

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE STRATEGIE E SOSTENIBILITÀ

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA DI 2° FASE

RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA

Lotto 2

RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ

SCALA:

-

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

RR0P 02 R 27 RG S00000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	C. Ravagnan <i>C. Ravagnan</i>	Giugno 2023	A. Tani <i>Alvisea Tani</i>	Giugno 2023	T. Paoletti <i>T. Paoletti</i>	Giugno 2023	Franco Stivali Giugno 2023 <i>Franco Stivali</i>

File: RR0P02R27RGSO0000001A.doc

n. Elab.: 27_001

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Sommario

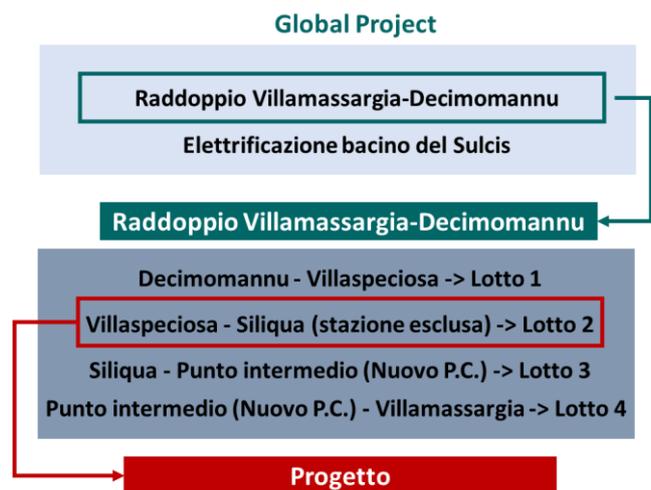
1	Premessa	2
2	Il Progetto nel nuovo scenario infrastrutturale della Sardegna	3
2.1	Il Progetto per l’attuazione delle Strategie globali di Sviluppo Sostenibile	8
2.2	Il Progetto nel quadro delle Strategie regionali di Sviluppo Sostenibile	10
3	Il Valore generato per il territorio	13
3.1	I benefici generati dal Progetto	13
3.1.1	Strategicità dell’infrastruttura	14
3.1.2	Fruibilità turistica del territorio	20
3.1.3	Qualità della vita	29
3.2	L’inquadramento dei territori secondo l’approccio coesivo integrato europeo	41
3.3	L’analisi di resilienza socioeconomica	47
4	La progettazione di un’infrastruttura sostenibile e resiliente	50
4.1	La valutazione DNSH	51
4.1.1	Mitigazione dei cambiamenti climatici	53
4.1.2	Adattamento ai cambiamenti climatici	57
4.1.3	Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	66
4.1.4	Economia circolare, prevenzione e riciclo dei rifiuti	67
4.1.5	Prevenzione e riduzione dell’inquinamento dell’aria, dell’acqua o del suolo	73
4.1.6	Protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	74
4.2	La tutela dei diritti dei lavoratori	76
4.3	L’utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative	77
5	Conclusioni	79
	Allegato 1. Valutazione DNSH	80

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

1 Premessa

Nello scenario globale complesso che richiede un impegno collettivo per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti dall’Agenda 2030 dell’ONU, le opere infrastrutturali rappresentano un’occasione concreta per supportare la crescita dei Territori e delle Comunità interessate in quanto elementi generativi capaci di innescare nuove dinamiche di sviluppo economico e sociale in raccordo con la tutela dell’ambiente.

In quest’ottica, la presente Relazione di Sostenibilità, elaborata secondo gli indirizzi delle “Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell’affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC” del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS) di luglio 2021¹, intende offrire una lettura chiara sulle potenzialità correlate alla realizzazione del **raddoppio della tratta tra Villaspeciosa-Uta e Siliqua (di seguito Progetto), come parte integrante del raddoppio della linea ferroviaria Villamassargia-Decimomannu e dell’elettrificazione del bacino del**



di generare valore con particolare riferimento alla capacità intrinseca del Progetto di contribuire alla ridefinizione del futuro assetto infrastrutturale della Sardegna, al raggiungimento dei target europei di riduzione delle emissioni e di progressiva decarbonizzazione della mobilità nonché di uniformare la qualità dei servizi di trasporto e ridurre gli squilibri territoriali tra aree del Paese.

Al fine di valutare le suddette potenzialità, è stata condotta una specifica analisi volta a identificare i benefici in termini di creazione di migliori connessioni tra territori per costruire nuovi scenari di mobilità sostenibile, aumento dell’accessibilità e dell’integrazione della rete per incrementare la qualità della vita della collettività oltreché dell’attrattività dei luoghi che rendono tangibili i benefici e le opportunità in una prospettiva di lungo periodo.

La Relazione, allo scopo di fornire un quadro esaustivo della Sostenibilità dell’opera, riporta anche un’analisi dei principali aspetti di sostenibilità correlati alla fase di realizzazione, evidenziando le scelte progettuali volte alla salvaguardia delle risorse naturali nell’ottica di dare un contributo concreto all’economia circolare per massimizzare l’utilità e il valore nel tempo dell’infrastruttura progettata, gli indirizzi tracciati a tutela dei diritti dei lavoratori delle imprese esecutrici e la stima della Carbon Footprint in fase di realizzazione dell’opera.

Inoltre, il documento riporta gli esiti delle valutazioni condotte ai sensi del *Regolamento (UE) 2021/241* per applicare il principio “Do Not Significant Harm” (DNSH) allo specifico progetto fornendo gli elementi atti a dimostrare che il progetto contribuisce ad almeno uno degli obiettivi definiti nel *Regolamento UE 2020/852* “Tassonomia” e “non arreca un danno significativo” a nessuno degli altri obiettivi ambientali.

¹ Previste dall’art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

2 Il Progetto nel nuovo scenario infrastrutturale della Sardegna

L'attuale sistema delle infrastrutture di trasporto in Italia sconta carenze e ritardi che hanno effetti significativi sul potenziale di crescita e sulla competitività del Paese, oltre che sulla coesione sociale e territoriale. Tale debolezza è acuita dal permanere di forti divari territoriali fra Nord e Sud, ma anche tra aree urbane e aree interne e rurali, che rappresentano un forte ostacolo all'equa distribuzione delle opportunità di sviluppo socioeconomico e determinano livelli di qualità dei servizi di trasporto molto difforni sul territorio. Nello specifico, occorre sottolineare come il contesto insulare in cui si inserisce il Progetto sia legato a problematiche che riguardano non soltanto l'accessibilità da parte dei cittadini e le relative dinamiche di spopolamento, ma anche il sistema socioeconomico nel suo complesso, l'attrattività dei collegamenti interni per i flussi turistici, la qualità e la diffusione dei servizi pubblici.

In modo da invertire questa tendenza, gli investimenti inseriti nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) saranno fortemente concentrati nel Mezzogiorno: *"Il 40 per cento circa delle risorse territorializzabili del Piano sono destinate al Mezzogiorno, a testimonianza dell'attenzione al tema del riequilibrio territoriale"*². Le infrastrutture ferroviarie, in particolare, possono rappresentare un'opportunità concreta per innescare dinamiche virtuose volte a colmare squilibri territoriali tra le diverse aree in termini di integrazione, accessibilità, sviluppo socioeconomico nonché contribuire al raggiungimento della decarbonizzazione del settore dei trasporti.

A tal proposito, **il progetto di raddoppio della tratta ferroviaria tra Villaspeciosa-Uta e Siliqua** prevede il raddoppio in affiancamento alla linea storica per una lunghezza totale pari a 5,5 km, che si sviluppa a partire da circa 1,4 km dalla fermata di Villaspeciosa-Uta e termina a circa 4,3 km prima della stazione esistente di Siliqua. **Il Progetto rappresenta un tassello chiave nella realizzazione del Global Project ed è finalizzato all'incremento delle potenzialità del servizio ferroviario, sia dal punto di vista della capacità che della velocità**³.

Sintesi del Global Project

Il Global Project in esame include:

- Il raddoppio della linea ferroviaria Villamassargia-Decimomannu, che prevede 4 lotti funzionali (di cui il lotto 2 è oggetto della presente relazione) e rappresenta il tratto centrale della linea ferroviaria che collega la Città di Cagliari (a est) con le città di Iglesias (a ovest) e Carbonia (a sud-ovest);
- L'elettificazione delle linee ferroviarie del Bacino del Sulcis, il quale riguarda la rete ferroviaria che si estende dalla località di Decimomannu fino alle località di Carbonia ed Iglesias.

L'infrastruttura ferroviaria su cui interviene il Global Project ricade nelle province di Cagliari e Sud Sardegna e collega i Poli di Cagliari, Carbonia e Iglesias, attraversando aree definite "di cintura" nella Classificazione delle diverse Aree secondo livelli di perifericità rispetto ai poli di attrazione⁴.

² Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), p.4

³ Studio di Trasporto: Raddoppio Villamassargia-Decimomannu. RFI. 2023

⁴ Elaborazione UVAL-UVÉR su dati Ministero della Salute, Ministero dell'Istruzione e FS

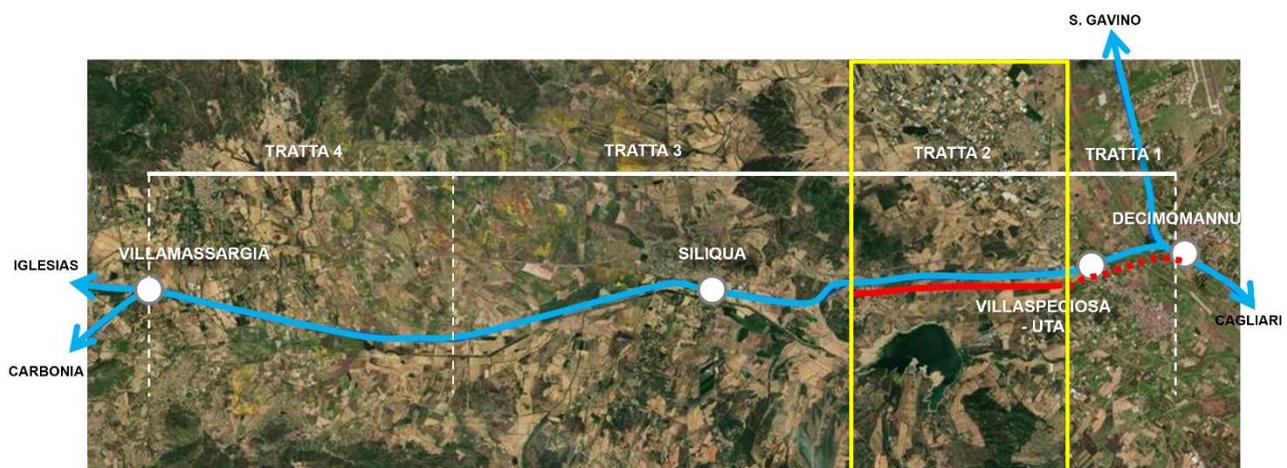
 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

In particolare, la linea ferroviaria in esame, dove sono presenti le stazioni di Decimomannu, Siliqua, Villamassargia e la fermata di Villaspeciosa-Uta, è dedicata al trasporto regionale dei passeggeri e si sviluppa interamente a semplice binario non elettrificato per circa 28,5 km.

Gli interventi previsti dal Global Project rientrano nello schema dei servizi oggetto del vigente Accordo Quadro per i servizi di Trasporto Pubblico Locale sottoscritto tra Rete Ferroviaria Italiana e Regione Sardegna nel marzo 2020, che prevede, tra le altre cose, la soppressione dei passaggi a livello (9 passaggi a livello esistenti), creando le condizioni per il potenziamento del servizio ferroviario e per l'incremento dei livelli qualitativi e di regolarità del servizio.

In particolare, il Lotto 2 del raddoppio Villamassargia-Decimomannu, oggetto di questa relazione, prevede:

- Il raddoppio dell'infrastruttura con benefici sull'incremento della prestazione ferroviaria in termini di tempi e capacità;
- la sostituzione di un Passaggio a livello con un Cavalcaferrovia, incrementando la sicurezza della linea;
- la riorganizzazione della viabilità lungo la linea ferroviaria.



Lotto 2 Villaspeciosa-Uta – Abitato di Siliqua

Politiche che riconoscano gli svantaggi complessivi della condizione di insularità rientrano tra gli assi fondamentali per rafforzare la coesione economica, sociale e territoriale dell'Unione Europea, che considera con un'attenzione particolare proprio le regioni insulari (art. 174 del TFUE). In un'ottica di sviluppo e coesione, è pertanto essenziale presidiare la continuità territoriale, e promuovere la loro connettività materiale e immateriale⁵.

Il «Piano Sud 2030, Sviluppo e coesione per l'Italia», realizzato dal governo italiano, riporta che “Il Mezzogiorno nell'ultimo ventennio ha subito un sistematico processo di disinvestimento, con poche e modeste interruzioni. Il livello di spesa pro capite al Sud è significativamente inferiore rispetto al resto del Paese [...]”

⁵ Piano Sud 2030 Sviluppo e coesione per l'Italia, pp. 70-71

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Il progressivo disinvestimento nel Sud del Paese ha determinato un indebolimento del «motore interno» dello sviluppo, con conseguenze negative per tutto il Paese, che ha visto indietreggiare in Europa anche le regioni più sviluppate del Centro-Nord, per il mancato apporto dei reciproci effetti benefici dell'integrazione economica. Il grado di interdipendenza economica tra le aree, trascurato in questo ventennio di contrapposizione territoriale, è molto forte. La SVIMEZ calcola che ogni euro investito in infrastrutture al Sud attivi 0,4 euro di domanda di beni e servizi nel Centro-Nord. Secondo le stime della Banca d'Italia, un incremento degli investimenti pubblici nel Mezzogiorno pari all'1 per cento del suo PIL per un decennio (circa 4 miliardi annui), avrebbe effetti espansivi significativi per l'intera economia italiana⁶.

Nel ventennio di sostanziale stagnazione italiana si è complicata la geografia dei divari territoriali: accanto alla frattura tra Nord e Sud, in tutto il Paese è aumentata la divergenza tra centri e periferie, tra città e campagne deindustrializzate, tra aree urbane e aree interne. Fenomeni, questi, che conferiscono un'ulteriore connotazione "nazionale" al tema della coesione territoriale, tradizionalmente associata alla questione meridionale.

Il Piano, nell'ottica della politica territoriale di prossimità "ai luoghi", pone l'attenzione sulla questione della continuità territoriale e dell'insularità. Nel 2016 è stata approvata una risoluzione specifica sulla insularità del Parlamento Europeo, che invita a "sfruttare tutte le possibili sinergie tra i fondi strutturali e d'investimento europei e gli altri strumenti dell'Unione, al fine di controbilanciare gli svantaggi delle isole e migliorare la loro situazione in termini di crescita economica, creazione di posti di lavoro e sviluppo sostenibile", nonché a presentare un Libro Bianco sullo sviluppo delle regioni insulari, a istituire un "Quadro strategico dell'Unione per le isole" e uno "sportello isole" all'interno della Commissione. Nel Piano e nella nuova programmazione 2021-27, un'attenzione specifica sarà dedicata a sviluppare un'agenda per le isole, mediante l'attribuzione di riserve e assegnazioni aggiuntive, per consentire alle politiche europee e nazionali di coesione, da un lato, di neutralizzare i costi supplementari che la condizione di insularità (per i cittadini residenti e non, in termini di continuità territoriale, ma anche per la capacità competitiva delle imprese agricole, manifatturiere e dell'intera filiera turistica), dall'altro, di promuovere il ruolo delle isole, per il loro patrimonio ambientale e culturale, nel perseguire lo sviluppo sostenibile, anche in riferimento al Green Deal europeo (e al Just Transition Fund).

Inoltre, il Progetto si inserisce in un quadro programmatico consolidato. Per quanto riguarda la pianificazione regionale, il **Piano Regionale dei Trasporti**⁷ della Sardegna indica le strategie e le priorità per la rete ferroviaria. Tali strategie derivano dalla constatazione che il sistema ferroviario in Sardegna, in modo più marcato rispetto alle altre modalità di trasporto, mostra una carenza d'integrazione fisica e funzionale con il sistema degli insediamenti nel territorio regionale.

In tal senso, il Progetto, parte integrante del raddoppio della linea Villamassargia-Decimomannu, coopera al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

⁶ Panetta F. (2019), Lo sviluppo del Mezzogiorno: una priorità nazionale. Intervento del Direttore Generale della Banca d'Italia, 21 settembre, Foggia

⁷ Approvato con delibera n.66/23 del 27 novembre 2008

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

- Garantire il diritto universale alla mobilità delle persone e delle merci sulle relazioni sia interregionali (Sardegna/Continente/Mondo) che intraregionali
- Assicurare elevati livelli di accessibilità per conseguire ricadute
 - di natura economica (migliorare la competitività delle imprese)
 - di natura territoriale (attrattività insediativa, riequilibrio verso l'interno, integrazione aree interne e versante costiero)
 - di natura sociale (coesione, superamento dell'isolamento geografico dovuto all'insularità e dello spopolamento delle aree interne)
- Rendere più accessibile il sistema a tutte le categorie fisiche e sociali, ed in particolare alle fasce più deboli e marginali in qualsiasi parte del territorio siano localizzate
- Contribuire a governare le trasformazioni legate ai riassetti territoriale, intervenendo, in combinazione con altre iniziative, sui fenomeni di migrazione insediativa
 - spopolamento aree interne
 - deurbanizzazione delle due concentrazioni urbane di Cagliari e Sassari verso aree esterne economicamente ed ambientalmente più appetibili.

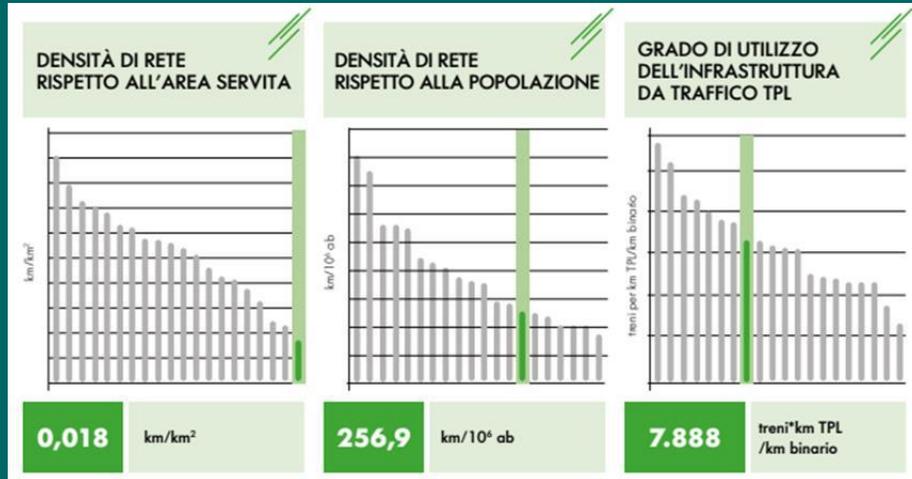
Focus: Il Piano di sviluppo ferroviario per la Regione Sardegna (MIMS Documento strategico della mobilità ferroviaria di passeggeri e merci, 2022)⁸

La rete ferroviaria della Sardegna comprende linee che si sviluppano per un totale di oltre 1.000 km di lunghezza, di cui circa 427 km a scartamento ordinario (1.435mm) e oltre 600 km a scartamento ridotto (950 mm). L'esercizio dell'attività ferroviaria nell'isola è gestito da due società: RFI, che gestisce la rete principale dell'isola caratterizzata da linee ferroviarie a scartamento ordinario, e ARST S.p.A. - azienda di trasporti interamente partecipata dalla Regione Autonoma della Sardegna - che è competente per le tratte a scartamento ridotto.

L'offerta per il trasporto pubblico locale è presente su cinque linee: Monserrato – Isili; Macomer – Nuoro; Sassari – Alghero; Sassari – Sorso; Sassari – Nulvi. La rete restante in gestione a ARST è destinata a **servizi turistici soprattutto in estate**. Il diverso scartamento condiziona la competitività del vettore ferroviario perché le due reti sono non integrate e quindi di fatto isolate.

Nella Regione Sardegna, la rete ferroviaria che è in concessione a RFI si sviluppa per circa 427 km di linee in esercizio interamente non elettrificate di cui 50 km a doppio binario e 377 km a semplice binario. Su base nazionale, il confronto con le altre Regioni relativo alla sola rete RFI, presenta i seguenti indicatori:

⁸ Legge 29 dicembre 2021, n. 233, art. 5 in attuazione di una delle riforme previste dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza



La rete, che è classificata come complementare secondaria, è quasi interamente a **semplice binario** (con eccezione della tratta Cagliari – S. Gavino) e **interamente non elettrificata**. La rete ferroviaria in concessione a RFI è costituita da una linea principale Nord Sud (c.d. “**Dorsale Sarda**”), che, attraversando l’entroterra regionale, collega la città di **Cagliari con quella di Chilivani che è poi integrata da altre tratte di collegamento verso i centri urbani situati nelle zone costiere di Olbia e Sassari a nord e verso Iglesias e Carbonia a sud.**

Negli anni si è più volte intervenuti per il potenziamento della linea nel tratto di avvicinamento al capoluogo di Cagliari e nel 2010 sono stati completati i lavori di raddoppio della tratta Decimomannu-San Gavino Monreale: 34 km di raddoppio che portano a 50 i km di linea a doppio binario tra Cagliari e San Gavino, con l’eliminazione di 30 passaggi a livello ed un investimento di oltre 200 milioni di euro. Inoltre, nel 2013 è stata inaugurata la fermata di Elmas Aeroporto, tramite la quale è possibile il collegamento ferroviario con l’aeroporto di Cagliari-Elmas.

Con riferimento allo stato attuale, i principali interventi avviati ed in corso possono essere rappresentati nella figura seguente:

PRINCIPALI INTERVENTI	BENEFICI	ANNO
Upgrade infrastrutturale e tecnologico rete sarda fase 1	 	2022
Upgrade infrastrutturale e tecnologico rete sarda fase 2	 	2023
Raddoppio Decimomannu-Villamassargia (prima fase)	  	2026
Collegamento con l’aeroporto di Olbia	 	2026
Velocizzazione linea Oristano - Chilivani (variante di Bauladu)	 	2025
Elettrificazione Cagliari - Oristano		2025

L’implementazione di tutti gli interventi in corso/avviati consentirà **significative riduzioni dei tempi di percorrenza sulle relazioni Cagliari-Olbia/Sassari.**

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

I criteri principali del progetto di revisione dei servizi, contenuti nell’Accordo Quadro tra Regione Sardegna e RFI, si focalizzano sia sulla **velocizzazione dei servizi a lungo raggio** che sull’**incremento e sulla specializzazione dei servizi più capillari**. Nel documento sono stati individuati differenti scenari di servizio, sia di medio termine che di regime, correlati agli investimenti in corso per il potenziamento infrastrutturale e tecnologico sulla rete regionale, nonché ad ulteriori nuovi interventi da avviare per garantire l’impegno di capacità oggetto di sottoscrizione.

In particolare:

- nello scenario di medio termine è confermato il modello di offerta attuale con potenziamento dei servizi Cagliari - Oristano e possibilità di incrementare i livelli di servizio da/per l’aeroporto di Cagliari Elmas nel bacino di interesse in relazione alle fasce orarie a più elevata concentrazione di domanda;
- nello scenario di regime è prevista una sostanziale rivisitazione del modello di esercizio finalizzata a garantire la velocizzazione e l’incremento dei servizi, nonché il miglioramento delle condizioni di accessibilità in stazione.

Nello specifico:

- **dorsale asse nord - sud** (Cagliari - Olbia/Sassari): modello di offerta atto a garantire servizi velocizzati tra Oristano e Chilivani, con opportunità di realizzare un reticolo di interscambio sia a Oristano che a Chilivani;
- **dorsale asse orizzontale** (Cagliari - Decimomannu - Iglesias/Carbonia): modello di offerta a regime con obiettivo di cadenzamento a 30 minuti sulle relazioni Cagliari - Iglesias e Cagliari - Carbonia, con servizi passanti da/per Cagliari anche da Iglesias (servizio a 15 minuti nella stazione di Villamassargia).

L’implementazione dell’elettrificazione, che verrà estesa nel tempo a tutta la rete, e l’installazione del sistema ERTMS permetterà in futuro di potenziare ulteriormente il modello di offerta.

2.1 Il Progetto per l’attuazione delle Strategie globali di Sviluppo Sostenibile

Le infrastrutture sostenibili forniscono un contributo significativo alle strategie globali che mirano a garantire uno sviluppo socioeconomico equo ed inclusivo dei territori, azioni specifiche per la lotta ai cambiamenti climatici, l’integrità e il funzionamento degli ecosistemi alla base della qualità della vita della collettività.

Il Progetto, infatti, come tassello chiave del raddoppio della linea ferroviaria Villamassargia-Decimomannu, rappresenta un intervento necessario per la realizzazione di un efficiente sistema infrastrutturale moderno e sostenibile.

A livello Europeo è stato avviato un percorso concreto che mira ad uno sviluppo infrastrutturale sempre più sostenibile e *smart* attraverso indirizzi specifici per attuare una governance efficace finalizzata a realizzare interventi volti a traguardare la transizione ecologica e digitale per trasformare l’Europa nel primo continente climaticamente neutro entro il 2050, e a rafforzare l’autonomia strategica e la resilienza dell’UE.

Nello specifico, **il Progetto, incluso nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** con l’obiettivo di potenziare, elettrificare e aumentare la resilienza delle ferrovie del Sud e in linea con la visione promossa dalla Commissione Europea per una mobilità a zero emissioni, accessibile, inclusiva ed integrata:

- **contribuisce agli obiettivi europei di neutralità climatica inclusi nel Green Deal Europeo** che comprendono, tra le altre cose, un’accelerazione della transizione verso una mobilità sostenibile e intelligente. In tal senso, la strategia mira a ridurre le emissioni prodotte dai trasporti del 90% entro il 2050;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

- **contribuisce al perseguimento degli obiettivi definiti nella Sustainable and Smart Mobility Strategy**, con particolare riferimento al *Faro 3 - Rendere più sostenibile e sana la mobilità interurbana e urbana* e al *Faro 9 – Rendere la mobilità equa e giusta per tutti*. La Strategia pone l'attenzione, infatti, sulla mobilità a disposizione e alla portata di tutti, in particolar modo sulle regioni rurali e remote affinché siano meglio collegate, accessibili alle persone a mobilità ridotta e alle persone con disabilità, e che il settore offra buone condizioni sociali, opportunità di riqualificazione e posti di lavoro interessanti;
- **è in linea con gli obiettivi della Politica di Coesione territoriale EU 2021-2027** ed in particolare contribuirà a migliorare i livelli di coesione economica, sociale e territoriale delle aree interessate dal miglioramento delle connessioni ferroviarie, supportando direttamente l'obiettivo della politica "Un'Europa più connessa attraverso il rafforzamento della mobilità (OS 3)⁹". Infatti, i benefici dell'opera in termini di risparmio dei tempi di viaggio e aumento del numero annuale degli utenti delle infrastrutture ferroviarie potenziate rappresentano dei driver utili a quantificare il supporto dell'opera al sopracitato obiettivo¹⁰;
- **risulta coerente con gli indirizzi definiti dall'Agenda Territoriale 2030¹¹** e, nel dettaglio, supporta le priorità territoriali per l'Europa di seguito elencate:
 - **uno sviluppo territoriale più equilibrato che sfrutti la diversità dell'Europa:** la realizzazione di connessioni ferroviarie più efficienti potrà contribuire al miglioramento delle reti policentriche e di conseguenza contribuire a promuovere il potenziale sottoutilizzato delle città di piccole e medie dimensioni.
 - **sviluppo locale e regionale convergente, meno disuguaglianze tra i luoghi:** aumenterà i livelli di accessibilità alle città di piccole e medie dimensioni rendendo più fruibile la cooperazione e il lavoro di rete, le città e le loro aree circostanti, creando nuove opportunità di sviluppo per ciascun luogo.
 - **un'Europa verde che protegge i mezzi di sussistenza comuni e dà forma alla transizione sociale:** incentiverà la mobilità sostenibile.
 - **economia circolare:** nelle fasi di costruzione ottimizzerà l'uso delle risorse in quanto è programmato il recupero della maggior parte dei materiali da costruzione.
 - **connessioni sostenibili:** porterà ad un aumento di accessibilità al trasporto intermodale per i territori interessati.

A livello di Agenda 2030, il miglioramento dei collegamenti ferroviari rappresenta un'opportunità per supportare gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) anche se non direttamente connessi alle infrastrutture, in quanto l'aumento della qualità delle connessioni ferroviarie influisce, seppur indirettamente, sui livelli di

⁹ Nel 2021-2027 la politica di coesione dell'UE ha stabilito 5 obiettivi politici a sostegno della coesione economica, sociale e territoriale:

- un'Europa più intelligente — trasformazione economica innovativa e intelligente;
- un'Europa più verde e a basse emissioni di carbonio;
- un'Europa più connessa — mobilità e connettività regionale alle TIC;
- un'Europa più sociale attraverso l'attuazione del pilastro europeo dei diritti sociali;
- un'Europa più vicina ai cittadini — sviluppo sostenibile e integrato delle aree urbane, rurali e costiere mediante iniziative locali.

