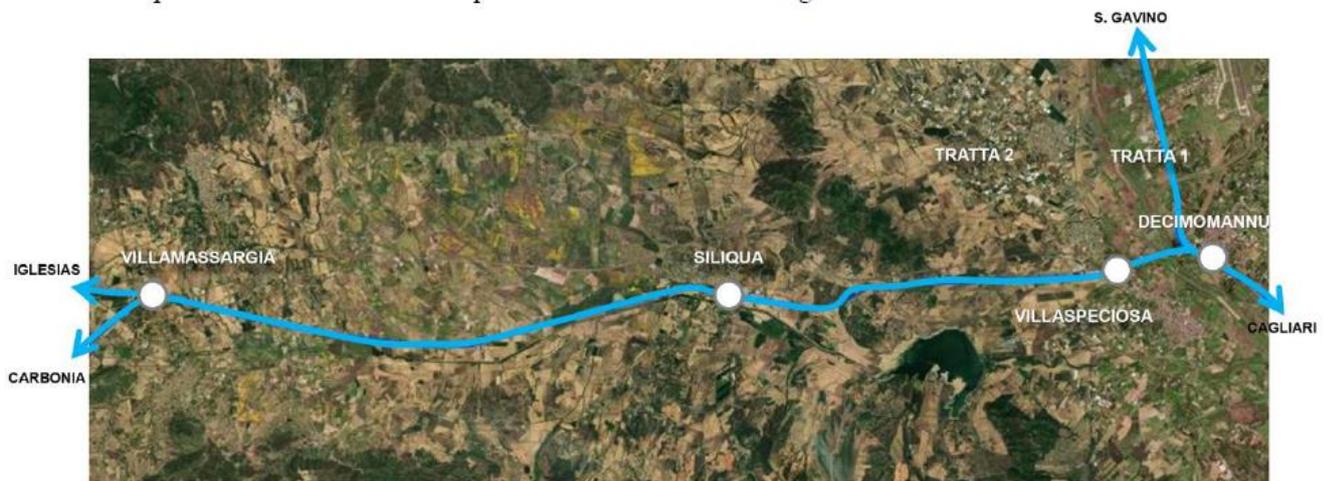


ANALISI COSTI-BENEFICI

PROGETTO DI INVESTIMENTO: Raddoppio linea Decimomannu-Villamassargia ed Elettrificazione del bacino del Sulcis



Data	Il Responsabile <i>Strategie di polo per investimenti sostenibili</i>	Data	Il Direttore <i>Strategia e Sostenibilità</i>
9.06.2023	<i>Enrico Cieri</i>		

INDICE

1	PREMESSA	6
2	METODOLOGIA DELL'ACB	6
2.1	ANALISI FINANZIARIA	8
2.2	ANALISI ECONOMICA	8
3	DESCRIZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE	11
3.1	ASPETTI SOCIO-ECONOMICI	11
4	IL PROGETTO DI INVESTIMENTO	14
4.1	INQUADRAMENTO E OBIETTIVI	14
4.2	COSTO DEL PROGETTO DI INVESTIMENTO	16
5	ANALISI COSTI-BENEFICI	17
5.1	IPOTESI DI BASE	17
5.1.1	<i>Orizzonte temporale di analisi</i>	17
5.1.2	<i>Tasso di attualizzazione</i>	17
5.1.3	<i>Valore monetario e Indicizzazione</i>	17
5.1.4	<i>Fattori di conversione dei valori finanziari in valori economici</i>	18
5.2	SCENARI INFRASTRUTTURALI E DI TRAFFICO	20
5.3	COSTI DI INVESTIMENTO PER L'INFRASTRUTTURA.....	23
5.4	VARIAZIONE DEI COSTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA	24
5.5	VARIAZIONE DEI COSTI DI ESERCIZIO DELL'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA.....	25
5.6	VARIAZIONE DEI RICAVI PER IL GESTORE	25
5.7	EFFETTI PRODOTTI DAL PROGETTO DI INVESTIMENTO.....	26
5.7.1	<i>Incremento costi operativi connessi ai servizi ferroviari</i>	28
5.7.2	<i>Decremento dei costi di esercizio ferroviario</i>	29
5.7.3	<i>Risparmi nei costi operativi della modalità stradale</i>	30
5.7.4	<i>Risparmi di tempo per gli utenti ferroviari</i>	31
5.7.5	<i>Risparmi di tempo da soppressione PL</i>	32
5.7.6	<i>Esternalità da diversione modale</i>	32
5.7.7	<i>Emissioni di CO2 nella fase di costruzione dell'opera</i>	41
5.8	VALORE RESIDUO.....	42
6	RISULTATI DELL'ANALISI COSTI-BENEFICI	44
6.1	INDICATORI DI ANALISI FINANZIARIA	44
6.2	INDICATORI DI ANALISI ECONOMICA	45

Allegati

- Cash flow finanziario previsionale
- Piano pluriennale dei costi e dei benefici

EXECUTIVE SUMMARY

L'Analisi Costi-Benefici (in breve ACB) è stata elaborata per analizzare, valutare e monetizzare gli impatti economici e sociali delle fasi di progettazione, realizzazione e operatività dei progetti di investimento relativi al raddoppio della linea Decimomannu-Villamassargia e all'elettificazione del Sulcis.

Il raddoppio della tratta Decimomannu-Villamassargia interviene sulla linea su cui confluiscono i servizi Cagliari-Iglesias e Cagliari-Carbonia. L'intervento, previsto nell'ambito dell'Accordo Quadro TPL tra RFI e Regione Sardegna, si estende per circa 30 km e prevede la realizzazione del raddoppio di binario tra le due località di servizio e la soppressione dei passaggi a livello esistenti, creando le condizioni per il potenziamento del servizio ferroviario e per l'incremento dei livelli qualitativi del servizio e di regolarità.

Il progetto del Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia rientra tra le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

L'intervento è stato suddiviso in n°4 tratte realizzabili separatamente, ove ogni singola tratta migliorerà la sicurezza della linea e produrrà un recupero dei tempi di percorrenza propedeutico alla finalizzazione del raddoppio completo, raggiunto il quale sarà possibile creare le condizioni per un incremento dell'offerta con un cadenzamento a 15' dei collegamenti Villamassargia – Cagliari.

Il Bacino del Sulcis, localizzato nel sud-ovest della regione Sardegna, è servito dall'infrastruttura ferroviaria grazie alla linea ferroviaria esistente a singolo binario. La rete ferroviaria del Sulcis si estende dalla località Decimomannu, fino alle località di Carbonia ed Iglesias, attraversando le località di Villaspeciosa, Uta, Siliqua e Villamassargia.

L'elettificazione della linea contribuirà ad un miglioramento del servizio offerto ai passeggeri e la trazione elettrica apporterà beneficio alle condizioni ambientali dell'area interessata dalla ferrovia.

Il costo dell'intero Global Project è pari a circa 1.006,2 milioni di euro a valori finanziari.

L'attivazione all'esercizio è prevista nel 2030.

Il piano di spesa annuale per investimenti a valori finanziari è il seguente:



Figura 1 - Piano della spesa per investimenti

Nell'ambito dello Studio di Trasporto¹, i risultati delle simulazioni degli scenari di "riferimento" e di "progetto" dell'orizzonte futuro di attivazione (2030) evidenziano che gli interventi progettuali di velocizzazione incidono globalmente in modo positivo sul sistema della mobilità dell'area di studio, comportando:

- un incremento nell'utilizzo della modalità ferroviaria a scapito della modalità stradale, in relazione al trasporto passeggeri su itinerari di breve-media distanza in prevalenza di tipo extraurbano;
- benefici in termini di tempo risparmiato sia per gli utenti "conservati" del mezzo ferroviario sia per quelli in diversione modale.

Sulla base dei risultati dello Studio di Trasporto, risultano quindi definite le variazioni di traffico in termini di treni.km e veicoli.km e le ore annue risparmiate, utilizzate nella presente ACB.

	Modalità di trasporto / Indicatore		Valore annuo dal 2030 in poi
Traffico Viaggiatori *	Traffico ferroviario – Servizi Regionali	Treni.Km /Anno (migliaia)	+1.479,1
	Traffico stradale - Auto privata	Veicoli.Km/Anno (migliaia)	- 35.237,7

Tabella 1 - Effetti prodotti dall'investimento: variazioni di traffico per le diverse modalità

* Valore differenziale tra Scenario di progetto e Scenario di Riferimento

¹ "RFI, Studio di Trasporto Raddoppio Villamassargia-Decimomannu", a cui si rinvia per dettagli.

ORE.ANNO RISPARMIATE		Valore annuo dal 2030 in poi
Utenti di servizi ferroviari	Traffico conservato	527.359
	Traffico acquisito dalla strada	579.402
TOTALE ORE.ANNO		1.106.761

Tabella 2 - Risparmi complessivi di tempo per gli utenti dei servizi ferroviari

Il giudizio di convenienza o di apprezzamento economico-sociale dell'investimento è stato sintetizzato nel calcolo degli indicatori rappresentati nella tabella seguente, la quale evidenzia altresì in dettaglio il contributo alla composizione del VANE dei costi e dei benefici considerati nell'analisi:

INDICATORI DI PRESTAZIONE ECONOMICA (Importi in milioni di euro)	Valore Attuale al 2023 Tasso 3%	% su Costi attualizzati e % su Benefici attualizzati
Costi di Investimento Infrastruttura	628,88	72,6%
Costi "esterni" per emissioni CO2 in fase di costruzione	8,06	0,9%
Manutenzione straordinaria infrastruttura	14,40	1,7%
Costi O&M per gestione infrastruttura	56,06	6,5%
Costi di esercizio operatori ferroviari	158,43	18,3%
(C) Totale Costi economici	865,82	100%
Benefici da Risparmi di costi operativi ferroviari	73,71	8,4%
Benefici da Risparmi di costi operativi strada	94,19	10,8%
Benefici da Risparmi di tempo utenti ferrovia	323,39	37,0%
Benefici da Esternalità:	141,73	16,2%
▪ <i>Inquinamento atmosferico</i>	41,95	29,6%
▪ <i>Emissioni GHG in fase di esercizio</i>	65,61	46,3%
▪ <i>Inquinamento acustico</i>	19,59	13,8%
▪ <i>Incidentalità</i>	8,54	6,0%
▪ <i>Congestione</i>	6,05	4,3%
Benefici da soppressione PL	10,48	1,2%
Valore Residuo dell'investimento	229,60	26,3%
(B) Totale Benefici economici	873,11	100%
(B-C) VANE (milioni di euro)	7,29	
TIRE	3,05%	
Rapporto B/C	1,01	

I risultati dell'ACB indicano che il Progetto di Investimento complessivamente considerato produce dei benefici netti per la collettività e pertanto può considerarsi conveniente da un punto di vista economico-sociale.

1 Premessa

Con l'approvazione delle "Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche" emesse dal MIT, l'ACB di natura economica rappresenta un percorso obbligato dell'iter approvativo dei progetti di investimento.

L'ACB prevede che ci si sposti da un'ottica puramente privatistico – aziendale e si prendano in considerazione gli effetti che l'investimento introduce per il benessere della collettività.

Secondo tale ottica, anche investimenti che finanziariamente non risultano vantaggiosi per il gestore dell'infrastruttura, potrebbero risultare sul piano economico-sociale convenienti in quanto generatori di valore per la collettività nel suo complesso.

Recentemente, il Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (oggi MIT) ha pubblicato le "Linee Guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC" in cui l'ACB è definita come uno dei principali strumenti metodologici di valutazione delle alternative.

La presente ACB ha l'obiettivo di valutare la convenienza economico-sociale del Global Project riguardante il raddoppio della linea Decimomannu-Villamassargia e l'elettificazione del bacino del Sulcis.

Il lotto 2 Villaspeciosa-Siliqua del raddoppio della linea rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

2 Metodologia dell'ACB

La presente ACB è stata condotta secondo l'approccio differenziale, pertanto la valutazione riguarda i flussi annuali relativi a costi-ricavi (analisi finanziaria) e costi-benefici (analisi economica), determinati dal confronto tra lo scenario "Con Intervento" (o "Scenario di Progetto") e lo Scenario "senza intervento" (c.d. "Scenario di Riferimento").

Si evidenzia che lo scenario "Senza intervento" non è caratterizzato da una generale situazione di "non fare" rispetto alla situazione attuale, ma considera un'evoluzione tendenziale dell'infrastruttura e dei flussi economici secondo le azioni già pianificate e avviate, diverse dall'intervento oggetto di valutazione.

La costruzione degli scenari, effettuata tenendo conto dell'ambito territoriale di influenza del progetto, consente di definire la dinamica dei flussi di traffico passeggeri in termini differenziali tra la situazione "senza progetto" (o "tendenziale") e la situazione "con progetto", con evidenza della loro evoluzione temporale e della loro ripartizione tra modalità ferroviaria e stradale

Ai flussi di traffico differenziali sono quindi associati gli effetti in termini di costi-ricavi nell'Analisi finanziaria e costi-benefici nell'Analisi economica, che, insieme alla spesa per investimenti, permettono di valutare il grado di convenienza del progetto.

La tabella seguente fornisce un quadro di sintesi delle grandezze utilizzate nella presente Analisi per l'elaborazione degli Indicatori di valutazione:

<u>ANALISI FINANZIARIA</u>	<u>ANALISI ECONOMICA</u>
<p><u>Indicatori:</u> Redditività finanziaria dell'Investimento VANF e TIRF (VISTA GESTORE INFRASTRUTTURA)</p>	<p><u>Indicatori di prestazione economica:</u> VANE e TIRE (VISTA COLLETTIVITA')</p>
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Costi di investimento <input type="checkbox"/> Variazione dei Costi per manutenzione straordinaria del gestore <input type="checkbox"/> Variazione dei Costi di manutenzione ordinaria per il gestore <input type="checkbox"/> Variazione della voce Ricavi da pedaggio per il gestore <input type="checkbox"/> Valore Residuo dell'investimento 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Costi di investimento infrastruttura ferroviaria (a valori economici) <input type="checkbox"/> Variazione dei costi di manutenzione straordinaria per il gestore (a valori economici) <input type="checkbox"/> Variazione dei costi di manutenzione ordinaria del gestore (a valori economici) <input type="checkbox"/> Variazione dei costi di esercizio per gli operatori che erogano servizi ferroviari Passeggeri (a valori economici) <input type="checkbox"/> Risparmi nei costi operativi dei veicoli stradali, a seguito della diversione modale strada-ferrovia (a valori economici) <input type="checkbox"/> Risparmi nei costi di esercizio per gli operatori che erogano servizi ferroviari Passeggeri (a valori economici) <input type="checkbox"/> Risparmi di tempo per i passeggeri dei servizi ferroviari <input type="checkbox"/> Risparmi di costi "esterni" per inquinamento ambientale, effetto serra, inquinamento acustico, incidentalità, congestione <input type="checkbox"/> Risparmi di tempo da soppressione PL <input type="checkbox"/> Valore Residuo dell'investimento

Riferimenti metodologici

I principali riferimenti metodologici utilizzati nella elaborazione della presente analisi costi-benefici sono i seguenti:

- Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche – MIT -2016
- "Guide to cost-benefit analysis of Investment Projects – Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020" – European Commission DG Regional Policy, 2014 (in breve "Linee Guida UE")
- Linee Guida operative per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche, Settore ferroviario – MIMS/Stm – dicembre 2021
- Regolamento (UE) n. 1303/2015 del Parlamento Europeo
- Regolamento di esecuzione (UE) 207/2015 della Commissione
- Regolamento delegato (UE) n.480/2014 della Commissione
- CE Delft et Al "Handbook on the external costs of transport Version 2019 – 1.1" European Commission DG for Mobility and Transport
- Quaderni del PON Trasporti n° 02/2006 "I Grandi Progetti del PON Trasporti 2000–2006 Metodologie di analisi e casi di applicazione"
- Quaderni del PON Trasporti n° 08/2008 "Linee guida per la misura dei Costi Esterni nell'ambito del PON Trasporti 2000 – 2006"
- EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025, Annex 5 (nov. 2020)

Di seguito sono forniti elementi di dettaglio relativi alla metodologia utilizzata per l'Analisi finanziaria e l'Analisi economica.

