritte nella "Relazione Generale" (elaborato B381C-D-X00-EGG-XXX-RG-01) alla quale si rimanda. Nel seguito si riporta la descrizione di dettaglio della linea con tale configurazione.

Entrando nel dettaglio, i primi 320 m ca. si sviluppano lungo via dei Mille, da Piazza dei Martiri fino all'intersezione con via Indipendenza, e sono di nuova realizzazione.

All'intersezione con quest'ultima importante arteria, una doppia comunicazione semplice (una per ogni binario) permette alla linea Verde di "confluire" sulla Linea Rossa: in sostanza le vetture destinate al servizio delle Verde percorreranno in entrambe le direzioni i binari della linea Rossa.

Questa configurazione viene mantenuta fino a p.zza dell'Unità (per uno sviluppo di ca. 1,17 km.,) raggiunta la quale il tracciato piega prima sulla sinistra per poi imboccare a nord via Corticella e

svilupparsi nel quadrante nord della città di Bologna fino al capolinea di Corticella per ulteriori 5,22 km.

All'intersezione tra via Bentini e via S. Anna, il tracciato devia verso Est per percorrere quest'ultima strada fino all'intersezione con via Byron: qui svolta sulla sinistra verso nord fino all'intersezione con via Shakespeare.

Il tratto adesso descritto, compreso tra le fermate Gorky e Shakespeare, per una lunghezza di ca. 900 m, non presenta linea di contatto per la circolazione dei mezzi tranviari (tratta Catenary free): tale soluzione, resa possibile dalle caratteristiche delle nuove vetture che circoleranno sulla rete Bolognese dotate di sistemi a batterie, permetterà di eliminare linea e soprattutto pali di sostegno lungo il tratto di viabilità esistente lungo la quale in tram circolerà in promiscuo con le vetture private.

Nel tratto finale di via Shakespeare, all'intersezione con via Bentini, è prevista la realizzazione di una nuova rotatoria che permetterà anche l'accesso al nuovo polo di interscambio modale collocato a nord di via Shakespeare, nell'area interclusa tra la viabilità a sud, il centro sportivo a est e il canale Navile a ovest (precedentemente descritta).

Infine, come detto, il tracciato termina con l'attraversamento del canale Navile grazie alla realizzazione di un nuovo ponte collocato a sud di quello esistente, lungo 59 m e ad esclusivo utilizzo delle vetture tranviarie: attraverso questa nuova infrastruttura la linea raggiungerà in nuovo capolinea nord "Corticella", collocato in prossimità del piazzale della omonima stazione ferroviaria SFM.

Da evidenziare, ancora, la prevista realizzazione di una sottostazione elettrica in via Bentini, in corrispondenza dell'area verde posta in prossimità dell'intersezione con via Shakespeare.

Lungo il tracciato da Piazza dell'Unità al Capolinea Corticella sono ubicate 12 fermate, ad un interasse medio di 500 m, tranne che nel tratto di attraversamento dello svincolo della tangenziale di Bologna lungo via Corticella che rende impossibile la collocazione di fermate nel rispetto della distanza sopra riportata.

Come ultima annotazione, va ricordato che il capolinea di via dei Mille diventerà, quando la seconda linea sarà completata con il suo ramo sud, una semplice fermata intermedia dell'itinerario più lungo che collegherà il capolinea nord di Corticella con il futuro capolinea da posizionare nel quadrante sud-ovest della città, punto terminale della seconda linea.

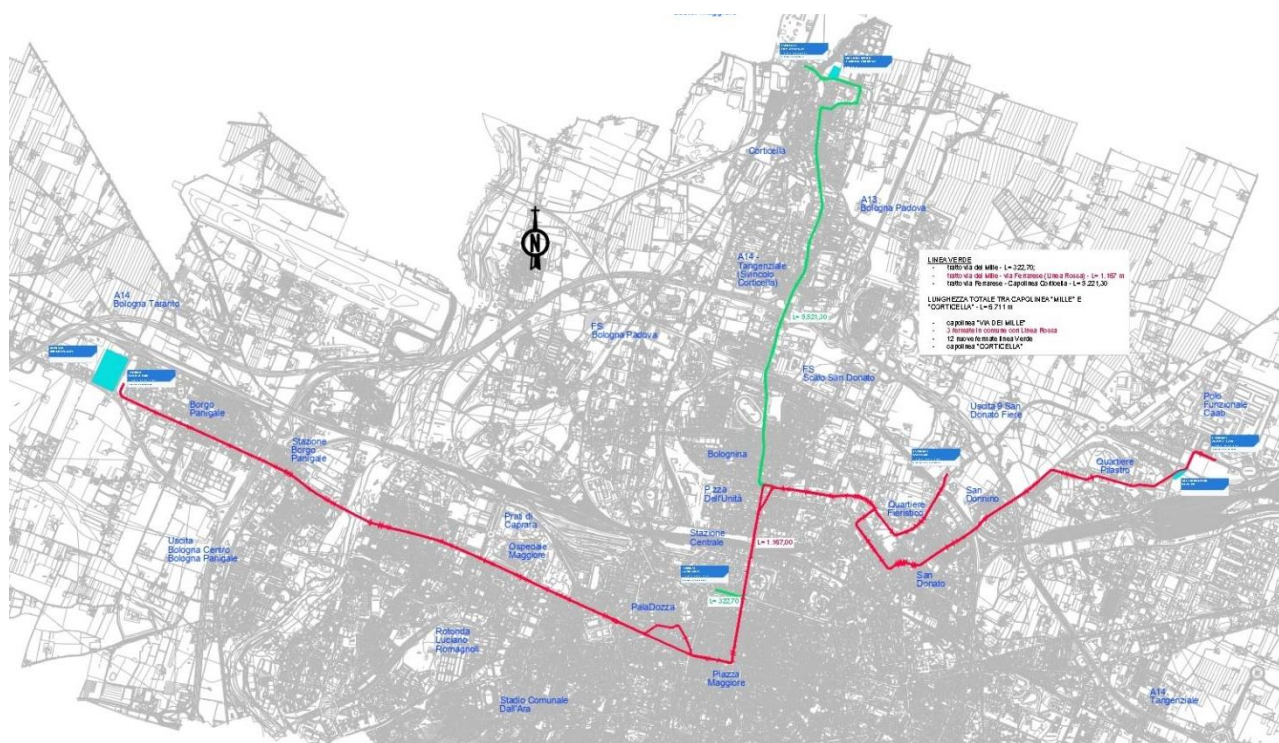


Figura 3-1 – Planimetria generale Linea rossa + Linea verde Linea nord per Corticella

4. VERIFICA DI CONFORMITÀ A VINCOLI E PRESCRIZIONI

Una compiuta analisi degli strumenti di pianificazione è stata svolta in sede di procedimento di screening, analizzando i seguenti piani sovraordinati e di settore:

- Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)
- Piano Generale Traffico Urbano (PGTU)
- Piano Energetico Regionale (PER) Piano d'azione per l'Energia Sostenibile (PAES)
- Piano di gestione del rischio alluvione (PGRA) e Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico
- Piano Territoriale Metropolitano
- Piano Urbanistico Generale – Comune di Bologna

e definendo le prescrizioni, che da questi piani derivano, per le successive fasi progettuali.

Ulteriori considerazioni sono state trattate nella sezione della Relazione del presente fascicolo, puntando l'attenzione soprattutto agli aspetti connessi al tema della mobilità.

In applicazione dell'art. 37, comma 3 della Lr 24/2017, è stato analizzato il sistema dei vincoli e delle tutele, desunti dalla Carta Unica del Territorio - Tavola dei Vincoli, seguiti da una nota sulla coerenza e compatibilità della trasformazione con le tutele e i vincoli che interessano l'area.

Per l'esame nel dettaglio delle tutele e vincoli che interessano l'area e le relative verifiche sulla coerenza e compatibilità di quanto oggetto di pianificazione, si rimanda al documento di Valsat.

5. ANALISI DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

Le valutazioni svolte hanno portato ad individuare le Misure di sostenibilità di seguito riportate, ponendo in particolare l'attenzione sugli aspetti che sono già stati inseriti e sviluppati nella progettazione.

Resta inteso che, a seguito dello svolgimento delle Conferenze dei Servizi nell'ambito del Procedimento Unico alle quali saranno presenti tutte le autorità ambientali, il documento di Valsat verrà adeguato recependo quanto pertinente e che l'approvazione del progetto definitivo sarà accompagnata dall'elenco delle prescrizioni, anche ambientali, che dovranno essere rispettate nelle fasi successive.

5.1 MOBILITÀ

La nuova opera, che discende dalla pianificazione del PUMS, risponde all'esigenza di promuovere un maggiore uso del trasporto pubblico e indurre la riduzione del traffico veicolare privato sulla rete stradale comunale (garantendo così una diminuzione degli impatti sul territorio) e, come tale, essa stessa, per le funzioni a cui è destinata e per le caratteristiche con cui è concepita, contribuisce alla complessiva sostenibilità ed efficienza del sistema della mobilità urbana, configurandosi come misura per la sostenibilità.