¹⁰ Allegato 1 (Indicatori comuni di output e di risultato per il Fondo europeo di sviluppo regionale e al Fondo di coesione): REGOLAMENTO (UE) 2021/1058 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 24 giugno 2021 relativo al Fondo europeo di sviluppo regionale e al Fondo di coesione. I fondi europei precedentemente citati sono stanziati al fine di raggiungere gli obiettivi definiti dalla Politica di Coesione UE 2021-2027

¹¹ Agenda Territoriale 2030. Un futuro a tutti i luoghi

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

inclusività dei territori e sullo sviluppo di modelli economici sostenibili oltre ad essere configurabile come una misura volta a contrastare il fenomeno dei cambiamenti climatici.

Nel dettaglio, i **benefici attesi dalla realizzazione dell'intervento contribuiscono al perseguimento dell'obiettivo SDGs 9 "Costruire infrastrutture resilienti, promuovere l'industrializzazione inclusiva e sostenibile e promuovere l'innovazione"** ed in particolare si riferiscono allo sviluppo della qualità delle infrastrutture ferroviarie rendendole affidabili, sostenibili e resilienti. I benefici connessi a tale obiettivo risultano trasversali rispetto all'Agenda 2030 e funzionali al perseguimento di altri obiettivi di sostenibilità inclusi in essa. Pertanto, **più in generale, il contributo del Progetto può essere ricondotto ai seguenti Obiettivi SDGs e relativi target:**



2.2 Il Progetto nel quadro delle Strategie regionali di Sviluppo Sostenibile

In coerenza con la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile e avendo come riferimento l'Agenda 2030 dell'ONU (Organizzazione Nazioni Unite) sottoscritta da 193 Paesi, la Regione Sardegna ha approvato la **Strategia Regionale per lo Sviluppo Sostenibile** con Deliberazione n. 39/56 del 08 ottobre 2021.

L'esigenza è quella di passare da un approccio settoriale ad una visione di governo integrata, che parta dalla lettura delle dinamiche del territorio nella loro complessità e individui percorsi di sviluppo che tengano conto delle interrelazioni ambientali, sociali, economiche e istituzionali, mettendo a valore le risorse identitarie delle singole comunità.

La Strategia declina gli obiettivi della Strategia in obiettivi programmatici di lungo periodo e istituisce processi decisionali capaci di integrare la tutela dell'ambiente, l'inclusione sociale e la salute, per una crescita personale e collettiva.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Considerando la concomitanza temporale con la programmazione regionale della politica di coesione europea per il periodo 2021-2027, il Gruppo di lavoro interassessorile ha scelto anche di utilizzare i cinque obiettivi di policy dell’Unione Europea al fine di individuare i cinque Temi Strategici della Strategia Regionale per lo Sviluppo Sostenibile (Sardegna più intelligente, innovativa e digitalizzata, Sardegna più verde per le persone, le imprese e gli enti, Sardegna più connessa e accessibile, Sardegna più sociale, istruita e prospera, Sardegna più vicina ai cittadini, identitaria e accogliente), a loro volta articolati in 34 Obiettivi strategici.

Il Progetto, come parte integrante del Global Project, contribuisce direttamente e indirettamente al rafforzamento di alcuni obiettivi generali e strategici:

- *Sardegna più connessa e accessibile*: Rafforzare la mobilità sostenibile pubblica e privata (in particolare, “Interventi di rafforzamento e ampliamento della rete ferroviaria regionale e sua elettrificazione”);
- *Sardegna più verde ecologica e resiliente*: realizzare il turismo sostenibile per lo sviluppo socioeconomico e la tutela della cultura e biodiversità;
- *Sardegna più sociale, istruita e prospera*: Garantire la cura della salute e l’accesso per tutti a servizi sanitari di qualità; Valorizzare, conservare e garantire la fruibilità degli attrattori culturali, identitari e naturali.



Tema Strategico SARDEGNA + CONNESSA

OBIETTIVO STRATEGICO	LINEE DI INTERVENTO	AZIONI PROPOSTE PER L'ATTUAZIONE DELLA STRATEGIA REGIONALE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE
2. RAFFORZARE LA MOBILITÀ SOSTENIBILE PUBBLICA E PRIVATA	2.1 MIGLIORAMENTO DELL'OFFERTA E DELL'APPETIBILITÀ DEL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE	<ul style="list-style-type: none"> — Riprogettazione dei servizi di TPL affinché sia più appetibile e frequente, in ambito urbano, extraurbano e nelle connessioni periferiche — Sviluppo di sistemi di informabilità per la diffusione delle informazioni sui servizi offerti — Progettazione e implementazione del sistema tariffario integrato al fine di poter accedere ai servizi di mobilità intermodale regionale con un unico abbonamento/card regionale — Completamento dei sistemi di bigliettazione elettronica (SBE) per tutti gli operatori di TPL facenti parte del sistema regionale — Completamento dei sistemi di monitoraggio della flotta (AVM) per tutti gli operatori di TPL facenti parte del sistema regionale — Coordinamento degli orari dei servizi per la mobilità e sviluppo di sistemi di comunicazione online e offline integrati e multilingua per il calcolo dei percorsi — Realizzazione delle infrastrutture di supporto al TPL (nodi intermodali, parcheggi di scambio) — Rinnovo del parco mezzi del TPL con l’acquisto di mezzi dotati di tutti gli allestimenti per migliorare il comfort dell’utenza — Interventi infrastrutturali di installazione di nuove pensiline per l’attesa dei mezzi e adeguamento di quelle esistenti — Realizzazione di corsie preferenziali per i mezzi di TPL — Realizzazione di corsie di accumulo dei mezzi di TPL alle intersezioni — Interventi di preferenziazione semaforica per i mezzi di TPL — Interventi di rafforzamento e ampliamento della rete ferroviaria regionale e sua elettrificazione — Interventi sulle reti metropolitane dei principali centri urbani (Cagliari e Sassari) — Rafforzamento del TPL nei piccoli centri per favorire mobilità e pendolarismo sostenibile e limitare l’abbandono del territorio - servizi per le aree a domanda debole — Creazione di spazi di co-working e remote-working nelle stazioni ferroviarie, nei nodi intermodali e nei treni — Progettazione di servizi di TPL dedicati ai turisti
<p>CORRELAZIONE</p> <p>AGENDA 2030</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Promuovere la salute e il benessere</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Garantire una gestione sostenibile delle risorse naturali</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Rigenerare le città, garantire l’accessibilità e assicurare la sostenibilità delle connessioni</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Decarbonizzare l’economia</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Ambiente, cambiamenti climatici ed energia per lo sviluppo</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Assicurare legalità e giustizia</p> </div> </div> <p>STRATEGIA NAZIONALE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE</p>		

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Il *Global Project* risulta in coerenza anche con gli indirizzi del **Piano Regionale di Sviluppo 2020-2024** della Sardegna (approvato nella Deliberazione del CR n. 9/15 del 5.03.2020) che pone tra le azioni prioritarie del Piano il rafforzamento della rete interna di trasporti, in linea con le indicazioni di livello Europeo, con particolare riferimento all' OS3 - Obiettivo Strategico 3 Un'Europa più connessa attraverso il rafforzamento della mobilità e della connettività regionale alle TIC: "Per quanto riguarda le ferrovie regionali, che collegano le aree interne con i centri urbani e i nodi della rete transeuropea di trasporto, esiste un persistente divario infrastrutturale tra le regioni più sviluppate e quelle meno sviluppate, in termini di elettrificazione, doppio binario, sistemi di gestione del traffico e stazioni intermodali. Al fine di sviluppare una mobilità regionale sostenibile, resiliente al clima, intelligente e intermodale sono necessari investimenti nei seguenti settori:

- elettrificazione delle ferrovie regionali;
- miglioramento dei sistemi di gestione del traffico, eliminazione dei passaggi a livello non automatizzati e non controllati e miglioramento dell'accesso al trasporto ferroviario per le persone a mobilità ridotta;
- migliore accessibilità e migliore accesso ai centri urbani e alla rete di reti transeuropee di trasporto attraverso piattaforme intermodali (biciclette, car sharing, ecc.) nelle vicinanze delle stazioni ferroviarie regionali. L'efficienza e la qualità del trasporto pubblico locale sono generalmente inferiori nelle regioni meno sviluppate, mentre alcuni centri urbani dell'Italia centro-settentrionale sono esposti alla congestione del traffico" (Piano Regionale di Sviluppo della Sardegna).

La disponibilità di un'efficace rete di trasporto nella Regione è infatti considerata condizione fondamentale per superare i divari tra la Regione Sardegna e gli altri contesti territoriali: "La disponibilità di un'efficace rete di trasporto, delle persone e delle merci con infrastrutture e servizi caratterizzate da livelli di efficienza al pari delle altre regioni continentali europee, è uno dei fattori determinanti per lo sviluppo economico, sociale e culturale della nostra regione".

Emerge in particolare l'importanza di superare le problematiche connesse all'insularità con infrastrutture per la mobilità e digitali sono considerate infatti indispensabili per l'integrazione del territorio regionale nelle direttrici economiche e produttive nazionali, europee e internazionali, accrescendone l'attrattività economica e le opportunità di sviluppo.

Inoltre, tra gli obiettivi del Piano emergono anche le importanti ricadute ambientali degli interventi di mobilità sostenibile, come emerge dall'analisi dei benefici del Progetto di raddoppio ed elettrificazione della Linea Decimomannu-Villamassargia.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

3 Il Valore generato per il territorio

Il lotto 2 del raddoppio della linea ferroviaria Villamassargia - Decimomannu rappresenta il primo tassello di uno scenario più ampio che vede il miglioramento della linea nel quadro della realizzazione di un sistema infrastrutturale regionale moderno e sostenibile, in grado di rispondere alle esigenze di mobilità del territorio.

La mobilità è un fattore abilitante della vita economica e sociale delle comunità: dal pendolarismo quotidiano per studio e lavoro, dal turismo alle relazioni sociali, fino ad un efficace funzionamento delle supply chain e delle catene del valore in senso più ampio. Pertanto, ogni miglioramento del sistema infrastrutturale in termini di incremento della mobilità sostenibile ed inclusiva, maggiore efficienza trasportistica e minori ripercussioni sull'ambiente, incide positivamente sulla capacità di crescita dei sistemi economici, sul livello di benessere della collettività e sulla tutela ambientale del territorio interessato.

In tal senso, nei paragrafi successivi saranno evidenziati i benefici generati dal Progetto, in sinergia con gli altri interventi previsti dal Global Project, per il territorio interessato.

3.1 I benefici generati dal Progetto

Come precedentemente sottolineato, le infrastrutture ferroviarie rivestono un ruolo fondamentale nel garantire una maggiore accessibilità, permettendo innanzitutto di stabilire (o migliorare) la connessione di un punto geografico con altre destinazioni, rendendo tali località più accessibili e aumentando le opportunità di mobilità per le comunità interessate.

Inoltre, la realizzazione delle infrastrutture ferroviarie, dei servizi offerti su di esse e l'intermodalità con altri sistemi di mobilità, supportano il tessuto sociale incrementando le possibilità di accesso per i gruppi sociali maggiormente vulnerabili. Tali declinazioni del concetto di accessibilità sono fortemente legate ad altri concetti, quali quello dell'equità e della coesione sociale.

Al fine di inquadrare le opportunità in chiave socioeconomiche, ambientali e territoriali generate dal Progetto, in linea anche con la realizzazione del Global Project, sono state condotte specifiche analisi finalizzate alla valutazione delle opportunità innescate dall'opera per i territori interessati dagli interventi.

Pertanto, la realizzazione degli interventi porterà valore per la comunità, in termini di maggiore accessibilità, fruibilità e sicurezza del territorio, favorendo la mobilità collettiva e l'intermodalità. Nei paragrafi successivi sono riportati approfondimenti in relazione ai seguenti aspetti:



 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

3.1.1 Strategicità dell'infrastruttura


Strategicità dell'infrastruttura

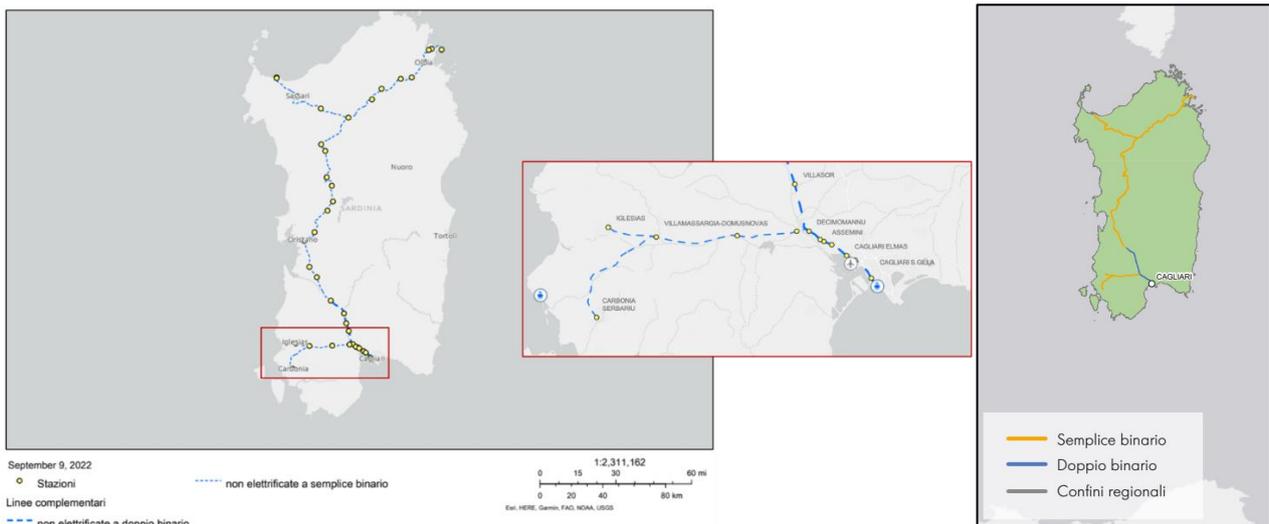
L'indicatore di sostenibilità "Strategicità dell'infrastruttura" valuta la rilevanza che ha il progetto nel miglioramento della connettività della Regione e dell'accessibilità dei territori interessati, nell'ottica di ridurre i divari con le altre Regioni generati dalla scarsa dotazione della Sardegna, di rafforzare le relazioni tra nuclei urbani e centri minori riducendo i tempi di percorrenza e di promuovere l'intermodalità rafforzando l'accessibilità dei nodi di collegamento con le altre forme di mobilità.

L'analisi condotta fa riferimento agli effetti del Global Project, di cui il Lotto 2 Villamassargia-Decimomannu rappresenta un tassello fondamentale.

Analisi di contesto

Il territorio sardo è caratterizzato da alcune specificità che incidono fortemente sulle relazioni interne ed esterne, con effetti sulla accessibilità e connettività del territorio e delle sue parti:

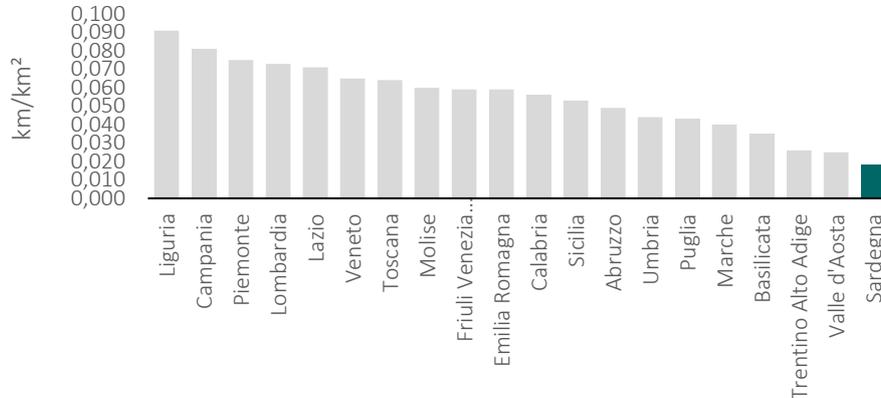
- La scarsa dotazione infrastrutturale in termini quantitativi e lo scarso livello qualitativo in termini di doppio binario, elettrificazione e stazioni intermodali;
- Gli elevati tassi di motorizzazione privata;
- L'insularità e la conseguente dipendenza da porti e aeroporti, con particolare riferimento a Porti e Aeroporti di Cagliari e Olbia;
- I divari tra il nucleo della città metropolitana di Cagliari e centri minori.



Quadro infrastrutturale Sardegna e dettaglio

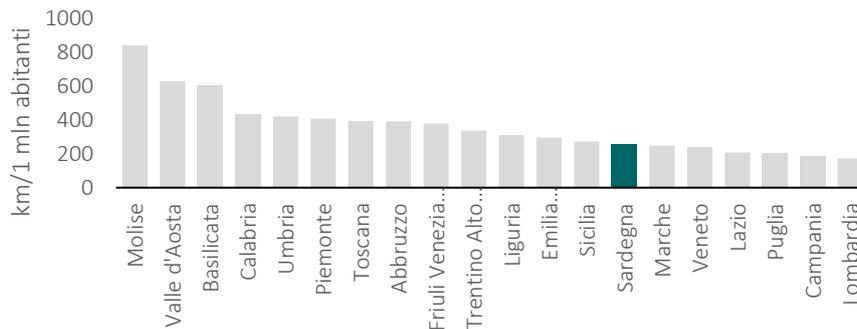
In primis, l'analisi della dotazione infrastrutturale evidenzia una bassa densità e una situazione della rete regionale che presenta importanti carenze sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo; infatti, la rete regionale è totalmente non elettrificata e il trasporto avviene con treni diesel. Al 2020, la Sardegna si posiziona all'ultimo posto in Italia, con un valore pari a 0,018 km/km².

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A



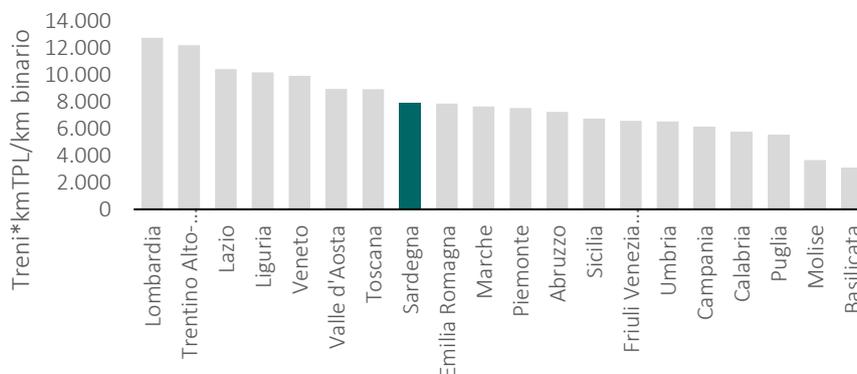
Densità di rete (km/km²) rispetto all'area servita, nelle regioni italiane. Fonte: Rete Ferroviaria Italiana, 2020

Allo stesso anno si posiziona, invece, al 14° posto per **densità di rete rispetto alla popolazione** (Fonte: RFI), con il valore di 256,9 km/1 mln abitanti.



Densità di rete (km/1 mln abitanti) rispetto alla popolazione, nelle regioni italiane. Fonte: RFI, 2020

Per quanto riguarda i dati RFI relativi al **grado di utilizzo della rete ferroviaria per servizi TPL**, al 2020, la Sardegna ha registrato un valore di 7.888 treni*kmTPL/km binario, ponendosi all'8° posto.



Grado di utilizzo della rete RFI per servizi di TPL nelle regioni italiane. Fonte: Rete Ferroviaria Italiana, 2020

Il grado di utilizzo della rete ferroviaria per servizi TPL insieme al tasso di motorizzazione offre una panoramica della propensione all'uso dell'auto privata, in particolare per gli spostamenti sistematici legati al lavoro e allo studio, che comporta una variazione delle quote di domanda di trasporto; un trend decrescente

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2					
	RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
Relazione di Sostenibilità	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0P	02 R 27	RG	SO 0000 001	A	16 DI 81

del tasso di motorizzazione combinato con un elevato grado di utilizzo della rete ferroviaria può indicare, per il futuro, una maggiore domanda di trasporto collettivo e viceversa.

La Regione Sardegna possiede un elevato numero di veicoli rispetto al numero di abitanti, registrando, nel 2020, un tasso di motorizzazione (esclusi rimorchi e motociclette) pari a 68,9 veicoli per 100 abitanti, leggermente superiore al tasso di motorizzazione medio nazionale (66,8%).

Inoltre, è opportuno evidenziare che le caratteristiche territoriali e le potenzialità di sviluppo della Sardegna sono profondamente condizionate dalle dinamiche connesse alla sua condizione insulare. L'insularità determina dinamiche strutturali, naturali e permanenti che impattano significativamente sul tessuto produttivo e sociale regionale, sulle reti materiali e immateriali e sulle connessioni, sebbene la stessa distanza preservi l'unicità della cultura locale e delle sue produzioni che assumono forti connotazioni identitarie. In questo senso, il trasporto interno e il collegamento con i porti e aeroporti sono dei fattori di contesto essenziali per lo sviluppo economico del territorio sardo, considerate le specificità della Regione. Tra questi svolgono un ruolo prioritario l'Aeroporto e il Porto di Cagliari, nodo della Rete Ten-T (Core Network, dal 2013) nell'ambito del Corridoio Scandinavo Mediterraneo.



Rete Ten-T (stralcio). Fonte: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_en

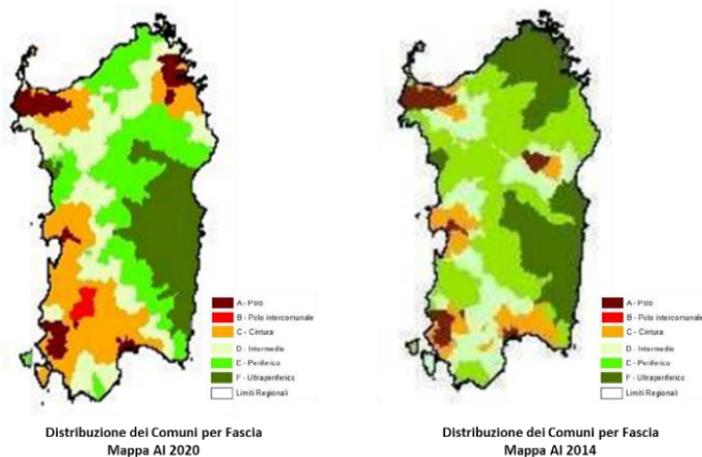
Dal punto di vista dello scenario insediativo e socioeconomico del settore regionale interessato, le dinamiche degli ultimi decenni hanno prodotto un accentramento nell'area di Cagliari, circondato da una dispersione urbana con micro-polarità il cui tessuto urbano si è in parte saldato nel tempo, lungo la ferrovia e la viabilità principale, che si sviluppa verso nord e verso ovest.

L'esito è quello di un costruito sostanzialmente continuo tra i comuni rientranti nell'area di attrazione della Città Metropolitana di Cagliari e uno sviluppo che nel sud interessa principalmente i nuclei di Iglesias e Carbonia.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

In particolare, i 17 Comuni della Città metropolitana di Cagliari costituiscono un ambito territoriale che già da tempo si comporta realmente come Città Metropolitana, soprattutto fra i Comuni in continuità urbana fra di loro (in particolare quelli interni alla Strada Statale 554).

A partire dalla lettura della classificazione portata avanti dall’Agenzia per la Coesione Territoriale all’interno della Strategia Nazionale Aree Interne¹² è possibile stabilire che, nel 2014, le aree di Cagliari, Carbonia e Iglesias sono definite come Poli¹³; Decimomannu e Villamassargia come aree di Cintura¹⁴; mentre Villaspeciosa e Siliqua come aree Intermedie. Con l’aggiornamento della Mappa delle Aree Interne per il ciclo di programmazione 2021-2027 della politica di coesione è mutata anche la classificazione di Villaspeciosa e Siliqua, diventate entrambi aree di Cintura¹⁵, mentre è rimasta invariata la classificazione degli altri comuni.



Classificazione aree interne Sardegna e dettaglio

Il rapporto tra Poli e comuni di cintura si traduce in una dipendenza dei Comuni di cintura verso i Poli (che si traduce in rilevanti flussi di pendolarismo nelle ore di punta), aggravata da una rilevante propensione all’uso dell’auto privata, anche in contesti dove il trasporto collettivo è presente.

¹² La SNAI è stata impostata in occasione del ciclo di programmazione coesione 2014-2020 allo scopo di offrire una cornice strategica per il sostegno e lo sviluppo di aree non urbane in declino o a rischio demografico, ma il cui presidio attivo di comunità è cruciale per la tenuta complessiva del territorio sotto il profilo idrogeologico, paesaggistico e dell’identità culturale.

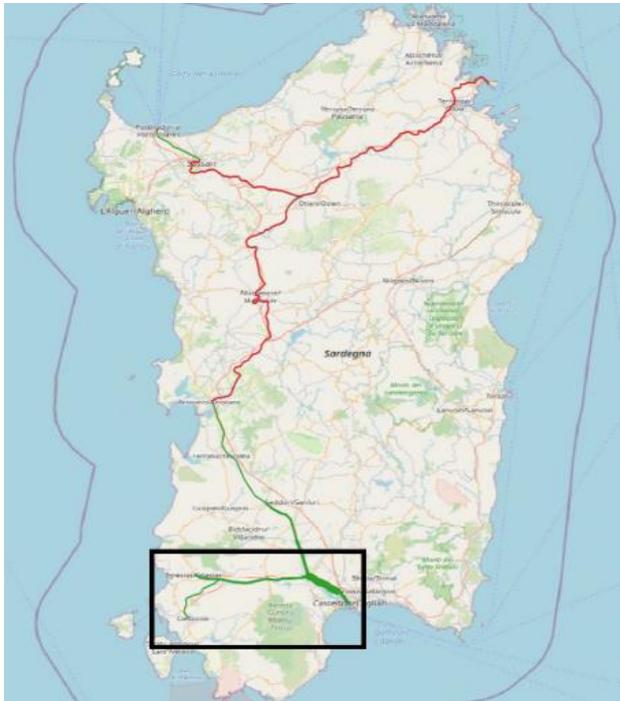
¹³ Un Comune (o un aggregato di Comuni confinanti) è considerato Polo (o Polo intercomunale) se è in grado di offrire simultaneamente i seguenti servizi: un’articolata offerta scolastica secondaria superiore; un ospedale sede di Dipartimento di Emergenza e Accettazione (DEA) almeno di I livello; una stazione ferroviaria di livello Platinum, Gold o Silver.

¹⁴ Intorno ai Poli/Poli Intercomunali sono stati identificati 4 tipi di fasce di aree denominate di cintura, intermedie, periferiche, ultra-periferiche, che sono state definite in base alla distanza dal centro di offerta di servizi (Polo comunale o Polo intercomunale) più prossimo. Per il calcolo delle distanze di ciascun Comune rispetto al proprio Polo/Polo intercomunale più prossimo è stato utilizzato il valore medio dei tempi di percorrenza stradale effettiva calcolati negli orari di punta dei giorni feriali individuando le seguenti soglie: fino a un massimo di 20 minuti di percorrenza per raggiungere il Polo più vicino per la fascia di cintura; oltre 20 e fino a 40 minuti per la fascia intermedia; oltre 40 e fino a 75 minuti per la fascia periferica; oltre 75 minuti per la fascia ultra-periferica.

¹⁵ Per il ciclo di programmazione coesione 2021-2027 si è proceduto a un aggiornamento della Mappa mantenendo fermi gli aspetti di metodo fondamentali della prima mappatura, ma considerando dati di base sulla presenza dei servizi aggiornati a fine 2019 e tecniche di calcolo delle distanze più evolute/precise.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

In un approfondimento sui flussi giornalieri estivi e invernali, nello Studio di Trasporto¹⁶ sono state osservate le dinamiche di mobilità del territorio legate agli spostamenti sistematici e occasionali, come quelli legati al turismo. Dalla figura, che mostra i flussi differenziali giornalieri (F inverno – F estate; verde positivo, rosso negativo), si evidenzia il confronto tra i flussi cumulati sugli archi dell'intera rete RFI di un giorno invernale ed estivo. Da qui si evince come in corrispondenza di Oristano ci sia una sorta di “spartiacque” per il quale a sud i flussi invernali sono marcatamente superiori a quelli estivi (si noti a proposito le tratte afferenti al capoluogo di Regione) mentre a nord i flussi estivi sono leggermente superiori a quelli invernali.



La linea ferroviaria oggetto del Progetto risulta utilizzata maggiormente in inverno, sottolineando quindi la natura legata ad un pendolarismo per lavoro o per studio, e flussi quotidiani interni alle dinamiche del territorio. In particolare, il ruolo del trasporto collettivo risulta marginale per motivi di lavoro ed “altro” (rispettivamente 5% e 2%) e prevalente per quello di “studio” (63%)¹⁷.

Tali flussi di pendolarismo lungo la linea emergono anche dall’analisi dei Sistemi Locali del Lavoro (SLL) che confermano gli spostamenti sistematici dai comuni di Decimomannu, Siliqua e Villaspeciosa verso Cagliari e dal Comune di Villamassargia verso Iglesias in quanto questi rappresentano i capoluoghi degli SLL.

COD_REG_SLL	COD_SLL_2011_2018	DEN_SLL_2011_2018	COMUNE	CAPOL_SLL_2011_2018
20	2016	CAGLIARI	Decimomannu	0
20	2016	CAGLIARI	Siliqua	0
20	2016	CAGLIARI	Villaspeciosa	0
20	2039	IGLESIAS	Villamassargia	0

Opportunità

L’indicatore di sostenibilità “Strategicità dell’infrastruttura” valuta la rilevanza che ha il progetto in termini di connettività dei territori interessati, garantita dal miglioramento delle prestazioni della linea.