2.1 Analisi finanziaria

La metodologia applicata è quella dei Flussi di Cassa Attualizzati (Discounted Cash Flow - DCF), la quale prende in considerazione esclusivamente i flussi di cassa in entrata e in uscita; non entrano invece nell'analisi accantonamenti, ammortamenti e altre voci contabili che non corrispondono ad effettivi movimenti di cassa.

L'analisi è svolta dal punto di vista del Gestore dell'infrastruttura (RFI SpA) e quindi vengono considerati gli effetti economico-finanziari (in termini differenziali) che la realizzazione del Progetto di Investimenti comporta sulla gestione aziendale, in particolare:

- i costi di investimento per la realizzazione del Progetto;
- variazioni nei costi di manutenzione straordinaria, finalizzati a mantenere l'infrastruttura ad un livello standard di funzionamento nell'arco temporale di previsione;
- variazioni nei costi di esercizio dell'infrastruttura;
- ricavi da pedaggio, percepiti per l'accesso all'infrastruttura da parte degli operatori dei servizi ferroviari;

I valori sono considerati al netto di IVA in quanto l'IVA può essere recuperata dal soggetto proponente. L'analisi è svolta utilizzando prezzi reali costanti e quindi coerentemente è utilizzato un tasso di sconto espresso in termini reali.

Sulla base delle voci sopra specificate vengono costruiti i flussi di cassa annuali, utilizzati per il calcolo degli indicatori di valutazione

La redditività finanziaria dell'investimento è valutata attraverso la stima dei seguenti indicatori:

- ➔ **Valore Attuale Netto Finanziario [VANF(C)], ovvero la sommatoria dei saldi annuali tra costi** (inclusi costi per investimento) e ricavi generati dall'investimento, scontati ad un tasso predefinito (come detto espresso in termini reali);
- ➔ **Tasso di Rendimento Finanziario [TRF(C)],** ovvero il valore del tasso che, applicato come sconto ai saldi annuali costi-ricavi, rende il valore del VANF pari a zero.

2.2 Analisi economica

L'analisi economica prevede che ci si sposti da un'ottica puramente privatistico – aziendale e si prendano in considerazione gli effetti che l'investimento produce sul livello di benessere della collettività.

Infatti, mentre l'analisi finanziaria consente di pervenire ad indicatori di convenienza sull'utilizzo di risorse da parte degli stakeholders, l'ACB economica consente di valutare l'effetto netto del progetto in termini di benessere sociale, ovvero se esso determina consumo o creazione di ricchezza per l'intera collettività. In base a tale approccio l'analisi economica si limita alle valutazioni delle variazioni dei costi economici finali, al netto di tutti i trasferimenti: per questo motivo, ad esempio, non compaiono nell'analisi economica le entrate da pedaggio, in quanto queste costituiscono un mero trasferimento tra imprese ferroviarie e gestore di rete, e non un flusso economico.

Secondo tale ottica, anche investimenti che dal punto di vista finanziario non risultano vantaggiosi, potrebbero risultare sul piano sociale convenienti in quanto generatori di ricchezza per la collettività interessata dal progetto.

L'ACB economica, attraverso l'opportuna rettifica dell'analisi finanziaria e tramite la quantificazione monetaria degli effetti ambientali e sociali generati dal progetto, consente di pervenire ad indicatori di convenienza economica dell'intervento dal punto di vista dell'interesse generale. Si deve, in pratica, verificare se l'investimento soddisfa o no interessi pubblici quali il miglioramento della qualità ambientale, della sicurezza del trasporto, ecc. Sulla scorta di tale analisi, si offrono elementi decisionali sull'opportunità dell'impegno di risorse pubbliche per la realizzazione dei progetti di investimento.

Come detto il beneficio apportato deve essere considerato in termini "netti", ovvero come incremento del saldo tra benefici e costi generato da un intervento rispetto ad una situazione cosiddetta "senza intervento".

Dal confronto tra la situazione "senza progetto" e la situazione "con progetto" è possibile ricavare i flussi differenziali di traffico associabili all'entrata in esercizio delle opere, distinti tra modalità ferroviaria e altre modalità, per merci e per passeggeri.

I flussi differenziali così ottenuti sono alla base dell'individuazione e quantificazione monetaria degli effetti diretti e delle esternalità che, confrontati con i costi di costruzione e gestione dell'infrastruttura, consentono di determinare gli indicatori utili a valutare la convenienza economico-sociale del progetto.

Costi di costruzione ed esercizio dell'infrastruttura

L'ACB economica è condotta a partire dalle ipotesi su costi di investimento e costi di esercizio contenute nell'analisi finanziaria.

Tuttavia, mentre nell'analisi finanziaria i beni e servizi prodotti e utilizzati nel progetto sono valutati ai prezzi di mercato effettivamente riscossi e pagati secondo un criterio di cassa, nell'analisi economica la valutazione deve avvenire secondo la logica del valore che tali beni e servizi hanno per la collettività e ad un costo opportunità che potrebbe non coincidere con i prezzi di mercato.

Alcune voci e prezzi che figurano tra le entrate e uscite nell'analisi finanziaria non rispecchiano un'effettiva utilizzazione di risorse, ma riflettono piuttosto trasferimenti di ricchezza da un gruppo all'altro nell'ambito della collettività.

In ottica di analisi economica è necessario quindi depurare i valori finanziari dei costi di investimento e di esercizio dagli elementi che costituiscono semplici trasferimenti (principalmente imposte, oneri sociali, sussidi ed altre forme di agevolazione), oltre che esprimere i valori in termini di prezzi ombra. A tale scopo si fa ricorso ad una serie di fattori di conversione che applicati a valori finanziari consentono di ottenere i corrispondenti valori economici.

Effetti diretti

Si tratta di costi e benefici rilevabili per quella parte di collettività che è direttamente interessata dal progetto.

Per progetti di investimento in ambito trasportistico il beneficio diretto è tipicamente rappresentato da risparmi in termini di:

- tempo, per cui un progetto di trasporto contribuisce al benessere degli utenti se è in grado di garantire una riduzione dei tempi medi di trasporto rispetto alla situazione "senza progetto";
- costi operativi, per cui il benessere collettivo risulta aumentato nella misura in cui il progetto consente di offrire una modalità di trasporto complessivamente più economica rispetto alla

situazione "senza progetto". Come per i costi di costruzione ed esercizio dell'infrastruttura anche i costi operativi delle diverse modalità di trasporto sono espressi a valore economico, attraverso l'applicazione dei fattori di conversione.

Esternalità

Si tratta di effetti a carattere socio-ambientale che riguardano la collettività nel suo complesso. La teoria economica definisce le esternalità come cambiamenti del livello di benessere generati da una determinata attività che non sono tuttavia riflessi nei prezzi di mercato. Le esternalità possono essere negative (costi esterni) o positive (benefici esterni). Un costo esterno, o esternalità negativa, rappresenta uno svantaggio o una conseguenza negativa che l'attività di un agente economico (o di un gruppo d'agenti) determina nei confronti di un altro agente (o gruppo di agenti), qualora tale impatto non sia in qualche modo compensato in termini monetari dall'agente che lo ha causato. Analogamente, un beneficio esterno, o esternalità positiva, è il vantaggio o la conseguenza positiva che l'attività svolta da un agente (o gruppo) genera nella sfera di uno o più altri agenti, i quali però non versano alcun corrispettivo monetario per il beneficio ottenuto. Nel settore dei trasporti, si concorda nel considerare che la maggior parte delle esternalità sono negative (costi esterni), mentre vi è un ampio consenso nel considerare che il valore degli eventuali benefici esterni è trascurabile al confronto con quello dei costi, e soprattutto che la maggior parte dei benefici generati dall'attività di trasporto sono internalizzati all'origine. Tipico è l'esempio della crescita economica (regionale, locale, nazionale) indotta dal potenziamento dell'offerta di trasporto: si tratta di un beneficio esplicitamente atteso dallo sviluppo infrastrutturale e dunque direttamente considerato nel processo decisionale. In coerenza con quanto suggerito dal Regolamento (UE) 207/2015 Allegato III e secondo quanto previsto dalla prassi per investimenti in infrastrutture di trasporto, sono valutate le seguenti esternalità: inquinamento atmosferico, contributo all'effetto serra, inquinamento acustico, incidentalità, congestione stradale.

Indicatori di valutazione

Il giudizio di convenienza o di apprezzamento economico-sociale dell'investimento viene sintetizzato nel calcolo dei seguenti indicatori:

Valore Attuale Netto Economico (VANE), ovvero la sommatoria dei saldi annuali tra costi e benefici generati dall'investimento, scontati ad un tasso predefinito;

$$VANE = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

in cui:

B_t = Benefici al tempo t

C_t = Costi al tempo t

t = varia da 0 (anno della valutazione) all'ultimo anno di previsione esplicita dei flussi annuali

r = tasso di attualizzazione dei flussi annuali

Tasso Interno di Rendimento Economico (TIRE), ovvero il valore del tasso che, applicato come sconto ai saldi annuali costi-benefici, rende il valore del VANE pari a zero.

B/C Ratio, ossia il rapporto tra Benefici attualizzati e Costi attualizzati.

3 Descrizione del contesto territoriale

L'intervento oggetto di analisi interessa fortemente un'area specifica della regione Sardegna, ovvero le due province di Cagliari e Sud Sardegna attraversate dal tracciato ferroviario interessato.

3.1 Aspetti socio-economici

Dati demografici

Analizziamo in questo paragrafo come si è evoluta la popolazione dell'isola. Per queste finalità esamineremo sia la popolazione totale, sia la popolazione appartenente alle seguenti classi di età:

- < 15 anni;
- 15 ÷ 25 anni;
- 26 ÷ 65 anni;
- > 65 anni.

La seguente figura mostra anzitutto come si è evoluta la popolazione dell'intera isola nel periodo 2002÷2019.

Quella totale è debolmente cresciuta fino al 2011, dopo di che si è registrato un progressivo calo dovuto essenzialmente alle prime due fasce di età, inferiori ai 26 anni, per le quali il calo si è manifestato sin da subito.

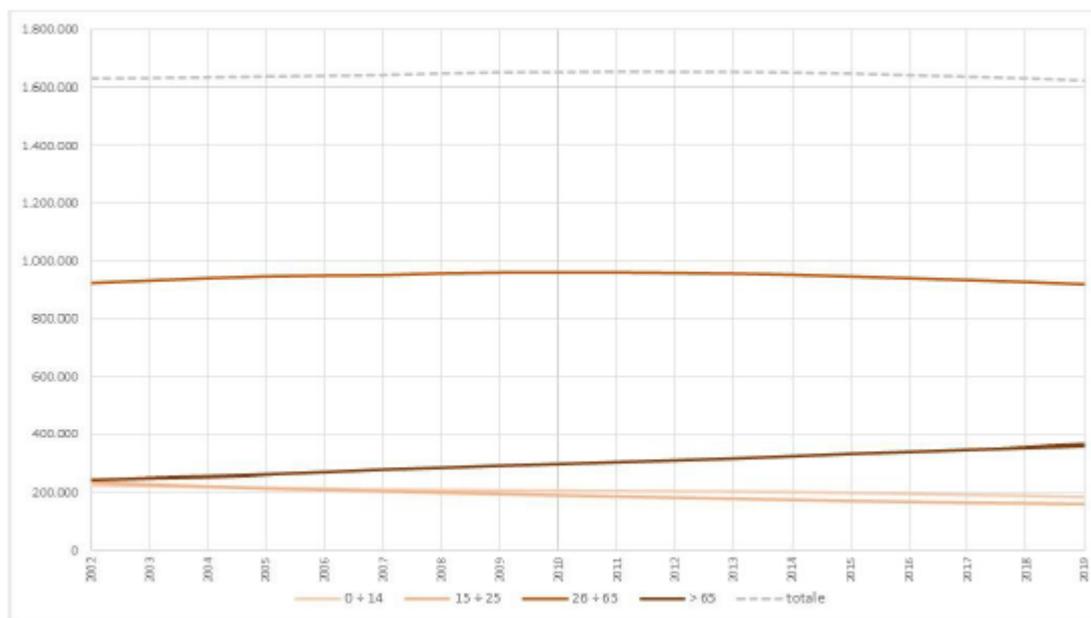


Figura 2 - Andamento della popolazione della Sardegna nel periodo 2002÷2019

Nel merito della popolazione totale, s nei comuni interni (montagna e collina) si è registrato un autentico crollo del numero di abitanti mentre viceversa il valore della popolazione totale nei comuni di pianura o litoranei è ancora maggiore di quello dell'anno base (2002).

Sono possibili le seguenti osservazioni:

- una diminuzione progressiva della popolazione con età inferiore ai 14 anni, particolarmente pronunciata per le due categorie di Comuni interni (montagna e pianura);

- una progressiva diminuzione di età compresa tra i 15 ed i 25 anni che in questo caso appare però abbastanza omogenea tra i diversi cluster di Comuni considerati;
- come la classe di età compresa tra i 26 ed i 65 anni sia l'unica che, per talune categorie di Comuni (pianura e collina litoranea) presenta valori di popolazione superiore a quella del 2002 ancorché questa comunque si riduca nell'arco dell'ultimo decennio.

Dati occupazionali

Riguardo al numero di occupati su territorio regionale, non essendo disponibili informazioni con livello di dettaglio comunale, è stata condotta un'analisi relativa alle province sarde.

Dal 2016 vi è stato un riaccorpamento di diverse province sarde che ha portato alla eliminazione di alcune centralità amministrative. In particolare, Sud Sardegna ha inglobato i territori di Carbonia-Iglesias e Medio Campidano, mentre Sassari e Nuoro rispettivamente i territori di Olbia-Tempio e Ogliastra.

Territorio/ Provincia	Tasso di occupazione 19-64 anni (%)						Δ % 2019 vs 2014	CAGR 2019 - 2014
	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Sardegna	48.6	50.1	50.3	50.5	52.7	53.8	10.85	2.08
Sassari	47.5	51.4	46.8	50.4	54.0	56.0	17.82	3.33
Nuoro	50.7	49.1	52.2	48.7	49.7	51.3	1.15	0.23
Cagliari	50.4	52.2	53.6	54.9	53.8	55.7	10.45	2.01
Oristano	49.8	50.5	52.0	48	53.2	51.1	2.54	0.50
Olbia-Tempio	51.4	49.8	51.9	-	-	-	8.87	1.71
Ogliastra	48.4	46.5	50.0	-	-	-	5.93	1.16
Medio Campidano	40.8	44.8	43.1	-	-	-	25.39	4.63
Carbonia-Iglesias	41.6	44.8	43.8	-	-	-	22.83	4.20
Sud Sardegna	-	-	-	46.8	51.2	51.2	-	-

Nota: per via degli accorpamenti provinciali di Medio Campidano e CI, il dato annuale per provincia è stato confrontato con il valore al 2019 della provincia Sud Sardegna. La stessa logica è stata applicata ai territori di Olbia ed Ogliastra che sono comparati con Sassari e Nuoro rispettivamente.