Il rispetto delle condizioni riguardanti la componente mobilità formulate in esito alla procedura di assoggettabilità a VIA, da valutarsi nelle successive fasi di cantierizzazione/messa in esercizio dell'opera, costituirà un ulteriore elemento in grado di assicurare la piena sostenibilità dell'opera.

5.2 ARIA

La realizzazione della rete tranviaria comporterà benefici dal punto di vista atmosferico e non sono necessarie azioni mitigative, ad eccezione dei reimpianti compensativi degli abbattimenti di elementi arborei già previsti dal progetto. Il nuovo scenario trasportistico, unito al riassetto della rete di trasporto collettivo, determinerà un quadro emissivo meno impattante e di conseguenza un miglioramento della qualità dell'aria.

La sostenibilità dell'intervento rimane comunque legata alla reale commutazione degli spostamenti con auto privata verso forme di mobilità più sostenibili, al fine di limitare l'impatto da traffico. Per favorire questo processo sono previsti interventi di connessione ed integrazione con le infrastrutture della mobilità "attiva" e gli altri sistemi di trasporto collettivo, che dovranno essere sempre monitorati nel tempo ed efficacemente sostenuti da politiche orientate a promuoverne l'utilizzo.

Una maggiore attrattività della rete è inoltre subordinata all'interconnessione con percorsi pedonali e ciclabili, ed alla buona accessibilità da parcheggi di interscambio e da stazioni del Servizio Ferroviario Metropolitano. Le sistemazioni urbanistiche correlate all'opera potenzieranno il sistema di collegamento alla rete pedonale e ciclabile, prevedendo accessi, percorsi dedicati, connessioni con le reti esistenti e di progetto ma anche ridisegno dello spazio stradale, strade a 30 km/h, interventi di moderazione della velocità e nuove aree pedonali, al fine di garantire una pacifica convivenza tra utenza "debole" ed autovetture.

In fase di cantiere sarà fondamentale tutelare i recettori sensibili presenti nelle vicinanze delle aree interessate dai lavori attraverso l'adozione delle migliori soluzioni tecniche, logistiche e gestionali per limitare la diffusione di polveri e l'emissione di inquinanti nelle aree limitrofe.

5.3 RUMORE

La nuova opera, che discende dalla pianificazione del PUMS ed è stata recepita dal PGU, risponde all'esigenza di favorire il trasporto pubblico e perseguire la riduzione del traffico veicolare privato sulla rete stradale comunale (garantendo così una diminuzione degli impatti sul territorio) e, come tale, essa stessa si configura come misura per la sostenibilità.

In base alle simulazioni elaborate per il progetto definitivo, si rileva in effetti che la realizzazione dell'opera comporta un miglioramento del clima acustico rispetto a quello attualmente presente, e ciò tenendo conto anche della rumorosità introdotta dal tram e dalle modifiche sulla viabilità stradale (sia dal punto di vista infrastrutturale, sia come modifiche ai flussi di traffico).

In sede di stesura del capitolato prestazionale dovranno essere considerate, al fine di diminuire ulteriormente i livelli di rumore del tram, anche le seguenti tecnologie:

- lubrificazione del sistema rotaia/ruota mediante l'utilizzo di grasso biodegradabile per ridurre lo stridio;
- utilizzo di una gomma per il rivestimento dei binari, efficace anche contro le vibrazioni;
- scelta del profilo delle ruote orientata a ridurre la riduzione del rumore.

Nel bando di gara per la scelta dei veicoli andrà valutata la possibilità di inserire condizioni che privilegino la scelta di vetture dotate di sistemi che perseguano l'obiettivo di ridurre gli impatti acustici in curva.

Per il non aggravio della situazione acustica lungo le viabilità dove si stima un possibile aumento del traffico veicolare privato e pubblico, dovrà essere prevista la stesa di asfalto fonoassorbente.

Per la fase di cantiere, il superamento dei limiti individuati dal "Regolamento comunale per la disciplina delle attività rumorose" richiederà il rilascio della deroga ai limiti di rumore, che dovrà essere richiesta secondo le modalità da esso previste

Al fine di verificare l'effettivo miglioramento del clima acustico atteso dalla realizzazione del tram, assume particolare importanza la fase di monitoraggio acustico, con il quale sarà "fotografato" il clima acustico ante-operam e verificate, nel post-operam, le modifiche introdotte dall'infrastruttura sul territorio.

Il monitoraggio riguarderà sia i ricettori collocati lungo il tracciato, sia quelli collocati lungo la viabilità che, in base alle simulazioni subiranno un incremento del traffico privato, verificando presso questi ultimi l'efficacia dell'asfalto fonoassorbente e la necessità di prevedere, compatibilmente con i vincoli presenti, ulteriori interventi per la moderazione delle velocità di percorrenza.

5.4 ACQUE SUPERFICIALI

Relativamente alla progettazione dei sistemi di drenaggio delle acque meteoriche delle aree di terminal e parcheggi nonché dell'infrastruttura lineare è stata effettuata una ricognizione e

mappatura dei sottoservizi esistenti (Fognatura, Acquedotto, Enel ecc), fine di individuare il recapito più idoneo nel rispetto dalla DGR 1860/06 e relative circolari interpretative (ARPAE).

Le acque meteoriche relative alle nuove superfici territoriali di intervento sono recapitate ove possibile nel reticolo idraulico superficiale (canale Navile per il nodo intermodale di Corticella) e, in via residuale, in pubblica fognatura (parcheggio Saliceto e Bassenelli) senza alcun trattamento depurativo, non essendo presenti acque meteoriche dilavanti contaminate né acque industriali.

Le trasformazioni introdotte con il progetto tranviario devono garantire l'invarianza idraulica nel rispetto dell'indice di accumulo di 500 mc/ha di nuova superficie territoriale di intervento, in modo da non superare allo scarico i 10 l/s per ettaro.

Per migliorare la resilienza della nuova infrastruttura ai cambiamenti climatici gli interventi atti a garantire l'invarianza idraulica sono stati progettati secondo le linee guida SUDS (es. canali vegetati) prima del recapito nella fognatura o nel corpo idrico superficiale secondo le prescrizioni del R.E.C. di Bologna.

I reflui civili (bagni ecc) sono collettati mediante rete fognaria separata fino alla fognatura gestita da Hera S.p.A..

Nodo interscambio di Corticella

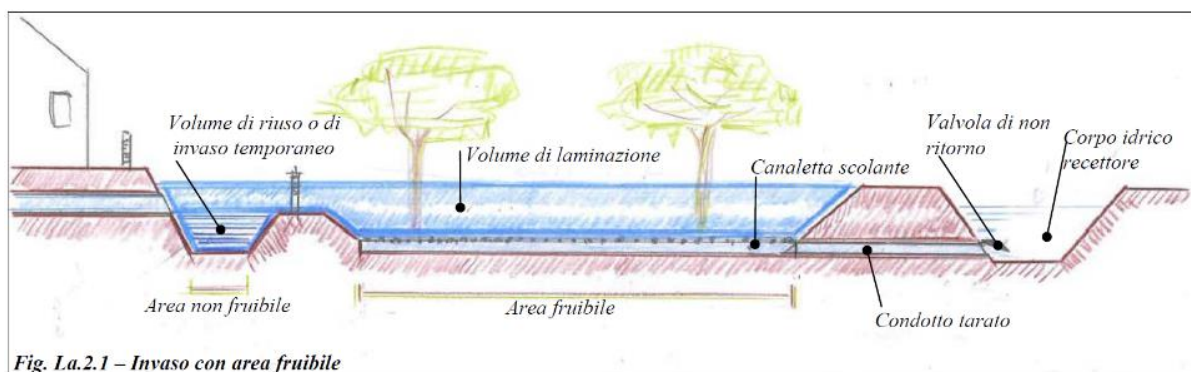
Nell'ambito del progetto è stato dimensionato il sistema di drenaggio per l'intercettazione ed il collettamento delle acque meteoriche del nodo di interscambio compreso il parcheggio autobus, e la fognatura nera per lo smaltimento dei reflui civili.

Sono previste due linee di drenaggio distinte, una a servizio delle coperture (copertura della rimessa e copertura del parcheggio per la sola parte destinata a fotovoltaico), lungo la quale è prevista una vasca di stoccaggio per il riuso delle acque meteoriche (di volume 32 mc) e una rete di drenaggio della viabilità interne dell'area, lungo la quale si è prevista una vasca di circa 32 mc per lo stoccaggio di eventuali sversamenti di inquinanti. Entrambe le reti vengono convogliate nel canale vegetato che assolve alla funzione di laminazione prima dello scarico nel Navile.

Non sono previsti nuovi scarichi in fognatura come da prescrizione di screening ambientale.

Al fine di garantire l'invarianza idraulica nel contesto fisico d'intervento, anche a seguito della maggiore impermeabilizzazione dei suoli prodotta dalle opere in progetto, si individuano aree di compenso di adeguata capacità e funzionalità idraulica in modo da recuperare i volumi previsti e laminare le portate allo scarico in modo da rispettare il valore indice di 10 l/s per ettaro di superficie territoriale di intervento.