Dal punto di vista della connettività interna, il progetto va a rafforzare un contesto con scarsa dotazione infrastrutturale, **riducendo i tempi di percorrenza alla luce della velocizzazione** garantita dal nuovo assetto infrastrutturale e **incrementando la capacità della linea** dettata dalla presenza del semplice binario¹⁸.

¹⁶ Per dettagli si rimanda al documento “Studio di Trasporto: Raddoppio Villamassargia-Decimomannu”. RFI. 2023

¹⁷ Per dettagli si rimanda al documento “Studio di Trasporto: Raddoppio Villamassargia-Decimomannu”. RFI. 2023

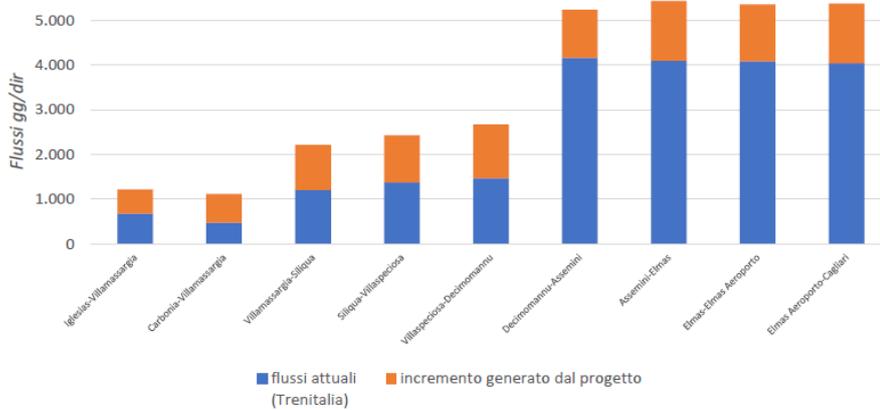
¹⁸ Per dettagli su quanto riportato in questo paragrafo si rimanda al documento “Studio di Trasporto: Raddoppio Villamassargia-Decimomannu”. RFI. 2023

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Come evidenziato nello Studio di Trasporto, 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 cadenzati¹⁹.

La frequenza da Villamassargia-Domusnovas verso Cagliari sarebbe quadruplicata (15’ vs 60’) rispetto allo scenario attuale. La linea ferroviaria Villamassargia-Decimomannu vedrebbe 64 coppie di treni regionali (veloci) al giorno, vale a dire 128 treni considerando entrambe le direzioni (fonte: PIR 2021).

La tratta interessata dall’intervento mostra un generalizzato **incremento dei flussi** distribuito su tutte le fermate della linea.



Complessivamente l’aumento della modalità ferroviaria si attesta su un valore del 79% con uno share modale del ferro sul totale che raggiunge un valore di circa il 4,7%. Gli **incrementi percentuali della modalità ferroviaria** sono stati “catturati” principalmente alla modalità Auto che perde complessivamente una quota pari al 1,6% (il Bus lo 0,47%). In particolare, per il motivo “studio” si registra una percentuale di incremento della modalità ferroviaria pari al 73%, passando dal 5,40% dello scenario di riferimento al 9,45% dello scenario di progetto.

Dal punto di vista territoriale, questi miglioramenti vanno a rafforzare il collegamento della Costa ovest e delle aree interne con il nodo di Cagliari, fondamentale per la **continuità territoriale con il paese definita dal Porto e dall’Aeroporto**, andando a mitigare anche i divari tra i poli, le aree di cintura e le aree intermedie.

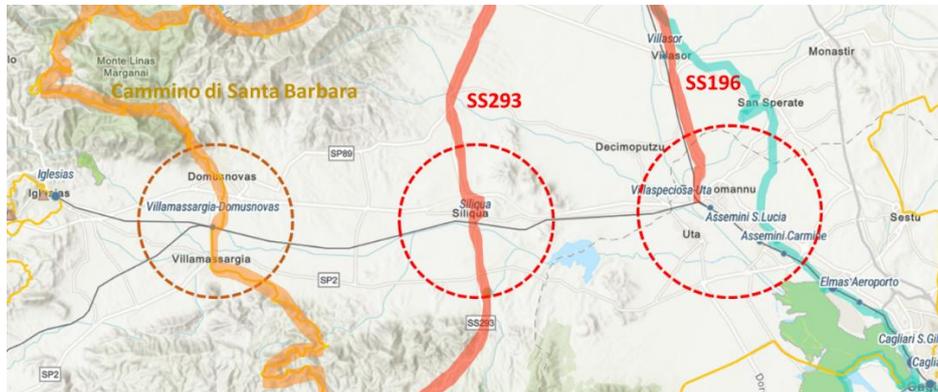


Per la stessa ragione, il progetto ha potenzialità in termini di effetti migliorativi anche sull’intermodalità nel nell’area metropolitana di Cagliari (collegamento Porto e Aeroporto) così come sull’accessibilità dei percorsi

¹⁹ Per informazioni dettagliate si rimanda all’Allegato D del vigente Accordo Quadro per i servizi di Trasporto Pubblico Locale, sottoscritto tra Rete Ferroviaria Italiana e Regione Sardegna nel marzo 2020.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

carrabili (SS293 che collega Siliqua alla E25 diretta ad Oristano e la SS196 che si collega alla precedente presso Samassi) e degli itinerari di collegamento nord/sud (Cammino di Santa Barbara).



3.1.2 Fruibilità turistica del territorio



Fruibilità e valorizzazione turistica del territorio

L'indicatore di sostenibilità "Fruibilità e valorizzazione turistica del territorio" valuta, alla luce dell'analisi di contesto del territorio e delle previsioni infrastrutturali, la rilevanza che ha il Progetto in termini di accessibilità al patrimonio e ai percorsi di valore storico e naturalistico, di aumento dei flussi turistici e di potenziale ricaduta economica sul territorio di tali dinamiche.

L'analisi condotta fa riferimento agli effetti del Global Project, di cui il Lotto 2 rappresenta un tassello fondamentale.

Analisi di contesto

Dalla prospettiva dell'analisi del patrimonio di valore storico-culturale e naturalistico presente nel territorio interessato dal Global Project, le infrastrutture rappresentano un potenziale in termini di miglioramento dell'accessibilità ai beni e ai numerosi itinerari di valore storico e naturalistico, con possibile incremento dei flussi turistici e conseguenti impatti sullo sviluppo economico e sociale, in linea con le specificità ambientali e le vocazioni culturali del territorio.

In particolare, la linea Decimomannu-Villamassargia rappresenta il filo rosso che collega due principali polarità storico-culturali e ambientali del territorio sud della Sardegna:

- **Il territorio storico di Cagliari** (Centro storico, Stagno, Saline):
- **Parco Geominerario storico-ambientale della Sardegna** dichiarato dall'Unesco nel 1998 Primo Parco Geominerario al mondo (comprensivo del SIC Monte Linas-Marganai e dell'Area protetta del Sulcis collegati dal Cammino minerario di Santa Barbara)

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2					
	RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
Relazione di Sostenibilità	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0P	02 R 27	RG	SO 0000 001	A	21 DI 81

Tra queste due polarità, sono presenti **alcune componenti del patrimonio storico minore lungo la linea (e in particolare in prossimità del lotto 2)**, in corrispondenza dei comuni attraversati di Decimomannu, Villaspeciosa, Musei, Villamassargia:

- **Castello di Acquafredda e Monte Arcosu, a Siliqua:** il castello medioevale di Acquafredda, legato alle attività militari e difensive della Sardegna, si trova in posizione elevata nei pressi del paese di Siliqua, un piccolo centro il cui territorio occupa parte del monte Arcosu, la maggiore riserva WWF in Italia, quasi quattromila ettari di foresta, con un cuore di lecci e sugheri, dove si aggirano cervo sardo e daino
- **Area Archeologica di San Cromazio, a Villaspeciosa:** si tratta di rovine tardo romane, scoperte agli inizi degli anni '70; il sito ha una valenza archeologica molto importante in quanto al suo interno è stato ritrovato il mosaico policromo più esteso della Sardegna, con una superficie di circa 160 Mq. Nelle vicinanze sono state rinvenute alcune tombe, sempre di età bizantina e si ipotizza la presenza di un villaggio romano nelle zone limitrofe. L'ipotesi più condivisa sostiene che queste rovine costituissero in età imperiale un mansio, ovvero una stazione di sosta e di ristoro lungo la strada romana che collegava Caralis e Sulci, ossia tra Cagliari e l'attuale Sant'Antioco.

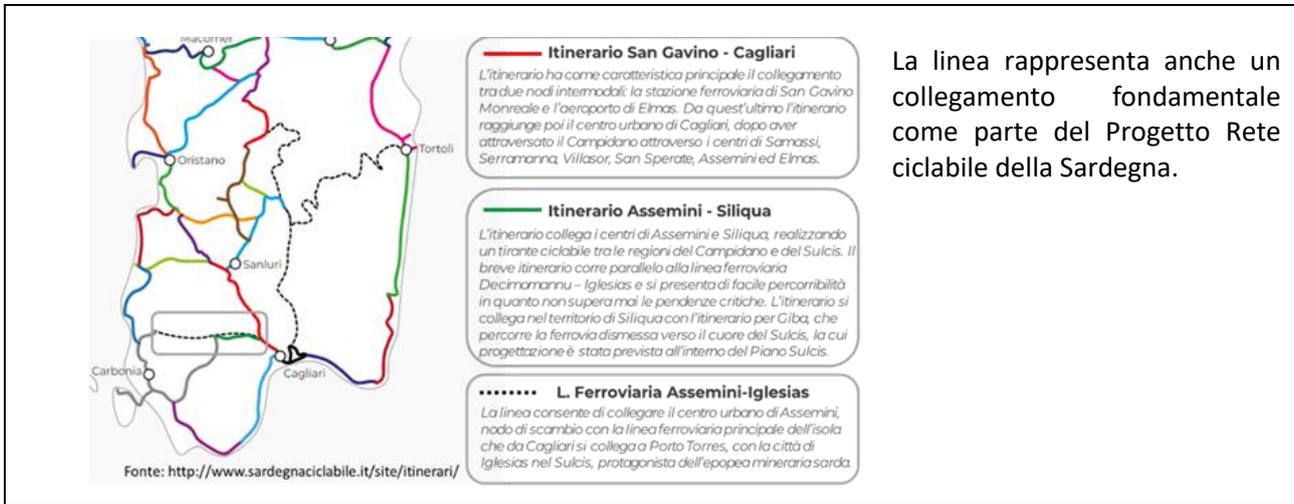
Inoltre, il Global Project rafforza l'accessibilità di **due itinerari turistici in direzione nord-sud**:

- **Il Cammino minerario di Santa Barbara** (patrona dei minatori) che attraversa Villamassargia: è costituito da 30 tappe, siti di archeologia classica e industriale di particolare interesse storico-documentario, che si sviluppano su 500 km nella regione del Sulcis-Iglesiente-Guspinese.
- **La Ciclovía Sarda** che collega lo Stagno di Cagliari al Nord Sardegna

FOCUS: Ciclovie turistiche nazionali e Rete ciclabile Regionale



La **Ciclovía Sarda** che collega lo Stagno di Cagliari al Nord Sardegna (Con Deliberazione n. 27/24 del 28.05.2020 la Giunta Regionale ha attuato le fasi di programmazione previste per la realizzazione della "Ciclovía della Sardegna", inserita all'interno del Sistema delle Ciclovie Turistiche Nazionali).



La linea rappresenta anche un collegamento fondamentale come parte del Progetto Rete ciclabile della Sardegna.

Le Province di Cagliari e del Sud Sardegna rappresentano anche delle tappe di interessanti **polarità e percorsi di tipo enogastronomico legati alla produzione locale**, supportata dalle attività del **GAL Sulcis**, di cui fanno parte i Comuni di Siliqua e di Villamassargia, le Pro Loco e alcune attività presenti nel territorio oggetto del Lotto 2, così come del Progetto di raddoppio.

FOCUS: GAL Sulcis

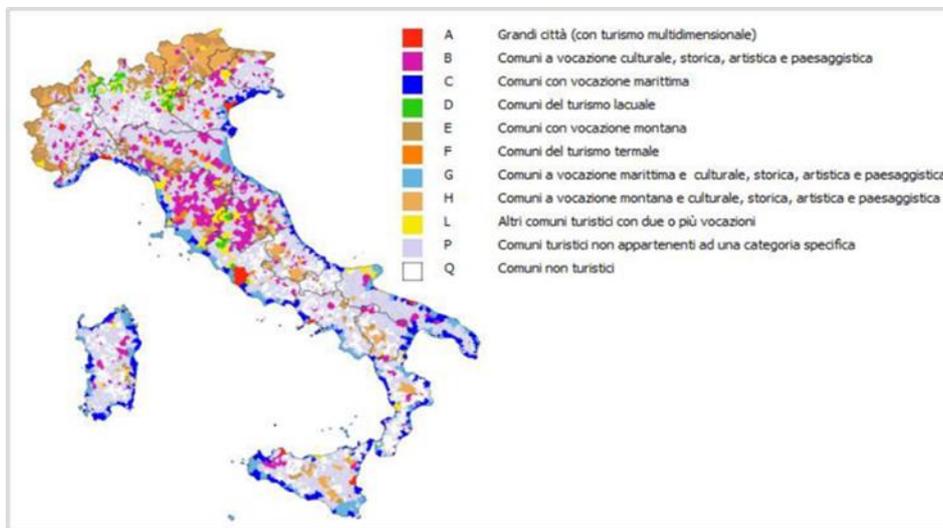
Come definito nel Piano di Azione del GAL Sulcis, tra i punti di forza di questo territorio sono note **“le sue eccellenze agroalimentari e la diversificazione e varietà dei prodotti enogastronomici** quali il pane tradizionale, l’olio d’oliva, il vino Carignano, il carciofo, i salumi, i formaggi caprini e pecorini a latte crudo e la lavorazione del tonno pinna rossa. Alcune eccellenze del territorio, inoltre, sono ormai accreditate e conosciute anche altrove, grazie a manifestazioni quali Pane e Olio in frantoio e itinerari di scoperta quali la Strada del vino Carignano del Sulcis, anch’esse viste come punti di forza da valorizzare in futuro. Nel territorio vi è inoltre una rigogliosa flora mediterranea, dove è possibile trovare piante come il lentischio, dal quale si ricava un olio utilizzato nel settore cosmetico ed erboristico. Le specificità dei prodotti agroalimentari implica la presenza di aziende molto diversificate nell’area (dove è in crescita anche la produzione elicicola), alcune delle quali esportano i propri prodotti anche oltre il territorio regionale e nazionale”.

Il Piano di Azione evidenzia anche la crescita della multifunzionalità aziendale e l’apertura verso nuove attività collaterali e complementari a quelle prettamente agricole, come gli interventi rivolti agli alunni in età scolare e quelli di agricoltura sociale, nonché il valore delle azioni di rete sperimentate negli ultimi anni anche grazie alla partecipazione di alcune aziende a queste tipologie di progetti innovativi. Le aziende in generale ad oggi attive nel territorio, seppur di dimensioni e fatturato ridotti, sono percepite come **“microimprese di qualità”**, anche grazie alla scelta di molti giovani - talvolta con esperienze pregresse in altri settori economici - di ritornare al lavoro agricolo con un bagaglio di idee innovative e una maggiore capacità di adattamento verso i cambiamenti sociali e del mercato. Queste caratteristiche, correlate ad una maggiore capacità progettuale e di inserimento verso i nuovi mercati, contribuiscono ad identificare l’imprenditorialità giovanile nel settore agricolo come un punto di forza particolarmente rilevante, ma ancora da sviluppare. Infine, sono tutt’oggi vive nel Sulcis Iglesiente, tradizioni e antichi mestieri tra i quali,

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

ad esempio, **l'artigianato tessile**. In generale la produzione manifatturiera può essere definita un settore d'eccellenza che necessita di un rilancio e ancora si tramanda di generazione in generazione la ricchezza delle tradizioni e il "saper fare".

Nella figura sottostante è illustrata la classificazione Istat dei comuni italiani per **categoria turistica prevalente**, cioè la vocazione turistica del comune individuata sulla base di criteri geografici e antropici (grandi città, vicinanza al mare, altitudine, ecc.) e requisiti minimi di turisticità (presenze turistiche in termini assoluti o relativi). Da tale classificazione si evince che Cagliari appartiene ai Comuni a vocazione marittima e con vocazione culturale, storica, artistica e paesaggistica, mentre gli altri comuni interessati dal Progetto appartengono ai Comuni turistici non appartenenti ad una categoria specifica.



Pertanto, Cagliari registra dei valori molto alti per quanto riguarda la domanda (P5) e l'offerta (D5) turistica e dei valori alti relativi all'indice di attività economiche legate al turismo (T4).

Gli altri comuni interessati dal Progetto registrano dei valori di domanda turistica molto bassi (Villamassargia), bassi (Decimomannu e Siliqua), medi (Villaspeciosa e Iglesias) e alti (Carbonia), risultando ad ogni modo più alti dell'offerta turistica, ad eccezione di Villamassargia, dove l'offerta è più alta della domanda, e Iglesias, dove l'offerta incontra la domanda. Questi risultati dimostrano che nei comuni interessati dal Progetto, ad eccezione di Villamassargia e Iglesias, si genera una domanda latente di turismo.

Inoltre, per quanto riguarda l'indice di attività economiche legate al turismo, tutti i Comuni presentano dei valori alti (T4), ad eccezione di Villaspeciosa e Villamassargia che registrano dei valori rispettivamente bassi e molto bassi.



Sintesi delle polarità e del patrimonio storico ambientale diffuso

Il turismo rappresenta quindi uno dei settori maggiormente in espansione dell'economia regionale della Sardegna, che negli ultimi anni ha registrato una notevole crescita (quasi 9 milioni di presenze nel 2021).

Nelle tabelle estratte dal SIREDD²⁰ è rappresentato il trend positivo registrato nel 2020 e 2021 in termini di arrivi e presenze nelle province di Cagliari e Sud Sardegna appartenenti all'area di analisi.

DATI RILEVATI

"Disaggregazione per macro-tipologia" 2021 - Provincia del Sud Sardegna									
Provenienza	Totali			Italiani			Stranieri		
	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza
Alberghiero	238.084	1.210.772	5,09	186.235	954.651	5,13	51.849	256.121	4,94
Extra-Alberghiero (Esercizi Complementari)	105.178	510.767	4,86	60.416	307.226	5,09	44.762	203.541	4,55
Extra-Alberghiero (Alloggi privati in affitto)	51.542	276.892	5,37	35.270	189.773	5,38	16.272	87.119	5,35
Totale complessivo	394.804	1.998.431	5,06	281.921	1.451.650	5,15	112.883	546.781	4,84

"Disaggregazione per macro-tipologia" 2020 - Provincia del Sud Sardegna									
Provenienza	Totali			Italiani			Stranieri		
	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza
Alberghiero	147.408	700.116	4,75	125.897	594.375	4,72	21.511	105.741	4,92
Extra-Alberghiero (Esercizi Complementari)	76.046	377.734	4,97	52.820	264.764	5,01	23.226	112.970	4,86
Extra-Alberghiero (Alloggi privati in affitto)	32.719	186.976	5,71	25.117	141.773	5,64	7.602	45.203	5,95
Totale complessivo	256.173	1.264.826	4,94	203.834	1.000.912	4,91	52.339	263.914	5,04

"Variazione disaggregata per macro-tipologia" 2021 su 2020 - Provincia del Sud Sardegna									
Provenienza	Totali			Italiani			Stranieri		
	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza
Alberghiero	61,51%	72,94%	1,19	47,93%	60,61%	1,26	141,03%	142,22%	1,01
Extra-Alberghiero (Esercizi Complementari)	38,31%	35,22%	0,92	14,38%	16,04%	1,12	92,72%	80,17%	0,86
Extra-Alberghiero (Alloggi privati in affitto)	57,53%	48,09%	0,84	40,42%	33,86%	0,84	114,05%	92,73%	0,81
Totale complessivo	54,12%	58,00%	1,07	38,31%	45,03%	1,18	115,68%	107,18%	0,93

²⁰ Il SIREDD è un sistema informativo di raccolta ed elaborazione dati fornito dalla Regione Sardegna alle Province ed alle strutture ricettive per adempiere all'obbligo statistico verso l'ISTAT.

DATI RILEVATI

"Disaggregazione per macro-tipologia" 2021 - Città Metropolitana di Cagliari									
Provenienza	Totali			Italiani			Stranieri		
	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza
Alberghiero	228.833	689.979	3,02	168.423	478.375	2,84	60.410	211.604	3,50
Extra-Alberghiero (Esercizi Complementari)	70.907	182.216	2,57	44.200	113.877	2,58	26.707	68.339	2,56
Extra-Alberghiero (Alloggi privati in affitto)	57.929	253.855	4,38	31.097	130.540	4,20	26.832	123.315	4,60
Totale complessivo	357.669	1.126.050	3,15	243.720	722.792	2,97	113.949	403.258	3,54

"Disaggregazione per macro-tipologia" 2020 - Città Metropolitana di Cagliari									
Provenienza	Totali			Italiani			Stranieri		
	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza
Alberghiero	138.496	415.046	3,00	110.321	317.793	2,88	28.175	97.253	3,45
Extra-Alberghiero (Esercizi Complementari)	38.619	127.597	3,30	27.355	95.751	3,50	11.264	31.846	2,83
Extra-Alberghiero (Alloggi privati in affitto)	25.796	118.141	4,58	16.317	71.748	4,40	9.479	46.393	4,89
Totale complessivo	202.911	660.784	3,26	153.993	485.292	3,15	48.918	175.492	3,99

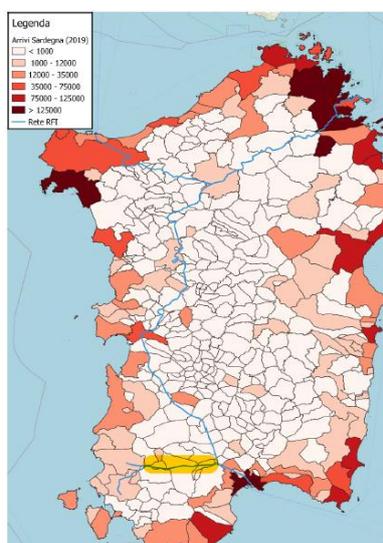
"Variazione disaggregata per macro-tipologia" 2021 su 2020 - Città Metropolitana di Cagliari									
Provenienza	Totali			Italiani			Stranieri		
	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza	Arrivi	Presenze	Permanenza
Alberghiero	65,23%	66,24%	1,02	52,67%	50,53%	0,96	114,41%	117,58%	1,03
Extra-Alberghiero (Esercizi Complementari)	83,61%	42,81%	0,51	61,58%	18,93%	0,31	137,10%	114,59%	0,84
Extra-Alberghiero (Alloggi privati in affitto)	124,57%	114,87%	0,92	90,58%	81,94%	0,90	183,07%	165,81%	0,91
Totale complessivo	76,27%	70,41%	0,92	58,27%	48,94%	0,84	132,94%	129,79%	0,98

Arrivi, presenze e permanenze nelle province di Cagliari e di Sud Sardegna. Fonte: SIREL 2021.

I numeri riportati nella tabella riassuntiva di seguito sono stati ottenuti aggregando gli arrivi in tutti i tipi di strutture di ricezione collettive e dimostrano un sostanziale equilibrio tra la Provincia di Cagliari e quella del Sud Sardegna (Fonte: Studio di Trasporto, RFI, 2023).

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	-

La figura dimostra invece gli evidenti squilibri in termini di turismo tra i comuni di costa e le aree interne.



	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

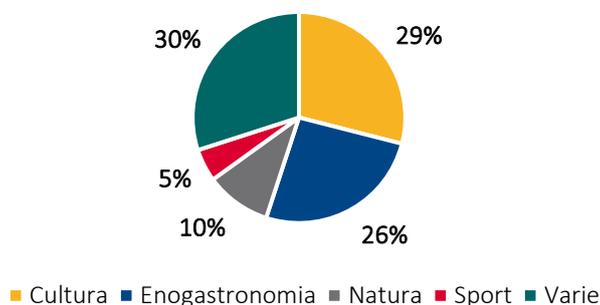
Opportunità

La presenza di importanti presenze storico-archeologiche e naturalistiche dell'area e la presenza di numerosi sentieri ciclabili e luoghi di interesse enogastronomico, fa di questo territorio una meta per un turismo variegato.

Il Progetto, combinato con gli interventi previsti lungo l'intera linea Villamassargia-Decimomannu, che ridefinisce le connessioni tra Cagliari e l'entroterra sardo, consentirà di aumentare l'attrattività e la fruibilità del territorio, nonché di rafforzare l'economia turistica locale, in termini di variazione delle presenze turistiche e della spesa aggiuntiva, supportando le potenzialità e le vocazioni dei territori attraversati.

Al fine di quantificare la potenziale variazione del valore turistico del territorio sono stati implementati i seguenti step metodologici:

- Identificazione della quota della domanda di trasporto indotta²¹ dal progetto di raddoppio della linea Villamassargia-Decimomannu per motivi di turismo sulla linea Cagliari-Iglesias, che, come emerge dalle analisi dello Studio di trasporto, è pari al 20%.
- Ripartizione della domanda indotta per motivazione del viaggio secondo le percentuali fornite da Isnart (2017) e riportate nella figura sottostante:



- Monetizzazione del valore aggiunto del turismo a seguito della variazione del numero di presenze turistiche.

Per calcolare il valore aggiunto del turismo nell'area interessata dal progetto di raddoppio dell'intera linea ferroviaria Villamassargia-Decimomannu è stata moltiplicata la domanda di trasporto per turismo, come ripartita ai punti precedenti, per la spesa media per turista, al netto del costo di viaggio, distinta per motivazione come riportata di seguito:

Motivazione del viaggio	Spesa media giornaliera per turista
Cultura	183 €
Enogastronomia	137 €

²¹ La domanda di trasporto indotta rappresenta i flussi giornalieri differenziali fra lo scenario di progetto e quello di riferimento. Per dettagli su quanto riportato in questo paragrafo si rimanda al documento "Studio di Trasporto: Raddoppio Villamassargia-Decimomannu". RFI. 2023

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Natura	102 €
Sport	153 €
Varie	144 €

Fonte: Isnart, Unioncamere, 2019

Da questa analisi è emerso che la realizzazione del Progetto, combinato con gli interventi previsti lungo l'intera linea Villamassargia-Decimomannu, sarà in grado di attrarre “nuovi” viaggiatori. In particolar modo, all'anno 2030²², il territorio potrà beneficiare di:

604 presenze
turistiche
addizionali/giorno

90.410 €/giorno
di spesa dei turisti
addizionali

Il turismo è un settore che evolve con la società e le sue esigenze, sviluppando nuove frontiere in risposta al bisogno di nuove esperienze: aumenta la preferenza per i viaggi che consentono di conoscere e assorbire la cultura dei luoghi visitati, di fare esperienze significative, di vivere situazioni che mettono al centro della vacanza la natura e la sostenibilità ambientale.

La classificazione, fornita da Isnart, sulle motivazioni della vacanza in Italia, consente di quantificare le presenze turistiche addizionali, generate dal raddoppio della linea Villamassargia-Decimomannu, in funzione del motivo di viaggio, nonché la spesa, in euro, ad esse connesse. Di seguito si riportano i risultati dell'analisi.

Il **turismo culturale** rappresenta una delle principali motivazioni di viaggio ed una delle più importanti tipologie di turismo, soprattutto per le ripercussioni socioeconomiche generate dalle interazioni con gli altri prodotti offerti dalle destinazioni, dalla natura all'enogastronomia, dallo shopping allo sport. La linea costituisce anche una occasione importante per mettere in rete le potenzialità turistiche delle Province di Cagliari e del Sud Sardegna, veicolando anche nelle aree interne i turisti richiamati dalle attività culturali in arrivo all'aeroporto di Cagliari.

Turismo culturale

175 arrivi
addizionali/giorno al 2030

32.025 €/giorno
di spese addizionali
al 2030 per turismo
culturale

²² Orizzonte temporale del raddoppio della linea ferroviaria Villamassargia-Decimomannu.

 ITAFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Il **turismo enogastronomico**, richiamato dalle numerose attività, supportate dal GAL Sulcis, può essere associato a molti altri prodotti turistici (natura, sport, cultura ecc.), contribuendo ad arricchire l’offerta turistica e la notorietà del territorio interessato dal Progetto. In questo senso, la linea ferroviaria può essere un volano importante per Siliqua e Villamassargia, che fanno parte del GAL tramite aziende e gli stessi Enti Comunali.



Nel 2019, il **turismo naturalistico** ha rappresentato il 32% della motivazione principale di viaggio in Italia. Questo costituisce una tipologia di turismo in continua crescita, grazie ai viaggiatori che scelgono luoghi a stretto contatto con la natura, sviluppando una maggiore sensibilità al turismo green ed eco-friendly. Nel territorio si trovano importanti risorse naturali e paesaggistiche (come, ad esempio, S’Ortu Mannu a Villamassargia), numerosi ecosistemi di pregio e parchi naturalistici (numerose Aree SIC e ZPS con piani di gestione regolarmente approvati dalla Regione Sardegna). Questa ricchezza ambientale si unisce ad una ancora ridotta antropizzazione che ha permesso ad una buona parte del territorio di mantenere una natura incontaminata.