Tabella 3 - Tasso di occupazione provinciale

La tabella qui sopra mostra un trend generale di aumento dei livelli di occupazione, con picchi di variazione di oltre il 25%.

Dati turistici

Sono stati esaminati i dati degli arrivi totali nelle strutture ricettive dell'intera regione Sardegna per l'anno 2019 come mostrato nella seguente figura.

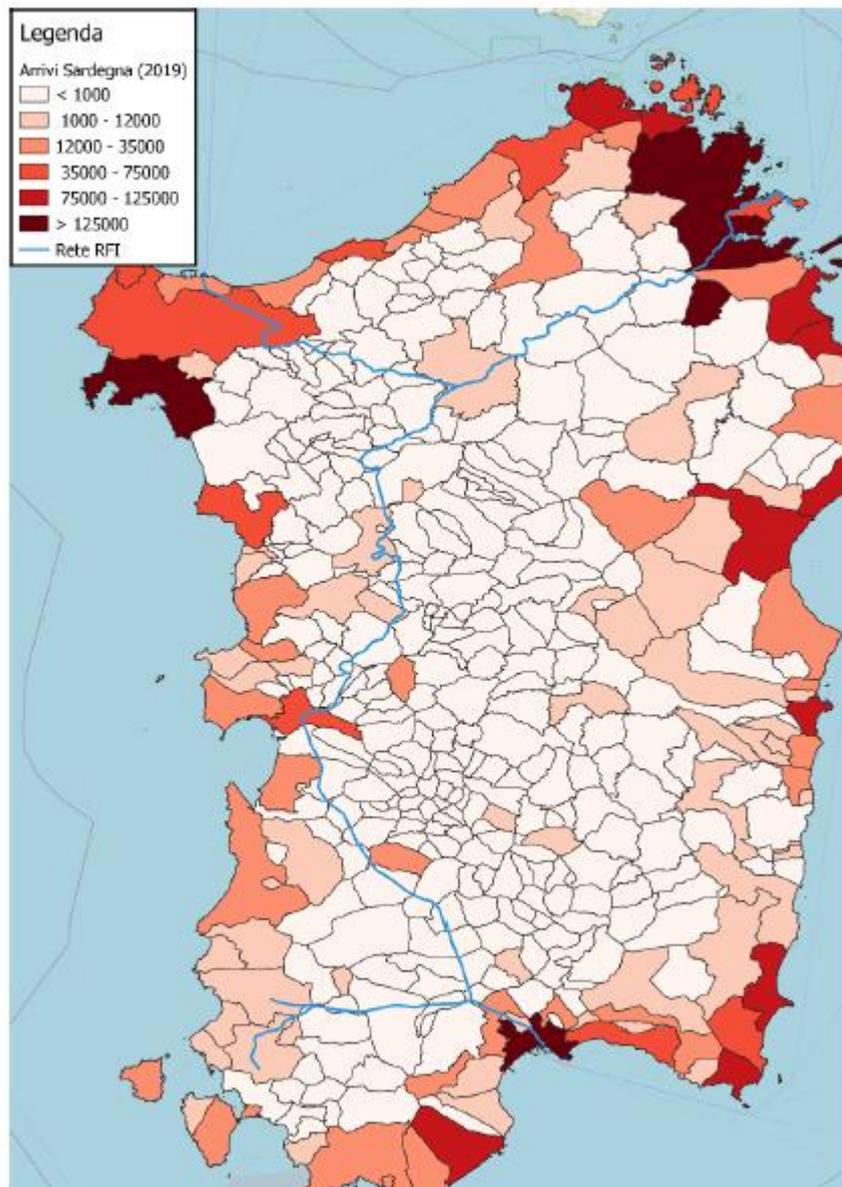


Figura 3 - Rappresentazione del numero di arrivi turistici per l'intero territorio sardo

I numeri sono riportati nella tabella riassuntiva di seguito e sono stati ottenuti aggregando gli arrivi in tutti i tipi di strutture di ricezione collettiva.

Area (Province)	Arrivi totali	% Sul totale
Sassari	1'685'207	48.9
Nuoro	519'723	15.1
Cagliari	499'833	14.5
Oristano	261'249	7.6
Sud Sardegna	478'046	13.9
Sardegna (Totale)	3'444'058	-

I risultati mostrano un solido sbilanciamento in termini di attrattività turistica verso i territori settentrionali dell'isola, con la provincia di Sassari che da sola raccoglie quasi il 50% degli arrivi totali. Al contrario le intere province di Cagliari e Sud Sardegna, pur avendo valori non trascurabili, arrivano ad un numero di arrivi turistici aggregati inferiore al 30% del totale.

Restrungendo l'attenzione unicamente alle province di Cagliari e Sud Sardegna, si nota inoltre come quasi il 30 % del totale degli arrivi sia limitato al solo territorio comunale di Cagliari, percentuale che arriva a poco meno del 45% se a questo si aggregano anche gli arrivi presso i comuni di Quartu Sant'Elena e Pula. I comuni appartenenti alla provincia Sud Sardegna tendono invece a non essere grandi poli attrattori di flussi turistici. Come risultato si nota una distribuzione più omogenea dei flussi e generalmente più bassa in termini di valori assoluti degli arrivi.

Area (Province)	Arrivi totali	% Sul totale
Cagliari (comune)	280'059	28.6
Quartu Sant'Elena	59'941	5.8
Pula	95'452	9.76
Domus De Maria	32'893	3.36
Sant'Antioco	25'646	2.62
Carbonia	11'646	1.19
Iglesias	11'409	1.17
Cagliari e Sud Sardegna (Totale Province)	977'879	-

4 Il Progetto di investimento

4.1 Inquadramento e obiettivi

Raddoppio linea Decimomannu-Villamassargia

Il raddoppio della tratta Decimomannu-Villamassargia interviene sulla linea su cui confluiscono i servizi Cagliari-Iglesias e Cagliari-Carbonia. L'intervento, previsto nell'ambito dell'Accordo Quadro TPL tra RFI e Regione Sardegna, si estende per circa 30 km e prevede la realizzazione del raddoppio di binario tra le due località di servizio e la soppressione dei passaggi a livello esistenti, creando le condizioni per il potenziamento del servizio ferroviario e per l'incremento dei livelli qualitativi del servizio e di regolarità.

Il progetto del Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia rientra tra le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

L'intervento è stato suddiviso in n°4 tratte realizzabili separatamente, ove ogni singola tratta migliorerà la sicurezza della linea e produrrà un recupero dei tempi di percorrenza propedeutico alla finalizzazione del raddoppio completo, raggiunto il quale sarà possibile creare le condizioni per un incremento dell'offerta con un cadenzamento a 15' dei collegamenti Villamassargia – Cagliari.

Elettificazione Bacino del Sulcis

Il Bacino del Sulcis, localizzato nel sud-ovest della regione Sardegna, è servito dall'infrastruttura ferroviaria grazie alla linea ferroviaria esistente a singolo binario.

La rete ferroviaria del Bacino del Sulcis è ad oggi così articolata:

- Circa 30 km a semplice binario nella tratta Decimomannu-Villamassargia, dove sono presenti le stazioni di Decimomannu, Siliqua, Villamassargia e la fermata di Uta-Villaspeciosa,
- Circa 20 km a semplice binario nella tratta Villamassargia-Carbonia, la linea termina alla stazione Carbonia.
- Circa 10 km a semplice binario nella tratta Villamassargia-Iglesias, la linea termina alla stazione di Iglesias.

Mediante la stazione di Decimomannu la rete è connessa con la direttrice verso Cagliari a sud e verso Oristano a nord. La linea esistente si sviluppa in semplice binario per un'estensione di circa 50 km sulla relazione più lunga Decimomannu-Carbonia. Dalla stazione di Villamassargia si sviluppa per circa 10 km la tratta verso Iglesias.

L'intervento oggetto della presente progettazione prevede l'elettificazione di tutta la linea del Bacino del Sulcis.

Il progetto di elettificazione è articolato nelle seguenti fasi:

Prima Fase:

- Elettificazione della tratta a doppio binario Decimomannu – Siliqua in coerenza con il progetto di raddoppio della linea Decimomannu – Villamassargia Lotti 1 e 2;
- Elettificazione delle tratte a semplice binario Siliqua – Villamassargia e Villamassargia – Carbonia/Iglesias.

Seconda Fase:

- Elettificazione del raddoppio completo sulla tratta Siliqua – Villamassargia in esito agli sviluppi di tracciato del progetto di raddoppio "Decimomannu - Villamassargia".

L'elettificazione della linea contribuirà ad un miglioramento del servizio offerto ai passeggeri e la trazione elettrica porterà beneficio alle condizioni ambientali dell'area interessata dalla ferrovia.

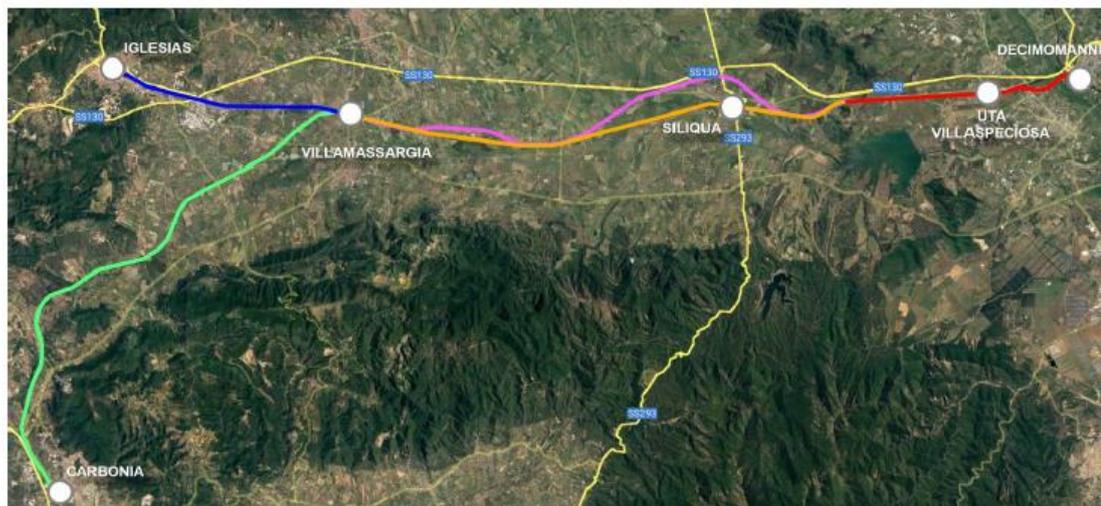


Figura 4 – Fasi di elettificazione

Legenda

- Raddoppio Decimomannu Lotti 1 e 2
- Tratta esistente Siliqua-Villamassargia
- Tratta esistente Villamassargia-Iglesias
- Tratta esistente Villamassargia-Carbonia
- Raddoppio Siliqua-Villamassargia

4.2 Costo del progetto di investimento

Il costo dell'intero Global Project è pari a circa 1.006,2 milioni di euro a valori finanziari. L'attivazione all'esercizio è prevista nel 2030.

Il piano di spesa annuale per investimenti a valori finanziari è il seguente:



Figura 5 - Piano della spesa per investimenti

5 ANALISI COSTI-BENEFICI

5.1 Ipotesi di base

5.1.1 Orizzonte temporale di analisi

L'arco temporale della valutazione si estende per 38 anni dall'anno base (2023), pertanto l'orizzonte temporale è 2023-2060.

Lungo tale arco temporale è possibile distinguere la fase di progettazione e realizzazione degli interventi (2023-2030), e la fase di esercizio, in cui si sviluppano in pieno gli effetti del progetto.

L'anno base per l'attualizzazione dei flussi è il 2023.

5.1.2 Tasso di attualizzazione

Secondo quanto suggerito nella "Guide to cost-benefit analysis of Investment Projects" – European Commission DG Regional Policy, 2014, è utilizzato ai fini dell'Analisi Finanziaria un tasso di attualizzazione pari al 4% in termini reali.

Nell'Analisi economica il tasso di attualizzazione rappresenta il saggio sociale di preferenza intertemporale in grado di riflettere il valore attribuito dalla collettività al consumo attuale e al consumo futuro, ed in particolare esso esprime:

- la preferenza dell'individuo ad ottenere un determinato servizio nel presente piuttosto che differire tale consumo nel futuro;
- la propensione a spendere una determinata quota del proprio reddito disponibile nel presente piuttosto che investire la stessa per un utilizzo futuro;
- il diverso interesse tra le generazioni attuali e quelle a venire in materia di scelte di investimento.

Secondo quanto suggerito dalle Linee Guida UE sopracitate ai fini della presente Analisi Economica viene utilizzato un tasso di sconto reale pari al 3%.

5.1.3 Valore monetario e Indicizzazione

Le grandezze monetarie di input sono espresse a valori costanti €/2023, in coerenza con l'utilizzo di un tasso "reale" di attualizzazione dei flussi.

Tutti i dati di input sono stati valorizzati €/2023 applicando coefficienti di rivalutazione basati sull'indice ISTAT NIC.

Nell'Analisi Economica, ai fini della indicizzazione nel tempo delle grandezze inerenti le esternalità e i risparmi di tempo, sono stati applicati parametri basati sulla variazione annua del PIL pro-capite a prezzi costanti, stima effettuata a partire dalle seguenti ipotesi:

- andamento della popolazione: previsioni IMF fino al 2027, a seguire previsioni ISTAT;
- dinamica PIL:
 - 2021 – 2027 stime IMF;
 - dal 2028 – crescita commisurata alla media dell'andamento PIL dei 5 anni precedenti la crisi COVID (1% annuo con progressiva riduzione prudenziale fino al 2061).

Nella tabella seguente sono rappresentati i valori di variazione annua del PIL pro-capite per alcuni anni significativi, il valore del 2050 è mantenuto costante fino al termine dell'orizzonte temporale di analisi:

ANNI	PIL pro capite (EURO)	Variazione % annua PIL pro capite
2023	29.214	
2024	29.619	1,39%
2025	29.951	1,12%
2026	30.280	1,10%
2027	30.518	0,78%
2028	31.291	2,53%
2029	31.665	1,20%
2030	32.037	1,17%
2031	32.405	1,15%
2032	32.769	1,13%
2033	33.130	1,10%
2034	33.488	1,08%
2035	33.841	1,05%
2040	35.543	0,94%
2045	37.166	0,87%
2050	38.765	0,84%

Tabella 4 - Variazione annua del PIL pro-capite

5.1.4 Fattori di conversione dei valori finanziari in valori economici

I fattori per la conversione dei valori finanziari in valori economici sono stati determinati tenendo conto delle indicazioni contenute nel Quaderno PON Trasporti 02/2006 e nella "Guide to cost-benefit analysis of Investment Projects – European Commission DG Regional Policy, 2014".