Le aree di laminazione si configurano come un invaso secco fruibile, così come definito dalla "Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura del bacino del Reno".

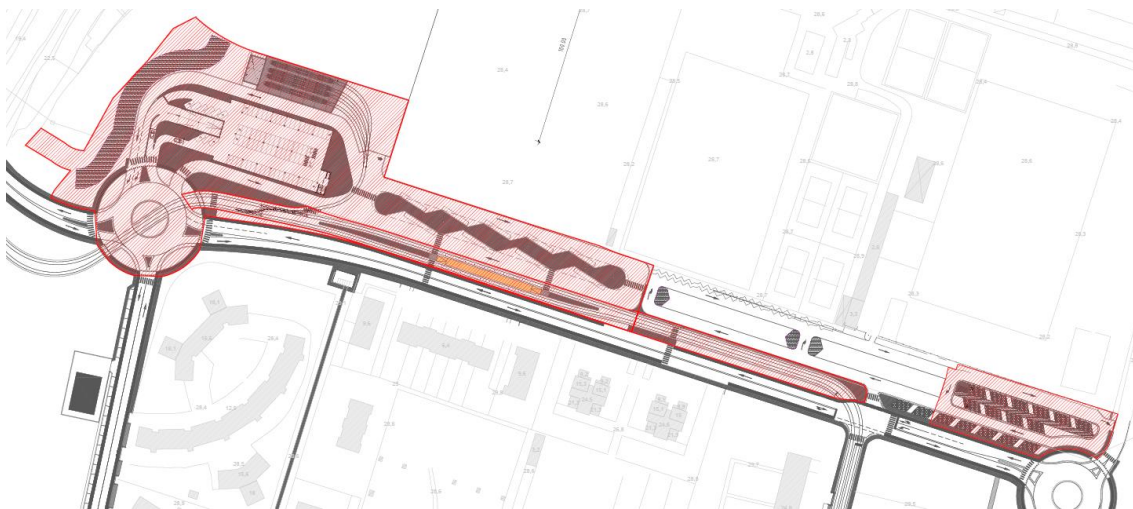


Al fine di garantire in condizioni di tempo asciutto la fruibilità dell'area è prevista la piantumazione di specie vegetali e arboree con la possibilità di arredo paesaggistico in modo da integrare l'opera con l'area al contesto specifico.

Per il calcolo del volume di invarianza idraulica si è quindi fatto riferimento alla totalità della superficie territoriale di intervento prevedendo, in accordo con la normativa vigente, un indice di compenso pari a 500 mc/ha.

L'areale comprende le seguenti opere infrastrutturali:

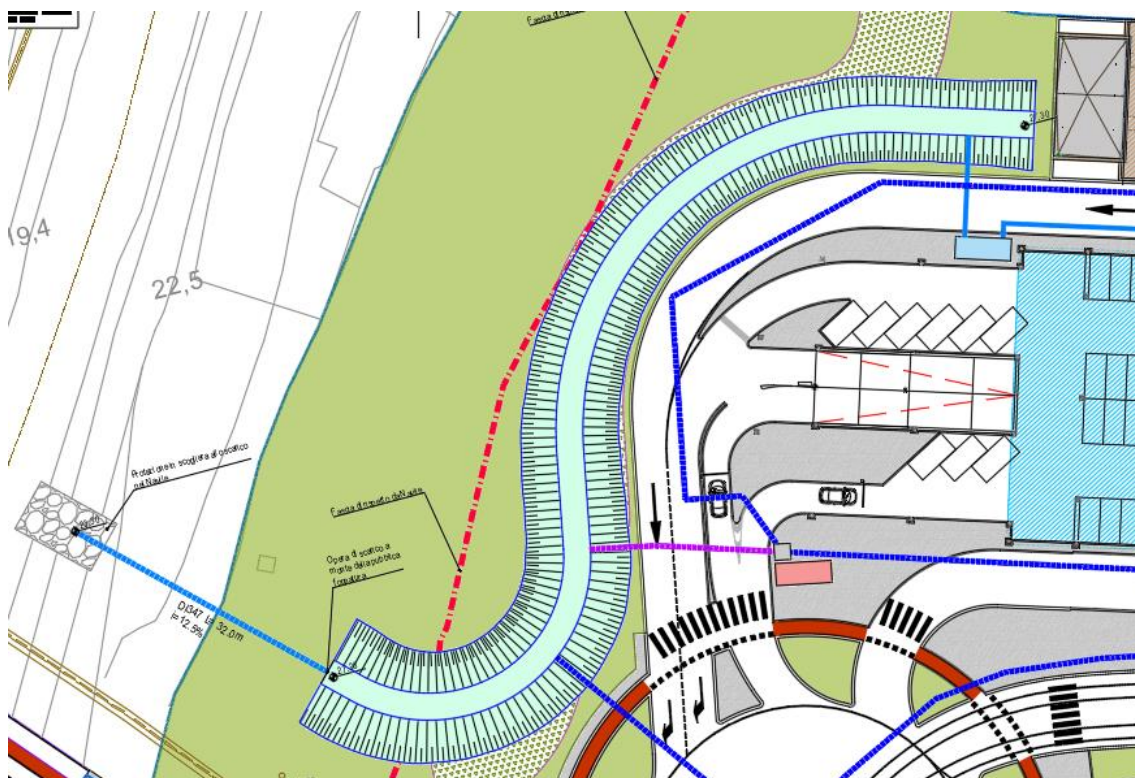
- Parcheggio di Via Shakespeare Area = 2650 mq
- Parcheggio Corticella e parcheggio bus Area = 16925 mq
- Tramvia Area = 3600 mq



I volumi necessari per l'invarianza vengono garantiti principalmente nell'area verde ubicata tra il Nodo di Interscambio e il Navile, realizzando un canale vegetato, (progettato secondo i criteri SUDS), caratterizzato da larghezza al fondo di 3.00m, sponde con pendenza 3:1, pendenza 0.1% ed altezza variabile compresa tra 1.00 e 1.50 m, per uno sviluppo longitudinale di 124.00 m per un totale di 1076.0 mc

I restanti volumi vengono recuperati in corrispondenza del nuovo parcheggio su Via Shakespeare mediante la realizzazione di un canale con larghezza al fondo 1.0 m, altezza circa 0.75m e pendenza delle sponde 1:1, tale da garantire un corretto inserimento nel contesto del nuovo parcheggio, per un volume totale di 110.00 mc.

Nel suddetto canale di prevede di recapitare le acque meteoriche drenate sul parcheggio e mediante un troppo pieno i volumi in eccesso vengono convogliati verso la linea di drenaggio della tramvia che poi confluisce nel canale vegetato per il compenso volumetrico.



Nuovo attraversamento del Canale Navile

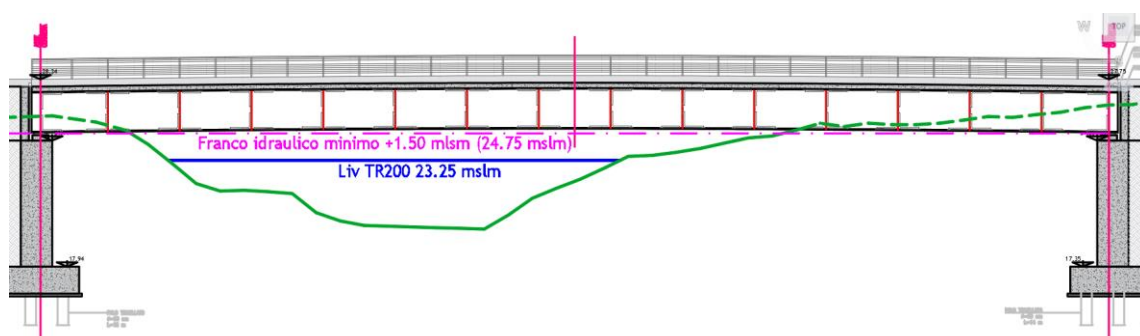
Il tracciato della nuova linea tramviaria prevede l'attraversamento del Canale di Navile mediante un nuovo ponte adiacente all'esistente ponte stradale esistente di Via Bentini.

La compatibilità idraulica del nuovo ponte tranviario è stata valutata ai sensi del RD 523/1904 e delle NTC 2018

A tal fine sono state condotte indagini idrologiche ed idrauliche sul canale Navile per accertare il livello di piena duecentennale, mutuando le sollecitazioni idrologiche direttamente dalla pianificazione di bacino vigente (PSAI Navile Savena Abbandonato).

Il nuovo impalcato garantisce un franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, non inferiore a 1,50 m come di seguito brevemente rappresentato, rimandando allo studio idraulico per gli aspetti modellistici:

- Livello idrometrico massimo TR200 anni a monte del ponte: 23.25 mslm
- Franco di sicurezza minimo: +1.50m
- Quota minima dell'intradosso del nuovo ponte 24.75 mslm



Non sono presenti pile in alveo e le spalle del ponte sono state previste esternamente alla sezione idraulica in modo da non interferire con la piena con TR 200 anni sia in fase di esercizio sia in fase di cantiere dove le escavazioni non interesseranno l'alveo attivo in nessuna fase.

