



COMUNE DI GENOVA

Azienda Mobilità e Trasporti S.p.A.

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001

CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA



DOCFAP

DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Redatto	Ing. Spinosa; Ing. Gregorio; Ing. Surdich
Verificato e approvato	Dott. Prof. Musso; Ing. Scarlatti
Prima emissione	05/12/2023
Revisione A	01/06/2024
Revisione B	10/03/2025

INDICE

[1]	Premessa	4
[1.1]	Aspetti generali	4
[1.2]	Aggiornamento del progetto	8
[2]	Analisi delle alternative	10
[2.1]	Metrotranvia (tranvia veloce)	13
[2.2]	Impianto a fune tipo cabinovia urbana	13
[2.3]	Metropolitana con sede sotterranea	14
[2.4]	Metropolitana con sede a raso/viadotto	14
[2.5]	Metrotranvia in viadotto (<i>SkyTram</i>)	15
[2.6]	Metropolitana in viadotto (<i>SkyMetro</i>)	16
[2.6.1]	Alternative di tracciato	16
[2.6.2]	Soluzione a PFTER	16
[2.7]	Conclusioni sulla analisi delle alternative	17
[2.8]	Definizione delle alternative di scenario per il confronto economico	19
[3]	Analisi costi-benefici dell'alternativa 1. Metrotranvia (<i>SkyTram</i>).....	22
[3.1]	Premessa	22
[3.2]	Metodologia	22
[3.3]	Costi di investimento.....	23
[3.4]	Calcolo della vita utile dell'opera	25
[3.5]	Calcolo dei rinnovi (manutenzione straordinarie e sostituzioni) e del valore residuo dell'opera ...	26
[3.6]	Determinazione dei costi di esercizio	29
[3.6.1]	Servizi su gomma	29
[3.6.2]	Nuovo servizio metrotranviario	29
[3.7]	Parametri economici	32
[3.7.1]	Benefici trasportistici	32
[3.7.2]	Costi economici.....	33
[3.7.3]	Benefici economici.....	34
[3.7.4]	Bilancio economico	35
[3.8]	Valutazione della copertura dei costi di esercizio.....	38
[4]	Comparazione economica differenziale tra l'alternativa 1. Metrotranvia (<i>SkyTram</i>) e l'alternativa 2. Metropolitana (<i>SkyMetro</i>).....	40
[4.1]	Metodologia.....	40
[4.2]	Effetti trasportistici della nuova infrastruttura sull'Area vasta e l'Area di influenza diretta.....	41
[4.3]	Parametri di esercizio.....	45

[4.4]	Costi di investimento.....	47
[4.5]	Costi operativi	49
[4.6]	Parametri benefici-costi	51
[4.7]	Copertura dei costi di esercizio	53
[5]	Aggiornamento delle valutazioni economiche a seguito della revisione del progetto....	55
[5.1]	Descrizione del progetto aggiornato.....	56
[5.2]	Esercizio di progetto della rete metropolitana della città di Genova	59
[5.3]	Fasizzazione dell'intervento	60
[5.4]	Aggiornamento degli scenari di domanda	63
[5.4.1]	Metodo di stima della domanda e indagine di calibrazione.....	63
[5.4.2]	Stima della domanda	63
[5.4.3]	Metodo di campionamento e indagine	64
[5.5]	Aggiornamento delle stime economiche	67
[5.6]	Analisi economica soluzione 2.2	69
[5.6.1]	Quadro economico di riferimento	69
[5.6.2]	Costi economici.....	71
[5.6.3]	Benefici economici.....	72
[5.6.4]	Bilancio economico	73
[5.7]	Aggiornamento della comparazione multi-scenario.....	76

[1] Premessa

[1.1] Aspetti generali

Oggetto del presente documento è l'analisi trasportistica dell'estensione della linea metropolitana in sopraelevazione da Brignole fino a Molassana, in Val Bisagno. Tale prolungamento prende il nome di "SkyMetro".

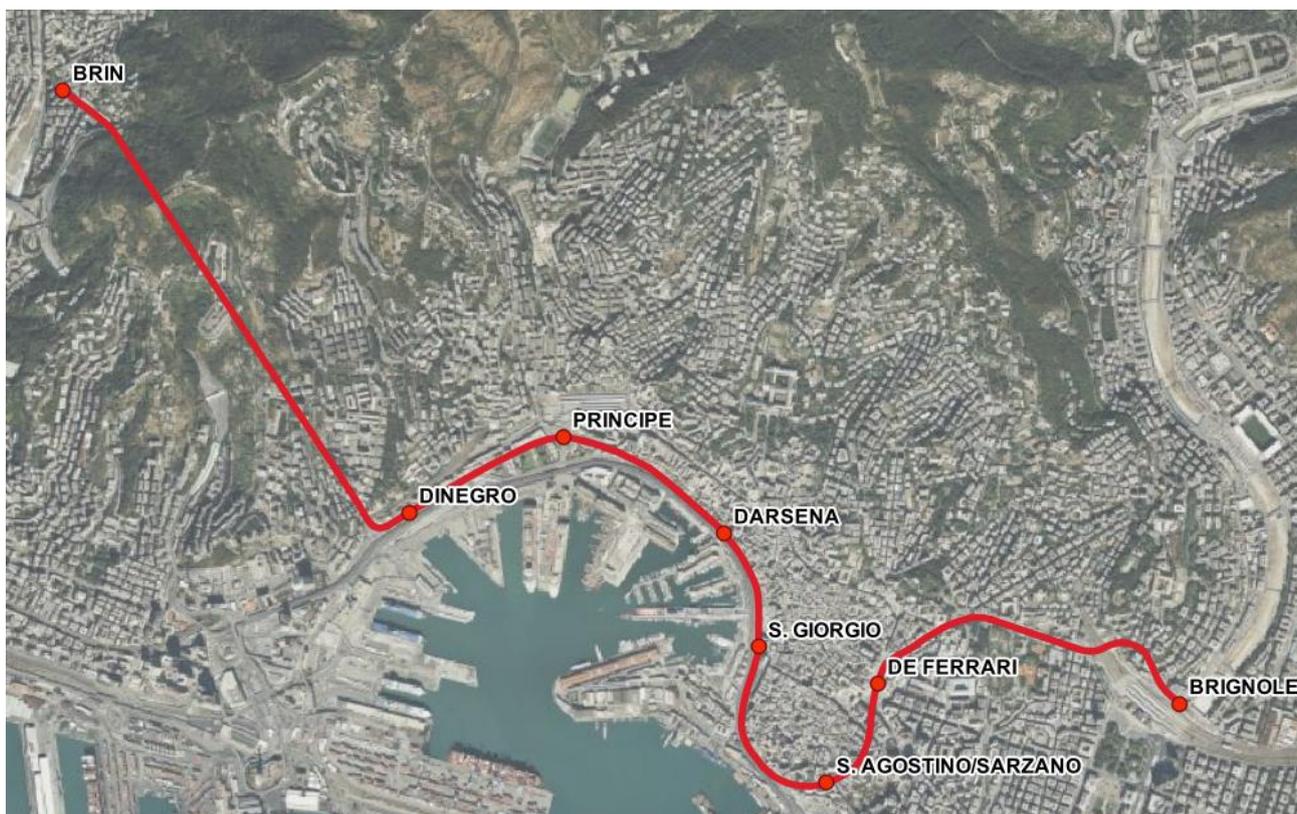


Figura 1-1 – Metropolitana, stato di fatto

La metropolitana di Genova attualmente serve una rete di 7 chilometri su una sola linea con otto stazioni: Brin, Dinegro, Principe, Darsena, San Giorgio, Sarzano/Sant'Agostino, De Ferrari, Brignole. La sua ridotta estensione porta a servire solo alcune limitate parti di città (il centro e il popoloso quartiere di Certosa – fermata "Brin" in Val Polcevera).

Ad oggi è stata finanziata la progettazione e realizzazione di:

- estensione della metropolitana a ponente in Val Polcevera:
 - tratta Brin-Canepari: sono in corso i lavori, con previsione di entrata in esercizio a fine 2025;
 - tratta Canepari-Rivarolo: finanziata ad agosto 2023 con termine lavori previsto nel 2028 (avviata la procedura per la progettazione definitiva);
- estensione della linea metropolitana a levante (fino a Martinez): sono in corso i lavori, con previsione di entrata in esercizio entro fine 2026;
- nuova stazione di Corvetto della linea metropolitana: sono in corso i lavori; l'entrata in esercizio è prevista entro metà 2026.

La loro realizzazione ed entrata in funzione è prevista prima dell'entrata in esercizio dell'infrastruttura a progetto (2031 per il primo lotto e 2033 per il secondo lotto).

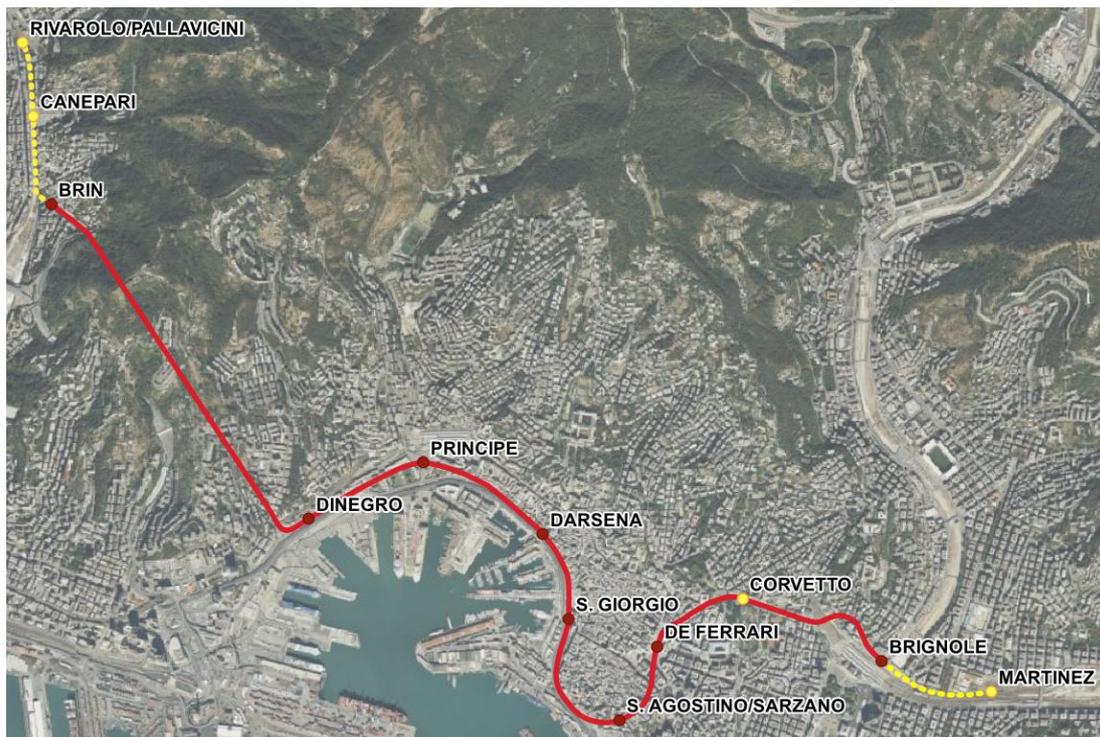


Figura 1-2 – Metropolitana, estensioni e nuovi interventi già finanziati

Il progetto SkyMetro prevede l'estensione della rete della metropolitana esistente da Genova Brignole fino al quartiere di Molassana, arrivando a raddoppiarne la lunghezza e andando a servire la Val Bisagno, una delle due principali vallate che interessano il territorio del Comune di Genova.

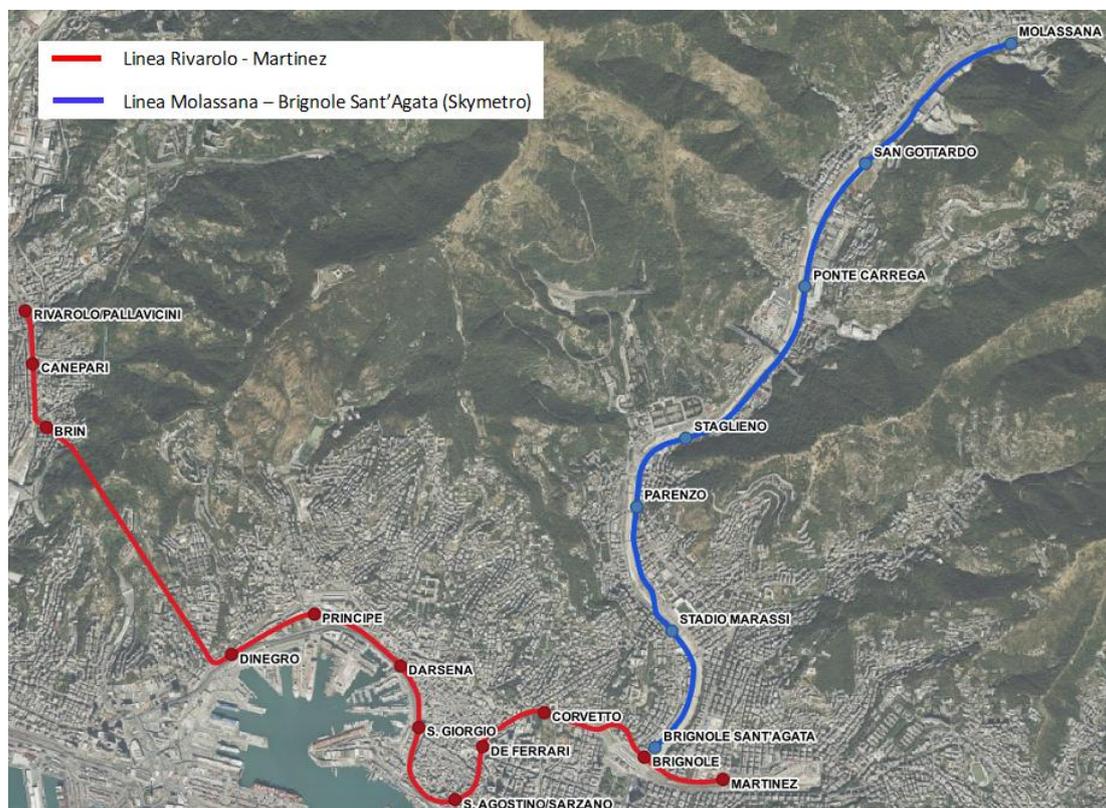


Figura 1-3 - Configurazione metropolitana con estensione in Val Bisagno, scenario medio termine

Rispetto alla Val Polcevera, parzialmente interessata dalla linea metropolitana e dotata di linea ferroviaria, la Val Bisagno non è attrezzata con alcun sistema TPL in sede totalmente segregata. La realizzazione di una linea metropolitana che scorre parallelamente al Torrente Bisagno rappresenterà quindi un cambio di paradigma nel sistema di mobilità della Val Bisagno.

La realizzazione di tale opera è prevista nello stesso Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Genova (approvato in Consiglio Metropolitanò il 31 luglio 2019), che ipotizza per la Val Bisagno, accanto allo sviluppo degli Assi, la realizzazione un sistema di trasporto rapido di massa tra la Stazione Brignole e Molassana, costituito da una infrastruttura sopraelevata senza interferenze con la viabilità ordinaria.

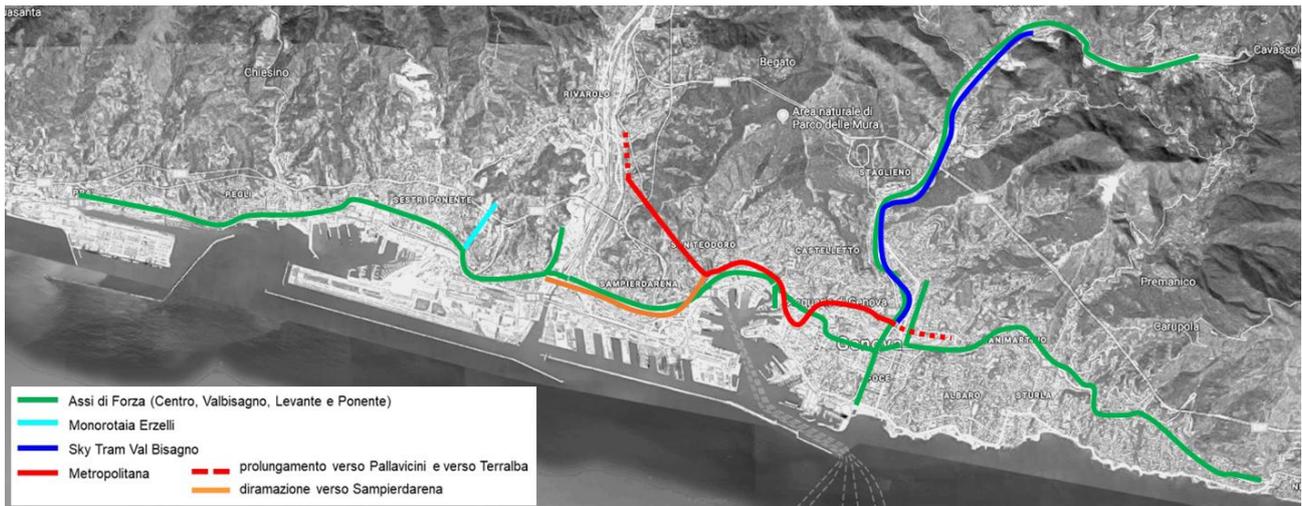


Figura 1-4 - Interventi infrastrutturali previsti dal PUMS

L'infrastruttura, configurandosi come un'estensione dell'attuale linea metropolitana, oltre a migliorare l'accessibilità di residenti e addetti della Val Bisagno, consente di ampliare notevolmente il bacino globale servito dalla rete metropolitana, aumentando le possibili combinazioni origini-destinazione servite con un sistema su ferro, frequente, veloce e regolare, che riduce i tempi di spostamento.

Nella pianificazione della futura rete metropolitana genovese, rappresentata nella seguente immagine, l'estensione della metropolitana in Val Bisagno costituisce un importante tassello del sistema nel suo assetto finale.



Figura 1-5 - Configurazione della rete metropolitana, scenario a lungo termine

Tutti questi interventi sono previsti nell'aggiornamento del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Genova (approvato in Consiglio Metropolitanò il 31 luglio 2019) e aggiornato a dicembre 2023.

Nella Strategia 2 "Rafforzare il trasporto pubblico e migliorare la qualità del servizio" è riportato quanto segue:

Ad integrazione delle indicazioni contenute nel PUMS vigente e, almeno in parte, già in fase di attuazione si prevede oltre alla estensione della linea metropolitana dalla stazione Dinegro a Fiumara, che servirà l'intero quartiere di Sampierdarena, una sua ulteriore estensione verso ponente (Cornigliano, Sestri Ponente); un prolungamento verso Levante (San Martino); il prolungamento dello SkyMetro fino a Prato e fino al Waterfront, con relativi parcheggi di interscambio.

Per l'estensione a Fiumara esiste un PFTE, mentre il progetto di prolungamento verso l'Ospedale di San Martino rientra tra le istanze di finanziamento che il Comune di Genova sta predisponendo nell'ambito dell'Avviso 3¹ del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

¹ Si veda: <https://www.mit.gov.it/documentazione/avviso-n-3-per-la-presentazione-di-istanze-ai-fini-della-programmazione-degli>

[1.2] Aggiornamento del progetto

L'istruttoria autorizzativa del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica è iniziata il 12/06/2023: le interlocuzioni tra l'Amministrazione, gli Enti di tutela del territorio e il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici hanno portato a modifiche progettuali rilevanti e a revisione di diverse parti d'opera. In particolare, sono stati richiesti una revisione su numero, ubicazione e funzionale delle stazioni, sulla configurazione dei parcheggi e la configurazione del viadotto, che è stato ripensato in acciaio e a doppio binario su tutta la linea. Questi cambiamenti hanno avuto forti ripercussioni anche sulla cantierizzazione. In ultimo è stato richiesto di seguire l'iter e la progettazione secondo il nuovo codice appalti relativo al D.lgs. n.36/2023. A seguito della consegna del progetto in data 10/10/2023 è stato dato avvio al processo approvativo secondo il procedimento autorizzatorio unico regionale (PAUR), che si è concluso positivamente rispettivamente in data 05/03/2024 per la Valutazione di Impatto Ambientale e 08/03/2024 per la Conferenza dei Servizi.

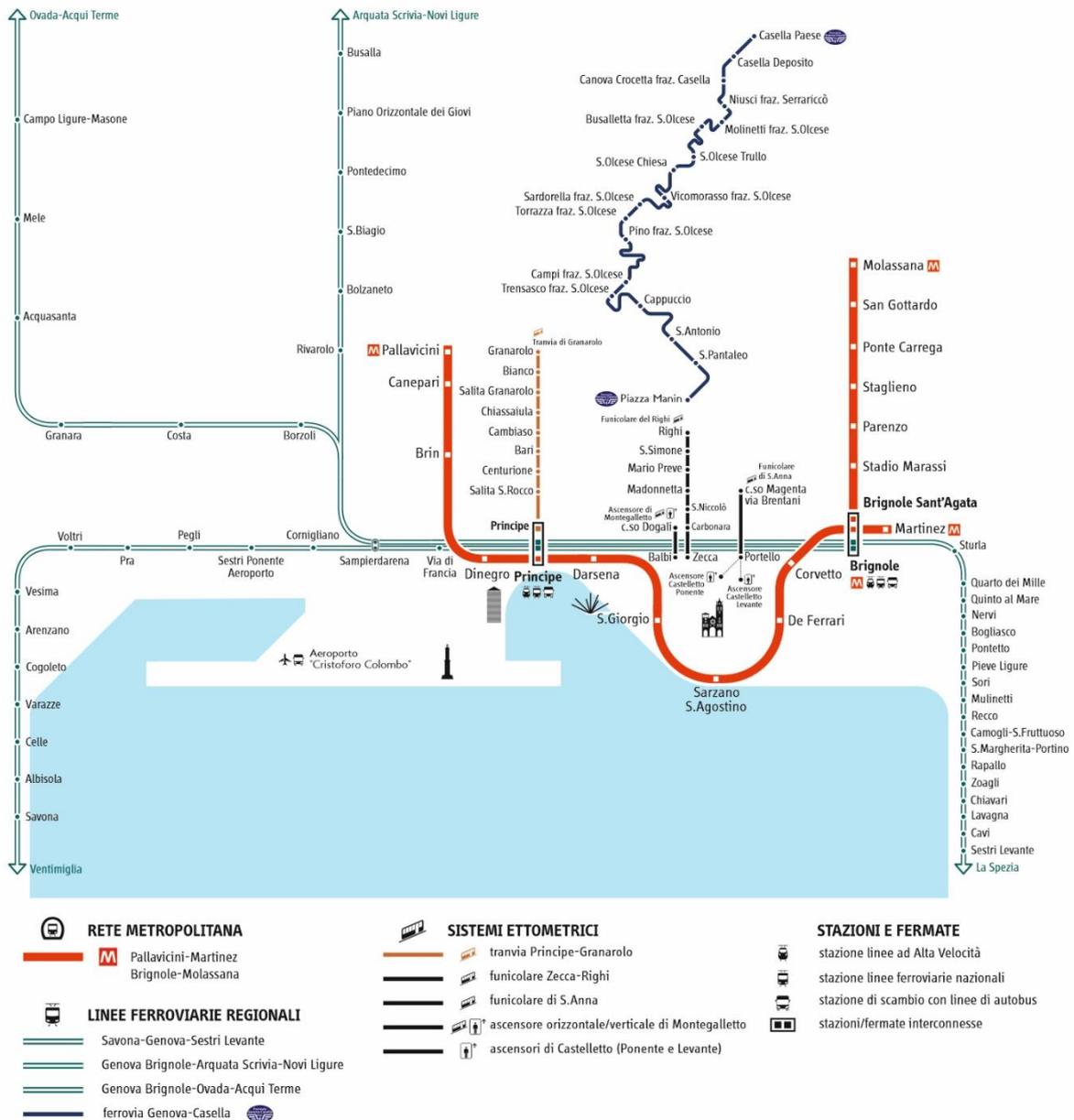


Figura 1-6 – Mappa schematica della rete del trasporto rapido di massa (TRM) su ferro dell'area metropolitana di Genova: in rosso la rete metropolitana completa delle tratte finanziate. La presente relazione riguarda il ramo sulla destra, Brignole-Molassana, che dalla stazione Brignole risale la Val Bisagno

La nuova configurazione del progetto prevede i seguenti aggiornamenti:

- modifica dell'attacco alla linea esistente, con distacco di un solo binario che colleghi la nuova linea e funga solamente da binario di servizio per raggiungere il deposito di Dinegro;
- modifica della stazione Brignole Sant'Agata a banchina centrale;
- modifica di tracciato in corrispondenza della piastra sul Bisagno di Marassi e revisione della stazione Stadio Marassi, che viene spostata più a Nord nell'area ricavata dalla prevista demolizione della scuola Firpo-Buonarroti:
 - conseguente modifica della configurazione della stazione Stadio Marassi a banchine laterali;
 - conseguente modifica dell'attraversamento del Bisagno in corrispondenza della parte nord della piastra di Marassi con inserimento di un ponte di circa 125 m per portarsi dalla sponda destra a quella sinistra;
- modifica del passaggio in adiacenza alla piastra di Piazza Garassini nei pressi dell'uscita autostradale, con spostamento delle strutture in corrispondenza del sottopasso stradale esistente in sponda sinistra;
- revisione del locale tecnico Ponte Carrega, che viene inserito in un edificio oggetto di altro progetto da parte dell'Esercente AMT;
- modifica del layout del locale tecnico San Gottardo;
- modifica delle stazioni con banchine più corte che accolgano Unità di Trazione singole (circa 40 m di lunghezza) e non più in configurazione accoppiata (circa 80 m di lunghezza);
- revisione dell'esercizio della linea con passaggio a frequenze di progetto di 3 minuti rispetto ai 5 richiesti inizialmente;
- revisione del layout del parcheggio di scambio di Molassana per inserimento in entrata di una rotatoria per la gestione del traffico;
- divisione della linea in due lotti differenti, a causa della mancanza di adeguato finanziamento per l'intera linea. Il primo lotto è stato individuato dalla Committenza con la tratta Brignole-Ponte Carrega, con relativo tronchino per il rimessaggio dei treni previsti per questa tratta, mentre il secondo comprende il completamento fino a Molassana e il parcheggio di scambio;
 - conseguente revisione dell'esercizio della linea con passaggio del cadenzamento di progetto dei treni a 6 minuti per il primo lotto e a 3 minuti per la linea completa.

Il presente documento aggiorna il confronto delle alternative ai sensi dell'art. 37 comma 2 del D.lgs. 36/2023 e delle LGO – *Linee Guida per la valutazione degli investimenti sul Trasporto Rapido di Massa* alle suddette modifiche progettuali (si veda in particolare il capitolo [5]).