Il **turismo sportivo** ha il potenziale per ricoprire un importante segmento di mercato unendo fenomeni ad elevato potenziale sociale, quali il turismo e lo sport. La presenza di un sistema ciclabile esistente e previsto garantisce l’allineamento con i trend nazionali di cicloturismo in crescita nel contesto nazionale e internazionale.



 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Il **turismo generico** è una categoria di turismo che include varie motivazioni di viaggio dei turisti del territorio italiano, quali ad esempio lo shopping, visita ad amici e parenti o facilità di raggiungimento di un luogo. La presenza di



Dall’analisi emerge che la presenza di poli turistici lungo la tratta, che, se messi a sistema tramite un’infrastruttura efficiente e sostenibile, può offrire una grande occasione di rilancio del territorio.

Il miglioramento del servizio ferroviario contribuirà ad **aumentare l’attrattività dei territori e a dare uno slancio all’economia turistica locale**, grazie alla combinazione con le vocazioni e le potenzialità attrattive del settore turistico dei territori interessati dall’infrastruttura. In particolare, i poli attrattori turistici connessi dalla tratta beneficeranno di un incremento di accessibilità dei luoghi attraverso modalità di trasporto maggiormente efficienti e sostenibili.

3.1.3 Qualità della vita



Qualità della vita

L’indicatore di sostenibilità “Qualità della vita” valuta i benefici del progetto sulla qualità della vita delle comunità nel territorio di riferimento, in particolare per quanto riguarda l’incremento della sicurezza relativa alla soppressione dei passaggi a livello, il risparmio di tempo negli spostamenti lungo la linea, il miglioramento dell’accessibilità ai servizi di base inerenti alla mobilità, all’istruzione e alla sanità, e i vantaggi ambientali derivanti dalla domanda sottratta al trasporto privato su gomma shiftata al trasporto collettivo su ferro - come rilevabili dal confronto tra lo Scenario di Progetto e lo Scenario di Riferimento - a seguito del miglioramento del servizio di trasporto ferroviario.

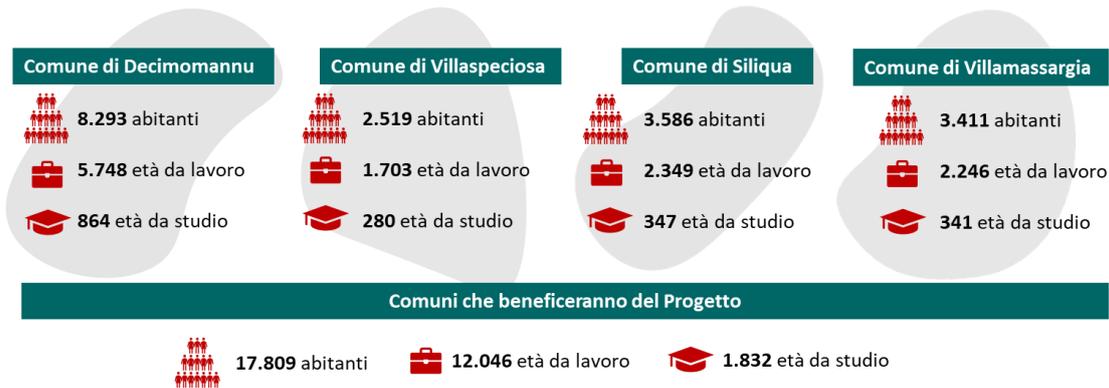
L’analisi condotta fa riferimento agli effetti del Global Project, di cui il Lotto 2 rappresenta un tassello fondamentale.

Analisi di contesto

Il consistente livello di urbanizzazione del capoluogo sardo e della sua primissima cintura è espresso da una buona densità abitativa, superiore alla media nazionale, per una popolazione complessiva di 430.798 abitanti, distribuita in modo eterogeneo nell’arco metropolitano tra i due estremi di Monserrato e Pula. Tra i dati demografici più interessanti da rilevare rientrano il **crescente invecchiamento della popolazione dell’area**,

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

la forte incidenza delle famiglie unipersonali, la scarsa natalità e una popolazione straniera ridotta rispetto alla media nazionale²³.



Dati Istat 2022: Età da lavoro 16-66 anni; età da studio 16-26 anni

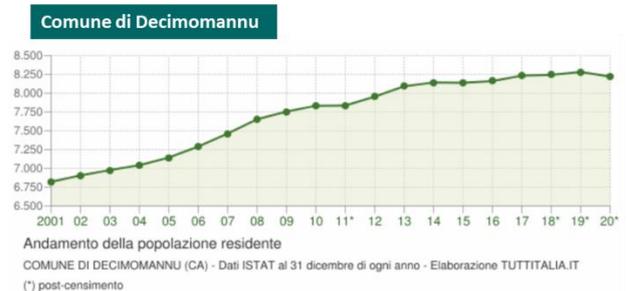
Popolazione in età da lavoro e da studio nei Comuni del Global Project

Tra i dati socioeconomici da considerare vi sono quelli che riguardano l'investimento in capitale umano in un territorio caratterizzato da un deciso invecchiamento della popolazione. La Città Metropolitana di Cagliari registra, da un lato, percentuali elevate di persone senza titolo di studio o con la sola licenza elementare, dall'altro lato una percentuale di laureati superiore sia alla media regionale, sia alla media nazionale. Particolarmente importanti sono i dati sull'erosione della popolazione studentesca, rispetto al passato, e i dati sugli **abbandoni scolastici e la povertà educativa**, più alti rispetto alla media italiana.

Inoltre, la partecipazione al **mercato del lavoro** nella Città Metropolitana è caratterizzata da un tasso di occupazione più basso della media nazionale ma superiore alla media regionale e a quella del Sud Italia e un tasso di disoccupazione giovanile molto più alto rispetto alla media italiana.

Dall'altra parte, il territorio della provincia del Sud Sardegna, ed in particolare l'igliesiente, presenta dinamiche socioeconomiche differenti. Infatti, dallo studio della variazione della popolazione, risulta evidente come i territori che più si allontanano dal polo di Cagliari stanno subendo un forte abbandono da parte della popolazione negli ultimi anni, con un conseguente indebolimento del tessuto socioeconomico.

²³ Piano strategico metropolitano di Cagliari, Documento strategico (luglio 2021). Disponibile in: https://www.cittametropolitanacagliari.it/portale/page/it/piano_strategico_metropolitano_documento_strategico_definitivo_e_i_suoi_allegati?contentId=DOC10411



Variazione della popolazione 2001-2020 nei Comuni del Global Project

Passando ad esaminare le condizioni economiche della Sardegna è possibile evidenziare, attraverso i dati Eurostat, come il PIL pro-capite regionale, che nel 2009 risultava pari all'80% della media comunitaria, si attesta sul valore del 69% della media comunitaria nel 2017, portando la regione ad occupare la 221esima posizione rispetto alle 315 regioni dell'UE a 28 Paesi. Questo arretramento dell'indice di potere di acquisto regionale ha determinato – per il prossimo ciclo di programmazione della politica di coesione comunitaria (2021-2027) – l'uscita della Sardegna dalla classe delle “regioni in transizione” e la sua collocazione tra le “regioni meno sviluppate”.²⁴

La regione presenta comunque delle differenze interne anche rispetto al territorio interessato dal Progetto: nel 2019, il PIL della Provincia di Cagliari risulta il più alto (29.500 euro) mentre quello della Provincia del Sud Sardegna il più basso (16.000 euro).

L'esame del “Conto delle risorse e degli impieghi” offre una fotografia dell'andamento delle transazioni effettuate dai soggetti economici che operano sia all'interno sia all'esterno della regione. Gli investimenti fissi lordi risultano in diminuzione tra il 2009 e il 2016 (-41%) sia per la **minore propensione all'investimento privato** sia per la **carenza di domanda interna** sia, infine, per una **riduzione degli investimenti pubblici** collegata ad un periodo di finanza pubblica restrittiva²⁵.

Inoltre, l'analisi della struttura produttiva regionale mostra, attraverso i dati di Infocamere, che nel 2018 le imprese attive in Sardegna erano 143.299, con una variazione positiva dello 0,2% rispetto all'anno precedente. Il numero di imprese attive rispetto agli abitanti si attesta per la regione in esame al 87,1‰. In tale ambito, la Sardegna mostra un livello di **densità imprenditoriale** maggiore sia rispetto al Centro Nord (86,8‰) sia rispetto al Mezzogiorno (82,3‰).

²⁴ Programma Regionale di Sviluppo 2020-2024. Disponibile in: <https://delibere.regione.sardegna.it/protected/49939/0/def/ref/DBR49890/>

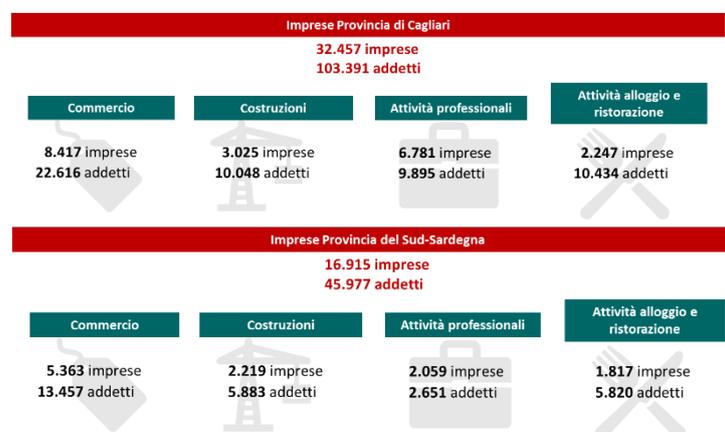
²⁵ ISTAT Conto economico delle risorse e degli impieghi e contributi alla crescita del PIL. Disponibile in: http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCCN_SQCC

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

La scomposizione della presenza imprenditoriale per comparto di attività mostra una quota di imprese attive operanti in **campo agricolo** del 24%, lievemente superiore a quella del Mezzogiorno (20%) e fortemente più significativa rispetto sia al centro nord (11,6%) sia all'Italia (14,4%); il settore dell'**industria** ha invece un'incidenza sulla compagine imprenditoriale minore in Sardegna (7,5%) rispetto al resto del territorio italiano (8,2% nel Mezzogiorno e 9,9% per l'Italia). Infine, le imprese attive nel settore **turistico** degli alloggi e della ristorazione pesano sul totale, in misura maggiore in Sardegna (8,8%) rispetto al complesso del Paese (7,6%) e alle regioni del Sud (7,4%). Con riferimento alla formazione del prodotto lordo regionale, nel periodo considerato si evidenzia una riduzione dell'apporto del settore **industriale** il cui peso passa dal 19% al 13% in relazione alla notevole diminuzione del settore delle **costruzioni**. Parallelamente, si registra un incremento nelle **attività terziarie** (alle quali partecipa anche il settore della PA) il cui contributo passa dal 76% all'82%. Significativa, appare infine, la flessione del settore **manifatturiero** che passa dal 6% al 5% e del settore **energetico** dal 5% al 3%.²⁶

In particolare, sul fronte produttivo, il territorio metropolitano di Cagliari presenta ampi margini di miglioramento: con un tasso di imprenditorialità pari a 9,1 imprese attive per 100 abitanti, la Città Metropolitana si colloca al di sotto di tutte le città del Centro-Nord tranne Roma, sebbene in posizione migliore rispetto alle città metropolitane del Mezzogiorno. Il peso principale è attribuito alle aziende del terziario, in particolare **costruzioni, commercio e ricettivo**, a fronte di una ridotta concentrazione di imprese industriali nel settore della manifattura e costruzioni. Agricoltura e pesca hanno comunque un peso importante per alcuni Comuni dell'area. L'area è inoltre caratterizzata da **imprese di piccole dimensioni** e un fatturato più basso rispetto alle altre città metropolitane e da una situazione legata all'innovazione che da un lato registra una **discreta presenza di imprese innovative** (startup e incubatori) in rapporto alla popolazione residente, dall'altro risultano del tutto trascurabili i dati relativi alle richieste di brevetto presentate.

Per quanto riguarda il Sud Sardegna, il settore delle imprese è caratterizzato per la presenza di piccole imprese che si concentrano soprattutto nei settori del commercio, delle costruzioni e dei servizi collegati al turismo (alloggi e ristorazione).



Principali imprese nella Provincia di Cagliari e del Sud Sardegna. Fonte: Istat, 2020

²⁶ Programma Regionale di Sviluppo 2020-2024. Disponibile in: <https://delibere.regione.sardegna.it/protected/49939/0/def/ref/DBR49890/>

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Tenendo in considerazione il contesto descritto dall'analisi, approfondiremo di seguito, tramite specifici indicatori di sostenibilità, le opportunità generate dalla realizzazione del Global Project sulla qualità della vita delle comunità nel territorio di riferimento:

Incremento della sicurezza

L'indicatore valuta i benefici apportati dalla soppressione dei passaggi a livello in termini di sicurezza e di risparmio di tempo²⁷.

La presenza di passaggi a livello sul territorio contribuisce significativamente ad una serie di esternalità negative, in particolare per quanto riguarda:

- l'aumento delle code dovuto al tempo di attesa per l'attraversamento, che genera maggiore inquinamento e discontinuità dei territori;
- gli incidenti dovuti all'interazione strada-ferrovia, riducendo la sicurezza;
- la riduzione della capacità operativa della linea ferroviaria a causa di una minore velocità commerciale, oltre che essere potenziale causa di ritardi.

Focus: Benefici dalla soppressione dei passaggi a livello in Italia in termini di sicurezza

In Italia si contano 4.250 passaggi a livello al 2020, numero in costante diminuzione se si considerano i circa 5.700 esistenti all'anno 2010, dimezzati rispetto al 2000 (7.700) e un terzo dei più di 12.000 passaggi a livello presenti negli anni '90. Negli ultimi dieci anni, la diminuzione annuale media è stata di circa -145 passaggi a livello in meno ogni anno sulla rete ferroviaria esistente.

Le nuove infrastrutture ferroviarie, infatti, sono realizzate senza prevedere lungo il tracciato passaggi a livello. Quelli presenti sulla rete esistente rappresentano un'eredità delle linee storiche e possono essere causa di ritardati in caso di guasti.

Il programma di soppressione dei passaggi a livello su tutto il territorio nazionale e la realizzazione delle nuove linee ferroviarie prive di interferenze con la rete stradale, testimoniano l'impegno di Rete Ferroviaria Italiana e del Gruppo FS Italiane di rendere più sicura la circolazione ferroviaria e stradale.

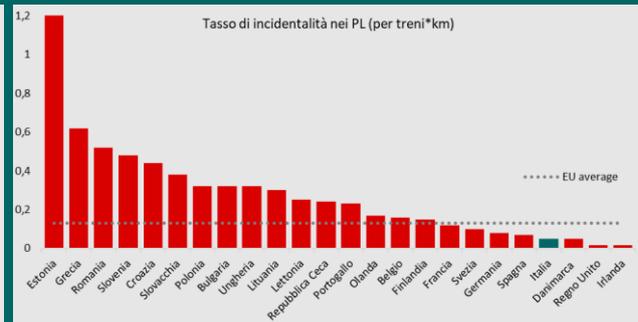
Difatti, in linea con la soppressione dei passaggi a livello, nel medio-lungo periodo (dal 2015 al 2020) è stata registrata una riduzione degli incidenti connessi alla presenza di passaggi a livello pari a circa -150% (14 gli incidenti registrati nel 2020 a differenza dei 35 episodi del 2015).

²⁷ Per dettagli si rimanda al documento "Analisi Costi-Benefici. Raddoppio linea Decimomannu-Villamassargia ed Elettificazione del bacino del Sulcis", RFI. 2023

Nelle figure di seguito è evidenziato come l'Italia sia caratterizzata da ridotti tassi di incidentalità connessi ai passaggi a livello - intesi come rapporto del numero di incidenti rispetto all'estensione della rete ed al volume del traffico ferroviario - rispetto i paesi dell'UE.



Tasso di incidentalità nei PL per migliaia di km di rete nel periodo 2013-2017. Fonte: EUROSTAT 2019



Tasso di incidentalità nei PL per milioni di treni*km nel periodo 2013-2017. Fonte: EUROSTAT 2019

In tal senso, la realizzazione del Global Project prevede la soppressione di 9 passaggi a livello presenti lungo la linea, di cui 1 passaggio a livello ricade nel perimetro degli interventi del Lotto 2; per cui è previsto la soppressione e al contempo la realizzazione di una nuova viabilità, un cavalcaferrovia che scavalca la nuova ferrovia, al fine di ricucire la maglia viaria esistente, garantire un attraversamento sicuro e diminuire il disagio dovuto ai tempi di chiusura dei passaggi a livello.



Relativamente alla sicurezza, i passaggi a livello sono un pericolo sia in termini di rischio di incidenti, rappresentando un punto di intersezione “a raso” fra la strada e la rete ferroviaria, sia in termini di tutela delle categorie deboli e dei fruitori della micro-mobilità, che si trovano a dover attraversare i binari.

Inoltre, l'attuale presenza di passaggi a livello genera un disagio indotto dal tempo di chiusura delle barriere per il transito dei convogli e dalla conseguente congestione stradale.

La soppressione dei 9 passaggi a livello previsti dal Global Project genererà complessivamente un risparmio di tempo annuale per gli utenti della strada stimato in



Infine, è evidente che in seguito al raddoppio e all'incremento dell'offerta ferroviaria (numeri di treni giornalieri), la presenza dei passaggi a livello genererebbe un incremento dei tempi di chiusura dovuti da una più frequente circolazione dei treni.

L'eliminazione dei passaggi a livello comporta, quindi, non solo un intervento di messa in sicurezza e di ricucitura della viabilità, ma rappresenta un miglioramento del benessere per i territori interessati.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Risparmio di tempo

L'indicatore valuta i benefici apportati dalla realizzazione del Global Project in termini di risparmio di tempo²⁸.

La realizzazione degli interventi inclusi nell'ambito del Global Project comporterà dei benefici in termini di risparmio di tempo (considerando non solo i tempi di viaggio ma anche i tempi di attesa e di accesso) sulle medie-lunghe distanze, sia per i passeggeri conservati (quelli che già usufruiscono del servizio ferroviario) che per i passeggeri acquisiti (quelli che shifteranno dal trasporto privato su gomma al trasporto su ferro come conseguenza del miglioramento del servizio ferroviario). Il risparmio di tempo per quest'ultima componente è stato calcolato rispetto alla modalità di trasporto su gomma utilizzata in precedenza.

Pertanto, il risparmio complessivo di tempo per i passeggeri del servizio ferroviari dal 2030 in poi, definito in ore annue, è:



Tale risparmio di tempo migliora sensibilmente l'esperienza di viaggio su ferro dei passeggeri, in particolare quelli sistematici in quanto, secondo lo Studio di Trasporto²⁹, il motivo di spostamento principale è il pendolarismo.

Il beneficio generato dal risparmio di tempo è finalizzato a definire un nuovo modello di trasporto efficiente, sostenibile e maggiormente accessibile per le comunità residenti nei territori interessati dalla linea ferroviaria, che potranno **continuare ad abitare in questi contesti territoriali approfittando al contempo delle opportunità offerte da Cagliari o dagli altri poli presenti sulla linea** in termini di lavoro, istruzione, servizi di eccellenza e a tutta la gamma di attrezzature e servizi propri di una grande città (come vedremo nell'indicatore successivo).

In tal senso, la sensibile riduzione dei tempi di percorrenza e l'aumento dell'offerta dei servizi ferroviari rappresentano **un'opportunità concreta per migliorare la qualità degli spostamenti sistematici collettivi e conseguentemente contrastare i fenomeni di emigrazione giovanile e depauperamento demografico, restituendo una nuova vita ai territori maggiormente colpiti da tali fenomeni e attenuando gli attuali squilibri territoriali.**

²⁸ Per dettagli si rimanda al documento "Analisi Costi-Benefici. Raddoppio linea Decimomannu-Villamassargia ed Elettificazione del bacino del Sulcis", RFI. 2023

²⁹ Per dettagli si rimanda al documento "Studio di Trasporto: Raddoppio Villamassargia-Decimomannu". RFI. 2023

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Miglioramento dell'accessibilità ai servizi di base

L'indicatore valuta i benefici apportati dal Global Project nel contesto di riferimento sulla facilità, per i cittadini, di fruire dei servizi di base diffusi sul territorio.

L'inquadramento demografico e socioeconomico del territorio interessato ci racconta di un'area poco competitiva, anche se in miglioramento.

In particolare, con l'aggiornamento del 2020 della Mappa delle Aree Interne per il ciclo di programmazione 2021-2027 della politica di coesione è mutata la classificazione di Villaspeciosa e Siliqua, diventate entrambi aree di Cintura³⁰, mentre è rimasta invariata la classificazione degli altri comuni.

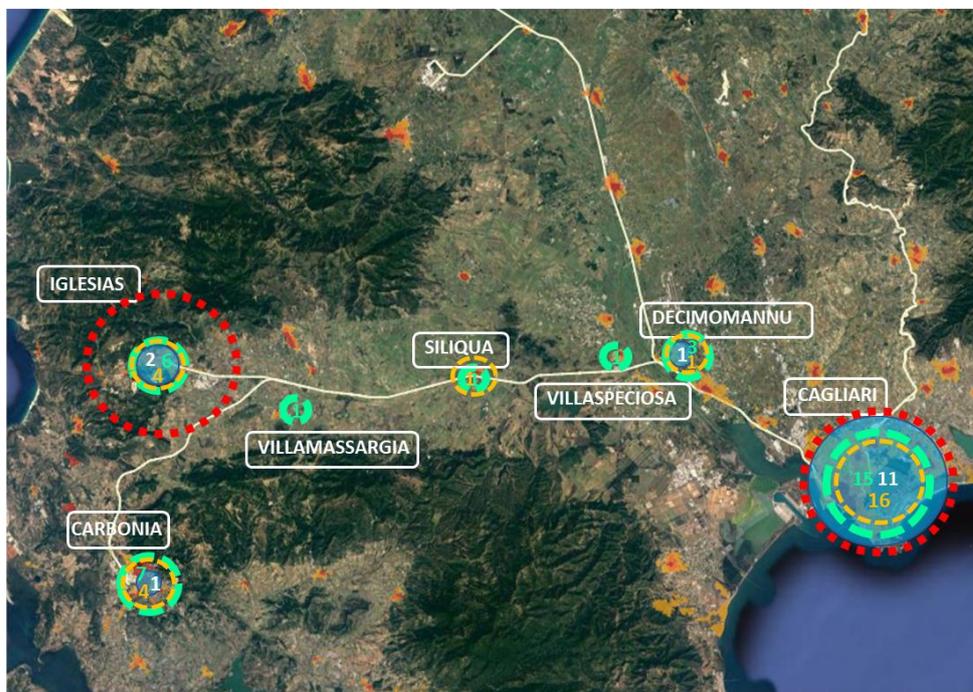
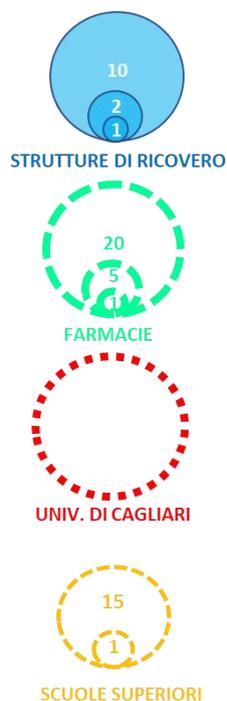
PROCOM_T	COD_REG	REGIONE	COD_PROV	SIGLA AUTOM.	PROVINCIA/CITTÀ METROPOLITANA	COMUNE	MACRO CLASSE 2014	CLASSE 2014	Indice Scuole 2014	Indice Ospedale DEA 2014	Indice Stazione FS 2014	FLAG CARPOLOGICO	Superficie territoriale (kmq) al 01/01/2019	Popolazione residente censimento 2020	CLASSE 2020	MAPPA AI 2020 MEDIA tempi di percorrenza (arrotondata alla prima cifra decimale)	MAPPA AI 2020 Denominazione del COMUNE di destinazione prevalente
92009	20	Sardegna	292	CA	Cagliari	Cagliari	CENTRI	A- Polo	1	1	1	1	84,58	149.572	A- Polo	0,0	Cagliari
92015	20	Sardegna	292	CA	Cagliari	Decimomannu	CENTRI	C- Cintura	0	0	1	0	27,72	8.222	C- Cintura	22,6	Cagliari
111107	20	Sardegna	111	SU	Sud Sardegna	Villaspeciosa	AREE INTERNE	D- Intermedio	0	0	0	0	27,19	2.549	C- Cintura	25,0	Cagliari
111084	20	Sardegna	111	SU	Sud Sardegna	Siliqua	AREE INTERNE	D- Intermedio	0	0	1	0	189,84	3.623	C- Cintura	22,4	Iglesias
111098	20	Sardegna	111	SU	Sud Sardegna	Villamassargia	CENTRI	C- Cintura	0	0	1	0	91,39	3.427	C- Cintura	15,5	Iglesias
111035	20	Sardegna	111	SU	Sud Sardegna	Iglesias	CENTRI	A- Polo	1	1	1	0	208,23	25.493	A- Polo	0,0	Iglesias
111009	20	Sardegna	111	SU	Sud Sardegna	Carbonia	CENTRI	A- Polo	1	1	1	1	145,54	26.672	A- Polo	0,0	Carbonia

Anche se il livello di perifericità di questi territori rispetto ai centri di offerta di servizi (Poli comunali o intercomunale) è diminuito, ad aggravare le criticità legate ai fenomeni di spopolamento e di invecchiamento demografico e di un tessuto produttivo fragile contribuiscono i collegamenti limitati tra i Comuni del territorio interessato e con le aree esterne ad esso.

Una mobilità limitata riduce le opportunità di commercio e la possibilità di accesso ai servizi essenziali³¹, che, come si nota dalla figura sottostante, si concentrano principalmente nei poli urbani ai due capi della linea, Cagliari a est e Iglesias e Carbonia a ovest.

³⁰ Per il ciclo di programmazione coesione 2021-2027 si è proceduto a un aggiornamento della Mappa mantenendo fermi gli aspetti di metodo fondamentali della prima mappatura, ma considerando dati di base sulla presenza dei servizi aggiornati a fine 2019 e tecniche di calcolo delle distanze più evolute/precise.

³¹ L'analisi dei servizi si è concentrata sulle categorie considerate essenziali dall'Agenzia per la Coesione territoriale. Sono stati dunque mappati i servizi inerenti alla mobilità (le stazioni FS), l'istruzione (università e scuole) e la sanità (farmacie e strutture di ricovero).

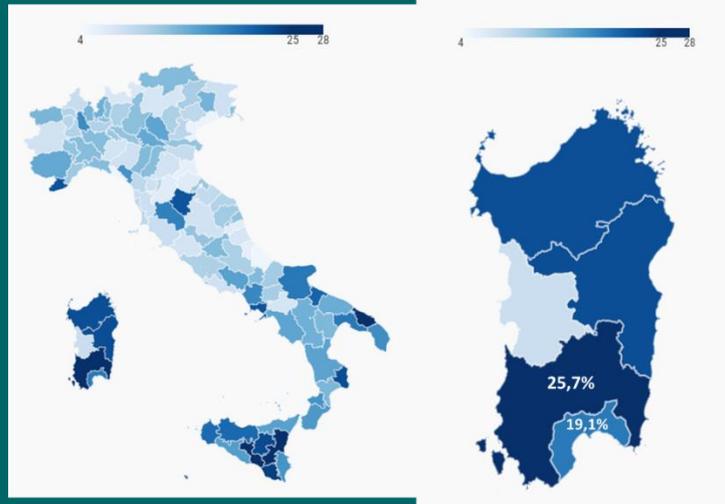


In particolare, per quanto riguarda i **servizi sanitari**, gli ospedali situati a Cagliari e Iglesias sono facilmente accessibili dai comuni di Decimomannu e Villamassargia, e scarsamente accessibili (una media di mezz'ora in macchina) da Siliqua e Villaspeciosa.

La stessa dinamica si manifesta per quanto riguarda l'**istruzione**. Risulta evidente la difficoltà di accesso al grado di istruzione secondaria e universitaria per i comuni intermedi alla linea ferroviaria, mentre i comuni alle estremità, presentando tutti i gradi di istruzione al loro interno, hanno una migliore accessibilità e una maggiore scelta di istruzione secondaria superiore.

Focus: Abbandono scolastico

La dotazione scolastica del territorio e l'accessibilità ad essa è un fattore molto importante per lo sviluppo del tessuto sociale ed economico del territorio, soprattutto nel contesto in esame in cui si registrano i livelli più alti di **abbandono scolastico** a livello nazionale. Infatti, se la media nazionale si attesta sul 13,5%, il tasso di abbandono scolastico della regione Sardegna è del 23% (il più alto tra le regioni), con un 19,1% nel territorio della Città Metropolitana di Cagliari e fino al 25,7% nella Provincia del Sud Sardegna.



Tasso di abbandono scolastico 2018. Fonte: elaborazione Openpolis su dati Svimez e Istat

Inoltre, occorre sottolineare come l'offerta universitaria sia unicamente concentrata nel Comune di Cagliari, ad eccezione di una sede universitaria distaccata a Iglesias.

FOCUS: La perdita di opportunità connessa alla mobilità universitaria fuori dal Mezzogiorno

L'analisi del tessuto studentesco caratterizzante l'area di studio risulta funzionale alla valutazione delle dinamiche di mobilità, sistematica e occasionale.