Sottopasso tramviario Passante

Il progetto prevede, per un tratto della Via Corticella, la traslazione dell'asse tramviario al di sotto del piano campagna; in tale situazione si presenta la necessità di dotare l'intervento di un sistema di raccolta e di sollevamento delle acque meteoriche che interessano le due rampe di discesa e di risalita che si trovano alle estremità della nuova galleria artificiale.

Il sistema di intercettazione, collettamento e sollevamento delle acque di piattaforma in progetto si compone della rete di captazione, drenaggio e delle vasche di laminazione delle acque meteoriche con funzione di volano per il gruppo di pompe di sollevamento.

Il drenaggio della piattaforma prevede un impianto di sollevamento delle acque meteoriche. All'interno del sottopasso sono previste caditoie a fessura per l'intercettazione efficiente delle acque meteoriche e un sistema di collettamento per allontanare le acque di pioggia in condizioni di sicurezza fino all'impianto di sollevamento.

Per ognuna delle rampe, il sistema di raccolta e sollevamento delle acque meteoriche si compone dei seguenti elementi:

- rete di captazione delle acque in sede tranviaria (griglie trasversali) e convogliamento al punto più depresso delle due rampe (tubazioni di drenaggio);
- vasca di accumulo delle acque con funzione di volano per il gruppo di pompe di sollevamento e con funzione di laminazione delle massime portate di pioggia in modo da rispettare allo scarico i 10 l/s per ettaro attesi da HERA Spa, senza aggravare il carico idraulico sulla fognatura servente;
- pozzetto di alloggiamento delle pompe ispezionabile;
- pompe di sollevamento adatte ad acque meteoriche e relativo gruppo di continuità come prescritto nelle specifiche del gestore del servizio idrico integrato (HERA Spa).

La necessità di laminare le portate di piena scaturisce dall'esigenza di rispettare il valore indice allo scarico di 10 l/s per ettaro; ciò consente di non sovradimensionare l'impianto di sollevamento meccanico in termini di portata da sollevare e prevalenza.

Tuttavia data l'importanza del sottopasso in argomento, la vasca di laminazione consente di invasare circa 500 mc di acque meteoriche aumentando la resilienza dell'opera in caso di mancato funzionamento degli impianti di sollevamento e/o del gruppo elettrogeno in dotazione, come da specifiche di Hera Spa.

Sottopasso stradale via Ferrarese/via Mazza

Il progetto prevede per un tratto di via Ferrarese la traslazione dell'asse stradale al di sotto del piano campagna; in tale situazione si presenta la necessità di dotare l'intervento di un sistema di raccolta, collettamento e sollevamento meccanico delle acque meteoriche che interessano la sede stradale stessa, comprensiva delle due rampe di discesa e di risalita che si trovano alle estremità della nuova galleria artificiale.

Il sistema di intercettazione, collettamento e sollevamento delle acque di piattaforma stradale in progetto si compone della rete di captazione, drenaggio e delle vasche di laminazione delle acque meteoriche con funzione di volano per il gruppo di pompe di sollevamento per la restituzione nella pubblica fognatura nel limite di 10 l/s per ettaro.

Il sistema di raccolta e sollevamento delle acque meteoriche si compone dei seguenti elementi:

- rete di captazione delle acque in sede tranviaria (caditoie) e convogliamento al punto più depresso delle due rampe (tubazioni);
- vasca di accumulo delle acque con funzione di volano per il gruppo di pompe di sollevamento e con funzione di laminazione delle massime portate di pioggia in modo da rispettare allo scarico i 10 l/s per ettaro attesi da HERA Spa, senza aggravare il carico idraulico sulla sede di scolo secondaria;
- pompe di sollevamento acque meteoriche e relativo gruppo di continuità come prescritto nelle specifiche del gestore del servizio idrico integrato (HERA Spa).

La necessità di laminare le portate di piena scaturisce dall'esigenza di rispettare il valore indice allo scarico di 10 l/s per ettaro; ciò consente di non sovradimensionare l'impianto di sollevamento meccanico in termini di portata da sollevare e prevalenza.

Tuttavia data l'importanza del sottopasso in argomento, la vasca di laminazione consente di invasare circa 200 mc di acque meteoriche garantendo condizioni di sicurezza anche in caso di mancato funzionamento degli impianti di sollevamento e del gruppo elettrogeno in dotazione come da specifiche di Hera Spa.

Parcheggi

I parcheggi a corredo del progetto sono sostanzialmente di due tipologie:

- nuovi parcheggi realizzati impermeabilizzando aree parzialmente permeabili
- riorganizzazione funzionale di parcheggi esistenti impermeabili

Nella prima tipologia di parcheggi (Parcheggio Bassanelli, Parcheggio di via Shakespeare), al fine di aumentare la resilienza del territorio ai cambiamenti climatici, la progettazione del sistema di drenaggio urbano ha seguito gli indirizzi di cui all'art 53 del R.E.C di Bologna, prevedendo come volano idraulico ai fini dell'invarianza idraulica, canali vegetati in modo da rispettare allo scarico il valore soglia di 10/s per ettaro.

Nella seconda tipologia di parcheggi, ove la riorganizzazione funzionale non modifica la permeabilità dei suoli, si prevede di riprogettare la rete di drenaggio, con recapito in sistemi di drenaggio sostenibili, dimensionati, ai sensi dell'art 53 del R.E.C di Bologna.

Per quanto riguarda il parcheggio di via Saliceto, previsto su area attualmente impermeabile, la funzione di volano a monte del recapito in pubblica fognatura viene garantita dalla vasca per l'accumulo e il riutilizzo delle acque meteoriche non contaminate provenienti dalle coperture.

Il parcheggio di VIA BASSANELLI insiste in aree a verde o comunque prevalentemente permeabili ed è stato assunto che allo stato di progetto le aree siano completamente impermeabili.

Il parcheggio di VIA SHAKESPEARE insiste ad ovest e ad est su aree attualmente a verde, mentre nella sua zona centrale in aree impermeabili già destinate a parcheggio su cui non viene apportata alcuna modifica all'impianto fognario.

A valle delle suddette considerazioni si ottengono i seguenti volumi:

| INVARIANZA IDRAULICA | | | | |
|------------------------|-----------|----------------------------|--|---------------------|
| Intervento | Area (mq) | indice di accumulo (mc/ha) | Volume minimo per compenso meteoriche (mc) | Vol a progetto (mc) |
| Parcheggio Shakespeare | 2650 | 500 | 132.5 | 110 |
| Parcheggio Bassanelli | 6750 | 500 | 337.5 | 342 |

Ai fini dell'invarianza idraulica sulla rete di smaltimento delle acque meteoriche si prevede di recuperare i suddetti volumi, all'interno di ogni singola area a parcheggio, realizzando invasi a cielo aperto e/o dei compensi (escludendo vasche interrate) che saranno dimensionati nel rispetto di quanto previsto dalla "Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura del bacino del Reno". Il recapito è stato individuato nella rete fognaria pubblica.

Infine, al fine di non incrementare il rischio, si prevedono le seguenti condizioni di fattibilità:

- per il parcheggio di Via Shakespeare in cui è atteso dal modello bidimensionale un livello di 28.50 mslm, si prevede un sovrizzo del piano stradale fino a 28.60 mslm.
- per il parcheggio di Via Bassanelli in cui è atteso dal modello bidimensionale un livello di 37.60 mslm, si prevede un sovrizzo del piano stradale fino a 37.70 mslm.

Il sistema di drenaggio dei nuovi parcheggi, costituito dalle caditoie per l'intercettazione delle acque meteoriche e dai collettori, recapita i volumi raccolti nei sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SUDS) che consentono di svolgere le seguenti funzioni:

- autocontenimento idraulico degli afflussi meteorici in modo da non superare i 10 l/s per ettaro allo scarico in pubblica fognatura.

Per il progetto dei parcheggi in argomento sono stati scelti due tipologie di interventi "SUDS" alternative fra loro: canali vegetati (asciutti) e vasche con trincee infiltranti, entrambe adatte per aree di parcheggio per convogliare le acque di runoff in spazi pubblici con la possibilità di arredo paesaggistico per una migliore fruibilità delle aree di parcheggio.



Sottostazioni elettriche

La nuova linea sarà dotata di n. 2 Sotto Stazioni Elettriche (SSE) di conversione dell'energia da 15 kVca e 750 Vcc. Le due sottostazioni sono ubicate, una su via Bentini e l'altra su via Stendhal.

