



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



UNIONE EUROPEA



Comune di Cagliari



ARST S.p.A.

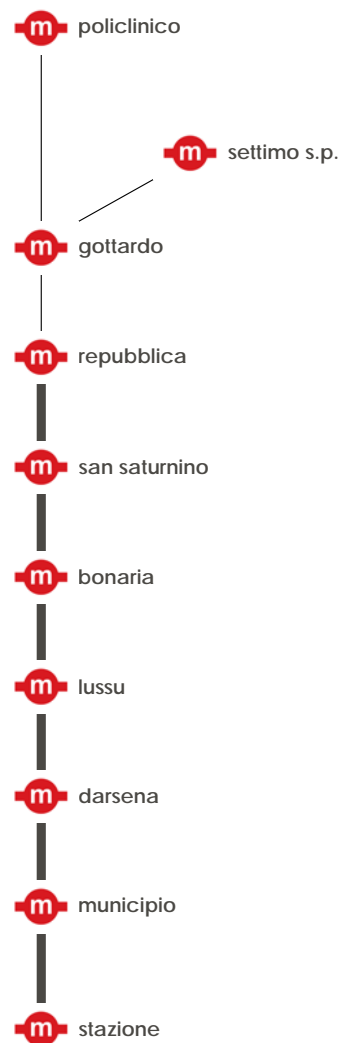
METROPOLITANA LEGGERA DI CAGLIARI LINEA 3

collegamento Repubblica/Matteotti/Stazione

PROGETTO PRELIMINARE

progettazione: Servizio Tecnico - ARST SpA
Servizio Mobilità, Infrastrutture Viarie e Reti - Comune di Cagliari

coordinatore: ing. Ernesto Porcu



ALLEGATI ALLO STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

OGGETTO:

ANALISI ECONOMICO-TRASPORTISTICA
RELAZIONE

NOME-FILE

SCALA:

TAVOLA:

4.10

REV.	MODIFICHE	DATA	ELABORAZIONE
0		AGO. 2014	
1		NOV. 2014	
2			
3			
4			

1 Premessa

Il presente documento descrive le analisi trasportistiche effettuate per la valutazione del prolungamento della linea di metropolitana leggera da Piazza Repubblica a Piazza Matteotti.

In particolare, lo studio ha analizzato il contesto programmatico nel quale l'opera è inserita, l'accessibilità al sistema, l'analisi dell'itinerario in relazione ai servizi di trasporto urbano esistenti, la previsione della domanda potenziale e la convenienza finanziaria ed economica della realizzazione dell'infrastruttura e dei servizi di trasporto.

L'analisi non ha, invece, approfondito gli aspetti di riorganizzazione della circolazione delle auto private a seguito degli interventi stradali che si realizzeranno per il passaggio della metropolitana, non essendo questi ultimi definiti in tutti i loro aspetti se non per le intersezioni "dirette".

2 Sintesi del contesto trasportistico

Negli ultimi decenni nell'area vasta di Cagliari, come nella maggior parte delle città italiane, si è assistito ad un progressivo aumento della mobilità individuale su auto privata conseguente anche ad un aumento della mobilità per motivi discrezionali e da condizioni economiche che hanno portato ad un aumento del tasso di motorizzazione che nel 2011, nella provincia di Cagliari, ha raggiunto il valore record di 70 auto ogni 100 abitanti.

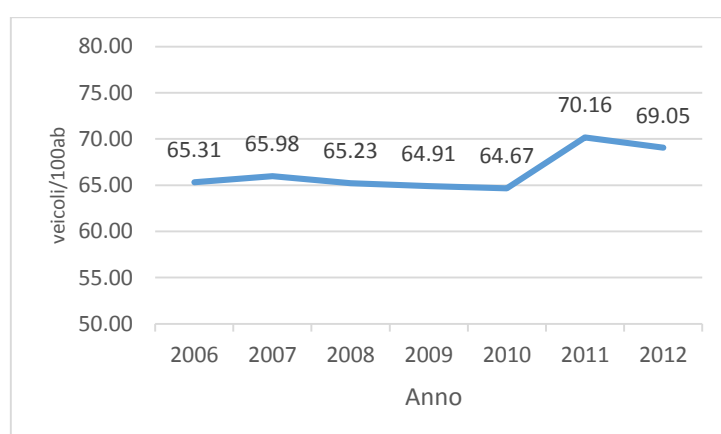


Figura 1 - Andamento del tasso di motorizzazione in Provincia di Cagliari

Tale aumento della mobilità ha provocato un aumento della congestione stradale a cui si è cercato di porre rimedio prevalentemente con interventi di potenziamento della viabilità stradale. Si è innescato così un circolo vizioso che ha alimentato la dispersione delle residenze la quale, a sua volta, ha generato ulteriore traffico veicolare con conseguenti nuovi fenomeni di congestione, oggi apparentemente irrisolvibili.

Facendo un confronto dei principali interventi realizzati sul sistema dei trasporti nell'ultimo ventennio, emerge che gli interventi a favore del trasporto privato hanno di gran lunga sovrastato quelli a favore del trasporto pubblico con il risultato che, senza risolvere le problematiche della congestione stradale, nel Maggio del 2011 si è raggiunto il picco di 184.000¹ veicoli/giorno in ingresso a Cagliari in un giorno medio feriale.

Ci si riferisce, in particolar modo, agli interventi di:

- potenziamento dei principali itinerari di accesso all'area vasta (la nuova SS 131, la nuova SS 125, la litoranea per Villasimius, la nuova via San Paolo);

¹ dato rilevato dalla Centrale di Coordinamento della Mobilità del Comune di Cagliari.

- potenziamento nei nodi maggiormente congestionati attraverso svincoli “multilivello” (Is Pontis Paris, svincolo per il Policlinico, svincolo di via Peretti);
- realizzazione di importanti assi viari di scorrimento (completamento dell'Asse Mediano, potenziamento del Lungomare Poetto, realizzazione della strada arginale parallela al viale Marconi);
- realizzazione di parcheggi in struttura in centro, aggiuntivi e non sostitutivi della sosta su strada (parcheggio di via Amat, di via Regina Elena, di via Manzoni)

A questi si aggiungerà, a breve, la realizzazione della nuova SS 195 e la riqualificazione della SS 554.

Di contro, negli ultimi 20 anni si sono realizzati a favore del trasporto pubblico i seguenti interventi:

- la riqualificazione della linea ferroviaria ex FdS Cagliari-Monserrato in metro leggera² e il suo prolungamento con il Policlinico³ di oramai imminente apertura;
- l'elettificazione della tratta ferroviaria Monserrato-Settimo, la fermata RFI dell'aeroporto di S. Gilla;
- il sistema di infomobilità del CTM, il rinnovo della flotta degli autobus;
- la realizzazione di circa 800 metri di corsie preferenziali oltre al rifacimento delle esistenti.

I benefici, però, sono stati in gran parte vanificati dagli interventi attuati a favore delle auto.

Nonostante ciò, la tendenza ora sembra essersi invertita in quanto gli ultimi dati rilevati nel 2014 hanno mostrato un traffico in ingresso nel comune di Cagliari dell'ordine dei 167.000 veicoli/giorno, con una diminuzione del 3% (-5.000 veicoli) rispetto allo stesso dato rilevato nel 2013 e del 7,8% rispetto al primo dato disponibile nel 2008 (-14.250 veicoli). Difficile comprendere le ragioni di questo decremento che possono essere ascrivibili a più fattori, la crisi economica, che può aver prodotto una riduzione delle necessità di spostamento per motivo lavoro o la necessità di condividere l'auto con più persone, la nascita e/o lo spostamento di attrattori di traffico al di fuori del capoluogo⁴, le nuove politiche adottate dal comune di Cagliari in termini di regolamentazione della sosta.



Figura 2 - Traffico giornaliero medio feriale in ingresso a Cagliari relativo a tre mesi privi di festività significative. I valori nulli sono indicativi di rilievi non disponibili o incompleti (fonte: centrale della mobilità).

² di lunghezza pari a 6km e 300 metri.

³ di lunghezza pari a 1km e 700 metri.

⁴ ad esempio il progressivo spostamento delle facoltà e cliniche universitarie da sedi cagliaritane verso il polo di Monserrato, o l'espansione dei servizi nel comune di Sestu.

In questo scenario il trasporto pubblico urbano ha fatto comunque registrare un saldo positivo di passeggeri trasportati: i 35.441.418 passeggeri trasportati nel 2013 costituiscono un aumento del 2,0% rispetto ai passeggeri trasportati nel 2012 e del 3,3% rispetto a quelli trasportati nel 2011. Quanto di questo incremento sia ascrivibile alla crisi economica, che ha dirottato molti utenti verso scelte di spostamento più economiche, e quanto al miglioramento del trasporto pubblico su gomma è difficile stabilirlo. Certo è che i miglioramenti del trasporto pubblico fin qui realizzati, per quanto apprezzabili, non si ritiene possano aver sottratto grandi percentuali di utenza all'autovettura privata.

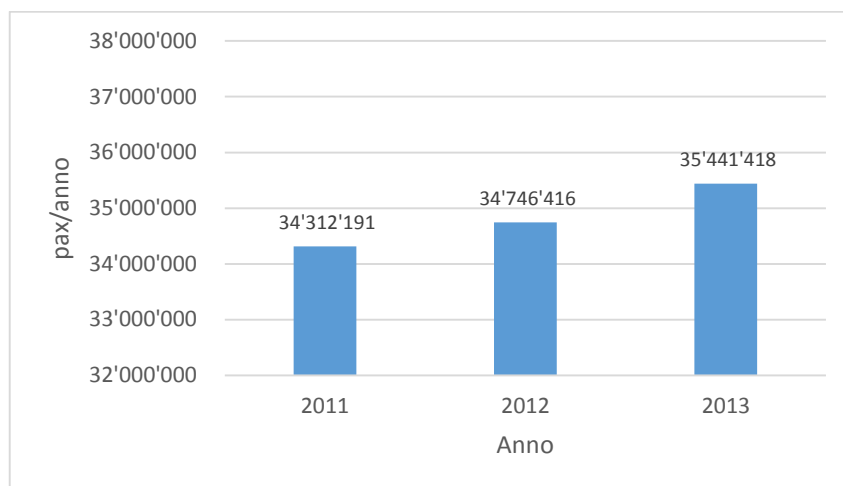


Figura 3 - Passeggeri trasportati dal trasporto pubblico urbano (fonte: CTM)

Le dinamiche della mobilità in un contesto urbanistico in evoluzione.

Quali che siano le ragioni e gli effetti quantitativi di ciascun fattore che può condizionare i flussi di mobilità, è indubbio che sia in corso uno spostamento della mobilità verso le aree di espansione urbanistica dei comuni dell'hinterland cagliaritano⁵, non più oggetto prettamente esclusivo di espansione residenziale, ma anche di servizi e luoghi di lavoro. Si pensi, in particolare, alla crescita del polo universitario e ospedaliero di Monserrato, alla crescita improvvisa delle attività commerciali e lavorative lungo la SS 131 in comune di Sestu, che ha determinato una crescita del traffico locale del 130% rispetto alla situazione pre-intervento, al consolidamento dell'area industriale di Elmas nei pressi dell'Aeroporto, alle dinamiche in atto nel comune di Uta (oltre che sede di espansione residenziale è sede del nuovo carcere in sostituzione di quello di Buoncammino). Tale espansione non è stata solamente frutto delle scelte urbanistiche di ogni singolo comune, ma è stata pesantemente favorita dai miglioramenti dell'accessibilità stradale che sono avvenuti nel corso di quest'ultimo ventennio e che hanno posto le basi affinché tale sviluppo potesse avvenire.

E questo fenomeno di spostamento della domanda verso aree facilmente accessibili con l'autovettura privata può essere favorito dalla contestuale implementazione delle politiche e degli interventi che mirano a disincentivare l'utilizzo dell'autovettura privata se questi vengono attuati, in maniera disomogenea, solo da alcuni Comuni (es. comune di Cagliari). Il rischio è che i comuni, come Cagliari, che intendano attuare politiche di mobilità sostenibile possano perdere domanda di trasporto a favore di altri facilmente raggiungibili dall'auto, generando un effetto di interazione territorio/mobilità/trasporti che favorisce uno sviluppo territoriale disperso, con un incremento dei costi di viaggio e una generazione di externalità ambientali insostenibili.

Per contrastare questo circolo vizioso è necessario implementare una rete di trasporto collettivo competitiva che garantisca accessibilità e confort di viaggio, che dia sostegno delle politiche di disincentivo dell'uso dell'auto e sia sufficientemente estesa da permettere uno sviluppo sostenibile a tutti i comuni dell'Area Vasta.

⁵ Ci si riferisce, in particolare, ai comuni lungo le direttrici della SS 195, SS 130 e SS 131.

3 Inquadramento dell'opera nei piani strategici

A fronte di una sostanziale concordanza tra le amministrazioni locali rispetto all'utilità della realizzazione di un sistema di trasporto collettivo urbano su ferro, non si riscontra una corrispondente omogenea pianificazione del sistema, come si evince dai diversi documenti strategici redatti nel passato nell'Area Vasta di Cagliari (Piano Regionale dei Trasporti, Piano Strategico di Cagliari e dell'Area Vasta, Piano Urbano della Mobilità). Questo è principalmente dovuto alla difficoltà di trovare una unanimità di pareri su alcuni degli itinerari strategici, in primo luogo quelli che interessano il comune di Cagliari, per i quali sono state proposte anche delle soluzioni in sotterranea onde evitare l'occupazione degli spazi in superficie da parte dell'infrastruttura, specie nella via Roma.

Questa discordanza di pareri ha fatto sì che l'accordo siglato nel 2008 tra Regione e comuni dell'area vasta cagliaritana non abbia previsto l'inserimento delle tratte di collegamento con i quartieri centrali della città di Cagliari. Tale opposizione è stata superata dall'attuale indirizzo di Giunta che, oltre ad averle inserita nel piano programmatico elettorale delle scorse elezioni amministrative, ha inserito le linee "centrali" nel Piano Strategico Comunale.

L'ipotesi di realizzare una rete urbana di trasporto collettivo su ferro al servizio dell'Area Vasta di Cagliari risale alla fine degli anni ottanta quando, a seguito dell'emanazione della Legge 910/86 finalizzata all'ammodernamento delle ferrovie concesse, furono elaborati i primi progetti da parte della Gestione Governativa delle Ferrovie della Sardegna, tra cui il collegamento tra Monserrato e la zona di San Paolo. Ma è nel Piano Regionale dei Trasporti del 1991 che compare per la prima volta in un documento di programmazione dei trasporti l'ipotesi di realizzare interventi innovativi di trasporto pubblico urbano (metropolitane leggere) per l'area metropolitana di Cagliari e per il sistema policentrico di Sassari, con l'obiettivo di riequilibrare la ripartizione modale degli spostamenti a favore del trasporto pubblico. Nel 1996 viene poi stipulato il primo accordo di programma⁶ per la *"realizzazione di un intervento infrastrutturale per l'area metropolitana di Cagliari finalizzato al miglioramento della mobilità ed individuato in una Metropolitana leggera di superficie"*. L'accordo prevedeva la realizzazione delle seguenti tratte:

1. Monserrato FdS-Motorizzazione Civile-variante Policlinico Università;
2. Monserrato FdS-Cagliari (Piazza Repubblica);
3. Motorizzazione Civile-Selargius Su Planu-Cagliari S.Avendrace, Piazza Matteotti;
4. Cagliari, Piazza Matteotti, Piazza Repubblica.

⁶ Accordo di Programma del 31 ottobre 1996 tra RAS, Provincia di Cagliari, Comune di Cagliari, Comune di Elmas, Comune di Monserrato, Comune di Selargius, Ferrovie della Sardegna, Ferrovie dello stato, CASIC.

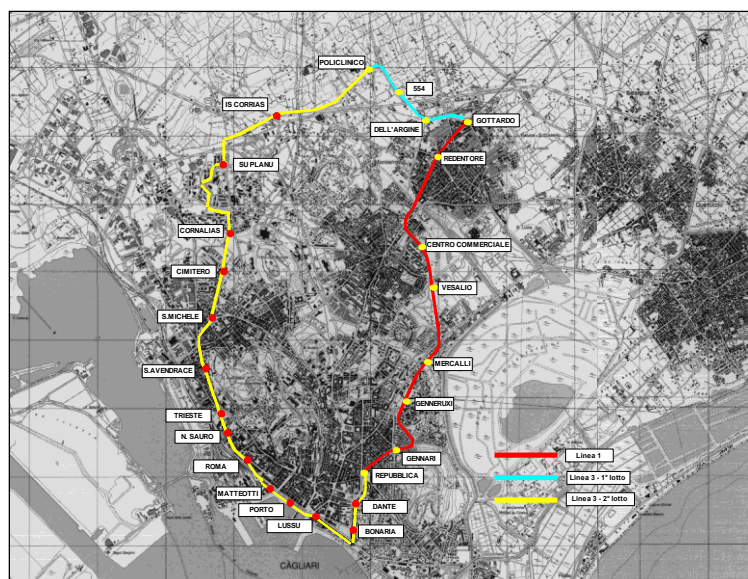


Figura 4 - Anello di metropolitana leggera inserita nell'accordo di Programma del 31 Ottobre 1996

L'obiettivo di riequilibrio modale nelle grandi aree urbane di Cagliari e Sassari, attraverso un sistema che garantisca spostamenti più veloci e affidabili garantiti da percorsi protetti e privilegiati, è stato poi confermato in tutti i successivi aggiornamenti del Piano Regionale dei Trasporti, la cui ultima edizione risale al 2008.

Il primo stadio avanzato di pianificazione della rete di metro leggera dell'Area Vasta di Cagliari è stato, invece, completato nel 2003, attraverso uno studio che la Provincia di Cagliari ha commissionato al Cirem dell'Università di Cagliari denominato "Studio della ristrutturazione dei servizi nell'Area Vasta di Cagliari". In tale studio è stata definita la prima rete complessa ed integrata a servizio dell'area vasta di Cagliari.

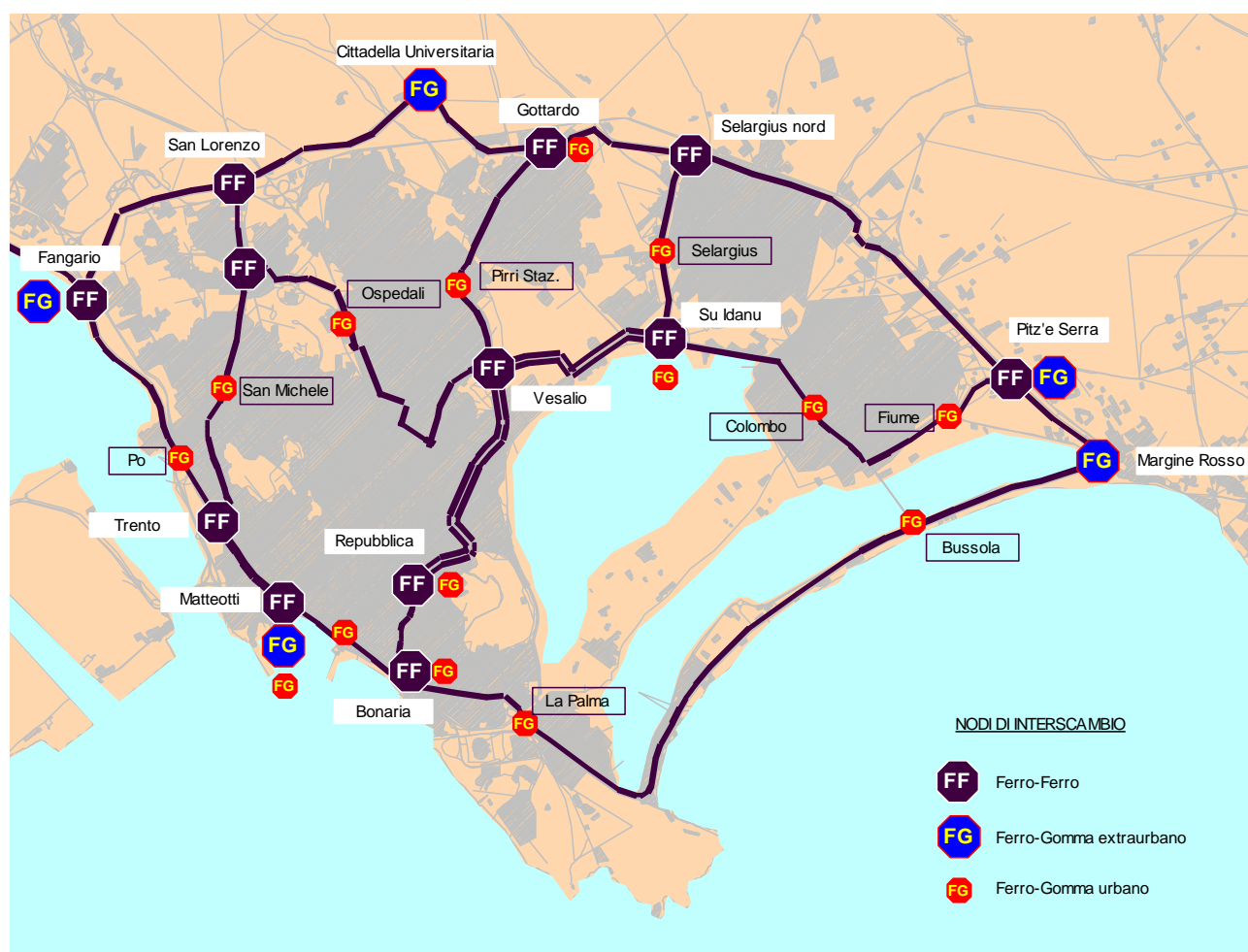


Figura 5 - Schema di rete su ferro del "Piano di ristrutturazione dei servizi dell'Area Vasta di Cagliari" (Studio CI-REM su incarico della Provincia di Cagliari - 2003)

3.1 PIANO REGIONALE DEI TRASPORTI (2008)

Il Piano Regionale dei Trasporti (approvato dalla giunta regionale nel 2008) individua nel sistema ferroviario la modalità più idonea a realizzare la rete portante del trasporto pubblico, non solo a livello regionale ma anche a livello delle aree metropolitane di Cagliari e Sassari. Relativamente all'area di Cagliari la Regione si è fatta promotrice dell'Accordo di Programma, stipulato nel mese di maggio 2008, tra la RAS, la Provincia di Cagliari e i Comuni dell'Area Vasta, avente ad oggetto l'approvazione della "Proposta progettuale per un sistema di metropolitana di superficie nell'Area Vasta di Cagliari", di cui la tratta esistente Repubblica-Gottardo e quella di prossima apertura Gottardo-Policlinico costituiscono parte integrante.