[2] Analisi delle alternative

Le soluzioni studiate hanno il comune obiettivo di traguardare quanto previsto dal piano di azioni del PUMS della Città Metropolitana di Genova in merito alle linee di forza del TPL, basate su sistemi a trazione elettrica, in sede propria, con portata massima consentita dalle tecnologie e dalle normative. La “Strategia 2” del PUMS genovese (“Rafforzare il trasporto pubblico e migliorare la qualità del servizio”) prevede il potenziamento della rete ferroviaria e della linea metropolitana, oltre alla realizzazione di una rete urbana elettrificata in sede riservata – con caratteristiche di elevata portata oraria (almeno 3000 pax/h per direzione) e ottima interconnessione con il resto della rete pubblica (treno/metro/bus, altre linee di forza, linee di adduzione) ed il traffico privato (interscambi con auto e due ruote). Nello specifico tra i corridoi meritevoli di interventi di investimento sul trasporto pubblico di massa ricade la Val Bisagno.

Per meglio contestualizzare l’analisi delle alternative, occorre specificare che la Val Bisagno ha due uniche viabilità principali che scorrono parallelamente all’omonimo torrente in sponda destra e sinistra. Quella in sponda destra presenta una carreggiata di dimensioni non generose, mentre quella in sponda sinistra, soprattutto nella parte medio-alta, è dotata di un’ampia carreggiata e rappresenta infatti la principale arteria di scorrimento nord ↔ sud. In sponda destra è già stato finanziato ed è in corso di realizzazione l’asse di forza della Val Bisagno, esercito con e-bus da 18 metri con tecnologia tipo *flash-charging*, e una quota di corsie riservate maggiore rispetto all’attuale.

Tale asse assolve alla funzione di collegamento con il centro cittadino, offrendo una capillarità di servizio importante sul territorio e anche per questo motivo si è scelto di insistere sulla sponda destra, per la maggiore densità di insediamenti abitativi. Tuttavia, non è atto a soddisfare una domanda di mobilità che necessita di spostarsi in brevi tempi su lunghe percorrenze, quali quelle tra i quartieri della media Val Bisagno e il centro cittadino. Nonché sui flussi provenienti dall’alta Val Bisagno e altre valli limitrofe (che con il progetto *SkyMetro* si prevede si possano attestare su Molassana, e in prospettiva su Prato). Per favorire maggiormente l’utilizzo del mezzo pubblico occorre quindi affiancare all’asse di forza un sistema di trasporto di massa con una maggiore velocità di crociera e in sede interamente riservata, che non sia influenzato da fenomeni di congestione stradale, in modo da diminuire in modo significativo il tempo complessivo di viaggio e garantirne la regolarità.

Per tale motivazione, e soprattutto essendo già in corso di realizzazione l’asse di forza sopra descritto, come “opzione zero” non si è assunto uno scenario “*do nothing*” bensì lo “scenario di Riferimento” nel quale si assumono realizzate tutte le opere ad oggi finanziate (assi di forza del TPL, nuova stazione di Corvetto, estensione della linea metropolitana a Rivarolo e Martinez più Terralba - inclusa la revisione del servizio TPL complementare offerto), rispetto al quale si ipotizza di inserire la soluzione progettuale oggetto di valutazione del presente documento.

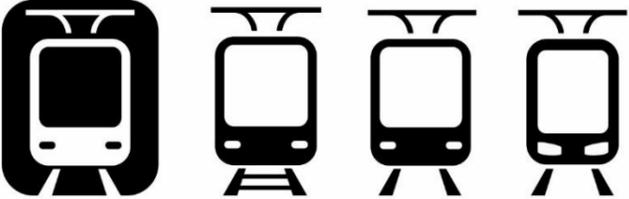
Nella tabella seguente vengono indagate le possibili alternative tecnologiche e di tracciato per un sistema di collegamento di forza in Val Bisagno tra Brignole e Molassana (circa 6,5 km) prevalentemente in sponda sinistra del torrente Bisagno. Sono state esplorate le soluzioni che consentono di servire almeno 3.000 pax/h per direzione.

Tabella 2-1 – Possibili alternative per un’infrastruttura di Trasporto Rapido di Massa in Val Bisagno

Ipotesi progettuale	Via di corsa	In continuità o meno con l’attuale linea metropolitana?
Metrotranvia a raso	A raso sulla viabilità in sponda sinistra del torrente Bisagno con un numero limitato di fermate	NO
Impianto a fune tipo cabinovia	Impianto aereo in asse al torrente Bisagno	NO
Metropolitana in sotterranea	Sotterranea	NO
Metropolitana con sede a raso in continuità con la rete esistente	A raso Molassana-Staglieno e tratto Staglieno-Brignole in viadotto per innesto sull’attuale linea metropolitana	SI
Metrotranvia in viadotto (<i>SkyTram</i>)	Metropolitana automatica in viadotto con partenza in sponda destra del torrente Bisagno e successivo passaggio in sponda sinistra	NO
Metropolitana con sede in viadotto in continuità con la rete esistente (<i>SkyMetro</i>)	Metropolitana in viadotto in continuità con la linea metropolitana esistente <ul style="list-style-type: none"> • Tracciato 1: tutto in sponda sinistra • Tracciato 2: con partenza in sponda destra del Torrente Bisagno e successivo passaggio in sponda sinistra 	SI

Nella figura a pagina seguente si riporta in forma grafica una analisi tecnico-prestazionale delle diverse famiglie di trasporto rapido di massa su ferro. A seguire la discussione delle considerazioni riassunte nella precedente Tabella 2-1.

Figura 2-1 – Parametri tecnico-prestazionale delle diverse famiglie di trasporto rapido di massa su ferro




	Accessibilità	Caricamento	Sicurezza	Veicoli	Segnali	Traffico	Infrastruttura	Carico	Spazio	Velocità
Metropolitana	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	> 15 t	< 2/km	> 25 km/h
Metropolitana leggera	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	10-15 t	< 2/km	> 25 km/h
Metrotranvia	✓	✓	✓	✗	✓	✓	< 2/km	≤ 10 t	< 3/km	> 20 km/h
Tranvia veloce	✗	✓	✓	✓	✗	✓	< 2/km	≤ 10 t	< 3/km	> 15 km/h
Tranvia	✗	✗	✗	✓	✗	✓	< 4/km	≤ 10 t	> 4/km	> 13 km/h
Tranvia promiscua	✗	✗	✗	✓	✗	✓	> 4/km	≤ 10 t	> 4/km	< 13 km/h

[2.1] Metrotranvia (tranvia veloce)

L'ipotesi progettuale consiste nella realizzazione, in sponda sinistra del Torrente Bisagno (caratterizzata da una più ampia carreggiata rispetto a quella in sponda destra), di una via di corsa (due coppie di binari per andata e ritorno) in affiancamento all'argine con fermate ogni circa 600 metri per un totale di 10 fermate. Il tracciato è articolato in due tratte:

- Molassana-Parenzo in sede totalmente segregata;
- Parenzo-Brignole (2 km) prevalente in promiscuo.

Tale infrastruttura risulta più facilmente accessibile rispetto ad un tracciato in viadotto o in sotterraneo grazie alla minore interdistanza delle fermate e al minor perditempo di accesso alle stesse. Inoltre, prevede minori costi di realizzazione rispetto a soluzioni non a raso.

Tale soluzione, tuttavia, presenta le criticità di seguito descritte.

- Non è possibile eliminare tutte le interferenze dovute alle intersezioni con la viabilità di attraversamento del torrente Bisagno e quelle dovute agli attraversamenti pedonali compresi quelli a servizio delle fermate dell'infrastruttura stessa. Ciò comporta degli inevitabili perditempo anche ricorrendo ad un preferenziamento semaforico, oltre a non assicurare elevati standard di sicurezza in tali punti.
- Nonostante l'ampia carreggiata, la soluzione di prevedere le due corsie dedicate al tram in affiancamento alle due corsie dedicate al traffico privato non può trovare sempre realizzazione in quanto è necessaria una larghezza di almeno 7 metri oltre la sede stradale (percorsa anche da veicoli pesanti).
- Il tempo di percorrenza, pur con un numero più limitato di fermate, non potrebbe scendere sotto i 20 minuti, non costituendo quindi una forte attrattiva per gli utenti che utilizzano oggi il trasporto privato, che si vedrebbero altresì privati - per il tratto in riservato - di due corsie oggi utilizzate da auto e moto, concentrando quindi il principale flusso di attraversamento nord ↔ sud su due sole corsie.
- La via di corsa in sponda sinistra prevede l'attraversamento della zona di prefiltraggio dello Stadio Luigi Ferraris che durante gli eventi sportivi viene chiusa al traffico (chiusura che riguarda anche le linee TPL che perciò vengono deviate).
- La tratta terminale in sponda sinistra zona Brignole non darebbe un agevole interscambio né con la metropolitana né con la stazione ferroviaria.
- Si avrebbe anche un forte impatto sulla viabilità (già fortemente congestionata) durante le fasi di cantiere, in quanto tutte le opere verrebbero realizzate al piano strada.
- L'inserimento di un'ulteriore modalità di trasporto comporta un aumento dei costi di manutenzione e gestione, non ottimizzabile per il fatto che non esistono analoghi sistemi di trasporto nel territorio urbano, né sono in programma.

Tale ipotesi progettuale a causa delle criticità sopra descritte risulta una soluzione poco efficace e attuabile.

[2.2] Impianto a fune tipo cabinovia urbana

L'impianto di tipo funivia aerea, studiata e proposta all'Amministrazione Comunale nel 2015, prevede come stazione di testa e di monte rispettivamente Brignole e Molassana. Non si tratta di un unico impianto, ma di due distinti con una fermata di interscambio nei pressi di Staglieno per un limite proprio della tecnologia. Sono previste 15 fermate, tutte in corrispondenza di ponti/passarelle pedonali esistenti, che vengono demoliti e ad hoc ricostruiti, per non gravare sull'assetto idrologico del torrente Bisagno. Tale soluzione è caratterizzata da una maggiore velocità di realizzazione ed ha un minore impatto sul territorio, tuttavia presenta le seguenti principali criticità:

- pur prevedendo limitati tempi di interscambio nella fermata di Staglieno, tale punto di rottura di carico diminuisce l'attrattività dell'impianto;

- in fermata è prevista la salita e la discesa con la cabina in movimento (seppure a bassa velocità) a scapito di una piena accessibilità;
- trattandosi di un impianto a fune risulta soggetto a fermi impianto programmati (imposti dalla normativa vigente) di diversa durata che non renderebbero disponibile l'intero sistema anche per periodi lunghi. Questo aspetto non consente di rispondere alla funzione di trasporto rapido di massa, ruolo che invece tale sistema è chiamato ad assolvere.

Tale ipotesi progettuale a causa delle criticità sopra descritte risulta una soluzione poco efficace.

[2.3] Metropolitana con sede sotterranea

Per minimizzare l'impatto fuori terra di un sistema in sede propria è stata vagliata anche l'ipotesi di un tracciato di metropolitana tradizionale sotterranea. Lo sviluppo del percorso lungo l'asse del torrente Bisagno, tuttavia, è stato scartato senza ulteriori approfondimenti in quanto:

- non compatibile con l'assetto idrogeologico presente e futuro del bacino del torrente Bisagno ed il suo relativo acquifero significativo con il quale sarebbe interferente costantemente;
- collocato orientativamente a profondità superiori ai 30m per evitare interferenze continuative con i sottoservizi presenti sui tratti spondali e le altre opere infrastrutturali presenti (zona casello autostradale Genova est ad esempio), con un notevole presunto aumento dei costi di realizzazione, anche delle varie stazioni intermedie;
- interferente con la falda freatica presente in zona Brignole collocata tra i 20 e 40 m di profondità.

Inoltre, tale soluzione obbligherebbe ad un interscambio non agevole in corrispondenza di Brignole, trovandosi i due sistemi uno sottomesso e l'altro (linea esistente) sopraelevato; questa importante rottura di carico aumenterebbe il tempo complessivo di viaggio incidendo negativamente sull'appetibilità del sistema.

Infine, la realizzazione di tale infrastruttura prevede costi molto elevati, non compensati dal bacino di domanda.

Tale ipotesi progettuale a causa delle criticità sopra descritte risulta non percorribile.

[2.4] Metropolitana con sede a raso/viadotto

L'ipotesi progettuale consiste nella realizzazione, in sponda sinistra del Torrente Bisagno (caratterizzata da una più ampia carreggiata rispetto a quella in sponda destra), di una linea metropolitana a doppio binario, con 7 fermate, realizzata con due differenti vie di corsa:

- tratto "alto" (Molassana-Staglieno) a raso in sede segregata,
- tratto "basso" (Staglieno-Brignole) in viadotto per superare le interferenze con la sede stradale di minori dimensioni e innestarsi a Brignole nella linea metropolitana esistente.

Pur avendo un punto di forza nella connessione diretta con la linea metropolitana esistente, per il tratto alto presenta le stesse criticità della soluzione "Tramvia veloce" precedentemente descritta ovvero:

- l'impossibilità di eliminare tutte le interferenze dovute alle intersezioni con la viabilità di attraversamento del torrente Bisagno e quelle dovute agli attraversamenti pedonali compresi quelli a servizio delle fermate dell'infrastruttura stessa. Ciò comporta degli inevitabili perditempo anche ricorrendo ad un preferenziamento semaforico, oltre a non assicurare elevati standard di sicurezza in tali punti;
- l'occupazione di due corsie oggi dedicate al traffico stradale andrebbe a limitare il principale flusso di attraversamento nord ↔ sud su due sole corsie;
- il forte impatto sulla viabilità (già fortemente congestionata) durante le fasi di cantiere, in quanto tutte le opere verrebbero realizzate al piano strada.

Inoltre, sempre nel tratto alto, l’impatto legato alla dimensione delle banchine di fermata risulta importante in quanto le stesse devono essere realizzate ad una quota maggiore dell’attuale marciapiede (+ 1 metro).

Oltre a ciò, nel tratto basso l’attraversamento in viadotto fronte Stadio Luigi Ferrari non rispetta la distanza minima dall’impianto sportivo.

Tale ipotesi progettuale a causa delle criticità sopra descritte risulta una soluzione difficilmente attuabile.

[2.5] Metrotranvia in viadotto (*SkyTram*)

È il progetto elaborato dal RTP *Itinera S.p.A. – Alstom – Meridiam* di una linea metropolitana automatica in viadotto (denominata *SkyTram*) avente le stazioni terminali a Brignole e Molassana presentato nell’Avviso di gennaio 2021 per la presentazione di istanze di finanziamento al MIT e che non è stato ritenuto finanziabile.

Si sviluppa con un percorso a doppio binario interamente in viadotto non interconnesso con l’attuale linea metropolitana. Collega Brignole con la nuova stazione di testa Molassana, prevedendo 6 stazioni intermedie, con un percorso in adiacenza al torrente Bisagno, in sponda destra a partire da Brignole, per passare in zona Stadio su quella sinistra, dove si mantiene per tutto il resto del tracciato. Il sistema è ad automazione integrale senza conducente. Tale soluzione progettuale presenta le principali criticità di seguito descritte:

- l’interscambio obbligato a Brignole per gli utenti da e per la Val Bisagno che utilizzano o utilizzerebbero l’attuale linea metropolitana per una parte del proprio spostamento, con conseguente incremento del tempo di viaggio e un considerevole minor numero di relazioni O/D servite in modo diretto;
- materiale rotabile non uniforme con il resto della flotta metropolitana, con conseguenti ripercussioni sugli aspetti manutentivi e con l’implicazione di un numero dedicato di veicoli di scorta non potendo metterli a sistema con quelli della metropolitana esistente;
- necessità di un deposito dedicato per il materiale rotabile;
- in quanto sistema a sé stante, rappresenta un elemento di rottura nello schema della futura rete metropolitana mira a servire le due principali vallate cittadine unitamente a quartieri ad alta densità abitativa del levante e ponente cittadino.

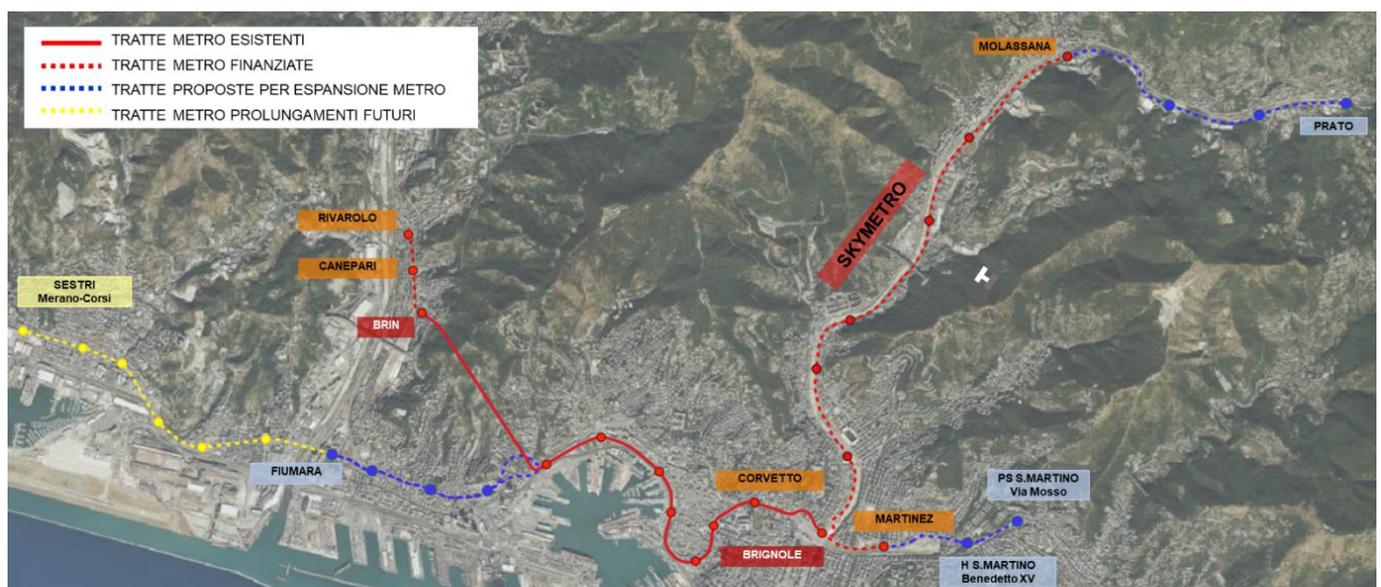


Figura 2-2 - Programmazione sviluppo rete metropolitana genovese

Pur non avendo una massima efficacia, tale ipotesi progettuale risulta attuabile e pertanto non viene scartata e viene sottoposta ad un confronto con altre soluzioni percorribili.

[2.6] Metropolitana in viadotto (*SkyMetro*)

Il primo PFTE di un'infrastruttura di TRM quale prolungamento dell'attuale linea metropolitana esistente verso Molassana realizzato in viadotto (per tale motivo denominata *SkyMetro*), redatto da InArPro, è stato presentato dall'Amministrazione Comunale al MIT nel 2022 ed è stato ritenuto meritevole di finanziamento.

[2.6.1] Alternative di tracciato

Tale progetto prevede due principali ipotesi di tracciato che si differenziavano per il tratto iniziale tra Brignole e la prima stazione come di seguito descritto:



Figura 2-3 - Alternative di tracciato dello *SkyMetro*

- soluzione interamente in sponda sinistra, con curva di raccordo per innesto nell'attuale Metropolitana (tracciato in colore rosso o blu):
- soluzione con curva di raccordo per innesto nell'attuale Metropolitana in sponda sinistra, per poi passare in sponda destra e successivamente ritornare in sponda sinistra in corrispondenza dello stadio Luigi Ferraris (tracciato in colore verde).

La prima ipotesi menzionata (tracciato interamente in sponda sinistra), che a sua volta includeva due diverse ipotesi per il primo tratto presentava i seguenti elementi critici:

- l'inevitabile abbattimento dell'alberatura di alto fusto che caratterizza Corso Galileo Galilei e Corso Galliera per un tratto di lunghezza pari a circa 850 metri;



Figura 2-4 - Corso Galileo Galilei



Figura 2-5 - Corso Galliera

- ancorché le pile, "inglobate" nell'argine, abbiano la distanza sufficiente di 10 metri dalle case, tuttavia l'impalcato ferroviario sfiora questa distanza, avvicinandosi fortemente ad esse;
- non ci sarebbe la necessaria distanza di sicurezza tra l'infrastruttura di trasporto e lo stadio Luigi Ferraris.

[2.6.2] Soluzione a PFTE

È il progetto elaborato dal Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (RTP) *Systra – Italferr – Architecna - Land* del prolungamento, in viadotto, della linea metropolitana esistente da Brignole a Molassana.

Sulla base delle criticità sopra descritte è stata scartata l'ipotesi di tracciato interamente in sponda sinistra pur rappresentando la soluzione più breve e regolare e che non comporta l'attraversamento del torrente Bisagno.

La soluzione di tracciato alla base del PFTER prevede quindi l'uscita dalla stazione di Brignole con una curva che ha un minimo impatto su Corso Galileo Galilei – non prevedendo abbattimento di alberature preesistenti - per poi proseguire, oltrepassando il torrente, in sponda destra dove è localizzata la prima stazione di Romagnosi (richiamando il percorso riportato in verde nell'immagine delle alternative di tracciato). Oltrepassata tale stazione, il tracciato si riporta in sponda sinistra una volta superato lo stadio Luigi Ferraris, completando il suo percorso in sponda sinistra fino alla stazione di testa di Molassana. Sono previste 6 stazioni (compresa quella di testa), in corrispondenza della quale sarà realizzato un parcheggio di interscambio per autoveicoli e un hub di interscambio TPL gomma-ferro.

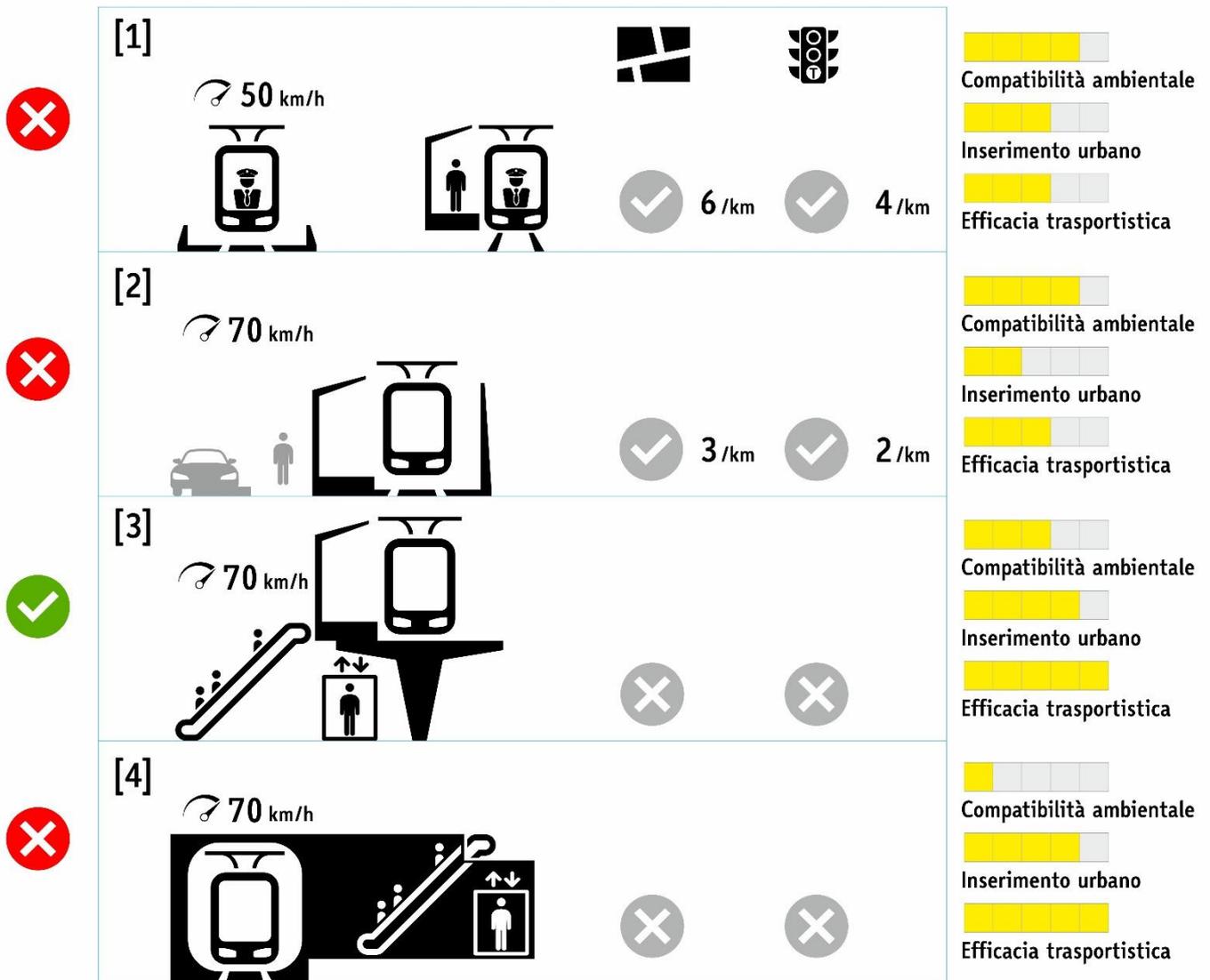
La principale criticità di tale progetto è rappresentata dalla geometria dell'attraversamento iniziale del torrente Bisagno, che costituisce però anche il punto di forza dello stesso in quanto consente, rispetto a tutte le soluzioni precedentemente analizzate, di collegarsi con la linea metropolitana esistente in totale continuità garantendo tempi di viaggio ridotti e maggiore comfort di viaggio (senza perditempo e disagi legati all'interscambio). Questo aspetto conferisce un'alta attrattività al sistema ed è la principale motivazione dell'alto shift modale previsto dai modelli di simulazione. Inoltre, è perfettamente congruente con il piano di sviluppo della rete metropolitana precedentemente citato.

Tale ipotesi progettuale risulta fortemente efficace e attuabile e pertanto viene sottoposta ad un confronto con altre soluzioni percorribili.

[2.7] Conclusioni sulla analisi delle alternative

Tra le soluzioni individuate solo le due soluzioni con sezione in viadotto (si veda la sintesi grafica della figura 2-6), oltre ad essere le uniche effettivamente realizzabili in termini di spazi disponibili, garantiscono una continuità di esercizio e sono in grado di soddisfare la domanda con tempi di viaggio adeguati e attrattivi per l'utenza.

Figura 2-6 – Sintesi grafica delle possibili tipologie di sede per l’inserimento di un sistema di trasporto rapido di massa su ferro per la direttrice Val Bisagno



[2.8] Definizione delle alternative di scenario per il confronto economico

Nei successivi, per una migliore comparazione tra le due soluzioni si analizzano le analisi costi e benefici alla base dei due progetti – aggiornando, nel capitolo [3] l’analisi precedentemente realizzata per l’alternativa *SkyTram* alle stesse assunzioni modellistiche di quelle adottate per la soluzione *SkyMetro* e, nel capitolo [4], comparandole - al fine di confrontare e valutare i relativi costi e i benefici netti attualizzati e di desumere la soluzione più vantaggiosa in base al maggior valore del rapporto (o della differenza) fra benefici e costi attualizzati.