In merito alla SSE in via Stendhal il modello bidimensionale indica un battente massimo di circa 15cm, ovvero un massimo livello duecentennale pari a 33.63 mslm

Al fine di scongiurare condizioni di allagabilità per fenomeni di ristagno dovuti ad eventi meteorici intensi e quindi aggravio del rischio, si prevede il sovrizzo del p.c. di 30 cm e/o la realizzazione di muretti di contenimento di pari altezza, consentono la realizzazione della SSE in condizioni di sicurezza idraulica, senza alcun incremento di rischio. Si prevede la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane, considerando un indice di accumulo pari a 500 mc/ha.

I volumi da recuperare sono i seguenti $390\text{mq} \times 500\text{mc/ha} = 19.50 \text{ mc}$

Il canale ha larghezza del fondo 50 cm, altezza 50 cm, pendenza sponde 1:1, lunghezza 40m. Si prevede inoltre un manufatto di scarico del troppo pieno verso la fognatura esistente ovoidale 60x90

Il canale di progetto garantisce un volume di invarianza pari a 20 mc.

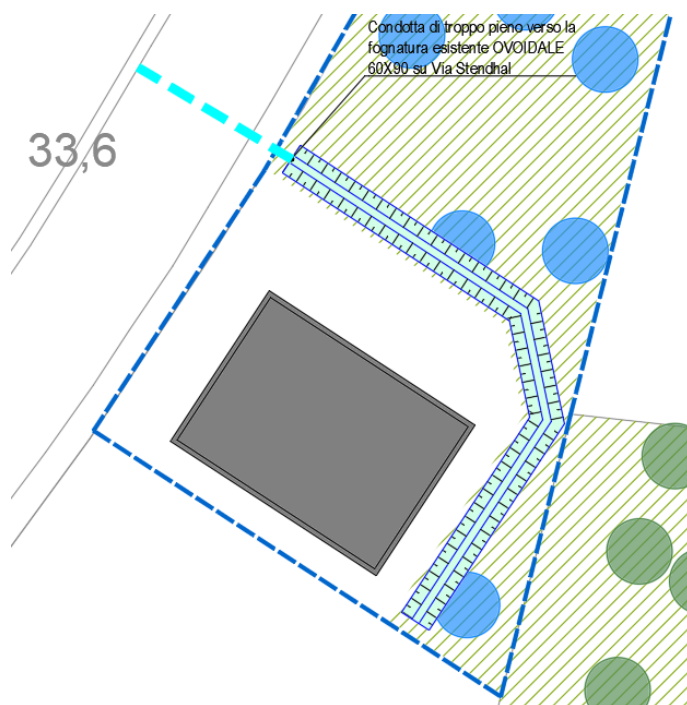


Figura 5-1 – SSE11 via Stendhal

In merito alla SSE in via Bentini il modello bidimensionale indica un battente massimo di circa 20cm.

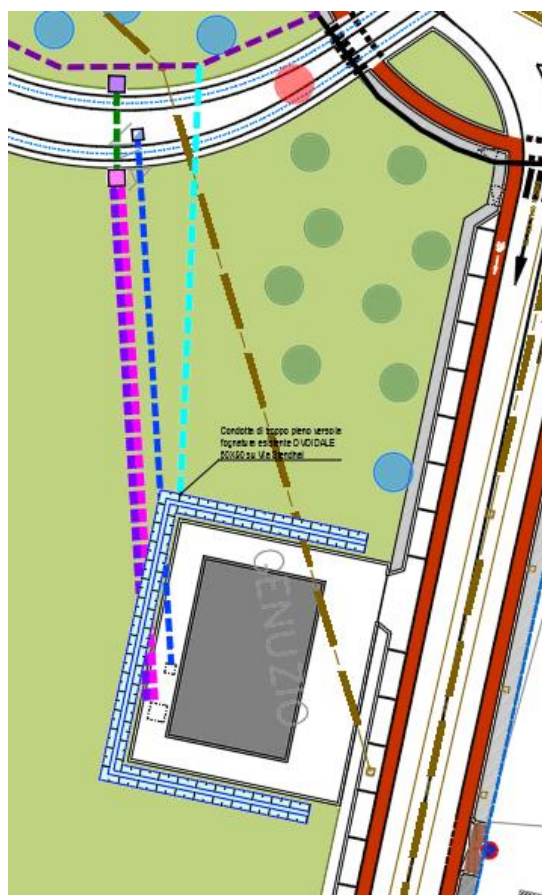
Al fine di scongiurare condizioni di allagabilità per fenomeni di ristagno dovuti ad eventi meteorici intensi e quindi aggravio del rischio, si prevede il sovrizzo del p.c. di 30 cm e/o la realizzazione di muretti di contenimento di pari altezza, consentono la realizzazione della SSE in condizioni di sicurezza idraulica, senza alcun incremento di rischio.

Al fine di scongiurare condizioni di allagabilità per fenomeni di ristagno dovuti ad eventi meteorici intensi e quindi aggravio del rischio, si prevede il sovrizzo del p.c. di 30 cm e/o la realizzazione di muretti di contenimento di pari altezza, consentono la realizzazione della SSE in condizioni di sicurezza idraulica, senza alcun incremento di rischio. Si prevede la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane, considerando un indice di accumulo pari a 500 mc/ha.

I volumi da recuperare sono i seguenti $580\text{mq} \times 500\text{mc/ha} = 29 \text{ mc}$

Il canale ha larghezza del fondo 50 cm, altezza 50 cm, pendenza sponde 1:1, lunghezza 70m e garantisce un volume di invarianza pari a 35 mc.

Si prevede inoltre lo scarico verso la condotta a servizio della tramvia in destra Navile



Idraulica di linea – drenaggio piattaforma tramviaria

Il sistema di raccolta è costituito principalmente da griglie stradali a fessura in ghisa sferoidale D400 con canaletta in calcestruzzo di larghezza 30 cm e altezza 30 cm ad interasse di 25 m, che raccolgono le acque di piattaforma e le convogliano in un pozzetto d'ispezione adiacente alla sede tramviaria. Dal pozzetto, le acque vengono collegate ad un collettore di progetto che corre parallelo alla sede tramviaria e che recapita le acque raccolte nella pubblica fognatura, in pozzetti esistenti o camerette di progetto.

Nei tratti i cui deflussi superficiali verranno modificati a seguito della realizzazione della tramvia, si è previsto il rifacimento della caditoia stradale a bocca di lupo e il riallaccio alla rete esistente.

Tale approccio consente di gestire correttamente i deflussi della piattaforma tramviaria e di garantire in termini di smaltimento della sede stradale il ripristino della situazione attuale.

E' inoltre previsto il drenaggio della gola della rotaia ottenuta con apposite asole nella gola della rotaia da effettuarsi al massimo ogni 200 m circa. Per consentire di allontanare l'acqua raccolta dalla gola della rotaia vengono realizzati quattro fori del diametro di 16 mm/cad all'interno della gola che sono messi in comunicazione con la canaletta di drenaggio.

5.5 VERDE

Il progetto della tranvia prevede alcune misure di sostenibilità diversificate a seconda delle zone attraversate e di altre misure che invece sono comuni a tutti i tratti dell'opera. Si elencano quindi, sia per area sia per tema, le misure di sostenibilità necessarie per il corretto inserimento delle opere nel contesto e per la mitigazione e compensazione degli impatti.

Boschi urbani a nord e sud di Via Bentini

Il progetto proposto prevede la realizzazione di aree boscate e di prati aridi con incremento della naturalità e della biodiversità delle aree oggetto di richiesta, collocate nell'area nord -ovest del percorso.

Le due zone destinate sono caratterizzate da formazioni vegetali come di seguito elencato:

- bosco querce-carpineto;
- bosco querce-olmeto;

come individuati negli elaborati progettuali.

Il corredo vegetazionale del progetto per il bosco a nord di via Bentini valorizza, altresì, le aree destinate a possibile laminazione delle acque del limitrofo torrente Navile, creando dei sistemi affini degli ambienti umidi, con incremento della biodiversità (querco-olmeto).

A corredo della zona boscata le strutture verdi lineari (filari e siepi) completeranno il progetto raccordando soprattutto i margini nord ed ovest.

I nuovi boschi verranno realizzati in un'area di:

- Nuovo Bosco urbano a nord di via Bentini (querco-olmeto): 1.609 mq oltre a 3.958 mq di radure;

- Nuovo Bosco urbano a sud di via Bentini (querco-carpineto): 7.675 mq oltre a 8.432 mq di radure.

Il progetto prevede di inserire popolamenti polispecifici, costituiti da consociazioni di specie arboree variamente strutturate e articolate in relazione alle caratteristiche stagionali e delle peculiarità del terreno che contraddistingue il sito d’impianto.

Tra le specie arboree vanno menzionati gli ontani, i frassini, le querce, gli aceri, i sorbi, gli olmi, i ciliegi.

Bosco tipo “querco-carpineto” si colloca a sud di Via Bentini, nella zona a nord è previsto invece il Bosco tipo “querco-olmeto”.

Per quanto riguarda il sesto d’impianto è prevista una maglia di 5 m x 5 m, pari ad una densità teorica di 400 piante ad ettaro

Rain garden – canali vegetati

La gestione del drenaggio urbano fa parte di un approccio integrato che vuole contribuire a mitigare gli effetti dei cambiamenti in corso.