L'IVA è esclusa dall'analisi poiché rappresenta un costo recuperabile per il beneficiario. Considerando che i costi sostenuti da RFI sono stimati già al netto di IVA, i fattori di conversione utilizzati per i costi di investimento e manutenzione sono i seguenti:

Voci della spesa per investimenti (valori finanziari IVA esclusa)	Fattori di Conversione
Materiali ed aree	1,000
Lavoro	0,465
Trasporti	0,640
Altri costi	1,000

Tabella 5 - Fattori di conversione applicabili alla Spesa per Investimenti e manutenzione

In particolare:
Costo del Lavoro/Manodopera.

Per quanto riguarda il costo del lavoro (Manodopera impiegata nella realizzazione e manutenzione dell'opera, Personale adibito alla gestione dell'infrastruttura e Personale conducente dei mezzi di trasporto), viene utilizzato un fattore di conversione pari a 0,465, in grado di esprimere in termini di salari-ombra (shadow wages) i valori salariali medi di mercato: esso è calcolato applicando la metodologia prevista in Linee Guida UE (paragrafo 2.8.5), considerando incidenza fiscale sul costo del lavoro pari al 46% (dato Italia da fonte OCSE) e considerando il tasso medio di disoccupazione della Sardegna (13,9% media ISTAT anni 2019-2021).

▪ **Trasporti.**

Per la voce Trasporti si è considerata un'incidenza del costo del carburante pari al 43%, un'incidenza del costo di ammortamento pari al 26% e la restante parte costituita da pneumatici e manutenzione.

Risulta pertanto un fattore di conversione per il costo dei Trasporti pari a 0,640.

I fattori di conversione applicati ai costi del trasporto ferroviario, con materiale rotabile a trazione elettrica ovvero materiale rotabile a trazione diesel, sono stati definiti considerando altresì le seguenti ipotesi:

- costi di trazione elettrica calcolati con prezzi al netto di IVA e accise.
- costi finanziari delle altre voci stimati già al netto di IVA.
- costi di carburante per treni a trazione diesel già al netto dell'iva e dell'agevolazione ferroviaria sulle accise (circa il 70%)²

Voci di costo (valori finanziari IVA esclusa)	Fattori di Conversione
Ammortamento materiale rotabile	0,900
Materiali	1,000
Personale	0,400
Costi di trazione elettrica	0,472
Carburante per trazione treni a gasolio	1,000
Altri costi	1,000

Tabella 6 - Fattori di conversione applicabili ai costi di esercizio del trasporto ferroviario

Per quanto riguarda i costi di esercizio del trasporto stradale, i fattori di conversione sono stati ottenuti tenendo conto che:

- i costi chilometrici di auto sono comprensivi di IVA al 22%
- il costo del carburante per auto risulta composto per circa il 55% da IVA e accise³

² Si è fatto riferimento ai dati storici del prezzo del gasolio e sua composizione (media anni 2016-2020), pubblicati sul sito del Ministero della Transizione Ecologica: https://dgsaie.mise.gov.it/prezzi_carburanti_annuali.php

³ Si è considerato il valore medio della composizione del prezzo della benzina e del gasolio, calcolato a partire dalla composizione del parco veicolare della Regione Sardegna (fonte: statistiche ACI 2022), e tenendo conto dei dati del prezzo e sua composizione per le due tipologie di carburante (gennaio 2023, su dati pubblicati dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica).

Voci di costo – AUTO (valori finanziari espressi con IVA inclusa)	Fattori di Conversione
Ammortamento	0,820
Carburante	0,456
Manutenzione (materiali e pneumatici)	0,820
Manutenzione (lavoro)	0,465

Tabella 7 - Fattori di conversione applicabili ai costi dell'auto

5.2 Scenari infrastrutturali e di traffico

Le prospettive di sviluppo dei traffici passeggeri sono strettamente legate al potenziamento programmato dell'offerta regionale sulla linea oggetto di analisi. Rispetto alla situazione attuale è infatti previsto un importante aumento della frequenza dei servizi e l'adozione di un modello di esercizio basato su servizi cadenzati.

Le informazioni dettagliate sono riportate nello Scenario di regime presente all'interno dell'Allegato D al vigente Accordo Quadro per i servizi di Trasporto Pubblico Locale, sottoscritto tra Rete Ferroviaria Italiana e Regione Sardegna nel marzo 2020.

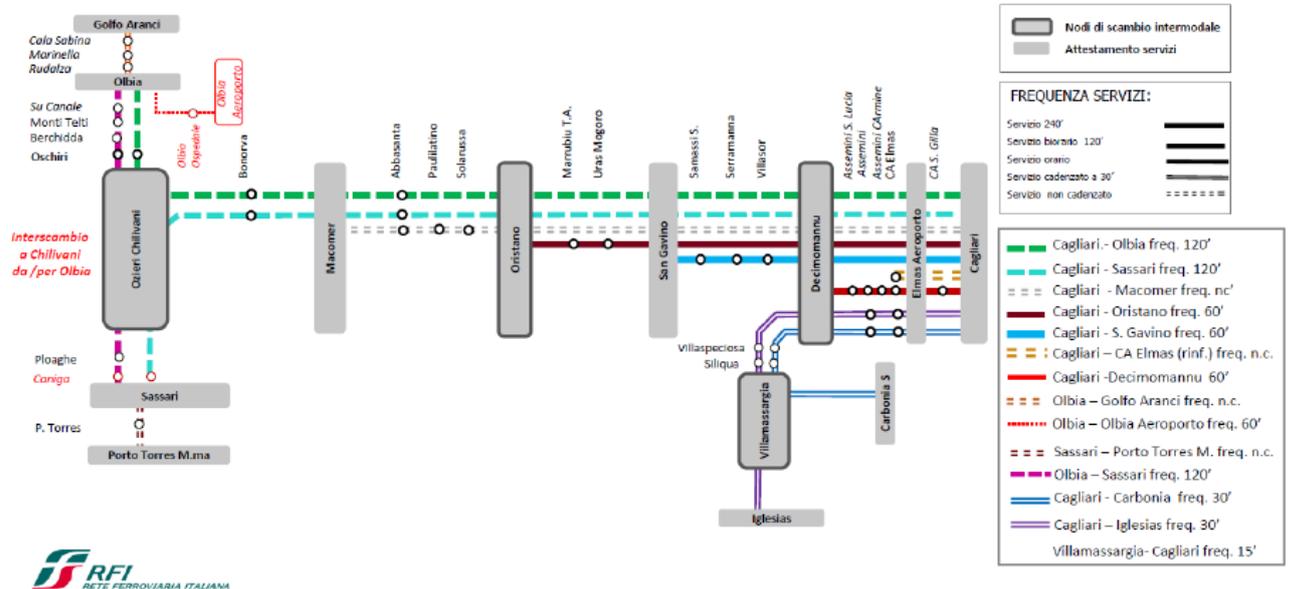


Figura 6 - Schema dei servizi: scenario di regime

Secondo tale schema lo scenario di regime, limitatamente alle relazioni di interesse nel presente Studio, sarebbe costituito da due servizi regionali, Cagliari - Iglesias e Cagliari - Carbonia, entrambi con cadenzamento semiorario. L'orario si intende da costruirsi con un distanziamento temporale di 15 minuti tra le griglie di cadenzamento dei due servizi, in modo tale da avere di norma un servizio ogni quarto d'ora nella tratta comune (Villamassargia-Domusnovas - Cagliari). La frequenza da

Villamassargia-Domusnovas verso Cagliari sarebbe dunque quadruplicata (15' vs 60') rispetto allo scenario attuale.

La linea ferroviaria Villamassargia-Domusnovas - Decimomannu vedrebbe pertanto 64 coppie di treni regionali al giorno, vale a dire 128 treni considerando entrambe le direzioni: tale valore è di gran lunga superiore a quello di saturazione della tratta nello scenario infrastrutturale attuale, pari a 80 treni/giorno (fonte: PIR 2021).

Per quanto riguarda i servizi al contorno, che potrebbero essere rilevanti ai fini dell'effetto rete, si osservano variazioni per le seguenti relazioni:

- Regionale Cagliari - Oristano, che presenta un raddoppio della frequenza dei servizi, passando da un cadenzamento biorario a uno orario; c'è da sottolineare, tuttavia, che già attualmente parte delle corse Cagliari - San Gavino sono state prolungate su Oristano, arrivando ad avere 15 coppie di corse tra i due capoluoghi, senza presentare però omogeneità nelle fermate intermedie (e quindi nei tempi di percorrenza e nella possibilità di avere una vera griglia oraria di cadenzamento);
- Regionale Cagliari - Sassari, che cessa di essere servizio non cadenzato (attualmente sono espletate solo 5 corse dispari e 3 corse pari) e adotta un cadenzamento 120' (si possono ipotizzare 8 coppie/giorno);
- Regionale Cagliari - Olbia, che cessa di essere servizio non cadenzato (attualmente sono espletate solo 3 corse dispari e 5 corse pari) e adotta un cadenzamento 120' (si possono ipotizzare 8 coppie/giorno).

Nella realizzazione del sistema di modelli sono stati considerati due scenari:

- Scenario di Riferimento;
- Scenario di Progetto.

Nello Scenario di Riferimento, in cui i tempi di percorrenza assegnati ai treni Regionali rispecchiano quelli attuali, è stata considerata la seguente impostazione dei servizi regionali:

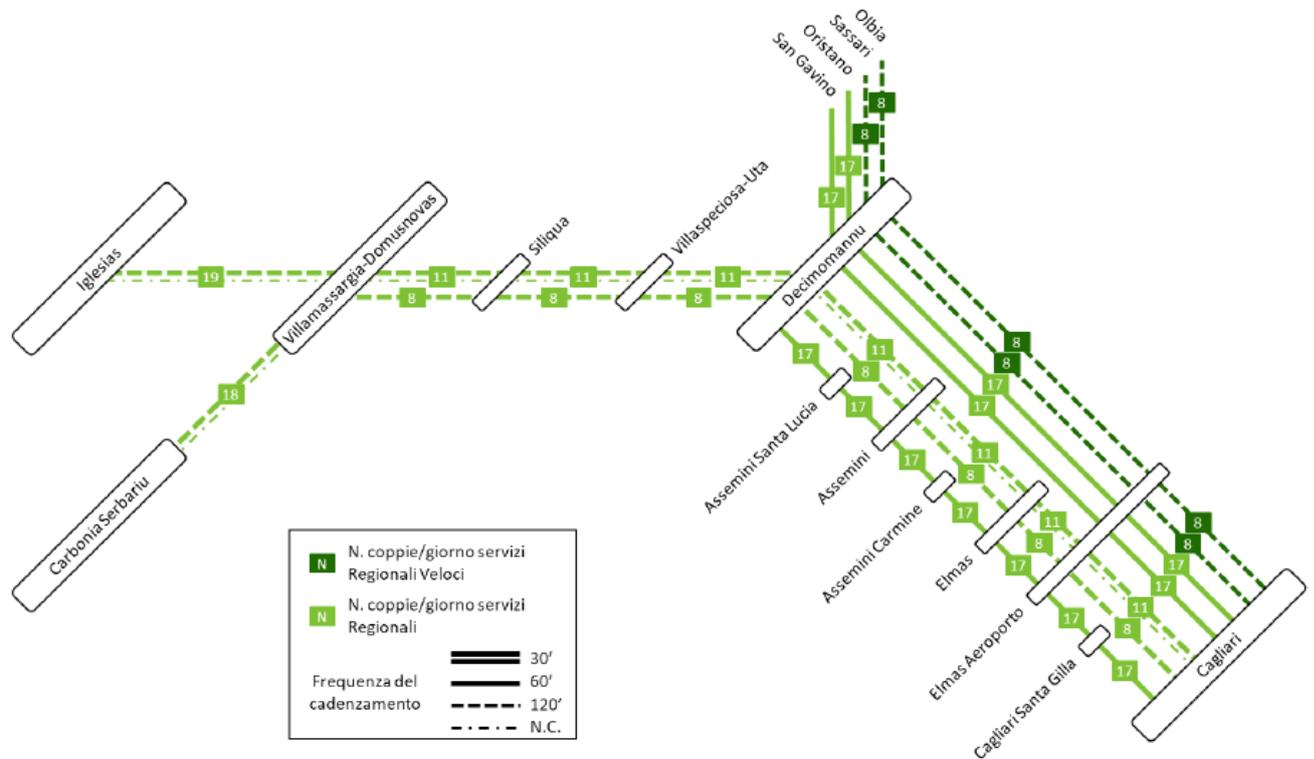


Figura 7 - Schema dei servizi nello Scenario di Riferimento

Nello Scenario di Progetto, in cui i tempi di percorrenza sono stati ridotti alla luce della velocizzazione garantita dal nuovo assetto infrastrutturale, è stata considerata l'impostazione dei servizi regionali rappresentata nella seguente illustrazione. Si precisa che rispetto alle ipotesi illustrate nel precedente paragrafo e riferite a quanto previsto nell'AQ vigente, ciascuno dei due servizi tra il capoluogo di Regione e Carbonia ed Iglesias è stato specializzato in due categorie:

- servizi Regionali, con impostazione coincidente con quella contemplata in AQ, aventi ciascuno frequenza oraria;
- servizi Regionali Veloci, anche questi caratterizzati da una frequenza oraria che, limitando le soste commerciali ad Elmas Aeroporto, Decimomannu e Villamassargia-Domusnovas, sono più veloci dei servizi Regionali e consentono di sfruttare al meglio l'intervento di raddoppio per le componenti di domanda più consistenti, quali appunto gli spostamenti tra Cagliari e Carbonia/Iglesias.

Si sottolinea che questa variazione alla impostazione dei servizi prevista in AQ non produce modifiche al numero di treni-km.