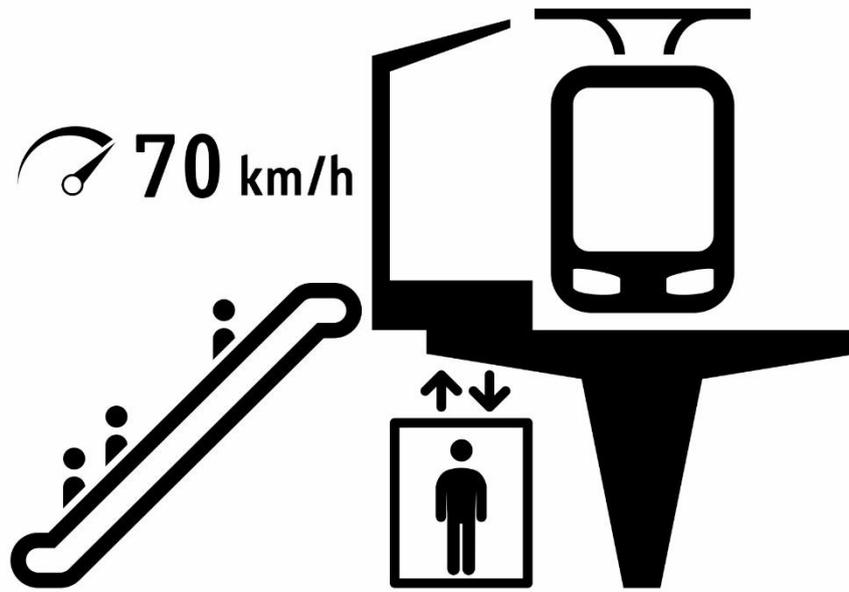


Figura 2-7 – Tipologia di impianto di progetto

Gli scenari sono due a seconda che l’impianto di progetto sia integrato o meno con l’impianto esistente della metropolitana genovese.

- **Alternativa [1]:** impianto di metrotranvia con sede in viadotto (*SkyTram*); si tratta di un impianto separato dalla metropolitana quindi con scambio con rottura di carico alla stazione di Brignole. Nello scenario tendenziale la metropolitana viene esercita con due servizi diramati (lato Val Polcevera e Fiumara) dall’Ospedale San Martino; la linea metrotranvia può essere prolungata lato nord a Prato e lato sud a Foce/Fiera.
- **Alternativa [2]:** impianto di metropolitana leggera dello stesso standard della linea metropolitana oggi in servizio con sede in viadotto (*SkyMetro*); si tratta di un impianto integrato quindi alla che permette l’attivazione di due linee una costiera e una valliva. Nello scenario tendenziale la metropolitana viene esercita sulla linea costiera Fiumara-Ospedale San Martino e valliva tra Rivarolo-Pallavicini e Prato.

Negli schemi seguenti sono evidenziati anche i servizi ferroviari regionali e suburbani evidenziando questi ultimi (linee C e D) come sistemi pienamente integrati nella rete metropolitana integrata genovese.

Figura 2-8 – Alternativa [1] Schema di progetto della rete del Trasporto Rapido di Massa su ferro

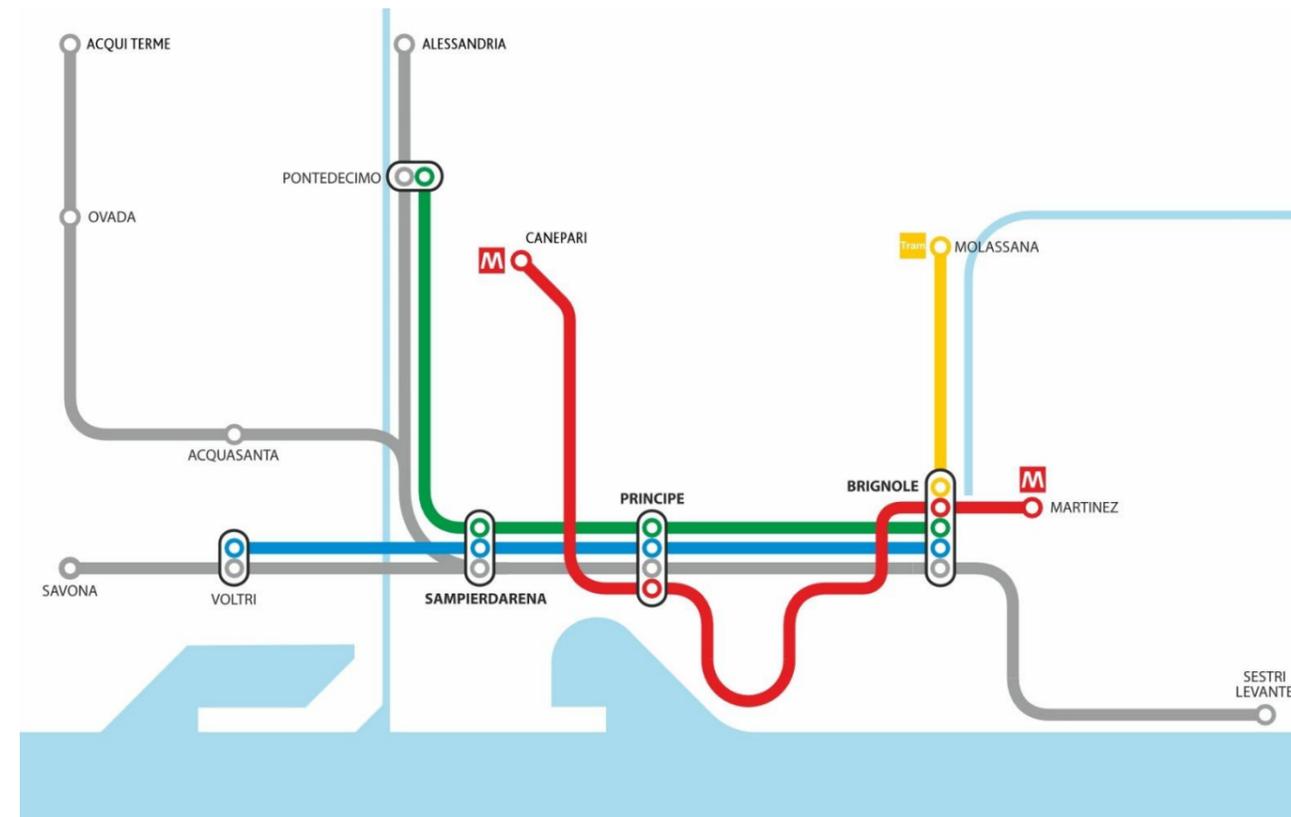


Figura 2-9 - Alternativa [1] Schema tendenziale della rete del Trasporto Rapido di Massa su ferro



Figura 2-10 – Alternativa [2] Schema di progetto della rete del Trasporto Rapido di Massa su ferro

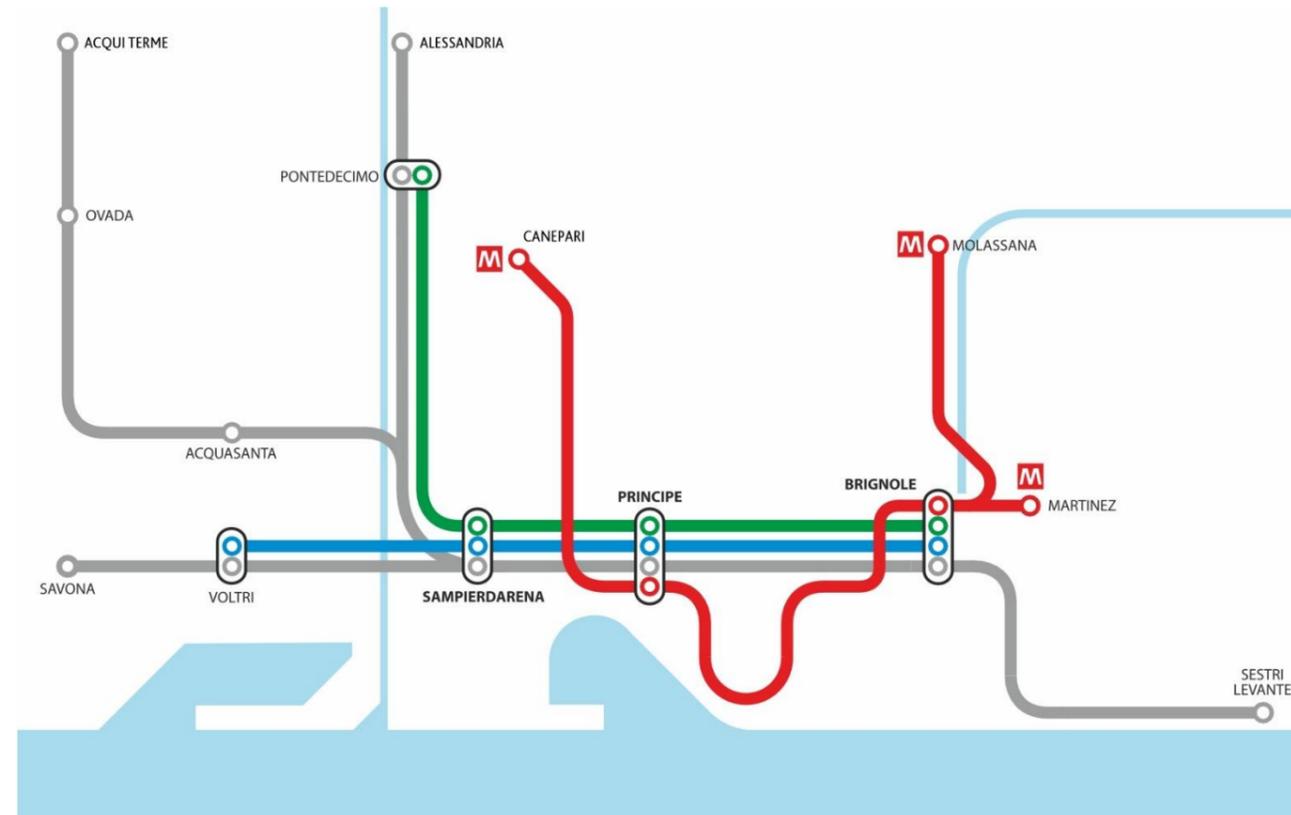


Figura 2-11 - Alternativa [2] Schema tendenziale della rete del Trasporto Rapido di Massa su ferro



scenario 2) metro

[3] Analisi costi-benefici dell'alternativa 1. Metrotranvia (SkyTram)

[3.1] Premessa

In questo capitolo si aggiornano le valutazioni economiche sviluppate per la presentazione dell'istanza di finanziamento all'Avviso numero 2 per l'Accesso al Fondo nazionale per il Trasporto Rapido di Massa con scadenza 15 gennaio 2021. In particolare, essendo il modello di calcolo della domanda della SkyTram lievemente difforme – in termini di assunzioni e condizioni al contorno - rispetto a quello soggiacente allo sviluppo del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica dello SkyMetro, i parametri modellistici sono stati trasposti sulla stessa base di riferimento con appositi coefficienti in modo da renderli pienamente confrontabili (si veda il paragrafo [4]).

[3.2] Metodologia

A differenza delle analisi di tipo finanziario², l'ACB misura il miglioramento del benessere complessivo della collettività e tiene conto degli obiettivi pubblici, quali ad esempio la riduzione del tempo perso di viaggio, dell'inquinamento, dell'incidentalità o del consumo di risorse (terreno, risorse umane, materie prime).

Per rendere confrontabili grandezze diverse (ad esempio tempo risparmiato o riduzioni dei gas-serra) viene utilizzata un'unità di misura di riferimento, che è la moneta. In pratica, tutti i costi e benefici vengono riportati in valori monetari, arrivando così ad indicatori finali univoci (Valore Attualizzato Netto Economico – VANE e Tasso Interno di Rendimento Economico – TIRE) in grado di supportare le scelte per gli investimenti pubblici.

La distribuzione nel tempo dei benefici e dei costi viene valutata attraverso il saggio sociale di sconto, che è il tasso percentuale di riferimento che riporta all'anno base i valori economici futuri: quanto più un beneficio è lontano rispetto all'anno di riferimento (anno zero) tanto minore è il suo valore netto. Per questo motivo la distribuzione nel tempo dei benefici e dei costi è un aspetto fondamentale dell'analisi ACB. Considerata la particolare contingenza finanziaria e la progressione del tasso d'inflazione secondo il prospetto economico di Banca d'Italia del settembre 2023, si ritiene necessario assumere un **tasso di sconto economico pari al 5%**, superiore al valore del 3% assunto sinora a standard comunitario per le analisi economiche.

Progressione inflazione						
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
7,80%	4,00%	2,50%	2,10%	2,00%	1,90%	1,70%

Fonte: Elaborazione su prospetti semestrali Banca d'Italia, settembre 2023

Va ricordato inoltre che l'ACB è uno strumento di supporto alle decisioni che non deve dare risposte assolute sulla bontà di un progetto ma che si sviluppa secondo un approccio differenziale mettendo a confronto uno scenario di riferimento con uno scenario di progetto che necessita di un finanziamento pubblico. Fra vari progetti da finanziare, a parità di condizioni, l'ACB è in grado di indicare quelli che presentano i maggiori benefici per la collettività (*ranking*). L'ACB confronta il beneficio netto calcolato attraverso le variazioni positive per le diverse componenti (miglioramento del benessere dei soggetti coinvolti nella situazione con progetto rispetto a quella senza progetto) rispetto ai costi di investimento, gestione e manutenzione richiesti dal progetto. I macro-elementi alla base dell'ACB sono: a) i costi di investimento, di manutenzione e di esercizio calcolati in fase di progettazione, costruzione e attivazione dei servizi; b) i benefici diretti sulla mobilità e sul traffico e quelli indiretti sulla collettività.

Dato che l'ACB considera come obiettivo il benessere della collettività (surplus sociale) e valuta gli impatti netti della spesa pubblica, il passaggio dai valori finanziari a quelli economici dei costi del progetto avviene attraverso opportuni "fattori di conversione" che eliminano la quota di tasse e trasferimenti.

A livello europeo e nazionale sono disponibili vari manuali e Linee Guida che presentano la metodologia e i valori di riferimento, fra questi:

² Analisi che considera la convenienza e sostenibilità dell'investimento attraverso le risorse da impiegare (investimenti) e gli eventuali ricavi previsti.

- “Linee guida operative per la valutazione degli investimenti nel trasporto rapido di massa” di cui al DM Trasporti del 21/10/2022³ (più avanti LGO);
- “Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti” di cui al DM 300 del 17 giugno 2017⁴;
- “Linee Guida della DG Regio” della Commissione Europea (2014).

Nell’ottobre 2018 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha pubblicato un “Addendum all’Avviso di presentazione per l’accesso alle risorse per il trasporto rapido di massa”. Tale documentazione è stata predisposta nella forma di linee guida metodologiche e contiene i parametri di riferimento da utilizzare nelle analisi in modo da fornire:

- un supporto alla preparazione delle ACB per i progetti da sottoporre a richiesta di finanziamento pubblico;
- criteri e parametri omogenei che rendano coerenti e confrontabili tutte le analisi sviluppate.

Nel maggio 2019, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha pubblicato un nuovo “Addendum - Avviso n. 2” (di seguito **Addendum**) per la presentazione di istanze per accesso alle risorse destinate al Trasporto Rapido di Massa ad Impianti Fissi previste dalla “Legge di bilancio 2019”.

Tale Addendum che integra e aggiorna quello precedente⁵ è il riferimento per la compilazione delle tabelle di calcolo per la preparazione delle analisi di supporto (Analisi della mobilità urbana, ACE, ABC) adottate nel testo, non all’atto della redazione, disponibili le tabelle di cui alle nuove LGO.

[3.3] Costi di investimento

L’analisi benefici-costi considera la realizzazione della nuova tratta metropolitana lungo il Bisagno per uno sviluppo di 6,47 km e le relative opere d’arte. È compreso inoltre l’acquisto di un parco rotabile costituito da 4 unità di trazione da 40-45 metri per 280 posti di capacità nominale (a 4 passeggeri per m² di superficie utile S1).

Gli indicatori di costo unitario sono i seguenti:

Indicatori di costo unitario	OUT	Lunghezza del progetto in corso di realizzazione	km	6,471
		Numero di veicoli in corso di acquisizione	Veicoli	10
		Numero di posti per veicolo	Posti	280
	CU1	Costo unitario di costruzione	Euro₂₀₂₁	53.266.183,21
	CU2	Costo unitario del materiale rotabile	Euro₂₀₂₁	7.558.007,90
	CU3	Costo unitario del materiale rotabile	Euro₂₀₂₁	26.992,89

I costi di investimento sono calcolati al valore monetario 2021.

Nella tabella seguente il dettaglio della ripartizione dei costi sul periodo 2023-2026, ammettendo che il primo anno di esercizio completo sia il 2027.

³ Si veda: <https://www.mit.gov.it/comunicazione/news/trasporto-rapido-di-massa-adottate-le-linee-guida-operative-per-la-valutazione>

⁴ Le linee guida del MIT forniscono la metodologia e i valori di riferimento per il calcolo di benefici e costi per gli investimenti in opere di competenza del MIT per Ministeri, Regioni, Enti Locali e promotori di opere che richiedono finanziamenti pubblici: per la sua completezza e attualità è oggi in Italia il riferimento “istituzionale” per le analisi costi-benefici.

⁵ Come riportato nel citato Avviso n. 2: “... il nuovo Addendum, che sostituisce quello di cui al precedente Avviso, nella sostanza ne conferma i contenuti, integrandoli: tali integrazioni scaturiscono dall’esperienza maturata nella valutazione delle istanze presentate per la precedente scadenza”.

Tabella 3-1 - Dettaglio della ripartizione dei costi sul periodo 2023-2026

Gruppo	Indice	Componente progetto	Unità	Totale	2022	2023	2024	2025	2026
Costi generali	C801	Studi preliminari e progettazione	Euro ₂₀₁₈	15.992.812,12	14.109.470,31	1.883.341,82	-	-	-
	C802	Costi generali dell'ente appaltante	Euro ₂₀₁₈	10.640.000,00	2.240.000,00	2.240.000,00	2.240.000,00	2.240.000,00	1.680.000,00
	C803	Direzione dei lavori e supervisione	Euro ₂₀₁₈	11.947.789,17	975.329,73	2.925.989,18	2.925.989,18	2.925.989,18	2.194.491,89
	C804	Espropri	Euro ₂₀₁₈	5.175.000,00	1.089.473,68	1.089.473,68	1.089.473,68	1.089.473,68	817.105,26
	C805	Lavori preliminari e impianto cantiere	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C806 (*)	Allacciamenti ai pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	10.750.000,00	2.263.157,89	2.263.157,89	2.263.157,89	2.263.157,89	1.697.368,42
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	C807	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C808	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C809	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C810	Ponti	Euro ₂₀₁₈	131.834.564,92	23.251.030,38	46.061.599,66	46.344.102,30	16.177.832,58	-
	C811	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C812	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C813	Sovrastuttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₁₈	19.376.654,91	3.417.367,76	6.769.997,85	6.811.519,25	2.377.770,04	-
	C814	Sovrastuttura stradale dedicata	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C815	Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C816	Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₁₈	44.587.614,02	7.863.703,79	15.578.439,75	15.673.984,64	5.471.485,84	-
	C817	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C818	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C819	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₁₈	25.715.515,16	4.535.322,16	8.984.728,44	9.039.833,11	3.155.631,45	-
	C820	Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₁₈	1.394.965,57	246.023,39	487.386,19	490.375,40	171.180,60	-
	C821	Opere complementari	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C822	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	2.004.596,57	353.541,09	700.384,79	704.680,36	245.990,33	-
C823	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	3.608.273,95	636.373,98	1.260.692,67	1.268.424,69	442.782,60	-	
C824	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	9.054.055,05	1.596.820,30	3.163.390,87	3.182.792,42	1.111.051,47	-	
C825	Impianti di traslazione	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-	
C826	Altri impianti civili	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-	
C827	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₁₈	487.596,76	85.995,10	170.361,14	171.405,99	59.834,53	-	
Costi impianti elettro-ferroviari	C828	Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₁₈	18.491.130,12	2.773.669,52	924.556,51	7.699.457,96	6.261.345,28	832.100,85
	C829	Linea di contatto	Euro ₂₀₁₈	13.177.590,32	1.976.638,55	658.879,52	5.486.971,43	4.462.109,26	592.991,56
	C830	Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C831	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₁₈	100.668.429,35	15.100.264,40	5.033.421,47	41.916.980,46	34.087.683,70	4.530.079,32
	C832	Deposito	Euro ₂₀₁₈	4.749.286,82	712.393,02	237.464,34	1.977.539,18	1.608.172,37	213.717,91
	C833	Altro	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
Veicoli	C834	Materiale rotabile (filobus)	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C835	Materiale rotabile (tram/metro)	Euro ₂₀₁₈	-	-	-	-	-	-
	C836	Materiale rotabile (altro TPL)	Euro ₂₀₁₈	75.580.079,00	11.337.011,85	3.779.003,95	31.470.528,69	25.592.430,95	3.401.103,56
Totale	C8	Costo base	Euro₂₀₁₈	505.235.953,82	94.563.586,92	104.212.269,73	180.757.216,64	109.743.921,76	15.958.958,77
	CS	Costi sicurezza	Euro ₂₀₁₈	8.800.000,00	1.552.013,82	3.074.626,73	3.093.483,87	1.079.875,58	-
	CD	Somme a disposizione	Euro ₂₀₁₈	7.997.651,76	4.467.340,14	941.416,43	941.416,43	941.416,43	706.062,32
	CI	Imprevisti	Euro ₂₀₁₈	2.297.651,76	483.716,16	483.716,16	483.716,16	483.716,16	362.787,12
	CT	IVA e altri trasferimenti (ad es. tasse, contributi, ecc.)	Euro ₂₀₁₈	55.284.797,89	10.656.335,34	11.462.453,31	19.535.240,07	11.835.379,48	1.795.389,69
	CC	Costo complessivo (QEG)	Euro₂₀₁₈	579.616.055,23	111.722.992,38	120.174.482,36	204.811.073,17	124.084.309,41	18.823.197,91
Indicatori di costo unitario	OUT	Lunghezza del progetto in corso di realizzazione	Km	6,471					
		Numero di veicoli in corso di acquisizione	Veicoli	10					
		Numero di posti per veicolo	Posti	280					
	CU1	Costo unitario di costruzione	Euro ₂₀₁₈	53.266.183,21					
	CU2	Costo unitario del materiale rotabile	Euro ₂₀₁₈	7.558.007,90					
CU3	Costo unitario del materiale rotabile	Euro ₂₀₁₈	26.992,89						

[3.4] Calcolo della vita utile dell'opera

Nella tabella seguente il calcolo della vita utile ponderato sulle diverse componenti e relativa vita fisica, pari complessivamente a poco meno di 41 anni. Sulla scorta di quanto riportato nelle LGO per le metropolitane, l'analisi assume quindi un periodo di esercizio di 30 anni.

Tabella 3-2 - Determinazione della vita utile dell'opera

Gruppo	Indice	Componente progetto	Pesi	Vita fisica (anni)	Media ponderata (anni)
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	VU807	Risoluzione interferenze pubblici servizi	0%	50	0,0
	VU808	Gallerie di linea e stazioni	0%	75	0,0
	VU809	Pozzi e manufatti di inter-tratta	0%	75	0,0
	VU810	Ponti	29%	75	21,9
	VU811	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	0%	50	0,0
	VU812	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	0%	35	0,0
	VU813	Sovrastruttura ferroviaria/tramviaria	4%	25	1,1
	VU814	Sovrastruttura stradale dedicata	0%	20	0,0
	VU815	Stazioni/fermate tram o filobus	0%	20	0,0
	VU816	Stazioni metro aperte	10%	50	4,9
	VU817	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	0%	50	0,0
	VU818	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	0%	50	0,0
	VU819	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	6%	50	2,9
	VU820	Sistemazioni urbanistiche	0%	10	0,0
	VU821	Opere complementari	0%	50	0,0
	VU822	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	0%	15	0,1
	VU823	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	1%	15	0,1
	VU824	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	2%	15	0,3
	VU825	Impianti di traslazione	0%	15	0,0
	VU826	Altri impianti civili	0%	15	0,0
VU827	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	0%	15	0,0	
Costi impianti elettro-ferroviari	VU828	Sistema di alimentazione e sezionamento	4%	15	0,6
	VU829	Linea di contatto	3%	15	0,4
	VU830	Sistema di automazione (SCADA)	0%	15	0,0
	VU831	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	22%	15	3,4
	VU832	Deposito	1%	15	0,2
	VU833	Altro	0%		0,0
Veicoli	VU834	Materiale rotabile (filobus)	0%	15	0,0
	VU835	Materiale rotabile (tram/metro)	0%	30	0,0
	VU836	Materiale rotabile (altro TPL)	17%	30	5,0
	VU	Vita utile del progetto			40,9

[3.5] Calcolo dei rinnovi (manutenzione straordinarie e sostituzioni) e del valore residuo dell'opera

I rinnovi ammontano a 173.012.579,43 e sono ripartiti sui seguenti anni:

- 2036 (10° anno di esercizio): euro 1.394.965,57 per rinnovi voce C920 Sistemazioni urbanistiche;
- 2041 (15° anno di esercizio): euro 174.407.545,00 per rinnovi voci C922 Impianti di ventilazione di linea e di stazione; C923 Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione; C924 Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione; C925 Impianti di traslazione; C926 Altri impianti civili; C928 Sistema di alimentazione e sezionamento; C929 Linea di contatto; C930 Sistema di automazione (SCADA) e C931 Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio;
- 2048 (22° anno di esercizio): euro 625.011,15 per rinnovi voce C920 Sistemazioni urbanistiche;
- 2051 (25° anno di esercizio): euro 19.376.654,91 per rinnovi voce C913 Sovrastruttura ferroviaria/tramviaria.

Cautelativamente (ovvero per non incamerarne i benefici non utilizzandoli fattivamente) non sono contemplati i rinnovi necessari al 30° anno di esercizio.

Il valore residuo ammonta a euro 122.723.314,55.

Nella tabella seguente i dettagli di calcolo.