Secondo quanto riportato nel documento *“La classifica Censis delle Università Italiane 2019”*, circa il 23% degli **studenti del Sud** Italia è andato a studiare in una regione diversa da quella di residenza, a fronte dell'8,5% degli studenti settentrionali e del 10,8% di quelli residenti nelle regioni del Centro Italia. Il calo degli immatricolati nelle università meridionali si fonda su un aspetto che caratterizza il territorio, ovvero quello della **mobilità extra-regionale**.

Nel 2018, circa 158.000 studenti meridionali risultavano iscritti nelle Università del Centro-Nord, un fenomeno divenuto via via più consistente nel corso degli anni più recenti, che, se confrontato con il totale degli studenti meridionali iscritti ad un qualsiasi Ateneo allo stesso anno (circa 685.000), mostra una perdita netta di circa il 23% del totale della popolazione universitaria del Mezzogiorno.

La *Svimez - Associazione per lo Sviluppo Industriale del Mezzogiorno* ha effettuato delle analisi economiche, utilizzando il modello econometrico bi-regionale, per stimare gli effetti complessivi, diretti e indiretti, prodotti dalla **migrazione universitaria sul PIL** del Mezzogiorno e del Centro-Nord.

Prendendo in analisi il periodo 2007-2018, Svimez ha stimato una riduzione del tasso di crescita del PIL del Mezzogiorno di circa il 2,5%; considerando che nello stesso periodo nel Sud Italia si è registrato un calo del PIL del 10%, si evidenzia come, trattenendo nelle regioni del Mezzogiorno gli studenti universitari meridionali, sarebbe stato possibile ridurre la flessione del PIL di circa un quarto.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RROP	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Dal punto di vista degli effetti macroeconomici, l'emigrazione dei giovani che si vanno a laureare fuori dall'area meridionale incide fortemente sulla distribuzione del reddito e, soprattutto, sui consumi, tra le due macroaree del Paese, a svantaggio del Sud.

Una migliore accessibilità a questi servizi passa dal potenziamento del servizio ferroviario e dalla decongestione della rete ordinaria, agendo anche sui passaggi a livello e gli attraversamenti ferroviari, con l'obiettivo di migliorare la fruizione da parte delle categorie più deboli e rendere più efficaci le politiche per la mobilità sostenibile messe in campo dei governi locali. In particolare, il miglioramento delle prestazioni della linea favorirà gli spostamenti collettivi sistematici per motivi di studio, in quanto quelli prevalentemente fruitori del trasporto pubblico locale (Fonte: Studio di Trasporto, RFI, 2023), rendendo i servizi per l'istruzione più accessibili.

In tal senso, gli interventi del Global Project contribuiranno a rafforzare la centralità dell'asse ferroviario est-ovest e le connessioni dei territori più marginali con Cagliari, come centro urbano con funzioni e servizi specializzati, al fine di promuovere standard prestazionali omogenei per arginare lo spopolamento di questi comuni e favorire lo sviluppo socioeconomico.

Come illustrato dall'*Allegato al Documento di Economia e Finanza 2020*, interventi sul sistema dei trasporti possono produrre effetti sull'equità sociale che non riguardano solo i passeggeri e le merci, ma anche lo sviluppo economico di un territorio: un aumento di accessibilità può stimolare la produzione locale, consentire ai produttori di accedere a mercati distanti, attrarre investimenti esteri, promuovere l'agglomerazione industriale ed aumentare la produttività del lavoro in generale. In questo ambito, la pianificazione delle infrastrutture e dei trasporti può influire positivamente sull'equità in termini di opportunità.

Pertanto, i trend demografici e socioeconomici fragili che caratterizzano l'area possono essere invertiti grazie alla nuova infrastruttura, che mira innanzitutto a potenziare e rendere più sostenibili le connessioni a servizio delle aree intermedie sulla linea ferroviaria.

Miglioramento della qualità dell'aria e mitigazione dei cambiamenti climatici

L'indicatore valuta i vantaggi ambientali derivanti dalla domanda sottratta al trasporto privato stradale su gomma a favore del trasporto collettivo su ferro, utilizzando come orizzonte temporale quello individuato dall'analisi costi benefici in riferimento al periodo di attivazione dell'opera (2030 – 2060).

Riduzione dei gas climalteranti

I principali gas responsabili dell'effetto serra sono:

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

La stima dei livelli delle diverse tipologie di emissioni, con riferimento alle emissioni climalteranti derivanti dalla riduzione del trasporto privato, ha fatto uso dei parametri che prendono in considerazione le caratteristiche e l'evoluzione del parco circolante di veicoli (i.e. tipo di veicolo, tipo di alimentazione). Le emissioni medie, in termini di CO₂eq (g/veicoli*km), sono state moltiplicate per le variazioni dei veicoli*km

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

su strada, determinando pertanto le emissioni totali annue evitabili grazie alla realizzazione del progetto e alla conseguente diversione modale dalla strada alla ferrovia.

Un ulteriore beneficio derivante dalla realizzazione del Global Project riguarda l'elettificazione del bacino del Sulcis. Tale beneficio si traduce in una riduzione di CO_{2eq} grazie al cambio di trazione ferroviaria (da diesel ad elettrica) e sono stati calcolati grazie all'utilizzo del consumo di combustibile relativo al materiale rotabile utilizzato e dei coefficienti di conversione specifici.

Per la stima delle emissioni incrementalmente derivanti dall'aumento dei treni*km, si è fatto uso del consumo energetico relativo al materiale rotabile e dei coefficienti di conversione specifici. Di seguito vengono riportate le emissioni climalteranti nette, espresse in tonnellate/anno (t/a):

	2030 [t/a]	2040 [t/a]	2050 [t/a]	2060 [t/a]	Totale periodo (2030-2060) [t]
CO_{2eq} evitata – AUTO	2.256	2.256	2.256	2.255	69.934
CO_{2eq} evitata – TRENO DIESEL	5.072	5.072	5.072	5.072	157.233
CO_{2eq} aggiuntiva – TRENO ELETTRICO	1.289	903	632	443	24.631
CO_{2eq} evitata netta	6.039	6.425	6.695	6.885	202.536

Bilancio emissioni gas climalteranti

Come è possibile osservare, il beneficio di emissioni climalteranti, in relazione all'intero periodo di analisi, risulta pari a 202.536 tonnellate di CO_{2eq} evitate. Tale valore deriva dalla differenza tra le emissioni evitate, sia dalla diversione modale (CO_{2eq} evitata – AUTO) che dalla sostituzione dei treni Diesel (CO_{2eq} evitata – TRENO DIESEL), e le emissioni prodotte, dovute al consumo energetico relativo alla trazione elettrica (CO_{2eq} aggiuntiva – TRENO ELETTRICO), conseguente all'elettificazione del Bacino del Sulcis.

Effetti sull'inquinamento atmosferico

Per la quantificazione dell'impatto delle emissioni nell'atmosfera da parte delle attività di trasporto si è fatto riferimento a quattro tipologie di inquinanti:

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

Il beneficio ambientale deriva dalle sole emissioni inquinanti evitate dall'esercizio dell'opera legate alla riduzione del trasporto privato su strada (espressa in veicoli*km) e dei treni alimentati a diesel (espressi in treni*km) sostituiti con treni elettrici, in quanto si considera che il materiale rotabile elettrico non emetta inquinanti locali.

Di seguito vengono riportati i benefici complessivi netti espressi in termini di riduzione delle emissioni inquinanti, in tonnellate (t), dovute al decremento del trasporto ferroviario alimentato a diesel e del trasporto privato stradale.

I valori riportati di seguito mostrano la presenza di rilevanti benefici ambientali per tutti gli agenti inquinanti analizzati.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Totale periodo (2030-2060)			
	Treno Diesel [t]	Auto [t]	Totale [t]
SO2	477,11	0,41	477,52
NOx	1.161,31	306,76	1.468,08
COVNM	102,93	124,78	227,71
PM 2,5	31,67	17,34	49,02

Bilancio complessivo emissioni inquinanti

3.2 L'inquadramento dei territori secondo l'approccio coesivo integrato europeo

La coesione territoriale può essere vista come la dimensione territoriale della sostenibilità (Camagni, 2005) mettendo a sistema una valutazione degli aspetti economici, ambientali e socioculturali.

Un approccio finalizzato a rafforzare la coesione territoriale deve poter trovare riscontro in alcuni temi chiave e obiettivi delle politiche, programmi e progetti: sviluppo equilibrato/riduzione degli squilibri tra aree metropolitane e periferie territoriali (aree interne), integrazione territoriale e cooperazione tra regioni, equilibrio uomo/ambiente, valorizzazione delle diversità e dell'identità culturale come collante delle comunità (Camagni, 2005).

Diversi studi considerano "la coesione territoriale di una regione (geografica) (...) tanto alta quanto è alta la qualità, l'efficienza e l'identità culturale del sistema territoriale e le loro interrelazioni" (Prezioso, 2020; Camagni, 2005). L'attenzione è posta al superamento di un approccio settoriale alle politiche, ai programmi e ai progetti e alla valutazione delle ricadute che gli interventi previsti possono avere sul territorio con riguardo al miglioramento della produttività e della connettività territoriale, alla valorizzazione delle specificità locali e delle diversità culturali, oltre che alla tutela degli equilibri ambientali e all'efficienza nell'uso (e riuso) delle risorse.

In questo quadro teorico e istituzionale, le infrastrutture costituiscono una componente fondamentale per il rafforzamento della coesione territoriale, così come confermato anche dalla nuova Politica di coesione e dalla nuova programmazione 2021-2027 che definiscono tra gli obiettivi principali quello di un'"Europa più connessa attraverso il rafforzamento della mobilità (OP3)". Inoltre, molto spesso, i progetti infrastrutturali sono accompagnati da interventi secondari e ulteriori effetti indiretti e indotti che possono contribuire a raggiungere anche gli altri obiettivi della Politica di Coesione (OP1-5).

I progetti delle infrastrutture ferroviarie così come gli interventi ad essi connessi (stazioni, parcheggi, spazi pubblici) valorizzano infatti in maniera proattiva il contesto territoriale in cui si inseriscono stimolando l'attivazione di dinamiche migliorative valutabili dal punto di vista economico, socio-culturale e ambientale, generando benefici anche in termini di coesione territoriale in quanto favoriscono l'accessibilità e lo sviluppo integrato dei territori e promuovono la cooperazione tra di essi.

Al contrario, una scarsa dotazione delle infrastrutture può ostacolare lo sviluppo socioeconomico e determinare impatti ambientali rafforzando l'isolamento fisico e il degrado del paesaggio, con conseguente condizione di marginalità regionale, nonché determinare il basso grado di apertura internazionale del sistema economico italiano ed europeo nel complesso, a causa dell'aumento dei costi e dei tempi di spostamento e alla diminuzione della competitività.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Questo avviene in particolare per le Regioni meno sviluppate, tra cui la Sardegna, oggetto del Progetto, dove risulta prioritario intervenire per potenziare il sistema ferroviario, migliorare l'accessibilità della regione, rafforzare l'integrazione modale (Amodio & al., in Prezioso, 2020, pp.74-101). Ai fini del superamento dei divari territoriali, è infatti obiettivo prioritario del PNRR potenziare la dotazione del Mezzogiorno, mitigare gli squilibri tra grandi aree urbane e aree interne anche rafforzando le relazioni con gli aeroporti.

In questo scenario, le direttrici di collegamento tra i poli metropolitani e l'entroterra possono avere importanti effetti sulla coesione territoriale, migliorando la qualità e l'abitabilità dei centri minori, l'efficienza e l'attrattiva turistica delle aree accessibili, la cooperazione infra-regionale e la valorizzazione delle diversità e delle identità territoriali.

Al fine di valutare l'analisi ex-ante delle caratteristiche territoriali ed il contributo del progetto (Global Project) all'incremento dei livelli di Coesione Territoriale sono stati presi come riferimento alcuni indicatori desunti dalla letteratura scientifica.

Analisi ex ante

L'analisi ex-ante ha considerato i risultati delle analisi condotte con la metodologia TIA - STeMA (*Sustainable Territorial environmental/economic Management Approach - Territorial Impact Assessment*) raccolti ed elaborati nell'ambito del PRIN 2015 "Territorial Impact Assessment of the territorial cohesion of Italian regions; a model, based on place evidence, for the assessment of policies aimed at developing the green economy in inland areas and metropolitan suburbs".

La metodologia di riferimento si serve di un set di indicatori di performance coerenti con gli obiettivi di coesione e utili per la stima dei relativi pilastri o determinanti³²: *Smart Growth, Sustainable Growth* e *Inclusive Growth*. Le valutazioni si basano su un modello matriciale che correla regioni/province con gli indicatori, attraverso i quali è possibile stimare i determinanti a scala nazionale, mediante livelli di disaggregazione regionali (NUTS2) e provinciali (NUTS3).

Secondo il metodo STeMA, in base ad un diverso sistema di classificazione basato rispettivamente sui quartili e sui sestili, i risultati ottenuti possono essere distinti in:

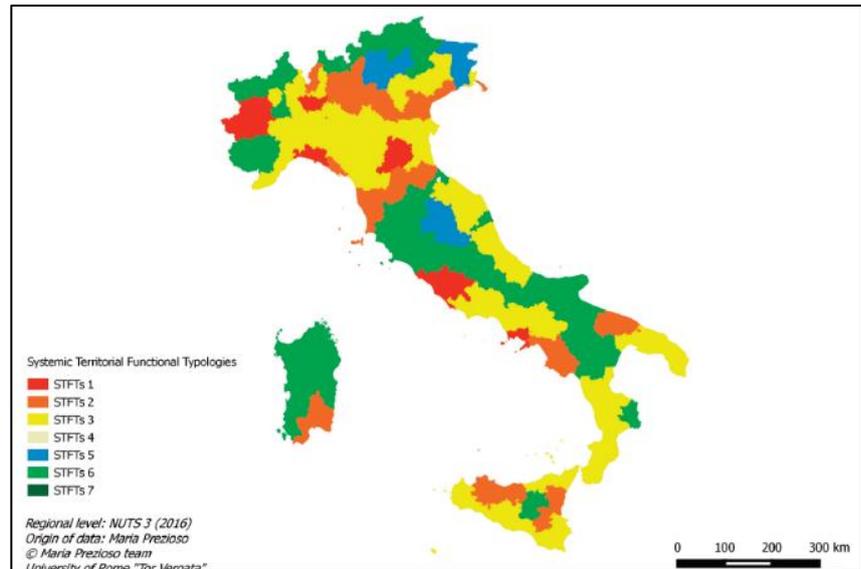
- 4 classi (A High, B Medium-high, C Medium-low, D Low);
- 6 classi (A Highest, B High, C Medium-high, D Medium, E Medium-low, F Low).

L'intervento in esame ricade nella Regione Sardegna (specificatamente nell'attuale Provincia di Sud Sardegna, prima suddivisa nelle provincie di Cagliari, Carbonia-Iglesias e Medio-Campidano), che, secondo le *Systemic Territorial Functional Typologies (STFTs)*, è classificata come sistema a bassa influenza urbana con funzioni transnazionali/nazionali specializzate in grado di facilitare la cooperazione rurale tra autorità di aree interconnesse a livello regionale, nazionale e transnazionale. All'interno della regione si trovano due diverse tipologie di territori funzionali secondo gli STFTs: le provincie di Sassari, Olbia-Tempio, Oristano, Nuoro, Ogliastra, Medio Campidano e Carbonia-Iglesias classificate come sistemi a bassa influenza urbana con

³² I determinanti rappresentano i marco-obiettivi di Europe 2020 Strategy: Crescita Intelligente, Sostenibile e Inclusiva.

funzioni locali/regionali; e la Provincia di Cagliari classificata come sistema ad alta influenza urbana con funzioni transnazionali/nazionali specializzate.

La fotografia della Coesione Territoriale a livello regionale tracciata nello studio *“Territorial Impact Assessment of national and regional territorial cohesion in Italy”* mostra che la Regione Sardegna è caratterizzata da valori medio-alti (B) per il pilastro *Smart Growth*, medio-bassi (C) per il pilastro *Inclusive Growth*, e bassi (D) per il pilastro *Sustainable Growth*.



I valori ex ante territorializzati sono utili ad evidenziare le criticità

e ad indirizzare l’attivazione di policy/investimenti specifici che possano apportare un miglioramento ai pilastri, su diverse scale, incrementandone le performance.

Focus: Principali evidenze dei valori di Coesione Territoriale per le Provincia di Cagliari, Carbonia-Iglesias e Medio-Campidano³³

Secondo le *Systemic Territorial Functional Typologies (STFTs)*, la **Provincia di Cagliari** è classificata nella **tipologia 2** (Sistema ad alta influenza urbana con funzioni transnazionali/nazionali specializzate in grado di facilitare la cooperazione urbano-rurale tra aree interconnesse a livello regionale, nazionale e transnazionale), mentre le **province di Carbonia-Iglesias e Medio-Campidano** sono classificate nella **tipologia 6** (Sistema a bassa influenza urbana con funzioni locali/regionali non in grado di facilitare la cooperazione rurale tra aree interconnesse a livello locale e regionale).

Le valutazioni presentate nel *“Territorial Impact Assessment of national and regional territorial cohesion in Italy”* sono state elaborate su una scala di valori che va da A-D, e più specificatamente:

- A: Alto;
- B: Medio-Alto;
- C: Medio-Basso;
- D: Basso.

Principali elementi dell’analisi ex-ante

³³Part Two - *Territorial impact assessment of national and regional territorial cohesion in Italy- Place evidence and policy orientations towards european green deal - edited by Prof.ssa Maria Prezioso*. Questo studio non è aggiornato secondo le riforme degli enti locali della Regione Sardegna, per cui l’analisi a livello NUTS 3 prende in considerazione una suddivisione amministrativa superata in cui l’attuale Provincia di Sud Sardegna era suddivisa tra le province di Cagliari, Carbonia-Iglesias (ex Sulcis) e Medio-Campidano.

L'obiettivo "Un'Europa più connessa attraverso il rafforzamento della mobilità" (OS3), incluso nella Politica di Coesione territoriale EU 2021-2027, indirizza le nazioni europee verso un modello di mobilità sostenibile, in grado di garantire una maggiore accessibilità ai servizi di trasporto ferroviario e di conseguenza alle piccole città servite dalle tratte. In tal senso, la Regione Sardegna mostra margini di miglioramento in quanto è carente sia nella dotazione fisica di infrastrutture ferroviarie che nel livello di accessibilità multimodale.

Smart Growth

La Regione Sardegna presenta un valore medio-alto (B) per quanto riguarda questo determinante, di cui l'indicatore *Penetrazione della banda ultralarga* (BUL) assume i valori più bassi; invece gli indicatori *Utilizzo di Internet nella PA* (PAI) e *Livello di Sviluppo delle Telecomunicazioni* (RL) assumono i valori più alti (A).

In controtendenza con la situazione regionale, le province Sarde sono divise in due gruppi con valori diversi per questo determinante: le province di Olbia-Tempio, Nuoro, Oristano, Ogliastra e Medio Campidano assumono valori bassi (D); e le province di Sassari, Cagliari e Carbonia-Iglesias presentano valori medio-bassi (C).

In particolare, la Provincia di Cagliari mostra valori medio-bassi (C) per la categoria trasversale *Innovation Vulnerability* (IV) e valori medio-alti (B) per l'indicatore BUL e per la tipologia *Innovation Status Quo* (ISQ); mentre le province di Carbonia-Iglesias e Medio-Campidano assumono valori bassi (D) per ognuna delle tre.

Sustainable Growth

Questo determinante assume valori bassi (D) nella Regione Sardegna, di cui solo tre indicatori mostrano valori alti (A), sette valori medio-alti (B), sette valori medio-bassi (C) e dieci indicatori presentano valori bassi (D). Sette degli indicatori con valori bassi rientrano nella tipologia *Competitività Sostenibile* (CS) e gli altri tre nelle tipologie *Adattamento ai Cambiamenti Climatici* (CCA) e *Sostenibilità delle Infrastrutture* (SI). Diversamente dai valori regionali, le otto province sarde presentano valori medio-bassi (C) per questo determinante.

In particolare, la Provincia di Cagliari mostra valori medio-alti (B) per l'indicatore *Green Added Value* (GAV), diversamente dalle province di Carbonia-Iglesias e Medio-Campidano che assumono valori bassi (D); mentre tutte e tre le province mostrano valori medio-bassi (C) per entrambe le categorie trasversali, *VESISP* e *Economic and Financial Interaction* (IEIF).

Inclusive Growth

Il determinante *Crescita Inclusiva* in Sardegna assume valori medio-bassi (C), di cui un solo indicatore mostra valori alti (A), sette valori medio-alti (B), dieci valori medio-bassi (C) e nove indicatori presentano valori bassi (D). Per quanto riguarda i settori *Variabili Economiche*, *Capacità del Sistema Formativo* e *Fiducia nella Governance* registrano valori medio-bassi (C), mentre *Qualità della Vita* (QV), *Rischio di Esclusione Sociale* (RES) e *Inclusione Straniera* (IS) registrano valori bassi (D).

All'interno della regione, le province di Nuoro, Oristano, Ogliastra, Medio Campidano e Carbonia-Iglesias mostrano valori bassi (D) per questo determinante, mentre le altre province (Olbia-Tempio, Sassari, Cagliari) presentano valori medio-bassi (C).

Per la tipologia *Capacità di Inclusione Sociale* (CSI), sono registrati valori medio-bassi (C) nelle province di Olbia-Tempio, Nuoro, Cagliari, Oristano e Medio Campidano, e valori bassi (D) nelle restanti province. In particolare, per quanto riguarda il settore *Inclusione Straniera* (IS) ed il relativo indicatore *Residenti*

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Stranieri (RS), tutte le province sarde presentano valori bassi (D), ad eccezione della Provincia di Olbia-Tempio che mostra valori medio-bassi (C).

Il Progetto, come parte fondamentale del raddoppio della linea ferrovia Villamassargia-Decimomannu, potrà, dunque, migliorare i livelli dei pilastri di Coesione Territoriale per la Regione Sardegna in generale e la Provincia di Sud Sardegna in particolare, potenziando le connessioni con Cagliari e gli altri nodi del sistema urbano-territoriale e fungendo da apripista verso un modello di mobilità sostenibile, intermodale e inclusiva, che contribuisce a mitigare gli attuali squilibri territoriali della regione rispetto al contesto italiano ed europeo.

Al fine di stimare gli impatti degli interventi infrastrutturali in termini di coesione territoriale, è stata condotta anche una **valutazione dei potenziali contributi del progetto al conseguimento degli obiettivi di Efficienza, Qualità e Identità Territoriali**³⁴, considerati criteri di valutazione, a partire da alcuni riferimenti presenti negli studi sulla coesione e sulla TIA³⁵ e dal supporto di processi partecipativi condotti da Enti nell'ambito della Pianificazione strategica (Provincia di Sud Sardegna) e da studi sugli impatti sociali, economici e ambientali condotti da Istituti e Enti. Gli indicatori utilizzati sono stati anche correlati, ove possibile, con gli indicatori della metodologia STEMA e con i nuovi Obiettivi della Politica di Coesione. Per aggiornare la valutazione sono state evidenziate anche le connessioni con gli obiettivi prioritari della Politica di coesione 2021-2027³⁶. Come si evince dalla tabella, la combinazione dei diversi interventi relativi al Global Project permette di valutare le potenzialità in termini di coesione nelle tre diverse componenti economica, socio-culturale e ambientale.

La matrice riportata di seguito fa emergere i seguenti risultati:

- Per quanto riguarda la componente **Economica**, il Progetto contribuisce agli obiettivi di **efficienza e identità territoriale** generando benefici in termini di:
 - *connettività interna e capitale territoriale;*
 - *accessibilità esterna;*
 - *performance economica e riduzione dei divari territoriali;*
 - *turismo e produzione locale.*
- Per la componente **Socioculturale**, il Progetto contribuisce agli obiettivi di **identità e qualità territoriale**

³⁴- *efficienza territoriale: resource-efficiency* in termini di uso delle risorse naturali, di suolo, di paesaggio e in termini di uso dell'energia; competitività e attrattività dei luoghi; accessibilità interna ed esterna;

- *qualità territoriale*: qualità dell'ambiente di vita e di lavoro; comparabili livelli di benessere e di qualità della vita fra territori; simile accesso ai servizi di interesse generale e alla conoscenza;

- *identità territoriale*: presenza di capitale sociale; capacità di costruire visioni condivise del futuro; salvaguardia delle specificità e delle vocazioni produttive; salvaguardia dell'eredità culturale e naturale e del paesaggio; rafforzamento del vantaggio competitivo proprio di ciascun territorio attraverso "lealtà" territoriale ed effetti di *milieu* locale (Camagni, 2005).

³⁵Camagni R. (2006), "Territorial Impact Assessment – TIA: a methodological proposal", Scienze Regionali, 5 (2), 135-14, M. Prezioso (ed), (2020), Territorial Impact Assessment of National and Regional Territorial Cohesion in Italy. Place evidence and policy orientations towards European Green Deal. Bologna: Patron Editore, p. 27.

³⁶ OP1: un'Europa piu' competitiva e intelligente attraverso la promozione di una trasformazione economica innovativa e intelligente e della connettività regionale alle Tecnologie dell'informazione e comunicazione (TIC);

OP2: un'Europa resiliente, piu' verde e a basse emissioni di carbonio ma in transizione verso un'economia a zero emissioni nette di carbonio, attraverso la promozione di una transizione verso un'energia pulita ed equa, di investimenti verdi e blu, dell'economia circolare, dell'adattamento ai cambiamenti climatici e della loro mitigazione, della gestione e prevenzione dei rischi nonché della mobilità urbana sostenibile;

OP3: un'Europa piu' connessa attraverso il rafforzamento della mobilità;

OP4: un'Europa piu' sociale e inclusiva attraverso l'attuazione del pilastro europeo dei diritti sociali;

OP5: un'Europa piu' vicina ai cittadini attraverso la promozione dello sviluppo sostenibile e integrato di tutti i tipi di territorio e delle iniziative locali.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

con benefici in termini di:

- *valorizzazione delle risorse naturalistiche, storiche, paesaggistiche;*
- *sviluppo di visioni territoriali sostenibili e resilienti;*
- *sostenibilità dei trasporti;*
- *accessibilità ai servizi;*
- *sicurezza ed efficienza delle infrastrutture.*

- Nella componente **Ambientale** sono stati perseguiti gli obiettivi di **qualità ed efficienza territoriale**, con benefici in termini di:
 - *mitigazione degli effetti sul cambiamento climatico;*
 - *qualità dell'aria;*
 - *risparmio di risorse.*

Al fine di verificare l'uso dei criteri di valutazione e degli indicatori, è stata inserita nella tabella anche una proposta di correlazione con i determinanti e gli indicatori utilizzati nella metodologia **STeMA**.

Come sintetizzato in tabella, si prevede un impatto positivo del Global Project in termini Efficienza, Qualità e Identità. Tale valutazione dipende in primis dal tipo di progetto di mobilità pubblica, che va a consolidare il capitale territoriale e a migliorare la connettività e il riequilibrio territoriale della Sardegna, fungendo da collegamento stabile in un sistema Città metropolitana – entroterra - costa.

Inoltre, la valutazione degli impatti in questa area geografica considera anche le specifiche caratteristiche geografiche e socioeconomiche della regione, così come i valori sociali e le priorità definite a livello provinciale e regionale ("*sensitivity*")³⁷, meglio specificate in tabella rispetto ai vari criteri di valutazione.

Da una parte, infatti, la regione e il contesto locale risultano allo stato attuale scarsamente dotate di infrastrutture di livello territoriale (ferrovie e autostrade), con basso PIL pro capite. In questo quadro, l'infrastruttura ferroviaria può rappresentare un elemento di riequilibrio e rivitalizzazione.

D'altra parte, le grandi risorse presenti (patrimonio culturale e naturale, itinerari per la fruizione culturale) rappresentano vantaggi competitivi che possono essere supportati da una crescente accessibilità e intermodalità, rilanciando una regione in linea con i valori e le priorità promosse ai vari livelli di programmazione, pianificazione e gestione.