Il progetto prevede l'estensione della rete metropolitana di superficie attraverso la realizzazione delle seguenti linee:

1. linea Verde, che collega Quartu Sant'Elena con Cagliari;
2. linea Marrone, che collega la Linea Azzurra con la fermata Cornalias Brotzu;
3. linea Azzurra, che collega il Policlinico Universitario con il Quadrifoglio e l'aeroporto di Cagliari-Elmas;
4. linea Selargius, che collega la stazione Gottardo, tramite Linea Celeste per Settimo San Pietro, con la Linea Verde diretta a Cagliari;

5. linea Quartucciu, che collega il centro di Quartucciu con la linea verde per Cagliari, innestandosi sulla fermata del centro commerciale le Vele;
6. linea Gialla, che collega la Linea Blu con il comune di Sestu attraverso la Piana di San Lorenzo;
7. linea Celeste, che collega l'attuale linea in esercizio da Piazza Repubblica a Gottardo, con la stazione di Settimo San Pietro e da qui si dirama fino al comune di Sinnai. L'intervento prevede l'elettificazione del tracciato esistente e la realizzazione della linea da Settimo San Pietro a Sinnai, attraverso un percorso da concordare tra i due Comuni;
8. linea Poetto, che collega la Linea Verde all'altezza di Via San Benedetto, con Viale Colombo con il litorale del Poetto di Quartu Sant'Elena, sino a ricollegarsi con la stessa Linea Verde all'altezza della via Fiume.

L'intera rete delle linee di metropolitana di superficie è rappresentata attraverso lo schema sottostante.

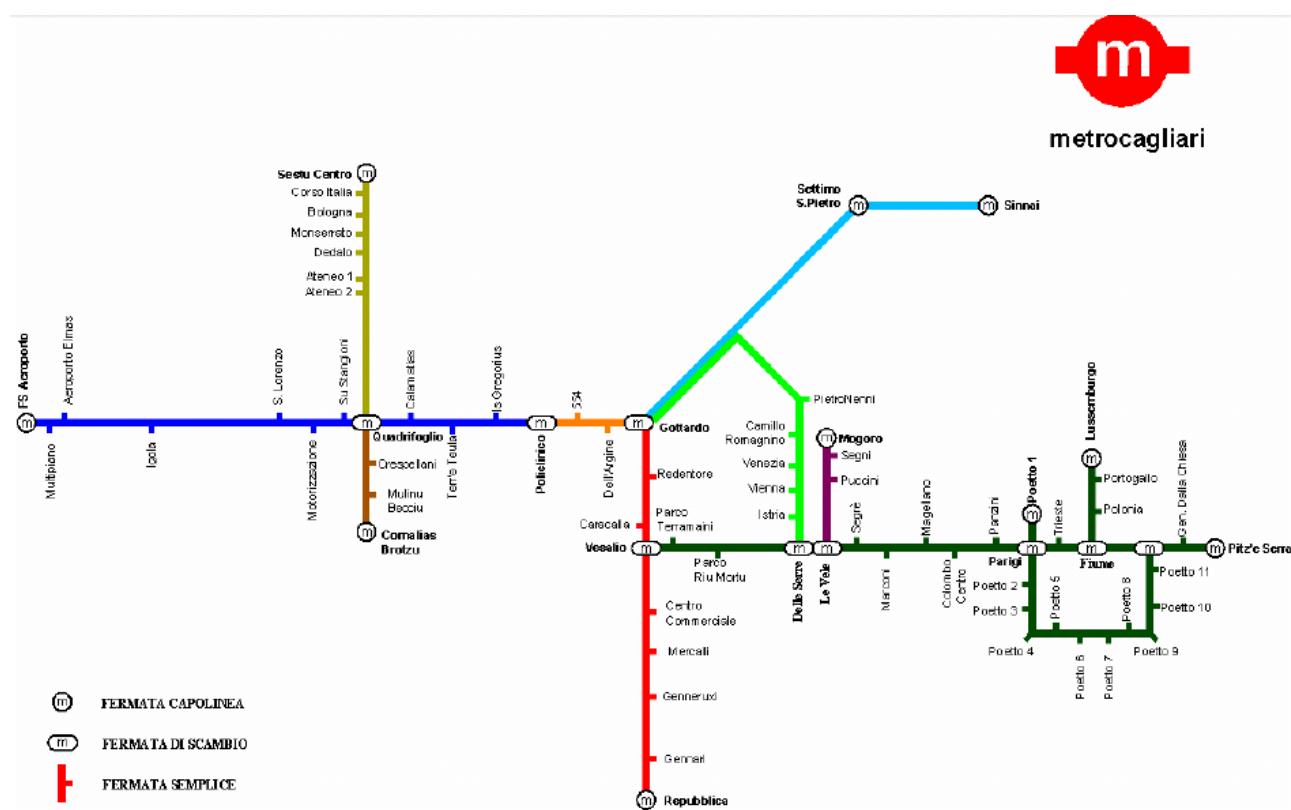


Figura 6 - Schema futuro della rete metrotranviaria integrata e interconnessa di Cagliari (fonte: PRT 2008)

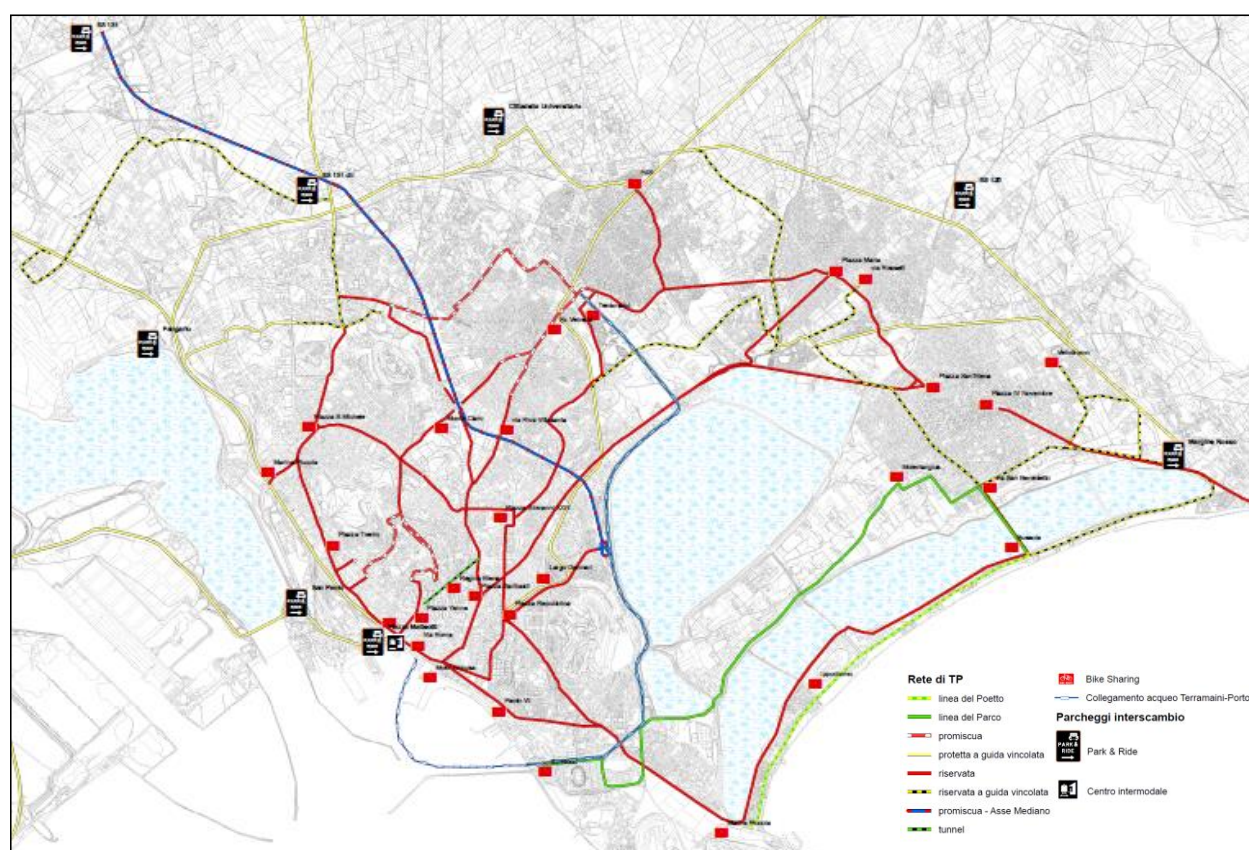
La rete individuata nel PRT non aveva previsto la realizzazione del collegamento Repubblica-Matteotti per il mancato accordo con il comune di Cagliari che, all'epoca, aveva scartato la tecnologia ferroviaria di superficie come possibile alternativa agli attuali servizi su gomma, ritenendo invece preferibile investire sulla realizzazione di una linea di metropolitana interrata di collegamento tra i comuni di Quartu-Quartucciu-Selargius-Monserrato e Cagliari⁷. Lo scenario odierno è, invece, mutato e l'attuale amministrazione ha inserito come prioritaria la realizzazione della tratta Repubblica-Matteotti come prosecuzione dell'attuale servizio su ferro.

⁷ Progetto MAVC (Metropolitana Area Vasta di Cagliari) proposto dal CTM.

3.2 PIANO URBANO DELLA MOBILITA' DI CAGLIARI

Il comune di Cagliari è dotato del Piano Urbano della Mobilità, approvato dal consiglio comunale nel Luglio del 2009. Il Piano della Mobilità individua come prioritario il miglioramento e soddisfacimento della mobilità per l'utenza debole costituita da pedoni, ciclisti e utenti del trasporto pubblico e il recupero degli spazi oggi occupati indiscriminatamente dai veicoli privati in circolazione e sosta. Il PUM di Cagliari, in accordo con le direttive nazionali e comunitarie, individua nel trasporto collettivo la modalità di trasporto su cui puntare per sviluppare la mobilità urbana, essendo la più idonea a coniugare accessibilità e sostenibilità. A tal fine, il piano ha individuato la rete portante del trasporto pubblico in tutta l'Area Vasta di Cagliari⁸ basata su 78 km di linee a guida vincolata (tipo metropolitana leggera e tranvia), recependo lo schema dell'accordo di programma del 2008, tra la RAS e i comuni interessati, e su una rete di 68 km di linee su gomma, da realizzarsi prevalentemente su corsie preferenziali. A supporto dell'intermodalità con l'autovettura privata, sono stati inoltre individuati 12 parcheggi di interscambio destinati all'utenza proveniente dall'esterno dell'area conurbata.

Il Piano Urbano della Mobilità non riporta il collegamento su ferro Repubblica-Matteotti non per ragioni di tipo trasportistico, ma perché la scelta dell'amministrazione del momento aveva individuato nella soluzione su gomma quella più compatibile, dal punto di vista tecnologico e intrusivo, con il corridoio di via Roma. Tale visione è stata superata dall'attuale amministrazione dando seguito alle dichiarazioni programmatiche di legislatura⁹. A tal fine il collegamento Repubblica-Matteotti è stato inserito nel Piano Strategico Intercomunale¹⁰ ad integrazione della rete di metropolitana leggera approvata nell'accordo di programma 2008.



⁸ Il Piano Urbano della Mobilità di Cagliari è stato sviluppato all'interno del Piano Strategico intercomunale dell'Area Vasta di Cagliari.

⁹ Ad ulteriore conferma della convergenza sulla soluzione metro leggera si evidenzia che, durante la campagna elettorale, anche le altre candidature avevano manifestato l'intenzione di fondare su questo sistema il sistema portante del trasporto pubblico.

¹⁰ Documento approvato il 10 settembre 2012 dal "forum dei sindaci" dell'Area Vasta di Cagliari.

Il Piano Urbano della Mobilità non è stato al momento aggiornato ma la volontà di realizzare il collegamento Repubblica-Matteotti oltre ad altre linee aggiuntive nel comune di Cagliari, è stata espressa nell'aggiornamento del Piano Strategico Intercomunale dell'Area Vasta di Cagliari (vd. paragrafo successivo).

3.3 PIANO STRATEGICO INTERCOMUNALE DELL'AREA VASTA DI CAGLIARI

Il Piano Strategico Intercomunale dell'Area Vasta di Cagliari¹¹, adottato dal Comune di Cagliari il 25 Settembre 2012, individua la Metropolitana di Superficie di Area Vasta come sistema prioritario da realizzare all'interno della rete dei trasporti urbana. Lo schema di rete, adottato come riferimento del Piano Strategico Intercomunale, è quello riportato nell'Accordo di Programma¹² sottoscritto nel 2008, a cui sono state aggiunte ulteriori linee: il collegamento Repubblica-Matteotti, oggetto del presente studio, la linea del Poetto di Cagliari, la linea per Capoterra Sarroch, Villa San Pietro e Pula.

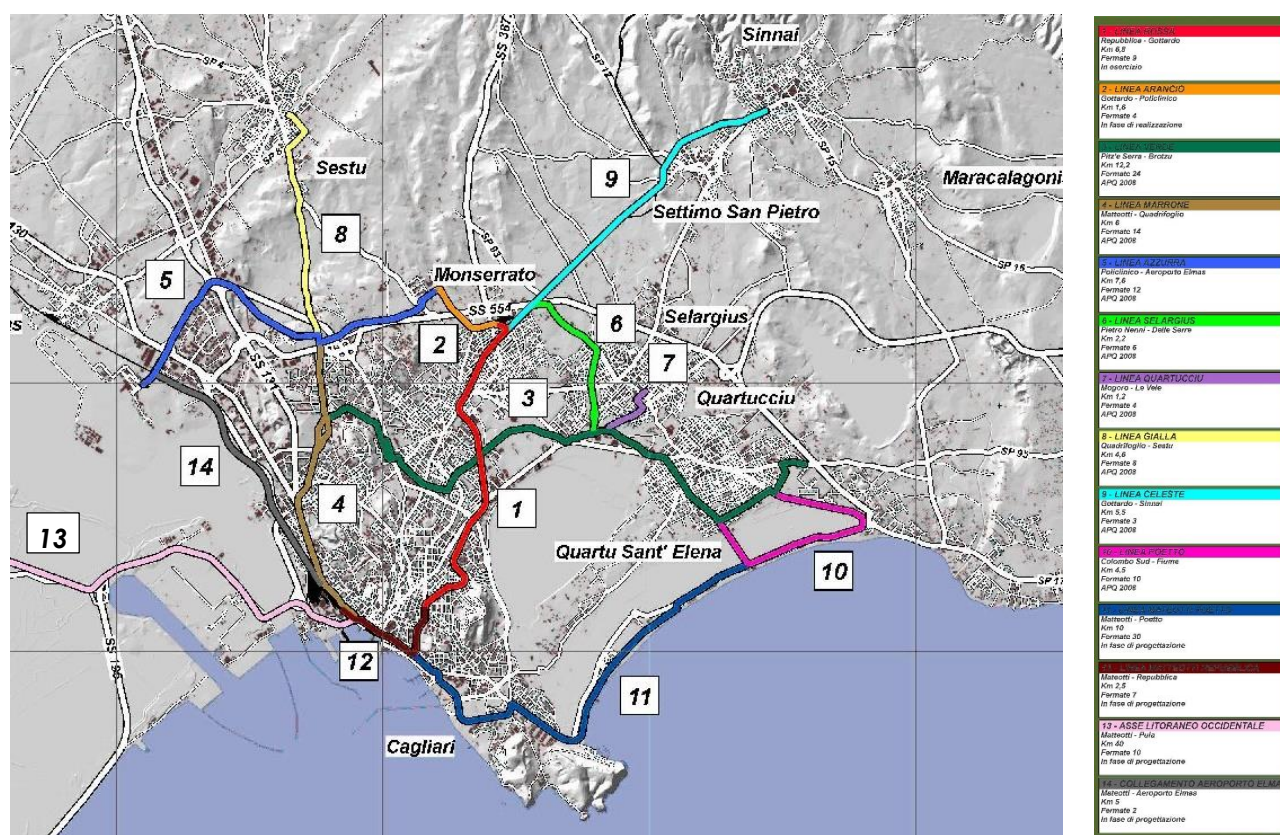


Figura 7 - Rete di metropolitana del Piano Strategico Intercomunale (fonte: Piano Strategico Intercomunale)

¹¹ Approvato il 10 settembre 2012 dal forum dei 16 Sindaci (Assemini, Cagliari, Capoterra, Decimomannu, Elmas, Maracalagonis, Monserrato, Pula, Quartu S.Elena, Quartucciu, Sarroch, Selargius, Sestu, Settimo S.Pietro, Sinnai, Villa S.Pietro) e dal Presidente della Provincia di Cagliari.

¹² "Progetto preliminare di un sistema di metropolitana di superficie nell'area vasta di Cagliari" – sottoscritto da Regione Autonoma della Sardegna, Provincia di Cagliari e i Comuni di Cagliari, Elmas, Maracalagonis, Monserrato, Quartu S.Elena, Quartucciu, Selargius, Sestu, Settimo S.Pietro, Sinnai.

4 Lo studio di fattibilità D'Appolonia

A seguito della firma dell'Accordo di Programma del 2008, la Regione Autonoma della Sardegna ha commissionato uno studio di fattibilità per valutare la convenienza economico-finanziaria della realizzazione della metro leggera proposta. Lo studio è stato aggiudicato, a seguito di procedura di gara, all'associazione di imprese D'Appolonia-IZI ed è stato completato nel 2011. Il capitolato pre-stazionale ha richiesto l'analisi della rete individuata dal CIREM¹³ di cui solo una parte delle linee sono state inserite nell'accordo di Programma del 2008.

Lo studio ha analizzato 6 diversi scenari considerando singolarmente le diverse linee in un contesto in cui 3 linee, la linea ROSSA (Repubblica-Gottardo), la linea ARANCIO (Gottardo-Policlinico) e la linea CELESTE (Gottardo-Settimo San Pietro), costituissero lo scenario di base in quanto certe di essere realizzate¹⁴.

Le linee aggiuntive, rispetto all'Accordo di Programma, analizzate nello studio di fattibilità sono la linea Vesalio-Brotzu, la linea Repubblica-Matteotti (oggetto del presente studio) e la linea Matteotti-Cornalio/Brotzu. Queste tre linee costituiscono un anello denominato nello studio con la sigla AC2. Esse sono funzionali a risolvere due criticità evidenti caratterizzanti la rete dell'accordo di programma del 2008 tra cui la "bassa penetrazione nel centro urbano di Cagliari" e la "mancata connessione alla rete ferroviaria RFI".

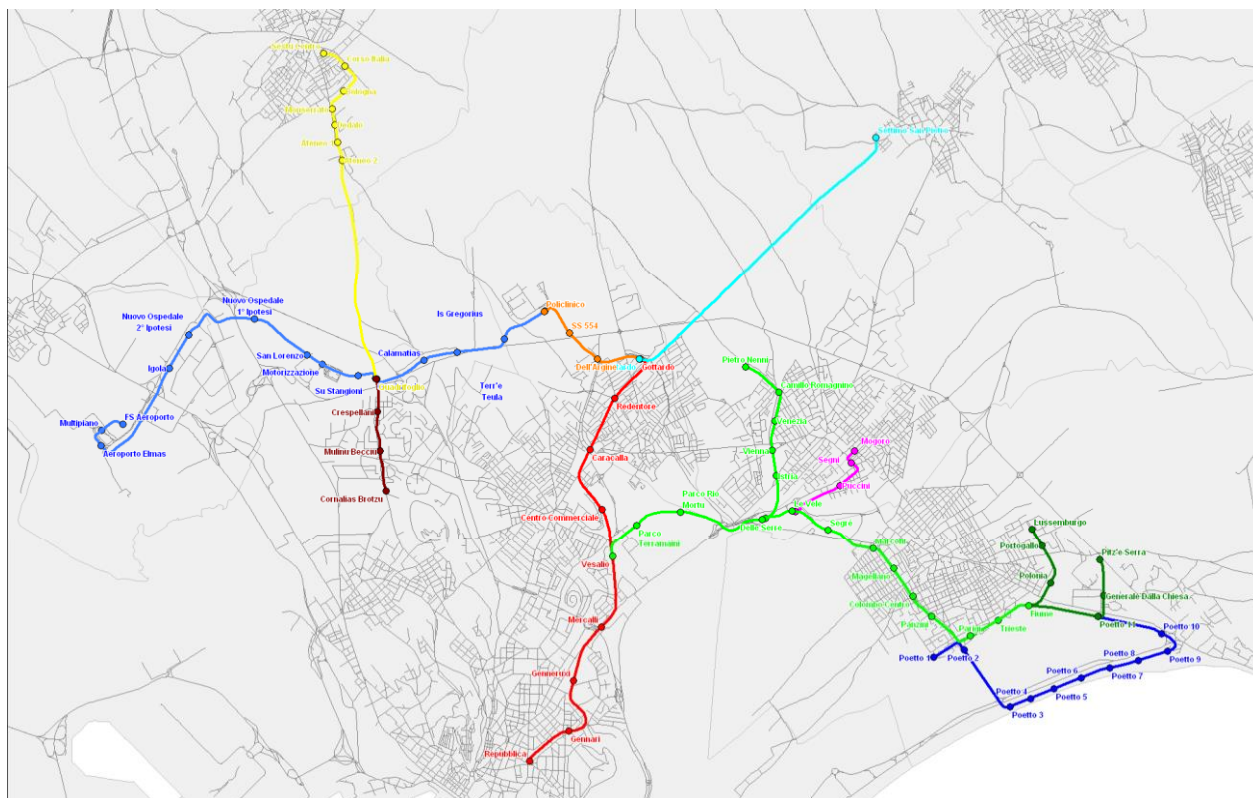


Figura 8 - La rete di metropolitana leggera dell'Accordo di Programma del 2008 (fonte dell'immagine: studio di fattibilità RAS – RTI D'Appolonia-IZI)

¹³ Centro Interuniversitario Ricerche Economiche e Mobilità dell'Università di Cagliari e Sassari.

¹⁴ All'epoca dello studio, la linea Rossa (Repubblica-Gottardo) era già in servizio, mentre quella Arancio (Gottardo-Policlinico) e Celeste (Gottardo-Settimo) in fase di appalto dei lavori.