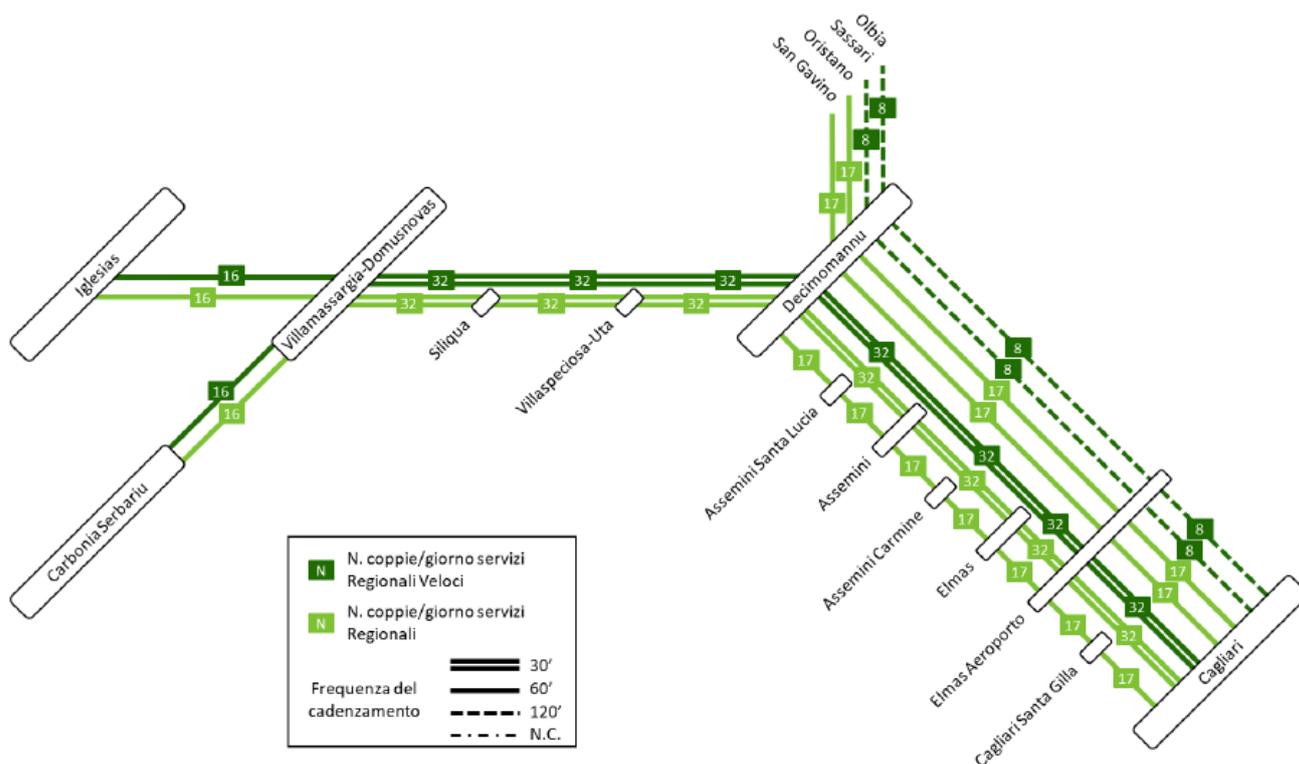


Figura 8 - Schema dei servizi nello Scenario di Progetto

5.3 Costi di investimento per l'infrastruttura

Ai fini della presente analisi costi-benefici è stato considerato il piano di spesa annuale del Progetto di Raddoppio della linea Decimomannu-Villamassargia e dell'Elettificazione del Sulcis specificato al capitolo 4, che prevede un importo complessivo di **1.006,2 milioni di euro**, espresso a valori finanziari € 2023.

Nell'ambito dell'analisi economica, per poter applicare alla spesa per investimenti gli appropriati parametri di conversione da valori finanziari a valori economici, si è provveduto alla ripartizione per voce di costo, considerando lo sviluppo del programma di attività ed i seguenti criteri:

- per le attività di progettazione e altre attività preparatorie, la spesa si considera assorbita totalmente da Lavoro (personale e servizi a contenuto professionale);
- gli espropri sono valorizzati negli anni, tenendo conto del cronoprogramma di progetto
- per la fase di realizzazione delle opere il costo è ripartito nelle seguenti voci: Materiali 30%, Manodopera 40%, Trasporti 30%, secondo quanto previsto mediamente per interventi comparabili a quello di analisi;

L'applicazione dei fattori di conversione, specificati per le singole voci al paragrafo 5.1.4 determina una spesa per investimenti espressa a valori economici pari a 682,2 milioni di euro (al netto di IVA).



Figura 9 – Piano della spesa annuale a valori economici

Il completamento del Progetto di Investimento è previsto per l'anno 2030.

Gli effetti trasportistici connessi all'esercizio della nuova infrastruttura ferroviaria si manifestano a partire da tale anno.

5.4 Variazione dei costi di manutenzione straordinaria dell'infrastruttura ferroviaria

Il progetto prevede il Raddoppio della linea Decimomannu-Villamassargia e l'Elettificazione del Sulcis per circa 60 km di linea ferroviaria.

Sulla base di dati gestionali di RFI per opere comparabili a quelle oggetto di studio è possibile definire la variazione dei costi per manutenzione straordinaria pari a circa 20,1 milioni di euro a valori finanziari, da sostenere con la cadenza specificata nella tabella seguente:

2040	2050	Totale nell'orizzonte temporale di analisi
20,12	20,12	40,25

Tabella 8 - Variazioni nei costi di manutenzione straordinaria

Per la determinazione dei costi a valori economici sono stati applicati i coefficienti di conversione, ipotizzando la ripartizione per natura di costo dell'attività di manutenzione straordinaria svolta internamente da RFI (oppure affidata in appalto), rilevabile in media per opere comparabili a quelle oggetto di studio: Personale 40%; Materiali 30%; Trasporti 30%.

Risulta complessivamente nell'orizzonte temporale di analisi un valore cumulato di costi per manutenzione straordinaria pari a 27,3 milioni di euro a valori economici.
In via cautelativa, non sono stati considerati i benefici e la riduzione dei costi di manutenzione straordinaria relativi alla messa in sicurezza della linea esistente dal punto di vista idrogeologico.

5.5 Variazione dei costi di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria

La variazione nei costi di esercizio delle infrastrutture oggetto del Progetto di Investimento è costituita esclusivamente dai costi di manutenzione ordinaria, essendo trascurabili le variazioni per altri costi. Gli oneri che il gestore dell'infrastruttura deve sostenere per garantire la manutenzione delle opere in esercizio, secondo standard di qualità definiti, sono rappresentati dal costo delle prestazioni da affidare in appalto ovvero costi per materiali e personale se svolti internamente da RFI. Sulla base di dati gestionali di RFI per linee comparabili a quella oggetto di studio, è possibile stimare un costo medio di manutenzione ordinaria di circa 80.000 euro a km, da applicare ai circa 60 km oggetto dell'intervento. Da ciò risulta a partire dal 2031 un costo differenziale per manutenzione ordinaria annuo nello Scenario "con intervento" rispetto allo Scenario "senza intervento", pari a circa 4,8 milioni di euro all'anno (valori finanziari).

	Valore annuo dal 2031
Variatione nei Km oggetto di manutenzione	60
Variatione costi di manutenzione ordinaria (milioni di euro)	4,8

Tabella 9 - Variazione costi di manutenzione ordinaria

Per la determinazione dei costi di natura economica sono stati applicati i coefficienti di conversione, ipotizzando la ripartizione per natura di costo desumibile da valori mediamente riscontrabili nell'attività di manutenzione svolta da RFI: Materiali 50% e Manodopera 50%.
Risultano all'anno costi per manutenzione ordinaria pari a circa 3,52 milioni di euro a valori economici. In via cautelativa, non sono stati considerati i benefici e la riduzione dei costi di manutenzione straordinaria relativi alla messa in sicurezza della linea esistente dal punto di vista idrogeologico.

5.6 Variazione dei Ricavi per il gestore

Sotto il profilo remunerativo, RFI, in qualità di gestore della rete ferroviaria nazionale, opera in un ambito economico regolato e con finalità che sono caratterizzate da una forte connotazione sociale. I principi di finanziamento dei Gestori di Infrastruttura ferroviaria in Europa sono stabiliti dalla normativa eurounitaria (cfr. art. 8.(4) direttiva 2012/34/UE):
«gli Stati membri assicurano che il conto profitti e perdite del gestore dell'infrastruttura [...] presenti almeno un equilibrio tra, da un lato, il gettito dei canoni per l'utilizzo dell'infrastruttura, le eccedenze provenienti da altre attività commerciali, le entrate non rimborsabili da fonti private e i contributi statali [...] e, dall'altro, i costi di infrastruttura».
In base al principio generale dettato dall'articolo 31 della direttiva 2012/34/UE, il Gestore dell'Infrastruttura applica alle Imprese Ferroviarie un pedaggio minimo di accesso commisurato al costo direttamente legato alla prestazione del servizio ferroviario.

Il Gestore dell'Infrastruttura può inoltre applicare un mark-up sul pedaggio di accesso (cd. coefficiente di maggiorazione) modulandolo sulla base dell'ability to pay dei diversi segmenti di mercato. Il gettito complessivo dei pedaggi per l'utilizzo dell'infrastruttura (costi diretti + mark-up) non consente il recupero del totale dei costi della gestione dell'infrastruttura (OPEX + CAPEX).

Per coprire i costi di infrastruttura e garantire l'equilibrio economico e finanziario del Gestore dell'Infrastruttura lo Stato eroga finanziamenti pubblici.

I trasferimenti pubblici svolgono il ruolo di garantire la stabilità finanziaria dei Gestori dell'Infrastruttura.

Per l'analisi finanziaria, basata sui flussi di cassa operativi del progetto, si considerano quindi i ricavi da mercato, costituiti dai proventi delle tariffe applicate alle imprese ferroviarie per l'accesso all'infrastruttura.

Ai fini dell'accesso e dell'utilizzo equo e non discriminatorio dell'infrastruttura ferroviaria da parte delle Imprese Ferroviarie il canone dovuto per l'accesso all'infrastruttura ferroviaria nazionale è stabilito secondo il sistema di pedaggio c.d. Pacchetto Minimo d'Accesso, definito secondo i principi e criteri dettati dall'Autorità di Regolazione dei Trasporti.

Per i servizi interessati dalla Decimomannu-Villamassargia è stimato un pedaggio medio unitario di 2,02 €*treno.km per i servizi Regionali.

I ricavi annui differenziali sono stati quindi determinati applicando il pedaggio unitario alla variazione di treni.km risultanti dallo Studio di Trasporto. Ne consegue un aumento di ricavi da pedaggio per il Gestore:

Calcolo dei RICAVI DIFFERENZIALI ANNUI – dall'anno 2030			
SERVIZI	Treni.km annui differenziali	Pedaggio unitario medio (EUR per treno.km)	Ricavi annui differenziali (Milioni di euro)
Passeggeri Regionali	1.479.156	2,02	2,99

5.7 Effetti prodotti dal progetto di investimento

Oltre ai costi di realizzazione dell'infrastruttura e ai costi per il suo mantenimento, ai fini della presente analisi si considerano gli ulteriori costi e benefici per la collettività derivanti dall'utilizzo dell'infrastruttura.

Come indicato dai risultati dello Studio di Trasporto, l'attuazione dell'intervento comporterà una maggiore attrattività del vettore ferroviario a seguito del potenziamento dell'infrastruttura e del miglioramento generale delle performance del sistema, rispetto alla situazione "senza progetto".

Nelle successive considerazioni si evidenzieranno i principali effetti positivi e negativi derivanti dalla diversione modale a favore del servizio ferroviario che si attende a seguito dell'attuazione degli investimenti oggetto della presente analisi.

Nello specifico, sulla base dello Studio di Trasporto, risultano determinati e valorizzati i seguenti effetti:

- **Incremento dei costi di esercizio ferroviario** viaggiatori connessi al potenziamento dell'offerta commerciale da parte degli operatori;
- **Decremento dei costi di esercizio ferroviario** viaggiatori connessi al passaggio dagli attuali treni a trazione termica a treni a trazione elettrica;
- **Risparmio dei costi di esercizio della modalità strada** per la quota di traffico passeggeri che si prevede venga sottratta alla strada dal servizio ferroviario;

- **Risparmi di tempo** per gli utenti che già utilizzavano il vettore ferroviario e per gli utenti acquisiti dalla modalità strada;
- **Risparmi di tempo** per gli utenti che continuano ad utilizzare la modalità stradale dovuta alla soppressione dei passaggi a livello;
- **Risparmi di costi "esterni"** della mobilità associati sia alla redistribuzione modale strada-ferro sia alle minori percorrenze chilometriche dei servizi ferroviari.

5.7.1 Incremento costi operativi connessi ai servizi ferroviari

Il nuovo modello di esercizio, prevedendo il potenziamento dell'offerta di servizi ferroviari mediante l'attivazione delle nuove infrastrutture di trasporto e un aumento della capacità dei treni in servizio, come evidenziato dallo Studio di Trasporto, determinerà comunque un aumento dei costi operativi rispetto allo scenario "senza progetto"; tale incremento è strettamente connesso all'aumento della produzione espressa in termini di treni-km per i servizi ferroviari passeggeri Regionali.

Per stimare tali costi incrementali, sono stati applicati i costi medi standard di produzione sostenuti da principale operatore di trasporto ferroviario.

Ai fini dell'analisi economica sono stati esclusi dal perimetro i canoni di pedaggio di accesso ed utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria ed altri costi aventi natura di trasferimento di risorse tra soggetti, in quanto non comportano alcun consumo netto di risorse economiche per la collettività e pertanto sono state considerate le seguenti voci di costo:

- Costo di utilizzo del materiale rotabile, inteso come costo economico annuo del materiale rotabile (ovvero composto dalla quota di ammortamento annua al lordo dei finanziamenti pubblici e dal costo del capitale del materiale rotabile) comprensivo degli investimenti in manutenzione programmata capitalizzata.
- Costo del personale di guida e di movimento, al cui interno sono contenuti i costi medi annui, comprensivi di straordinari, sia del personale di guida che del personale di movimento.
- Costo per l'energia di trazione (elettrica). È stato ipotizzato un parco rotabile composto interamente da treni a trazione elettrica, considerando costo dell'energia già al netto di IVA e accise.
- Costo per la manutenzione e verifica di esercizio dei rotabili: costituito per il 50% dal costo di utilizzo degli impianti di manutenzione e consumo di materiali, e per il 50% da manodopera.
- Costi di pulizia: costituiti mediamente da 20% consumo di materiali e 80% lavoro.
- Costo per l'energia di trazione elettrica. È stato ipotizzato un parco rotabile composto da treni a trazione elettrica aventi una media di circa 140 posti a sedere. I costi sono stati determinati considerando consumi pari a 5,096 KWh per treno.km, stimati a partire dai dati delle simulazioni di marcia treno.

I costi per treno.km sono stimati a valori finanziari (IVA esclusa), rivalutati € 2023 con indici ISTAT e poi convertiti in valori economici attraverso i fattori di conversione come definiti nel paragrafo 5.1.4:

Voci di costo	Valori finanziari €.2023 (iva esclusa)	Fattori di conversione	Valori economici €.2023
Ammortamento	2,67	0,900	2,40
Personale	4,70	0,400	1,88
Energia elettrica per trazione	0,240	0,472	0,11
Manutenzione	2,91	0,670	1,95
Verifica e pulizia	0,08	0,572	0,05
Totale euro a treno.km	10,61		6,39

Tabella 10 - Costi medi per treno.km del trasporto ferroviario (trazione elettrica) - Servizi Regionali

I costi unitari economici (€/treno-km) stimati per i servizi Regionali, applicati alle rispettive variazioni in aumento dei treni-km, consentono di determinare i costi operativi annui della modalità ferroviaria.

5.7.2 Decremento dei costi di esercizio ferroviario

Il programma di investimenti comporterà un miglioramento delle caratteristiche tecniche dell'itinerario che potenzialmente permetterà una gestione maggiormente efficiente dei servizi, in particolare consentendo di utilizzare treni a trazione elettrica aventi costi operativi di esercizio inferiori rispetto ai corrispondenti treni a trazione termica, comparabili per capacità di carico.

Il vantaggio è dovuto ad un minor costo operativo unitario (per treno-km) dei treni a trazione elettrica rispetto ai treni a trazione diesel. Al fine di valutare compiutamente questo vantaggio economico si deve evidenziare l'importanza di riferirsi a condizioni di parità di capacità dei rotabili. Nelle successive analisi si confrontano due tipologie di rotabili con caratteristiche simili: nello specifico sono stati presi come riferimento i treni ALe/ALn501-ALe/ALn502 diesel (cosiddetti Minuetto) e convogli elettrici aventi una capacità di carico di 140 posti. In questo confronto si è dovuto prescindere dalla capacità di carico dei convogli diesel attualmente circolanti. Per la stima dei costi operativi dei treni sono stati impiegati valori medi estrapolati dai dati rilevati su un campione rappresentativo della realtà italiana e contenuti nel database utilizzato nell'articolo "Standard costs of regional public rail passenger transport: evidence from Italy" pubblicato sulla rivista Applied Economics nel 2019 da Avenali A., Boitani A., Catalano G., Matteucci G. e Monticini A. In particolare per la presente analisi si è fatto riferimento ad operatori ferroviari che svolgono la loro attività nella Regione Sardegna.