³⁷ Research Project ESPON ART, *The TIA quick check*, 2013

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

OBIETTIVI DI COESIONE	COMPONENTI	CRITERI DI VALUTAZIONE	INDICATORI	BENEFICI GLOBAL PROJECT	OBIETTIVI COESIONE 2021/2027	INDICATORI STEMA
 EFFICIENZA TERRITORIALE	ECONOMICA	Connettività interna e capitale territoriale	Tempi di spostamento regionali (ore annue risparmiate)	Miglioramento della connettività interna grazie alla diminuzione dei tempi di spostamento (1.106.761 ore annue risparmiate) con conseguente rafforzamento delle relazioni Città metropolitana di Cagliari-Entroterra-Costa in particolare per spostamenti sistematici per motivi di studio e lavoro . Considerata la scarsa dotazione esistente a livello regionale (Densità di rete regionale rispetto all'area e rispetto alla popolazione, Cfr. RFI 2020), il Global Project concorre ad un obiettivo di riequilibrio delle dotazioni infrastrutturali e più in generale del capitale territoriale .	OP3	SG multimodal accessibility
		Accessibilità esterna (nazionale e internazionale)	Passeggeri (quantità e provenienza)	Rafforzamento della continuità territoriale con il continente e internazionale e conseguente miglioramento della accessibilità nazionale e internazionale attraverso il collegamento del Sud Sardegna con la CM di Cagliari (dotata di Porto e Aeroporto) .	OP3	IG Rate of cooperation cross-
		Performance economica e riduzione dei divari territoriali	km ferrovie in relazione a PIL/ab	Riduzione delle disparità nazionali a fronte di un prevedibile impatto positivo moderato delle infrastrutture su regioni meno sviluppate e aree con basso PIL procapite (COTER Commission, 2020) (Sardegna: 20.340,29 euro al 2021 a fronte di una media nazionale pari a 31.500 euro procapite).	OP1	IG Unequal distribution of regional income
		Turismo e produzione locale	Valore turistico del territorio (euro/giorno)	Secondo quanto stimato nell'indicatore "Fruibilità e valorizzazione turistica del territorio", all'anno 2030, il territorio potrà beneficiare di 604 presenze turistiche addizionali/giorno e 90.410 €/giorno di spesa dei turisti addizionali rispetto allo scenario di riferimento.	OP5	IG Touristic rate
 IDENTITÀ TERRITORIALE	SOCIO-CULTURALE	Valorizzazione delle risorse naturalistiche, storiche e paesaggistiche	Continuità o intermodalità dei percorsi di fruizione turistica	Il Gopal Project rafforza l' accessibilità di due itinerari turistici in direzione nord-sud : • Il Cammino minerario di Santa Barbara che si sviluppano su 500 km nella regione del Sulcis-Iglesiente-Guspinese. • La Ciclovía Sarda che collega lo Stagno di Cagliari al Nord Sardegna ed è parte del Progetto Rete ciclabile della Sardegna. (Cfr. RFI-Amodo)	OP5	IG Cultural opportunities
		Sviluppo di visioni territoriali sostenibili e resilienti	Attuazione di obiettivi condivisi dalla Regione	Sviluppo di obiettivi e visioni resilienti contenute e condivise nella Strategia Regionale per lo sviluppo sostenibile (2021) con particolare riferimento al rafforzamento della mobilità sostenibile pubblica e privata tramite l'elettrificazione delle linee ferroviarie	OP5	SG multimodal accessibility
 QUALITÀ TERRITORIALE	SOCIO-CULTURALE	Sostenibilità dei trasporti	Ripartizione modale (migliaia Veicoli.Km/Anno)	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 (RFI, Studio di Trasporto Raddoppio Villamassargia-Decimomannu): - 35.237,7 migliaia veicoli.Km/Anno	OP2	SG multimodal accessibility
		Accessibilità ai servizi	Accessibilità ai servizi di interesse generale	Miglioramento dell'accessibilità ai poli di Cagliari e Iglesias dotati di servizi pubblici generali quali Ospedali, Università, Scuole superiori di diversa tipologia, in un contesto ad elevata dispersione scolastica (Fonte Svimez e Istat) e di mobilità extraregionale di studenti universitari del 23% (Fonte MUR, 2020).	OP4	IG Early school leaving
		Sicurezza ed efficienza delle infrastrutture	Eliminazione passaggi a livello (n. PL)	Il raddoppio della linea Decimomannu-Villamassargia prevede la soppressione di 9 passaggi a livello con conseguenti benefici: • diminuzione degli incidenti dovuti all'interazione strada-ferrovia; • diminuzione del tempo di attesa per l'attraversamento e dell'inquinamento.	OP4	IG Life expectancy
		Mitigazione degli effetti sul cambiamento climatico	Emissioni di gas climalteranti evitate (tCO2e)	Lo shift modale da auto a ferro porta, per il periodo 2030-2060, a evitare emissioni climalteranti pari a 202.536 tCO2e .	OP2	SG CO2 emissions
		Qualità dell'aria	Emissioni inquinanti ridotte	I valori del SIA mostrano la presenza di benefici ambientali rilevanti per tutti gli agenti inquinanti analizzati (SO2; NOx; COVNM; PM 2,5) dovute al decremento del trasporto ferroviario alimentato a diesel e del trasporto privato stradale.	OP2	SG Air
Risparmio delle risorse	Volumi di Terre riutilizzati (mc)	In fase di realizzazione si prevede un riutilizzo dei materiali da scavo pari a circa 66,9% del totale delle terre prodotte, di cui il 21,5% di riutilizzo interno e il 45,4% di riutilizzo esterno al progetto.	OP2	SG Waste		

3.3 L'analisi di resilienza socioeconomica

Al fine di valutare la resilienza dell'infrastruttura ai cambiamenti sociali ed economici sono stati presi a riferimento le variabili socioeconomiche che possono influenzare la funzionalità dell'infrastruttura per individuare le criticità e gli scenari evolutivi del territorio di riferimento.

Inoltre, è stata condotta un'analisi qualitativa per evidenziare la capacità dell'infrastruttura di adattarsi agli scenari individuati al fine di garantire prospettive di sostenibilità.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

In particolare, oltre all'analisi finalizzata alla valutazione del contributo dell'infrastruttura alle dinamiche di coesione sociale e territoriale, sono state prese a riferimento le seguenti variabili specifiche per il contesto territoriale di riferimento del raddoppio della linea Villamassargia-Decimomannu (Province di Cagliari e Sud Sardegna):

- dati demografici;
- variabili socioeconomiche, incluso il livello di occupazione;
- aspetti di disegualianza;

di cui si riportano i principali elementi caratterizzanti³⁸:

- **andamento demografico:** negli anni 2011-2019, la Provincia di Cagliari è passata da 425.431 a 424.105 abitanti, registrando una decrescita molto bassa dello 0,003%, mentre la Provincia del Sud Sardegna nello stesso periodo è passata da 364.215 a 347.732 abitanti con una decrescita dello 0,04%. Entrambe le provincie hanno registrato una decrescita demografica minore della media nazionale (- 0,2%).
- **presenza di popolazione giovane:** nel 2021, nella Provincia di Cagliari circa il 15,3% della popolazione è posizionato nella fascia d'età 0-17 anni, mentre il 29,5% della popolazione nella fascia d'età 0-34 anni. Per lo stesso anno, nella Provincia del Sud Sardegna la popolazione nella fascia di età 0-17 anni è il 14,2%, e per la fascia 0-34 il 27,9%.
- **uscita precoce dal sistema di istruzione e formazione:** nel 2021, la Regione Sardegna risulta la sesta regione con il più alto tasso di uscita precoce dal sistema di istruzione e formazione dei giovani compresi nella fascia d'età 18-24 anni pari a 13,2%, superiore rispetto alla media nazionale del 12,7%.
- **rapporto tra i tassi di occupazione³⁹ delle donne con figli in età prescolare e delle donne senza figli:** nel 2021, la Regione Sardegna ha registrato un tasso di occupazione delle donne con figli rispetto alle donne senza figli pari a 76,8%. Tale valore risulta più alto della media nazionale che si attesta al 73%;
- **PIL e tasso di crescita:** nel 2019, la Provincia di Cagliari ha registrato un PIL pari a 29.500 euro mentre il PIL della Provincia del Sud Sardegna risulta attestarsi sui 16.000 euro, il più basso della regione.
- **imprese e addetti:** nel 2020, la Provincia di Cagliari ha registrato un numero di imprese attive pari a 32.497 ed un numero di addetti pari a 103.391, mentre la Provincia del Sud Sardegna 16.915 imprese e 45.977 addetti;
- **spesa media mensile familiare per consumi:** per quanto riguarda i consumi, nel 2021, la Regione Sardegna ha registrato una spesa media mensile pari a 2.066,26 euro, il 15,2% in meno rispetto alla media nazionale;
- **livello di occupazione:** il numero degli occupati nel I trimestre 2020 è aumentato di circa 12.000 unità rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente, attestandosi su circa 578.400 unità, con un tasso di occupazione del 52,9%. In particolare, si rileva un incremento dell'occupazione femminile di 15.000 unità, accompagnato da una leggera flessione di quella maschile di circa 3.000 unità.

³⁸ Fonti: ISTAT, Statistical Atlas Eurostat regional yearbook 2019, elaborazioni su dati EUROSTAT e OpenStreetMap. Le informazioni sono state riportate sulla base della disponibilità dei dati e sugli ultimi aggiornamenti disponibili.

³⁹ Compresa nella fascia d'età 25-49 anni.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

L'analisi del contesto di riferimento evidenzia un contesto socioeconomico complesso e articolato, caratterizzato da un lieve calo demografico ed un tessuto produttivo in difficoltà ma con dei tassi di crescita positivi.

A titolo esemplificativo nella tabella seguente sono presi a riferimento gli scenari di vulnerabilità definiti dai Megatrend⁴⁰.

Scenari di vulnerabilità considerati per il Progetto	Dati socioeconomici di riferimento
Condizioni di estrema povertà, divario, chance occupazionali (MT 1 DIVERSIFICAZIONE DELLE DISEGUAGLIANZE)	PIL e tasso di crescita Livello di occupazione Rapporto tra i tassi di occupazione delle donne con figli in età prescolare e delle donne senza figli Uscita precoce dal sistema di istruzione e formazione
Consumi pro-capite, domanda di mobilità per beni e persone (MT 4 AUMENTO DEL CONSUMISMO)	Spesa media mensile familiare per consumi Imprese e addetti
Invecchiamento della popolazione (MT 6 AUMENTO DEGLI SQUILIBRI DEMOGRAFICI)	Andamento demografico Presenza di popolazione giovane

Tenendo conto del contributo fornito dalle infrastrutture a supporto della crescita di un'economia e del benessere della collettività, è possibile ipotizzare il contributo del Progetto all'inversione dei fenomeni di depauperamento demografico del territorio, fungendo da fattore di coesione territoriale e di supporto allo sviluppo delle realtà economiche e sociali. Le migliori e maggiori connessioni, infatti, contribuiscono a loro volta ad incrementare la resilienza dei territori.

Una migliore e più estesa rete ferroviaria, interconnessa con le altre linee e modalità di trasporto green e smart sono imprescindibili per cogliere appieno le opportunità di sviluppo su ampia scala e contribuire ad aumentare la competitività di un territorio. Di fatto, le aree con i collegamenti ferroviari più veloci nonché quelle con le maggiori possibilità di accesso ai principali scali aeroportuali e portuali, in termini di traffico merci, sono prevalentemente collocate nelle regioni centro settentrionali, mentre le regioni del Sud e delle Isole si trovano in una condizione di relativo svantaggio.

In quest'ottica, le misure del PNRR rivolte alla rete ferroviaria dell'isola mirano a rafforzare la dotazione dei servizi colmando i gap di connettività attuali, ad aumentare l'attrattività dei territori a maggior rischio di depauperamento demografico e ad accrescere le opportunità di lavoro.

Alla luce di quanto sopra, si riscontra un sostanziale allineamento tra la funzionalità del Progetto e le future esigenze delle comunità coinvolte, per cui non si rilevano particolari criticità di natura economica e sociale che possano compromettere le condizioni di operatività dell'infrastruttura nel lungo periodo.

⁴⁰ I Megatrend descrivono processi in grado di produrre cambiamenti a livello globale sul lungo periodo (J. Naisbitt).

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

4 La progettazione di un'infrastruttura sostenibile e resiliente

La progettazione degli interventi di raddoppio della tratta ferroviaria Villaspeciosa-Siliqua (stazione esclusa) è stata sviluppata in linea con i principi di sostenibilità, individuando **soluzioni orientate alla compatibilità ambientale, all'uso efficiente delle materie prime e delle risorse energetiche, alla minimizzazione dell'impronta climatica, all'adozione di misure volte alla tutela del lavoro dignitoso e all'utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative**. Inoltre, è stata condotta una specifica analisi di resilienza dell'infrastruttura ai cambiamenti climatici.

Le soluzioni adottate in fase di sviluppo del progetto risultano fondamentali per innescare **processi circular** capaci di **preservare il valore delle risorse nel tempo**, favorendo la **rigenerazione del capitale naturale e dell'ecosistema**. In particolare, nello sviluppo del progetto si è tenuto conto dei seguenti aspetti:

- **contribuire in modo sostanziale all'obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici senza arrecare danno a nessuno degli obiettivi ambientali** definiti dal Regolamento UE 2020/852 come comprovato dalla valutazione del DNSH;
- **prevedere delle azioni di adattamento** associabili a studi/criteri e soluzioni progettuali, **per salvaguardare e potenziare la resilienza dell'infrastruttura ferroviaria agli effetti dei cambiamenti climatici in futuro**;
- **massimizzare il riutilizzo dei materiali da scavo** prodotti durante la realizzazione dell'infrastruttura privilegiando la gestione dei materiali da scavo in qualità di sottoprodotto per riutilizzi interni ed esterni all'opera in modo da limitare il consumo di risorse naturali e, ove necessario, ripristinare le corrette funzioni ecosistemiche del suolo e della vegetazione di territori degradati, oltre a **ridurre la produzione di rifiuti e incentivare la gestione sostenibile degli stessi** promuovendo il recupero piuttosto che lo smaltimento in discarica;
- **scegliere la localizzazione delle aree di cantiere al fine di limitare il transito dei mezzi di cantiere** sulla viabilità locale e di ridurre i tragitti per la movimentazione di materiali e per gli approvvigionamenti in modo da limitare l'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- **limitare le interferenze con l'ambiente naturale e antropico e mitigazione di inserimento paesaggistico ambientale**;
- **stimare le emissioni di CO2e** correlate alla realizzazione dell'infrastruttura;
- **prevedere impegni specifici in relazione a politiche di tutela del lavoro dignitoso ed inclusione sociale**, con particolare riferimento a occupazione giovanile, coinvolgimento di piccole e microimprese, garanzia di pari opportunità sul posto di lavoro e di opportunità di formazione e sviluppo professionale.

Nei paragrafi successivi sono riportati gli approfondimenti in relazione ai suddetti aspetti progettuali:

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A



4.1 La valutazione DNSH

La valutazione DNSH, riportata in Allegato al presente documento, è stata redatta ai sensi del *Regolamento (UE) 2021/241* - che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento - nel rispetto di quanto previsto Articolo 5 "Principi orizzontali", co.2 che riporta "2. Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo».

Obiettivo del suddetto documento è declinare tale principio allo specifico Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) del *Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia Lotto 2*, intervento che rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), fornendo gli elementi già presenti – e indicando una traccia per lo sviluppo di quelli afferenti alle successive fasi progettuali/realizzative - atti a dimostrare che il progetto contribuisce ad almeno uno degli obiettivi definiti nel Regolamento UE 2020/852 "Tassonomia" e che "non arreca un danno significativo" a nessuno degli altri obiettivi ambientali riportati all'art. 9 (Obiettivi ambientali):

- a) *la mitigazione dei cambiamenti climatici;*
- b) *l'adattamento ai cambiamenti climatici;*
- c) *l'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;*
- d) *la transizione verso un'economia circolare;*
- e) *la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento;*
- f) *la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi*

e che detto progetto è da ritenersi un'attività economica ecosostenibile in quanto conforme ai *Criteri di ecosostenibilità delle attività economiche* previsti nell'articolo 3⁴¹ del citato Regolamento UE 2020/852 per i

⁴¹ Art 3 Reg 852/2020 Criteri di ecosostenibilità delle attività economiche: al fine di stabilire il grado di ecosostenibilità di un investimento, un'attività economica è considerata ecosostenibile se: a) contribuisce in modo sostanziale al raggiungimento di uno o più degli obiettivi ambientali di cui all'articolo 9, in conformità degli articoli da 10 a 16; b) non arreca un danno significativo a nessuno degli obiettivi ambientali di cui all'articolo 9, in

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

cui approfondimenti si rimanda al documento “Valutazione DNSH” (cod. RR0P02R22RHSA000X001A riportata in Allegato al presente documento) per i criteri previsti alle *lett. a)*, *lett. b)* e *lett. d)* e al paragrafo 4.2 “La tutela dei diritti dei lavoratori” della presente Relazione di Sostenibilità (*garanzie minime di salvaguardia*) per il criterio previsto alla *lett. c)* del suddetto articolo.

Nello specifico il progetto fornisce un **contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici** in quanto attività a sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici per una percentuale pari al 100%, così come riportato nel seguente Stralcio dell’Allegato VI al Regolamento Europeo 241/2021 UE "Dimensioni e codici delle tipologie di intervento per il dispositivo per la ripresa e la resilienza"

Codice	Campo di Intervento	Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici	Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi ambientali
065	Linee ferroviarie di nuova costruzione o ristrutturate- rete globale TEN-T	100%	40%

Nello stesso documento “Valutazione DNSH” (allegato a questa relazione) sono, inoltre, illustrati gli esiti della valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità dell’infrastruttura condotta nel rispetto dei Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.14 (*Infrastrutture per il trasporto ferroviario*) dell’Allegato 1 al Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021 che integra il Regolamento 852/2020 UE per l’Obiettivo Mitigazione, a cui contribuisce il progetto, al fine di dimostrare l’applicabilità del criterio DNSH all’obiettivo ambientale “*Adattamento ai cambiamenti climatici*”, uno degli obiettivi ambientali di cui all’articolo 9 del Regolamento UE 2020/852 “Tassonomia”.

Nel processo di valutazione sono state altresì implementate le indicazioni fornite dal MEF con circolare n. 33⁴², del 13 ottobre 2022, con specifico oggetto “Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all’ambiente (DNSH)”.

Inoltre, quanto riportato nel documento “Valutazione DNSH” tiene conto della Autovalutazione effettuate dal Soggetto Attuatore/Amministrazione Centrale, nel mese di aprile 2021 all’atto della presentazione del PNRR Nazionale alla Comunità Europea, per l’investimento “1.7 Potenziamento, elettrificazione e aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud” a cui appartiene il progetto del *raddoppio Decimomannu-Villamassargia* (allegato 1 al documento “Valutazione DNSH”, cod. RR0P02R22RHSA000X001), richiamandone integralmente i contenuti generali ivi espressi.

Si riporta di seguito la sintesi di questo primo assessment riferito al complesso dell’investimento 1.7, che si ritiene applicabile anche all’infrastruttura in esame:

conformità dell’articolo 17; c) è svolta nel rispetto delle garanzie minime di salvaguardia previste all’articolo 18; d) è conforme ai criteri di vaglio tecnico fissati dalla Commissione ai sensi dell’articolo 10, paragrafo 3, dell’articolo 11, paragrafo 3, dell’articolo 12, paragrafo 2, dell’articolo 13, paragrafo 2, dell’articolo 14, paragrafo 2, o dell’articolo 15, paragrafo 2.

⁴²Disponibile al link https://www.rgs.mef.gov.it/VERSIONE-I/circolari/2022/circolare_n_33_2022/

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Obiettivi ambientali	Valutazione DNSH sintetica	Valutazione DNSH estesa
Mitigazione dei cambiamenti climatici	B	La misura risulta sostenere al 100% questo obiettivo
Adattamento ai cambiamenti climatici	B	La misura risulta sostenere al 100% questo obiettivo
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	A	La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo
Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclo dei rifiuti	B	La misura risulta sostenere al 100% questo obiettivo
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo	A	La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo
Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	A	La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo

Nei successivi sottoparagrafi si riporta una trattazione sintetica rispetto ai 6 obiettivi ambientali.

4.1.1 Mitigazione dei cambiamenti climatici

La mitigazione dei cambiamenti climatici rappresenta l'obiettivo sostenuto dal Progetto in maniera rilevante in quanto il Progetto in esame soddisfa il seguente Criterio di Vaglio:

" ii) un'infrastruttura a terra nuova o esistente e sottosistemi associati dove è prevista l'elettrificazione per quanto riguarda i binari di linea e, nella misura necessaria alla circolazione dei treni elettrici, dei binari di manovra, o dove l'infrastruttura sarà idonea a essere utilizzata da treni che presentano emissioni di CO₂ dallo scarico pari a zero entro 10 anni dall'inizio dell'attività: infrastrutture, energia, controllo-comando e segnalamento di bordo e controllo-comando e segnalamento a terra, come da definizione dell'allegato II, punto 2, della direttiva (UE) 2016/797".

Per il calcolo delle emissioni climalteranti derivanti dallo shift modale, lo studio è stato sviluppato in riferimento agli indicatori sviluppati nello Studio di Trasporto (RFI, 2023). L'analisi delle emissioni è stata effettuata per il periodo 2030 – 2060, commisurato alla vita utile economica del progetto, in linea con l'Analisi Costi Benefici relativa al Global Project "Raddoppio linea Decimomannu-Villamassargia ed Elettrificazione del bacino del Sulcis" (RFI, 2023) di cui il progetto in esame è parte.

Nell'ambito di tale valutazione sono state considerate le emissioni climalteranti evitate dall'esercizio dell'opera, legate allo shift modale (anni 2030-2060). In particolare, con riferimento alle emissioni evitate derivanti dalla riduzione del trasporto privato, la stima dei livelli delle diverse tipologie di emissioni è stata condotta attraverso l'uso dei parametri che prendono in considerazione le caratteristiche e l'evoluzione del parco circolante di veicoli (i.e. tipo di veicolo, tipo di alimentazione). Le emissioni medie, in termini di CO₂eq (g/veicoli*km), sono state moltiplicate per le variazioni, stimate in diminuzione, dei veicoli*km su strada, determinando pertanto le emissioni climalteranti totali annue evitabili grazie alla realizzazione del progetto e alla conseguente diversione modale dalla strada alla ferrovia, in relazione all'intero periodo di analisi (per dettagli si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale, Cod. RR0P02R22RGSA0001001A).

Un ulteriore beneficio derivante dalla realizzazione del programma di investimento risiede nell'elettrificazione del bacino del Sulcis. Tali benefici si traducono in una riduzione di CO₂eq grazie al cambio

 ITAFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

di trazione ferroviaria (da diesel ad elettrica) e sono stati calcolati tramite l'utilizzo del consumo di combustibile relativo al materiale rotabile e dei coefficienti di conversione specifici. Per la stima delle emissioni incrementalmente derivanti dall'aumento dei treni*km, si è fatto uso del consumo energetico relativo al materiale rotabile e dei coefficienti di conversione specifici (per dettagli si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale, Cod. RR0P02R22RGSA0001001A).

In sintesi, è possibile affermare che l'opera analizzata partecipa al raggiungimento dell'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050 secondo il Green Deal europeo in quanto, come tassello chiave degli interventi analizzati nel Global Project, partecipa alla riduzione delle emissioni climalteranti nel periodo 2030-2060 di un cumulo di oltre 200.000t CO₂eq.

Infine, le scelte progettuali riferite alla fase di realizzazione mirano a ridurre anche la Carbon Footprint in fase di cantiere.

FOCUS: La Carbon Footprint in fase di cantiere

Al fine di stimare la Carbon Footprint⁴³ correlata alla fase di realizzazione del Progetto "Decimomannu Villamassargia Lotto 2" è stata applicata la metodologia sviluppata da Italferr in conformità alla Norma UNI EN ISO 14064:2019 certificata da Organismo Terzo che consente di calcolare le emissioni di CO_{2e} correlate alla specifica opera infrastrutturale.

La metodologia prevede la predisposizione di un "Inventario" delle emissioni di GHG, attraverso il quale è possibile determinare l'impronta climatica di un'opera infrastrutturale, ossia calcolare la quantità di gas ad effetto serra prodotta nella realizzazione della stessa.

Il perimetro della Metodologia comprende:

- l'estrazione delle materie prime e la produzione industriale,
- i trasporti dei materiali fino al cantiere,
- le lavorazioni svolte in cantiere per la realizzazione delle opere.

Le sorgenti di GHG prese in esame sono le seguenti:

Fasi	Classi di emissione	Sorgenti di CO _{2e}
Estrazione delle materie prime (preproduzione) e produzione industriale	Emissioni originate dalla produzione dei singoli materiali nel ciclo lavorativo presso la fabbrica/ impianto/ cava e dalla loro messa a disposizione sul mercato	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai macchinari, dalle attrezzature e dai mezzi
Trasporto dei materiali	Emissioni generate dal trasporto dei materiali fino al cantiere, o dal cantiere a cave e discariche	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai mezzi di trasporto (autocarri, locomotori, ecc.)
Realizzazione delle opere	Emissioni generate in cantiere nella fase di realizzazione delle opere (movimento terre, mezzi di cantiere, ecc.)	Processi di combustione e di consumo di energia elettrica richiesti dai macchinari e dalle attrezzature utilizzati in cantiere

Sorgenti di GHG. Fonte: Elaborazione Italferr

Tipologie di emissione

⁴³ La Carbon Footprint è una misura che esprime in CO₂ equivalente (CO_{2e}) il totale delle emissioni di gas ad effetto serra associate direttamente o indirettamente ad un prodotto, un'organizzazione o un servizio. La norma UNI ISO 14064-1 prevede l'applicazione di criteri, riconosciuti dalla comunità scientifica, che permettono di quantificare e rendicontare i GHG ("Greenhouse gases") in modo affidabile e condiviso a livello internazionale.

Le emissioni originate dalle sorgenti di CO_{2e} sono classificate secondo le tipologie indicate dalla Norma UNI EN ISO 14064-1:2019 (par. 5.2):

1. **Emissioni dirette di GHG:** provenienti dal processo di combustione di carburanti per lo svolgimento delle lavorazioni (es. autogrù, pala gommata, escavatore, autocarri, ecc.) e per i trasporti di materiali (autocarro, autobetoniera, ecc.) con l'esclusione di tutte le emissioni upstream associate al trasporto di combustibile rendicontate nella categoria 3. A questa categoria appartengono:

- a) *le emissioni originate dal trasporto materiali*
- b) *le emissioni originate dalle attività operative svolte in cantiere*

Le emissioni dirette di GHG sono quantificate e suddivise evidenziando l'apporto di ciascun gas facente parte del processo di definizione GHG in tonnellate di CO_{2e}, come definito nella UNI ISO 14064-1. Si evidenzia che la quantificazione separata dei GHG riguarda i gas CO₂, CH₄ e N₂O, in quanto le sorgenti delle emissioni dirette non prevedono emissioni degli altri gas costituenti i GHG (es. SF₆, NF₃, etc.).

2. **Emissioni indirette di GHG per consumo energetico:** derivanti dal consumo di elettricità per le attività di seguito riportate:

- a) *emissioni originate dalle attività operative svolte in cantiere*

3. **Emissioni indirette di GHG derivanti dal trasporto di combustibile:** emissioni upstream derivanti dalla produzione e dal trasporto / distribuzione del carburante. Sono pertanto suddivise in:

- a) *emissioni originate dal trasporto materiali*
- b) *emissioni originate dalle attività operative svolte in cantiere*

4. **Emissioni indirette di GHG derivanti dai materiali da costruzione:** derivanti dalle attività per l'estrazione e la produzione dei materiali e dei semilavorati (generate in cava, nelle fabbriche, negli impianti di produzione di acciai, di cls, di conglomerati bituminosi, di prefabbricati, etc.). A questa tipologia appartiene la seguente classe:

- a) *emissioni originate da produzione dei materiali da costruzione*

Determinazione dei fattori di emissione di CO_{2e}

I fattori di emissione indicano le quantità di CO_{2e} generate singolarmente dalle "fonti di emissione", come ad esempio la quantità di CO_{2e} per unità di peso di materiale da costruzione, la quantità di CO_{2e} per unità di volume di carburante, e così via. Tali fattori sono reperiti da fonti ufficiali o riconosciute dalle comunità scientifiche, quali: università, enti pubblici, ministeri, o da banche dati fornite da enti privati.

Di seguito si elencano le principali fonti da cui è possibile attingere per definire i fattori di emissione da considerare nel calcolo dell'impronta climatica:

Fonte	Dati disponibili per la definizione dei fattori di emissione
SINANET - ISPRA	"Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia"
	"Fattori di emissione per le sorgenti di combustione stazionarie in Italia"
Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare	"Tabella parametri standard nazionali"
GHG Protocol – IPCC	Global Warming Potential Values

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

EcolInvent	Banca dati per fattori di emissione dei materiali
Dichiarazioni ambientali di prodotto	Fattori di emissione derivati da dichiarazioni ambientali di prodotto pubblicate dai singoli produttori

Tabella 1 - Principali fonti per calcolo impronta climatica

Calcolo delle emissioni di CO_{2e}

Il calcolo delle emissioni di CO_{2e} prevede l'applicazione del seguente algoritmo:

$$\sum_{i=1}^n Q_i \times FE_i$$

dove:

- i: perimetro di applicazione della metodologia;
- Q_i: quantità di energia o materiale attribuita alla specifica fonte di emissione (litri di combustibile, tonnellate di acciaio, ecc.)
- FE_i: fattore di emissione associato alla specifica fonte (es. tCO_{2e} per tonnellata di materiale, tCO_{2e} per litro di carburante, ecc.)

La Carbon Footprint in fase di cantiere

L'applicazione della Metodologia sopra descritta al Progetto ha consentito di stimare le emissioni di CO_{2e} correlate alla fase di realizzazione. Considerando il contributo dei trasporti, dei materiali e dalle lavorazioni in cantiere, le **emissioni dirette di CO_{2e}** risultano essere pari a circa **14.347 t**. Considerando la durata prevista dei lavori di costruzione in 550 gnc, le emissioni dirette annue di CO_{2e} risultano pari a circa **7.000 t**.