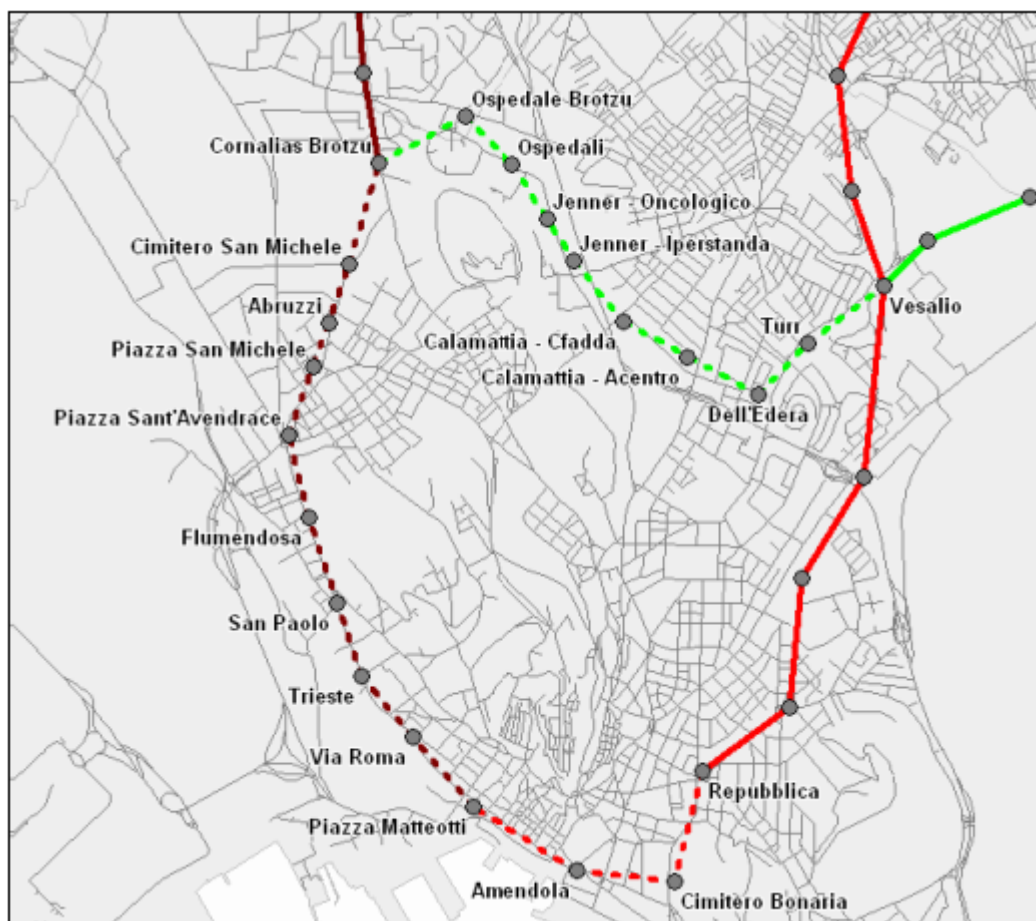


Figura 9 - Anello Centrale di Cagliari aggiuntivo rispetto alla rete dell'Accordo di Programma 2008 (fonte dell'immagine: studio di fattibilità RAS – RTI D'Appolonia-IZI)

Le conclusioni dello studio di fattibilità di D'Appolonia evidenziano che non tutti gli scenari analizzati sarebbero convenienti. Gli scenari più convenienti risultano essere:

- Scenario 2: che prevede rispetto allo scenario di base¹⁵, la realizzazione della linea Verde (Vesalio-Fiume-Pitz'e Serra)
- Scenario AC2: che prevede, rispetto allo scenario di base, la realizzazione dell'anello centrale di Cagliari costituito dalla linea Repubblica-Matteotti e dalla linea Matteotti-Cornalias/Brotzu, il suo prolungamento verso il Quadrifoglio e la realizzazione della linea Verde (Vesalio-Fiume-Pitz'e Serra).

Non risulterebbe, invece, conveniente realizzare alcune linee tra cui la linea Policlinico-Aeroporto (Linea Blu), la linea per Sestu (Linea Gialla), le linee di diramazione dalla Linea Verde verso Selargius e Quartucciu, la diramazione Fiume-Lussemburgo (Quartu S.Elena) e la linea per il Poetto di Quartu (linea viola).

¹⁵ Costituito dalla linea Rossa (Repubblica-Gottardo), la linea Arancio (Gottardo-Policlinico), la linea Celeste (Gottardo-Settimo San Pietro).

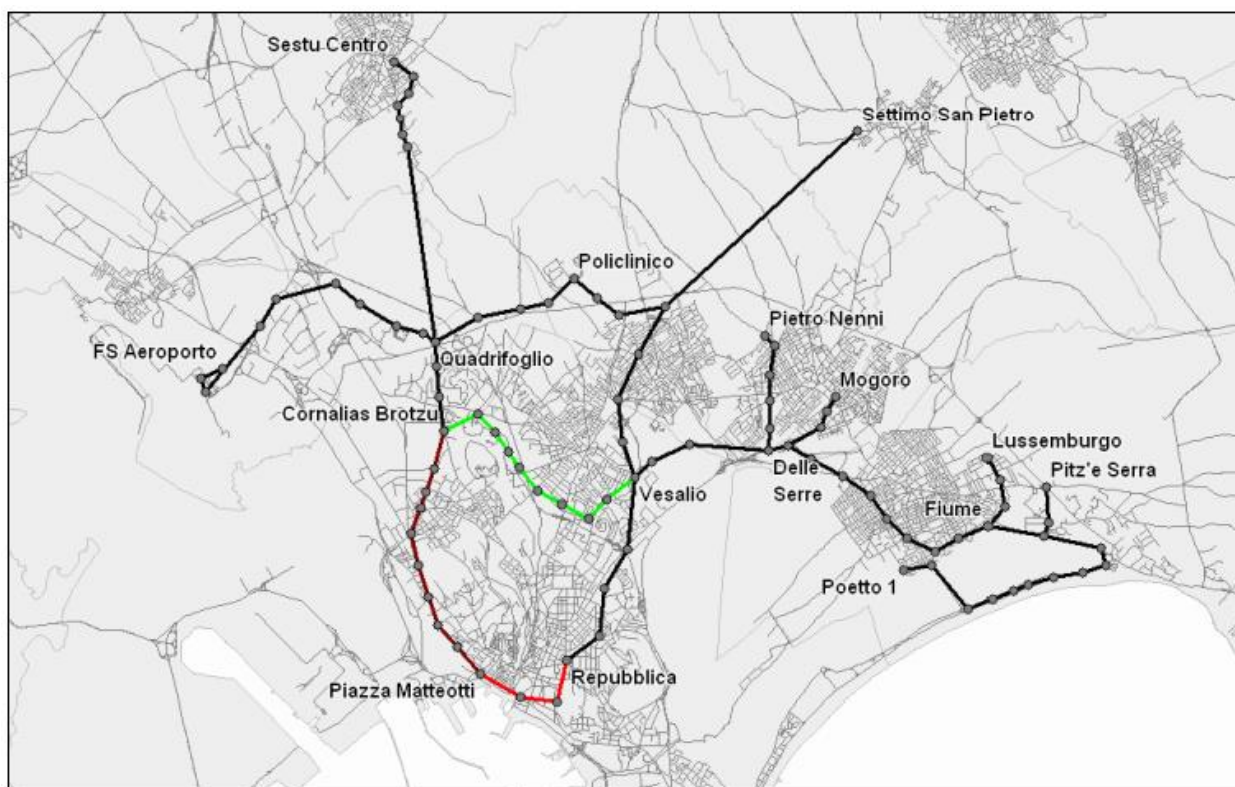


Figura 10 - La rete completa dell'Accordo di Programma 2008 unitamente all'anello centrale di Cagliari non è risultata conveniente per lo studio di fattibilità RAS – RTI D'Appolonia-IZI.

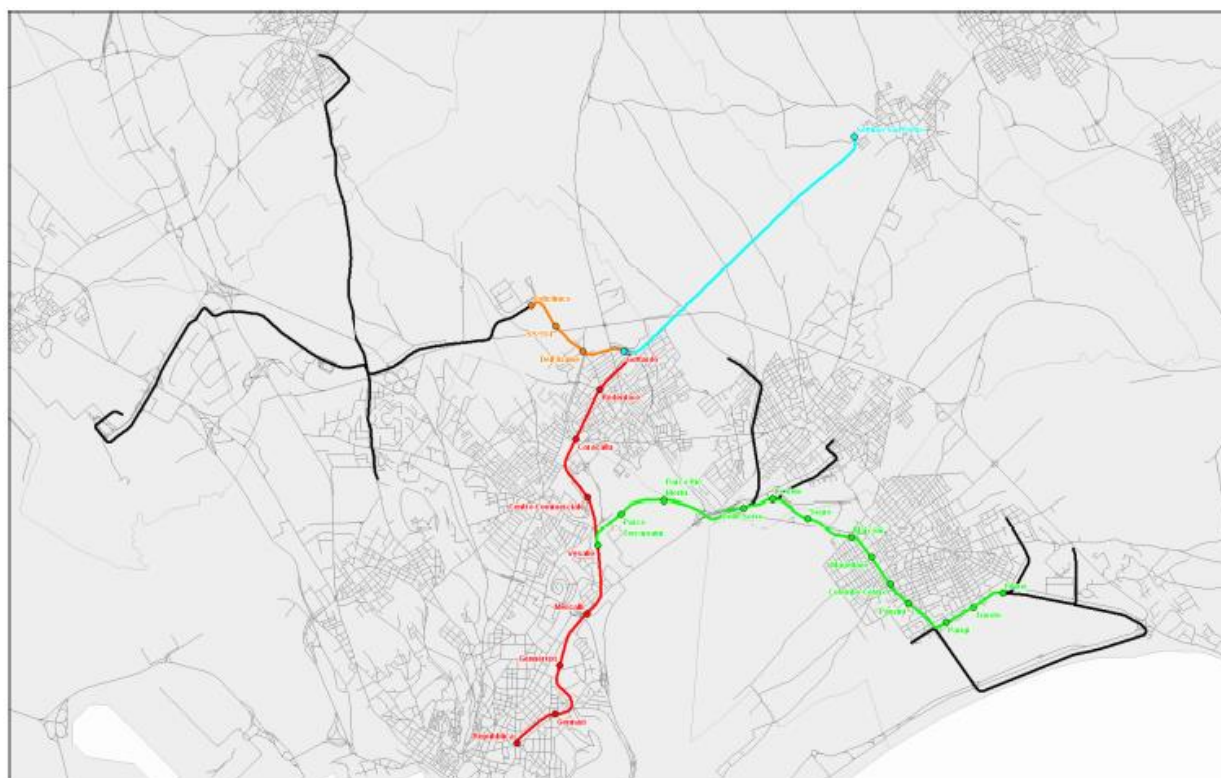


Figura 11 - La soluzione più conveniente dal punto di vista economico risultante dallo studio di fattibilità RAS è quella che prevede la realizzazione della sola linea Verde (Vesalio-Fiume) con eventuale prolungamento per Pitz'e Serra, come estensione dello scenario di base (invariante) costituito dalle linee Rossa (Repubblica-Gottardo), Arancio (Gottardo-Policlinico) e Celeste (Gottardo-Settimo San Pietro).

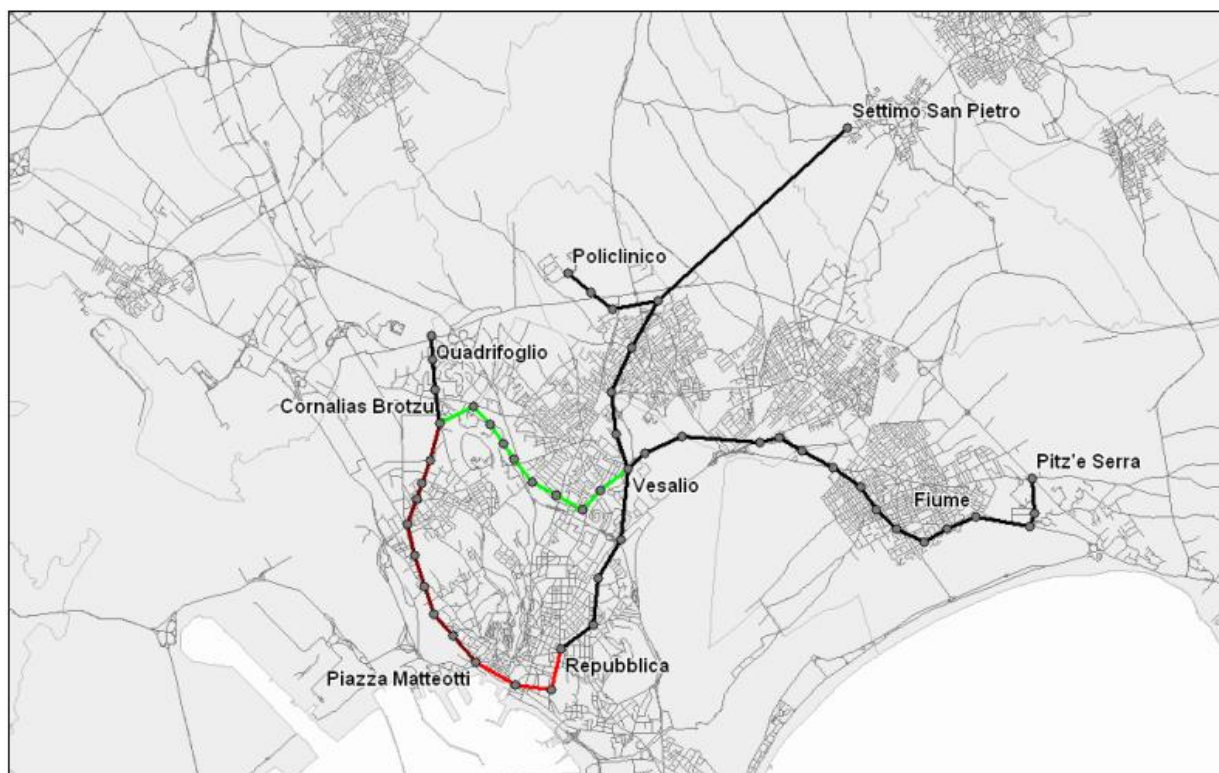


Figura 12 - La configurazione della rete definita "ottimale", in relazione alle esigenze di incontro tra le risultanze economiche e gli obiettivi politici, prevede la realizzazione dell'anello cagliaritano (fonte: studio di fattibilità RAS – RTI D'Appolonia-IZI)

La tratta Repubblica-Matteotti, oggetto del presente studio, costituisce un importante lotto della rete "ottima" e, nonostante non sia stata analizzata come linea a sé stante, può ritenersi a tutti gli effetti "fattibile" dal punto di vista economico-finanziario, perché parte integrante di una rete valutata come "conveniente da realizzare e dotato di una sua funzione propria" (il collegamento dell'attuale linea Rossa con il centro commerciale e direzionale della via Roma e il nodo intermodale di Piazza Matteotti).

5 L'attuale servizio di trasporto urbano

Il servizio di trasporto pubblico urbano della città di Cagliari e dei comuni contermini di Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Monserrato, Selargius, Elmas, Assemini e Decimomannu è costituito, in prevalenza, da servizi su gomma gestiti dal CTM (Consorzio Trasporti e Mobilità)¹⁶ e da una linea di trasporto su ferro, tipo metropolitana leggera, gestita da ARST (ex - Ferrovie della Sardegna¹⁷). Il servizio CTM viene svolto mediante autobus e filobus, si sviluppa su una rete di circa 432¹⁸ km composta da 31 linee¹⁹ e, complessivamente, produce 12,5 milioni di bus*chilometro (circa 34.500 nel giorno feriale invernale scolastico utilizzando 430 conducenti distribuiti in 3.240 corse²⁰). Lungo tutta la rete sono ubicate 971 fermate, di cui 106 dotate di pensiline. Tutte le fermate sono dotate di palina riportante l'indicazione delle linee transittanti, dei percorsi seguiti e dell'intervallo di passaggio dei mezzi e 282 sono dotate di paline intelligenti che indicano gli orari previsti di passaggio dei mezzi alla fermata.

¹⁶ Società per azioni a totale capitale pubblico (Comune di Cagliari 67,5%, Provincia di Cagliari 25%, Comune di Quartu S. Elena 7,5%)

¹⁷ Società per Azioni con socio unico (Regione Autonoma della Sardegna)

¹⁸ Lunghezza totale delle linee. La lunghezza del grafo di rete è di 299 km (fonte: Bilancio di sostenibilità 2012, CTM)

¹⁹ A cui si aggiungono ulteriori 4 corse al servizio del Poetto durante il periodo estivo

²⁰ Fonte: Bilancio Sociale CTM 2012

Le paline intelligenti fanno parte di una piattaforma telematica che CTM e Comune di Cagliari hanno implementato per la gestione e il controllo del trasporto collettivo e privato, capace di migliorare le prestazioni di tutto il sistema dei trasporti e, in particolare, di quello collettivo (migliore regolarità del servizio, aumento delle velocità commerciali, ecc.), nonché l'informazione all'utenza sia a bordo dei mezzi che in prossimità delle fermate (paline informative a messaggio variabile).



Il servizio CTM viene erogato 365 giorni all'anno, con inizio alle quattro del mattino e termine 50 minuti dopo la mezzanotte, ed è strutturato in servizio invernale, dal 15 Settembre al 30 Giugno, ed estivo, dal 1 Luglio al 14 Settembre. Durante il periodo estivo il servizio per la spiaggia del Poetto viene rafforzato sia con l'incremento delle frequenze sulle linee in esercizio tutto l'anno sia con l'attivazione di quattro linee stagionali (3P, 9P, PN, 11). La struttura viene completata con appositi servizi in occasione di festività nazionali (Pasqua, Natale e Capodanno), quello dedicato a particolari categorie di utenti (lavoratori e studenti) e quello attivato in occasione di manifestazioni particolari (fiere, manifestazioni sportive, artistiche, ecc.). I servizi invernale ed estivo sono differenziati nei giorni feriali, nei sabati e nei festivi. In particolare, nei giorni feriali il servizio è massimo, il sabato subisce una lieve diminuzione mentre nei giorni festivi il servizio vede una consistente restrizione con l'aumento generale delle cadenze e l'interruzione di alcune linee. Inoltre, alcune linee hanno una ulteriore differenziazione per giorni della settimana.

Durante alcune giornate del periodo estivo vengono inoltre istituite due linee notturne, la Notte Rossa e la Notte Blu, con frequenza di 30 minuti e con le quali è possibile sia spostarsi in città che raggiungere il Poetto.

E' inoltre attivo il servizio "Amico Bus", servizio a chiamata del tipo "porta a porta", dedicato a coloro che non possono utilizzare il trasporto pubblico di linea (disabili, invalidi civili, ultra 65enni non autosufficienti, persone con limitazioni psico-fisiche, ecc.). Il servizio è operativo dal lunedì al venerdì dalle 7:30 alle 20:00 e il sabato dalle 7:30 alle 14:00 e vede l'impiego di veicoli corti della tipologia "Pollicino", adeguatamente attrezzati. L'accesso al servizio avviene attraverso una prenotazione da effettuarsi nella mattina del giorno prima l'utilizzo del servizio mediante contatto telefonico o via web.

La struttura della rete, a "linee di desiderio", si fonda sul principio di soddisfare la domanda di trasporto minimizzando il numero di rotture di carico. Tale disegno, nel caso di Cagliari, da una lato garantisce che al massimo con due linee si possa raggiungere quasi tutto il territorio servito, dall'altro dà luogo, talvolta, a elevati tempi di percorrenza per via della configurazione lunga e tortuosa di alcune linee.

Il servizio è variabile nelle diverse fasce orarie (fatta esclusione delle linee meno frequenti in cui rimane costante), massimo nelle ore di punta del mattino ed essenziale nelle ore serali. Di seguito si riporta l'elenco delle linee con i capilinea e la valutazione del livello di servizio (LdS) in termini di disponibilità (frequenza e ore di servizio), secondo le misure del Transit Capacity and Quality of Service Manual edito dal Transportation Research Board del National Research Council. Per il LdS relativo alla frequenza si è indicato il valore massimo e quello minimo riscontrato nell'intervallo orario 7:00-21:00.

Linea	Capilinea	Feriali			Festivi		
		Frequenza LdS (max)	Frequenza LdS (min)	Ore di servizio LdS	Frequenza LdS (max)	Frequenza LdS (min)	Ore di servizio LdS
1	Ospedale Brotzu - Via F. Gioia	A	A	A	B	C	A
3	Quartiere del Sole - p.zza dei Castellani	A	B	A	C	C	A
5	parco San Michele- via Vergine Lluç	A	B	B	-	-	F
6	Via Schiavazzi - Via Andorra	A	C	B	C	C	B
7	p.zza Yenne - p.zza Yenne	D	D	C	D	D	C
8	P.zza Matteotti - Policlinico	B	B	B	D	D	B
9	Cagliari - Decimomannu	A	C	B	D	E	B
10	P.zza Trento - Osp. Binaghi	B	C	B	C	D	C
13	via dei Giudicati - via dei Giudicati	C	D	B	D	D	B
16	P.zza Giovanni - M.C.T.C.	D	E	E	-	-	F
17	Monerrato Stazione FdS - via Gallus Selargius	E	E	C	-	-	F
18	via Chiaramonti - via Chiaramonti	D	E	E	-	-	F
19	Assemini - Quartu	D	E	C	-	-	F
20	viale Buoncammino - via Aresu	B	C	C	C	E	B
29	viale La Plaia - Policlinico Universitario	C	E	C	-	-	F
30	P.zza Matteotti - P.zza Matteotti	B	B	A	-	-	F
31	P.zza Matteotti - P.zza Matteotti	B	C	B	-	-	F
40	via Brigata Sassari - via Brigata Sassari	B	C	B	-	-	F
41	via Brigata Sassari - via Brigata Sassari	B	C	B	-	-	F
M	P.zza Matteotti - Via S. Gottardo	A	A	A	B	C	B
PF	p.zza Matteotti - Flumini	C	E	B	D	E	B
PQ	p.zza Matteotti - p.zza IV Novembre	D	E	B	D	E	B
QS	via D.Deliperi - via Montecristo	D	E	B	D	D	B
QSA	Cittadella Univers. - via Fiume	C	E	D	-	-	F
QSB	via D.Deliperi - Via Fiume	D	E	D	-	-	F
1Q	via Brigata Sassari - Terra Mala	D	E	C	D	E	C
2Q	via Brigata Sassari - Flumini	E	E	C	E	E	C
1 Liceo di Quartu	via Brigata Sassari - Liceo Quartu (suppl. scolastico)	D	E	F	-	-	F
2 Liceo di Quartu	Liceo Quartu (suppl. scolastico) - Flumini	E	E	F	-	-	F
Navetta CEP	P.zza Pitagora Mercato San Benedetto NAVETTA CEP	-	-	F	-	-	F
Navetta Giorgino	P.zza Matteotti - Giorgino	D	D	B	-	-	F
5-11	Parco San Michele - Calamosca	-	-	F	D	C	B
30R	P.zza Matteotti - P.zza IV Novembre	-	-	F	C	C	A

Tabella 1 - Servizi Urbani - Livelli di Servizio

Le velocità commerciali delle diverse linee sono variabili, minori per le linee che si sviluppano in ambito urbano e maggiori per quelle che percorrono anche tratte suburbane. Ciò è dovuto all'effetto negativo della congestione veicolare che condiziona fortemente i tempi di percorrenza dei mezzi pubblici che transitano perlopiù in sedi condivise con gli altri veicoli (scarsa presenza di corsie riservate).

La velocità commerciale varia tra 13 e 31 km/h. I valori più bassi si registrano per le linee più importanti: 8 (Matteotti – Policlinico), M (Matteotti – Monserrato), 10 (Binaghi – Trento), 1 (Brotzu – Gioia), 3 (S. Michele – Q. del Sole), con velocità commerciali inferiori a 17 km/h. I valori più alti, invece, si registrano per le linee 9 (Decimomannu - Cagliari) e PQ (Matteotti- Quartu S.Elena), con velocità vicine ai 25 km/h e per la linea PF (Matteotti - Flumini), che raggiunge una velocità commerciale di circa 30 km/h.

Le principali criticità del sistema (basse velocità commerciali, irregolarità del servizio, ecc.) sono da ricondursi soprattutto all'assenza di una rete di forza, costituita da una o più linee che si sviluppino, totalmente o per la gran parte, in sede riservata e protetta capace di mitigare gli effetti negativi che la congestione veicolare trasmette al sistema.

A questo si aggiungono il basso comfort alle fermate, i percorsi lunghi e tortuosi delle linee (tipici dello schema a linee di desiderio) e le insufficienti informazioni fornite all'utenza.