Nella tabella seguente sono stati riportati i costi unitari (€/treno-km) delle due tipologie di trazione considerate, stimati a valori finanziari (IVA esclusa) e convertiti, applicando opportuni fattori di conversione, in valori economici €2023.

Costi medi per treno/km - Servizi regionali						
Voci di costo	Valori finanziari al 2022 (IVA esclusa)		Valori economici 2023	Valori economici al 2022 (IVA esclusa)		
	TRAZIONE TERMICA	TRAZIONE ELETTRICA	fattori di conversione	TRAZIONE TERMICA	TRAZIONE ELETTRICA	Differenza
Ammortamento	2,88	2,67	0,900	2,60	2,40	0,19
Personale	6,00	4,70	0,400	2,40	1,88	0,52
Manutenzione	5,83	2,91	0,670	3,90	1,95	1,95
Verifica e pulizia	3,00	0,08	0,572	1,72	0,05	1,67
Energia elettrica per trazione	0,00	0,24	0,472	0,00	0,11	-0,11
Carburante diesel	0,92	0,00	1,000	0,92	0,00	0,92
Totale € a treno km	18,63	10,61		11,53	6,39	5,14

Tabella 11 - Costi unitari operativi per treno.km – Servizi regionali

Per i servizi di trasporto regionale ferroviario effettuati con treni a trazione elettrica si prevede un minor costo unitario di 5,14 €/treno-km rispetto ai treni a trazione termica.

Questo valore, moltiplicato per l'attuale offerta commerciale prevista sulle linee interessate dal progetto (circa 856.000 treni.km l'anno), consente di stimare un risparmio di costi operativi pari a circa 4,4 milioni di euro l'anno.

Il beneficio complessivo sull'orizzonte temporale 2030-2060 è di circa 73,7 milioni di euro in termini di valore attuale €.2023.

5.7.3 Risparmi nei costi operativi della modalità stradale

I risultati dello Studio di Trasporto evidenziano un incremento del traffico viaggiatori sulla ferrovia, conseguibile grazie all'intervento oggetto di valutazione, e parallelamente una riduzione della quota di traffico della modalità stradale. Le minori percorrenze veicolari su strada costituiscono un beneficio per la collettività in quanto permettono di liberare risorse per impieghi alternativi.

Una approssimazione del "valore" di queste risorse liberate è rappresentata dal loro costo di produzione (costo operativo) espresso a valori economici.

La valorizzazione monetaria dei risparmi di costo è ottenuta applicando alla quota di traffico dirottata dalla strada, espressa in termini di veicoli.km, i rispettivi costi medi chilometrici.

Come già evidenziato le analisi trasportistiche hanno evidenziato una diminuzione della circolazione di veicoli privati (Auto).

➤ *Costi operativi cessanti per "Auto privata"*

Per la valorizzazione dei costi cessanti relativi alla modalità stradale AUTO è stato utilizzato il costo medio di produzione su base chilometrica fornito dalle Tabelle Aci (dati ottobre 2022).

In particolare, è stata considerata la media dei costi rilevati per autovetture benzina e diesel in produzione di media cilindrata (1500-2000 cc), ponderati per tener conto della composizione del parco circolante della Regione Sardegna (statistiche ACI).

A partire da tali valori è stimabile un costo di 0,249 euro per veicolo.km (include carburante, manutenzione, pneumatici e ammortamento del valore iniziale dell'auto e sono escluse le voci di costo che rappresentano trasferimenti di risorse e non consumi effettivi per la collettività).

Applicando analiticamente a ciascuna voce di costo il corrispondente parametro di conversione si perviene ad un costo economico di 0,159 €/veicolo.km.

Voci di costo	Valori finanziari €.2023 (iva inclusa)	Fattori di conversione	Valori economici €.2023
Ammortamenti	0,0636	0,8200	0,0521
Carburante	0,1082	0,4562	0,0494
Pneumatici	0,0151	0,8200	0,0124
Manutenzione*	0,0624	0,7324	0,0457
Totale euro a veicolo.km	0,249		0,160

Tabella 12 - Costo medio chilometrico – Auto

* Costituita mediamente da 50% consumo di materiali e 50% lavoro

Il costo unitario (economico) a veicolo.km è stato poi applicato alla variazione del traffico viaggiatori su Auto privata stimata nell'ambito dello Studio di Trasporto: la riduzione dei veicoli in circolazione nello Scenario di Progetto rispetto allo Scenario di Riferimento determina pertanto un risparmio di costi e quindi un beneficio per la collettività.

5.7.4 Risparmi di tempo per gli utenti ferroviari

Tra i principali benefici conseguenti all'attuazione del programma di investimenti ferroviario è da includere il guadagno di tempo di cui si avvantaggiano gli utenti direttamente coinvolti. Infatti, la riduzione dei tempi di percorrenza, oltre a determinare una maggiore attrattività dell'offerta di trasporto rispetto a modalità concorrenziali, produce un beneficio per i viaggiatori stessi che è connesso alla percezione del valore del tempo.

Lo Studio di Trasporto, al quale si rinvia per dettagli, ha evidenziato che l'attivazione delle opere del Global Project determinerà dei risparmi di tempo (inteso non solo come tempo di viaggio ma considerando anche le altre componenti dello spostamento: accesso, attesa, ecc) in particolare per la componente locale della domanda e quindi su itinerari di media-lunga distanza:

- per i viaggiatori "conservati", ossia quelli che già utilizzavano la modalità treno nello scenario di riferimento;
- per i viaggiatori "acquisiti", con riferimento ai quali le simulazioni trasportistiche hanno consentito di rilevare dei risparmi di tempo rispetto alla modalità strada in precedenza utilizzata, per le varie O/D dell'area di studio.

Risultano pertanto definite le ore annue risparmiate dai viaggiatori come specificato nella tabella seguente:

ORE.ANNO RISPARMIATE		Valore annuo dal 2030 in poi
Utenti di servizi ferroviari	Traffico conservato	527.359
	Traffico acquisito dalla strada	579.402
TOTALE ORE.ANNO		1.106.761

Tabella 13 - Risparmi complessivi di tempo per gli utenti dei servizi ferroviari

In coerenza con i risultati dello Studio di Trasporto, ai fini della presente ACB, viene definita la ripartizione per motivi di spostamento specificata nella tabella seguente:

Ripartizione dell'utenza ferroviaria per motivi di spostamento

Motivi di spostamento	
Pendolarismo	100,0%

Per la valorizzazione monetaria del tempo risparmiato si è fatto riferimento ai valori medi suggeriti per l'Italia in HEATCO (2002), aggiornati a €.2023 e coerenti con il range di valori definiti in "Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche – Settore ferroviario MIT -2021".

Considerando il motivo di spostamento sopra riportato risulta un VOT all'anno 2023 di 18,992 €/h.

Tale valore è indicizzato nel tempo in base all'andamento del PIL pro-capite.

Applicando il valore monetario alle ore risparmiate in ciascun anno da parte degli utenti della modalità ferroviaria, pesate per i diversi motivi di viaggio, risulta determinato il valore dei risparmi di tempo associabili al progetto di investimento.

5.7.5 Risparmi di tempo da soppressione PL

Tra i benefici conseguenti all'attuazione del programma di investimenti ferroviario è da includere l'eliminazione dei tempi di attesa ai passaggi a livello da parte degli utenti che circolano lungo le arterie stradali circostanti. Tali risparmi di tempo possono considerarsi come effetto locale ulteriore rispetto ai risparmi di tempo calcolati dalle simulazioni trasportistiche, le quali utilizzano modelli di macro-simulazione che non intercettano questo tipo di impatto.

Il raddoppio della linea Decimomannu-Villamassargia prevede la soppressione di 9 passaggi a livello.

Le ore complessive risparmiate all'anno dagli utenti della strada per effetto della eliminazione dei passaggi a livello sono stati stimati a partire da dati gestionali di RFI.

Complessivamente il risparmio di tempo annuale risulta essere pari a **26.471,92 pax.h.**

Per la valorizzazione monetaria è stato utilizzato il VOT definito al paragrafo 5.7.4 indicizzato negli anni sulla base dell'evoluzione del PIL pro capite.

5.7.6 Esternalità da diversione modale

Vari studi confermano che il potenziamento dei servizi ferroviari produce impatti positivi sull'ambiente grazie alla corrispondente riduzione dei volumi di traffico delle modalità di trasporto a maggior emissione di carbonio come auto, bus e autocarri per il trasporto merci.

La riduzione del volume di traffico su strada porta altresì miglioramenti nella sicurezza (riduzione di incidenti) e nei livelli di congestione delle stesse arterie stradali.

La modalità ferroviaria risulta essere quella che mediamente genera costi esterni minori rispetto a tutte le altre modalità, sia in riferimento al traffico passeggeri che al traffico merci, con maggiore evidenza se si considera il mezzo treno con trazione elettrica.

Ai fini della presente analisi sono state considerate le cinque esternalità più diffusamente riconosciute in ambito trasportistico: inquinamento atmosferico, effetti sul cambiamento climatico, inquinamento acustico, incidenti e congestione.

La valutazione economica delle esternalità derivanti dall'attivazione degli interventi facenti parte del Global Project è stata effettuata considerando per lo scenario "Con progetto" gli effetti dovuti alla diversione modale dalla strada alla ferrovia ed alle maggiori frequenze del servizio ferroviario, stimando:

- la riduzione delle esternalità connesse al minor traffico su strada dei veicoli privati rispetto allo scenario "senza-progetto";
- l'incremento delle esternalità dovute al corrispondente incremento di servizi ferroviari.

Per la quantificazione e valorizzazione delle esternalità si è fatto riferimento alle seguenti fonti metodologiche:

- "Handbook on the external costs of transport - European Commission, 2019";
- "Guide to cost-benefit analysis of Investment Projects" – European Commission DG Regional Policy, 2014;
- "Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi del D. Lgs. 228/2011" – MIT, 2017"
- Linee Guida operative per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche, Settore ferroviario – MIMS/Stm – dicembre 2021
- "Linee guida per la misura dei Costi Esterni nell'ambito del PON Trasporti 2000 – 2006 – anno 2008"
- Composizione del parco veicoli circolanti nella Regione Sardegna (autoveicoli) da statistiche ACI.

Secondo i risultati dello Studio di Trasporto la tipologia di traffico considerata è di prevalente natura extraurbana. I valori sono stati determinati prendendo come riferimento le seguenti categorie di mezzi:

- AUTO: alimentazione benzina, diesel, ibridi, considerando l'evoluzione del parco circolante negli anni e quindi un sempre maggior peso dei veicoli meno inquinanti; per la determinazione del parco circolante si è fatto riferimento alle statistiche ACI 2022 relative alla Regione Sardegna;
- TRENO passeggeri a trazione elettrica

I valori monetari sono stati indicizzati negli anni sulla base dell'evoluzione stimata del PIL pro-capite, come suggerito dalle "Linee Guida UE".

Effetti sul cambiamento climatico (c.d. effetto serra)

Il c.d. effetto serra è principalmente determinato dalle emissioni dei seguenti gas:

- Anidride Carbonica (CO₂);
- Metano (CH₄);
- Ossido di diazoto (N₂O).

➤ *Emissioni climalteranti per la modalità stradale*

Per i fattori di emissione, espressi in grammi per veicolo.km, si è fatto riferimento alla banca dati "Fattori di emissione medi del **trasporto stradale** in Italia 2019" (ultimi dati disponibili alla data delle elaborazioni), stimati da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)⁴ sulla base della "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook".

La stima delle emissioni unitarie medie (per veicolo.km) tiene conto della progressiva entrata in esercizio di veicoli sempre meno inquinanti.

In particolare, ai fini della presente ACB sono stati stimati valori rappresentativi di emissioni per itinerari di tipo "non urbano" considerando il parco veicoli (Auto) circolante nella Regione Sardegna e la sua evoluzione a partire dai dati di consistenza 2022 di fonte ACI; si è tenuto conto del tipo di alimentazione (benzina, gasolio e altra tipologia a basso impatto ambientale), nonché della cilindrata.

Al fine di considerare la progressiva entrata in esercizio di veicoli sempre meno inquinanti si è ipotizzata un'evoluzione nel tempo dei fattori di emissione che raggiungono al 2030 una riduzione del 55% rispetto all'anno base, per poi essere mantenuti costanti fino al termine del periodo di analisi.

Risultano i seguenti fattori di emissione unitari:

Tipologia mezzo	valori al 2020	2030
Auto	140 g CO ₂ eq/v.Km	-55% rispetto al 2020

Tabella 14 - Emissioni gas serra per le modalità strada

Le emissioni in g/vkm per autovettura sono state moltiplicate per il decremento dei veicoli.km su strada risultante negli scenari di traffico, determinando pertanto le emissioni totali annue evitabili grazie all'attivazione della nuova opera ferroviaria e alla conseguente diversione modale.

➤ *Emissioni climalteranti per la modalità ferroviaria*

Per la stima dei fattori di emissione si sono considerate le seguenti ipotesi e fonti:

Treni a trazione diesel

Per i fattori di emissione si è fatto riferimento alle linee guida "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 - European Environmental Agency, 2019" e considerando un consumo medio di 1,3 litri di gasolio/km.

Risulta al 2026 un fattore di emissione pari a circa 3.429 g.CO₂eq per treno.km, mantenuto costante nel tempo in quanto per il materiale rotabile attualmente utilizzato sulle linee interessate dal progetto non si prevede un'evoluzione tecnologica significativa.

⁴ ISPRA, Ente pubblico di ricerca sottoposto alla vigilanza del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, realizza annualmente l'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), il Protocollo di Kyoto, la Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (UNECE-CLRTAP), le Direttive europee sulla limitazione delle emissioni.

Treni a trazione elettrica

Con riferimento alla **modalità ferroviaria** il modello di esercizio prevede l'utilizzo di treni a trazione elettrica, pertanto si è tenuto conto dell'impatto delle emissioni a livello di produzione di energia elettrica nazionale considerando:

- consumi energetici medi dei treni stimati a partire da dati gestionali di primario operatore ferroviario: per i servizi regionali circa 5 kWh/treno.km
- fattori di emissione di fonte ISPRA sulla base di dati 2020 (ultimi disponibili alla data di elaborazione della presente analisi): 254,6 g CO₂eq per kWh.

Al fine di tener conto sia del miglioramento nei consumi energetici sia della produzione di energia con fonti meno inquinanti si è ipotizzata nel tempo una riduzione delle emissioni, considerando in particolare le proiezioni al 2050 redatte dal governo italiano nel quadro l'Accordo di Parigi, negoziato alla COP 21 del 2015. È stata ipotizzata una riduzione del 3,9% annuo delle emissioni di gas serra (Mt) per la produzione di energia elettrica sino al 2030 e del 3,5% sino all'ultimo anno di analisi.