I rain garden (o semplicemente canali vegetati rappresentano avvallamenti o depressioni appositamente posizionate e dimensionate per raccogliere l’acqua di ruscellamento, ossia l’acqua che viene raccolta da tetti, strade, marciapiedi e altre superfici urbane impermeabili o semipermeabili.

Questo avvallamento, permettono un parziale o totale smaltimento dell’acqua in un sistema di drenaggio sotterraneo, o semplicemente di laminare il deflusso.

Nello specifico si è ritenuto di rivestire le sponde degli invasi con specie igrofile per permettere di filtrare sostanze inquinanti, portate dal deflusso delle acque.

Prati

In corrispondenza di tutte le superfici “naturalistiche” è prevista la costituzione di un prato formato da miscugli di essenze erbacee frugali e xerotolleranti in considerazione delle sfavorevoli condizioni di stabilità e di aridità costituzionale del substrato su cui si andrà ad operare.

Il miscuglio di sementi avrà una buona percentuale di graminacee e di leguminose, nonché percentuali variabili di altre famiglie quali Composite, Ombrellifere e Cariofillacee capaci di adattarsi anche ai suoli di difficile bilancio idrotrofico. La tecnica prevista per la costituzione di prati piani o leggermente inclinati, dove è previsto un uso intenso, è quella tradizionale con lavorazione del terreno e semina manuale o meccanica.

Per le radure, invece, si opterà per la formazione di prati fioriti che assommano la loro valenza paesaggistica a quella ecologica, nonché il contenimento dei costi di gestione, con le seguenti caratteristiche:

- mix con elevato contenuto specie spontanee perenni, più alcune annuali;
- valorizzazione di aree marginali con bassissima manutenzione a scopo ornamentale e paesaggistico;
- massimo effetto di prato spontaneo dalla ricca e variegata fioritura;
- elevate rusticità e valore ecologico, associate ad un interessante risultato estetico, variabile con le stagioni.

Prati ornamentali a bassa esigenza

Il tappeto erboso negli ultimi anni sta sensibilmente ampliando il proprio campo d'impiego, spaziando dal primo punto d'interesse, vale a dire l'uso ornamentale e sportivo, verso altri settori importanti definiti come inerbimenti tecnici (consolidamento scarpate, bonifica di ampie aree prima dismesse, miglioramento gestionale aree agricole, ecc.). Tutti gli inerbimenti offrono provati vantaggi ambientali, ma non tutte le specie graminacee si comportano allo stesso modo.

Un inerbimento a bassa esigenza idrica e manutentiva deve necessariamente assicurare la copertura completa e uniforme dell'area, il mantenimento negli anni di determinate caratteristiche

qualitative, ma soprattutto deve crescere poco, avere minime necessità nutrizionali, essere resistente alle fitopatologie ed avere contenute necessità idriche.

Sono previste fondamentalmente specie graminacee microterme che permettono una più vasta fruizione dell'area dal punto di vista sia spaziale, sia temporale.

Particolare attenzione alla bassa esigenza manutentiva, che pur trattandosi di un concetto di tipo soggettivo, può essere generalizzato a un tipo di prodotto che comporti minime spese d'investimento e di mantenimento (sia come prodotti che come operazioni necessarie per la conservazione del sistema).

Tralasciando volutamente il settore delle leguminose, tra le specie graminacee l'interesse verso questo tipo d'impiego risulta essere rivolto sostanzialmente verso la *Festuca arundinacea*, e il gruppo delle Festuche cosiddette a foglie fini (*Festuca rubra* sub. *Rubra*, *Festuca rubra* sub. *Trichophylla*, *Festuca rubra* sub. *Commutata*, *Festuca ovina*, *Festuca ovina duriuscula*)

Per un impiego tipo parco pubblico possono essere considerati 6 tagli/anno, mentre per un inerbimento di tipo tecnico 3 tagli/anno è la giusta quota d'intervento.

Interessante, sia per gli aspetti estetici, sia per quelli ecologici, l'applicazione della tecnica del mulching che consente a parità di costi di effettuare un numero di tagli superiore nella stagione vegetativa.

Festuche arundinacee possono essere miscelate con altre graminacee microterme per compensare le prestazioni nelle varie stagioni.

L'accorgimento per la creazione di tali miscele è quello di non scendere al di sotto di valori del 70% in peso di presenza di *Festuca arundinacea*.

Prati estensivi delle radure e dei boschi urbani

In corrispondenza di tutte le superfici "naturalistiche" è prevista la costituzione di un prato formato da miscugli di essenze erbacee frugali e xerotolleranti in considerazione delle sfavorevoli condizioni di stabilità e di aridità costituzionale del substrato su cui si andrà ad operare.

Il miscuglio di sementi avrà una buona percentuale di graminacee e di leguminose, nonché percentuali variabili di altre famiglie quali Composite, Ombrellifere e Cariofillacee capaci di adattarsi anche ai suoli di difficile bilancio idrotrofico. La tecnica prevista per la costituzione di prati piani o leggermente inclinati, dove è previsto un uso intenso, è quella tradizionale con lavorazione del terreno e semina manuale o meccanica.

Per le radure, invece, si opterà per la formazione di prati rustici che assommano la loro valenza paesaggistica a quella ecologica, nonché il contenimento dei costi di gestione, con le seguenti caratteristiche:

- mix con elevato contenuto specie spontanee perenni, più alcune annuali;
- valorizzazione di aree marginali con bassissima manutenzione a scopo ornamentale e paesaggistico;
- massimo effetto di prato simil-spontaneo dalla ricca e variegata composizione floristica;
- elevata rusticità e valore ecologico tipico dei prati magri.

Per le aree di tipo naturalistico si opta verso un prato polifita rustico con le seguenti caratteristiche:

- composizione: 20% *Lolium perenne* 15% *Agropyrum elongatum* 20% *Festuca arundinacea* 10% *Dactylis glomerata* 15% *Festuca rubra rubra* 5% *Lotus corniculatus* 5% *Trifolium subterraneum* 5% *Melilotus officinalis* 5% *Onobrychis viciaefolia*,
- dose di semina: 25-30 g/mq,
- epoca di semina: Primavera e autunno,
- manutenzione: 3-4 tagli annuali anche con tecnica del mulching.

Alberate stradali

L'inserimento e il completamento dei filari alberati lungo la viabilità interessata dal progetto dalla linea tranviaria hanno seguito i criteri paesaggistici ed ecologici propri della progettazione urbana. Le scelte hanno tenuto conto degli spazi disponibili per lo sviluppo radicale e delle chiome, nonché

delle prescrizioni in materia di distanziamento dalla linea tranviaria stessa e dagli impianti elettrici di supporto.

Il filare arboreo inserito nel contesto urbano assume un ruolo fondamentale nell'aspetto paesaggistico, diventando un tratto caratteristico ed irrinunciabile delle città moderne.

L'accostamento di un filare alberato in corrispondenza del percorso di un mezzo pubblico di nuova generazione, inoltre, caratterizza paesaggisticamente le tratte, conferendo un carattere moderno e dinamico alla tramvia.

Aiuole e rotatorie stradali

Si intendono valorizzare anche le superfici verdi lungo la tramvia. Elemento distintivo sarà la composizione secondo forme semplici e riconoscibili che nell'alternanza di superfici a prato e superfici con erbacee perenni conferiranno una variabilità di paesaggi.

Parcheggi pubblici

Il progetto del verde in corrispondenza delle aree a parcheggio è stato sviluppato in un'ottica di applicazione dei principi di sostenibilità (drenaggio urbano sostenibile, qualità degli spazi pubblici, miglioramento del microclima urbano) definendo:

- specie idonee al contesto urbano;
- adeguati spazi per le alberature;
- miglioramento della qualità urbana dei parcheggi;
- criteri gestionali semplici.

Anche per i parcheggi principali, oltre agli inerbimenti, sono state proposte erbacee perenni in grado di soddisfare gli obiettivi sopra esposti. Le tecniche costruttive, oltre a soddisfare un pronto risultato, assicureranno una semplicità ed economicità di gestione grazie alla predisposizione di teli pacciamanti ecologici e un sistema di irrigazione a goccia.

Armamento permeabile

Si vuole anticipare il rinverdimento dell'armamento permeabile della tranvia utilizzando specie erbacee rustiche precoltivate con l'obiettivo di ricreare quanto naturalmente si creerebbe con vegetazione erbacea rustica dando l'effetto paesaggistico di un corridoio verde. Lungo la linea vengono previsti 3.620 mq di armamento permeabile.