Figura 13 - Mappa della rete dei servizi CTM (fonte carta della mobilità CTM spa - 2012)

5.1 ANALISI DEI FLUSSI DI PASSEGGERI NELL'AREA CONURBATA

I servizi urbani soddisfano oltre 34 milioni di viaggiatori/anno (93.000/giorno, dati CTM).

Per l'analisi dei flussi di traffico passeggeri sulle singole linee, in assenza di dati forniti dall'azienda, si è fatto riferimento al database in possesso dell'Università di Cagliari relativo ai transiti nell'ora di punta del mattino, stimati attraverso un modello di simulazione di traffico sulla base della matrice Origine/Destinazione dell'area vasta di Cagliari.

Dalla distribuzione dei flussi si riconosce il forte potere attrattore esercitato da Cagliari nei confronti dei comuni contermini. Infatti, i volumi passeggeri registrati lungo i principali assi sono fortemente squilibrati, con elevati valori in ingresso al capoluogo e modesti in uscita.

In particolare, i principali corridoi di accesso sono risultati il viale Marconi (sul quale transitano le linee 30 e 31), il viale Elmas (linea 9) e la via Italia (linee M, 8, QS e 19), in corrispondenza dei quali si sono registrati flussi prossimi ai 900 passeggeri/ora nella direzione in ingresso a Cagliari e valori compresi tra 100 e 300 passeggeri/ora nella direzione in uscita.

Tra gli assi interni all'area urbana i più frequentati risultano via Roma, con oltre 2.000 passeggeri/ora nei due versi, via Is Mirrionis (circa 1.800 pax/h), via San Benedetto (1800 pax/h), via Sant'Avendrace (1.500 pax/h) via Sonnino (1.300 pax/h) e via Dante (1.000 pax/h).

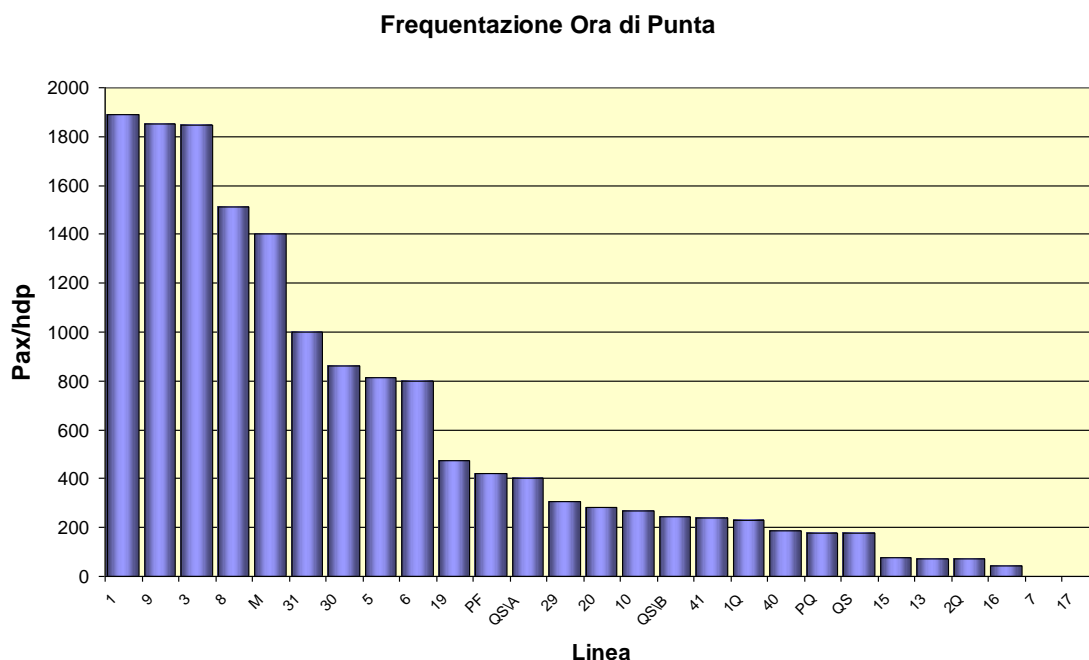
Sensibilmente meno frequentati risultano i collegamenti a servizio delle aree periferiche sud-orientali (Sant'Elia, Calamosca e Poetto) e nord-occidentali (Mulinu Becciu e Barracca Manna).

Relativamente ai movimenti passeggeri ai nodi, i volumi più importanti sono stati registrati in piazza Matteotti, piazza San Michele, piazza Giovanni XXIII e viale Ciusa.

Per quanto riguarda la frequentazione passeggeri delle diverse linee, valori importanti si registrano sulle linee 1 (Ospedale Brotzu-via F.Gioia), 9 (Cagliari-Decimomannu) e 3 (Quartiere del Sole-piazza

dei Castellani), con un numero di incarrozzati vicino ai 1.900 passeggeri/ora; secondariamente risultano frequentate le linee 8 (piazza Matteotti-Policlinico) e M (piazza Matteotti-via S.Gottardo), con valori prossimi ai 1.500 passeggeri/ora e le linee 30 (piazza Matteotti-Selargius-Quartu S.Elena-piazza Matteotti) e 31 (piazza Matteotti-Quartu S.Elena-Selargius-piazza Matteotti), con valori vicini ai 1.000 passeggeri/ora.

Il grafico che segue riporta, per ciascuna linea, la frequentazione dei passeggeri nell'ora di punta del mattino.



5.2 CRITICITÀ DEL SISTEMA DEL TRASPORTO PUBBLICO

La quota di mercato del trasporto pubblico nell'area di studio risulta mediamente pari al 17%.

La scarsa attrattività del trasporto pubblico nei confronti dell'auto può essere messa in relazione ad alcune criticità del sistema riconducibili in gran parte alla mancanza di integrazione fisica, funzionale e tariffaria tra i diversi vettori. Questo, purtroppo, comporta un aggravio dei costi di viaggio quali ad esempio: l'incremento dei tempi di attesa in corrispondenza delle eventuali rotture di carico, l'incremento delle distanze percorse a bordo dei veicoli dovute ai percorsi lunghi e tortuosi delle linee (tipici dello schema a linee di desiderio), l'eventuale incremento dei costi tariffari dovuti all'acquisto di nuovi titoli di viaggio e il disagio subito dagli utenti in prossimità dei nodi di interscambio (fermate non attrezzate). Inoltre, l'assenza di integrazione non consente agli utenti del trasporto pubblico di avere una visione unitaria dell'intero sistema e pertanto di utilizzarne a pieno le capacità.

In sintesi, tra le maggiori criticità riscontrate emergono:

- assenza di sistema;
- assenza di integrazione fisica, funzionale e tariffaria;
- carenza di centri di interscambio modale e di servizio;
- rete a struttura radiale di connessione carente nei collegamenti trasversali;
- presenza di sovrapposizione fra linee e vettori;
- scarsi servizi informativi all'utenza;
- basse velocità commerciali (promiscuità tra i veicoli privati e pubblici);
- basso comfort alle fermate;

- offerta rigida orientata prevalentemente al soddisfacimento della domanda pendolare.

6 Analisi di accessibilità e la domanda potenziale

La tratta di metropolitana leggera in progetto collega piazza Matteotti e piazza Repubblica lungo un itinerario di 2,5 km dove sono localizzati, oltre a numerose attività economiche e servizi, i principali nodi del sistema dei trasporti di livello urbano e regionale. La realizzazione della nuova tratta amplierà il bacino di utenza potenziale della linea esistente piazza Repubblica - Monserrato (Gottardo), a cui si aggiungerà a breve l'estensione da Gottardo al Policlinico – Cittadella Universitaria.

L'itinerario previsto per il collegamento tra Piazza Repubblica e Piazza Matteotti/Stazione coincide per la gran parte con il corridoio di confluenza delle più importanti linee di trasporto urbano esercito oggi su mezzi gommati. Ci si riferisce, in particolar modo, alle linee storiche di collegamento del capoluogo con Quartu S. Elena e Selargius (**Linea 30 e 31**, ex. Linee "C"), che seguono l'itinerario di attestazione su piazza Matteotti attraverso via Dante, viale Bonaria e via Roma, la **linea M** e la **linea 1**, che convergono su piazza Matteotti attraverso la via Roma, le **linee del Poetto PF, PQ**. Oltre a queste linee, il corridoio è utilizzato per il transito della **linea filoviaria 5**, nel tratto viale Bonaria-via Roma, della **linea 6** nel tratto di via Dante-viale Bonaria. Infine, l'itinerario del prolungamento previsto per la metropolitana leggera coincide con la tratta iniziale/finale della linea 29, di collegamento tra piazza Matteotti e la cittadella Universitaria di Monserrato. La sovrapposizione con la linea 29 è presente in gran parte anche sul collegamento esercito attualmente dal servizio di metropolitana leggera e sul prolungamento verso il Policlinico Universitario di imminente apertura.

Le immagini delle figure allegate (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) illustrano le aree servite dalla linea di metropolitana leggera e il confronto con alcune linee urbane su gomma. Si noti la maggiore densità delle fermate delle linee su gomma che determina una maggiore capillarità del servizio anche se a scapito delle prestazioni.

Occorre tuttavia evidenziare che il servizio di metropolitana leggera si propone per essere un servizio ad **alte prestazioni**, principalmente rivolto all'utenza che proviene da fuori città. Per mantenere elevate le prestazioni il numero delle fermate è inferiore rispetto agli analoghi servizi su gomma e, di conseguenza, anche la copertura territoriale risulta essere inferiore²¹.

Nell'area di influenza di 350 metri dalle fermate previste lungo la nuova tratta sono stati censiti dall'Istat quasi 20.000 addetti²², pari al 23% del totale del capoluogo, e circa 10.500 residenti²³. L'intera linea di metropolitana leggera, considerando anche il prolungamento con il Policlinico, andrebbe a servire una popolazione complessiva di 33.243 abitanti e 26.196 addetti.

Tra i principali poli generatori e attrattori di traffico, localizzati nelle aree di cattura delle nuove fermate, vi sono il Municipio e gli uffici comunali, il TAR, il consiglio della Regione Autonoma della Sardegna e diversi uffici regionali, numerosi istituti bancari, il Tribunale, nonché diverse scuole secondarie. In piazza Matteotti sono localizzate, inoltre, la stazione Trenitalia, la stazione delle autolinee ARST, numerosi capolinea delle linee principali urbane CTM e diverse aree di parcheggio di destinazione.

I principali segmenti di domanda che, da un'analisi qualitativa, si ritiene possano essere soddisfatti con la realizzazione della nuova tratta sono:

- pendolari con origine nei comuni serviti dai treni Trenitalia in attestamento alla stazione di Piazza Matteotti e con destinazione nelle zone servite dalla metropolitana (spostamento diretto) o dalle linee urbane su gomma (spostamento con trasbordo).
- pendolari con origine nei comuni serviti dalle linee automobilistiche ARST e destinazione nelle zone servite dalla metropolitana (spostamento diretto) o dalle linee urbane su gomma (spostamento con trasbordo).

²¹ Di contro, servizi ad elevate prestazioni rendono gli utenti maggiormente propensi a percorrere itinerari pedonali più lunghi, di collegamento tra la fermata e la destinazione finale.

²² Istat, 8° Censimento generale dell'industria e dei servizi, 2001.

²³ Nostra stima al 2011 sui dati Istat, 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni, 2001.

- utenti attuali dell'autovettura privata con origine e destinazione all'interno delle aree servite dalle fermate della metropolitana.
- utenti attuali dell'autovettura privata con origine remota e destinazione servita dalla metropolitana, con ipotesi di scambio in Park&Ride²⁴.
- utenti attuali del trasporto pubblico con Origine/Destinazione servita dalla metropolitana leggera.
- utenti in partenza/arrivo verso/dall'aeroporto

Per valutare la domanda potenziale del nuovo servizio sono state selezionate e analizzate alcune principali linee di trasporto pubblico urbano attualmente in servizio nel corridoio in esame²⁵ ed è stato messo in relazione il numero di passeggeri attuali²⁶ con le più significative variabili territoriali delle aree servite²⁷. La correlazione individuata tra variabili territoriali e passeggeri serviti ha consentito di stimare in circa 4.500²⁸ passeggeri/giorno l'utenza potenziale della nuova tratta Matteotti-Repubblica, che rappresenta quindi un raddoppio del numero di passeggeri ad oggi trasportati dalla metropolitana leggera.

A questi si aggiungono i passeggeri dei treni in arrivo in piazza Matteotti che potranno raggiungere la propria destinazione finale utilizzando la metropolitana, da sola o in combinazione con una linea su gomma. La domanda potenziale stimata per questo segmento di utenza è pari a 2.600 passeggeri/giorno²⁹.

La stima è stata effettuata considerando tutti gli utenti del treno in arrivo in piazza Matteotti in un giorno medio feriale. Sulla base delle analisi socio-economiche, a questi è stata sottratta una quota di utenza, pari al 22%³⁰, che si ipotizza raggiungerà la destinazione finale a piedi. Si è infine ipotizzato che della rimanente utenza, che completerà lo spostamento a bordo dei mezzi pubblici, la quota parte che potrà utilizzare la metro sarà pari al 28%³¹, percentuale proporzionale alla distribuzione delle attività economiche nelle aree di influenza delle fermate della metro, rapportata a quella delle aree di copertura della rete di trasporto pubblico su gomma.

Il totale della domanda potenziale è quindi pari a **7.100 passeggeri/giorno**.

La stima non comprende la domanda potenzialmente indotta dall'attuazione di politiche e misure a favore dell'utilizzo del trasporto pubblico, in particolare, interventi di Park&Ride per l'utenza proveniente dai comuni esterni che gravitano su Cagliari³².

²⁴ Parcheggi RFI di piazza Matteotti, viale La Playa, ex-CIS/Banco di Sardegna, fermata Mercalli, Centro Commerciale Auchan Pirri, fermata Caracalla, stazione Gottardo, Cittadella Universitaria/Policlinico.

²⁵ Linea 1, Linea 5, Linea 8, Linea M, Linea 29, Metro Repubblica-Gottardo.

²⁶ Da Bilancio CTM 2010.

²⁷ Residenti, addetti, studenti.

²⁸ Forbice intorno al $\pm 25\%$.

²⁹ Nostre stima su dati di frequentazione passeggeri Trenitalia.

³⁰ Pari alla percentuale di addetti localizzati nell'area di 1 km di raggio intorno alla fermata della metro interna alla stazione rispetto agli addetti totali di Cagliari (Istat, 8° Censimento generale dell'industria e dei servizi, 2001).

³¹ Pari al rapporto percentuale tra il numero di addetti localizzati all'interno delle aree di influenza delle fermate della metro (raggio di 500 metri) e quelli localizzati all'interno delle aree di influenza delle fermate della rete CTM (raggio di 350 metri) (Istat, 8° Censimento generale dell'industria e dei servizi, 2001).

³² Potenziali aree di Park&Ride sono individuabili nei parcheggi della Cittadella Universitaria di Monserrato, per gli utenti che provengono dalla direttrice di Sestu, nel parcheggio del CC Auchan, già oggi utilizzato per accedere al servizio esistente, nei parcheggi ex-Cis/Banco di Sardegna per l'utenza proveniente dal Lungomare Poetto, nei parcheggi di viale La Playa e Piazza Matteotti (RFI) per gli utenti in arrivo dal quadrante occidentale.

6.1 TRASFORMAZIONI URBANE PREVISTE

L'area attraversata dalla linea di metropolitana leggera è interessata da importanti trasformazioni urbanistiche, in programma o in atto, che prevedono la nuova realizzazione e lo spostamento di importanti poli di attrazione nell'area di influenza del tracciato.

Ci si riferisce, in particolare, alla realizzazione del nuovo campus universitario di viale La Playa e al progressivo ampliamento del complesso universitario-ospedaliero di Monserrato.

La domanda potenziale riconducibile a questi due interventi non è stata considerata nell'analisi di convenienza economico-finanziaria, dal momento che le trasformazioni sono ancora in divenire e non è possibile, al momento, disporre di dati sui quali svolgere delle stime affidabili. Tuttavia, la prevista nuova domanda di mobilità andrebbe di fatto a confermare la sostenibilità dell'intervento, già emersa in questa fase.

Per quanto riguarda il complesso di Monserrato, si è, comunque, tenuto conto delle attività già insediate al momento dello studio, in termini di potenziali di attrazione di mobilità.

Il campus universitario di La Playa

Il nuovo campus sorgerà in viale La Playa, nel versante sud-occidentale della città di Cagliari, a circa 400 metri dalla stazione ferroviaria e dall'autostazione ARST degli autobus extraurbani. Essendo adiacente a piazza Matteotti, inoltre, il campus si troverà nelle immediate vicinanze dei principali capolinea dei servizi di trasporto urbano, ubicati proprio nella piazza.

Il campus universitario diverrà un importante polo generatore di mobilità, per la presenza degli studenti che vi risiederanno e che si recheranno ogni giorno nelle diverse facoltà universitarie, nonché attrattore di spostamenti, grazie al personale che lavorerà al suo interno.

Secondo quanto riportato in uno studio condotto da E.R.S.U³³, il progetto prevede la realizzazione di 500 posti letto, 250 stalli di sosta, a cui dovrebbero aggiungersi circa 50 addetti, considerando un addetto ogni 10 studenti. La domanda potenziale nell'ora di punta, stimata nello stesso studio, sarebbe pari a 240 spostamenti generati e 50 spostamenti attratti.

Pur non entrando nel merito delle stime sopra riportate, e rimandando ad un successivo eventuale approfondimento, si può ipotizzare che una quota significativa di questi spostamenti (in particolare la quota parte relativa agli studenti) verranno effettuati con il trasporto pubblico, in generale, e con la nuova linea di metropolitana leggera grazie al collegamento Matteotti-Cittadella Universitaria, una volta che questo sarà completato.

Il complesso universitario-ospedaliero di Monserrato

Il complesso ospita attualmente numerose facoltà dell'Università di Cagliari³⁴ nonché un polo ospedaliero che, proprio nel corso del 2014, è stato ampliato grazie al trasferimento di diversi reparti dell'Ospedale Civile dalla loro sede storica in via Ospedale e dell'ospedale pediatrico "Macciotta", sito precedentemente nell'antistante via Porcell.

Il complesso universitario-ospedaliero attrae giornalmente un elevato numero di persone tra addetti dell'Università e del Policlinico, studenti iscritti ai corsi di laurea di I e II livello, pazienti e visitatori.

I dati forniti dall'Università di Cagliari e dall'Azienda Ospedaliera, riportati in un recente studio condotto dalla Facoltà di Ingegneria³⁵, hanno permesso di stimare in circa 10.200 unità gli abituali frequentatori del complesso, costituiti per la gran parte dagli studenti (7.872) e, a seguire, dal personale della Cittadella (975), dal personale del Policlinico (809) e dagli utenti (508).

³³ Riqualificazione dell'area ex-sem per la realizzazione della residenza universitaria di viale La Playa – Progetto di variante del programma integrato di riqualificazione urbana ex. L.R. 29/04/94 n°16.

³⁴ Tra queste biologia, matematica, chimica, scienza dei materiali, biotecnologie industriali, fisica, informatica, scienze naturali, scienze geologiche.

³⁵ Indagine "Cittadella Mobility Styles".

Un rilievo effettuato nel 2013 durante l'ora di punta del mattino ha mostrato come, grazie alla presenza di un elevato numero di studenti, una quota significativa dell'utenza, pari al 34%, accede al polo utilizzando i mezzi pubblici, mentre il rimanente 66% utilizza l'auto. La quota modale del trasporto pubblico rilevata durante l'intero arco diurno in uno studio antecedente, è più bassa, pari al 21%, contro il 58% di utilizzatori dell'auto, dal momento che la presenza degli studenti che si recano alle lezioni nell'arco della giornata si riduce rispetto all'ora di punta del mattino.

Ci si attende che la quota di utenza trasportata dai mezzi pubblici e dalla metropolitana leggera cresca sensibilmente quando sarà aperto il tratto Gottardo-Policlinico e, ulteriormente, in seguito al completamento della linea con la tratta Repubblica-Matteotti.

7 Ipotesi di revisione della rete di trasporto pubblico urbano

Per garantire la maggiore efficienza ed efficacia all'intera rete dei servizi urbani di trasporto collettivo occorrerà riorganizzare i percorsi delle linee su gomma in modo da evitare diseconomie sovrapposizioni tra le suddette linee e il servizio di metropolitana.

Occorre tuttavia prestare attenzione a non determinare un decadimento del livello di accessibilità del trasporto pubblico riducendo la frequenza complessiva dei servizi e aumentando le distanze di accesso alle fermate. Il sistema su ferro infatti, per garantire le prestazioni per le quali viene realizzato è caratterizzato da fermate più distanziate rispetto a quelle del trasporto pubblico su gomma e, pertanto, risulta meno accessibile dalle origini e dalle destinazioni degli spostamenti. Relegare a servizi di adduzione alla linea tranviaria le linee di autobus ritenute in sovrapposizione, se da un lato può apportare dei benefici sull'ottimizzazione dei percorsi, dall'altro lato può determinare un decadimento delle condizioni di viaggio. E' indubbio, infatti, che i trasbordi determinino un aumento dei perditempi oltreché dei disagi tanto maggiori quanto più brevi sono le distanze percorse come quelle che caratterizzano l'Area Vasta di Cagliari.

Per tali motivi si ritiene opportuno prevedere una riorganizzazione dei servizi urbani su gomma molto limitata, continuando ad assegnare ad essi il ruolo che più gli si addice, ovvero, quello di soddisfacimento degli spostamenti di breve e medio raggio, lasciando alla componente su ferro il ruolo di soddisfacimento degli spostamenti più lunghi.

Le linee interessate da un possibile riassetto sono le linee 8, 29 e le circolari filoviarie 30 e 31. **(Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).**

Le linee 29 e 8 svolgono il servizio tra piazza Matteotti e la Cittadella Universitaria di Monserrato, ovvero tra gli stessi capolinea della metropolitana leggera una volta che sarà completato il prolungamento Gottardo-Policlinico e Repubblica-Matteotti. Le linee seguono tuttavia degli itinerari molto diversi. La linea 29 si sovrappone per gran parte dell'itinerario alla linea di metropolitana, discostandosi da essa solo nel tratto centrale³⁶ durante l'attraversamento del quartiere San Benedetto e Cep/Fonsarda. La Linea 8, invece, si sviluppa dalla parte opposta rispetto alla linea di metropolitana, attraversando il fronte occidentale della città e ricongiungendosi alla metro solo nel comune di Monserrato.

Le Circolari filoviarie 30 e 31, che collegano Cagliari con i comuni di Quartu S. Elena e Selargius, seguono un itinerario molto prossimo a quello della metropolitana nella tratta interna al comune di Cagliari³⁷. Entrambe sono linee storiche³⁸ che si caratterizzano anche per la tecnologia filoviarie e, quindi, per l'utilizzo di veicoli elettrici tipo "filobus". Ad oggi risultano tuttavia inadeguati al soddisfacimento della forte domanda di mobilità in ingresso al capoluogo da Quartu Sant'Elena, terza città della Sardegna, e da Selargius. Ciò è dovuto principalmente alla promiscuità con l'intenso traffico automobilistico che insiste nell'asse di viale Marconi-via San Benedetto e per il quale l'amministrazione sta pianificando di realizzare delle corsie preferenziali grazie all'istituzione del senso unico di viale Marconi. Tali corsie preferenziali sarebbero tuttavia previste solo nel tratto di viale Marconi,

³⁶ La tratta della linea 29 che si discosta maggiormente dalla linea di metropolitana è quella lungo la via Paoli, via Dante, piazza Giovanni XXIII, via 28 Febbraio, via Chiabrera, via Torricelli.