2020	2021-2030	Dal 2031
254,6 g.CO ₂ eq per kWh	-3,9% annuo	-3,5% annuo

Tabella 15 - Emissioni gas serra – modalità treno a trazione elettrica

Le emissioni delle due tipologie di treni sono state moltiplicate per i treni.km risultanti dagli scenari di servizio, determinando pertanto le emissioni totali annue evitabili grazie all'elettificazione della linea ed al conseguente utilizzo di un treno a trazione elettrica in sostituzione del treno a trazione diesel.

Per la **valorizzazione monetaria** dei risparmi di costo si è considerato il prezzo ombra al 2020 pari a 80 €/tCO₂eq ed evoluzione nel tempo fino al 2050, secondo i valori suggeriti in "EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025, Annex 5 (nov. 2020)" e altresì pubblicati nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea del 16/09/2021 "Comunicazione della Commissione — Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027". Oltre il 2050 il valore è mantenuto costante. Ai fini dell'ACB i valori sono espressi in €.2023 attraverso applicazione del coefficiente di rivalutazione ISTAT.

Costo ombra annuo del carbonio in EUR/tCO₂e

(prezzi € 2016)

Anno	EUR/tCO ₂ e						
2020	80	2030	250	2040	525	2050	800
2021	97	2031	278	2041	552		
2022	114	2032	306	2042	579		
2023	131	2033	334	2043	606		
2024	148	2034	362	2044	633		
2025	165	2035	390	2045	660		
2026	182	2036	417	2046	688		
2027	199	2037	444	2047	716		
2028	216	2038	471	2048	744		
2029	233	2039	498	2049	772		

Inquinamento atmosferico: riduzione di emissioni a livello locale

Per la valorizzazione di tali costi si considerano gli impatti derivanti dalle emissioni nell'atmosfera delle seguenti tipologie di inquinanti, dovute ai processi di combustione dei veicoli stradali e dei treni a gasolio:

- Ossidi di azoto (NO_x);
- Biossido di zolfo (SO₂);
- Composti Organici Volatili Non Metanici (COVNM)
- Particolato (PM_{2,5});

Per il calcolo annuale delle esternalità da inquinamento si è fatto riferimento alle emissioni, espresse in tonnellate/veicolo.km e tonnellate/treno.km, generate dalla circolazione dei veicoli stradali e dei treni alimentati a gasolio ed applicando il costo unitario per tonnellata emessa, secondo la seguente formula:

$$[emissioni \text{ in tonnellate per km} * \text{variazione veicoli.km percorsi}] * \text{costo €/tonnellata emessa}$$

Per i fattori di emissione si è fatto riferimento alla banca dati "Fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia 2019", stimati da ISPRA (ultimi dati disponibili alla data di elaborazione).

Nello specifico, ai fini della presente ACB sono stati stimati valori rappresentativi di emissioni per itinerari di tipo non urbano (media tra le emissioni in ambito rurale ed autostradale) considerando per il traffico viaggiatori Auto, il parco veicoli circolante nella Regione Sardegna e la sua evoluzione a partire dai dati di consistenza 2022 di fonte ACI; si è tenuto conto del tipo di alimentazione (benzina, gasolio e altra tipologia a basso impatto ambientale), nonché per le auto anche della cilindrata.

La stima delle emissioni unitarie medie (per veicolo.km) tiene conto della progressiva entrata in esercizio di veicoli sempre meno inquinanti e pertanto i valori di emissione sono stati ridotti nel tempo. Sulla base dell'evoluzione storica del parco circolante nel territorio interessato dal progetto e tenendo conto altresì di uno studio realizzato dal Ministero della Transizione Ecologica ⁵ si ipotizza che l'andamento delle emissioni inquinanti del trasporto stradale sia in media per le auto pari a -1% annuo fino al 2040 e a -1,5% annuo per gli anni successivi.

Per quanto riguarda, invece, la modalità ferroviaria, i fattori di emissione utilizzati nelle Linee guida EMEP/EEA sono stati derivati dai dati del Rail Diesel Study di UIC (Halder et al. 2005). Questo studio fornisce una valutazione della flotta di locomotive diesel in Europa (distribuzione per età media del parco circolante) e delle emissioni medie.

Complessivamente ci si è riferiti ai seguenti fattori di emissione:

Fattori medi di emissione per locomotiva trazione diesel

Tipologia mezzo	Unità di misura	Fattori di emissione			
		SO ₂	NO _x	COVNM	PM _{2,5}
Locomotiva trazione diesel	g/treno*km	23,50	57,20	5,07	1,56

Fattori medi di emissione per la modalità stradale

Tipologia mezzo	Anno	Unità di misura	Fattori di emissione			
			SO ₂	NO _x	COVNM	PM _{2,5}
AUTO	2020	g/veicolo*km	0,0005	0,3671	0,1493	0,0208
	2026	g/veicolo*km	0,0005	0,3491	0,1420	0,0197

Per la valorizzazione monetaria si è fatto riferimento ai valori unitari per tonnellata emessa suggeriti per l'Italia in "Hanbook EC 2019" e rappresentati nella seguente tabella:

⁵ Ministero della Transizione Ecologica "Programma nazionale di controllo dell'inquinamento atmosferico" redatto ai sensi del decreto legislativo 30 maggio 2018, n. 81, Dicembre 2021, redatto con il supporto di ENEA ed ISPRA.

Costi inquinanti: valori unitari per tonnellata emessa

Tipologia di Inquinante	Costo Unitario (€2016 per tonnellata emessa)
SO2	12.700
NOx	15.100
COVNM	1.100
PM2,5	79.000

I valori sono stati aggiornati a valori €.2023 e indicizzati nel tempo in base all'evoluzione del PIL pro-capite a prezzi costanti fino al 2060.

Inquinamento acustico

Per la monetizzazione dell'inquinamento acustico si è fatto riferimento ai costi marginali proposti in "Handbook EC 2019" per le diverse tipologie di mezzi di trasporto.

Le emissioni acustiche per tipo di veicolo dipendono dalle condizioni medie del traffico, dal rumore di sottofondo, in funzione delle condizioni diurne o notturne del traffico, e dal contesto urbano (ambiente urbanizzato o extraurbano).

Tenendo conto del contesto di progetto i valori per il traffico viaggiatori sono stati definiti considerando itinerari extraurbani e ipotizzando spostamenti solo diurni:

Inquinamento acustico: costi marginali unitari

Costi per inquinamento acustico		€/treno.km €/veicolo.km (€.2016)
Traffico Viaggiatori	Treno	0,0378
	Trasporto su strada - Auto	0,0241

I costi marginali unitari sono stati aggiornati a valori €.2023 e indicizzati nel tempo in base all'evoluzione del PIL pro-capite a prezzi costanti fino al 2060.

Complessivamente risulta un costo netto, derivante dalla valorizzazione delle seguenti componenti:

- i benefici derivanti dal minor traffico su strada, determinati applicando i costi unitari strada alla riduzione dei veicoli.km in circolazione;
- i costi inerenti al maggior traffico ferroviario dovuto agli effetti di diversione modale del progetto, quantificati sulla base dei treni.km incrementali.

Incidentalità

Per la stima di tale tipologia di costi esterni per le modalità strada e ferroviaria, si è fatto riferimento al calcolo di tassi annui di incidentalità (Numero di eventi per milione di Veicoli-Km) sulla base di statistiche ufficiali e della letteratura scientifica esistente. Tali tassi, applicati alle variazioni di traffico consentono di determinare il numero di eventi (incrementali per la ferrovia ed eventi evitati per la modalità stradale) che sono poi oggetto di valorizzazione monetaria, attraverso l'applicazione di costi monetari unitari.

Nel caso del **trasporto stradale**, in base al tipo di traffico interessato dal presente studio, sono stati stimati dei tassi di incidentalità (incidenti stradali con feriti per milione di Veicoli-Km), mortalità (morti per milione di Veicoli-Km) e lesività (feriti per milione di Veicoli-Km) per ambito stradale (autostradale ed extraurbano), con riferimento ai veicoli leggeri auto.

Risultano i seguenti tassi espressi in termini di eventi per milione di veicoli.km, mantenuti costanti lungo l'intero orizzonte di analisi:

Tassi di incidentalità stradale

Tassi	Eventi per milione di veicoli-km
	AUTO
Tasso di lesività	0,1342
Tasso di mortalità	0,0032

I tassi sopra citati sono stati applicati alla variazione in diminuzione dei veicoli.km e pertanto risulta determinata una riduzione del numero di morti e feriti per la modalità strada.

Per la definizione dei tassi di incidentalità del **trasporto ferroviario** si è fatto riferimento ai dati di traffico e ai dati sugli incidenti desunti dalla banca dati ISTAT⁶,
Ai fini della presente ACB sono stati utilizzati i tassi risultanti come media dell'ultimo quadriennio disponibile, 2017-2020, mantenuti costanti lungo l'orizzonte di analisi.

Tassi di incidentalità ferroviaria

Tassi	Numero di eventi per milione di Treni.Km
Tassi di mortalità	0,1314
Tassi di lesività (n° feriti)	0,0722

Fonte: elaborazione su dati ISTAT.

I tassi sopra citati sono stati applicati alla variazione in aumento dei treni.km stimata dallo Studio di Trasporto, determinando pertanto una stima di incremento del numero di morti e feriti per la modalità ferroviaria.

Per la valorizzazione monetaria sono stati utilizzati i valori di costo unitario per tipologia di danno (decesso, lesioni gravi e infortunio leggero) suggeriti per l'Italia in "Handbook EC 2019", aggiornati a valori €.2023 ed indicizzati sulla base delle variazioni annue del PIL pro-capite.

⁶ L'Istat conduce dal 2004 una rilevazione sul trasporto ferroviario finalizzata a produrre informazioni statistiche sul servizio di trasporto fornito dalle imprese ferroviarie operanti sul territorio nazionale, in ottemperanza a quanto previsto nel regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio n. 91/2003 e successive modifiche. Nella fattispecie incidente rientrano i seguenti eventi: collisioni, deragliamenti, incidenti a passaggi a livello, incendi al materiale rotabile, altri (incidenti classificabili come tipici), e incidenti con materiale in movimento (incidenti classificabili come atipici).

Incidentalità: costi unitari sociali
(Valori in €.2016 per tipologia di danno)

Decesso	Lesioni gravi	Ferite lievi
3.248.106	501.498	38.735

Come suggerito in "Linee guida per la misura dei Costi Esterni nell'ambito del PON Trasporti 2000–2006", per l'applicazione dei valori monetari sopra specificati si ipotizza che il 20% dei feriti riporti delle lesioni gravi e l'80% riporti ferite lievi ⁷.

Applicando tali valori alle variazioni del numero di eventi stimati per la strada e per la ferrovia risulta un beneficio netto, dovuto a risparmi di costi per incidenti su strada superiori ai costi connessi all'incremento di traffico ferroviario.

Congestione stradale

costi connessi alla congestione consistono prevalentemente in costi legati all'aumento dei tempi di viaggio, oltre che maggiori costi operativi di utilizzo del mezzo stradale (maggiori consumi di carburante e usura in situazione di congestione).

Rispetto ad altre esternalità, la congestione è quindi caratterizzata dal fatto che i costi sono subiti in prevalenza dalla stessa categoria di soggetti che la causa.

In sostanza all'aumentare del flusso di veicoli su una data strada, ogni veicolo aggiuntivo non soltanto si trova ad operare ad un costo privato sempre più elevato, ma provoca un aumento di costo anche agli altri veicoli in circolazione. L'ammontare di tali costi dipende dalla densità di traffico esistente sull'itinerario percorso e quindi dal contributo che il proprio veicolo apporta al congestionamento complessivo. Al contrario, una riduzione dei veicoli in circolazione determina un risparmio di costi (in particolare in termini di tempi di percorrenza e costi operativi) per i viaggiatori che continuano a percorrere gli itinerari stradali anche nello Scenario di Progetto.

Per la monetizzazione si è fatto riferimento al valore minimo dei costi unitari per veicolo.km relativi all'area extraurbana suggeriti per l'Italia in "Handbook EC 2019":

Congestione stradale: costi unitari – auto

Tipologia di veicolo	€ _{ct2016} per veicolo.km
Auto (area extraurbana)	0,69

Tale valore, indicizzato sulla base dell'evoluzione del PIL pro capite, è applicato al traffico sottratto alla strada espresso in termini di veicoli.km, determinando il risparmio dei costi "esterni" connessi alla riduzione della congestione stradale.

Determinazione dei Risparmi complessivi per costi "esterni"

L'attivazione della nuova opera ferroviaria determina risparmi di costi "esterni" per effetto della diminuzione di veicoli stradali in circolazione.

⁷ Fonte: "Deliverable 12, Annex5 -The Pilot Accounts for Italy" (progetto UNITE, 2003).

Nella Tabella seguente sono rappresentati i risultati del calcolo dei costi "esterni" attualizzati al 2022 al tasso di sconto del 3%.

Valore Attuale dei Risparmi di Costi "esterni"

	Valore Attuale 2023 (Milioni di euro)
Benefici netti da Esternalità:	141,73
Inquinamento atmosferico	41,95
Effetto serra	65,61
Inquinamento acustico	19,59
Incidentalità	8,54
Congestione	6,05

5.7.7 Emissioni di CO2 nella fase di costruzione dell'opera

Nell'analisi sono considerate anche le emissioni incrementalmente di CO₂ dovute alle attività di costruzione dell'opera.

Recenti studi⁸ forniscono indicazioni in termini di emissioni unitarie per km di linea ferroviaria realizzata, distinguendo in:

- tratte in galleria, per le quali è possibile stimare emissioni pari a circa 20.695 tCO₂ per km;
- tratte a livello del terreno, per le quali viene suggerito un valore di circa 1.400 tCO₂ per km.

Sulla base delle informazioni di progetto relative alla lunghezza e alla tipologia delle singole tratte realizzate è possibile quindi stimare le emissioni di CO₂, come specificato nella tabella seguente:

Stima delle emissioni di CO₂ nella fase di costruzione dell'opera

Tratte di Linea ferroviaria	Km TOTALE	Km GALLERIE	Km Tratte A LIVELLO	Emissioni tCO ₂ GALLERIE	Emissioni tCO ₂ Tratte A LIVELLO
Raddoppio linea Decimomannu-Villamassargia	28,55	0	28,55	0	39.972,8

Per la valorizzazione monetaria delle maggiori emissioni sono stati applicati i valori suggeriti in "EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025, Annex 5 (nov. 2020)", espressi a valori €.2023, specificati nel precedente paragrafo.

Risulta un costo complessivo di circa 9 milioni di euro a valori economici.

⁸ Olubanjo Olugbenga et al, 2019, "Embodied emissions in rail infrastructure: a critical literature review", Environmental Research Letters, 14 123002.

Determinazione del bilancio delle emissioni di gas serra (GHG)

Considerando l'incremento di emissioni GHG stimato per la fase di costruzione e i risparmi connessi alla fase di esercizio, per il Programma di Investimento oggetto di analisi è possibile stimare una diminuzione netta di emissioni in termini di tCO₂eq, come specificato nella tabella seguente:

Bilancio delle emissioni GHG

Voci	TOTALE PERIODO 2023-2060 (tCO ₂ eq)
VARIAZIONE EMISSIONI GHG FASE COSTRUZIONE	+ 39.972,8
VARIAZIONE EMISSIONI GHG FASE ESERCIZIO	- 202.535
AUTO	-69.934
TRENO GASOLIO-Servizi passeggeri	-157.233
TRENO ELETTRICO-Servizi Passeggeri	+24.631
VARIAZIONE EMISSIONI GHG (COSTR. + ESERC.)	-162.562,9

5.8 Valore Residuo

Gli effetti del progetto sono stimati in modo analitico fino al 2060, ultimo anno di previsione esplicita. Al fine di considerare la capacità dell'investimento di creare vantaggi per la collettività anche oltre il 2060, si è provveduto a determinare il valore residuo dell'investimento.