Tabella 3-3 - Calcolo del valore residuo e distribuzione delle spese di rinnovo sul periodo 2026-2041

ndice	Componente progetto	Unità	Y _{ESER-1} = 2026	Y _{ESER} = 2027	Anno 2028	Anno 2029	Anno 2030	Anno 2031	Anno 2032	Anno 2033	Anno 2034	Anno 2035	Anno 2036	Anno 2037	Anno 2038	Anno 2039	Anno 2040	Anno 2041		
Costo dei rinnovi e revisioni generali escluse dal costo di manutenzione ordinaria e straordinaria	C907	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C908	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C909	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C910	Ponti	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C911	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C912	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C913	Sovrastuttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₁₈	19.376.654,91																
	C914	Sovrastuttura stradale dedicata	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C915	Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C916	Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C917	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C918	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C919	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C920	Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₁₈	2.789.931,15									1.394.965,57							
	C921	Opere complementari	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C922	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	2.004.596,57														2.004.596,57		
	C923	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	3.608.273,95														3.608.273,95		
	C924	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	9.054.055,05														9.054.055,05		
	C925	Impianti di traslazione	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C926	Altri impianti civili	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C927	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₁₈	487.596,76														487.596,76		
	C928	Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₁₈	18.491.130,12														18.491.130,12		
	C929	Linea di contatto	Euro ₂₀₁₈	13.177.590,32														13.177.590,32		
	C930	Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C931	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₁₈	100.668.429,35														100.668.429,35		
	C932	Deposito	Euro ₂₀₁₈	4.749.286,82														4.749.286,82		
	C933	Altro	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C934	Materiale rotabile (filobus)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C935	Materiale rotabile (tram/metro)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C936	Materiale rotabile (altro TPL)	Euro ₂₀₁₉	0,00																
	C9	Totale rinnovi	Euro₂₀₁₈	174.407.545,00	0,00	1.394.965,57	0,00	0,00	0,00	0,00	152.240.958,95									
	Valore residuo	R807	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	0,00															
		R808	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₁₈	0,00															
		R809	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₁₈	0,00															
		R810	Ponti	Euro ₂₀₁₈	131.834.564,92	130.076.770,72	128.318.976,52	126.561.182,32	124.803.388,12	123.045.593,93	121.287.799,73	119.530.005,53	117.772.211,33	116.014.417,13	114.256.622,93	112.498.828,73	110.741.034,53	108.983.240,33	107.225.446,14	105.467.651,94
		R811	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₁₈	0,00															
R812		Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R813		Sovrastuttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₁₈	19.376.654,91	18.601.588,71	17.826.522,52	17.051.456,32	16.276.390,13	15.501.323,93	14.726.257,73	13.951.191,54	13.176.125,34	12.401.059,14	11.625.992,95	10.850.926,75	10.075.860,55	9.300.794,36	8.525.728,16	7.750.661,96	
R814		Sovrastuttura stradale dedicata	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R815		Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R816		Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₁₈	44.587.614,02	43.695.861,74	42.804.109,45	41.912.357,17	41.020.604,89	40.128.852,61	39.237.100,33	38.345.348,05	37.453.595,77	36.561.843,49	35.670.091,21	34.778.338,93	33.886.586,65	32.994.834,37	32.103.082,09	31.211.329,81	
R817		Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R818		Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R819		Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₁₈	25.715.515,16	25.201.204,86	24.686.894,56	24.172.584,25	23.658.273,95	23.143.963,65	22.629.653,34	22.115.343,04	21.601.032,74	21.086.722,43	20.572.412,13	20.058.101,83	19.543.791,52	19.029.481,22	18.515.170,92	18.000.860,61	
R820		Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₁₈	1.394.965,57	1.255.469,02	1.115.972,46	976.475,90	836.979,34	697.482,79	557.986,23	418.489,67	278.993,11	139.496,56	0,00	1.255.469,02	1.115.972,46	976.475,90	836.979,34	697.482,79	
R821		Opere complementari	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R822		Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	2.004.596,57	1.870.956,80	1.737.317,03	1.603.677,26	1.470.037,48	1.336.397,71	1.202.757,94	1.069.118,17	935.478,40	801.838,63	668.198,86	534.559,09	400.919,31	267.279,54	133.639,77	0,00	
R823		Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	3.608.273,95	3.367.722,35	3.127.170,76	2.886.619,16	2.646.067,56	2.405.515,97	2.164.964,37	1.924.412,77	1.683.861,18	1.443.309,58	1.202.757,98	962.206,39	721.654,79	481.103,19	240.551,60	0,00	
R824		Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	9.054.055,05	8.450.451,38	7.846.847,71	7.243.244,04	6.639.640,37	6.036.036,70	5.432.433,03	4.828.829,36	4.225.225,69	3.621.622,02	3.018.018,35	2.414.414,68	1.810.811,01	1.207.207,34	603.603,67	0,00	
R825		Impianti di traslazione	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R826		Altri impianti civili	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R827		Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₁₈	487.596,76	455.090,31	422.583,86	390.077,41	357.570,96	325.064,51	292.558,06	260.051,61	227.545,16	195.038,70	162.532,25	130.025,80	97.519,35	65.012,90	32.506,45	0,00	
R828		Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₁₈	18.491.130,12	17.258.388,11	16.025.646,10	14.792.904,10	13.560.162,09	12.327.420,08	11.094.678,07	9.861.936,06	8.629.194,06	7.396.452,05	6.163.710,04	4.930.968,03	3.698.226,02	2.465.484,02	1.232.742,01	0,00	
R829		Linea di contatto	Euro ₂₀₁₈	13.177.590,32	12.299.084,30	11.420.578,28	10.542.072,26	9.663.566,23	8.785.060,21	7.906.554,19	7.028.048,17	6.149.542,15	5.271.036,13	4.392.530,11	3.514.024,09	2.635.518,06	1.757.012,04	878.506,02	0,00	
R830		Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R831		Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₁₈	100.668.429,35	93.957.200,73	87.245.972,10	80.534.743,48	73.823.514,86	67.112.286,23	60.401.057,61	53.689.828,99	46.978.600,36	40.267.371,74	33.556.143,12	26.844.914,49	20.133.685,87	13.422.457,25	6.711.228,62	0,00	
R832		Deposito	Euro ₂₀₁₈	4.749.286,82	4.432.667,70	4.116.048,58	3.799.429,46	3.482.810,33	3.166.191,21	2.849.572,09	2.532.952,97	2.216.333,85	1.899.714,73	1.583.095,61	1.266.476,49	949.857,36	633.238,24	316.619,12	0,00	
R833		Altro	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R834		Materiale rotabile (filobus)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
R835		Materiale rotabile (tram/metro)	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
R836		Materiale rotabile (altro TPL)	Euro ₂₀₁₈	75.580.079,00	73.060.743,03	70.541.407,07	68.022.071,10	65.502.735,13	62.983.399,17	60.464.063,20	57.944.727,23	55.425.391,27	52.906.055,30	50.386.719,33	47.867.383,37	45.348.047,40	42.828.711,43	40.309.375,47	37.790.039,50	
VR		Valore residuo del progetto	Euro₂₀₁₈	450.730.352,53	433.983.199,76	417.236.047,00	400.488.894,23	383.741.741,47	366.994.588,70	350.247.435,93	333.500.283,17	316.753.130,40	300.005.977,64	283.258.824,87	267.906.637,68	251.159.484,91	234.412.332,14	217.665.179,38	200.918.026,61	

Tabella 3-4 - Calcolo del valore residuo e distribuzione delle spese di rinnovo sul periodo 2042-2056

	Indice	Componente progetto	Unità	Y _{ESER-1} = 2026	Anno 2042	Anno 2043	Anno 2044	Anno 2045	Anno 2046	Anno 2047	Anno 2048	Anno 2049	Anno 2050	Anno 2051	Anno 2052	Anno 2053	Anno 2054	Anno 2055	Anno 2056	
Costo dei rinnovi e revisioni generali escluse dal costo di manutenzione ordinaria e straordinaria	C907	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C908	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C909	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C910	Ponti	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C911	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C912	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C913	Sovrastuttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₁₈	19.376.654,91										19.376.654,91						
	C914	Sovrastuttura stradale dedicata	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C915	Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C916	Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C917	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C918	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C919	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C920	Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₁₈	2.789.931,15					1.394.965,57											
	C921	Opere complementari	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C922	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	2.004.596,57																
	C923	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	3.608.273,95																
	C924	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	9.054.055,05																
	C925	Impianti di traslazione	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C926	Altri impianti civili	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C927	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₁₈	487.596,76																
	C928	Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₁₈	18.491.130,12																
	C929	Linea di contatto	Euro ₂₀₁₈	13.177.590,32																
	C930	Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C931	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₁₈	100.668.429,35																
	C932	Deposito	Euro ₂₀₁₈	4.749.286,82																
	C933	Altro	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C934	Materiale rotabile (filobus)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C935	Materiale rotabile (tram/metro)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
	C936	Materiale rotabile (altro TPL)	Euro ₂₀₁₉	0,00																
		C9	Totale rinnovi	Euro₂₀₁₈	174.407.545,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.394.965,57	0,00	0,00	0,00	0,00	19.376.654,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Valore residuo	VR807	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	0,00															
		VR808	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₁₈	0,00															
		VR809	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₁₈	0,00															
		VR810	Ponti	Euro ₂₀₁₈	131.834.564,92	103.709.857,74	101.952.063,54	100.194.269,34	98.436.475,14	96.678.680,94	94.920.886,74	93.163.092,54	91.405.298,34	89.647.504,15	87.889.709,95	86.131.915,75	84.374.121,55	82.616.327,35	80.858.533,15	79.100.738,95
VR811		Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR812		Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR813		Sovrastuttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₁₈	19.376.654,91	6.975.595,77	6.200.529,57	5.425.463,38	4.650.397,18	3.875.330,98	3.100.264,79	2.325.198,59	1.550.132,39	775.066,20	0,00	18.601.588,71	17.826.522,52	17.051.456,32	16.276.390,13	15.501.323,93	
VR814		Sovrastuttura stradale dedicata	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR815		Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR816		Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₁₈	44.587.614,02	30.319.577,53	29.427.825,25	28.536.072,97	27.644.320,69	26.752.568,41	25.860.816,13	24.969.063,85	24.077.311,57	23.185.559,29	22.293.807,01	21.402.054,73	20.510.302,45	19.618.550,17	18.726.797,89	17.835.045,61	
VR817		Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR818		Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR819		Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₁₈	25.715.515,16	17.486.550,31	16.972.240,01	16.457.929,70	15.943.619,40	15.429.309,10	14.914.998,79	14.400.688,49	13.886.378,19	13.372.067,88	12.857.757,58	12.343.447,28	11.829.136,98	11.314.826,67	10.800.516,37	10.286.206,07	
VR820		Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₁₈	1.394.965,57	557.986,23	418.489,67	278.993,11	139.496,56	0,00	1.255.469,02	1.115.972,46	976.475,90	836.979,34	697.482,79	557.986,23	418.489,67	278.993,11	139.496,56	0,00	
VR821		Opere complementari	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR822		Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	2.004.596,57	1.870.956,80	1.737.317,03	1.603.677,26	1.470.037,48	1.336.397,71	1.202.757,94	1.069.118,17	935.478,40	801.838,63	668.198,86	534.559,09	400.919,31	267.279,54	133.639,77	0,00	
VR823		Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	3.608.273,95	3.367.722,35	3.127.170,76	2.886.619,16	2.646.067,56	2.405.515,97	2.164.964,37	1.924.412,77	1.683.861,18	1.443.309,58	1.202.757,98	962.206,39	721.654,79	481.103,19	240.551,60	0,00	
VR824		Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	9.054.055,05	8.450.451,38	7.846.847,71	7.243.244,04	6.639.640,37	6.036.036,70	5.432.433,03	4.828.829,36	4.225.225,69	3.621.622,02	3.018.018,35	2.414.414,68	1.810.811,01	1.207.207,34	603.603,67	0,00	
VR825		Impianti di traslazione	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR826		Altri impianti civili	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR827		Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₁₈	487.596,76	455.090,31	422.583,86	390.077,41	357.570,96	325.064,51	292.558,06	260.051,61	227.545,16	195.038,70	162.532,25	130.025,80	97.519,35	65.012,90	32.506,45	0,00	
VR828		Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₁₈	18.491.130,12	17.258.388,11	16.025.646,10	14.792.904,10	13.560.162,09	12.327.420,08	11.094.678,07	9.861.936,06	8.629.194,06	7.396.452,05	6.163.710,04	4.930.968,03	3.698.226,02	2.465.484,02	1.232.742,01	0,00	
VR829		Linea di contatto	Euro ₂₀₁₈	13.177.590,32	12.299.084,30	11.420.578,28	10.542.072,26	9.663.566,23	8.785.060,21	7.906.554,19	7.028.048,17	6.149.542,15	5.271.036,13	4.392.530,11	3.514.024,09	2.635.518,06	1.757.012,04	878.506,02	0,00	
VR830		Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR831		Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₁₈	100.668.429,35	93.957.200,73	87.245.972,10	80.534.743,48	73.823.514,86	67.112.286,23	60.401.057,61	53.689.828,99	46.978.600,36	40.267.371,74	33.556.143,12	26.844.914,49	20.133.685,87	13.422.457,25	6.711.228,62	0,00	
VR832		Deposito	Euro ₂₀₁₈	4.749.286,82	4.432.667,70	4.116.048,58	3.799.429,46	3.482.810,33	3.166.191,21	2.849.572,09	2.532.952,97	2.216.333,85	1.899.714,73	1.583.095,61	1.266.476,49	949.857,36	633.238,24	316.619,12	0,00	
VR833		Altro	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR834		Materiale rotabile (filobus)	Euro ₂₀₁₈	0,00																
VR835		Materiale rotabile (tram/metro)	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
VR836		Materiale rotabile (altro TPL)	Euro ₂₀₁₈	75.580.079,00	35.270.703,53	32.751.367,57	30.232.031,60	27.712.695,63	25.193.359,67	22.674.023,70	20.154.687,73	17.635.351,77	15.116.015,80	12.596.679,83	10.077.343,87	7.558.007,90	5.038.671,93	2.519.335,97	0,00	
		VR	Valore residuo del progetto	Euro₂₀₁₈	450.730.352,53	336.411.832,79	319.664.680,03	302.917.527,26	286.170.374,49	269.423.221,73	254.071.034,54	237.323.881,77	220.576.729,00	203.829.576,24	187.082.423,47	189.711.925,62	172.964.772,85	156.217.620,08	139.470.467,32	122.723.314,55

[3.6] Determinazione dei costi di esercizio

[3.6.1] servizi su gomma

Le voci di costo per l'esercizio dei bus urbani sono desunte dal vigente contratto di servizio del gestore della rete del trasporto pubblico urbano della città di Genova (AMT). La proiezione al 2019 è svolta su base Istat. I valori 2022 sono quelli correnti, assunti a base di progetto.

[3.6.2] Nuovo servizio metrotranviario

I costi operativi del nuovo servizio sono calcolati sulla base dell'allegato 3b "Metropolitane" del DM 157/2018⁶ "Definizione dei costi standard dei servizi di trasporto pubblico locale e regionale e dei criteri di aggiornamento e applicazione".

La base di costo del DM157/2018 è assunta valida sino al dicembre 2019. La trasposizione al 2022 e, in tendenza, al 2029 (primo anno di esercizio dell'opera in oggetto) è svolta su base Istat per il pregresso 2019-2022 e sui prospetti della Banca d'Italia per l'inflazione sul periodo 2025-2028.

Tabella 3-5 - Coefficienti di attualizzazione dei costi di esercizio (elaborazione su dati Banca d'Italia, novembre 2023)

2023	2024	2025	2026	2027	2028	Σ
5,70%	2,70%	2,50%	2,10%	2,00%	1,90%	16,90%

Coefficienti di trasposizione		
2019-2022	2022-2030	2019-2030
1,157	1,169	1,353

Fonte: <https://rivaluta.istat.it/>, periodo 2019-2022

Il modello opera una suddivisione dei costi per processi aziendali che permette di individuare e di valutare il peso e l'evoluzione dei singoli fattori della produzione (personale, mezzi, materie prime) aggregati in funzione delle dinamiche produttive dell'attività di trasporto pubblico locale. I costi vengono ricostruiti a partire dalle attività sottostanti alle seguenti aree principali:

- Area esercizio;
- Area infrastruttura;
- Area amministrativa;

A tali costi va poi aggiunto il costo del capitale. All'interno del modello di calcolo del costo vengono considerate due tipologie di dati: dati variabili e dati standard. I dati variabili sono riconducibili a quei parametri dipendenti dal contesto di riferimento, dalle caratteristiche proprie del servizio (percordanze, frequenze, etc.) e dalla tipologia impianto.

I dati standard fanno riferimento a parametri definiti sulla base di standard produttivi consolidati o sulla base di elaborazioni statistiche di dati aziendali, determinati allo scopo di stimolare processi di efficienza nella produzione del servizio. Ai fini dell'ACB, il costo unitario è stato determinato inserendo nel modello i dati variabili rappresentativi del servizio oggetto dell'istanza di finanziamento e i dati standard basati su livelli di prestazioni di attività produttive derivanti dalle buone pratiche rilevate sul territorio nazionale.

⁶ Si veda: <https://www.mit.gov.it/normativa/decreto-ministeriale-numero-157-del-28032018>

- Per quanto concerne i costi finanziari il WACC (5,86%) corrisponde al valore determinato dall'Autorità di Regolazione dei Trasporti (delibera n. 139/2023⁷ del 12 marzo 2022, allegato A).

Tabella 3-6 – Valori di calcolo del costo operativo per vettura km

V =	32,68	km/h	velocità commerciale
Q ₂ =	1.009.554	vetture km	produzione annuale in termini di vetture km
L =	6,05	km	lunghezza linea
N _{st} =	8		numero stazioni sulla linea
H _{staz} =	6.650,00		ore annue di apertura delle stazioni
NIT =	48		numero complessivo di impianti di traslazione
	17,28		costo per vettura km
C =	17,56		costo per vettura km più manutenzione strada
	61,71		costo per 1000 posti km
C _e =	17.444.503,59		
NPG =	0		numero personale di guida
NPM =	21		numero personale di movimento
C _{pg} =	0,00		costo personale di guida
C _{pm} =	1.035.138,72		costo altro personale di movimento
C _{ene} =	636.019,02		costo energia di trazione
C _{rot} =	7.558.007,90		costo dei rotabili da QE
NT =	10		numero vetture
NP _{ROT} =	280		numero posti per vettura
KAT =	100.955,40		numero km annuali per vettura
AMM _{SP} =	244,57		ammortamento standard per posto
C _{man} =	1.105.259,72		costo manutenzione, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili
C _{mif} =	2.036.496,00		costo manutenzione impianti fissi
C _{i.inf} =	1.647.573,12		costo utilizzo impianti e infrastruttura (con manutenzione straordinaria)
C _{ene.staz} =	653.785,44		costo annuo di energia stazioni
C _{gen} =	2.130.158,94		costi generali e altri costi
C _{cap} =	642.064,73		
WACC =	5,86%		costo del capitale per la modalità

⁷ Si veda: <https://www.autorita-trasporti.it/delibere/delibera-n-139-2023/>

Tabella 3-7 - Costi di esercizio per i servizi su gomma e valore DM157/2018 di riferimento per il progetto

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di riferimento 2027	Scenario di progetto 2027
Skytram				
Struttura dei costi d'esercizio	Costo dell'area esercizio	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		10,24
	<i>di cui costo del personale di guida</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		0,00
	<i>di cui costo di altro personale di movimento</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		1,03
	<i>di cui costo di energia di trazione</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		0,63
	<i>di cui costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing)</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		7,49
	<i>di cui costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		1,09
	Costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dell'infrastruttura	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		2,02
	Costo per l'energia delle stazioni	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		0,06
	Costo per l'utilizzo dell'infrastruttura, comprensivo del costo della relativa manutenzione straordinaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		1,63
	Costi generali e amministrativi	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		2,11
Costo del capitale investito netto	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km		0,64	
	Costo kmco effettivo	Euro₂₀₁₈/veicolo*km	-	16,69
	Costo kmco da utilizzare ai fini dell'ACB (al lordo di tasse e trasferimenti)	Euro₂₀₁₈/veicolo*km	-	4,83
Tema	Indicatore	Unità	Scenario di riferimento 2027	Scenario di progetto 2027
Autobus				
Struttura dei costi d'esercizio	Costo dell'area esercizio	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	5,29	5,06
	<i>di cui costo del personale di guida</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	2,67	2,55
	<i>di cui costo di altro personale di movimento</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,28	0,27
	<i>di cui costo di energia di trazione</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,57	0,55
	<i>di cui costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing)</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,42	0,40
	<i>di cui costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	1,36	1,29
	Costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dell'infrastruttura	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,00	0,00
	Costo per l'energia delle stazioni	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,00	0,00
	Costo per l'utilizzo dell'infrastruttura, comprensivo del costo della relativa manutenzione straordinaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,18	0,17
	Costi generali e amministrativi	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,28	0,26
Costo del capitale investito netto	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,00	0,00	
	Costo kmco effettivo	Euro₂₀₁₈/veicolo*km	5,75	5,49
	Costo kmco da utilizzare ai fini dell'ACB (al lordo di tasse e trasferimenti)	Euro₂₀₁₈/veicolo*km	4,88	4,66

[3.7] Parametri economici

[3.7.1] Benefici trasportistici

I dati di domanda attribuibili alla nuova tratta di metropolitana sono riassunti nella tabella seguente:

Gruppo	Indice	Variabile/parametro/costo/beneficio	Unità	A regime
Domanda	D1	Previsione domanda tendenziale	Pass/anno	17.310.200
	D2	Previsione domanda in diversione modale	Pass/anno	2.752.800
	D3	Previsione domanda indotta	Pass/anno	0
	D4	Domanda totale sulla linea in progetto	Pass/anno	20.063.000
	D5	Domanda osservata e prevista sulla rete stradale	Pass/anno	172.920.106
Tempo	T1	Variazione tempo domanda tendenziale	Minuti/pass	-5,58
	T2	Variazione tempo domanda in diversione modale	Minuti/pass	-3,34
	T3	Variazione tempo domanda indotta	Minuti/pass	0,00
	T4	Variazione media tempo domanda totale sulla linea in progetto	Minuti/pass	-5,27
	T5	Variazione media tempo domanda sulla rete stradale	Minuti/passe	-0,40

Dal 2027, anno di avvio dell'esercizio al 2030 si assume una salita progressiva dell'utenza in diversione modale dal trasporto privato (primo anno al 70%, secondo anno al 90%, terzo anno con domanda piena). A livello di offerta si assumono i seguenti differenziali rispetto allo scenario di riferimento:

Gruppo	Indice	Variabile/parametro/costo/beneficio	Unità	A regime
Offerta	P1	Variazione percorrenze rete metropolitana	Veicoli*km/anno	0
	P2	Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	0
	P3	Variazione percorrenze rete filoviaria	Veicoli*km/anno	-1.082.356
	P4	Variazione percorrenze altro TPL su impianti fissi	Veicoli*km/anno	1.009.554
	P5	Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	-605.012
	P6	Variazione percorrenze auto	Veicoli*km/anno	-101.913.955
	P7	Variazione percorrenze moto	Veicoli*km/anno	-1.918.221

Il modello trasportistico per la stima della domanda di progetto è svolto sull'ora di punta; i coefficienti di espansione sono 10 ore/giorno e 300 giorni feriali/anno per il TPL e 4 ore/giorno e 270 giorni feriali/anno per gli effetti della congestione stradale.

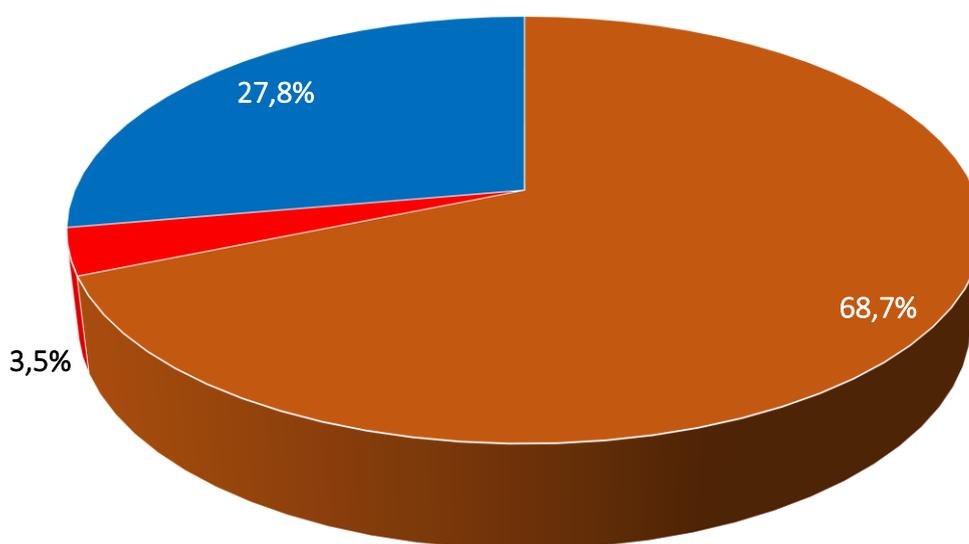
[3.7.2] Costi economici

I costi economici attualizzati ammontano a 621,9 milioni di euro e sono ripartiti nel modo seguente.

Costi attualizzati

Costi d'investimento	427.124.265	68,7%
Costi di rinnovo e revisione generale	21.896.245	3,5%
Costi operativi	172.920.000	27,8%
Totale dei costi attualizzati	621.940.511	

Ripartizione dei Costi attualizzati



■ Costi d'investimento ■ Costi di rinnovo e revisione generale ■ Costi operativi

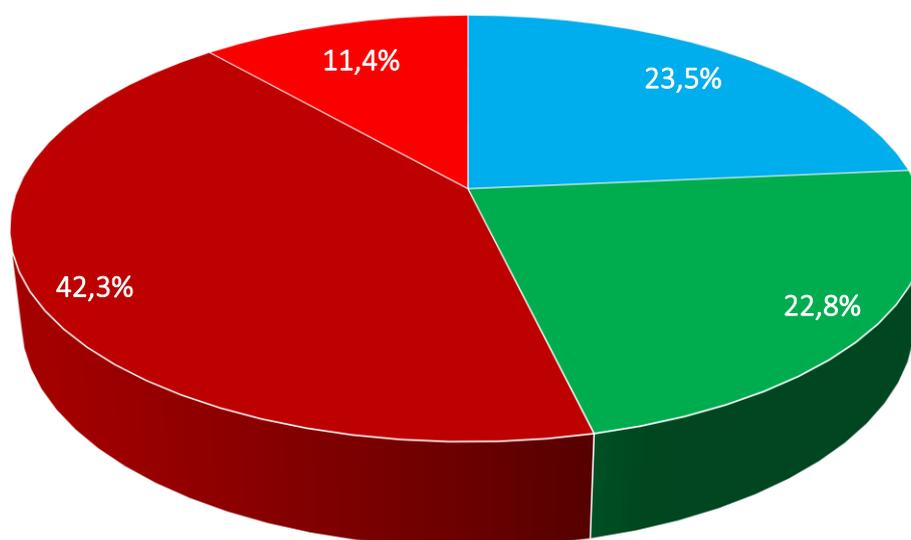
[3.7.3] **Benefici economici**

I benefici economici attualizzati ammontano a 1.089 milioni di euro e sono ripartiti nel modo seguente.

Benefici attualizzati

Risparmi di tempo	256.521.909	23,5%
Riduzione delle esternalità	248.035.894	22,8%
Variazione dei costi di esercizio sul privato	460.953.433	42,3%
Variazione dei costi di esercizio sul TPL	123.820.654	11,4%
Totale dei benefici attualizzati	1.089.331.891	

Ripartizione dei Benefici attualizzati



- Risparmi di tempo
- Riduzione delle esternalità
- Variazione dei costi di esercizio sul privato
- Variazione dei costi di esercizio sul TPL

[3.7.4] Bilancio economico

Complessivamente l'analisi è fortemente positiva con

- un rapporto Benefici-Costi economico pari a 2,89
- un TIR economico del 16,3% > 5%
- un VAN economico a 30 anni di esercizio pari a 496,7 milioni di euro.