³⁷ Itinerario viale Marconi, via San Benedetto, via Dante, viale Cimitero, viale Bonaria, via Roma, Piazza Matteotti.

³⁸ Istituite nel 1962 e note ai cagliaritari come ex C Rossa e C Nera.

compreso tra lo svincolo di Is Pontis Paris e l'innesto con l'asse mediano, lasciando irrisolto il problema del tratto in ingresso al centro abitato (fronte scuola Ugo Foscolo) e via San Benedetto.

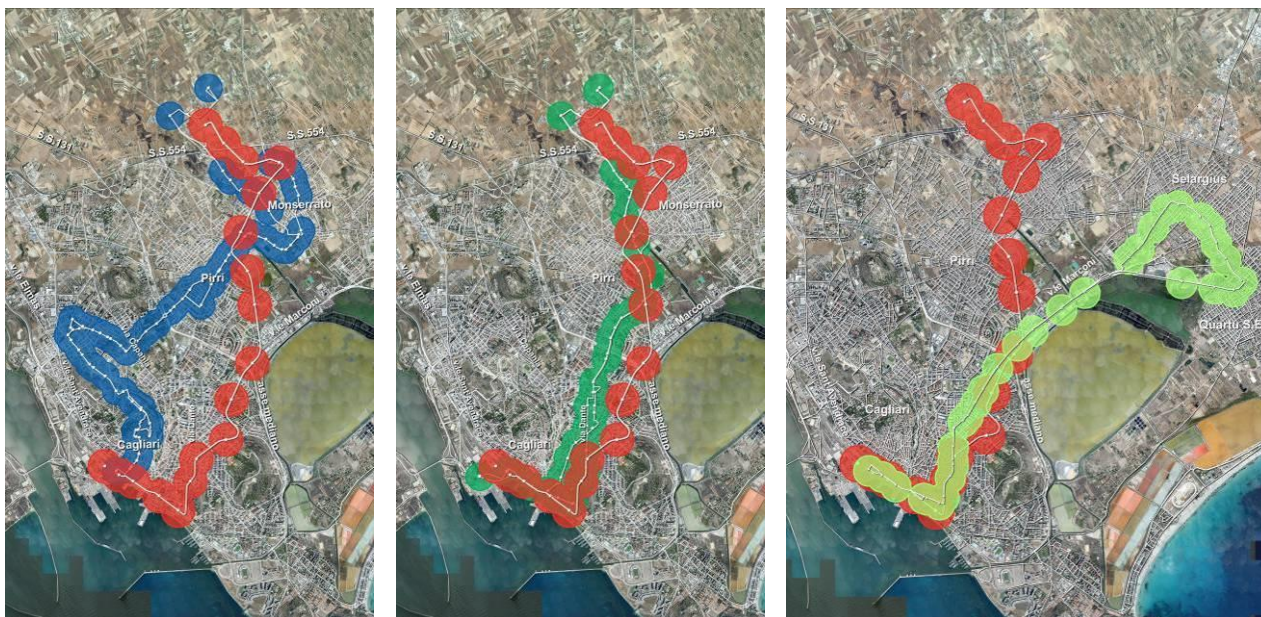


Figura 14 - confronto fra le coperture isometriche della linea metro e, rispettivamente, linea 8, 29 e 30 e 31

Si pone all'attenzione un possibile riassetto delle linee (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) che prevede i seguenti interventi:

- eliminazione della linea 29 (lunghezza linea a/r circa 23 km);
- attestamento della linea 8 a Monserrato (itinerario linea 8/A), con rottura di carico a Caracalla per gli spostamenti da e verso la Cittadella (riduzione lunghezza linea a/r circa 13 km);
- attestamento delle linee 30 e 31 in corrispondenza della fermata metro di via Mercalli (complessiva riduzione lunghezza linee a/r circa 16 km).

Rispetto all'ultimo punto, un'ipotesi alternativa potrebbe essere quella di mantenere invariato il servizio di una delle due linee (ad esempio la 30), almeno fino a piazza Repubblica/viale Bonaria, e trasformare l'altra linea (la 31) in un servizio di BRT (sede riservata, alta frequenza, maggiore spaziatura tra le fermate, ecc.) che, attestandosi in corrispondenza della fermata di via Mercalli, metta in connessione, con elevate prestazioni, la metropolitana con Quartu, Quartucciu e Selargius. Questa seconda ipotesi consentirebbe di continuare a servire il corridoio Via San Benedetto-via Dante-viale Bonaria, che altrimenti risulterebbe non più servito dalle linee provenienti da Quartu spesso utilizzate anche per gli spostamenti tra il popoloso quartiere di San Benedetto e il fronte mare.

7.1 IL TRASPORTO URBANO SU GOMMA NELLA VIA ROMA

Il riassetto dei servizi di trasporto pubblico nella via Roma a seguito della realizzazione della metro leggera, è una operazione molto delicata e non deve portare alla facile conclusione che la metropolitana possa sostituire i servizi su gomma attualmente in transito nella via Roma e in attestamento nella piazza Matteotti. Le linee che attraversano la via Roma appartengono per la gran parte alla rete di trasporto fondamentale del CTM: la linea 1, la linea M, le circolari 30 e 31, la Linea 5, le linee per il Poetto PF e PQ. Le rotture di carico conseguenti ad un'ipotesi di rete basata sull'interscambio ferro-gomma potrebbe ridurre il livello di servizio di viaggio a livelli non accettabili da parte dell'utenza, specie quella che esegue spostamenti medio-brevi, innanzitutto i cagliaritani.

Per questo motivo si ritiene di non dover intervenire sulla struttura delle linee urbane portanti su gomma in transito nella via Roma fatta eccezione per le ipotesi di riassetto delle linee di cui al paragrafo precedente.

Alle linee su gomma verrebbe infatti affidato il ruolo che più compete, ovvero quello del soddisfacimento degli spostamenti medio-brevi, come quelli che avvengono all'interno del comune di Cagliari e che richiedono una maggiore capillarità e vicinanza delle fermate alle destinazioni finali degli spostamenti. Ovviamente gli itinerari seguiti dai mezzi su gomma nella via Roma non potranno sovrapporsi a quello previsto per la metro la quale transiterà nell'attuale corsia preferenziale dei bus ricavata nella parte centrale della via stessa. Data la specificità di maggiore capillarità e vicinanza alle destinazioni finali degli spostamenti che si chiede ad un servizio su gomma, la configurazione ottimale dei futuri itinerari non potrà che essere quella che prevede il passaggio nel lato portici. A tal fine viene incontro l'analisi della configurazione che provvisoriamente è stata implementata nella via Roma per consentire l'esecuzione dei lavori di rifacimento della corsia preferenziale. Attualmente, infatti, i mezzi urbani sono stati deviati lungo l'itinerario che insiste nel lato portici prevedendo solo minime modifiche nella regolamentazione dell'intersezione con il Largo Carlo Felice.

I mezzi attualmente percorrono la via Roma in sede riservata nella direzione via Dante, ma in promiscuo nella direzione Piazza Matteotti. Questa configurazione garantisce delle ottime performance di viaggio in una direzione (quella verso via Dante) ma non nell'altra, per la promiscuità con il traffico privato che, per effetto della riduzione del numero di corsie e della presenza degli autobus stessi, si trova in una condizione di forte congestione.

Questo scenario provvisorio potrà essere mantenuto anche nel futuro per il transito dei mezzi su gomma, a patto di realizzare i seguenti interventi mirati ad evitare un eccessivo decadimento dei livelli di servizio delle linee:

- realizzare una corsia preferenziale anche nella direzione piazza Matteotti (confinante con i portici di via Roma) attraverso l'eliminazione della sosta su strada;
- mantenere l'attestamento sulla corsia di destra, all'intersezione semaforizzata del Largo Carlo Felice anche per gli autobus in svolta in sinistra (stessa soluzione adottata nella direzione opposta nell'intersezione di Piazza Amendola);
- dirottare sul lato mare le linee su gomma dei servizi extraurbani;
- limitare la circolazione delle auto al solo traffico locale.

8 Riassetto dei nodi e della viabilità

L'intervento di prolungamento della metropolitana leggera si sovrappone a una porzione della viabilità principale urbana e attraversa alcune intersezioni trafficate e complesse della città. Per esse sono in corso delle verifiche per l'individuazione di schemi funzionali di assetto e regolamentazione.

I criteri seguiti nell'individuazione degli schemi di circolazione e regolamentazione lungo la viabilità interessata sono sostanzialmente:

- la minimizzazione delle aree di manovra;
- il riordino e la razionalizzazione delle correnti veicolari.

Il primo punto mira alla massima efficienza del singolo nodo; infatti, in linea generale, un'area di intersezione ridotta implica tempi di sgombero, e quindi tempi di giallo ridotti che, a parità di ciclo semaforico, significano capacità maggiore del sistema. La soluzione delle intersezioni tramite semaforizzazione deriva dalla necessità di fermare il traffico privato per consentire il passaggio della metropolitana leggera. La risoluzione dei nodi tramite rotatoria, non esclusa a priori come nel caso di Piazza Repubblica, appare nella maggior parte dei casi meno applicabile.

Il secondo punto riguarda l'intero corridoio e deriva dalla necessità di ridurre la porzione di carreggiata disponibile per le auto private pur dovendo mantenere, di contro, una capacità compatibile con gli elevati flussi veicolari presenti nel corridoio.

8.1 PIAZZA REPUBBLICA

In piazza Repubblica sono in corso di valutazione due tipologie di regolamentazione: la soluzione a rotatoria semaforizzata per consentire l'attraversamento dei tram (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) e la soluzione interamente semaforizzata che garantisce l'integrità del sistema di preferenziamento semaforico (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Entrambe le soluzioni sono compatibili con l'attuale regime dei flussi veicolari con la differenza che la soluzione a rotatoria non è compatibile con il sistema di coordinamento e preferenziamento semaforico implementato dall'amministrazione comunale, il quale ha come obiettivo quello di garantire la precedenza al transito dei mezzi pubblici in arrivo al nodo. Riguardo la soluzione semaforizzata, si propone l'esecuzione di opere che restringano l'area di conflitto tra le correnti veicolari, al fine di ridurre il tempo di attraversamento e quindi la durata delle fasi.

8.2 PIAZZA AMENDOLA

In piazza Amendola il problema del conflitto con le correnti degli autobus, che avrebbe imposto l'inserimento di un'ulteriore fase semaforica, è stato superato evitando il transito della metropolitana leggera nell'attuale corsia centrale di via Roma (l'area provvisoria per il parcheggio dei residenti del quartiere Marina), mentre gli autobus avrebbero impegnato la corsia riservata lato mare. Nell'ipotesi allo studio si è preferito spostare nel lato portici il traffico su gomma degli autobus, destinando l'attuale corsia preferenziale degli autobus alla sede tranviaria. Questa ipotesi incide comunque nel più ampio studio di riassetto del nodo di Piazza Matteotti.

8.3 PIAZZA MATTEOTTI E IL CORRIDOIO FRONTE MARE

Nel caso specifico di piazza Matteotti (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), l'inserimento della metropolitana leggera costituisce un problema trasportisticamente complesso, ma anche un'opportunità di programmare un intervento di ampio respiro che preveda una riqualificazione della piazza e la realizzazione di un centro intermodale efficace, oltre evidentemente a garantire prestazioni adeguate dei sistemi e una razionalizzazione di una porzione più estesa della rete viaria.

Gli schemi di circolazione, in corso di valutazione, interessano il corridoio che si estende da viale La Playa/via Riva di Ponente a via Caboto (Istituto Nautico). Per quanto riguarda il tratto di via Roma compreso fra Piazza Matteotti e Piazza Amendola lo schema prevede che:

- il traffico veicolare di attraversamento transiti esclusivamente sul lato porto rispetto all'aiuola centrale;
- la metropolitana leggera transiti in via Roma nella corsia preferenziale già destinata agli autobus;
- gli autobus urbani utilizzino le corsie lato portici in corsia riservata
- sia interdetta la sosta su tutta la via Roma
- gli autobus extraurbani transitino esclusivamente sul lato porto rispetto all'aiuola centrale;

In conseguenza degli interventi descritti nei punti precedenti è necessario un adeguamento della circolazione sulla viabilità minore dell'area e la ridefinizione delle intersezioni in Piazza Amendola, viale Bonaria-Viale Cimitero e Viale Diaz-Via Bottego-V.le Colombo.

Per verificare l'efficacia delle ipotesi di circolazione descritte sarà indispensabile una approfondita analisi quantitativa del sistema coadiuvata da simulazioni trasportistiche, che potrà essere rinviata alla stesura del progetto definitivo.

9 Indicatori finanziari ed economici

Il presente paragrafo illustra il modello finanziario e il modello economico messi a punto per la valutazione della convenienza dell'intervento. I due modelli hanno lo scopo di valutarne la fattibilità sia dal punto di vista dei flussi di cassa (convenienza finanziaria), sia dal punto di vista dei benefici economici per la collettività che si realizzeranno durante l'intero arco della vita utile dell'opera (convenienza economica).

I risultati sono sintetizzati attraverso tre indicatori: il Valore Attuale Netto (VAN), il Tasso di Rendimento Interno (TIR), il rapporto Benefici/Costi (B/C).

9.1 CONVENIENZA FINANZIARIA

L'analisi di convenienza finanziaria ha lo scopo di valutare la sostenibilità dell'intervento dal punto di vista dei flussi di cassa, confrontando i costi di investimento e di gestione con i rientri derivanti dalla vendita dei servizi.

Costi di investimento e manutenzione straordinaria

I costi di investimento ammontano a 20.000.000 € suddivisi secondo le voci riportate nella tabella seguente.

Tabella degli investimenti Linea 3 (Repubblica-Matteotti)	
1.1 Opere civili di linea	€ 6.418.000
1.2 Armamento	€ 4.426.000
1.3 Trazione elettrica	
Linea di contatto	€ 1.860.000
Sottostazioni elettriche	€ 1.407.000
1.4 Segnalamento telecomunicazioni e telecomandi	€ 3.073.000
1.5 Oneri della sicurezza	
Diffusi (compresi nel prezzo delle lavorazioni): €	
630.000	
Speciali	€ 240.000
Totale lavori e forniture	€ 17.424.000
1.6 Somme a disposizione	€ 2.576.000
Importo complessivo dell'opera	€ 20.000.000

Tabella 2 - Costi di investimento Linea 3

Durante l'arco di vita utile dell'opera, assunto pari a 30 anni, sono inoltre previsti i seguenti costi di manutenzione straordinaria.

Tabella degli oneri di manutenzione straordinaria

1.1	Opere civili (20 anni)	€ 170.000
1.2	Armamento (10 anni)	€ 385.000
1.3	Trazione elettrica - linea di contatto (15 anni)	€ 185.000
1.4	Trazione elettrica - sottostazioni (15 anni)	€ 65.000
1.5	Impianti di segnalamento e sicurezza (20 anni)	€ 270.000

Tabella 3 - Costi previsti per la manutenzione straordinaria

Al termine della vita utile, e nell'ipotesi di esecuzione di tutti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria previsti, l'opera conserverà un valore che è stato assunto pari al pari al 30% del costo iniziale dell'investimento.

Costi operativi

L'analisi dei costi operativi si riferisce agli oneri che derivano direttamente dalla gestione ed esercizio della linea.

Sono stati considerati i seguenti oneri:

- Costi del personale
- Costi di trazione
- Costi generali

I costi del personale comprendono gli addetti al trasporto (macchinisti, controllori, manutentori veicoli, addetti al coordinamento) quelli incaricati alla manutenzione dell'infrastruttura, il personale di stazione, gli impiegati amministrativi.

I costi di trazione sono invece quelli derivanti dai consumi energetici (elettricità).

Il costo operativo assunto è pari a quello stimato per la linea in esercizio Repubblica-Gottardo, pari a 5,19 €/km.

I ricavi da traffico

I flussi di cassa in entrata, considerati nel caso in esame, fanno riferimento alle stime dei ricavi associabili alla vendita dei servizi di trasporto pubblico (biglietti e abbonamenti). Non sono stati considerati eventuali rientri derivanti dalla gestione degli spazi pubblicitari alle fermate e sui mezzi né agevolazioni in conto capitale o altre forme di contribuzione.

Le stime dei flussi di ricavo sono state calcolate sulla base della domanda potenziale (crf. par. 3) e del ricavo medio a passeggero che tiene conto delle diverse tipologie di biglietti e abbonamenti. Nell'ipotesi di integrazione tariffaria dei servizi urbani, si ritiene che il valore maggiormente indicativo del ricavo medio a passeggero sia quello desumibile dai dati a consuntivo del CTM³⁹. Tale ricavo medio può essere infatti calcolato sulla base del rapporto tra i ricavi da traffico relativi al 2012 (12.137.876 €/anno) e i passeggeri trasportati dall'azienda urbana (34.746.416 passeggeri/anno). Il valore ottenuto è risultato pari a 0,35 €/passeggero.

Non sono invece stati considerati i ricavi derivanti da politiche di sosta tipo Park&Ride.

³⁹ Bilancio 2012

I dati di viaggio e i ricavi sono stati poi estesi a tutto il trentennio successivo all'attivazione del servizio ipotizzando un incremento medio dell'1% annuo per la domanda⁴⁰ e del 2% per le tariffe⁴¹.

La tabella seguente illustra le stime dei ricavi previsti nei 30 anni di vita utile dell'opera.

<i>Rientri tariffari</i>			
Anni	PAX	€/viaggio	RICAVI TP(€)
1	0	0,35	€ 0
2	0	0,35	€ 0
3	2.201.714	0,36	€ 786.089
4	2.223.731	0,36	€ 801.889
5	2.245.969	0,36	€ 818.007
6	2.268.428	0,37	€ 834.449
7	2.291.113	0,37	€ 851.222
8	2.314.024	0,38	€ 868.331
9	2.337.164	0,38	€ 885.785
10	2.360.536	0,38	€ 903.589
11	2.384.141	0,39	€ 921.751
12	2.407.982	0,39	€ 940.278
13	2.432.062	0,39	€ 959.178
14	2.456.383	0,40	€ 978.458
15	2.480.947	0,40	€ 998.125
16	2.505.756	0,41	€ 1.018.187
17	2.530.814	0,41	€ 1.038.652
18	2.556.122	0,41	€ 1.059.529
19	2.581.683	0,42	€ 1.080.826
20	2.867.795	0,42	€ 1.212.613
21	2.896.473	0,43	€ 1.236.987
22	2.925.438	0,43	€ 1.261.850
23	2.954.692	0,44	€ 1.287.213
24	2.984.239	0,44	€ 1.313.086
25	3.014.082	0,44	€ 1.339.479
26	3.044.222	0,45	€ 1.366.403
27	3.074.665	0,45	€ 1.393.868
28	3.105.411	0,46	€ 1.421.884
29	3.136.465	0,46	€ 1.450.464
30	3.167.830	0,47	€ 1.479.619
73.749.883			€ 30.507.813

Tabella 4 - Rientri tariffari

Risultati finanziari

Le stime relative alla domanda potenziale, ai costi di investimento e a quelli operativi hanno consentito di effettuare una analisi dei risultati finanziari.

⁴⁰ Nell'ultimo decennio l'Istat ha rilevato una crescita costante della domanda di trasporto pubblico nei capoluoghi di provincia pari al 13,6%. Complice anche l'attuale crisi economica e il rincaro dei carburanti che spinge i cittadini all'utilizzo di mezzi alternativi più economici, il trend è destinato a confermarsi se non a crescere.

⁴¹ Le attuali tariffe sono entrate in vigore nel 2010 con un rincaro medio del 20% rispetto alle precedenti tariffe entrate in vigore nel 2006

L'efficienza finanziaria è stata elaborata attraverso il calcolo del "valore attuale netto finanziario" (VANF)⁴².

In particolare, il costo di investimento è stato ripartito, in parti uguali, nei primi due anni in cui si è ipotizzata la realizzazione dell'opera e i costi operativi e i benefici (finanziari ed economici) sono stati considerati a partire dal primo anno di messa in esercizio del servizio (terzo anno).

Il VAN finanziario al tasso di sconto del 6%⁴³ è risultato negativo e pari a circa – 18,8 milioni di euro. Tale perdita è del tutto prevedibile trattandosi di un servizio di trasporto pubblico che si basa su livelli tariffari di utilizzo che tengono conto dei benefici socio-economici (cfr. par 9.2) e che, pertanto, coprono solo una parte dei costi di esercizio.

9.2 CONVENIENZA ECONOMICA (COSTI E BENEFICI SOCIO-ECONOMICI)

L'analisi economica, rispetto a quella finanziaria, tiene conto di molteplici obiettivi e impatti, positivi e negativi, che ricadono sulla collettività. L'analisi economica, infatti, non valuta solo i flussi di cassa strettamente legati alla realizzazione dell'intervento, ma l'impatto globale che l'intervento ha sulla collettività, sia quella che utilizzerà il sistema sia quella che non lo utilizzerà (esternalità).

La realizzazione di un nuovo sistema di trasporto, infatti, può produrre diversi impatti sui membri della collettività anche non direttamente interessata dall'opera, i cosiddetti 'non utenti', e gli effetti possono essere di diversa natura:

- inquinamento atmosferico
- gas serra
- inquinamento acustico
- incidentalità
- congestione (perditempo)

Esistono poi ulteriori impatti quali quelli che si riferiscono alle variazioni del sistema economico come, ad esempio, le variazioni di valore degli immobili o le variazioni di produzione delle attività dovute alla migliore accessibilità del territorio locale, gli impatti territoriali in termini di variazione d'uso del territorio derivante dalla realizzazione dell'opera stessa o gli effetti di taglio (interruzione della continuità territoriale), gli impatti sociali anch'essi legati ai miglioramenti dell'accessibilità che, nello specifico, concorre a migliorare le relazioni tra gli individui e le istituzioni sociali (scuole, uffici pubblici, comunità, etc.). Tali effetti, per quanto producano impatti rilevanti sulla collettività, sono meno studiati e quindi meno frequentemente quantificati tant'è che ad oggi non esistono delle vere e proprie metodologie di riferimento.

Ove possibile, gli effetti sull'ambiente e sull'economia, positivi e negativi, debbono essere monetizzati al fine di poter fare un confronto con i costi di realizzazione e gestione delle opere e quindi verificarne la cosiddetta "fattibilità economica". Laddove gli impatti non potessero essere monetizzati, si possono fare delle analisi qualitative che ne individuino la direzione (migliorativa o peggiorativa) e l'intensità (ad es. con scale gerarchiche).

⁴² Il Valore Attuale Netto rappresenta il valore ad oggi dei flussi di cassa futuri, al netto dell'investimento iniziale. Il valore attuale si ottiene moltiplicando un dato valore monetario (costo o ricavo) riferito ad un dato anno, per il fattore di sconto, che rappresenta il valore attuale di 1\$ pagato nel futuro. Il VAN per il progetto in esame è stato calcolato come differenza attualizzata all'anno base tra la somma dei costi di investimento e dei costi di esercizio e la somma dei rientri tariffari sull'arco di vita utile dell'opera (30 anni).