Tale valore è stato stimato sulla base della vita utile di ciascuna categoria di opera con il metodo dell'attualizzazione dei flussi futuri.

Spesa per Investimenti: ripartizione per categoria di opera

Categorie	Peso percentuale	Anni di vita utile complessiva
Opere civili	80,8%	75
Sovrastruttura ferroviaria	6,3%	25
Elettificazioni	2,1%	25
Impianti tecnologici	6,7%	25
Aree	4,1%	100
Totale	100%	

Considerando che l'anno di entrata in esercizio dell'investimento è il 2030, risulta un'utilità residua pari a 37 anni.

Ai fini dell'Analisi Finanziaria: risulta, con metodo dell'attualizzazione dei flussi futuri, un valore residuo al 2060 di 57,9 milioni di euro corrispondente ad un valore attualizzato al 2023 pari a circa 13,6 milioni di euro.

Ai fini dell'Analisi Economica: risulta, con metodo dell'attualizzazione dei flussi futuri, un valore residuo al 2060 di 685,4 milioni di euro corrispondente ad un valore attualizzato al 2023 pari a circa 229,6 milioni di euro.

6 Risultati dell'analisi costi-benefici

6.1 Indicatori di Analisi Finanziaria

Gli indicatori di redditività finanziaria dell'investimento risultano i seguenti:

- ❖ il Valore Attuale Netto Finanziario [VANF(C)], al tasso di sconto (4%), è pari a:
-879,7 milioni di euro.
- ❖ il Tasso di Rendimento Finanziario [TRF(C)]: **-9,62%**

Indicatori di valutazione della redditività finanziaria dell'investimento

REDDITIVITA' FINANZIARIA DELL'INVESTIMENTO	Valore Attuale all'Anno Base 2023 (Milioni di euro)
Costi di investimento	854,4
Costi per manutenzione straordinaria	17,3
Costi per manutenzione ordinari	63,1
Flussi in uscita totali	934,8
Entrate da Ricavi – pedaggi servizi regionali	41,5
Valore Residuo	13,6
Flussi in entrata totali	55,1
VANF(C) =	-879,7
TRF(C)=	-9,62%

Nei costi di investimento non sono considerati i costi indicati nel Quadro Economico come "imprevisti". Gli indicatori evidenziano che le entrate nette del Progetto non sono in grado di ripagare il Gestore dell'infrastruttura dell'investimento iniziale.

Per i dettagli circa i valori considerati nel calcolo degli indicatori si rimanda allo specifico Allegato "Cash flow finanziario previsionale" nel quale sono riportate, nell'arco temporale di analisi, tutte le grandezze finanziarie precedentemente descritte.

6.2 Indicatori di Analisi Economica

L'impatto economico-sociale del progetto dipende dalla sua capacità di creare le condizioni per migliorare l'attrattività del modo ferroviario e dirottare verso di esso consistenti quote di traffico viaggiatori dalla modalità strada.

Di seguito si riporta il valore degli Indicatori risultanti dalla presente valutazione economico-sociale:

- il Valore Attuale Netto Economico (VANE), ovvero la sommatoria dei saldi annuali tra costi e benefici generati dall'investimento, scontati secondo il tasso predefinito (3%) è pari a **7,29 milioni di euro**.
- il Tasso Interno di Rendimento Economico (TIRE), ovvero il valore del tasso che applicato come sconto ai saldi annuali costi-benefici rende il valore del VANE pari a zero, risulta: **3,05%**.
- il B/C Ratio, ossia il rapporto tra Benefici attualizzati e Costi attualizzati è pari a **1,01**.

Nella tabella successiva viene mostrato il contributo di ciascuna voce alla composizione del VANE:

INDICATORI DI PRESTAZIONE ECONOMICA (Importi in milioni di euro)	Valore Attuale al 2023 Tasso 3%	% su Costi attualizzati e % su Benefici attualizzati
Costi di Investimento Infrastruttura	628,88	72,6%
Costi "esterni" per emissioni CO2 in fase di costruzione	8,06	0,9%
Manutenzione straordinaria infrastruttura	14,40	1,7%
Costi O&M per gestione infrastruttura	56,06	6,5%
Costi di esercizio operatori ferroviari	158,43	18,3%
(C) Totale Costi economici	865,82	100%
Benefici da Risparmi di costi operativi ferroviari	73,71	8,4%
Benefici da Risparmi di costi operativi strada	94,19	10,8%
Benefici da Risparmi di tempo utenti ferrovia	323,39	37,0%
Benefici da Esternalità:	141,73	16,2%
▪ <i>Inquinamento atmosferico</i>	41,95	29,6%
▪ <i>Emissioni GHG in fase di esercizio</i>	65,61	46,3%
▪ <i>Inquinamento acustico</i>	19,59	13,8%
▪ <i>Incidentalità</i>	8,54	6,0%
▪ <i>Congestione</i>	6,05	4,3%
Benefici da soppressione PL	10,48	1,2%
Valore Residuo dell'investimento	229,60	26,3%
(B) Totale Benefici economici	873,11	100%
(B-C) VANE (milioni di euro)	7,29	
TIRE	3,05%	
Rapporto B/C	1,01	

I risultati dell'ACB indicano che il Progetto di Investimento complessivamente considerato produce dei benefici netti per la collettività e pertanto può considerarsi conveniente da un punto di vista economico-sociale.

Per i dettagli circa i valori considerati nel calcolo degli indicatori si rimanda allo specifico Allegato "Piano pluriennale dei costi e dei benefici", nel quale sono riportate, nell'arco temporale di analisi ed in termini economici, tutte le voci precedentemente descritte.

ALLEGATI

ANALISI ECONOMICA

(valori in Euro)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Costi di investimento	26.180.466	61.642.646	180.135.855	267.672.016	91.134.513	31.829.762	19.097.857	4.516.648	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione straordinaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione ordinaria	0	0	0	0	0	0	0	0	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650
Costo di esercizio ferroviario passeggeri	0	0	0	0	0	0	0	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514
Costi per emissioni CO2 fase di cantiere	776.956	877.783	978.609	1.079.435	1.180.262	1.281.088	1.381.915	1.482.741	0	0	0	0	0	0
TOTALE COSTI ECONOMICI INCREMENTALI	26.957.422	62.520.429	181.114.464	268.751.451	92.314.775	33.110.850	20.479.772	15.457.904	12.976.165	12.976.165	12.976.165	12.976.165	12.976.165	12.976.165
Risparmio nei costi operativi ferroviari	0	0	0	0	0	0	0	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636
Risparmio nei tempi di trasporto passeggeri	0	0	0	0	0	0	0	17.016.960	17.212.532	17.406.236	17.597.977	17.787.670	17.975.181	18.160.456
Risparmi sui costi veicolari passeggeri su strada	0	0	0	0	0	0	0	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543
Riduzione dei costi da incidentalità	0	0	0	0	0	0	0	449.319	454.483	459.597	464.660	469.669	474.620	479.512
Riduzione dei costi da congestione	0	0	0	0	0	0	0	318.213	321.870	325.492	329.078	332.625	336.131	339.596
Riduzione Inquinamento acustico	0	0	0	0	0	0	0	1.030.828	1.042.675	1.054.409	1.066.024	1.077.515	1.088.874	1.100.097
Riduzione Inquinamento atmosferico	0	0	0	0	0	0	0	2.578.838	2.582.391	2.585.338	2.587.679	2.589.416	2.590.546	2.591.075
Riduzione Effetto serra	-776.956	-877.783	-978.609	-1.079.435	-1.180.262	-1.281.088	-1.381.915	309.353	2.007.690	2.225.709	2.446.017	2.668.484	2.892.987	3.111.947
Risparmi di tempo da eliminazione PL	0	0	0	0	0	0	0	551.332	557.669	563.944	570.157	576.303	582.378	588.380
Valore residuo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE BENEFICI ECONOMICI INCREMENTALI	-776.956	-877.783	-978.609	-1.079.435	-1.180.262	-1.281.088	-1.381.915	32.279.023	34.203.489	34.644.906	35.085.771	35.525.860	35.964.896	36.395.243
Saldo netto	-27.734.378	-63.398.211	-182.093.073	-269.830.887	-93.495.037	-34.391.939	-21.861.686	16.821.119	21.227.324	21.668.741	22.109.606	22.549.696	22.988.732	23.419.078

TIRE	3,05%
VANE	7.292.403
B/C Ratio	1,01

ANALISI ECONOMICA

(valori in Euro)

	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051
Costi di investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione straordinaria	0	0	0	13.644.195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.644.195	0
Costi di manutenzione ordinaria	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650
Costo di esercizio ferroviario passeggeri	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514
Costi per emissioni CO2 fase di cantiere	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE COSTI ECONOMICI INCREMENTALI	12.976.165	12.976.165	12.976.165	26.620.360	12.976.165	26.620.360	12.976.165								
Risparmio nei costi operativi ferroviari	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636
Risparmio nei tempi di trasporto passeggeri	18.343.421	18.524.169	18.702.704	18.879.363	19.054.427	19.227.783	19.399.852	19.571.082	19.741.278	19.910.873	20.080.363	20.250.062	20.420.036	20.590.636	20.761.839
Risparmi sui costi veicolari passeggeri su strada	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543
Riduzione dei costi da incidentalità	484.343	489.115	493.829	498.494	503.116	507.694	512.237	516.758	521.252	525.730	530.205	534.686	539.174	543.679	548.199
Riduzione dei costi da congestione	343.017	346.397	349.736	353.039	356.313	359.554	362.772	365.974	369.157	372.328	375.497	378.671	381.849	385.039	388.241
Riduzione Inquinamento acustico	1.111.181	1.122.130	1.132.945	1.143.646	1.154.251	1.164.752	1.175.176	1.185.548	1.195.858	1.206.132	1.216.399	1.226.678	1.236.975	1.247.309	1.257.680
Riduzione Inquinamento atmosferico	2.591.008	2.590.373	2.589.186	2.587.506	2.572.327	2.556.794	2.540.979	2.524.956	2.508.710	2.492.308	2.475.821	2.459.293	2.442.736	2.426.197	2.409.674
Riduzione Effetto serra	3.332.629	3.554.932	3.778.759	4.004.019	4.230.625	4.458.495	4.687.549	4.917.714	5.148.919	5.388.928	5.629.907	5.871.790	6.114.519	6.358.036	6.379.020
Risparmi di tempo da eliminazione PL	594.308	600.164	605.949	611.672	617.344	622.961	628.536	634.083	639.598	645.092	650.584	656.082	661.589	667.116	672.663
Valore residuo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE BENEFICI ECONOMICI INCREMENTALI	36.824.086	37.251.460	37.677.288	38.101.919	38.512.583	38.922.213	39.331.280	39.740.296	40.148.950	40.565.570	40.982.955	41.401.442	41.821.058	42.242.192	42.441.496
Saldo netto	23.847.922	24.275.296	24.701.123	11.481.559	25.536.418	25.946.048	26.355.116	26.764.131	27.172.786	27.589.406	28.006.790	28.425.277	28.844.893	15.621.832	29.465.331

ANALISI ECONOMICA

(valori in Euro)

	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
Costi di investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione straordinaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione ordinaria	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650	3.517.650
Costo di esercizio ferroviario passeggeri	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514	9.458.514
Costi per emissioni CO2 fase di cantiere	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE COSTI ECONOMICI INCREMENTALI	12.976.165								
Risparmio nei costi operativi ferroviari	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636	4.400.636
Risparmio nei tempi di trasporto passeggeri	20.933.483	21.105.583	21.277.584	21.449.331	21.620.136	21.789.078	21.955.291	22.118.231	22.276.671
Risparmi sui costi veicolari passeggeri su strada	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543	5.623.543
Riduzione dei costi da incidentalità	552.731	557.276	561.817	566.352	570.862	575.323	579.711	584.014	588.197
Riduzione dei costi da congestione	391.451	394.669	397.885	401.097	404.291	407.450	410.558	413.605	416.568
Riduzione Inquinamento acustico	1.268.078	1.278.503	1.288.922	1.299.326	1.309.673	1.319.907	1.329.975	1.339.846	1.349.443
Riduzione Inquinamento atmosferico	2.393.152	2.376.634	2.360.063	2.343.426	2.326.656	2.309.664	2.292.373	2.274.745	2.256.674
Riduzione Effetto serra	6.399.269	6.418.808	6.437.662	6.455.855	6.473.411	6.490.351	6.506.697	6.522.469	6.537.689
Risparmi di tempo da eliminazione PL	678.224	683.800	689.372	694.937	700.471	705.944	711.329	716.608	721.742
Valore residuo	0	0	0	0	0	0	0	0	685.418.579
TOTALE BENEFICI ECONOMICI INCREMENTALI	42.640.568	42.839.452	43.037.485	43.234.504	43.429.679	43.621.895	43.810.115	43.993.698	729.589.743
Saldo netto	29.664.403	29.863.288	30.061.320	30.258.339	30.453.514	30.645.731	30.833.950	31.017.533	716.613.579

ANALISI FINANZIARIA

(valori in Euro)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Costi di investimento	36.539.940	85.627.364	251.528.074	373.660.065	126.956.789	44.365.473	26.619.284	6.295.468	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione straordinaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione ordinaria	0	0	0	0	0	0	0	0	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040
FLUSSI IN USCITA	36.539.940	85.627.364	251.528.074	373.660.065	126.956.789	44.365.473	26.619.284	6.295.468	4.803.040						
Ricavi	0	0	0	0	0	0	0	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895
Valore residuo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUSSI IN ENTRATA	0	0	0	0	0	0	0	2.987.895							
Saldo netto	-36.539.940	-85.627.364	-251.528.074	-373.660.065	-126.956.789	-44.365.473	-26.619.284	-3.307.573	-1.815.145						

TIRF	-9,62%
VANF	-879.752.979

ANALISI FINANZIARIA

(valori in Euro)

	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053
Costi di investimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione straordinaria	0	0	20.125.660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.125.660	0	0	0
Costi di manutenzione ordinaria	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040
FLUSSI IN USCITA	4.803.040	4.803.040	24.928.700	4.803.040	24.928.700	4.803.040	4.803.040	4.803.040								
Ricavi	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895
Valore residuo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUSSI IN ENTRATA	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895
Saldo netto	-1.815.145	-1.815.145	-21.940.805	-1.815.145	-21.940.805	-1.815.145	-1.815.145	-1.815.145								

ANALISI FINANZIARIA

(valori in Euro)

	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
Costi di investimento	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione straordinaria	0	0	0	0	0	0	0
Costi di manutenzione ordinaria	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040	4.803.040
FLUSSI IN USCITA	4.803.040						
Ricavi	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895
Valore residuo	0	0	0	0	0	0	57.869.147
FLUSSI IN ENTRATA	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	2.987.895	60.857.042
Saldo netto	-1.815.145	-1.815.145	-1.815.145	-1.815.145	-1.815.145	-1.815.145	56.054.002