Tabella 3-8 - Sintesi dei parametri economici dell'analisi dell'alternativa metrotranvia/Skytram

Benefici	B1	Risparmi di tempo per la domanda tendenziale	Euro ₂₀₁₈	234.652.118,56
	B2	Risparmi di tempo per la domanda in diversione modale	Euro ₂₀₁₈	21.869.790,75
	B3	Risparmi di tempo per la domanda indotta	Euro ₂₀₁₈	0,00
	B4	Risparmi totali di tempo per gli utenti della linea in progetto	Euro ₂₀₁₈	256.521.909,31
	B5	Riduzione della congestione sulla rete stradale	Euro ₂₀₁₈	167.132.798,37
	B6	Riduzione dell'incidentalità stradale	Euro ₂₀₁₈	11.887.339,73
	B7	Riduzione delle emissioni inquinanti da traffico stradale	Euro ₂₀₁₈	10.775.581,98
	B8	Riduzione delle emissioni acustiche	Euro ₂₀₁₈	16.080.337,83
	B9	Riduzione delle emissioni di gas climalteranti	Euro ₂₀₁₈	42.159.836,38
	BTOT	TOTALE BENEFICI ECONOMICI	Euro₂₀₁₈	504.557.803,60
Costi totali	C1	Variazioni dei costi d'esercizio della rete metropolitana	Euro ₂₀₁₈	0,00
	C2	Variazioni dei costi d'esercizio della rete tranviaria	Euro ₂₀₁₈	0,00
	C3	Variazioni dei costi d'esercizio della rete filoviaria	Euro ₂₀₁₈	-80.385.811,64
	C4	Variazioni dei costi d'esercizio della rete altro TPL	Euro ₂₀₁₈	172.920.000,34
	C5	Variazioni dei costi d'esercizio della rete autobus	Euro ₂₀₁₈	-43.434.842,42
	C6	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (auto)	Euro ₂₀₁₈	-460.953.433,35
	C7	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (moto)	Euro ₂₀₁₈	-3.198.987,19
	C8	Costi d'investimento del progetto	Euro ₂₀₁₈	427.124.265,34
	C9	Costi di rinnovo e revisione generale del progetto (incluso valore residuo finale)	Euro ₂₀₁₈	45.961.016,03
	CTOT	TOTALE COSTI ECONOMICI	Euro₂₀₁₈	58.032.207,10
Indicatori	VAN	TOTALE FLUSSI NETTI	Euro₂₀₁₈	446.525.596,49
	B/C	RAPPORTO BENEFICI/COSTI	-	2,05
	TIR	TASSO INTERNO DI RENDIMENTO	%	8,3%

Nelle tabelle seguenti si riassume la matrice dei costi e dei benefici sui 33 anni complessivi (3 di costruzione e 30 di esercizio) dell'analisi.

Tabella 3-10 - Tabella di determinazione della ACB - parte 2

Gruppo	Indice	Variabile/parametro/costo/beneficio	Unità	Anno Y ₀ = 2018	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020	Anno 2021	Anno 2022	Anno 2023	Anno 2024	Anno 2025	Anno 2026	Anno 2027	Anno 2028	Anno 2029	Anno 2030	Anno 2031	Anno 2032	Anno 2033	Anno 2034	Anno 2035	Anno 2036
Domanda	D1	Previsione domanda tendenziale	Pass/anno	0	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200	17.310.200
	D2	Previsione domanda in diversione modale	Pass/anno	0	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800	2.752.800
	D3	Previsione domanda indotta	Pass/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D4	Domanda totale sulla linea in progetto	Pass/anno	0	20.063.000																		
	D5	Domanda osservata e prevista sulla rete stradale	Pass/anno	192.678.000	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106	172.920.106
Tempo	T1	Variazione tempo domanda tendenziale	Minuti/passeggero	0	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	-5,58	
	T2	Variazione tempo domanda in diversione modale	Minuti/passeggero	0	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	-3,34	
	T3	Variazione tempo domanda indotta	Minuti/passeggero	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	T4	Variazione media tempo domanda totale sulla linea in progetto	Minuti/passeggero	0	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	
	T5	Variazione media tempo domanda sulla rete stradale	Minuti/passeggero	0	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	
Offerta	P1	Variazione percorrenze rete metropolitana	Veicoli*km/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P2	Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P3	Variazione percorrenze rete filoviaria	Veicoli*km/anno	0	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	-1.082.356	
	P4	Variazione percorrenze altro TPL su impianti fissi	Veicoli*km/anno	0	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	1.009.554	
	P5	Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	0	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012	-605.012		
	P6	Variazione percorrenze auto	Veicoli*km/anno	0	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955	-101.913.955		
	P7	Variazione percorrenze moto	Veicoli*km/anno	0	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221	-1.918.221		
Costi kmci d'esercizio	O1	Costo medio rete metropolitana	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33		
	O2	Costo medio rete tranviaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	O3	Costo medio rete filoviaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80		
	O4	Costo medio altro TPL su impianti fissi	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83		
	O5	Costo medio rete bus	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64	4,64		
	O6	Costo medio auto	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292		
	O7	Costo medio moto	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108			
Emissioni CO2	E1	Consumo medio rete metropolitana	Chilowatt/veicoli*km	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25			
	E2	Consumo medio rete tranviaria	Chilowatt/veicoli*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	E3	Consumo medio rete filoviaria	Chilowatt/veicoli*km	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01			
	E4	Consumo medio altro TPL su impianti fissi	Chilowatt/veicoli*km	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18			
	E5	Emissione CO2 media rete bus	Grammi/veicoli*km	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147				
	E6	Emissione CO2 media auto	Grammi/veicoli*km	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265				
	E7	Emissione CO2 media moto	Grammi/veicoli*km	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96					
	E8	Emissione CO2 media rete elettrica	Grammi/chilowatt	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437					
Valori monetari	V0	Valore medio del tempo	Euro ₂₀₁₈ /h	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418	9,418				
	V1	Costo marginale dell'incidentalità (metro)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	V2	Costo marginale dell'incidentalità (tram)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	V3	Costo marginale dell'incidentalità (filobus)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043					
	V4	Costo marginale dell'incidentalità (altro TPL)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	V5	Costo marginale dell'incidentalità (autobus)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043					
	V6	Costo marginale dell'incidentalità (auto)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007						
	V7	Costo marginale dell'incidentalità (moto)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016							
	V8	Costo marginale delle emissioni inquinanti (metro)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	V9	Costo marginale delle emissioni inquinanti (tram)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	V10	Costo marginale delle emissioni inquinanti (filobus)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	V11	Costo marginale delle emissioni inquinanti (altro TPL)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	V12	Costo marginale delle emissioni inquinanti (autobus)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046							
	V13	Costo marginale delle emissioni inquinanti (auto)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007								
	V14	Costo marginale delle emissioni inquinanti (moto)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003									
	V15	Costo marginale delle emissioni acustiche (metro)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
	V16	Costo marginale delle emissioni acustiche (tram)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	V17	Costo marginale delle emissioni acustiche (filobus)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	V18	Costo marginale delle emissioni acustiche (altro TPL)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	V19	Costo marginale delle emissioni acustiche (autobus)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048								
	V20	Costo marginale delle emissioni acustiche (auto)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010									
	V21	Costo marginale delle emissioni acustiche (moto)	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019									
V22	Valore dell'anidride carbonica	Euro ₂₀₁₈ /tonnellata	97,724	97,724	97,724	97,724	97,724	97,724	97,724	97,724	97,724	97,724	97,724										
Benefici	B1	Risparmi di tempo per la domanda tendenziale	Euro ₂₀₁₈	23																			

[3.8] Valutazione della copertura dei costi di esercizio

Il ricavo (al netto dell'IVA) è calcolato sulla tariffa media dal bilancio ATM sul periodo 2019-2023.

Indice	Variabile/parametro/beneficio	Unità	A regime
Rv	Ricavo da tariffa medio (netto)	Euro ₂₀₂₂ /pass	0,24

Dal punto di vista della copertura dei costi operativi, risulta che i **costi di esercizio del nuovo intervento sono interamente coperti dai ricavi e dalla riorganizzazione della rete.**

Copertura dei costi	$Rp/Cp \geq 0,35$	SI
	$(\Delta R - \Delta C) > 0$ e $(Rc - Cc) < 0$: Costi di esercizio nuovo intervento interamente coperti da ricavi e riorganizzazione della rete	X
	$(\Delta R - \Delta C) < 0$ e $(Rc - Cc) < 0$: Costi di esercizio nuovo intervento parzialmente coperti da ricavi e riorganizzazione della rete	-
	$(\Delta R - \Delta C) < 0$ e $(Rc - Cc) > 0$: Costi di esercizio nuovo intervento parzialmente coperti dai ricavi e non da riorganizzazione della rete	-

Gli indicatori di costo sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 3-11 – Analisi dei costi lordi di esercizio per l'anno i-esimo per il solo esercizio metrotranviario

Gruppo	Indice	Variabile/parametro/beneficio	Unità	Sull'anno
	Rv	Ricavo da tariffa medio (netto)	Euro₂₀₂₂/pass	0,24
Ricavi e Costi di progetto	Dp	Domanda totale sulla linea in progetto	Pass/anno	20.063.000,38
	Rp = Rv x Dp	Ricavi tariffari di progetto	Euro₂₀₃₀	4.815.120,09
	P1	Variazione percorrenze rete metropolitana	Veicoli*km/anno	-
	P2	Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	-
	P3	Variazione percorrenze rete filoviaria	Veicoli*km/anno	-
	P4	Variazione percorrenze altro TPL su impianti fissi	Veicoli*km/anno	1.009.554,00
	P5	Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	-
	O1	Costo medio rete metropolitana	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	9,33
	O2	Costo medio rete tranviaria	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	-
	O3	Costo medio rete filoviaria	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	4,80
	O4	Costo medio altro TPL su impianti fissi	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	4,83
	O5	Costo medio rete bus	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	4,64
	Cp= Oi x Pi	Costi d'esercizio di progetto	Euro₂₀₂₃	4.876.515
Ricavi e Costi cessanti	Dc	Domanda tendenziale cessante	Pass/anno	17.310.200,38
	Rc = Rv x Dc	Ricavi tariffari cessanti	Euro₂₀₃₀	4.154.448,09
	P1	Variazione percorrenze rete metropolitana	Veicoli*km/anno	-
	P2	Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	-
	P3	Variazione percorrenze rete filoviaria	Veicoli*km/anno	-1.082.355,95
	P4	Variazione percorrenze altro TPL su impianti fissi	Veicoli*km/anno	-
	P5	Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	-605.012,45
	O1	Costo medio rete metropolitana	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	9,33
	O2	Costo medio rete tranviaria	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	-
	O3	Costo medio rete filoviaria	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	4,80
	O4	Costo medio altro TPL su impianti fissi	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	4,83
	O5	Costo medio rete bus	Euro ₂₀₂₃ /veicolo*km	4,64
	Cc = Oi x Pi	Costi d'esercizio cessanti	Euro₂₀₂₃	8.002.488
Tot.	ΔR = Rp - Rc	Variazione ricavi tariffari	Euro₂₀₂₃	660.672,00
	ΔC = Cp - Cc	Variazione dei costi d'esercizio	Euro₂₀₂₃	-3.125.972,81
Indicatori	Rp - Cp	Margine di progetto	Euro₂₀₂₃	-61.395,27
	Rp / Cp	Copertura costi d'esercizio di progetto	%	99%
	Rc - Cc	Margine cessante	Euro₂₀₂₃	-3.848.040,08
	Rc / Cc	Copertura costi d'esercizio cessanti	%	52%
	ΔR - ΔC	Margine di rete	Euro₂₀₂₃	3.786.644,81
	ΔR / ΔC	Copertura costi d'esercizio di rete	%	-21%

[4] Comparazione economica differenziale tra l'alternativa 1. Metrotranvia (*SkyTram*) e l'alternativa 2. Metropolitana (*SkyMetro*)

[4.1] Metodologia

La comparazione tra le due alternative di studio per la realizzazione di un sistema di trasporto rapido di massa (TRM) in Val Bisagno sono qui analizzate in termini differenziali in relazione a:

- 1) Effetti trasportistici sull'Area vasta e l'Area di influenza diretta;
- 2) Parametri di esercizio;
- 3) Costi di investimento;
- 4) Parametri benefici-costi;
- 5) Copertura dei costi di esercizio.

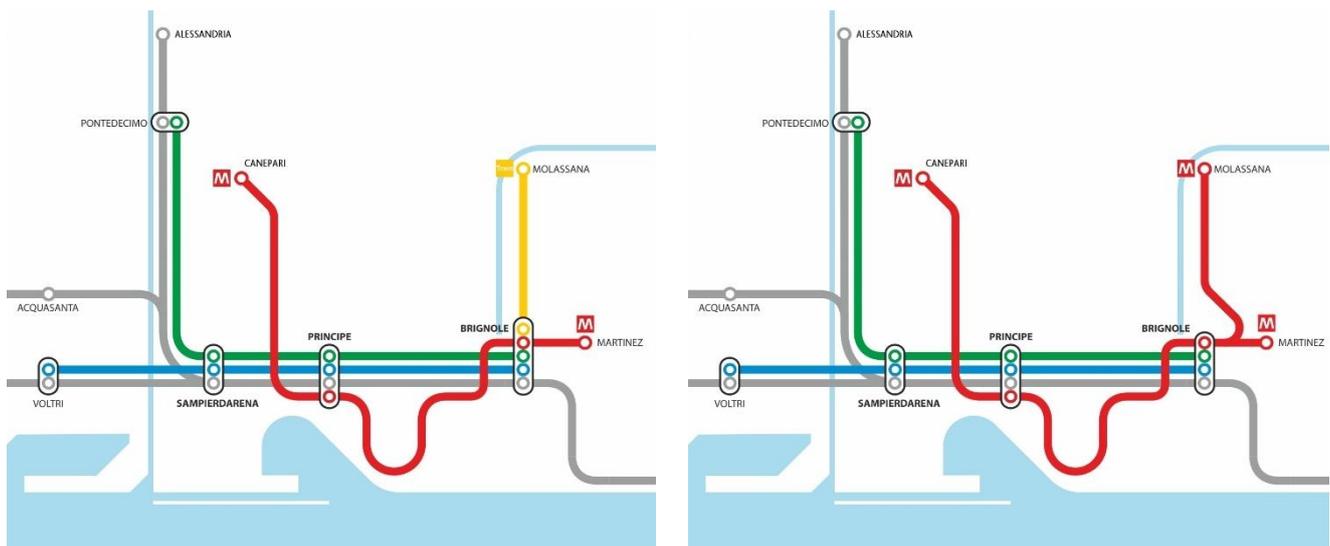


Figura 4-1 – Scenari di confronto della comparazione economica differenziale: a sinistra l'alternativa come metrotranvia (*SkyTram*) e a destra l'alternativa come ramo della metropolitana (*SkyMetro*)

La base di riferimento per le calcolazioni è:

- Per l'opzione come metrotranvia (*SkyTram*) il precedente capitolo [3];
- Per l'opzione come ramo della metropolitana (*SkyMetro*) il documento MGE1PRLVGENCOMR005-00_A del 18/10/2023 allegato al Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica Rafforzato (PFTER).

Tutti i costi sono assunti al valore di riferimento del 2021 e non ricomprendono quindi l'effetto del cosiddetto *Caro materiali* ovvero della compensazione dei prezzi dei materiali da costruzione più significativi ai sensi dell'articolo 1-septies del D.L. n. 73/2021, convertito con modificazioni dalla Legge n. 106/2021 e s.m.i.

[4.2] Effetti trasportistici della nuova infrastruttura sull'Area vasta e l'Area di influenza diretta

Per quanto riguarda la mobilità d'Area vasta (Tabella 4-1) il confronto tra l'opzione 2. *SkyMetro* e l'opzione 1. *SkyTram* mostra:

- Un incremento della quota modale del TPL dell'1,2%
- Un decremento della quota modale sul trasporto privato dell'1,1%
- Un incremento delle percorrenze sul TPL dell'11,4%
- Una riduzione delle percorrenze in motociclo del 6,8%
- Una riduzione delle percorrenze in autovettura del 15,5%
- Una riduzione del tempo trascorso sul TP, in ora di punta, dell'1,5%
- Una riduzione del tempo trasporto su mezzo privato, in ora di punta, dell'1,8%

Per quanto riguarda la mobilità ristretta all'Area di influenza diretta della nuova infrastruttura (Tabella 4-2) si trova:

- Un incremento della quota modale del TPL dell'1,2%
- Un decremento della quota modale sul trasporto privato dell'1,1%
- Un'invarianza (per il tipo di modello di grande scala) delle percorrenze sul TPL
- Un'invarianza (per il tipo di modello di grande scala) delle percorrenze con mezzo privato
- Un incremento del tempo trascorso sul TP, in ora di punta, dell'1,3%
- Una riduzione del tempo trasporto su mezzo privato, in ora di punta, del 4,4%

Complessivamente (Tabella 4-3) si trova:

- Una sostanziale invarianza dei passeggeri complessivi sul TPL ma un incremento delle percorrenze del 2,7%
- Una riduzione delle percorrenze sulla rete stradale del -7,9%
- Una riduzione della congestione della rete del trasporto stradale dell'8,4%

È importante notare che i due scenari di progetto non sono caricati con analoghe matrici OD. In particolare, lo scenario *SkyTram* - predisposto per la presentazione al bando ministeriale del 15/01/2021 - contemplava una domanda incrementale derivante dal progetto del people-mover degli Erzelli presentato all'interno della stessa call. Nell'ambito di tale bando per tutti i progetti presentati era stata assegnata lo stesso scenario di domanda.

Poiché il progetto di collegamento con il Parco Erzelli non è ad oggi ancora stato finanziato, non viene considerato (né come infrastruttura né come domanda incrementale) nello scenario di riferimento e progetto dello *SkyMetro*.

Quindi, come detto nella premessa, si è cercato un riallineamento dei parametri trasportistici attraverso specifici coefficienti traslativi. Tale operazione è stata svolta senza indurre *stiramenti* differenziali tra le diverse componenti di mobilità assumendo una posizione cautelativamente conservativa rispetto alla diversione modale indotta dal progetto di una infrastruttura di trasporto rapido di massa in Val Bisagno.

Tabella 4-1 – Effetti su mobilità e rete TPL: mobilità nell'area di studio

Tema	Indicatore	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
			2030	2030	2030
Mobilità nell'area di studio	Mobilità nell'area di studio in un giorno lavorativo	Spostamenti/giorno (in O o D)	1.185.520	1.185.520	0,0%
	<i>di cui a piedi</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui in bicicletta</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui in trasporto pubblico</i>	%	56,01%	56,66%	1,2%
	<i>di cui in moto</i>	%	9,41%	9,30%	-1,1%
	<i>di cui in auto</i>	%	34,43%	34,03%	-1,1%
	<i>di cui altro (e.g. taxi, car-sharing/pooling)</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui sistematici casa-studio/lavoro</i>	%	51,30%	51,30%	0,0%
	<i>di cui occasionali per affari</i>	%	5,19%	5,19%	0,0%
	<i>di cui occasionali per altri motivi</i>	%	43,51%	43,51%	0,0%
	Lunghezza media degli spostamenti in un giorno lavorativo	km/spostamento	11,82	11,40	-3,5%
	<i>a piedi</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>in bicicletta</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>in trasporto pubblico</i>	km/spostamento	7,95	8,86	11,4%
	<i>in moto</i>	km/spostamento	5,05	4,71	-6,8%
	<i>in auto</i>	km/spostamento	20,62	17,43	-15,5%
	<i>altro (e.g. taxi, car-sharing/pooling)</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	Tempo di spostamento totale sulla rete TPL in un giorno lavorativo	Spostamenti*h/giorno	241.536	237.890	-1,5%
	Tempo di spostamento totale sulla rete stradale in un giorno lavorativo	Spostamenti*h/giorno	144.146	142.710	-1,0%
	Mobilità nell'area di studio nell'h di punta	Spostamenti/h (in O o D)	118.552	118.552	0,0%
	<i>di cui a piedi</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui in bicicletta</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui in trasporto pubblico</i>	%	56,01%	56,66%	1,2%
	<i>di cui in moto</i>	%	9,41%	9,30%	-1,1%
	<i>di cui in auto</i>	%	34,43%	34,03%	-1,1%
	<i>di cui altro (e.g. taxi, car-sharing/pooling)</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	Lunghezza media degli spostamenti nell'h di punta	km/spostamento	11,82	11,40	-3,5%
	<i>a piedi</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>in bicicletta</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>in trasporto pubblico</i>	km/spostamento	7,95	8,86	11,4%
<i>in moto</i>	km/spostamento	5,05	4,71	-6,8%	
<i>in auto</i>	km/spostamento	20,62	17,43	-15,5%	
<i>altro (e.g. taxi, car-sharing/pooling)</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%	
Tempo di spostamento totale sulla rete TPL nell'h di punta	Spostamenti*h/h	24.154	23.789	-1,5%	
Tempo di spostamento totale sulla rete stradale nell'h di punta	Spostamenti*h/h	14.529	14.271	-1,8%	

Tabella 4-2 – Effetti su mobilità e rete TPL: mobilità nell'area di influenza della nuova infrastruttura

Tema	Indicatore	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
			2030	2030	2030
Mobilità nell'area di influenza	Mobilità nell'area di studio in un giorno lavorativo	%	44,03%	44,03%	0,0%
	<i>di cui a piedi</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui in bicicletta</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui in trasporto pubblico</i>	%	61,13%	61,84%	1,2%
	<i>di cui in moto</i>	%	8,41%	8,32%	-1,1%
	<i>di cui in auto</i>	%	30,19%	29,84%	-1,1%
	<i>di cui altro (e.g. taxi, car-sharing/pooling)</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui sistematici casa-studio/lavoro</i>	%	51,30%	51,30%	0,0%
	<i>di cui occasionali per affari</i>	%	5,19%	5,19%	0,0%
	<i>di cui occasionali per altri motivi</i>	%	43,51%	43,51%	0,0%
	Lunghezza media degli spostamenti in un giorno lavorativo	km/spostamento	10,8	10,8	0,0%
	<i>a piedi</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>in bicicletta</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>in trasporto pubblico</i>	km/spostamento	8,331	8,331	0,0%
	<i>in moto</i>	km/spostamento	4,82	4,82	0,0%
	<i>in auto</i>	km/spostamento	17,48	17,48	0,0%
	<i>altro (e.g. taxi, car-sharing/pooling)</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	Tempo di spostamento totale sulla rete TPL in un giorno lavorativo	Spostamenti*h/giorno	120.289	121.241	0,8%
	Tempo di spostamento totale sulla rete stradale in un giorno lavorativo	Spostamenti*h/giorno	61.299	59.272	-3,3%
	Mobilità nell'area di studio nell'h di punta	Spostamenti/h (in O o D)	60.813	60.813	0,0%
	<i>di cui a piedi</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui in bicicletta</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>di cui in trasporto pubblico</i>	%	61,13%	61,84%	1,2%
	<i>di cui in moto</i>	%	8,41%	8,32%	-1,1%
	<i>di cui in auto</i>	%	30,19%	29,84%	-1,1%
	<i>di cui altro (e.g. taxi, car-sharing/pooling)</i>	%	n.d.	n.d.	0,0%
	Lunghezza media degli spostamenti nell'h di punta	km/spostamento	10,77	10,77	0,0%
	<i>a piedi</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>in bicicletta</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%
	<i>in trasporto pubblico</i>	km/spostamento	8,331	8,331	0,0%
<i>in moto</i>	km/spostamento	4,82	4,82	0,0%	
<i>in auto</i>	km/spostamento	17,48	17,48	0,0%	
<i>altro (e.g. taxi, car-sharing/pooling)</i>	km/spostamento	n.d.	n.d.	0,0%	
Tempo di spostamento totale sulla rete TPL nell'h di punta	Spostamenti*h/h	11.966	12.124	1,3%	
Tempo di spostamento totale sulla rete stradale nell'h di punta	Spostamenti*h/h	6.201	5.927	-4,4%	

Tabella 4-3 - Effetti su mobilità e rete TPL: rete del trasporto pubblico e rete stradale

Tema	Indicatore	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
			2030	2030	2030
Rete TPL					
Totale TPL	Estensione della rete infrastrutturale	km	623,42	610,51	-2,1%
	Estensione della rete di servizi	km	1.321,7	1.324,0	0,2%
	Offerta annua (al netto delle percorrenze tecniche)	Veicoli*km/anno	28.371.447	28.464.872	0,3%
	Offerta annua (al netto delle percorrenze tecniche)	Posti*km/anno	5.332.267.116	5.191.776.587	-2,6%
	Domanda annua	Pass/anno	468.140.369	466.948.598	-0,3%
	Domanda annua	Pass*km/anno	1.944.449.942	1.996.247.503	2,7%
	Consistenza parco rotabile	Veicoli	726	748	3,1%
Rete Stradale					
Rete stradale	Domanda annua	Veicoli*km/anno	1.985.477.708	1.828.282.898	-7,9%
	Domanda annua	Pass/anno	178.834.074	171.825.000	-3,9%
	Domanda annua	Pass*km/anno	2.735.093.126	2.525.690.305	-7,7%
	Lunghezza rete in congestione nell'h di punta - f/c > 0.9 – (km)	%	0,85%	0,78%	-8,4%

[4.3] Parametri di esercizio

La proposta di infrastruttura integrata alla rete metropolitana ha lunghezza maggiore di quella come metrotranvia separata, con una stazione in meno. La velocità commerciale della metropolitana è più bassa dell'11,9% di quella della metrotranvia con un tempo di giro (calcolato sulla relazione Brin-Molassana) necessariamente più alto.

Rispetto allo *Skytram* (cadenzamento fissato a 00:03:20), il cadenzamento di progetto della metropolitana è di 00:05:00 e quello effettivo di 00:06:00).

La domanda in ora di punta è più alta nello scenario della metropolitana (+16%) ma la domanda annuale complessiva è più bassa del 19,6%. Come si vedrà nel paragrafo [4.6] la composizione della domanda varia considerevolmente tra i due sistemi, con quota di diversione modale (domanda sottratta alla strada) più alta per la metropolitana del 123% rispetto al sistema di metrotranvia separata: questo effetto è legato alla maggiore attrattività del sistema integrato in relazione alle coppie O/D degli spostamenti giornalieri.