⁴³ La definizione generale accettata per il tasso di sconto è quella di "costo opportunità del capitale", che deriva dalla considerazione che ogni qualvolta vengono impiegati dei capitali in un progetto questi saranno necessariamente distolti da progetti alternativi (rinunciamo a guadagnare un ritorno in un altro progetto).

Il tasso di sconto adottato per il progetto in esame è quello suggerito dalla "Guida all'analisi costi-benefici dei progetti di investimento" per i progetti pubblici del periodo 2000-2006 che è pari al 6%. Tale valore è stato scelto in quanto pari all'incirca al doppio del valore del tasso di rendimento reale sulle obbligazioni della BEI.

Analogamente all'analisi finanziaria, l'efficienza economica è stata elaborata attraverso il "valore attuale netto economico" (VANE) e il "tasso di rendimento interno economico (TRIE)⁴⁴".

Il VANE per il progetto in esame è stato calcolato come differenza attualizzata all'anno base tra la somma dei costi di investimento e dei costi di esercizio e la somma dei benefici economici per l'utenza sull'arco di vita utile dell'opera (30 anni).

9.2.1 Benefici economici

Nelle analisi condotte sono stati considerati i seguenti effetti (positivi e negativi), da includere nel bilancio costi/benefici, valutati e monetizzati in termini differenziali tra la situazione con intervento e senza intervento:

- riduzione nel tempo di viaggio
- riduzione dei costi operativi (autovetture e bus)
- riduzione dell'incidentalità
- riduzione delle esternalità ambientali

Ad eccezione della riduzione del tempo di viaggio, gli altri benefici sono misurati sulla base della variazione delle percorrenze complessive di viaggio, in questo caso, della diminuzione delle percorrenze complessive in auto espressa in termini di $\text{vei} \cdot \text{km}$. Sul totale della domanda potenziale stimata per il nuovo servizio di metropolitana si è assunto che il 10% provenga dall'auto.

I $\text{vei} \cdot \text{km}$ risparmiati dalle autovetture per effetto del cambio modale sono pari a 1.300 km/hdp.

La monetizzazione dei benefici dovuti alla riduzione delle percorrenze in auto si ottiene moltiplicando il risparmio dei $\text{vei} \cdot \text{km}$ per un fattore monetario generalmente espresso in termini di €/1000 pkm (euro ogni mille passeggeri per chilometro).

Come illustrato nel paragrafo 7, l'attivazione della linea 3 di metropolitana leggera dovrà essere l'occasione per la riorganizzazione del servizio di trasporto su gomma che opera nel corridoio al fine di aumentare l'efficienza complessiva del sistema. Si è tuttavia scelto di non considerare l'eventuale riduzione dei $\text{bus} \cdot \text{km}$, sia perché tale riorganizzazione esula dalle competenze del presente studio, sia perché le percorrenze risparmiate potrebbero essere utilizzate per attivare nuove linee su gomma o aumentare la frequenza di linee esistenti. Tale posizione va inoltre a vantaggio della sicurezza dei risultati della convenienza economica dell'investimento.

Nei paragrafi successivi sono riportate le stime economiche dei benefici per ognuna delle esternalità sopra riportate.

9.2.1.1 Risparmio del tempo di viaggio

Il risparmio del tempo di viaggio rappresenta uno dei parametri più importanti nella valutazione dei progetti nel settore dei trasporti poiché, nella generalità dei casi, rappresenta il "beneficio" più importante.

Per poter valutare il risparmio dei tempi di viaggio in termini economici occorre definire il concetto di "valore del tempo" (VOT, value of time), che può essere inteso come la disponibilità a pagare da parte dell'utenza per il miglioramento dell'offerta di trasporto.

In mancanza di un valore di VOT specifico per l'Area Vasta Cagliari, sono stati considerati i valori suggeriti dalle linee guida ministeriali che fanno riferimento a tre tipologie di spostamenti:

- spostamenti per lavoro;
- spostamenti per andare a lavoro (pendolari);
- spostamenti per il tempo libero.

⁴⁴ Il tasso di rendimento interno è il valore del tasso di sconto che annulla il VAN. Valori del tasso TRI superiori al 6% evidenziano la convenienza dell'intervento. Analogamente al VAN, maggiore è il valore del TRI maggiore sarà la convenienza della realizzazione dell'investimento.

In particolare, il valore del tempo per motivo "lavoro" è stato assunto pari al valore del costo industriale medio orario della manodopera, il valore del tempo per gli spostamenti per "andare a lavoro" è stato assunto pari al salario medio orario nazionale e, infine, il valore del tempo per gli spostamenti relativi al "tempo libero" è stato assunto pari al valore monetario di consumo medio orario pro capite nazionale.

I valori adottati dalla guida fanno riferimento all'Annuario Statistico Istat e sono riportati nella tabella seguente:

VALORE DEL TEMPO IN FUNZIONE DEL MOTIVO DELLO SPOSTAMENTO	€/h
Lavoro	18,66
Andare a lavoro (pendolare)	9,03
Tempo libero	3,75

Tabella 5 - Valore del tempo per motivo dello spostamento

Il beneficio del risparmio del tempo è stato calcolato esclusivamente per gli utenti potenziali del nuovo servizio, escludendo i benefici per gli utenti che continueranno ad utilizzare l'autovettura privata e che comunque beneficeranno della minore congestione, specie alle intersezioni, dovuta al trasferimento di una quota parte di domanda sui mezzi di trasporto pubblico.

La ripartizione dei viaggi è stata così assunta⁴⁵:

- 18% per motivo "lavoro"
- 33% per motivo "andare a lavoro"
- 49% per "tempo libero"

La tabella seguente illustra i risultati economici relativi al risparmio del tempo⁴⁶.

<i>Benefici annuali del risparmio del tempo per chi già utilizzava i mezzi pubblici</i>	
lavoro	€ 534.209
pendolare	€ 473.946
tempo libero	€ 292.250
<i>Benefici annuali del risparmio del tempo per chi passa dall'auto al pubblico</i>	
lavoro	€ 182.335
pendolare	€ 161.766
tempo libero	€ 99.750

Tabella 6 - Benefici monetari del risparmio del tempo

9.2.1.2 Riduzione dei costi operativi dell'auto

La diminuzione del numero di autovetture, conseguente al miglioramento del trasporto pubblico, determina un risparmio economico in termini di minor utilizzo dell'auto. Utilizzare meno l'auto significa avere dei risparmi in termini di carburante, lubrificanti e manutenzione in generale e questo risparmio può essere valutato in funzione della stima dei chilometri in meno che si prevede vengano percorsi (cfr.par 9.1).

Il valore del costo operativo dell'auto è stato assunto pari a 0,20 €/km⁴⁷.

⁴⁵ Linee guida per la misura dei costi esterni nell'ambito del PON Trasporti 2000-2006

⁴⁶ In attesa dei risultati modellistici, ancora in fase di elaborazione, il risparmio del tempo è stato calcolato su un itinerario di 10 km (grosso modo quello tra Gottardo e Matteotti) ipotizzando le seguenti velocità medie: autovettura 18 km/h, autobus 15 km/h, metro 21 km/h. Rispetto al totale della domanda potenziale, il 10% proviene dal trasporto privato.

⁴⁷ Il costo include le voci dipendenti dalla percorrenza come il consumo di carburante e i materiali consumabili. Non include le voci indipendenti dalla percorrenza quali la tassa di circolazione, l'assicurazione, etc.

Benefici risparmio costi operativi auto VOC (Vehicle Operating Costs)	
Benefici annuali	€ 650.000

Tabella 7 - Risparmio costi operativi auto

9.2.1.3 Riduzione dell'incidentalità

Lo spostamento di una quota parte di utenti dall'autovettura privata al sistema di trasporto collettivo determinerà un aumento del livello di sicurezza, inteso come minore probabilità che si realizzi un incidente durante un viaggio.

La valutazione dei costi relativi alla sicurezza viene fatta sulla base dei chilometri percorsi complessivamente dai veicoli, ovvero, attraverso l'indicatore $\text{vei} \cdot \text{km}$.

Associando ad ogni km percorso un valore monetario di costo dell'incidentalità è possibile monetizzare il risparmio che si ha a seguito della riduzione delle percorrenze in auto.

Il valore utilizzato per la monetizzazione relativa alla riduzione dell'incidentalità è pari a 47,8 € ogni 1000 $\text{pax} \cdot \text{km}$ ⁴⁸.

Benefici relativi alla riduzione dell'incidentalità	
Benefici annuali	€ 155.350

Tabella 8 - Risparmi dovuti alla minore incidentalità

9.2.1.4 Riduzione delle esternalità ambientali

La riduzione dei flussi veicolari porta dei benefici in termini di riduzione dell'inquinamento acustico, chimico e del cambiamento climatico.

Tali benefici sono anch'essi misurabili in funzione del valore di percorrenza totale in auto ($\text{pax} \cdot \text{km}$). Per il presente studio sono stati utilizzati i seguenti valori ⁴⁹:

- 5,7 €/1000 $\text{pax} \cdot \text{km}$ per il rumore;
- 17,3 €/1000 $\text{pax} \cdot \text{km}$ per l'inquinamento;
- 15,9 €/1000 $\text{pax} \cdot \text{km}$ per il cambiamento climatico.

Benefici relativi alla riduzione dell'inquinamento	
Inquinamento acustico	€ 18.525
Inquinamento atmosferico	€ 56.225
Cambiamento climatico	€ 51.675
TOTALE	€ 109.568

Tabella 9 - Risparmi dovuti al minor inquinamento

9.2.2 Risultati economici

L'efficienza economica è stata elaborata attraverso gli indicatori sintetici: "valore attuale netto economico" (VANE) e "tasso di rendimento interno economico (TRIE)". Il VANE è stato calcolato come differenza attualizzata all'anno base tra la somma dei costi di investimento e dei costi di esercizio e la somma dei benefici economici per l'utenza sull'arco di vita utile dell'opera (30 anni).

Tali indicatori sono stati calcolati sui valori di costo al netto delle imposte. Nella analisi economica, infatti, oltre alla valutazione degli effetti esterni positivi e negativi che ricadono sull'intera collettività,

⁴⁸ Handbook on estimation of external cost in the transport sector - IMPACT D1 Version 1.0

⁴⁹ Guida all'analisi costi-benefici dei progetti di investimento (Fondi strutturali, Fondo di coesione e ISPA)

occorre depurare dai valori finanziari tutte quelle voci che costituiscono dei “trasferimenti” positivi alla pubblica amministrazione e che rappresentano, per la collettività, una “partita di giro”. Queste sono, sostanzialmente, imposte dirette e oneri sociali della manodopera.

I valori finanziari sono stati quindi moltiplicati per dei fattori riduttivi (fattori di conversione) distinti per ciascuna delle voci in cui può essere scomposto il costo di investimento.

La tabella sottostante illustra i fattori utilizzati.

<i>Fattori di conversione</i>	
Fattore di conversione Materiali	0,909
Fattore di conversione Manodopera	0,3481
Fattore di conversione Trasporti e Noli	0,833
Fattore di conversione Espropri	1
Fattore di conversione Spese Generali	0,833
Fattore di conversione Manutenzione ordinaria	0,909
Fattore di conversione straordinaria	0,909
Fattore di conversione stipendio del personale	0,59

Tabella 10 - Fattori di conversione dei valori finanziari

L'analisi economica evidenzia un VANE positivo, pari a circa 29 milioni di euro al tasso del 6% e un TIRE pari a 24,04%.

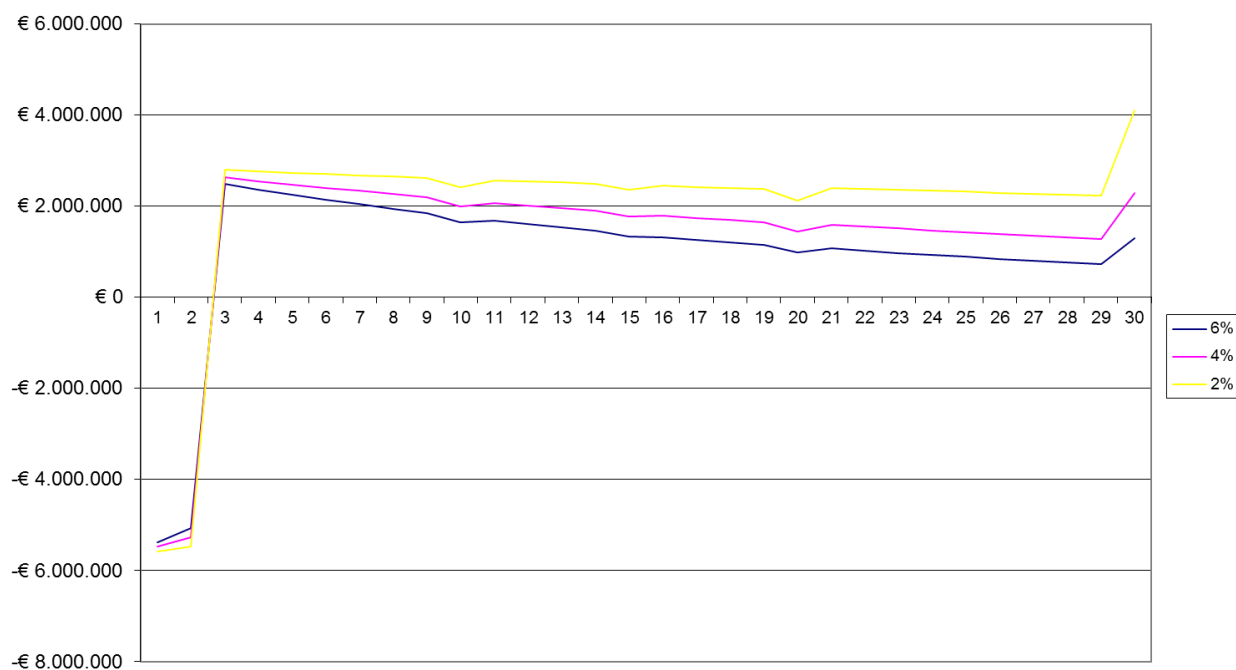
L'analisi di fattibilità economica evidenzia come l'intervento sia conveniente dal punto di vista economico (i vantaggi derivanti dalla realizzazione degli interventi sono superiori ai costi di realizzazione e gestione delle opere).

I grafici riportati di seguito indicano l'andamento del VAN nei vari anni e in funzione di 3 differenti tassi di sconto (6%, 4%, 2%).

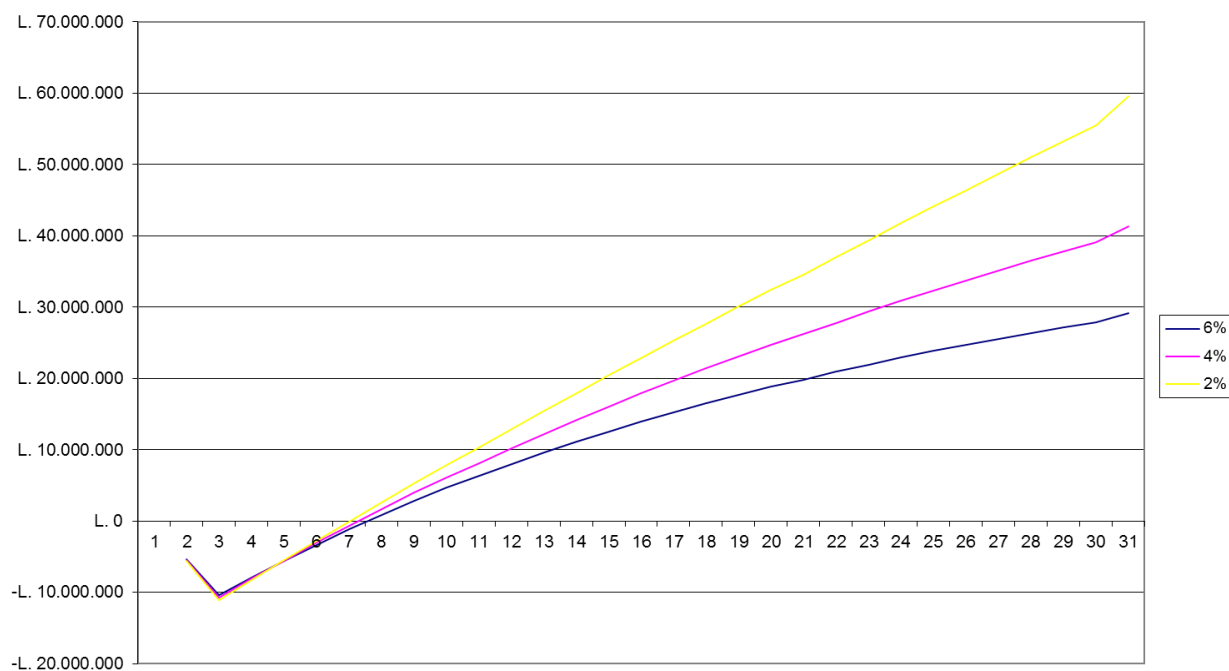
Il primo grafico illustra che l'intervento comincia a diventare redditivo (valori positivi) a partire dal 3° anno, ovvero all'apertura della linea

Il secondo grafico rappresenta la sommatoria, negli anni di vita utile, dei costi e dei ricavi (attualizzati ad oggi) a partire dall'anno base, illustrando così l'anno in cui i costi di investimento vengono riequilibrati dai benefici economici. Si nota che i costi e i benefici si compensano a partire dal 7° anno.

Analisi di sensibilità del VAN al variare del tasso di attualizzazione (valori annuali)



Analisi di sensibilità del VAN al variare del tasso di attualizzazione (valori annuali incrementali)



FLUSSI FINANZIARI DOPO 30 ANNI		valore
Costi di investimento		-€ 17.424.000
Valore residuo delle opere attualizzate (tasso 6%)		€ 1.648.536
Totale costi attualizzati (6%)		-€ 30.659.529
Ricavi da traffico		€ 11.859.623
	Bilancio	-€ 34.575.370

Benefici annuali		valore
Risparmio del tempo		€ 1.744.256
Risparmio costi operativi auto		€ 718.004
Riduzione dell'inquinamento da traffico		€ 139.652
Riduzione dell'incidentalità		€ 171.603
	Totale benefici	€ 2.773.515

VAN Finanziario		Valore
tasso 6%		-€ 18.799.905
tasso 4%		-€ 19.364.043
tasso 2%		-€ 19.530.185

VAN Economico		Valore
tasso 6%		€ 29.175.141
tasso 4%		€ 41.358.961
tasso 2%		€ 59.577.448

TIRE **24,04%**

Tabella 11 - Tabella riepilogativa analisi economico finanziaria

9.3 ANALISI DI SENSIBILITÀ E RISCHIO

I risultati finanziari ed economici riportati nei paragrafi precedenti sono stati stimati sulla base di ipotesi di scenario altamente prevedibili nel futuro ma non certe.

La mancanza di certezza in tal senso impone una analisi di rischio che consiste nel valutare come variano gli indicatori finanziari ed economici al variare delle condizioni ipotetiche di scenario (analisi di sensibilità).

Occorre premettere che lo scenario di base ipotizzato è sufficientemente prudentiale in quanto:

- non è stata inserita nell'analisi alcuna ipotesi di riorganizzazione dei servizi di trasporto pubblico urbano su gomma che consenta di evitare sovrapposizioni con le linee su ferro in progetto e, anzi, costituire una rete di adduzione alle linee stesse. Questo fatto comporterebbe non solo un aumento prevedibile dei carichi a bordo sulla linea di metropolitana, ma anche un risparmio in termini di costi operativi del servizio di trasporto pubblico (ottimizzazione delle percorrenze);
- non è stata presa in considerazione la realizzazione della linea 2 (Monserrato/Settimo e, in futuro, Dolianova) di cui sta per entrare in servizio la prima tratta: Monserrato/Settimo ed esiste una verifica di fattibilità tecnica, istituzionale e programmatica per la restante parte. Tale linea determinerebbe un ulteriore apporto di passeggeri, attraverso il nodo di scambio di Monserrato, che potrebbe essere anche superiore rispetto agli attuali livelli di traffico passeggeri nel corridoio, con l'ultimazione e l'entrata in servizio del parcheggio di scambio (auto/ferro) in corso di realizzazione a Settimo S. Pietro;
- non è stata presa in considerazione la possibilità di aumento della congestione veicolare del traffico privato dovuta ad un aumento della mobilità nel futuro;
- non sono state prese in considerazione eventuali politiche di restrizione all'uso dell'autovettura privata che potranno essere adottate nel prossimo futuro dalle diverse amministrazioni comunali;
- non sono stati valutati gli effetti della realizzazione di un centro di interscambio nell'area universitaria per consentire l'adozione di politiche tipo Park & Ride per gli utenti che provengono dal corridoio Sestu-Ussana

Ciò premesso, è tuttavia necessario effettuare una analisi di sensibilità che consiste nel verificare l'impatto che ipotizzati cambiamenti delle variabili, utilizzate per la determinazione dei costi e dei benefici, hanno sugli indici finanziari ed economici (TRI e VAN).

Le variabili cosiddette "critiche", ovvero la cui variazione in positivo o in negativo rispetto al valore utilizzato influenza maggiormente il TRI e il VAN, sono rappresentate nella tabella seguente.

Analisi dell'impatto di variabili critiche				
Categorie e parametri		Elasticità		
		alta	dubbia	bassa
Parametri del modello economico/finanziario Dinamica dei prezzi	tasso di sconto		X	
	variazione delle tariffe			X
	variazione dei salari		X	
	variazione dei prezzi energetici			X
Dati della domanda	domanda potenziale	X		
	variazione della crescita della domanda annuale	X		
	Costi di investimento	X		

Tabella 12 - Variabili critiche

I test hanno evidenziato una variazione delle variabili sopra riportate prefigurando i seguenti rischi:

- Rischio A: crescita dei costi operativi del 3% annuo anziché del 2%
- Rischio B: aumento dei costi capitali del 25%
- Rischio C: crescita della domanda pari allo 0,5% annuo (invece che dell'1%)
- Rischio D: domanda potenziale inferiore del 25%

La tabella seguente rappresenta la sintesi dei risultati ottenuti dal test di sensibilità sul valore del VAN del TRI e del rapporto Benefici/Costi

Analisi di Rischio Linea 3									
	Scenario di progetto	Rischio A	Var %	Rischio B	Var %	Rischio C	Var %	Rischio D	Var %
VANE (tasso 2%)	€ 59.577.448	€ 55.503.569	-6,84%	€ 57.284.392	-3,85%	€ 56.836.005	-4,60%	€ 54.500.745	-8,52%
VANE (tasso 4%)	€ 41.358.961	€ 38.618.606	-6,63%	€ 38.936.630	-5,86%	€ 39.447.073	-4,62%	€ 37.636.011	-9,00%
VANE (tasso 6%)	€ 29.175.141	€ 27.283.439	-6,48%	€ 26.713.190	-8,44%	€ 27.801.576	-4,71%	€ 26.363.082	-9,64%
Rapporto Benefici/costi (tasso 2%)	3,00	2,55	-14,95%	2,78	-7,14%	2,91	-3,07%	2,83	-5,68%
Rapporto Benefici/costi (tasso 4%)	2,66	2,33	-12,52%	2,43	-8,87%	2,59	-2,89%	2,51	-5,62%
Rapporto Benefici/costi (tasso 6%)	2,22	1,99	-10,40%	1,99	-10,35%	2,16	-2,81%	2,10	-5,60%
TIRE	24,04%	23,57%	-1,98%	19,71%	-18,02%	23,53%	-2,14%	22,60%	-6,00%
Valutazione complessiva del Rischio		+++		+++		+++		++	

Tabella 13 - Sintesi analisi di rischio

Il rischio maggiore, in termini di VANE, è rappresentato dalla riduzione del 25% della domanda potenziale. Nello scenario D, infatti, per un tasso del 6%, il VANE si riduce del 9,6% rispetto allo scenario di progetto, scendendo ad un valore pari a 26,3 milioni di euro.