Per meglio comprendere il significato di tale risultato è stato analizzato lo scenario emissivo nel contesto territoriale di riferimento. Nello specifico, nel Report del 2022 "La corsa delle Regioni verso la neutralità climatica" pubblicato da Italy for climate (I4C), iniziativa della *Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile*, il censimento delle sorgenti emissive del territorio italiano per l'anno 2020 (dato più recente ad oggi disponibile) riporta per la Regione Sardegna, presa cautelativamente a riferimento, una emissione complessiva pari a **14.400.000 tCO_{2e}**.⁴⁴

È evidente, pertanto, che il contributo alle emissioni annuali di CO_{2e} derivanti dalle attività di trasporto e lavorazione del cantiere del Progetto in questione è trascurabile rispetto allo scenario emissivo di riferimento, risultando **inferiore al 1%**.

In sintesi, la stima delle emissioni dirette correlate alla fase di realizzazione correlata al "Raddoppio Decimomannu Villamassargia Lotto 2" evidenzia un impatto limitato nel tempo e trascurabile rispetto alle emissioni correlate al contesto territoriale di riferimento. Tale scenario emissivo della fase di cantiere risulta inoltre necessario per poter raggiungere benefici di lungo periodo che contribuiranno concretamente alla strategia globale di decarbonizzazione durante l'intera vita utile dell'infrastruttura.

Infine, per la fase di gara/affidamento sono previste specifiche contrattuali volte a garantire che l'Appaltatore metta in atto iniziative specifiche per la riduzione dell'impronta di carbonio della fase di cantiere (quali ad

⁴⁴ Elaborazioni I4C su dati Ispra ed Istat (2020)

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

esempio impiego di mezzi di servizio elettrici, mezzi d’opera ad alta efficienza motoristica, fornitura elettrica da fonti rinnovabili, ecc.) definendo target ed obiettivi di riferimento nell’ambito del Sistema di Gestione Ambientale previsto contrattualmente.

4.1.2 Adattamento ai cambiamenti climatici

Il Progetto non arreca un danno significativo all’obiettivo Adattamento ai cambiamenti climatici in quanto risulta applicabile il relativo criterio di vaglio.

In particolare, è stata condotta un’analisi di Resilienza e Vulnerabilità ai Cambiamenti climatici (per dettagli si rimanda all’allegato 2 della “Valutazione DNSH”) in cui sono descritti gli scenari di cambiamento climatico più recenti, derivanti dagli studi dell’IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), un’analisi climatica storica sull’area in esame, una stima delle possibili variazioni climatiche future ed un’analisi sui possibili effetti indotti dal clima e sulle eventuali attività da intraprendere per fronteggiarli.

FOCUS: Analisi di resilienza ai cambiamenti climatici

Al fine di ottemperare a quanto specificato dagli articoli 10 e 11 del Regolamento UE 852/2020, in termini di contributo sostanziale alla mitigazione e all’adattamento ai cambiamenti climatici, e garantire il perseguimento degli obiettivi ambientali (art. 9 852/2020 UE), si è proceduto all’analisi dei fattori potenzialmente connessi alla tematica in questione per il progetto del raddoppio Decimomannu-Villamassargia (per il dettaglio vedasi la relazione generale della valutazione DNSH al paragrafo 7.1.2 ed in Allegato 2 al documento con cod. RR0P02R22RHS000X001A).

Nello specifico è stata effettuata una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità, in ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.14 (Infrastrutture per il trasporto ferroviario) nell’Allegato I al Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021, al fine di dimostrare l’applicabilità del criterio DNSH all’obiettivo ambientale “Adattamento ai cambiamenti climatici”.

Tale valutazione ottempera anche il criterio di verifica ex ante indicato per l’obiettivo nella scheda 23 della Circolare n. 33, del 13 ottobre 2022, del Ministero dell’Economia e delle Finanze avente ad oggetto “Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all’ambiente (DNSH)”.

Per effettuare tale valutazione si è partiti dall’analisi dei dati storici osservati in termini di precipitazione e temperatura registrate dalla stazione meteorologica di Decimomannu, appartenente alla rete di telemisura SCIA.

Successivamente è stato analizzato il cambiamento climatico atteso, utilizzando proiezioni climatiche considerando uno scenario temporale pari a 30 anni, il cui primo effetto misurabile è sicuramente l’innalzamento della temperatura, conseguenza diretta della forzante radiativa che tende ad aumentare in funzione dell’aumento delle emissioni di gas climalteranti cui consegue il ben noto effetto serra.

Nello specifico è stata effettuata una stima degli effetti del cambiamento climatico sul territorio nazionale e sull’area in oggetto procedendo all’identificazione delle aree climatiche omogenee nazionali per anomalie ed infine sono stati riassunti i dati previsionali - fonte CMCC - relativi alla porzione di territorio in cui la infrastruttura si inserisce.

Successivamente, in accordo con framework metodologico indicato nel V Report IPCC (AR5, 2014, riconfermato nel AR6 2022 [link al report WGII 2022](#)) e nel rispetto di quanto riportato negli “*Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027* - Brussels, 16.9.2021 2021/C 373/01”, è stata sviluppata una procedura finalizzata all’analisi della vulnerabilità climatica e, ove necessario, all’analisi del rischio connesso al clima ed ai cambiamenti climatici.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

La valutazione della vulnerabilità al clima attuale è stata sviluppata in funzione dei fattori sensitività e capacità di adattamento per alcuni asset di progetto sottoposti ai probabili pericoli climatici fisici (hazard) che si ritiene possano influenzare l'andamento dell'attività economica durante il ciclo di vita previsto. Tali pericoli sono stati declinati in funzione dei fattori climatici riportati nella sezione II della appendice A dell'Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione.

La valutazione del rischio è stata effettuata per le sole casistiche hazard/asset per le quali l'analisi di vulnerabilità ha restituito un esito uguale o superiore a "medio" e/o esposizione non nulla.

Per stimare la Vulnerabilità in funzione della proiezione climatica attesa nel territorio in esame si è fatto riferimento agli indicatori climatici derivanti dagli studi effettuati dal CMCC e contenuti nel PNACC (Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici⁴⁵) e dalle valutazioni ivi contenute relativamente alla stima della evoluzione degli scenari meteo-climatici. Successivamente è stata ripercorsa la procedura di valutazione già illustrata.

In ultimo è stata effettuata una valutazione qualitativa degli impatti connessi ai pericoli climatici applicabili, articolata per fattori meteo-climatici (temperatura, vento, acque, massa solida), ed è stata effettuata una valutazione della vulnerabilità e delle soluzioni di adattamento previste.

Nella fattispecie, tenuto conto di elementi previsti sia dalla progettazione sviluppata che dalle Procedure/istruzioni operative in uso presso il gestore dell'infrastruttura ferroviaria finalizzate a conservare le corrette condizioni di operatività, e che si prestano ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici, l'analisi condotta non ha rilevato profili di criticità per l'opera.

Inoltre, sono state previste azioni di adattamento al clima attuale e futuro individuate nello Studio di Impatto Ambientale (Cod. RR0P02R22RGSA0001001A) per lo specifico progetto con l'obiettivo di salvaguardare e potenziare la resilienza dell'infrastruttura ferroviaria agli effetti dei cambiamenti climatici.

FOCUS: Azioni progettuali per l'adattamento ai cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici potrebbero indurre, direttamente o indirettamente, conseguenze più o meno gravi e serie sugli ecosistemi e sulla nostra società, non senza risparmiare le infrastrutture stradali e ferroviarie. A tal riguardo, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATM ora MITE), coerentemente con lo sviluppo della tematica "Climate Change" a livello comunitario (da parte dell'International Panel on Climate Change - IPCC e dell'European Environmental Agency - EEA), ha redatto alcuni documenti strategici di carattere settoriale, come la "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici", in cui sono individuati indirizzi specifici da attuare (anche solo in parte), al fine di:

- ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici;
- proteggere la salute e il benessere e i beni della popolazione;
- preservare il patrimonio naturale;
- mantenere o migliorare la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici;
- trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche.

⁴⁵ <https://www.mite.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici>

Per ognuno degli indirizzi selezionati sono specificate le corrispondenti azioni, studi e/o opere previste nel PFTE in esame atte ad incrementare e preservare la resilienza dell’infrastruttura ferroviaria agli effetti dei cambiamenti climatici in futuro.

Di seguito si riportano le azioni soft, verdi e grigie individuate nello Studio di Impatto Ambientale per lo specifico Progetto⁴⁶:

	Azione prevista nella SNAC	Applicazione nel PFTE in esame
Azioni di tipo non strutturale o “soft” ⁴⁷	Studi e approfondimenti, anche ad integrazione degli studi di impatto ambientale (VIA e VAS), che forniscono elementi di riferimento ad eventuali opere di adattamento	Studio idraulico numerico bidimensionale (2D) dei corsi d’acqua maggiori Riu Gora Perdosu e Riu Spinosu e studio idraulico numerico secondo modello monodimensionale (1D) dei corsi d’acqua minori, funzionali alla verifica di compatibilità idraulica della tratta ferroviaria oggetto di intervento di raddoppio: approfondimento sulle attuali condizioni di deflusso per l’identificazione delle aree vulnerabili (a pericolosità/rischio idraulico) e la successiva definizione delle eventuali misure per l’adattamento all’incremento del rischio di inondazione.
	Indagini ad alta risoluzione per individuare le zone più vulnerabili alle inondazioni e alla siccità	Acquisizione di dati topografici ad alta risoluzione lungo l’intera tratta oggetto di intervento (i.e. Lidar DTM con risoluzione 1m x 1m fornito da Ministero dell’Ambiente e da Regione Sardegna; rilievo Lidar con risoluzione 50 punti a m2 eseguito da Italferr (2022), rilievi celerimetrici delle aree di intervento e rilievi batimetrici in alveo) ai fini di una migliore individuazione delle zone più vulnerabili alle inondazioni o a rischio idraulico/geomorfologico.
	Censimento delle situazioni di criticità della rete fluviale, con particolare riguardo a restringimenti e tombinature	Individuazione, mediante simulazioni numeriche idrauliche delle condizioni di deflusso esistenti (nella configurazione attuale/ante operam), delle opere di attraversamento idraulicamente insufficienti eventualmente presenti sulla linea ferroviaria storica; tra queste, ad esempio i manufatti/tombini esistenti alle progr. 2+065.30, 2+935.00, 3+470.90, 5+158.90 (della linea ferroviaria in progetto). Per tali manufatti è prevista la demolizione/dismissione e la sostituzione con nuove opere (tombini idraulici) ad essi adiacenti.
	Attuazione delle norme in materia di invarianza idraulica e idrologica	È stata condotta un’ampia rassegna delle normative e dei regolamenti attualmente in vigore nella Regione Sardegna sul tema “invarianza idraulica”, individuando e definendo i criteri da applicare nel dimensionamento delle reti di drenaggio delle acque meteoriche provenienti dal dilavamento della piattaforma ferroviaria e/o stradale. Il relativo dimensionamento di dettaglio sarà effettuato nella successiva fase progettuale, ma sono state già individuate le soluzioni che

⁴⁶ Per dettagli su quanto riportato nel presente paragrafo si rimanda al documento “Studio di impatto ambientale” (Cod. RR0P02R22RGSAA0001001A).

⁴⁷ Le “misure soft o leggere” implicano approcci gestionali, giuridici e politici.

		favoriranno i fenomeni di invaso superficiale tali da laminare le portate afferenti (rif. RR0P02R09RHID0002001).
	Raccogliere e divulgare le informazioni disponibili sui cambiamenti climatici	<p>È stato condotto uno studio preliminare sugli effetti dei cambiamenti climatici sulle precipitazioni, a partire dai dati e dalle informazioni messe a disposizione da ISPRA.</p> <p>Nello specifico, per l'area di intervento, sono state analizzate le proiezioni di precipitazione cumulata annuale fino al 2070 di differenti modelli meteo-climatici (fonte: IPCC). Sono stati quindi individuati i valori di variazione di precipitazione massima giornaliera (rispetto al valore medio nel periodo climatologico di riferimento 1971-2000). Tali incrementi attesi di precipitazione sono stati presi in considerazione ai fini della valutazione delle variazioni (o incrementi) di portata afferente alle opere di attraversamento fluviale in progetto. In particolare, per queste opere sono state sviluppate (sulla base di tali analisi preliminari) ulteriori verifiche idrauliche finalizzate alla valutazione dell'adeguatezza dei manufatti previsti in progetto nei confronti anche di eventuali variazioni (o incrementi) delle precipitazioni per effetto dei cambiamenti climatici in atto e/o futuri (rif. RR0P02R09RIID0001001, RR0P02R09RIID0002001).</p>
	Definizione di piani di monitoraggio del suolo e del territorio per la definizione di fattori di vulnerabilità del territorio, indicatori di stato a scala locale e integrati (ambientali, sociali ed economici); la valutazione del contesto, la valutazione preventiva del rischio legato ai fattori di vulnerabilità con conseguente valutazione degli effetti diretti ed indiretti; il monitoraggio dei risultati delle azioni di adattamento attraverso l'uso di indicatori sensibili	<p>In ragione dei fattori di specificità del contesto localizzativo dell'opera in progetto, nonché del quadro delle opere e delle lavorazioni previste, il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) (rif. RR0P0222RGMA0000001A) è stato sviluppato rispetto ai fattori ambientali atmosfera, acque superficiali e sotterranee, suolo e sottosuolo, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi, rumore e sistema paesaggistico.</p> <p>Lo scopo del PMA è quello di avere dei valori reali di riferimento A.O., C.O. e P.O per la valutazione reale dei parametri monitorati e grazie ai quali controllare l'impatto della costruzione dell'opera al fine di prevenirne alterazioni ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.</p> <p>In merito ai punti di monitoraggio individuati, nello specifico, per quanto concerne il fattore Atmosfera sono stati previsti due punti di monitoraggio dei quali uno del tipo "non influenzato".</p> <p>Relativamente alle acque superficiali sono state previste due coppie di punti di monitoraggio, disposte secondo il criterio monte valle e localizzate in corrispondenza delle opere di attraversamento IN03 ed IN06.</p> <p>Per quanto attiene alle acque sotterranee, è prevista una coppia di punti, localizzati secondo il criterio monte valle rispetto alla direzione di deflusso della falda e localizzati in corrispondenza dell'unica opera d'arte principale per la quale siano previste fondazioni indirette.</p>

		<p>Per il suolo e sottosuolo sono previsti tre punti di monitoraggio, localizzati in corrispondenza del campo base, del cantiere operativo, nonché delle aree di stoccaggio e del deposito temporaneo.</p> <p>Relativamente agli aspetti vegetazionali, sono complessivamente previsti cinque punti, dei quali uno finalizzato all’analisi ed al rilievo fitosociologico, un altro al monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere, nonché tre a quello dello stato di vigore vegetativo delle specie vegetali messe a dimora; per quanto nello specifico concerne detta ultima tipologia di punti si precisa che la loro localizzazione è stata operata in modo tale da riguardare i diversi moduli nei quali si articolano gli interventi a verde.</p> <p>In merito al fattore di pressione rumore, è stato previsto un punto di misura per il monitoraggio dei livelli acustici generati dalle attività svolte nelle aree di cantiere, localizzato in corrispondenza dell’unico ricettore abitativo contemporaneamente posto in prossimità di un’area di cantiere fisso (nello specifico AT.04) e del fronte avanzamento lavori.</p> <p>In ultimo, relativamente al sistema paesaggistico è stato previsto un punto di monitoraggio, la cui scelta è stata operata in modo tale da riguardare, contemporaneamente, l’unica opera d’arte principale in progetto ed uno dei pochi tratti in cui l’opera in progetto insiste su un’area soggetta a vincolo paesaggistico. Si evidenzia che il punto prescelto è il medesimo rispetto al quale è stato sviluppato il fotoinserimento riportato all’interno della Relazione paesaggistica (RR0P02R22RGIM0002001), così da poter aver immediato riscontro delle eventuali differenti intercorrenti con gli esiti ai quali condurrà la realizzazione dell’opera in progetto (nello specifico, cavalcaferrovia IV.01).</p>
	<p>Monitorare gli indicatori ambientali di trasformazione confrontandoli con valori ottenuti per siti di riferimento</p>	<p>Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (rif. RR0P02R22RGMA0000001A) è stato sviluppato sulle componenti ambientali atmosfera, acque superficiali e sotterranee, suolo e sottosuolo, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi, rumore e sistema paesaggistico.</p> <p>Per ciascuno dei fattori ambientali sopra riportati, il monitoraggio è articolato nelle fasi ante operam, corso d’opera e post operam, in relazione agli aspetti di specificità propri delle attività di monitoraggio connesse a detti fattori.</p> <p>Nello specifico, anche con riferimento alle tipologie di punti di monitoraggio previsti, è stata prevista la seguente articolazione temporale delle attività:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoraggio nelle fasi ante operam / corso d’opera, per quanto concerne:

		<ul style="list-style-type: none"> - Atmosfera - Rumore (tipologia di punti di monitoraggio RUC - Livelli acustici generati dalle attività svolte nelle aree di cantiere) • Monitoraggio nelle fasi ante operam / corso d’opera / post operam, per quanto concerne: <ul style="list-style-type: none"> - Acque superficiali - Acque sotterranee - Vegetazione - Sistema paesaggistico • Monitoraggio nelle fasi ante operam / post operam, per quanto concerne: <ul style="list-style-type: none"> - Suolo e sottosuolo <p>Per quanto riguarda la scelta dei parametri, il Progetto di monitoraggio ambientale è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale ed in conformità delle “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163” (norme tecniche di attuazione dell’allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007” predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente fattore ambientale: Ambiente idrico REV.1 del 17/06/2015”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale:</p>
--	--	--

		Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015”
	Elaborazione di un sistema di diffusione e condivisione delle informazioni a livello nazionale	<p>Italferr ha realizzato e gestisce una banca dati ambientale denominata SIGMAP, che attraverso un portale web GIS, consente la centralizzazione, l'archiviazione, l'analisi e il download sia dei dati territoriali geografici che di quelli cartografici, per la Progettazione, al Monitoraggio e alle Bonifiche. I dati sono resi disponibili al pubblico e agli Enti attraverso siti divulgativi progettati e realizzati all’uopo.</p> <p>Grazie a questo strumento è possibile diffondere e condividere le informazioni sullo stato di qualità ambientale del territorio interessato dalle attività di costruzione, di monitoraggio eseguite nelle fasi ante operam, corso d'opera e post operam, le opere di mitigazione ambientale e compensative correlate.</p>
	Coordinare le azioni che possono avere incidenza sui paesaggi	<p>È stata condotta l’analisi del paesaggio (rif. Relazione Paesaggistica RR0P02R22RGIM0002001) anche con riferimento alla modifica delle visuali significative.</p> <p>Sono stati individuati gli elementi morfologici, antropici ed ambientali che concorrono alla costruzione della struttura del paesaggio ed è stato accuratamente valutato l’inserimento dell’infrastruttura nel territorio.</p>
	Tutela delle aree di pregio paesaggistico e di interesse conservazionistico, da attuare sia attraverso gli strumenti di gestione della Rete Natura 2000 che con le azioni previste, ad esempio, dalla nuova PAC	<p>È stato caratterizzato il corridoio di progetto sotto il profilo paesaggistico e di interesse conservazionistico.</p> <p>Le opere in progetto non interessano il sistema della Rete Natura 2000 e delle aree naturali protette, Le opere in progetto interessano il sistema dei vincoli paesaggistici e pertanto è stata elaborata la Relazione Paesaggistica RR0P02R22RGIM0002001).</p>
	Gestione del territorio tesa a ridurre al minimo fisiologico la perdita di habitat e specie	<p>Il corretto contesto territoriale di inserimento dell’infrastruttura è stato ottenuto attraverso l’analisi delle alternative progettuali volte a minimizzare il consumo di suolo (rif. RR0P02R14RGIF0000001 - Analisi delle alternative di progetto RR0P00F16RGEF0005001 - Analisi Multicriteria).</p> <p>Inoltre, è stato sviluppato il progetto delle opere a verde (rif. RR0P02R22RGIA0000001A) con lo scopo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - implementare a livello locale la biodiversità, in coerenza con il sistema della vegetazione potenziale; - innescare e sostenere i processi naturali di riedificazione ambientale a scala locale; - migliorare, per quanto possibile, il livello di qualità del paesaggio percepito nello spazio prossimo e pertinente

		<p>l'infrastruttura ferroviaria e delle opere civili a corollario e l'inserimento paesaggistico.</p> <p>A seguito degli interventi di progetto, nel medio periodo, si attende una progressiva evoluzione delle formazioni vegetali grazie alla colonizzazione di specie autoctone insediate stabilmente nel territorio interessato dal progetto.</p>
	<p>Approfondire le conoscenze sugli indicatori di integrità ecosistemica e sui servizi ecosistemici associati alle diverse tipologie di copertura/uso del suolo; rafforzare le conoscenze e la sorveglianza sulla stabilità e resistenza degli ecosistemi terrestri e valutare quantitativamente eventuali variazioni nella loro capacità di fornire servizi ecosistemici</p>	<p>Il progetto relativo alle opere a verde (rif. RR0P02R22RGIA0000001) è stato sviluppato secondo i principi di coerenza con le caratteristiche fitoclimatiche del contesto analizzato, nel rispetto della compatibilità ecologica con i caratteri stagionali (clima, substrato, morfologia, ecc.) dell'area di intervento, aumentandone la biodiversità.</p> <p>Muovendo da questo presupposto, il Progetto di monitoraggio ambientale prevede tre punti di misura, volti a verificare la correttezza e l'efficacia degli impianti con finalità di mitigazione paesaggistico-ambientale, mediante il rilevamento di una serie di parametri e/o caratteri significativi (e.g. parametri morfometrici, quali altezza, diametro del fusto e dimensioni della chioma degli individui arborei e/o arbustivi, grado di copertura e altezza del manto erboso, nonché eventuali segni di sofferenza a carico delle parti verdi come ingiallimento o perdita delle foglie).</p> <p>Per quanto concerne il fattore suolo, il monitoraggio ambientale è finalizzato a verificare la conservazione delle caratteristiche del suolo agrario a valle dello smantellamento delle aree di cantiere fisso al termine delle lavorazioni, con particolare riferimento a quelle per le quali è prevista la realizzazione di superfici pavimentate.</p> <p>In tal senso, il Progetto di monitoraggio ambientale (rif. RR0P02R22RGMA0000001A) prevede tre punti di monitoraggio, localizzati nello specifico in corrispondenza del campo base CB.01, del cantiere operativo CO.01, delle aree di stoccaggio AS.01 ed AS.02 e del deposito temporaneo DT.01, in corrispondenza delle quali saranno svolte analisi sul terreno in fase ante operam e sui suoli ripristinati in fase post operam.</p>
	<p>Raccogliere e divulgare le informazioni disponibili sui cambiamenti climatici</p>	<p>Il progetto è corredato da un set di elaborati atti a esplicitare in modo semplice e strutturato i parametri che hanno fatto parte dello sviluppo del progetto in relazione ai cambiamenti climatici e i benefici che l'opera avrà sui territori interessati.</p> <p>Sia nelle sezioni dedicate all'interno dello Studio di Impatto Ambientale che negli approfondimenti dello Studio di sostenibilità nonché nelle fasi di dibattito pubblico, il Proponente ha la possibilità/opportunità di divulgare a diversi stakeholder le informazioni raccolte e utilizzate in fase di progettazione.</p>

Azioni basate su un approccio ecosistemico o "verdi" ⁴⁸	Mantenimento di aree naturali (zone agricole, umide, laghi) dove permettere l'esondazione dei fiumi e l'allagamento dovuto alle piogge intense	In corrispondenza di aree scolanti intercluse tra ferrovia e viabilità locali sono stati previsti manufatti di trasparenza idraulica e/o di drenaggio, nei tratti in rilevato, al fine di garantire la massima trasparenza idraulica dell'infrastruttura e mantenere inalterate le aree naturali di scolo/drenaggio. È il caso dei nuovi tombini/manufatti denominati IN01 (progr. 0+833.40) e IN01bis (progr. 0+472.00).
	Interventi non invasivi sui corsi d'acqua, anche basati sui principi dell'ingegneria naturalistica e della pratica sostenibile di uso del suolo, finalizzati a prevenire e mitigare gli effetti degli eventi estremi	Opere di sistemazione idraulica sui corsi d'acqua minori attraversati dalla linea FS in progetto: interventi di regolarizzazione delle sezioni di deflusso e protezione delle sponde e del fondo alveo (basati sui principi dell'ingegneria naturalistica) con massi sciolti o intasati con calcestruzzo/malta, atti a inibire eventuali fenomeni di erosione e a mantenere/migliorare le attuali condizioni di deflusso. Nello specifico, si prevedono opere di sistemazione spondale e del fondo alveo in corrispondenza dei manufatti in progetto IN03, NI01, IN04, NI02, IN05, IN07, nonché lungo le nuove inalveazioni denominate IN02 e IN06 (rif. RR0P02R09PZID0002001-6A).
	Mantenimento di corridoi e cinture verdi	Il Progetto delle opere a verde (rif. RR0P02R22RGIA0000001) viene sviluppato con l'obiettivo di favorire l'inserimento paesaggistico delle opere civili previste. In particolare, si evidenzia che la collocazione delle essenze è stata delineata in funzione delle caratteristiche vegetazionali dell'area di intervento e dei vincoli di natura tecnica imposti dal progetto. L'intervento di rinaturalizzazione è mirato a migliorare la qualità paesistica e percettiva dell'ambito che, allo stato attuale, è esclusivamente caratterizzato dalla presenza di aree impermeabilizzate, asfaltate e residuali.
	Mantenimento di corridoi e cinture verdi	Il tracciato di progetto è stato sviluppato in affiancamento alla linea dal lato ad uso prevalentemente agricolo consentendo di mantenere i corridoi verdi esistenti.
Azioni di tipo infrastrutturale e tecnologico o "grigie" ⁴⁹	Assegnare un'adeguata priorità alla manutenzione delle strade ferrate, e alla verifica e adeguamento dei franchi liberi dei ponti ferroviari su fiumi a mutato regime idraulico	Progettazione delle opere di attraversamento con franco idraulico elevato (rispetto alla piena di riferimento), molto superiore a quello minimo richiesto dalla normativa vigente (i.e. 1.5 m, NTC2018), o con grado di riempimento molto inferiore a quella massimo previsto dalla normativa vigente (i.e. 66%, NTC 2018 e Manuale di Progettazione ferroviaria), in considerazione di eventuali fenomeni di trasporto solido al fondo (i.e. deposizione/interrimento) e/o di materiale galleggiante di rilevanti dimensioni. È il caso dei nuovi

⁴⁸ Le "misure verdi o ecosistemiche" includono approcci basati sugli ecosistemi.

⁴⁹ Le "misure grigie o strutturali" prevedono soluzioni tecnologiche e ingegneristiche.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

		<p>manufatti idraulici minori (o tombini, ferroviari e stradali), il cui grado di riempimento si attesta a valori inferiori o uguali al 50% (rif. RR0P02R09RIID0002001A).</p>
	<p>Controllo degli inquinanti che raggiungono gli acquiferi con riferimento alle sostanze tossiche al fine di preservare l'integrità e la funzionalità degli ecosistemi terrestri ad essi connessi</p>	<p>Assunto che il contesto di localizzazione dell'opera in progetto presenta una modesta articolazione del reticolo idrografico, il Progetto di monitoraggio ambientale (rif. RR0P02R22RGMA0000001A) ha previsto due coppie di punti di monitoraggio delle acque superficiali, localizzati in corrispondenza dei corsi d'acqua tributari del Riu Gora Perdosu e Riu Spinosu, connotati dagli interventi progettuali più rilevanti, nello specifico rappresentati dal manufatto di attraversamento IN.03 e dalla inalveazione e manufatto di attraversamento IN06-IN05.</p> <p>Per quanto riguarda le acque sotterranee, il citato Progetto di monitoraggio ambientale ha previsto una coppia di punti localizzati in corrispondenza dell'unica opera d'arte principale (IV.01) per la quale siano previste fondazioni indirette (per le sole spalle del cavalcaferrovia IV.01 sono previsti pozzi di fondazione, di altezza massima pari a 6,30m, costituiti da coronelle rettangolari di pali D800 con interasse 1m, e, al di sopra, il plinto di fondazione).</p> <p>I punti in questione sono stati localizzati secondo il criterio monte – valle rispetto alla direzione di deflusso della falda.</p> <p>Per quanto riguarda le attività di monitoraggio delle acque superficiali e delle acque sotterranee, queste saranno condotte nelle fasi ante operam / corso d'opera / post operam.</p>
	<p>Eliminazione delle situazioni di criticità della rete (restringimenti, tombinature)</p>	<p>Realizzazione di nuove opere di attraversamento sulla linea ferroviaria esistente (nel caso specifico, oggetto di raddoppio), in sostituzione di quelle attuali, idraulicamente insufficienti; tra queste, i nuovi manufatti idraulici alle progr. 2+065.30 (IN03, NI01), 2+935.00 (IN04, NI02), 3+470.90 (IN05), 5+158.90 (IN07).</p>
<p><i>Azioni soft, grigie e verdi. Fonte: Studio di impatto Ambientale</i></p>		

4.1.3 Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine

Il prevedibile impatto dell'attività sostenuta dalla misura su quest'obiettivo ambientale è trascurabile, in considerazione degli effetti diretti e degli effetti indiretti primari nel corso del ciclo di vita. Non sono stati rilevati rischi di degrado ambientale connessi alla salvaguardia della qualità dell'acqua e lo stress idrico.