Tabella 4-4 – Parametri di esercizio per la nuova infrastruttura

Tema	Indicatore	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
			2030	2030	2030
Infrastruttura di progetto					
Dimensionamento del parco	Estensione della linea	km	12,9	14,8	14,6%
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	8	7	-12,5%
	Velocità commerciale	km/h	32,7	28,8	-11,9%
	Tempo di giro nell'h di punta	Minuti	50,4	72,0	42,9%
	Intertempo minimo teorico nell'h di punta	Minuti	3,33	5,00	50,2%
	Intertempo effettivo nell'h di punta	Minuti	3,33	6,00	80,2%
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli	10	12	20,0%
Saturazione	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	280,0	414,0	47,9%
	Capacità teorica della linea	Posti/h/direzione	5.045	4.968	-1,5%
	Capacità effettiva della linea	Posti/h/direzione	5.045	4.140	-17,9%
	Carico massimo nell'h di punta	Pass/h/direzione	4.495	3.912	-13,0%
	Saturazione	%	89%	95%	6,1%
Domanda, offerta e qualità del servizio	Domanda nell'h di punta	Pass/h	7.760	9.022	16,3%
	Coefficiente di passaggio punta/giorno	Ore/giorno	10	10	0,0%
	Domanda giornaliera	Pass/giorno	76.406	90.220	18,1%
	Coefficiente di passaggio giorno/anno	Giorni/anno	300	300	0,0%
	Domanda annua	Pass/anno	20.063.000	16.122.000	-19,6%
	Offerta annua (al netto delle percorrenze tecniche)	Veicoli*km/anno	1.009.554	1.247.240	23,5%
	Produzione annua (al lordo delle percorrenze tecniche)	Veicoli*km/anno	1.009.554	1.272.694	26,1%
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di 500 metri	51.518	45.130	-12,4%
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di 500 metri	17.762	15.757	-11,3%

[4.4] Costi di investimento

Per quanto concerne i costi di investimento (Tabella 4-5) si trova un valore base (QEB) più basso del 25% della metropolitana rispetto all'opzione metrotranvia *SkyTram*. Questo fattore è legato all'avere una stazione in meno e al fatto di aver adottato una scelta di materiali diversa: acciaio e calcestruzzo per le strutture in elevazione, rispetto al solo calcestruzzo con elementi prefabbricati per lo *SkyTram*.

Per quanto concerne il nuovo parco rotabile, le differenze sono riassunte dalla tabella seguente.

Componente progetto	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
Lunghezza del progetto in corso di realizzazione	km	6,47	6,92	6,9%
Numero di veicoli in corso di acquisizione	Veicoli	10	8	-20,0%
Numero di posti per veicolo	Posti	280	210	-25,0%
Costo unitario di costruzione	Euro₂₀₁₈	53.266.183,21	42.436.209,29	-20,3%
Costo unitario del materiale rotabile	Euro₂₀₁₈	7.558.007,90	5.339.250,00	-29,4%
Costo unitario del materiale rotabile per posto offerto	Euro₂₀₁₈	26.992,89	25.425,00	-5,8%

Tabella 4-5 – Confronto sul quadro economico dei costi di investimento

Gruppo	Indice	Componente progetto	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
Costi generali	C801	Studi preliminari e progettazione	Euro ₂₀₁₈	15.992.812,12	11.194.968,49	-30,0%
	C802	Costi generali dell'ente appaltante	Euro ₂₀₁₈	10.640.000,00	7.448.000,00	-30,0%
	C803	Direzione dei lavori e supervisione	Euro ₂₀₁₈	11.947.789,17	8.363.452,42	-30,0%
	C804	Espropri	Euro ₂₀₁₈	5.175.000,00	4.345.122,08	-16,0%
	C805	Lavori preliminari e impianto cantiere	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
	C806	Allacciamenti ai pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	10.750.000,00	1.056.000,00	-90,2%
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	C807	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	0,00	13.564.222,40	0,0%
	C808	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
	C809	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
	C810	Ponti	Euro ₂₀₁₈	131.834.564,92	129.253.950,78	-2,0%
	C811	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
	C812	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
	C813	Sovrastruttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₁₈	19.376.654,91	20.267.278,65	4,6%
	C814	Sovrastruttura stradale dedicata	Euro ₂₀₁₈	0,00	8.405.831,97	0,0%
	C815	Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
	C816	Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₁₈	44.587.614,02	76.411.627,54	71,4%
	C817	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
	C818	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
	C819	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₁₈	25.715.515,16	0,00	-100,0%
	C820	Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₁₈	1.394.965,57	625.011,15	-55,2%
	C821	Opere complementari	Euro ₂₀₁₈	0,00	4.579.529,68	0,0%
	C822	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	2.004.596,57	431.246,65	-78,5%
	C823	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	3.608.273,95	1.762.612,24	-51,2%
	C824	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	9.054.055,05	24.634,32	-99,7%
	C825	Impianti di traslazione	Euro ₂₀₁₈	0,00	2.400.000,00	0,0%
	C826	Altri impianti civili	Euro ₂₀₁₈	0,00	8.641.276,72	0,0%
C827	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₁₈	487.596,76	0,00	-100,0%	
Costi impianti elettro-ferroviari	C828	Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₁₈	18.491.130,12	8.351.715,99	-54,8%
	C829	Linea di contatto	Euro ₂₀₁₈	13.177.590,32	5.938.130,18	-54,9%
	C830	Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₁₈	0,00	2.300.000,00	0,0%
	C831	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₁₈	100.668.429,35	10.701.500,00	-89,4%
	C832	Deposito	Euro ₂₀₁₈	4.749.286,82	0,00	-100,0%
	C833	Altro	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%
Veicoli		Materiale rotabile di progetto	Euro ₂₀₁₈	75.580.079,00	42.714.000,00	-43,5%
Totale	C8	Costo base	Euro₂₀₁₈	505.235.953,82	368.780.111,26	-27,0%
	CS	Costi sicurezza	Euro ₂₀₁₈	8.800.000,00	11.776.598,63	33,8%
	CD	Somme a disposizione	Euro ₂₀₁₈	7.997.651,76	3.348.533,38	-58,1%
	CI	Imprevisti	Euro ₂₀₁₈	2.297.651,76	14.545.312,22	533,1%
	CT	IVA e altri trasferimenti (ad es. tasse, contributi, ecc.)	Euro ₂₀₁₈	55.284.797,89	35.910.093,52	-35,0%
	CC	Costo complessivo (QEG)	Euro₂₀₁₈	579.616.055,23	434.360.649,02	-25,1%

[4.5] Costi operativi

Nello scenario di metrotranvia (*SkyTram*) trattandosi di una nuova sede (quindi con l'esercizio non legato a impianti esistenti) totalmente segregata la proposta adottava la marcia a guida totalmente automatizzata. Questa scelta ha portato a una stima (Tabella 4-6, sulla base della Tabella 3B del DM157/2018, metropolitane automatiche) dei costi operativi più bassa del 29,6% rispetto a quelli dell'esercizio agli standard della metropolitana.

Lo scarto al netto dei costi finanziari per le valutazioni economiche benefici-costi è del 10,6%.

Tabella 4-6 – Costi di esercizio per la nuova infrastruttura

Tema	Indicatore	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
			2030	2030	2030
Struttura dei costi d'esercizio	Costo dell'area esercizio	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	5,86	14,24	142,9%
	<i>di cui costo del personale di guida</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,00	2,48	0,0%
	<i>di cui costo di altro personale di movimento</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	1,37	0,91	-33,9%
	<i>di cui costo di energia di trazione</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,38	2,75	624,2%
	<i>di cui costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing)</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	1,44	1,99	38,0%
	<i>di cui costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili</i>	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	2,68	6,11	127,9%
	Costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dell'infrastruttura	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	5,62	0,00	-100,0%
	Costo per l'energia delle stazioni	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	1,03	0,00	-100,0%
	Costo per l'utilizzo dell'infrastruttura, comprensivo del costo della relativa manutenzione straordinaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,00	1,71	0,0%
	Costi generali e amministrativi	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,23	0,57	146,0%
Costo del capitale investito netto	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	0,00	0,00	0,0%	
	Costo kmco effettivo	Euro₂₀₁₈/veicolo*km	12,74	16,51	29,6%
	Costo kmco da utilizzare ai fini dell'ACB (al lordo di tasse e trasferimenti)	Euro₂₀₁₈/veicolo*km	11,07	12,25	10,6%

[4.6] Parametri benefici-costi

In relazione ai benefici trasportistici che alimentano l'analisi economica (Tabella 4-7) confrontando l'opzione di infrastruttura integrata con la metropolitana esistente (*SkyMetro*) con quella di metrotranvia separata (*SkyTram*) si trova:

- Una domanda complessiva più bassa del 19,6% ma una quota di diversione modale dal trasporto privato (rispetto allo scenario di non realizzazione dell'opera) più altro del 123%;
- Una maggiore durata degli spostamenti a bordo ovvero una variazione di tempo per la domanda giornalieri più bassa del 22%;
- Un maggiore effetto sulla congestione nel bacino dell'opera, con una riduzione più alta del tempo medio di spostamento in strada del 242%;
- Una riduzione delle percorrenze con mezzo privato nel bacino dell'opera del 4,9%.

Tabella 4-7 – Parametri trasportistici

Parametro		Unità	1] Metro + Tram	2] Metro integrata	Scarto
D1	Previsione domanda tendenziale	Pass/anno	17.310.200	9.972.000	-42,4%
D2	Previsione domanda in diversione modale	Pass/anno	2.752.800	6.150.000	123,4%
D3	Previsione domanda indotta	Pass/anno	0	0	0,0%
D4	Domanda totale sulla linea in progetto	Pass/anno	20.063.000	16.122.000	-19,6%
D5	Domanda osservata e prevista sulla rete stradale	Pass/anno	172.920.106	171.825.000	-0,6%
T1	Variazione tempo domanda tendenziale	Minuti/pax	-5,58	-4,60	-17,6%
T2	Variazione tempo domanda in diversione modale	Minuti/pax	-3,34	-3,30	-1,1%
T3	Variazione tempo domanda indotta	Minuti/pax	0,00	0,00	0,0%
T4	Variazione media tempo domanda totale	Minuti/pax	-5,27	-4,10	-22,2%
T5	Variazione media tempo domanda sulla rete stradale	Minuti/pax	-0,40	-1,36	242,6%
P1	Variazione percorrenze rete metropolitana	Veicoli*km/anno	0	1.142.484	0,0%
P2	Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	0	0	0,0%
P3	Variazione percorrenze rete filoviaria	Veicoli*km/anno	-1.082.356	-121.770	-88,7%
P4	Variazione percorrenze altro TPL su impianti fissi	Veicoli*km/anno	1.009.554	0	-100,0%
P5	Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	-605.012	-615.689	1,8%
P6	Variazione percorrenze auto	Veicoli*km/anno	-101.913.955	-106.935.490	4,9%
P7	Variazione percorrenze moto	Veicoli*km/anno	-1.918.221	-2.012.737	4,9%

Premesso che le analisi economiche di entrambe le alternative sono positive con un buon margine⁸, per quanto concerne, infine, il bilancio economico complessivo (Tabella 4-8), l'opzione di nuova infrastruttura in Val Bisagno integrata con la metropolitana esistente (*SkyMetro*) mostra un risultato nettamente migliore dell'opzione come metrotranvia (*SkyTram*) con:

- Benefici economici totali più alti del 26% e costi economici totali più bassi del 25%;
- Un valore attualizzato netto economico (VANE, calcolato al tasso maggiorato del 5%) più alto del 33%;

⁸ In particolare, nei 30 anni di analisi per entrambe le infrastrutture il TIR, tasso interno di rendimento, si mantiene superiore al tasso di sconto economico e il totale dei flussi economici netti (VAN) è superiore al valore di riferimento del 50% del costo di investimento iniziale.

- Un tasso di rendimento interno economico (TIRe) del 116% più alto, passando dal 7,6% dell'opzione *SkyTram* al 16,3% dell'opzione *SkyMetro*.

Tabella 4-8 – Risultati economici

	Parametro	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
B _{TOT}	Benefici economici totali	Euro ₂₀₁₈	429.515.573,41	539.484.251,03	+25,6%
C _{TOT}	Costi economici totali	Euro ₂₀₁₈	57.422.500,08	42.823.094,16	-25,4%
VAN	Totale flussi netti	Euro ₂₀₁₈	372.093.073,33	496.661.156,86	+33,5%
B/C	Rapporto benefici-costi	Adimensionale	1,87	2,89	+54,3%
TIR	Tasso interno di rendimento	%	7,6%	16,3%	+115,8%

Questo risultato indica in maniera inequivocabile che la scelta economicamente più vantaggiosa sia quella di una infrastruttura di trasporto rapido di massa (TRM) in Val Bisagno vada integrata funzionalmente e operativamente nell'impianto della metropolitana esistente.

[4.7] Copertura dei costi di esercizio

Il modello di calcolo è quello del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di cui all'Avviso numero 2 (2021) per la presentazione delle istanze sul Fondo nazionale per il Trasporto Rapido di Massa

Il ricavo (al netto dell'IVA) dalla tariffazione è calcolato sulla tariffa media dal bilancio ATM sul periodo 2019-2022.

Indice	Variabile/parametro/beneficio	Unità	A regime
Rv	Ricavo da tariffa medio (netto)	Euro ₂₀₂₂ /pass	0,24

Dal punto di vista della copertura dei costi operativi, risulta che i **costi di esercizio di entrambi gli interventi sono parzialmente coperti dai ricavi e dalla riorganizzazione della rete.**

	1] Metro + Tram	2] Metro
Rp/Cp ≥ 0,35	SI	NO
($\Delta R - \Delta C$) > 0 e (Rc-Cc) < 0: Costi di esercizio nuovo intervento interamente coperti da ricavi e riorganizzazione della rete		
($\Delta R - \Delta C$) < 0 e (Rc-Cc) < 0: Costi di esercizio nuovo intervento parzialmente coperti da ricavi e riorganizzazione della rete	X	X
($\Delta R - \Delta C$) < 0 e (Rc-Cc) > 0: Costi di esercizio nuovo intervento parzialmente coperti dai ricavi e non da riorganizzazione della rete		

Per quanto concerne le due alternative, i differenti costi di esercizio (si veda il precedente paragrafo [4.5]) portano a un differente flusso di cassa, a parità di tariffa e di offerta di servizio. In particolare, mentre per l'opzione *SkyTram* è garantito il rapporto del 35% tra ricavi tariffari e costi operativi, non lo è per l'opzione di *SkyMetro*. Questo aspetto è ben noto all'Amministrazione anche in relazione all'esercizio attuale dell'impianto della metropolitana e riguarda da un lato l'adeguamento della contribuzione in conto esercizio e dall'altro il basso livello (in relazione ai costi generali di esercizio della rete) delle tariffe adottate.

Gli indicatori di costo di rete per le due alternative sono riassunti nella seguente Tabella 4-9.

Tabella 4-9 – Tabella di confronto dei parametri di costo di esercizio di rete nei due scenari secondo la metodologia del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di cui all'Avviso numero 2 (2021) per la presentazione delle istanze sul Fondo nazionale per il Trasporto Rapido di Massa

Gruppo	Indice	Variabile/parametro/beneficio	Unità	1] Metro + Tram	2] Metro	Scarto
	Rv	Ricavo da tariffa medio (netto)	Euro₂₀₁₈/pass	0,24	0,24	0,0%
Ricavi e Costi di progetto	Dp	Domanda totale sulla linea in progetto	Pass/anno	22.921.800,00	16.122.000,00	-29,7%
	Rp = Rv x Dp	Ricavi tariffari di progetto	Euro₂₀₁₈	5.501.232,00	3.869.280,00	-29,7%
	P1	Variazione percorrenze rete metropolitana	Veicoli*km/anno	-	1.142.483,80	0,0%
	P2	Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	-	-	0,0%
	P3	Variazione percorrenze rete filoviaria	Veicoli*km/anno	-	-	0,0%
	P4	Variazione percorrenze altro TPL su impianti fissi	Veicoli*km/anno	1.009.554,00	-	-100,0%
	P5	Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	-	-	0,0%
	O1	Costo medio servizio di progetto	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	11,07	12,25	10,6%
	O2	Costo medio rete tranviaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	-	-	0,0%
	O3	Costo medio rete filoviaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	4,80	4,80	0,0%
O5	Costo medio rete bus	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	4,64	4,67	0,6%	
	Cp= Oi x Pi	Costi d'esercizio di progetto	Euro₂₀₁₈	11.175.763	13.992.872	25,2%
Ricavi e Costi cessanti	Dc	Domanda tendenziale cessante	Pass/anno	20.169.000,00	9.972.000,00	-50,6%
	Rc = Rv x Dc	Ricavi tariffari cessanti	Euro₂₀₁₈	4.840.560,00	2.393.280,00	-50,6%
	P1	Variazione percorrenze rete metropolitana	Veicoli*km/anno	-	-	0,0%
	P2	Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	-	-	0,0%
	P3	Variazione percorrenze rete filoviaria	Veicoli*km/anno	-1.082.355,95	-121.770,00	-88,7%
	P4	Variazione percorrenze altro TPL su impianti fissi	Veicoli*km/anno	-	-	0,0%
	P5	Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	-605.012,45	-615.688,70	1,8%
	O1	Costo medio rete metropolitana	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	9,33	12,25	31,3%
	O2	Costo medio rete tranviaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	-	-	0,0%
	O3	Costo medio rete filoviaria	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	4,80	4,80	0,0%
O4	Costo medio altro TPL su impianti fissi	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	11,07	-	-100,0%	
O5	Costo medio rete bus	Euro ₂₀₁₈ /veicolo*km	4,64	4,67	0,6%	
	Cc = Oi x Pi	Costi d'esercizio cessanti	Euro₂₀₁₈	8.002.488	3.459.443	-56,8%
Tot.	$\Delta R = R_p - R_c$	Variazione ricavi tariffari	Euro ₂₀₁₈	660.672,00	1.476.000,00	123,4%
	$\Delta C = C_p - C_c$	Variazione dei costi d'esercizio	Euro ₂₀₁₈	3.173.274,61	10.533.429,12	231,9%
Indicatori	Rp - Cp	Margine di progetto	Euro₂₀₁₈	-5.674.530,78	-10.123.591,94	78,4%
	Rp / Cp	Copertura costi d'esercizio di progetto	%	49%	28%	-43,8%
	Rc - Cc	Margine cessante	Euro₂₀₁₈	-3.161.928,17	-1.066.162,82	-66,3%
	Rc / Cc	Copertura costi d'esercizio cessanti	%	60%	69%	14,4%
	$\Delta R - \Delta C$	Margine di rete	Euro₂₀₁₈	-2.512.602,61	-9.057.429,12	260,5%
	$\Delta R / \Delta C$	Copertura costi d'esercizio di rete	%	21%	14%	-32,7%

[5] Aggiornamento delle valutazioni economiche a seguito della revisione del progetto

Come anticipato in premessa ([paragrafo 1.2](#)), a seguito della consegna del progetto in data 10/10/2023 è stato dato avvio al processo approvativo secondo il procedimento autorizzatorio unico regionale (PAUR), che si è concluso positivamente rispettivamente in data 05/03/2024 per la Valutazione di Impatto Ambientale e 08/03/2024 per la Conferenza dei Servizi.

La nuova configurazione del progetto prevede i seguenti aggiornamenti:

- nuova configurazione dell'attacco alla linea esistente, che eviti il ricorso ad un attraversamento del Bisagno;
- l'adozione di una nuova stazione "Brignole – Borgo Incrociati" lungo via Canevari per effettuare la corrispondenza con la stazione Brignole esistente;
- spostamento del tracciato in corrispondenza dell'interferenza con lo scolmatore del Torrente Bisagno, portando la linea sul lato opposto della carreggiata rispetto all'argine;
- spostamento del locale tecnico di Staglieno nell'edificio appena a sud rispetto all'area precedentemente ipotizzata;
- spostamento del locale tecnico di San Gottardo nel parcheggio a sud dell'impianto sportivo della Sciorba, anziché parzialmente inserito nella tribuna ovest dello stadio;
- modifica del layout del parcheggio di Molassana per indisponibilità dell'area così come indicata dalla Committenza nel progetto precedente;
- modifica delle aree dei campi base per indisponibilità delle aree nella configurazione del progetto precedente.

Tali modifiche hanno ovviamente richiesto nuovamente l'aggiornamento anche di tutte le altre discipline specialistiche. Su tale progetto è stata avviata un nuovo iter approvativo che comprende Conferenza di Servizi e Valutazione di Impatto Ambientale.

A seguito di una ulteriore richiesta della Committenza di revisionare diversi aspetti progettuali, viene rimesso in questa occasione il progetto in variante cosiddetto P2 il 15/10/2024, che integra le modifiche richieste relative a:

- modifica dell'attacco alla linea esistente, con distacco di un solo binario che colleghi la nuova linea e funga solamente da binario di servizio;
- modifica della stazione Brignole Sant'Agata a banchina centrale;
- modifica dell'attraversamento del Bisagno in corrispondenza della parte sud della piastra di Marassi con inserimento di un ponte di circa 125 m per portarsi dalla sponda destra a quella sinistra;
- conseguente modifica di tracciato in adiacenza allo stadio L. Ferraris e revisione della stazione Stadio Marassi, che deve essere arretrata verso sud e assumere una configurazione a banchine laterali;
- modifica del passaggio in adiacenza alla piastra di Piazza Garassini nei pressi dell'uscita autostradale, con spostamento delle strutture in corrispondenza del sottopasso stradale esistente in sponda sinistra;
- revisione del locale tecnico Ponte Carrega, che viene inserito in un edificio oggetto di altro progetto da parte dell'Esercente AMT;
- modifica del layout del locale tecnico San Gottardo;
- revisione del sistema di segnalamento dei treni con adozione di sistemi automatici del tipo CBTC;
- modifica delle stazioni con banchine più corte che accolgano Unità di Trazione singole (circa 40 m di lunghezza) e non più in configurazione accoppiata (circa 80 m di lunghezza);
- revisione dell'esercizio della linea con passaggio a frequenze di 3 minuti rispetto ai 5 richiesti inizialmente;
- revisione del layout del parcheggio di scambio di Molassana per inserimento in entrata di una rotatoria per la gestione del traffico.

Al termine di questo aggiornamento dell'intero progetto, non è stato avviato il procedimento approvativo.

Bensì dalla Committenza è stato richiesto di modificare la tratta in corrispondenza di Marassi e redigere una nuova versione del progetto cosiddetta P3. Per la nuova versione, invece di attraversare il Bisagno e passare poi in adiacenza allo stadio, è stato richiesto di mantenersi per un tratto più lungo sulla sponda destra e poi scavalcare il Torrente nella zona nord della piastra. Questa soluzione presupponeva un passaggio in sponda destra in adiacenza

all'esistente Istituto Scolastico Firpo per l'intero sviluppo planimetrico di circa 100 m, con l'impalcato che andava da una distanza di circa 1,5 m a 0,5 m rispetto alla scuola.

Per questa soluzione la Committenza ha chiesto anche di:

- modificare nuovamente il sistema di segnalamento dei treni, tornando all'adozione di un sistema tecnologico in linea con quanto già presente sulla linea esistente;
- divisione della linea in due lotti differenti, a causa della mancanza di adeguato finanziamento per l'intera linea. Il primo lotto è stato individuato dalla Committenza con la tratta Brignole-Ponte Carrega, con relativo tronchino per il rimessaggio dei treni previsti per questa tratta, mentre il secondo comprende il completamento fino a Molassana e il parcheggio di scambio;
- revisione dell'esercizio della linea con passaggio del cadenzamento dei treni di progetto a 6 minuti per il primo lotto e a 3 minuti per la linea completa.

Tale soluzione è stata sviluppata dal RTP prima con la redazione di uno Studio di Fattibilità e, dopo la conferma a procedere da parte della Committenza, con la redazione del PFTE. Tale progetto è stato interrotto dalla Committenza stessa il giorno 16/01/2025, a seguito del parere informale ricevuto da parte del CSLPP.

A seguire la Committenza ha richiesto di modificare nuovamente il tracciato di Marassi, andando a prevedere la demolizione dell'Istituto Scolastico Firpo, con il passaggio del tracciato e il posizionamento della stazione Stadio Marassi in corrispondenza della scuola stessa. Queste modifiche costituiscono le caratteristiche della cosiddetta versione P4.

[5.1] Descrizione del progetto aggiornato

Il progetto SkyMetro prevede l'estensione del servizio della rete metropolitana esistente da Genova Brignole fino al quartiere di Molassana, con lunghezza di circa 7 km, in doppio binario su viadotto, con 7 stazioni, andando a servire la Val Bisagno, una delle due principali vallate urbanizzate facenti parte del Comune di Genova. La linea si sviluppa in sponda destra a filo argine del torrente Bisagno, partendo dalla nuova stazione denominata "Brignole Sant'Agata", fino alla stazione denominata "Stadio Marassi" per poi portarsi a Nord della piastra di tombamento del torrente, in zona Marassi, sulla sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni "Parenzo", "Staglieno", "Ponte Carrega", "San Gottardo" e "Molassana".

Per soddisfare l'attuale finanziamento, la realizzazione dell'opera verrà divisa in due lotti di cui il primo, della lunghezza di circa 4,5 km, parte dalla stazione "Brignole Sant'Agata" e arriva alla stazione "Ponte Carrega", definendo così un lotto funzionale. Il secondo lotto, partendo dalla stazione "Ponte Carrega", termina alla stazione di testa "Molassana", definendo così un lotto di completamento.

La nuova infrastruttura è provvista di un binario di servizio per il collegamento al deposito esistente di Dinegro. Il collegamento alla linea esistente avviene poco a valle della stazione Brignole e della comunicazione a croce che è presente sugli attuali tronchini di manovra. Qui si inserisce il nuovo deviatoio di diramazione sul binario pari della linea esistente, che è previsto proseguirà verso la stazione di Martinez attualmente in corso di realizzazione. La linea si sviluppa, quindi, lungo la Val Bisagno portandosi in sponda destra dove è ubicata, lungo via Canevari, la nuova stazione Brignole Sant'Agata. La linea si porta poi a filo argine e in questa configurazione si sviluppa fino al Ponte Serra, a Nord del quale la linea devia verso ovest per portarsi in corrispondenza della scuola Firpo, di cui è prevista la demolizione. In corrispondenza dell'area risultante è prevista la stazione Stadio Marassi, subito a nord della quale il tracciato si porta in sponda sinistra con uno scavalco del Bisagno. Da qui la linea prosegue riportandosi a filo argine a nord di Piazzale Marassi. Da qui in poi il tracciato si tiene in questa configurazione lungo la sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni Parenzo, Staglieno, Ponte Carrega, San Gottardo e Molassana.

Le stazioni hanno una distanza media di circa 1 km e al termine della linea è previsto un tronchino di circa 300 m, necessario anche al fine del ricovero dei treni nelle ore di morbida e durante la notte. Subito dopo lo stacco dalla linea esistente è prevista un'ulteriore asta di ricovero dei treni di circa 50 metri.

In corrispondenza della stazione terminale di Molassana è previsto il nodo di scambio con posteggi per mezzi privati e stalli per il TPL.