La flessione maggiore del TRI si ha invece negli scenari A e B (maggiore crescita dei costi operativi e aumento dei costi capitali), con una variazione percentuale che arriva al -10,4%. Nei due casi l'indicatore vale rispettivamente 23,6% e 19,7%.

Lo scenario complessivamente meno rischioso è il C, corrispondente ad una minore crescita annuale della domanda di mobilità. Il VANE e il TRI, infatti, si riducono di percentuali inferiori rispetto allo scenario di progetto, rispettivamente del 4,7% e del 2,1% (considerando il tasso al 6%).

In tutti i casi analizzati comunque, gli indicatori confermano la convenienza economica dell'intervento, con un VANE sempre positivo, un TRI sempre superiore al tasso considerato e il rapporto Benefici/Costi sempre maggiore di uno.

10 Sintesi

Le analisi trasportistiche illustrate nel presente documento hanno riguardato principalmente l'inquadramento dell'opera nell'ambito della pianificazione territoriale, al fine di valutarne innanzitutto la fattibilità amministrativa, la stima della **domanda** potenzialmente soddisfabile a seguito della realizzazione dell'intervento e quindi la valutazione della **convenienza economico finanziaria**.

Occorre precisare che le analisi dovranno essere integrate con analisi degli effetti sul traffico privato, anche con l'ausilio di idonei strumenti di simulazione, la cui circolazione andrà riorganizzata nelle vie e nelle intersezioni interessate dal passaggio della metro.

L'opera è stata analizzata anche a partire dalla sua "genesì", evidenziando che gli ostacoli che ne hanno fin qui rallentato il processo di approvazione negli oltre 20 anni trascorsi dal concepimento dell'idea, sono stati prevalentemente di natura politica e non tecnica, derivanti da una preoccupazione di fondo sull'impatto di un'opera in superficie.

La stima preliminare della domanda potenziale è stata condotta a partire dall'analisi territoriale dell'area interessata dall'intervento, con particolare riferimento al numero di residenti e addetti censiti dall'Istat, alla presenza di attrattori di traffico e all'analisi dell'attrattività delle linee urbane esistenti nel corridoio (Linea 1, Linea M, Linea 8, Linea 5, Linea 29 e Metro Ca). La stima preliminare non ha preso in considerazione gli effetti delle politiche di incentivo all'uso del trasporto pubblico e di integrazione della sosta ed è quindi da considerarsi come scenario di minimo.

I valori calcolati indicano in circa 7.100 spostamenti/giorno (2.000.000 passeggeri/anno) la domanda potenzialmente catturabile dalla linea. Tale domanda è da ritenersi aggiuntiva all'attuale domanda soddisfatta dal servizio Metro-Ca (5.000 passeggeri/giorno, 1.400.000 passeggeri/anno) e a quella prevista a seguito del completamento del collegamento con il Policlinico (stimata dallo studio realizzato nel 2006 in 2.200 passeggeri/giorno nella tratta Repubblica-Policlinico). Complessivamente, la linea Matteotti-Repubblica-Gottardo-Policlinico dovrebbe soddisfare 12.000-14.000 passeggeri/giorno (circa 3.400.000 passeggeri/anno). La linea andrebbe quindi a collocarsi tra le prime 4 linee di trasporto urbano che operano nell'area vasta di Cagliari. Questi dati di traffico sono sufficienti a garantire la convenienza economica dell'intervento (VAN positivo e TIR > 6%). Attualmente il VAN è stimato in 29 milioni di euro⁵⁰ e il TIR pari al 24%.

Un'ulteriore analisi è stata condotta per individuare una proposta di riassetto delle linee di trasporto pubblico urbano, al fine di eliminare le sovrapposizioni con il nuovo servizio di trasporto, aumentando l'efficienza complessiva del sistema. L'analisi è stata condotta individuando le aree di influenza delle singole fermate e ha riguardato innanzitutto le linee 8 e 29 del CTM, che attualmente svolgono servizio tra piazza Matteotti ed il Policlinico. La linea 8, in realtà, serve i quartieri occidentali della città e ha delle sovrapposizioni con la metro solo nel comune di Monserrato. Per essa si propone l'attestamento alla fermata metro di Caracalla, nella quale avverrebbe l'interscambio, eliminando quindi il solo tratto che prosegue verso il Policlinico. La linea 29 invece si sovrappone al futuro servizio metro per gran parte del suo itinerario e, pertanto, si propone la sua eliminazione.

Dall'analisi delle linee attuali emerge, tuttavia, un'importante sovrapposizione con le storiche linee filoviarie 30 e 31 che collegano Quartu S.Elena e Selargius con il capoluogo. Per esse, o per almeno una di esse⁵¹, si potrebbe ipotizzare un attestamento alla fermata Mercalli. La rottura di carico potrebbe essere compensata da una maggiore frequenza del servizio per Quartu S.Elena e Selargius che si sosterebbe con i chilometri risparmiati nella tratta via S.Benedetto-Via Dante-Viale Bonaria-via Roma. Il servizio di collegamento con Quartu potrebbe anche assumere le caratteristiche di Bus Rapid Transit nel momento in cui si andranno a realizzare le corsie preferenziali per i mezzi pubblici previsti nella riorganizzazione del viale Marconi.

Un'ulteriore analisi è stata condotta in merito agli schemi di riassetto di tre intersezioni critiche attraversate dall'intervento in oggetto, ovvero, piazza Repubblica, piazza Amendola, piazza Matteotti. Per piazza Repubblica sono in corso di valutazione due soluzioni, una regolamentata da rotatoria

⁵⁰ Al tasso di sconto del 6%

⁵¹ Una linea potrebbe continuare a servire il corridoio Via San Benedetto-Via Dante

semaforizzata per consentire l'attraversamento del tram e l'altra semaforizza. Occorre evidenziare che la soluzione a rotatoria, per quanto possa risultare funzionale nel nodo, è incompatibile con il sistema di controllo e gestione coordinata degli impianti semaforici recentemente implementata dal comune di Cagliari, la sua scelta va quindi attentamente valutata anche in funzione di tale aspetto. L'intersezione semaforizzata, invece, non presenta particolari problematiche. Si evidenzia, tuttavia, l'opportunità di restringere l'area di scambio attraverso il ridisegno dell'intersezione al fine di ridurre i tempi di attraversamento e, di conseguenza, i tempi di sgombero dell'intersezione stessa.

Riguardo alla piazza Matteotti è in corso di valutazione un'ipotesi che prevede l'unione della piazza con la stazione, eliminando il transito dei veicoli privati, mantenendo tuttavia i capolinea delle linee di trasporto pubblico su gomma e realizzando così un più funzionale interscambio con la stazione ferroviaria RFI e delle autolinee Arst.

Sono infine in corso delle analisi di connessione pedonale tra il fronte mare e la via Roma anche sulla base del Piano Regolatore Portuale recentemente approvato.

Tabella 14 - Riepilogo dei numeri rilevanti

Voce	Unità di misura	Scenario 1	Rischio A	Rischio B	Rischio C	Rischio D
Tasso di crescita annuale della domanda di mobilità (rischio C)	%		1,0%	1,0%	1,0%	0,5%
Tasso di crescita delle tariffe	%		1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Tasso di crescita dei costi operativi (rischio A)			2%	3%	2%	2%
Percorrenze chilometriche aggiuntive metro CA	km/anno	0	157.872	157.872	157.872	157.872
Domanda potenziale intervento (rischio D)	pax/giorno	0	7.571	7.571	7.571	7.571
Ricavo medio a passeggero	€/viaggio		0,35	0,35	0,35	0,35
Ricavo medio a km	€/km		5,72	5,72	5,72	5,53
Costo operativo metro leggera	€/km		5,19	5,19	5,19	5,19
Investimenti (rischio B)	€	0	17.424.000	17.424.000	21.780.000	17.424.000
Aumento ricavo passeggeri TP	€/anno		786.089	786.089	786.089	786.089
Rapporto ricavo/costi operativi	-		90%	82%	90%	87%
Risparmi del tempo	€/anno		1.744.256	1.744.256	1.744.256	1.744.256
Risparmi costi operativi auto	€/anno		718.004	718.004	718.004	683.241
Riduzione dell'inquinamento da traffico	€/anno		139.652	139.652	139.652	132.890
Riduzione dell'incidentalità	€/anno		171.603	171.603	171.603	163.295
Riduzione emissioni di CO	ton/anno		3,457	3,457	3,457	3,457
Riduzione emissioni di CO2	ton/anno		678,193	678,193	678,193	678,193
Riduzione emissioni di Nox	ton/anno		1,511	1,511	1,511	1,511
Riduzione emissioni di composti organici volatili (VOC)	ton/anno		0,838	0,838	0,838	0,838
PM totale	ton/anno		0,066	0,066	0,066	0,066
Valore Attuale Netto Finanziario (VANF)	€		-18.799.905	-21.066.235	-21.007.121	-18.386.184
Valore Attuale Netto Economico (VANE)	€		29.175.141	27.283.439	26.713.190	27.801.576
Tasso di rendimento interno Economico (TIRE)	%		24,04%	23,57%	19,71%	23,53%
Rapporto B/C Finanziario	-		0,39	0,36	0,36	0,38
Rapporto B/C Economico	-		2,22	1,99	1,99	2,16

In rosso le variabili sottoposte ad analisi di rischio

Figura 15 - Itinerario Metro Cagliari



Figura 16 - Densità Popolazione

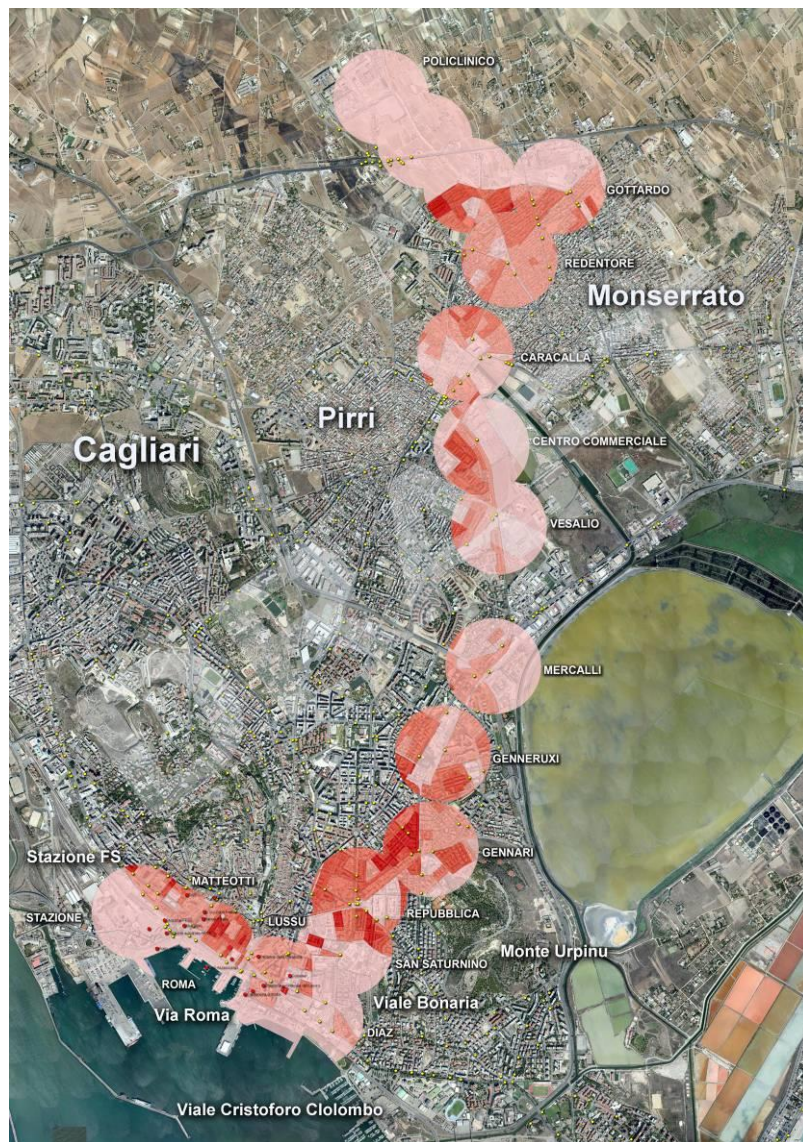


Figura 17 - Densità addetti

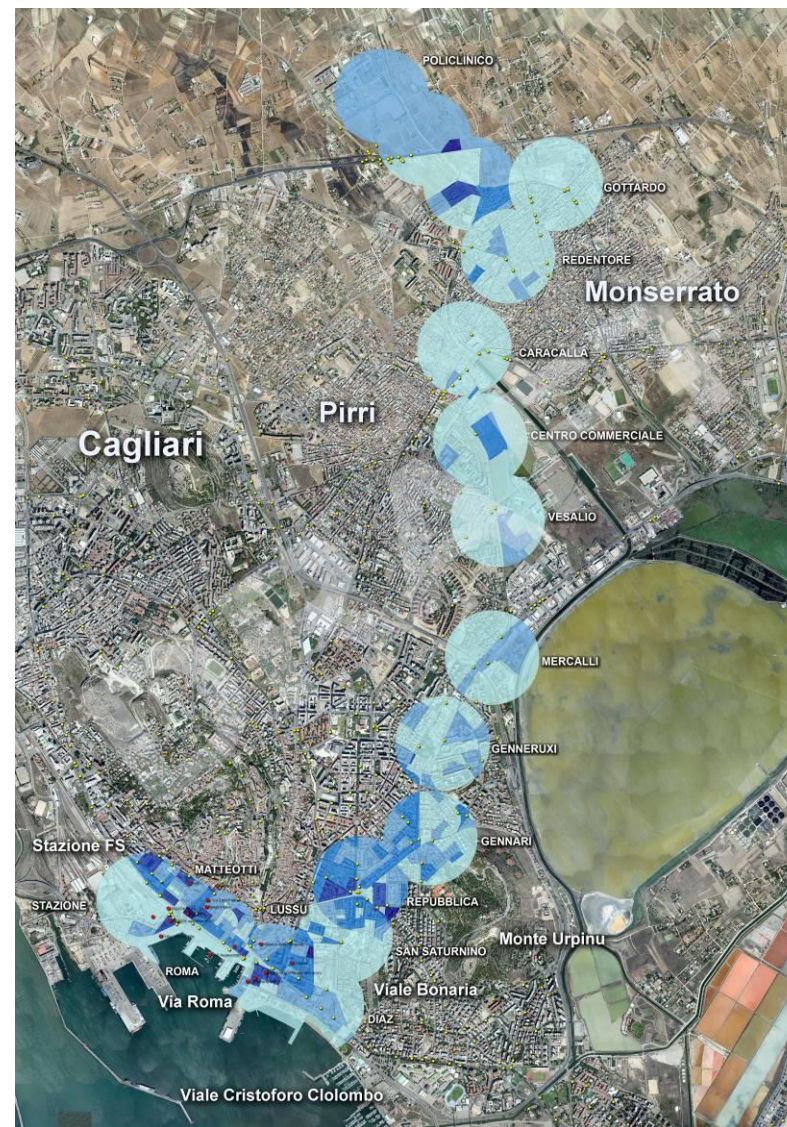


Figura 18 - Copertura Metro vs Linea 29 e 8 CTM

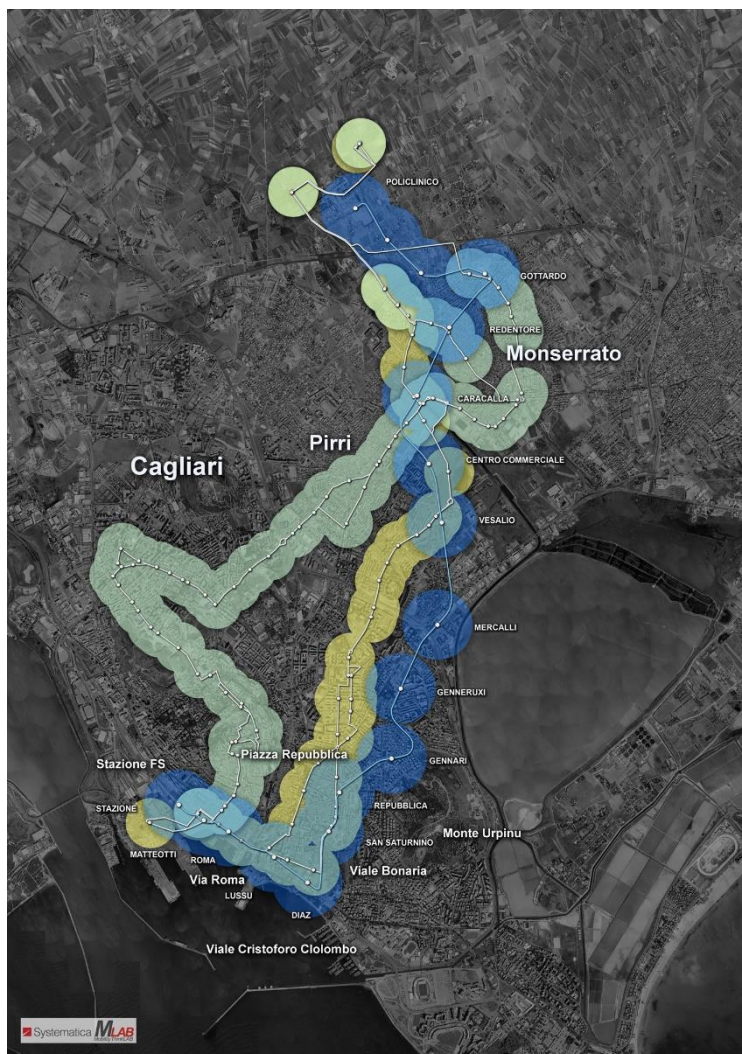


Figura 19 - Copertura metro vs Linee 30 e 31 CTM



Figura 20 - Accessibilità isocrona fermate CTM nel corridoio Repubblica - Gottardo



Figura 21 - Confronto copertura fermate metro vs fermate CTM presenti nel corridoio.