Sistemazioni a verde lungo il tracciato

- Si è compiuta una verifica capillare lungo il percorso al fine di valutare puntualmente le interferenze per limitare l'abbattimento di alberi. I nuovi impianti arborei sono stati prioritariamente riproposti in loco o nelle immediate vicinanze rispetto al punto di abbattimento, considerando la fattibilità tecnica in relazione alle prescrizioni del Regolamento del verde. Quando non si sono verificate le condizioni per il reimpianto in loco si è optato per ulteriori aree verdi messe a disposizione dall'amministrazione;
- si intendono valorizzare anche le superfici verdi lungo la tramvia. Elemento distintivo sarà la composizione secondo forme semplici e riconoscibili che nell'alternanza di superfici a prato e superfici con erbacee perenni conferiranno una variabilità di paesaggi;
- si vuole anticipare il rinverdimento dell'armamento permeabile della tranvia utilizzando specie erbacee rustiche precoltivate con l'obiettivo di ricreare quanto naturalmente si creerebbe con vegetazione erbacea rustica dando l'effetto paesaggistico di un corridoio verde.

Tutela degli alberi

Il progetto esecutivo definirà i criteri per la tutela degli alberi da conservare ed interferenti con il cantiere. Verranno attuate le disposizioni previste dal Regolamento del verde, art. 7-8.

Sono stati individuati una serie di alberi che risultano incompatibili con la realizzazione delle strutture tramviarie, per interferenza diretta con l'opera in senso stretto e con la cantierizzazione necessaria.

Per interventi su platano si osserveranno le norme previste dalle disposizioni per la lotta obbligatoria contro il "Cancro colorato del Platano".

Bilanci

- Abbattimenti/reimpianti: attualmente sono previsti in totale 217 abbattimenti e 386 reimpianti di esemplari arborei lungo la linea. Dal punto di vista strettamente numerico, con particolare riferimento all'area di via Shakespeare, all'intersezione tra la precedente strada e via Bentini (dove verrà realizzata la nuova rotatoria) e all'area occupata dal nuovo nodo di interscambio e dalla nuova rimessa tranviaria, il progetto prevede l'impianto di 52 nuove alberature e l'abbattimento di 40 esemplari esistenti, con un bilancio arboreo netto di 12 alberi (durante la progettazione esecutiva si cercherà di limitare il numero di alberature esistenti da rimuovere, con attività di affinamento progettuale che possano permettere di limitare al massimo la riduzione delle alberature).

Ai suddetti esemplari vanno aggiunte quelli che verranno impiantati nei due boschi a nord e a sud di via Bentini, come sopra descritto.

Considerando le superfici a disposizione e la previsione di ca. 400 alberature per ettaro, sarà possibile impiantare un ulteriore cospicuo numero di alberi pari a ca. 260 esemplari.

- Per quanto riguarda il bilancio di CO₂ dell'intera linea Verde di Bologna, si rimanda al calcolo aggiornato da definire nella futura fase progettuale.

5.6 SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE

Nella fase di cantierizzazione l'eventuale sovrapposizione tra cantiere e sito oggetto di procedimento di bonifica dovrà essere valutata e risolta, con particolare riferimento a quei siti in cui il progetto di bonifica prevede la presenza di impianti o in cui la stessa non sia conclusa.

In ogni caso, qualora durante la realizzazione degli scavi previsti dovessero essere rilevate situazioni anomale e di potenziale contaminazione, sarà necessario attivarsi ai sensi della parte IV del Dlgs. 152/06.

Dovrà essere previsto, in tutti i casi in cui sia tecnicamente possibile, l'utilizzo di materiali contenenti aggregati riciclati come alternativa agli inerti naturali, al fine di un contenimento dei prelievi di risorse naturali scarsamente rinnovabili.

La gestione dei terreni da scavo dovrà rispettare la gerarchia indicata dalla normativa ambientale, privilegiando il riuso, il riutilizzo e il recupero rispetto allo smaltimento e preservando la strutturazione e il profilo del topsoil.

5.7 PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO/CULTURALE

Paesaggio

Gli interventi mitigativi proposti, in linea generale, riguardano:

- sistemazioni ambientali a verde;
- ricostruzione di elementi a valenza naturale tesi a perseguire l'eliminazione/contenimento delle potenziali interferenze, al fine di perseguire nuove strategie di organizzazione e strutturazione ambientale e paesistica.

Sono inoltre previsti interventi a verde lungo tutto il tracciato, già dettagliati nella componente "Verde" che, oltre ad avere valenza positiva in termini microclimatici, contribuiscono al miglioramento generale degli aspetti paesaggistici.

Patrimonio storico-culturale

Per mitigare gli impatti di tipo acustico-vibrazionale si prevede l'utilizzo di sistemi di armamento aventi caratteristiche di isolamento vibrazionale, differenziate mediante l'inserimento di materassini elastomerici di spessore adeguato, in funzione della distanza dei binari dagli edifici. In particolare, è previsto l'utilizzo di una tipologia di armamento L3 in corrispondenza di tutte le aree su cui insistono edifici o monumenti sottoposti a vincolo di tutela.

Al fine di mitigare l'inserimento dell'opera tranviaria all'interno del contesto urbano sono stati adottati i seguenti interventi:

- utilizzo in alcuni tratti di vetture alimentate attraverso batterie e bordo (via dei Mille, via Sant'Anna e via Byron) in alternativa al sistema di trazione elettrica tradizionale, con pali, testate e linee di alimentazione elettrica aerea;
- il concept architettonico delle pensiline è stato definito in modo da integrarle con gli elementi tipologici della città.

Per le mitigazioni sull'impatto visivo dell'opera, su un tracciato che attraversa tessuti urbani profondamente diversi, l'obiettivo è stato quello di integrare il più possibile l'opera con il contesto attraversato; le strategie messe in atto riguardano il corretto posizionamento dell'asse infrastrutturale all'interno delle strade, il miglioramento della sezione stradale stessa mediante l'allargamento dei marciapiedi, la previsione di corsie ciclabili o percorsi ciclopeditoni, il potenziamento delle alberature e del verde stradale nonché dell'arredo urbano.

E' stata operata una integrazione dell'insieme dei sistemi costituenti l'infrastruttura tranviaria (armamento, trazione elettrica, segnalamento, etc) con i sistemi di illuminazione e con quelli di pertinenza delle linee esistenti.

I principali obiettivi che la progettazione si è data lo scopo di adottare sono stati:

- minimizzazione dell'impatto della sede tranviaria sulla circolazione primaria e secondaria;
- minimizzazione dell'impatto della nuova infrastruttura sul patrimonio arboreo esistente;
- minimizzazione dell'impatto sui sistemi di sosta esistenti;
- adattamento delle tecnologie tranviarie e delle finiture al contesto ambientale e, in special modo, a quello del centro storico;
- rispetto dell'elemento "portico" in riferimento al suo valore storico-urbanistico per la città di Bologna;
- integrazione della tranvia con i sistemi di mobilità dolce;
- abbattimento delle barriere architettoniche.

Il tracciato della tranvia è stato quindi adattato alle diverse forme urbane attraversate, cercando il miglior compromesso possibile tra l'optimum trasportistico e il valore aggiunto dato dalla strada come luogo di relazione sociale caratteristico delle comunità italiane.

Il progetto definitivo prevede una serie di opere, puntuali ed in linea, fornendo risposte sia identitarie (che rendono identificabile in tutta la linea il progetto architettonico urbano) sia fortemente contestualizzanti.

Nel merito è stato scelto di utilizzare il granito quale materiale unificante di tutto il progetto che, mutuato dalle pavimentazioni del centro storico della città di Bologna, è presente nei manufatti che compongono l'infrastruttura tranviaria (cordoli tranviari, cigli stradali, pavimentazioni di fermata, pavimentazioni stradali in aree di particolare interesse, ecc).

Gli altri elementi del progetto che rendono riconoscibile la linea tranviaria nei vari contesti attraversati sono i manufatti di fermata: pensilina, totem, pali di trazione.

Sono previste due tipologie di fermata – centrale e laterale – che si adattano di volta in volta alle sistemazioni urbanistiche di linea con l'obiettivo di integrarsi al meglio con il contesto urbano toccato.

Il percorso su cui si articola il tracciato della linea tranviaria lega tessuti diversi sia per urbanizzazione, contesto, vocazioni, architettura e storia; il design della fermata nella forma e nelle cromie tende ad un dialogo neutro mantenendo un carattere distintivo forte e adattabile alle quinte di una città mutevole.

In analogia con il progetto esecutivo della Linea Rossa, i cui lavori sono in corso di esecuzione, il progetto definitivo prevede due tipologie di pensilina: laterali e centrali, entrambe con struttura metallica a portale con copertura in vetro strutturale. La struttura a telaio metallico delle pensiline è identica per entrambe le tipologie di fermata (centrale e laterale), mentre la copertura in vetro, ancorata all'estradosso del traverso, è simmetrica per quelle centrali, con larghezza complessiva di 2,4 m e asimmetrica per quelle laterali con larghezza complessiva 1,8 m.