Figura 5-1 Corografia dell'impianto di metropolitana in Val Bisagno

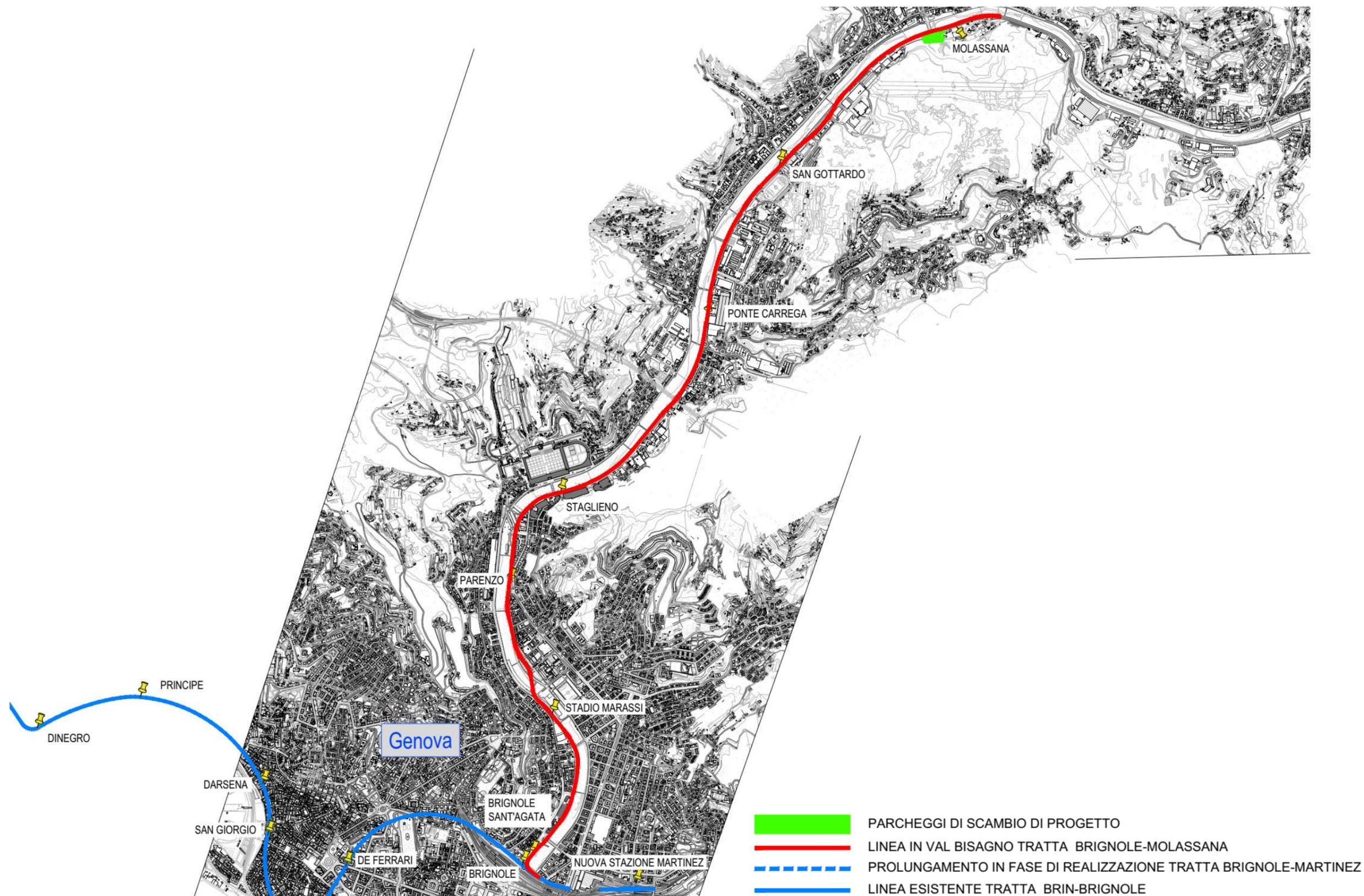


Tabella 5-1 Caratteristiche dell'impianto nella soluzione aggiornata

Parametro	Valore
Lunghezza	7+040 km
Scartamento	1.435 mm
Larghezza massima sagoma treno	2,20 m
Interasse tratti doppio binario rettilinei	3,04 m
Velocità massima	75 km/h
Velocità minima adottata in linea	20 km/h
Massimo valore di accelerazione non compensata	0,90 m/s ²
Massimo valore contraccolpo	0,40 m/s ³
Minimo raggio planimetrico ammissibile	50 m
Minimo raggio planimetrico adottato	50 m
Raccordi planimetrici a curvatura variabile (geometria)	Clotoidi
Soprelevazione massima ammissibile	160 mm
Soprelevazione massima adottata	115 mm
Massima pendenza adottata	35,0 ‰
Massima pendenza normale longitudinale ammissibile in fermata	2,0 ‰
Massima pendenza eccezionale longitudinale ammissibile in fermata	20,0 ‰
Massima pendenza longitudinale adottata in fermata	20,0 ‰
Raccordi altimetrici minimi da normativa	500 m
Raccordi altimetrici minimi dei rotabili	800 m
Raccordi altimetrici minimi di progetto	800 m

[5.2] Esercizio di progetto della rete metropolitana della città di Genova

Il nuovo impianto della metropolitana in Val Bisagno:

- sarà collegato funzionalmente a quello esistente (nella configurazione Rivarolo – Martinez, con innesto direzione Martinez);
- sarà esercito con servizio Brignole – Molassana: i passeggeri potranno scambiare con quello Rivarolo – Martinez nella nuova stazione di corrispondenza di “Brignole – Borgo Incrociati”.

L'esercizio nell'ora di punta mattinata prevede una frequenza di 5 minuti (pari all'attuale) sulla linea 1 (Rivarolo ↔ Martinez) e di 4 minuti sulla linea 2 (Skymetro Molassana ↔ Brignole Sant'Agata).



Figura 5-4 Piano schematico di esercizio della rete metropolitana – frequenza di esercizio nelle fasce di punta

Con una frequenza nell'ora di punta mattinata pari a 4 minuti (= 15 corse/ora per direzione), utilizzando come riferimento la capacità di 210 passeggeri delle unità di trazione di III/IV generazione utilizzate sulla linea storica aventi analoga lunghezza e larghezza, si raggiunge un'offerta pari a 6.300 posti offerti/h – 3.150 posti/h per direzione (calcolati a 4 passeggeri per m² di superficie utile a bordo).

[5.3] Fasizzazione dell'intervento

Nell'aggiornamento l'intervento della metropolitana in Val Bisagno è stato suddiviso in due differenti lotti funzionali:

- Lotto 1: **Brignole Sant'Agata – Ponte Carrega**, con primo anno di pieno esercizio il 2031,
- Lotto 2 (di completamento): **Ponte Carrega – Molassana** (comprensivo del parcheggio di interscambio presso la stazione di testa di Molassana), con primo anno di pieno esercizio il 2033.

Per l'analisi economica di dettaglio dello scenario 2.2, si rimanda allo specifico elaborato di progetto 09.MGE1PRLVGENCOMR005-00_C: in questa comparazione tra gli scenari, si continuerà a non valutare come investimento e benefici la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, i cui effetti di costi e benefici non si ritengono rilevanti in termini differenziali tra le alternative.

Di seguito si dettagliano gli schemi di rete di progetto e di visione di lungo periodo e l'analisi benefici-costi comparativa del nuovo assetto progettuale.

Figura 5-5 – Scenario di progetto della rete del Trasporto Rapido di Massa su ferro

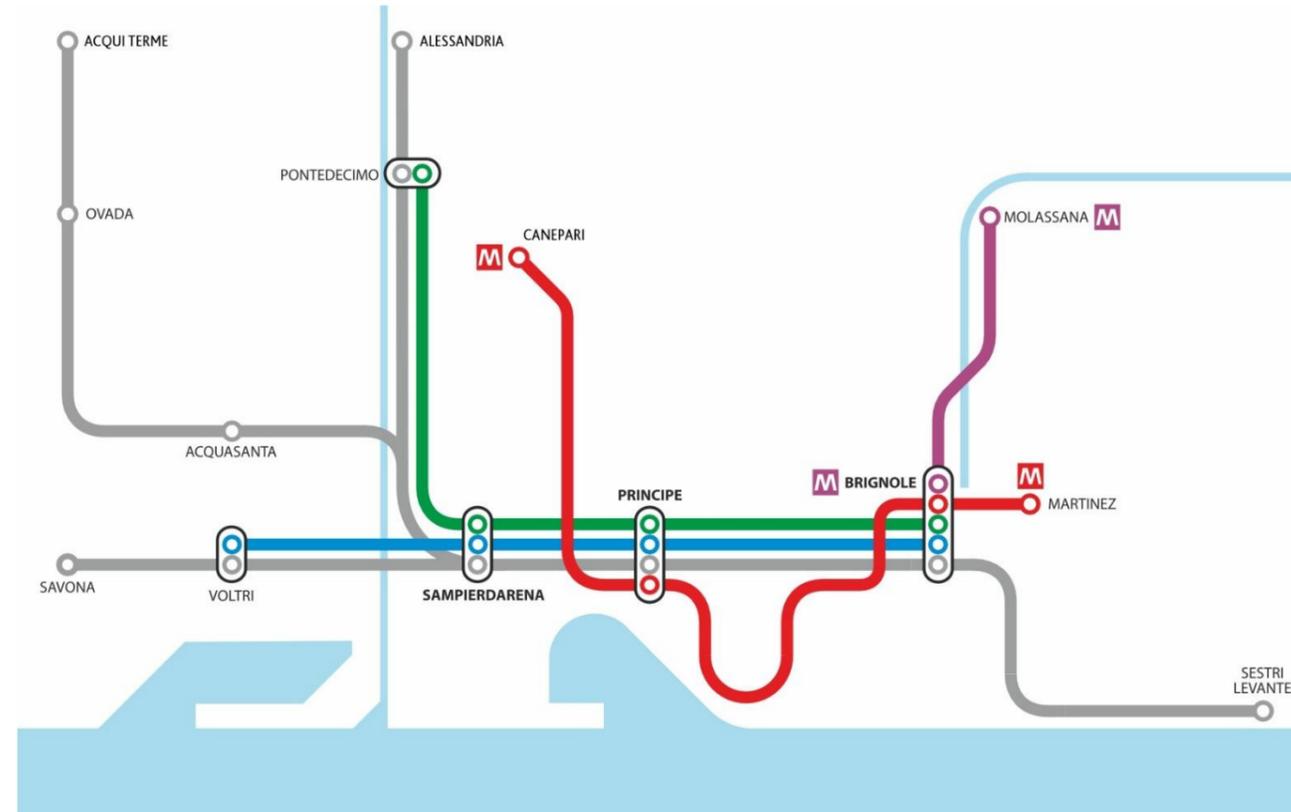
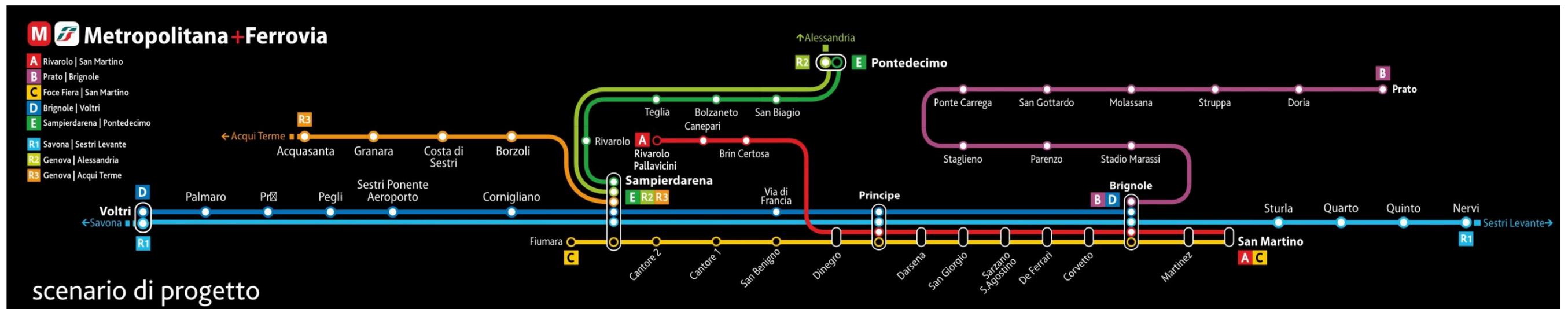


Figura 5-6 - Schema tendenziale della rete del Trasporto Rapido di Massa su ferro della Città metropolitana di Genova



[5.4] Aggiornamento degli scenari di domanda

[5.4.1] Metodo di stima della domanda e indagine di calibrazione

Nell'ottobre 2022 è stato sottoscritto il protocollo di intesa tra Regione Liguria, Comune di Genova e l'Autorità di Sistema portuale del Mar Ligure Occidentale e Autostrade per l'Italia S.p.A. che definisce l'impegno da parte di quest'ultima per la realizzazione di infrastrutture e di un innovativo sistema di digitalizzazione della mobilità genovese. Quest'ultimo, denominato Smart Genova, si declina in tre progetti, tra loro complementari, che sono:

- la realizzazione di una piattaforma MaaS innovativa,
- lo IUM (Intelligent Urban Mobility)
- lo sviluppo un Sistema di Supporto alle Decisioni "DSS" basato su un modello macroscopico multimodale di simulazione trasportistico della domanda e dell'offerta di mobilità, funzionale a fornire maggiore conoscenza delle dinamiche di mobilità sul territorio genovese, identificando possibili aree di miglioramento dell'offerta di trasporto rispetto allo scenario attuale. Nell'ambito di tale attività Tecne S.p.A., società di ingegneria facente parte del gruppo ASPI, svolgerà il ruolo di "Main Contractor" in affidamento diretto da parte di ASPI stessa.

Le attività per lo sviluppo dello studio trasportistico sono articolate in tre macro-attività:

- a) Analisi dati e indagini: attività di analisi della domanda di mobilità riferita al trasporto pubblico e privato, finalizzata ad identificare gli scopi e gli spostamenti e a definire le preferenze degli utenti sia in contesti reali (RP) che in contesti ipotetici (SP);
- b) Costruzione degli scenari di progetto: identificazione dei principali indicatori trasportistici e delle possibili aree di miglioramento, considerando tre diversi scenari di evoluzione della domanda e dell'offerta;
- c) Aggiornamento dei modelli di simulazione: aggiornamento del modello di simulazione della domanda e dell'offerta di mobilità relativo al trasporto privato e pubblico nello scenario attuale al fine di definire un modello di offerta che recepisca i dati raccolti sul traffico.

Nello svolgimento di tali attività la società TECNE è coadiuvata da TPLAN Consulting s.r.l., Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica i Trasporti e le Infrastrutture (CIELI), Università degli studi della Campania Vanvitelli.

Attualmente sono in fase avanzata le attività sub a) e sub c).

[5.4.2] Stima della domanda

Il nuovo modello di domanda è costruito sulla base dei dati telefonici "O/D-TELCO" relativi al mese di febbraio 2024. Tali dati provengono dal provider di telefonia mobile WIND TRE identificato mediante una procedura di gara.

Essendo un'attività in corso, è stata rilasciata una prima matrice O/D da fonte WIND TRE relativa a tutte le modalità di trasporto aggregate, che ha consentito un aggiornamento delle matrici O/D del 2016 dell'ora di punta mattinale di un giorno ferialo invernale al 2024.

In particolare, dal confronto aggregato (su un sistema di 36 macro-zone provinciali) tra la matrice della mobilità complessiva preesistente e la nuova matrice telefonica, è stato ricavato un vettore di coefficienti di amplificazione/riduzione degli spostamenti per macro-relazioni di spostamento, che è stato applicato a ciascuna corrispondente cella delle matrici del modello preesistente, articolato nelle varie modalità di trasporto. Tale operazione risulta semplificata in quanto il vecchio e il nuovo modello si basano sulla stessa zonizzazione. In questo modo è stato possibile ricavare le matrici O/D aggiornate al 2024 per modalità di trasporto.

Di seguito un confronto tra i valori delle matrici O/D relative alla campagna di rilevazioni del 2016 e la relativa matrice aggiornata al 2024, dalla quale risulta evidente una riduzione del numero globale degli spostamenti.

	Unità di riferimento	Riferimento temporale	Stato di fatto (2016)	Stato di fatto (2024)	Differenza
Motocicli	veicoli	ora punta mattinale	11 582	10 554	- 8.9%
Veicoli leggeri	veicoli	ora punta mattinale	37 090	32 114	- 13.4%
TPL	persone	fascia di punta mattinale (2h 30min)	135 767	117 776	- 13.3%

Tabella 5-2 - Confronto matrici OD assegnate al macromodello relativamente allo stato di fatto

[5.4.3] Metodo di campionamento e indagine

La soluzione “Data Analytics WindTre”, sviluppata da WindTre, operatore di riferimento nel mercato delle Telecomunicazioni in Italia, in partnership con Accenture S.p.A., multinazionale leader nel settore dei servizi professionali e tecnologici, è stata impiegata con l’obiettivo di fornire una Matrice O/D degli spostamenti:

- tra le zone nelle quali è articolato il territorio del Comune di Genova,
- tra le zone del territorio comunale di Genova e quelle che descrivono il territorio della Città Metropolitana di Genova,
- tra le zone del territorio comunale di Genova e le macroaree confinanti con il territorio provinciale.

L’analisi si basa sulla raccolta e rielaborazione di tutti i dati di mobilità della clientela italiana di WindTre e degli utenti in roaming sulla rete, successivamente riproporzionati e integrati da dati storici di mobilità territoriale e dati di terze parti, così da poter definire in maniera esaustiva pattern di mobilità della popolazione all’interno del territorio oggetto di analisi.

La soluzione “Data Analytics WindTre” fa leva su algoritmi di mobilità addestrati tramite machine learning applicati alla base dati in maniera anonimizzata e aggregata dei clienti mobili WindTre e si avvale delle rilevazioni effettuate sulla rete mobile WindTre, con risoluzione spaziale dipendente dalla densità delle celle della rete mobile e identificazione della posizione tramite la geolocalizzazione degli utenti WindTre che hanno prestato il consenso al trattamento dei dati. In particolare, vengono utilizzate le seguenti fonti dati:

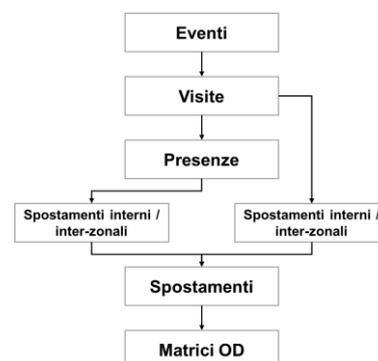
- rete mobile di WindTre: stabile e rappresentativa della popolazione italiana e straniera, con risoluzione spaziale dipendente dalla densità delle celle della rete mobile;
- dati da app proprietarie: ad alta precisione (ordine del metro), forniscono i dati di geolocalizzazione e cella collegata degli utenti WindTre che hanno prestato il consenso al trattamento dei dati.

La metodologia di rilevazione degli spostamenti conta sull’elaborazione di un algoritmo proprietario che può essere riassunta nei seguenti passi:

1. Identificazione dell’area geografica di riferimento (area di interesse) e creazione di uno shapefile in cui viene applicata una “poligonatura” intorno all’area di interesse.

Per la realizzazione delle matrici O/D è stata effettuata la seguente zonizzazione del territorio:

- i. Zonizzazione interna:
 - a. Città di Genova: suddivisione del territorio comunale in circa 300 microzone, corrispondenti ad aggregati di particelle censuarie, definite secondo i criteri ISTAT;
 - b. Area metropolitana di Genova - comuni diversi da Genova: suddivisione del territorio ad un livello di dettaglio comunale;



- c. Resto della Regione Liguria: suddivisione del territorio ad un livello di dettaglio provinciale;
 - ii. Zonizzazione porto e aeroporto: analisi di specifiche zone rappresentative dei porti situati nel contesto Genovese e dell'aeroporto;
 - iii. Zonizzazione scuole e università: individuazione delle scuole ed università sul territorio, con lo scopo di identificare il motivo del viaggio "studio".
2. Identificazione delle celle che servono le zonizzazioni individuate e monitoraggio degli utenti rilevati.
 3. Individuazione delle "visite" effettuate sulle celle monitorate. Per definire una visita, si richiede che la SIM abbia trascorso almeno 10 minuti consecutivi sulla cella in un intervallo mobile di 12 minuti (6 minuti prima della registrazione dell'evento e 6 minuti dopo la registrazione dell'evento). Questo criterio permette di aggregare efficacemente le visite, evitando sovrapposizioni e garantendo una buona copertura anche nelle ore notturne. Per evitare fenomeni di "ping-pong" tra celle vicine, si richiede inoltre che l'utente abbia trascorso almeno 15 minuti consecutivi sulla cella.
 4. Allocazione univoca delle visite registrate su base cella sui singoli POI, attraverso l'identificazione della distribuzione della probabilità di visita all'area.
 5. Aggregazione delle visite ai singoli POI per definire le "presenze". Se la distanza tra le celle tra le quali vengono registrate, rispettivamente, due visite successive è inferiore a 800 metri, le visite vengono aggregate. Non si applica alcun criterio di distanza temporale per questa aggregazione, in quanto l'obiettivo è quello di ridurre ulteriormente l'effetto "ping-pong";
 6. Identificazione e definizione degli spostamenti delle SIM in analisi, categorizzati come segue:
 - i. Spostamenti Interni: definiti come due presenze consecutive, in ordine temporale, avvenute nello stesso punto di interesse (POI);
 - ii. Spostamenti Inter-zonali: definiti come due presenze consecutive, in ordine temporale, avvenute in due POI differenti;
 - iii. Spostamenti di Scambio (Inter): definiti come due visite consecutive, in ordine temporale, distinti in due tipologie:
 - "arrivo": indica il comune di provenienza prima di una visita a un POI di durata pari o superiore a 50 minuti, nel quale la SIM ha trascorso almeno 50 minuti;
 - "partenza": indica il comune di destinazione successivo a una visita a un POI di durata pari o superiore a 50 minuti, nel quale la SIM ha trascorso almeno 50 minuti.
 7. Calcolo delle matrici O/D, costruite conteggiando il numero di spostamenti e il numero di viaggiatori per ciascuna combinazione possibile di origine e destinazione. Queste matrici rappresentano la distribuzione spaziale e temporale degli spostamenti tra diverse aree geografiche, fornendo una visione dettagliata delle dinamiche di mobilità.
 8. Applicazione di una logica di riproporzionamento sul numero totale delle presenze a seconda della tipologia di utente rilevato:
 - nel caso degli utenti WindTre, per ognuno di essi viene applicato un fattore moltiplicativo pari al reciproco della "market share" di WindTre nella Provincia di provenienza (inteso come luogo di residenza effettiva) dell'utente al fine di individuare il bacino complessivo di utenti nazionali provenienti dalle suddette Province;
 - nel caso di utenti stranieri (*roamers*) viene considerata per ognuno la quota di mercato dell'operatore internazionale ponderata per la quota di mercato di WindTre nei confronti degli operatori in termini di traffico "inbound" gestito rispetto agli altri operatori nazionali.
 9. Applicazione di algoritmi per la rimozione di eventuali SIM in eccesso ed in particolare di doppie SIM consumer, spesso utilizzate come seconda linea telefonica o per ottenere connessione su altri dispositivi (es. tablet, smartwatch) e quindi fonte di doppio conteggio.

I parametri di descrizione degli effetti trasportistici delle soluzioni di progetto 1 e 2.1 di cui al [paragrafo \[4.2\]](#) sono aggiornati parametricamente secondo le nuove matrici di mobilità. La tabella seguente ne riassume i risultati inclusi i valori degli stessi parametri per la soluzione aggiornata di progetto 2.2.

Tabella 5-3 Parametri trasportistici delle tre soluzioni oggetto di analisi comparata

Indice	Variabile/parametro/costo/beneficio	Unità	1] Metro + Tram	2.1] Metro con servizio passante a Brignole	2.2] Metro	Scarto [2.2] - [1]
D1	Previsione domanda tendenziale	Pass/anno	16.817.625	12.460.792	12.203.400	-27,4%
D2	Previsione domanda in diversione modale	Pass/anno	2.752.800	2.989.801	2.976.675	8,1%
D3	Previsione domanda indotta	Pass/anno	0	0	0	0,0%
D4	Domanda totale sulla linea in progetto	Pass/anno	19.570.425	15.450.593	15.180.075	-22,4%
D5	Domanda osservata e prevista sulla rete stradale	Pass/anno	168.384.692	167.318.308	167.344.600	-0,6%
T1	Variazione tempo domanda tendenziale	Minuti/pass	-5,58	-6,52	-5,10	-8,6%
T2	Variazione tempo domanda in diversione modale	Minuti/pass	-3,34	-3,51	-3,30	-1,1%
T3	Variazione tempo domanda indotta	Minuti/pass	0,00	0,00	0,00	0,0%
T4	Variazione media tempo domanda totale sulla linea in progetto	Minuti/pass	-5,27	-5,94	-4,75	-9,9%
T5	Variazione media tempo domanda sulla rete stradale	Minuti/pass	-1,58	-1,80	-1,82	15,6%
P1	Variazione percorrenze rete metropolitana	Veicoli*km/anno	0	1.359.309	661.760	0,0%
P2	Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	0	0	0	0,0%
P3	Variazione percorrenze rete filoviaria	Veicoli*km/anno	-431.730	-431.730	-431.730	0,0%
P4	Variazione percorrenze altro TPL su impianti fissi	Veicoli*km/anno	1.009.554	0	0	-100,0%
P5	Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	-518.106	-518.106	-518.106	0,0%
P6	Variazione percorrenze auto	Veicoli*km/anno	-20.322.505	-21.323.842	-21.301.319	4,8%
P7	Variazione percorrenze moto	Veicoli*km/anno	-4.432.968	-4.651.390	-4.056.409	-8,5%

[5.5] Aggiornamento delle stime economiche

La soluzione 2.2. aggiornata presente un quadro economico espresso al valore 2024: per procedere all'aggiornamento del confronto con le altre due alternative, sono stati aggiornati anche i relativi quadri economici. La tabella seguente ne riassume i valori per le macrovoci economiche considerate nel modello aggregato ministeriale. Per la soluzione 2.2 si rimanda al paragrafo successivo per maggiori dettagli.

Tabella 5-4 – Parametri economici sintetici delle tre soluzioni

Indice	Componente progetto	Unità	1] Metro + Tram	2.1] Metro con servizio passante a Brignole	2.2] Metro
OUT	Lunghezza del progetto in corso di realizzazione	km	6,47	6,92	7,06
	Numero di veicoli in corso di acquisizione	Veicoli	10	4	4
	Numero di posti per veicolo	Posti	210	210	210
CU1	Costo unitario di costruzione	Euro₂₀₁₈	61.670.782,41	59.753.069,70	52.261.264,63
CU2	Costo unitario del materiale rotabile	Euro₂₀₁₈	7.558.007,90	5.995.977,75	5.995.977,75
CU3	Costo unitario del materiale rotabile per posto	Euro₂₀₁₈	35.990,51	28.552,28	28.552,28

Alcune scelte presenti nel progetto aggiornato della soluzione 2.2 (come, ad esempio, la riduzione dell'acquisto di nuove unità di trazione da 8 a 4) è stata estesa anche alla soluzione 2.1 (linea metropolitana Valbisagno integrata al resto della rete metropolitana) mentre la soluzione 1 resta invariata, trattandosi di una tecnologia del tutto diversa.