nota: in verde le aree non servite dalla metro

Figura 22 - Accessibilità isocrona Metro cfr con isometrica

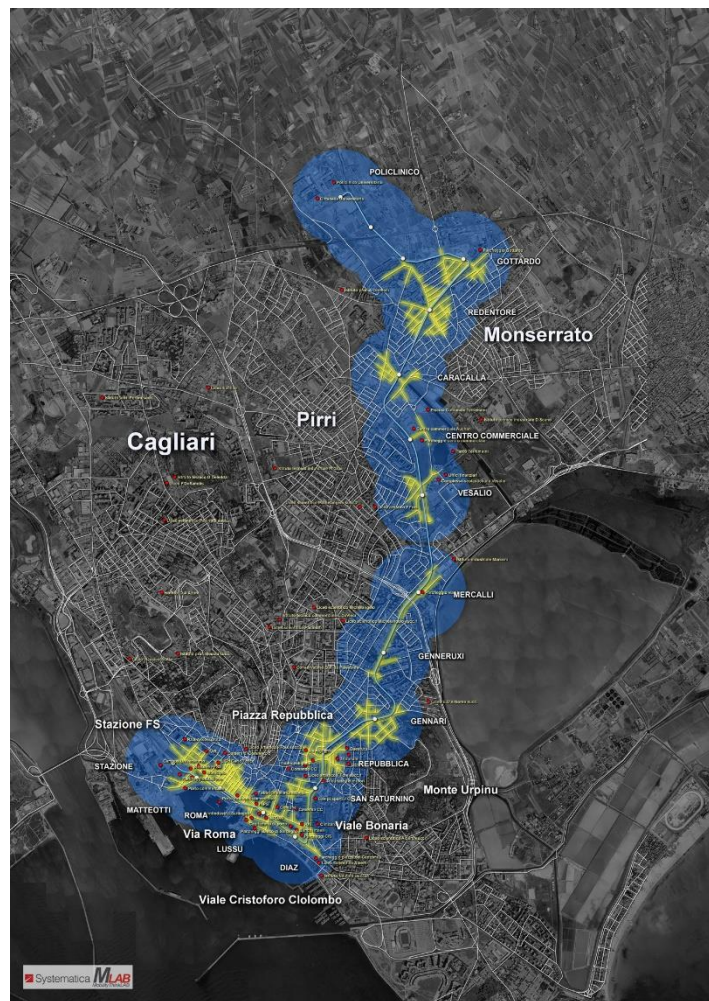


Figura 23 - Accessibilità isocrona Metro vs Linea 29 CTM

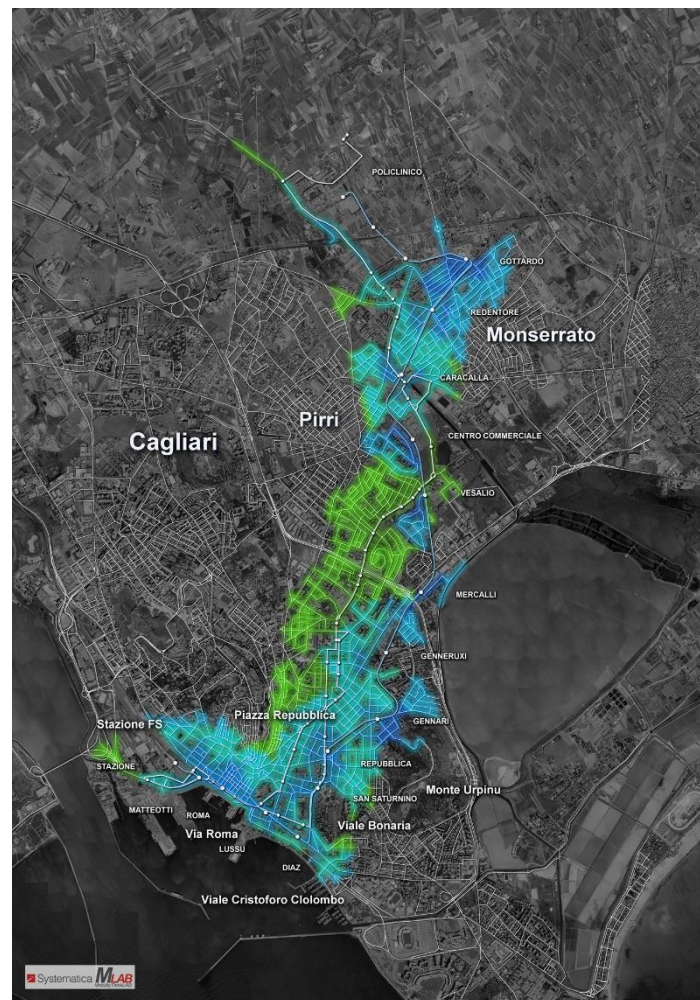


Figura 24 - Accessibilità isocrona Metro

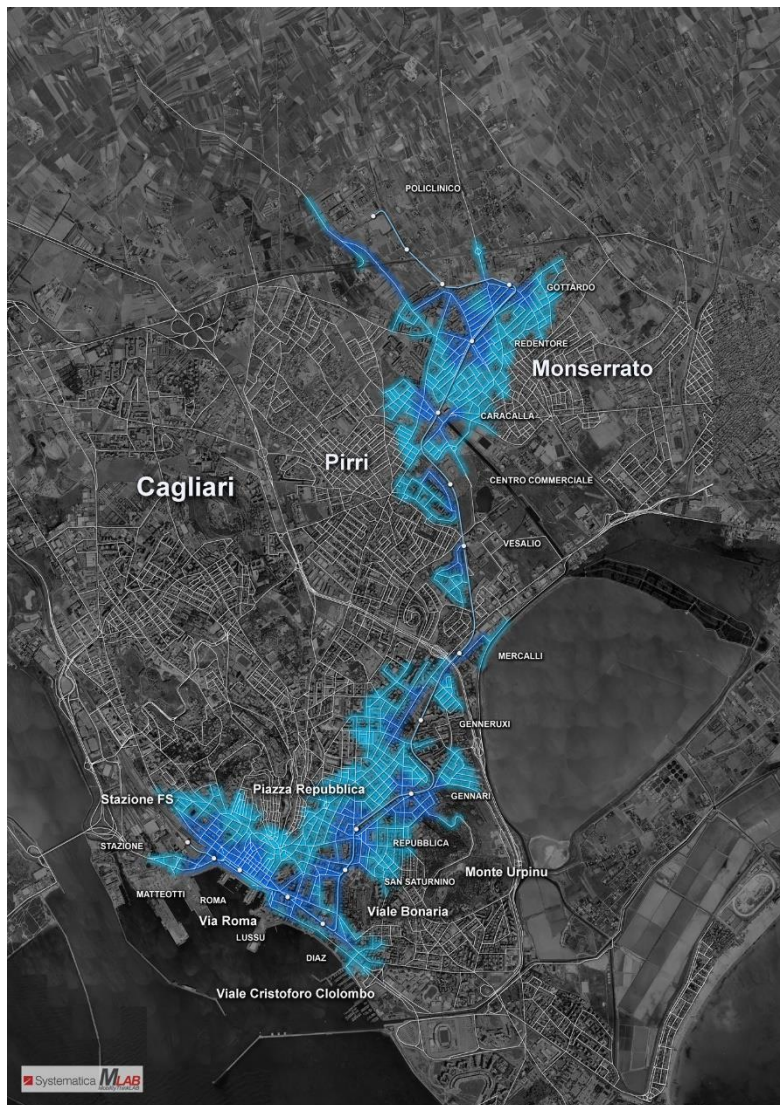


Figura 25 - Accessibilità isocrona Linea 29 CTM

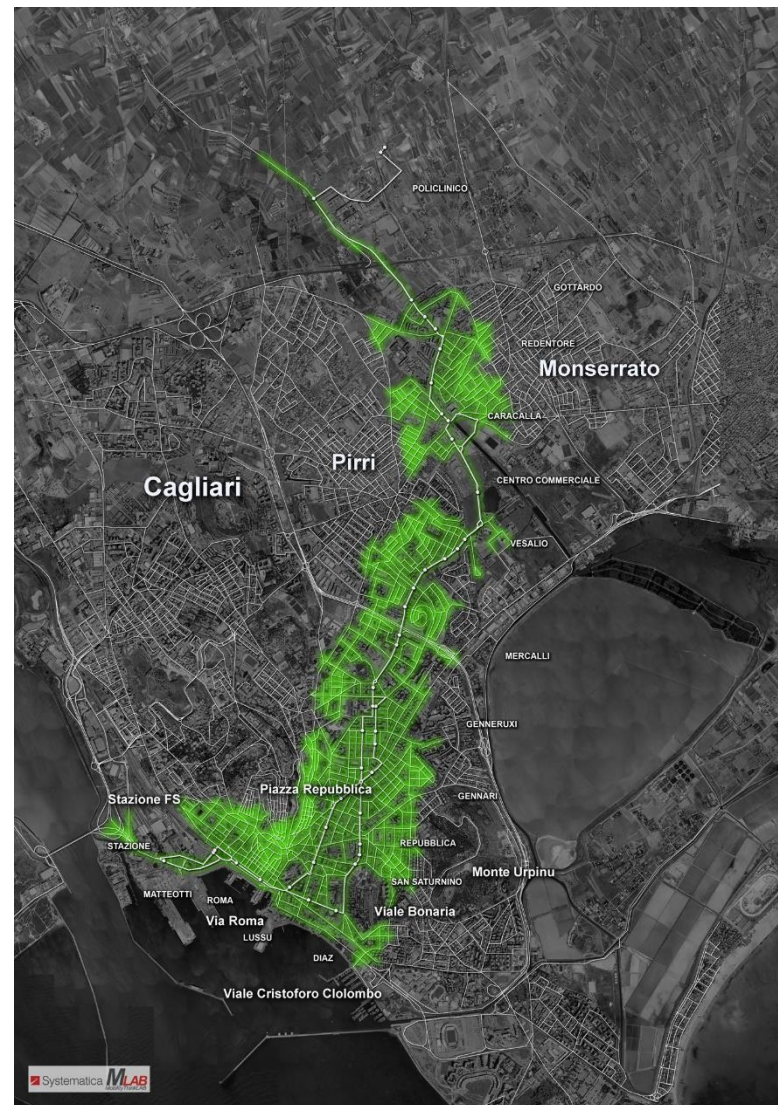


Figura 26 - Revisione servizi urbani del CTM



Figura 27 - Piazza repubblica (rotatoria)

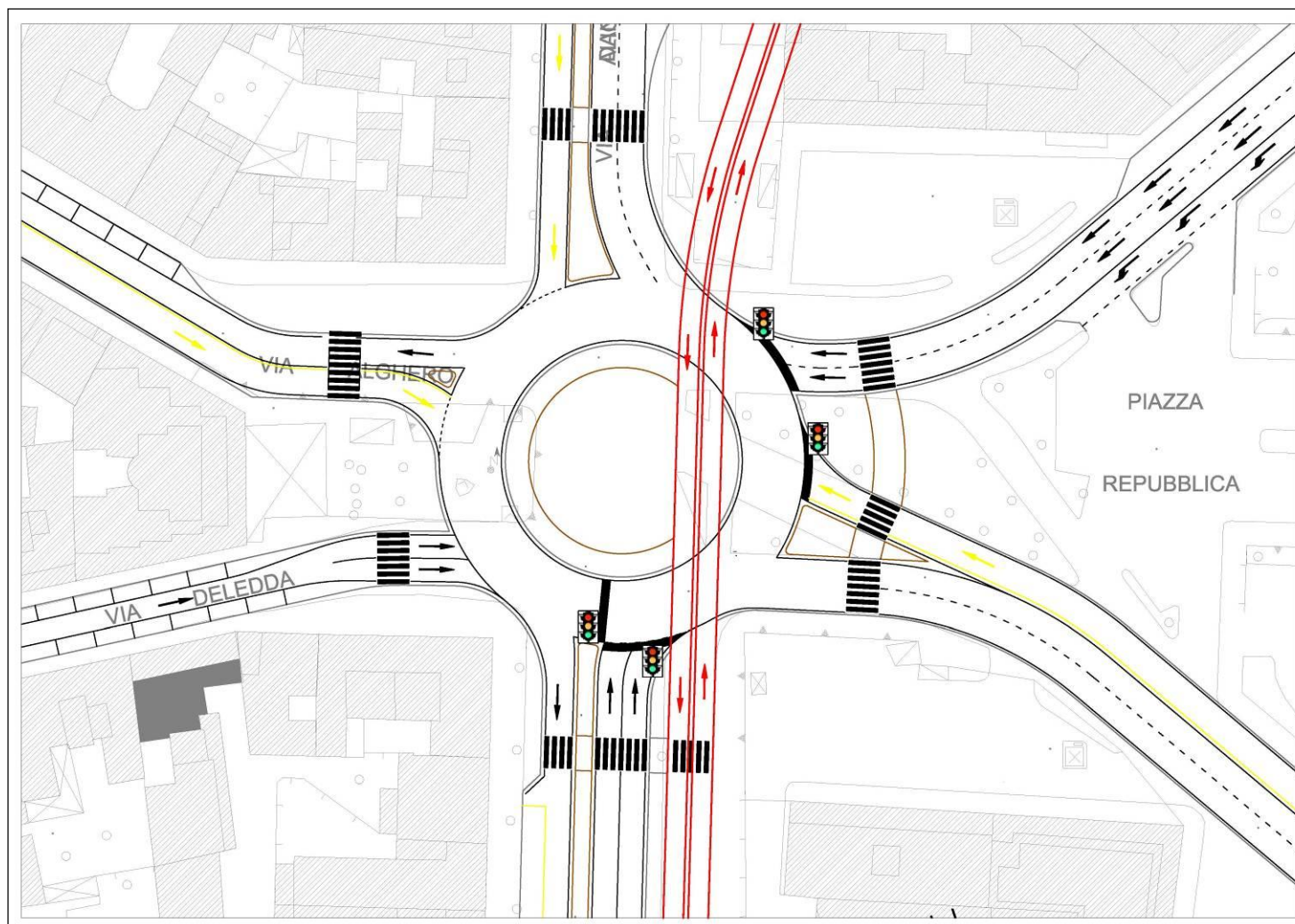


Figura 28 - Piazza Repubblica (semaforizzazione)

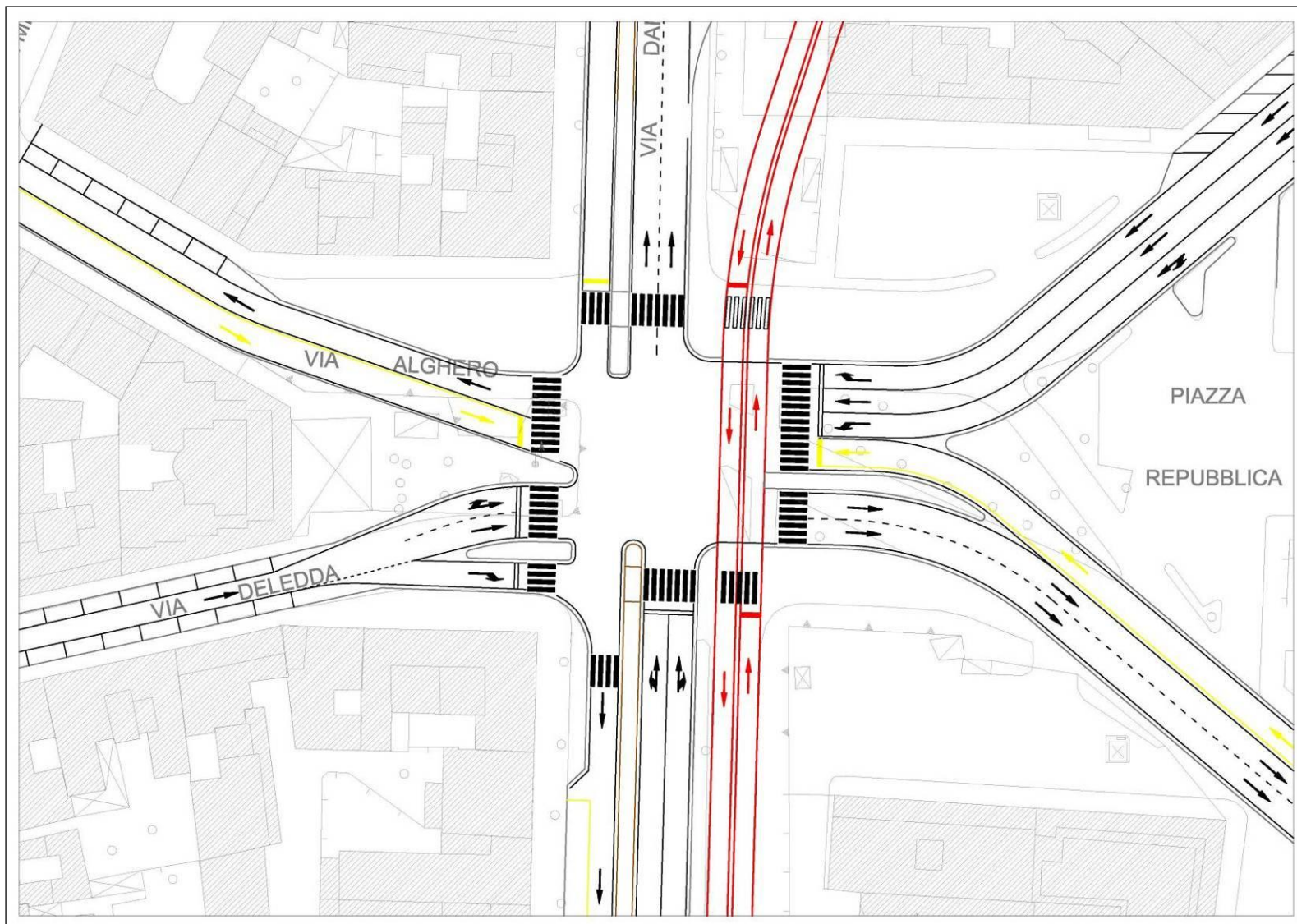
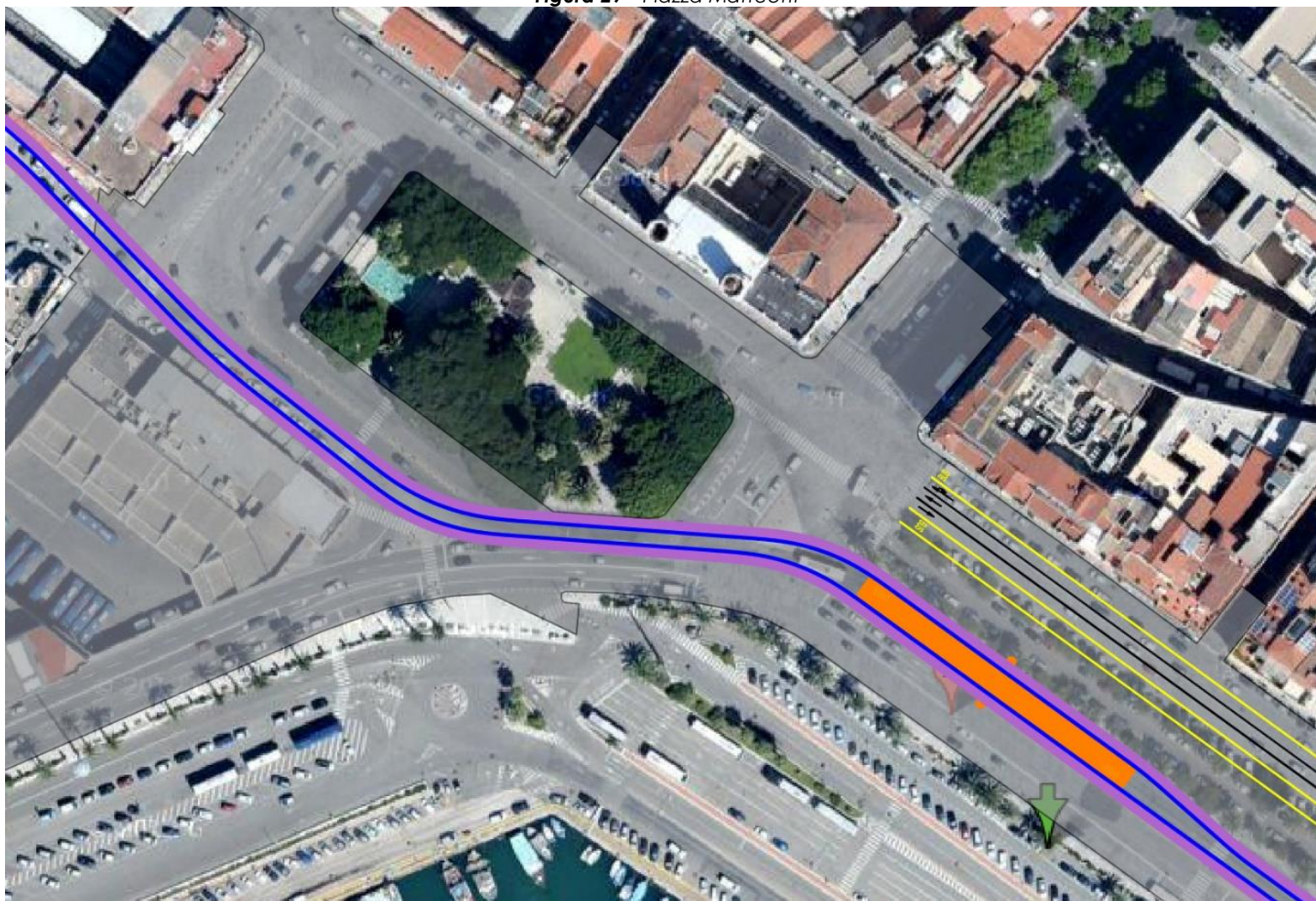


Figura 29 - Piazza Matteotti



11 Sommario

1	Premessa	1
2	Sintesi del contesto trasportistico	1
3	Inquadramento dell'opera nei piani strategici	4
3.1	Piano Regionale dei trasporti (2008)	6
3.2	Piano urbano della mobilità di cagliari	8
3.3	Piano strategico intercomunale dell'area vasta di cagliari	9
4	Lo studio di fattibilità D'Appolonia	10
5	L'attuale servizio di trasporto urbano	13
5.1	Analisi dei flussi di passeggeri nell'area conurbata	16
5.2	Criticità del sistema del trasporto pubblico	17
6	Analisi di accessibilità e la domanda potenziale	18
6.1	Trasformazioni urbane previste	20
7	Ipotesi di revisione della rete di trasporto pubblico urbano	21
7.1	Il trasporto urbano su gomma nella via Roma	22
8	Riassesto dei nodi e della viabilità	23
8.1	Piazza Repubblica	24
8.2	Piazza Amendola	24
8.3	Piazza matteotti e il corridoio fronte mare	24
9	Indicatori finanziari ed economici	25
9.1	Convenienza finanziaria	25
9.2	Convenienza economica (costi e benefici socio-economici)	28
9.2.1	Benefici economici	29
9.2.2	Risultati economici	31
9.3	Analisi di sensibilità e rischio	35
10	Sintesi	37
11	Sommario	51
12	Indice delle Figure	51
13	Indice delle Tabelle	52

12 Indice delle Figure

Figura 1	- Andamento del tasso di motorizzazione in Provincia di Cagliari	1
Figura 2	- Traffico giornaliero medio feriale in ingresso a Cagliari relativo a tre mesi privi di festività significative. I valori nulli sono indicativi di rilievi non disponibili o incompleti (fonte: centrale della mobilità)	2
Figura 3	- Passeggeri trasportati dal trasporto pubblico urbano (fonte: CTM)	3
Figura 4	- Anello di metropolitana leggera inserita nell'accordo di Programma del 31 Ottobre 19965	3
Figura 5	- Schema di rete su ferro del "Piano di ristrutturazione dei servizi dell'Area Vasta di Cagliari" (Studio CIREM su incarico della Provincia di Cagliari - 2003)	6
Figura 6	- Schema futuro della rete metrotranviaria integrata e interconnessa di Cagliari (fonte: PRT 2008)	7
Figura 7	- Rete di metropolitana del Piano Strategico Intercomunale (fonte: Piano Strategico Intercomunale)	9
Figura 8	- La rete di metropolitana leggera dell'Accordo di Programma del 2008 (fonte dell'immagine: studio di fattibilità RAS – RTI D'Appolonia-IZI)	10
Figura 9	- Anello Centrale di Cagliari aggiuntivo rispetto alla rete dell'Accordo di Programma 2008 (fonte dell'immagine: studio di fattibilità RAS – RTI D'Appolonia-IZI)	11
Figura 10	- La rete completa dell'Accordo di Programma 2008 unitamente all'anello centrale di Cagliari non è risultata conveniente per lo studio di fattibilità RAS – RTI D'Appolonia-IZI	12
Figura 11	- La soluzione più conveniente dal punto di vista economico risultante dallo studio di fattibilità RAS è quella che prevede la realizzazione della sola linea Verde (Vesalio-Fiume) con	12

eventuale prolungamento per Pitz'e Serra, come estensione dello scenario di base (invariante) costituito dalle linee Rossa (Repubblica-Gottardo), Arancio (Gottardo-Policlinico) e Celeste (Gottardo-Settimo San Pietro).....	12
Figura 12 - La configurazione della rete definita "ottimale", in relazione alle esigenze di incontro tra le risultanze economiche e gli obiettivi politici, prevede la realizzazione dell'anello cagliaritano (fonte: studio di fattibilità RAS – RTI D'Appolonia-IZI)	13
Figura 13 - Mappa della rete dei servizi CTM (fonte carta della mobilità CTM spa - 2012).....	16
Figura 14 - confronto fra le coperture isometriche della linea metro e, rispettivamente, linea 8, 29 e 30 e 31	22
Figura 15 - Itinerario Metro Cagliari	40
Figura 16 - Densità Popolazione	41
Figura 17 - Densità addetti.....	41
Figura 18 - Copertura Metro vs Linea 29 e 8 CTM	42
Figura 19 - Copertura metro vs Linee 30 e 31 CTM	42
Figura 20 - Accessibilità isocrona fermate CTM nel corridoio Repubblica - Gottardo.....	43
Figura 21 - Confronto copertura fermate metro vs fermate CTM presenti nel corridoio.	44
Figura 22 - Accessibilità isocrona Metro cfr con isometrica.....	45
Figura 23 - Accessibilità isocrona Metro vs Linea 29 CTM.....	45
Figura 24 - Accessibilità isocrona Metro	46
Figura 25 - Accessibilità isocrona Linea 29 CTM	46
Figura 26 - Revisione servizi urbani del CTM.....	47
Figura 27 - Piazza repubblica (rotatoria).....	48
Figura 28 - Piazza Repubblica (semaforizzazione)	49
Figura 29 - Piazza Matteotti.....	50

13 Indice delle Tabele

Tabella 1 - Servizi Urbani - Livelli di Servizio	15
Tabella 2 - Costi di investimento Linea 3.....	25
Tabella 3 - Costi previsti per la manutenzione straordinaria	26
Tabella 4 - Rientri tariffari	27
Tabella 5 - Valore del tempo per motivo dello spostamento	30
Tabella 6 - Benefici monetari del risparmio del tempo	30
Tabella 7 - Risparmio costi operativi auto.....	31
Tabella 8 - Risparmi dovuti alla minore incidentalità	31
Tabella 9 - Risparmi dovuti al minor inquinamento.....	31
Tabella 10 - Fattori di conversione dei valori finanziari.....	32
Tabella 11 - Tabella riepilogativa analisi economico finanziaria	34
Tabella 12 - Variabili critiche	35
Tabella 13 - Sintesi analisi di rischio.....	36
Tabella 14 - Riepilogo dei numeri rilevanti	39