La soluzione progettata, che concentra gli allestimenti nella struttura delle pensiline, garantisce più spazio libero sulla banchina a favore della migliore fruizione anche da parte dei disabili, oltre che un migliore inserimento architettonico delle fermate nel contesto urbano

5.8 ENERGIA

La mobilità sostenibile e la de-carbonizzazione dei trasporti rientrano tra i punti prioritari che la pianificazione a scala metropolitana ha assunto attraverso il PUMS. Il Piano di azione per l'energia sostenibile ed il clima (PAESC) pone nuovi obiettivi di riduzione del 55% delle emissioni di CO₂ al 2030 e di successiva neutralità carbonica al 2040 per la città di Bologna, assumendo le previsioni del PUMS sulla mobilità sostenibile e proponendo azioni per accelerare il processo di transizione verso la mobilità pubblica alimentata da fonti rinnovabili.

Nell'opera e negli interventi ad essa connessi dovranno essere applicate le migliori tecnologie disponibili per la riduzione dei consumi di energia e delle emissioni di CO, come ad esempio l'utilizzo di sorgenti luminose a basso consumo e corpi illuminanti ad alta efficienza, integrati con sistemi di gestione intelligente del flusso luminoso, negli impianti di illuminazione pubblica.

5.9 ELETTRROMAGNETISMO

Alte frequenze: Nell'ambito del piano di cantierizzazione dovranno essere valutate le eventuali interferenze tra gli impianti esistenti e le opere di cantiere.

Basse frequenze: per maggior tutela, è stato previsto, in analogia a quanto fatto per la Linea Rossa, l'installazione di un sistema schermante appositamente progettato per la schermatura di campi elettromagnetici da 0 Hz a 150 kHz, realizzato con tessuto metallico flessibile spesso 0,73 mm in trama ed ordito, protetto dalla corrosione e rivestimento con alluminio spesso 150 µm su entrambi i lati, finalizzato al rispetto dell'obiettivo di qualità di $B \leq 3 \mu T$ (D.P.C.M. 8/7/2003), verificato secondo norma CEI 211-6, senza aggiunta di ulteriori elementi conduttivi e/o placcato con elementi elettroconduttivi ed equipotenziali. La schermatura sarà in adesione a pareti/pavimento in corrispondenza delle sorgenti di campi elettromagnetici.

Inoltre è stata effettuata anche la verifica di rispetto del limite di esposizione dei 100 μ T e sulla base delle simulazioni effettuate è stato valutato che le curve isolivello di induzione magnetica a 100 μ T sono tutte contenute all'interno delle cabine.

5.10 RIFIUTI

Al fine di potere garantire il servizio di raccolta dei rifiuti sulla viabilità interessata dal tracciato, andranno valutate e concordate soluzioni che consentano la ricollocazione delle isole ecologiche di base in prossimità dello stesso ambito degli interventi previsti legati alla riorganizzazione della viabilità e del nuovo assetto della rete stradale e della sosta.

Nell'area di terminal le aree deputate alla raccolta dei rifiuti dovranno essere organizzate in modo da garantire la corretta gestione di tutte le frazioni differenziabili del rifiuto ed essere accessibili ai mezzi proposti alla raccolta.

6. IL PIANO DI MONITORAGGIO

Il Piano di monitoraggio ambientale elaborato e proposto nel progetto definitivo rappresenta un affinamento delle misure indicate per le diverse componenti ambientali analizzate: mobilità, aria, rumore, ecc. rispetto a quanto presentato in fase di PFTE e di Screening. Nella successiva fase di progettazione esecutiva saranno recepite le prescrizioni formulate nell'ambito del procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA (screening).

Mentre per alcune componenti ambientali il Piano ha una finalità prettamente prestazionale, ossia quella di verificare la rispondenza degli indicatori selezionati con i valori di riferimento (assumendo quindi una connotazione di vero e proprio collaudo dell'opera), per molte altre componenti esso assume il ruolo di misurare nel tempo l'evoluzione e la risposta dell'ambiente (in termini di aria e rumore) e della città (spostamenti, ecc.) rispetto alla nuova infrastruttura.

In tal senso il Piano dovrà presentare flessibilità nella scelta delle postazioni, nella metodologia di misura e nella loro tempistica e frequenza, e ciò allo scopo di far fronte e adeguarsi alle modifiche e alle evoluzioni del territorio, nonché alle sensibilità che si incontreranno.

Trattandosi di un'opera strategica per il Comune di Bologna è primario interesse dell'Amministrazione monitorare l'impatto della stessa sia durante la fase realizzativa (al fine di gestire e governare i cantieri in modo da minimizzare, per quanto possibile, il disagio arrecato alla popolazione), sia per verificare durante la fase di esercizio l'efficacia dell'infrastruttura nel garantire adeguati livelli di servizio, un efficace split modale dal trasporto privato a quello pubblico, l'auspicabile beneficio per le componenti ambientali indagate.

Tenuto conto di quanto sopra, di seguito si elencano le prestazioni che il Piano di Monitoraggio deve fornire, tenendo presente che, come detto, potrà essere maggiormente affinato e specificato durante la progettazione esecutiva dell'opera.

Quanto sopra vale, a maggior ragione, per la fase in corso d'opera, il cui impatto e l'individuazione dei ricettori da monitorare potrà avvenire solamente sulla base delle informazioni di maggior

dettaglio (in riferimento a: lavorazioni, macchinari impiegati e sovrapposizione temporale delle attività) che saranno sviluppate in occasione della progettazione esecutiva della cantierizzazione.

In sede di procedimento unico il Piano di Monitoraggio facente parte del progetto definitivo dovrà essere allineato con le prestazioni nel seguito elencate e dovrà essere concordato e approvato dagli enti competenti in merito.

MOBILITÀ

Per avere i necessari termini di confronto le fasi di monitoraggio dovranno essere: ante operam e post operam.

Dovranno essere privilegiate posizioni ove siano già previsti strumenti di rilievo fissi (spire semaforiche).

Per la fase di monitoraggio post operam i monitoraggi dovranno essere concentrati in specifici periodi (es: febbraio-marzo e ottobre-novembre) ed eseguiti con cadenza semestrale per un periodo di due anni dopo l'entrata in funzione completa dell'infrastruttura.

ARIA

Le criticità per tale componente ambientale potranno riscontrarsi in fase di cantiere, legate soprattutto alle operazioni di approvvigionamento, deposito, movimentazione dei materiali, lavorazioni in sito e presso i campi base, emissioni prodotte dai mezzi d'opera.

Per tale specifica fase la priorità deve essere orientata a tutelare i recettori sensibili presenti nelle vicinanze delle aree interessate dai lavori attraverso l'adozione delle migliori soluzioni tecniche, logistiche e gestionali per limitare la diffusione di polveri e l'emissione di inquinanti nelle aree limitrofe.

A valle di quanto sopra, che potrà essere valutato solamente a seguito della progettazione esecutiva della fase di cantiere, sarà valutata la necessità di attivare, per specifici ricettori e lavorazioni, dei monitoraggi della qualità dell'aria per alcune fasi valutabili come più critiche.

RUMORE

Il piano di monitoraggio acustico interesserà tutte le fasi di attuazione del progetto, ossia:

- ante-operam (AO), in cui saranno condotte misure volte a caratterizzare lo stato attuale delle aree interessate, direttamente o indirettamente, dall'opera;
- corso d'opera (CO), al fine di monitorare la rumorosità indotta dai cantieri, che vengono descritte in modo qualitativo in attesa di una maggiore definizione del piano di cantierizzazione;
- post-operam (PO), durante il quale il monitoraggio verificherà le modifiche intervenute sul territorio a seguito dell'entrata in esercizio dell'opera.

Le misure saranno di diversa tipologia e durata, comprendendo rilievi di 24 ore e misure di breve durata che saranno programmate in funzione di particolari lavorazioni ed attrezzature utilizzate in cantiere.

Il monitoraggio riguarderà sia i ricettori collocati lungo il tracciato, sia quelli collocati lungo la viabilità che, in base alle simulazioni subiranno un incremento del traffico privato, verificando presso questi ultimi l'efficacia dell'asfalto fonoassorbente e la necessità di prevedere, compatibilmente con i vincoli presenti, ulteriori interventi per la moderazione delle velocità di percorrenza.

ACQUE SUPERFICIALI

Il monitoraggio riguarderà il canale Navile, che sottoattraversa il tracciato nel settore settentrionale e scorre nelle vicinanze del capolinea nord di Corticella e sarà eseguito nelle tre fasi: ante operam, corso d'opera e post operam, con lo scopo di rilevarne i principali parametri chimico-fisici di campo e laboratorio.

ACQUE SOTTERRANEE

Nell'ubicazione dei piezometri si dovrà evitare la messa in comunicazione di falde a differenti condizioni qualitative e la diffusione della contaminazione nelle matrici ambientali campionate durante le operazioni di perforazione, allestimento e prelievo dei campioni. A tal fine dovranno essere inoltre controllati l'assenza di perdite di oli, lubrificanti e altre sostanze dai macchinari, dagli

impianti e da tutte le attrezzature utilizzate durante la perforazione, il campionamento e in generale per tutte le attività di cantiere.

VERDE

Il monitoraggio degli elementi vegetazionali dovrà seguire quanto previsto dal Regolamento comunale del verde.