Tabella 5-5 – Aggiornamento dei quadri economici delle tre alternative al valore economico 2024

Tabella C. Costi d'Investimento								
Gruppo	Indice	Componente progetto	Unità	1] Tram in viadotto	2.1] Metro	Scarto	2.2] Metro	Scarto
Costi generali	C801	Studi preliminari e progettazione	Euro ₂₀₁₈	16.933.565,78	22.389.936,97	32,2%	23.410.427,11	38,2%
	C802	Costi generali dell'ente appaltante	Euro ₂₀₁₈	11.265.882,35	7.448.000,00	-33,9%	6.946.174,62	-38,3%
	C803	Direzione dei lavori e supervisione	Euro ₂₀₁₈	12.650.600,29	8.363.452,42	-33,9%	0,00	-100,0%
	C804	Espropri	Euro ₂₀₁₈	5.479.411,76	4.345.122,08	-20,7%	2.007.431,14	-63,4%
	C805	Lavori preliminari e impianto cantiere	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%
	C806	Allacciamenti ai pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	11.382.352,94	1.520.000,00	-86,6%	1.520.000,00	-86,6%
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	C807	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	0,00	13.564.222,40	0,0%	9.148.891,91	0,0%
	C808	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%
	C809	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%
	C810	Ponti	Euro ₂₀₁₈	139.589.539,33	258.507.901,56	85,2%	195.236.870,58	39,9%
	C811	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	4.574.587,76	0,0%
	C812	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%
	C813	Sovrastruttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₁₈	20.516.458,14	20.267.278,65	-1,2%	11.414.717,58	-44,4%
	C814	Sovrastruttura stradale dedicata	Euro ₂₀₁₈	0,00	8.405.831,97	0,0%	0,00	0,0%
	C815	Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%
	C816	Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₁₈	47.210.414,84	76.411.627,54	61,9%	84.579.701,22	79,2%
	C817	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%
	C818	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%
	C819	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₁₈	27.228.192,53	0,00	-100,0%	0,00	-100,0%
	C820	Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₁₈	1.477.022,37	625.011,15	-57,7%	12.351.779,39	736,3%
	C821	Opere complementari	Euro ₂₀₁₈	0,00	4.579.529,68	0,0%	4.620.283,31	0,0%
	C822	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	2.122.514,02	431.246,65	-79,7%	0,00	-100,0%
	C823	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	3.820.525,36	1.762.612,24	-53,9%	2.511.160,70	-34,3%
	C824	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	9.586.646,53	24.634,32	-99,7%	0,00	-100,0%
	C825	Impianti di traslazione	Euro ₂₀₁₈	0,00	2.400.000,00	0,0%	0,00	0,0%
	C826	Altri impianti civili	Euro ₂₀₁₈	0,00	8.641.276,72	0,0%	14.787.632,70	0,0%
C827	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₁₈	516.278,92	0,00	-100,0%	0,00	-100,0%	
Costi impianti elettro-ferroviari	C828	Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₁₈	19.578.843,66	8.351.715,99	-57,3%	10.482.490,71	-46,5%
	C829	Linea di contatto	Euro ₂₀₁₈	13.952.742,69	5.938.130,18	-57,4%	8.444.888,46	-39,5%
	C830	Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₁₈	4.500.000,00	2.300.000,00	-48,9%	2.872.412,88	-36,2%
	C831	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₁₈	102.090.101,66	10.701.500,00	-89,5%	24.079.156,68	-76,4%
	C832	Deposito	Euro ₂₀₁₈	5.028.656,63	0,00	-100,0%	0,00	-100,0%
	C833	Altro	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%
Veicoli		Materiale rotabile di progetto	Euro ₂₀₁₈	75.580.079,00	23.983.911,00	-68,3%	23.983.911,00	-68,3%
Totale	C8	Costo base	Euro₂₀₁₈	530.509.828,81	490.962.941,53	-7,5%	442.972.517,75	-16,5%
	CS	Costi sicurezza	Euro ₂₀₁₈	9.317.647,06	13.055.505,27	40,1%	18.523.479,79	98,8%
	CD	Somme a disposizione	Euro ₂₀₁₈	8.468.101,86	3.712.175,02	-56,2%	30.433.159,47	259,4%
	CI	Imprevisti	Euro ₂₀₁₈	2.432.807,75	16.124.893,64	562,8%	14.126.981,88	480,7%
	CT	IVA e altri trasferimenti (ad es. tasse, contributi, ecc.)	Euro ₂₀₁₈	58.536.844,82	39.809.832,19	-32,0%	52.858.010,54	-9,7%
	CC	Costo complessivo (QEG)	Euro₂₀₁₈	609.265.230,30	563.665.347,64	-7,5%	558.914.149,43	-8,3%

[5.6] Analisi economica soluzione 2.2

[5.6.1] Quadro economico di riferimento

L'analisi benefici-costi considera la realizzazione della nuova tratta metropolitana lungo il Bisagno per uno sviluppo di 6,6 km, 5 stazioni intermedie più i due capolinea (quello di Brignole Sant'Agata integrato con l'esistente stazione di Brignole) e le relative opere d'arte. È compreso inoltre l'acquisto di un parco rotabile costituito da 4 unità di trazione da 39,0 metri per 210 posti di capacità nominale (a 4 passeggeri per m² di superficie utile S1).

Gli indicatori di costo unitario sono i seguenti:

Fase 1 + Fase 2 (progetto completo)

Indicatori di costo unitario	OUT	Lunghezza del progetto in corso di realizzazione	km	7,06
		Numero di veicoli in corso di acquisizione	Veicoli	4
		Numero di posti per veicolo	Posti	210
	CU1	Costo unitario di costruzione	Euro₂₀₂₄	54.547.390,07
	CU2	Costo unitario del materiale rotabile	Euro₂₀₂₄	5.995.977,75
	CU3	Costo unitario del materiale rotabile	Euro₂₀₂₄	28.552,28

Data la struttura standard delle tabelle ministeriali, la ripartizione dei costi è concentrata entro il quinquennio precedente l'avvio dell'esercizio considerando *fittiziamente* che gli importi complessivi della Fase 1 e della Fase 2 di completamento dell'opera si esauriscono complessivamente al 2030 anziché al 2032. Si ritiene opportuno rimarcare che l'eventuale conteggio *effettivo* dei flussi di costo capitale della sola Fase 2 al periodo 2030-2032 non avrebbe effetti rilevanti sugli esiti di una analisi estesa a 30 anni con una attualizzazione a un tasso di sconto economico del 5%.

Di seguito il quadro economico di dettaglio.

Tabella 5-6 Quadro economico della soluzione di progetto 2.2

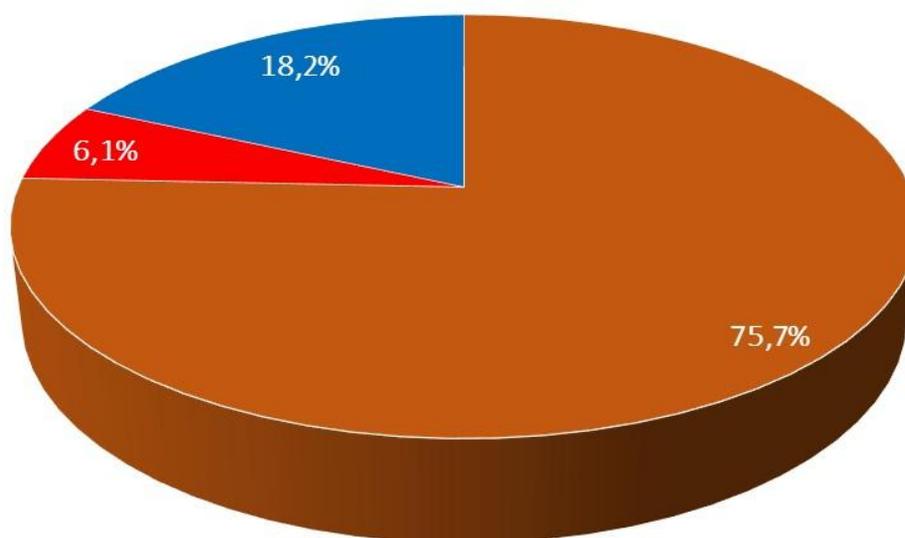
Gruppo	Indice	Componente progetto	Unità	Totale
Costi generali	C801	Studi preliminari e progettazione	Euro ₂₀₂₃	23.410.427,11
	C802	Costi generali dell'ente appaltante	Euro ₂₀₂₃	6.946.174,62
	C803	Direzione dei lavori e supervisione	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C804	Espropri	Euro ₂₀₂₃	2.007.431,14
	C805	Lavori preliminari e impianto cantiere	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C806 (*)	Allacciamenti ai pubblici servizi	Euro ₂₀₂₃	1.520.000,00
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	C807	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₂₃	9.148.891,91
	C808	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C809	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C810	Ponti	Euro ₂₀₂₃	195.236.870,58
	C811	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₂₃	4.574.587,76
	C812	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C813	Sovrastruttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₂₃	11.414.717,58
	C814	Sovrastruttura stradale dedicata	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C815	Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C816	Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₂₃	84.579.701,22
	C817	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C818	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C819	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C820	Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₂₃	12.351.779,39
	C821	Opere complementari	Euro ₂₀₂₃	4.620.283,31
	C822	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C823	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₂₃	2.511.160,70
	C824	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₂₃	0,00
	C825	Impianti di traslazione	Euro ₂₀₂₃	0,00
C826	Altri impianti civili	Euro ₂₀₂₃	14.787.632,70	
C827	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₂₃	0,00	
Costi impianti elettro-ferroviari	C828	Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₂₃	10.482.490,71
	C829	Linea di contatto	Euro ₂₀₂₃	8.444.888,46
	C830	Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₂₃	2.872.412,88
	C831	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₂₃	24.079.156,68
	C832	Deposito	Euro ₂₀₂₃	-
	C833	Altro	Euro ₂₀₂₃	-
Veicoli	C834	Materiale rotabile (filobus)	Euro ₂₀₂₃	-
	C835	Materiale rotabile (tram/metro)	Euro ₂₀₂₃	23.983.911,00
	C836	Materiale rotabile (altro TPL)	Euro ₂₀₂₃	-
Totale	C8	Costo base	Euro₂₀₂₃	442.972.517,75
	CS	Costi sicurezza	Euro ₂₀₂₃	18.523.479,79
	CD	Somme a disposizione	Euro ₂₀₂₃	30.433.159,49
	CI	Imprevisti	Euro ₂₀₂₃	40.362.805,37
	CT	IVA e altri trasferimenti (ad es. tasse, contributi, ecc.)	Euro ₂₀₂₃	52.858.010,54
	CC	Costo complessivo (QEG)	Euro₂₀₂₃	585.149.972,93

[5.6.2] Costi economici

I costi economici attualizzati ammontano a 361,78 milioni di euro e sono ripartiti per macrovoci nel modo di seguito rappresentato:

Costi attualizzati		
Costi d'investimento	273.866.122	75,7%
Costi di rinnovo e revisione generale	21.896.245	6,1%
Costi operativi	66.022.364	18,2%
Totale dei costi attualizzati	361.784.731	

Ripartizione dei Costi attualizzati



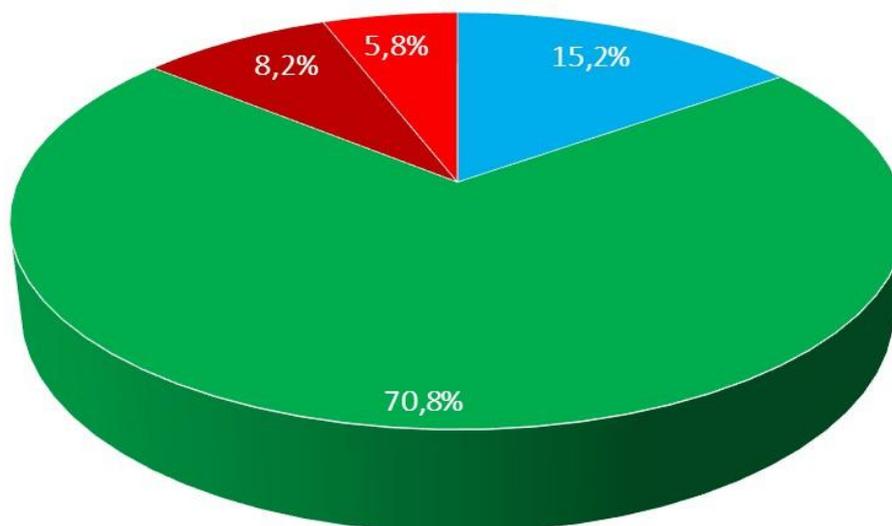
■ Costi d'investimento ■ Costi di rinnovo e revisione generale ■ Costi operativi

[5.6.3] **Benefici economici**

I benefici economici attualizzati ammontano a 501,48 milioni di euro e sono ripartiti per macrovoci nel modo di seguito rappresentato:

Benefici attualizzati		
Risparmi di tempo	89.633.374	15,2%
Riduzione delle esternalità	418.671.714	70,8%
Variazione dei costi di esercizio sul privato	48.674.013	8,2%
Variazione dei costi di esercizio sul TPL	34.498.645	5,8%
Totale dei benefici attualizzati⁹	591.477.746	

Ripartizione dei Benefici attualizzati



- Risparmi di tempo
- Riduzione delle esternalità
- Variazione dei costi di esercizio sul privato
- Variazione dei costi di esercizio sul TPL

Similmente a quanto fatto per le altre due alternative, trattandosi di un confronto differenziale, questa valutazione economica della soluzione di progetto aggiornata considera solo i flussi economici netti dell'intervento di progetto, non considerando gli effetti:

- Della fase di cantierizzazione, in termini di peggioramento transitorio delle condizioni di deflusso della circolazione nelle aree di cantiere;
- Di eventuali impianti accessori (ad es. pannelli fotovoltaici inseriti nelle pertinenze dell'infrastruttura in successiva fase progettuale).

⁹ In questa tabella si considerano come benefici sia i benefici propri della successiva tabella 5-7, che le voci che nella stessa tabella 5-7 compaiono come negative (ovvero da costi passano a guadagni, quindi *benefici*).

[5.6.4] Bilancio economico

Complessivamente l'analisi è fortemente positiva con

- un rapporto Benefici-Costi economico pari a 1,92;
- un TIR economico del 10,2% > 5% (tasso di sconto economico);
- un VAN economico a 30 anni di esercizio pari a +253,08 milioni di euro.

Tabella 5-7 - Sintesi dei parametri economici dell'analisi dell'alternativa metropolitana 2.2

Benefici	B1	Risparmi di tempo per la domanda tendenziale	Euro ₂₀₁₈	77.552.732,14
	B2	Risparmi di tempo per la domanda in diversione modale	Euro ₂₀₁₈	12.080.641,43
	B3	Risparmi di tempo per la domanda indotta	Euro ₂₀₁₈	0,00
	B4	Risparmi totali di tempo per gli utenti della linea in progetto	Euro ₂₀₁₈	89.633.373,56
	B5	Riduzione della congestione sulla rete stradale	Euro ₂₀₁₈	410.647.031,40
	B6	Riduzione dell'incidentalità stradale	Euro ₂₀₁₈	1.973.788,26
	B7	Riduzione delle emissioni inquinanti da traffico stradale	Euro ₂₀₁₈	1.362.134,98
	B8	Riduzione delle emissioni acustiche	Euro ₂₀₁₈	2.459.390,27
	B9	Riduzione delle emissioni di gas climalteranti	Euro ₂₀₁₈	2.229.369,22
	BTOT	TOTALE BENEFICI ECONOMICI	Euro₂₀₁₈	508.305.087,69
Costi totali	C1	Variazioni dei costi d'esercizio della rete metropolitana	Euro ₂₀₁₈	66.022.364,48
	C2	Variazioni dei costi d'esercizio della rete tranviaria	Euro ₂₀₁₈	0,00
	C3	Variazioni dei costi d'esercizio della rete filoviaria	Euro ₂₀₁₈	-15.593.189,54
	C4	Variazioni dei costi d'esercizio della rete altro TPL	Euro ₂₀₁₈	0,00
	C5	Variazioni dei costi d'esercizio della rete autobus	Euro ₂₀₁₈	-18.905.455,54
	C6	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (auto)	Euro ₂₀₁₈	-48.674.013,24
	C7	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (moto)	Euro ₂₀₁₈	-3.788.925,65
	C8	Costi d'investimento del progetto	Euro ₂₀₁₈	273.866.121,58
	C9	Costi di rinnovo e revisione generale del progetto (incluso valore residuo finale)	Euro ₂₀₁₈	2.297.308,20
	CTOT	TOTALE COSTI ECONOMICI	Euro₂₀₁₈	255.224.210,29
Indicatori	VAN	TOTALE FLUSSI NETTI	Euro₂₀₁₈	253.080.877,40
	B/C	RAPPORTO BENEFICI/COSTI	-	1,924
	TIR	TASSO INTERNO DI RENDIMENTO	%	10,21%

Nelle tabelle seguenti si riassume la matrice dei costi e dei benefici sui 35 anni complessivi (5 di costruzione e 30 di esercizio) dell'analisi.

[5.7] Aggiornamento della comparazione multi-scenario

Il nuovo assetto progettuale con un servizio metropolitano non più passante alla stazione di Brignole verso la Valbisagno, ma integrato con due stazioni collegate per risolvere nel modo più efficace la rottura di carico, mantiene un buon rapporto benefici-costi. In particolare, si nota una riduzione dei benefici economici - 3,1% e un decremento dei costi – in particolare di quelli operativi per le minori percorrenze – del -22% che comportano complessivamente un bilancio favorevole: rapporto benefici-costi da 1,68 a 1,92 e incremento del VAN del +28%.

Tabella 5-10 Parametri economici delle soluzioni 2.1 (passante) e 2.2 (non passante ma integrata) per il servizio Val Bisagno rispetto alla stazione di Brignole

Indice	Variabile/parametro/costo/beneficio	Unità	2.1] Metro	2.2] Metro	Scarto
B1	Risparmi di tempo per la domanda tendenziale	Euro	101.185.254,11	77.552.732,14	-23,4%
B2	Risparmi di tempo per la domanda in diversione modale	Euro	12.916.745,31	12.080.641,43	-6,5%
B3	Risparmi di tempo per la domanda indotta	Euro	0,00	0,00	0,0%
B4	Risparmi totali di tempo per gli utenti della linea in progetto	Euro	114.101.999,42	89.633.373,56	-21,4%
B5	Riduzione della congestione sulla rete stradale	Euro	405.660.939,57	410.647.031,40	1,2%
B6	Riduzione dell'incidentalità stradale	Euro	2.058.889,75	1.973.788,26	-4,1%
B7	Riduzione delle emissioni inquinanti da traffico stradale	Euro	1.376.926,86	1.362.134,98	-1,1%
B8	Riduzione delle emissioni acustiche	Euro	2.560.138,73	2.459.390,27	-3,9%
B9	Riduzione delle emissioni di gas climalteranti	Euro	-1.175.488,28	2.229.369,22	-289%
BTOT	TOTALE BENEFICI ECONOMICI	Euro	524.583.406,05	508.305.087,69	-3,1%
C1	Variazioni dei costi d'esercizio della rete metropolitana	Euro	135.615.314,18	66.022.364,48	-51,3%
C2	Variazioni dei costi d'esercizio della rete tranviaria	Euro	0,00	0,00	0,0%
C3	Variazioni dei costi d'esercizio della rete filoviaria	Euro	-15.593.189,54	-15.593.189,54	0,0%
C4	Variazioni dei costi d'esercizio della rete altro TPL	Euro	0,00	0,00	0,0%
C5	Variazioni dei costi d'esercizio della rete autobus	Euro	-18.905.455,54	-18.905.455,54	0,0%
C6	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (auto)	Euro	-48.725.477,60	-48.674.013,24	-0,1%
C7	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (moto)	Euro	-4.344.673,22	-3.788.925,65	-12,8%
C8	Costi d'investimento del progetto	Euro	291.796.578,42	273.866.121,58	-6,1%
C9	Costi di rinnovo e revisione generale del progetto (incluso valore residuo finale)	Euro	-12.260.333,98	2.297.308,20	-118,7%
CTOT	TOTALE COSTI ECONOMICI	Euro	327.582.762,71	255.224.210,29	-22,1%
VAN	TOTALE FLUSSI NETTI	Euro	197.000.643,34	253.080.877,40	+28,5%
B/C	RAPPORTO BENEFICI/COSTI	Adim.	1,68	1,92	+14,9%
TIR	TASSO INTERNO DI RENDIMENTO	%	9,3%	10,2%	+10,1%

La tabella seguente riassume in dettaglio i parametri economici delle tre alternative progettuali oggetto di valutazione comparata.

Tabella 5-11 Parametri economici delle tre alternative progettuali

Indice	Variabile/parametro/costo/beneficio	Unità	1] Metro + Tram	2.1] Metro	Scarto [2.1] vs. [1]	2.2] Metro	Scarto [2.2] vs. [1]	Scarto [2.2] vs. [2.1]
B1	Risparmi di tempo per la domanda tendenziale	Euro ₂₀₁₈	190.688.375,86	101.185.254,11	-46,9%	77.552.732,14	-59,3%	-23,4%
B2	Risparmi di tempo per la domanda in diversione modale	Euro ₂₀₁₈	18.466.390,37	12.916.745,31	-30,1%	12.080.641,43	-34,6%	-6,5%
B3	Risparmi di tempo per la domanda indotta	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,0%
B4	Risparmi totali di tempo per gli utenti della linea in progetto	Euro ₂₀₁₈	209.154.766,23	114.101.999,42	-45,4%	89.633.373,56	-57,1%	-21,4%
B5	Riduzione della congestione sulla rete stradale	Euro ₂₀₁₈	573.948.350,22	405.660.939,57	-29,3%	410.647.031,40	-28,5%	1,2%
B6	Riduzione dell'incidentalità stradale	Euro ₂₀₁₈	3.214.697,24	2.058.889,75	-36,0%	1.973.788,26	-38,6%	-4,1%
B7	Riduzione delle emissioni inquinanti da traffico stradale	Euro ₂₀₁₈	2.157.097,18	1.376.926,86	-36,2%	1.362.134,98	-36,9%	-1,1%
B8	Riduzione delle emissioni acustiche	Euro ₂₀₁₈	3.980.948,20	2.560.138,73	-35,7%	2.459.390,27	-38,2%	-3,9%
B9	Riduzione delle emissioni di gas che concorrono al riscaldamento globale	Euro ₂₀₁₈	6.938.658,63	-1.175.488,28	-116,9%	2.229.369,22	-67,9%	-289,7%
BTOT	TOTALE BENEFICI ECONOMICI	Euro₂₀₁₈	799.394.517,70	524.583.406,05	-34,4%	508.305.087,69	-36,4%	-3,1%
C1	Variazioni dei costi d'esercizio della rete metropolitana	Euro ₂₀₁₈	0,00	135.615.314,18	0,0%	66.022.364,48	0,0%	-51,3%
C2	Variazioni dei costi d'esercizio della rete tranviaria	Euro ₂₀₁₈	0,00	0,00	0,0%	0,00	0,0%	0,0%
C3	Variazioni dei costi d'esercizio della rete filoviaria	Euro ₂₀₁₈	-25.707.523,92	-15.593.189,54	-39,3%	-15.593.189,54	-39,3%	0,0%
C4	Variazioni dei costi d'esercizio della rete altro TPL	Euro ₂₀₁₈	146.137.857,42	0,00	-100,0%	0,00	-100,0%	0,0%
C5	Variazioni dei costi d'esercizio della rete autobus	Euro ₂₀₁₈	-30.724.980,11	-18.905.455,54	-38,5%	-18.905.455,54	-38,5%	0,0%
C6	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (auto)	Euro ₂₀₁₈	-75.951.282,39	-48.725.477,60	-35,8%	-48.674.013,24	-35,9%	-0,1%
C7	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (moto)	Euro ₂₀₁₈	-6.634.590,55	-4.344.673,22	-34,5%	-3.788.925,65	-42,9%	-12,8%
C8	Costi d'investimento del progetto	Euro ₂₀₁₈	398.515.408,94	291.796.578,42	-26,8%	273.866.121,58	-31,3%	-6,1%
C9	Costi di rinnovo e revisione generale del progetto (incluso valore residuo finale)	Euro ₂₀₁₈	43.237.871,42	-12.260.333,98	-128,4%	2.297.308,20	-94,7%	-118,7%
CTOT	TOTALE COSTI ECONOMICI	Euro₂₀₁₈	448.872.760,82	327.582.762,71	-27,0%	255.224.210,29	-43,1%	-22,1%
VAN	TOTALE FLUSSI NETTI	Euro₂₀₁₈	350.521.756,89	197.000.643,34	-43,8%	253.080.877,40	-27,8%	+28,5%
B/C	RAPPORTO BENEFICI/COSTI	Adimensionale	1,88	1,68	-10,9%	1,92	+2,4%	+14,9%
TIR	TASSO INTERNO DI RENDIMENTO	%	7,5%	9,3%	23,7%	10,2%	+36,2%	+10,1%

Nel confronto tra le alternative è opportuno ricordare (si veda in particolare il [paragrafo 3.1](#)) che le condizioni al contorno dei differenti scenari di domanda non sono le stesse, in particolare tra gli scenari [1, tram] e [2, metropolitana]. Allo stesso modo le definizioni progettuali sono differenti, con l'ultima soluzione progettuale [2.2] più approfondita delle due precedenti.

Fatta salvo questa premessa, trattandosi di una analisi comparativa basata su valori differenziali dei flussi economici, si ritengono comunque sufficientemente robuste le conclusioni (si veda la tabella di pagina precedente) che vedono:

- Una maggiore domanda attratta dalla soluzione Skymetro per differenti condizioni al contorno del modello di domanda e un maggiore costo unitario di costruzione (tutte e tre le soluzioni adottano una via di corsa in viadotto) trattandosi di una tecnologia *proprietaria* e non *aperta* alle economie di mercato come quella della metropolitana in esercizio;
- Un “*peso*” della rottura di carico – differenziale tra le due alternative di metropolitana – a Brignole pari a poco meno di 300mila passeggeri annuali a fronte di un incremento dei costi di investimento di circa 48 milioni di euro (2024) e un incremento dei costi operativi di +65,6 milioni (per le percorrenze ridondanti sulla tratta Brignole – Rivarolo della tratta esistente della metropolitana).

Tutto ciò considerato nel bilanciamento complessivo dei flussi economici, la soluzione di progetto [2.2] con rottura di carico a Brignole prevale sulle altre due alternative in termini di rapporto benefici/costi con un valore di 1,92. Segue l'alternativa [1] *Skytram* con un rapporto benefici-costi di 1,88 e l'alternativa [2] di linea in Valbisagno funzionalmente integrata con la metropolitana Rivarolo – Martinez con un rapporto benefici-costi di 1,68.