In particolare, nella "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" (Cod. RR0P02R69RGGE0001001) sono previste azione che mirano a minimizzare la contaminazione delle falde e in generale ad evitare la modifica dello stato qualitativo delle acque sotterranee.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Inoltre, sono previste opere di consolidamento del fondo dell'alveo in corrispondenza delle nuove opere di attraversamento dei corsi d'acqua secondari interferiti dalla linea (Cod. RR0P02R09RIID0002001).

Nella fase realizzativa saranno adottati specifici sistemi e accorgimenti tecnici per il trattamento delle acque nere e quelle industriali in modo da assicurare un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme vigenti e per eventuali riusi industriali o all'intero del cantiere.

Sempre nella fase di realizzazione sono inoltre previsti sistemi dimensionati che convogliano le acque meteoriche.

Infine, per la fase di appalto, saranno previste specifiche prescrizioni contrattuali per richiedere all'Appaltatore di adottare tutte le strategie disponibili per l'efficace gestione operativa del cantiere così da garantire l'adozione di tutte le soluzioni organizzative e gestionali in grado di tutelare la risorsa idrica relativamente al suo sfruttamento e/o protezione (inclusa la predisposizione di un Sistema di Gestione Ambientale).

4.1.4 Economia circolare, prevenzione e riciclo dei rifiuti

Il Progetto non arreca un danno significativo all'obiettivo *Transizione verso una economia circolare*, in quanto risulta allineato al principio alla base del criterio di vaglio tecnico.

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di risulta prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati nell'ambito degli interventi in progetto o in siti esterni, mentre i materiali di risulta non riutilizzabili o in esubero rispetto ai fabbisogni del progetto verranno invece gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati.

In particolare, nel Progetto è stato sviluppato il Piano di Gestione dei Materiali di Resulta (Cod. RR0P02R52RGTA0000001) che, relativamente ai rifiuti, non prevede la produzione di materiali da demolizione (CER del gruppo 17 ad eccezione delle terre e rocce da scavo).

Nell'ottica dei principi di tutela ambientale e ai sensi del D.P.R. 120/2017, il Progetto prevede in via prioritaria il riutilizzo delle terre prodotte dal cantiere (in esclusione dal regime di rifiuti) all'interno o all'esterno del Progetto in qualità di sottoprodotto, con una conseguente riduzione del volume di terre da scavo in esubero da gestire in regime di rifiuti (riutilizzo stimato di oltre il 66% del materiale prodotto), nonché dei volumi di materiale da approvvigionare dall'esterno (Piano di Utilizzo dei materiali di scavo, Cod. RR0P02R52RGTA0000002).

In generale, in relazione alla percentuale minima di materiali non pericolosi provenienti da demolizioni che dovranno essere conferiti ad impianti di recupero, ad esclusione del codice CER 170504, dovrà essere previsto almeno il 70% in peso, nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente ed in particolare dal D.Lgs 116/20 all'art. 1 comma 7 (citato nei riferimenti normativi del Piano di Gestione dei Materiali di Resulta, Cod. RR0P02R52RGTA0000001).

Nella fattispecie, il seguente focus sintetizza la gestione dei materiali di risulta prevista nel progetto, a sostegno dell'obiettivo ambientale di cui trattasi.

FOCUS: La gestione dei materiali di risulta in un'ottica di economia circolare

In relazione all'intero ciclo di vita di un'opera infrastrutturale, la fase di realizzazione della stessa risulta essere la più determinante in termini di utilizzo di materiali da costruzione, gestione di materiali da scavo

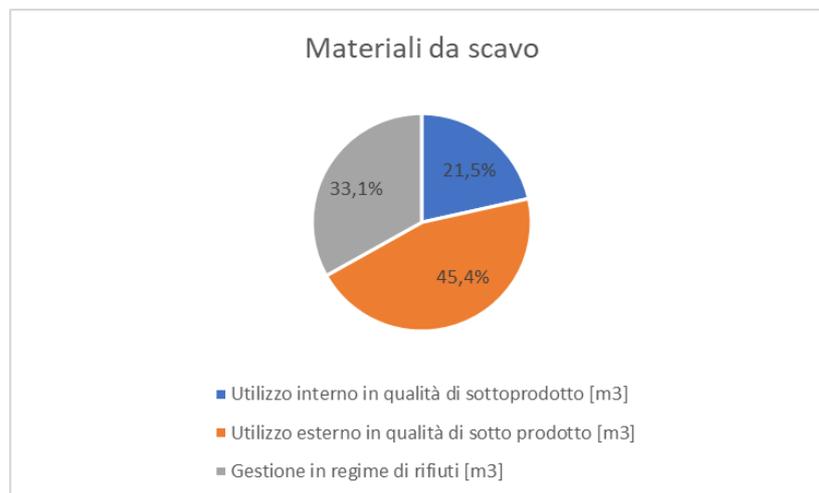
e produzione di rifiuti. Pertanto, l'attenzione a queste tematiche in fase di sviluppo del progetto diventa fondamentale per innescare processi *circular* capaci di preservare il valore delle risorse nel tempo, favorendo la rigenerazione del capitale naturale e dell'ecosistema.

Nello specifico Progetto è prevista complessivamente la produzione di una quantità di materiali da scavo⁵⁰ pari a 139.988 m³.

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di risulta prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati in qualità di sottoprodotto nell'ambito degli interventi in progetto o in siti esterni, mentre i materiali di risulta non riutilizzabili o in esubero rispetto ai fabbisogni del progetto verranno invece gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati.

In particolare, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche, dei fabbisogni di progetto, e al fine di promuovere per quanto possibile la riduzione delle quantità di materiali di risulta da conferire presso impianti esterni di recupero/smaltimento è stato previsto che:

- 30.098 m³, pari al 21,5% della produzione complessiva, saranno riutilizzati in qualità di sottoprodotto nell'ambito dell'appalto, nello stesso sito in cui sono stati prodotti (stessa WBS) o in altri siti interni al cantiere (in diversa WBS);
- 63.487 m³, pari al 45,4% della produzione complessiva, saranno riutilizzati in qualità di sottoprodotto all'esterno dell'appalto, per attività di rimodellamento morfologico di siti esterni;
- 46.403 m³, pari al 33,1%, saranno gestiti in qualità di rifiuto.



Il reimpiego dei materiali da scavo all'interno e all'esterno dell'appalto (per opere di riambientalizzazione di siti degradati) comporta, oltre alla riduzione dei quantitativi di materiale da gestire in regime di rifiuto, anche una riduzione delle quantità di materiale da approvvigionare da siti esterni per il fabbisogno delle opere – stimato in 136.863 m³, di cui il 22% è soddisfatto dai materiali da scavo riutilizzati in qualità di sottoprodotto internamente al cantiere.

⁵⁰ Per i dettagli su quanto riportato nel presente paragrafo si rimanda al documento "Piano di gestione dei materiali di risulta - Relazione Generale" (Cod. RROP02R52RGTA0000001A).

Dettaglio Gestione dei materiali da scavo

Indicatori [m ³ /m ³]	Percentuale
Terre riutilizzate/ Terre prodotte	66,9%
Riutilizzo interno/ Terre prodotte	21,5%
Riutilizzo esterno/ Terre prodotte	45,4%
Rifiuti/ Terre prodotte	33,1%
Riutilizzo interno/ Fabbisogno	22%

Nelle successive fasi di sviluppo progettuale, a fronte di ulteriori approfondimenti tecnici ed ambientali, sarà valutata la possibilità di incrementare i quantitativi di terre e rocce da scavo che possono essere gestiti in esclusione dal regime rifiuti.

Inoltre, sulla base del censimento condotto per il Progetto in esame sono stati individuati gli impianti di recupero rifiuti localizzati in prossimità delle aree di intervento con lo scopo di ridurre i tragitti per il conferimento degli stessi. Analogamente, con riferimento allo smaltimento dei materiali che non potranno essere riutilizzati nell'ambito dei lavori di costruzione o gestiti come sottoprodotti, né conferiti in impianti di recupero, sono state individuate discariche autorizzate più prossime alle aree di cantiere.

È stato anche analizzato e quantificato (nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, Cod. RR0P02R22RGSA0001001A) l'impatto energetico del lotto in oggetto. In particolare, sono stati presi in considerazione i consumi derivanti da trazione ferroviaria prevista per la nuova tratta (con riferimento alla Trazione Elettrica) e dagli usi propri di RFI (con riferimento a Luce e Forza Motrice) frutto della realizzazione della nuova infrastruttura e dei relativi apparati e utenze previste dal progetto.

Per una stima dettagliata dei consumi energetici si rimanda al successivo focus, da cui si può osservare che, l'approvvigionamento complessivo dell'opera da fonti rinnovabili viene stimato in circa il 54%.

FOCUS: I consumi energetici in fase di esercizio

Per quantificare gli aspetti energetici relativi all'esercizio dell'opera⁵¹, è stato inizialmente analizzato il mix energetico dell'approvvigionamento elettrico di RFI, caratterizzato da una componente significativa di energia da Fonti Rinnovabili.

In seguito, sulla base degli elaborati di progetto, i consumi di energia elettrica previsti per l'opera sono stati suddivisi in due macro-utenze principali:

- Consumi da trazione ferroviaria, necessaria per la trazione del materiale rotabile dedicato al trasporto di passeggeri e/o merci (i quali risultano nulli poiché il modello di esercizio ed il materiale rotabile rimangono invariati);
- Consumi da luce e forza motrice (di seguito LFM), che possono derivare dalla gestione dell'esercizio ferroviario, dagli apparati di sicurezza relativi alle gallerie, dalla climatizzazione dei locali tecnologici, dall'alimentazione delle Stazioni e Fermate e dall'illuminazione.

Analisi del mix energetico di RFI

⁵¹ Per dettagli su quanto riportato nel presente paragrafo si rimanda al documento "Studio di impatto ambientale" (Cod. RR0P02R22RGSA0001001A).

Per quanto riguarda l'energia elettrica prelevata dalla rete nazionale, è stato considerato il mix energetico dell'approvvigionamento elettrico di RFI, che si differenzia in base alla modalità di acquisto come di seguito riportato:

- direttamente sulla Borsa Elettrica (GME). Questa quota è destinata a coprire principalmente i consumi per la trazione delle Imprese Ferroviarie (IF) e per la restante parte gli usi propri del Gestore. La composizione delle fonti energetiche è riconducibile al mix energetico nazionale nell'ambito del quale la quota di energia da fonti di energia rinnovabili (FER) si è attestata nel 2021 a circa il 42% del totale;
- sul mercato mediante contratto di fornitura bilaterale. Quota attualmente interamente comprovata da idonee Garanzie di Origine (GO), per effetto di un'apposita appendice contrattuale con la quale RFI ha sottoscritto dal 2019 una "Opzione Verde" attestante che l'EE acquistata proviene al 100% da FER. Tale quota è destinata a soddisfare il restante fabbisogno di EE per gli usi propri del Gestore.

Come accennato in precedenza, l'energia acquistata sulla Borsa Elettrica, ha la composizione offerta dal mix energetico nazionale che ad oggi comprende un'importante quota di componente rinnovabile. Consultando il report più recente fornito dal GSE "Composizione del mix energetico iniziale nazionale dell'energia elettrica immessa in rete" relativo agli anni di produzione 2019, 2020 e 2021, si evidenzia come le fonti rinnovabili contribuiscano mediamente per circa il 42% dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano (come riportato nella tabella seguente).

Composizione del mix iniziale nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano

Fonti primarie utilizzate	2019	2020	2021
- Fonti rinnovabili (FER)	41,74%	44,31%	42,32%
- Carbone	7,91%	4,75%	5,07%
- Gas naturale	43,20%	45,88%	48,13%
- Prodotti petroliferi	0,50%	0,57%	0,88%
- Nucleare	3,55%	0%	0%
- Altre fonti	3,10%	4,49%	3,60%

Composizione mix energetico nazionale (Fonte dati GSE)

Analisi dei consumi da Trazione Elettrica

L'analisi condotta si è posta l'obiettivo di stimare i consumi energetici da trazione ferroviaria derivanti dall'incremento dell'esercizio ferroviario con specifico riguardo alla sezione di tracciato ferroviario ricadente nella tratta di cui al progetto denominato "Raddoppio Decimomannu – Villamassargia".

Per la stima dei consumi energetici si è proceduto inizialmente ad individuare il valore incrementale previsto per la tratta in termini di numero treni giorno. Per quanto riguarda tale aspetto, è necessario specificare che l'orizzonte temporale previsto dall'analisi fa riferimento allo scenario di progetto. Nella seguente tabella, ricavata dall'elaborato "Relazione Tecnica di esercizio" (RR0P02R16RGES0001001A), viene specificato che nella presente fase transitoria comprendente la realizzazione del Lotto 2, oggetto di questa analisi, non è previsto un incremento del modello di Esercizio.

MODO	TRENI GG		
	Esercizio attuale	Esercizio "di progetto"	Incremento
Treni	40	40	0
TOT	40	40	0

Treni giorno nello scenario attuale e nello scenario di progetto

Visto quanto sopra, i consumi annui da trazione ferroviaria incrementali derivanti dal confronto tra lo scenario attuale e quello di progetto risultano pari a zero.

Analisi dei consumi LFM e dei benefici derivanti da una progettazione virtuosa

Per la stima dei consumi energetici propri di RFI relativi alla LFM, si è fatto riferimento agli elaborati di progetto; nello specifico, sono state rilevate tutte le nuove utenze previste per l'opera ed i relativi nuovi punti di consegna di energia elettrica. Grazie all'utilizzo di specifici coefficienti che permettono di quantificare i consumi energetici annui effettivi in funzione delle potenze impegnate, si è stimato un consumo energetico complessivo relativo agli usi propri di RFI (consumi da LFM). Va specificato che i coefficienti utilizzati, derivanti dall'analisi di numerosi punti di consegna in capo a RFI, tengono conto della diversa destinazione dei punti di consegna e quindi dei relativi usi finali, nonché delle potenze impegnate previste.

Nella tabella seguente è riportato il perimetro di analisi con le rispettive nuove utenze previste. Si specifica che per ognuna delle nuove utenze riportate in tabella sono previsti diversi servizi quali, in maniera non esaustiva: Illuminazione, Climatizzazione e ventilazione (HVAC), Forza Motrice (qualora presenti ascensori, postazioni operatori, scale mobili, etc.) e impianti tecnologici specifici per l'esercizio ferroviario.

Nuova utenza	Località	Nuovo Punto di consegna
Posto di comunicazione FA01	Decimomannu	Punto di consegna Energia Elettrica BT
Posto di comunicazione FA01	Siliqua	Punto di consegna Energia Elettrica BT

Perimetro di analisi consumi LFM

L'analisi condotta ha portato alla stima dei consumi energetici complessivi relativi alla LFM riportati nella tabella di seguito. Per maggiore uniformità del dato, tale consumo, oltre che essere espresso in MWh/anno, è stato riportato anche in Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP).

Consumo complessivo LFM relativo alla fase di esercizio (MWh/anno)	270
Consumo complessivo LFM relativo alla fase di esercizio (TEP/anno)	50

Consumi complessivi LFM - fase di esercizio

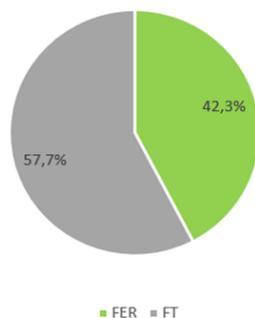
Si fa presente infine come il progetto preveda l'utilizzo di tecnologie altamente efficienti sotto il profilo energetico ed in grado di garantire il minor assorbimento possibile in relazione al servizio svolto. Ad esempio, gli apparecchi per illuminazione saranno dotati di tecnologia LED (Rif. RR0P02R18ROLF0000001A). Inoltre, nei locali tecnologici quali il locale TLC e il locale Batterie è previsto un sistema di condizionamento di tipo tecnologico. In tali locali saranno previsti dei condizionatori ad espansione diretta ad armadio monoblocco: condizionatori del tipo "Under" o "Over" (in base alla presenza o meno del pavimento flottante) in grado di operare in free-cooling quando la temperatura dell'aria esterna è sufficientemente fredda, garantendo elevati standard di efficienza energetica. Invece, nei locali quali sala ACC e Centralina IS, dove sono presenti apparecchiature che non necessitano di condizionamento, sarà presente un impianto di ventilazione in grado di smaltire il calore prodotto in ambiente, in modo tale da garantire il corretto funzionamento dei macchinari ed il numero adeguato di ricambi d'aria (Rif. RR0P02R17RGIT0000001A).

Mix energetico e bilancio complessivo dell'opera

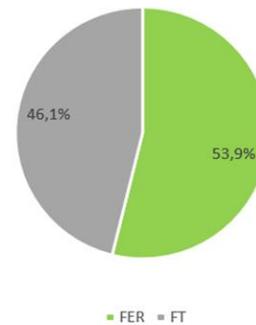
Relativamente alla composizione del mix energetico nazionale e alle modalità di approvvigionamento di energia elettrica proprie di RFI (già riportate nel paragrafo **Analisi del mix energetico di RFI**), nelle figure sottostanti si può osservare l'incidenza (in termini percentuali) delle FER per la trazione ferroviaria (circolazione dei treni) e per gli usi propri di RFI. In linea con quanto riportato nei paragrafi precedenti, l'approvvigionamento energetico relativo alla trazione elettrica ferroviaria segue il mix energetico nazionale mentre, per gli usi propri di RFI, si registra una maggiore componente rinnovabile derivante dai contratti bilaterali stipulati da RFI (con relative garanzie di origine).

La percentuale di energia elettrica approvvigionata da Fonti Energetiche Rinnovabili e da Fonti Tradizionali (FT) è stata quindi calcolata applicando:

- Per la parte di trazione elettrica, le quote percentuali di FER e FT presenti nel mix energetico nazionale;
- Per la parte di trazione diesel, una quota pari al 100% di FT;
- Per la parte di LFM, la somma delle quote percentuali di FER e FT provenienti dal mix energetico nazionale (80%) e dal contratto di fornitura bilaterale (20%).



Incidenza Fonti rinnovabili per la trazione elettrica ferroviaria dell'opera (da mix energetico nazionale)



Incidenza Fonti rinnovabili per usi RFI dell'opera (da mix energetico nazionale e contratti bilaterali)

Dai grafici si può osservare che la quota di FER nell'approvvigionamento dell'energia elettrica è sempre maggiore del 42%.

Sulla base dei consumi energetici incrementali stimati e indicati nelle tabelle precedenti, nella seguente tabella vengono riportate le percentuali di FER e FT complessive per l'opera in esame secondo le modalità di approvvigionamento energetico di RFI indicate nelle figure sopra riportate.

Macro Utenze	Consumo energia annua [TEP/anno]	% sui consumi totali	% approvvigionamento da Fonti Energetiche Rinnovabili	% approvvigionamento da Fonti Tradizionali
Da trazione ferroviaria	0,0	0,0%	0,0%	0,0%
Da LFM (usi RFI - energia elettrica)	50	100,0%	53,9%	46,1%
TOTALE	50	100,0%	53,9%	46,1%

Fonti di approvvigionamento energetico per il progetto in esame

Come è possibile osservare, l'approvvigionamento complessivo dell'opera da fonti rinnovabili viene stimato di circa il 54%.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

Inoltre, si precisa che, grazie all'elettificazione del bacino del Sulcis, il futuro esercizio ferroviario della tratta sarà caratterizzato da materiale rotabile dotato di trazione elettrica. I benefici dovuti a tale elettificazione sono riportati nel paragrafo 3.1.3 - indicatore Miglioramento della qualità dell'aria e mitigazione dei cambiamenti climatici – del presente elaborato.

Si evidenzia che RFI è fortemente proattiva verso lo sviluppo e l'applicazione di innovazioni di processo e di prodotto che, garantendo i più alti standard di sicurezza e qualità, assicurino il miglioramento continuo dell'efficienza energetica delle attività sulla rete ferroviaria. Nell'ambito del percorso di decarbonizzazione già avviato, il Gestore ha previsto, a partire dal 2020 di aumentare la quantità di energia elettrica acquistata tramite contratto bilaterale e coperta da idonee GO.

Infine, per la fase di gara/affidamento sono previste specifiche prescrizioni contrattuali per richiedere all'Appaltatore una rendicontazione periodica della gestione rifiuti e materiali da scavo attuata, e di adottare tutte le strategie disponibili per l'efficace gestione operativa del cantiere in tema di economia circolare attraverso la predisposizione di un Sistema di Gestione Ambientale.

4.1.5 Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo

Il prevedibile impatto dell'attività sostenuta dalla misura sull'obiettivo ambientale è trascurabile, in considerazione degli effetti diretti e degli effetti indiretti primari nel corso del ciclo di vita.

Nello Studio di Impatto Ambientale (Cod. RR0P02R22RGSA0001001 - dimensione fisica dell'opera, cap. 6) e del Progetto Ambientale di Cantierizzazione (Cod. RR0P02R52RGCA0000001 - dimensione costruttiva dell'opera, cap. 6) sono individuati e affrontati i rischi di degrado ambientale connessi all'inquinamento con l'obiettivo di salvaguardare il buono stato delle acque, aria e suolo; i quali saranno valutati dall'Autorità competente nell'ambito della Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (di seguito VIA) alla quale il presente progetto viene sottoposto secondo l'iter autorizzativo.

Inoltre, sono riportate azioni e misure atte a ridurre, mitigare e compensare gli impatti relativi all'inquinamento dell'aria (emissioni polverulente dalle attività di cantiere, emissioni di inquinanti gassosi dovute alla movimentazione dei mezzi), dell'acqua (sviluppo cantieri/opere in zone soggette ad esondazione fluviale, interferenze con il reticolo idrografico, possibile ostacolo al deflusso sotterraneo della falda, sversamenti accidentali di liquidi inquinanti) e del suolo (consumo di suolo, uso di risorse naturali e consumo di aree agricole con coltivazioni di pregio) in fase di cantiere e di esercizio.

Grazie all'utilizzo di procedure operative volte a ridurre gli impatti attraverso accorgimenti tecnico-organizzativi da applicare alle diverse fasi lavorative, sono state individuate delle misure di prevenzione e mitigazione degli impatti negativi che potrebbero produrre le aree di cantiere e che sono dettagliate nel Piano Ambientale della Cantierizzazione.

Sono inoltre previste attività di monitoraggio ambientale, definite nel Progetto di Monitoraggio Ambientale (Cod. RR0P02R22RGMA0000001), che riguardano, nello specifico, il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito in relazione alle diverse componenti ambientali interessate, prima, durante e dopo la realizzazione delle opere, consentendo infatti di verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto, di valutare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere, di rilevare e gestire tempestivamente eventuali problematiche ambientali.

Per la fase di appalto, saranno previste specifiche prescrizioni contrattuali per richiedere all'Appaltatore di adottare tutte le strategie disponibili per l'efficace gestione operativa del cantiere così da garantire

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

l'adozione di tutte le soluzioni organizzative e gestionali in grado di prevenire e ridurre l'inquinamento delle diverse matrici ambientali considerate. In particolare, l'Appaltatore dovrà implementare un Sistema di Gestione Ambientale.

4.1.6 Protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

Il prevedibile impatto dell'attività sostenuta dalla misura su quest'obiettivo ambientale è trascurabile, in considerazione degli effetti diretti e degli effetti indiretti primari nel corso del ciclo di vita.

Il progetto è stato sottoposto alla Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, conformemente alla normativa 2011/92/UE come recepita nel D.Lgs 152 e s.m.i..

Inoltre, come riportato nel SIA (Cod. RR0P02R22RGSA0001001 - par. 5.2.4) nell'area vasta di riferimento, in un raggio di 5 km, non risultano presenti elementi della Rete Natura 2000; il sito più prossimo, costituito dalla ZSC ITB041105 Foresta di Monte Arcosu, è ubicato a circa 5,5 km dalle opere in oggetto, mentre le restanti sono poste a distanze superiori. Non si rileva, inoltre, la presenza di siti UNESCO o di Parchi Nazionali nell'area interessata dal progetto.

Per quanto riguarda la fase costruttiva dell'opera, vista l'assenza di interessamento di vegetazione naturale delle aree di cantiere (con prevalenza di usi agricoli, incolti o seminativi) e le attività di ripristino per tutte le superfici interessate che saranno restituite al loro stato originario (previste al termine di tale fase), l'effetto sugli habitat e la biocenosi può essere considerato trascurabile.

La quasi totalità delle aree vegetate sottratte in modo permanente dall'opera di raddoppio, risulta costituito da vegetazione seminaturale, includendo principalmente seminativi semplici e colture orticole a pieno campo (60%) e seminativi in aree non irrigue (31%), mentre la restante parte (9%) interessa aree in cui è possibile osservare la presenza di eucalipteti (5%), oliveti (2%) e incolti (1%), mentre solo l'1% interessa aree naturali costituite da cespuglieti ed arbusteti.

Per la continuità funzionale del sistema idrografico delle opere da realizzare è prevista la sistemazione di tombini esistenti e manufatti di idraulici che garantiscono, peraltro, la continuità delle funzioni ecologiche dei corsi d'acqua a tutti i livelli.

Le opere in progetto, infine, non sostituiscono habitat considerati prioritari ai fini conservazionistici di rilevanza comunitaria o, più in generale habitat rilevanti sul piano ecosistemico, né intercettano il sistema della rete ecologica riducendone il grado di connettività.

FOCUS: Opere di rinaturalizzazione

L'intervento sul lotto 2 prevede la predisposizione di opere a verde (circa 8.040 mq) che si configurano come un sistema integrato di azioni per ricucire e migliorare parti del paesaggio attraversato dalla nuova infrastruttura, in grado di relazionarsi con il contesto in cui si inseriscono, sia dal punto paesaggistico che naturalistico ed ecosistemico⁵².

Tali opere a verde sono mirate a: incrementare la biodiversità e la naturalità dei luoghi mediante la piantumazione di specie autoctone adeguatamente selezionate; ricostituire corridoi biologici interrotti dall'abbattimento di vegetazione arborea e arbustiva o a formarne di nuovi tramite la connessione della vegetazione frammentata, nonché a ricomporre la struttura dei diversi paesaggi interferiti con

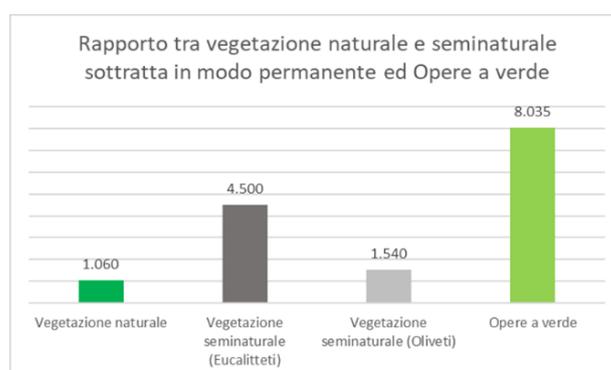
⁵² Per dettagli su quanto riportato nel presente paragrafo si rimanda al documento "Studio di impatto ambientale" (Cod. RR0P02R22RGSA0001001A).

un'equilibrata alternanza di barriere vegetali, campi visivi semi-aperti e aperti a seconda della profondità e distribuzione delle mitigazioni; creare dei filtri di vegetazione in grado di contenere, una volta sviluppati, la dispersione di polveri, inquinanti gassosi, rumore, ecc.; e a riqualificare le aree intercluse prodotte dai nuovi tracciati viari che non possono essere destinate al precedente uso del suolo.

In tale prospettiva, sono stati sviluppati una serie di interventi di inserimento paesistico-ambientale costituiti da:

- interventi di inerbimento, previsti in tutte le aree di intervento a verde;
- ripristino del suolo interferito dalle aree di cantiere e i medesimi interventi realizzati a partire da eventuali superfici dismesse da restituire all'uso originario;
- messa a dimora delle piante di olivo espuntate e stoccate fino a termine dei lavori perché interessate dal progetto d'opera;
- messa a dimora di specie arboree e arbustive secondo differenti tipologie di sestri di impianto aventi finalità diversificate, tra cui: la mitigazione delle principali opere d'arte ferroviarie; la creazione di fitocenosi con una configurazione il più possibile naturale e potenziamento della compagine vegetazionale coerente con quella potenziale dei luoghi.

L'attenzione è stata rivolta sia alla componente naturale costituita da cespuglieti ed arbusteti che alla compagine vegetazionale costituita dagli Eucalitteti, e all'oliveto, in quanto le piante di olivo sono tutelate a livello normativo.



Rapporto tra vegetazione naturale e seminaturale sottratte in modo permanente ed opere a verde in progetto

In tale prospettiva, come si evince dal SIA, a fronte della superficie sottratta in modo permanente relativa a 1.060 mq di superficie naturale, a 4500 mq di colture di eucalipto, a 1.540 mq di Oliveti, le superfici destinate opere a verde sono 8.040 mq, di cui 3.575 mq dedicati al reimpianto di cespuglieti e arbusteti e circa 2.440 mq rivolti al reimpianto di Olivi.

Il progetto prevede, inoltre, l'esecuzione di monitoraggio ambientale per la componente vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi (Progetto di Monitoraggio Ambientale, Cod. RR0P02R22RGMA0000001 - cap.4.7), comprensiva del monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (per successivo ripristino a valle della smobilitazione dei Campi Base ed altre aree operative) e delle specie vegetali messe a dimora.

Per la fase di appalto, saranno previste specifiche prescrizioni contrattuali per richiedere all'Appaltatore di adottare tutte le strategie disponibili per l'efficace gestione operativa del cantiere così da garantire

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

l'adozione di tutte le soluzioni organizzative e gestionali in grado per la tutela della biodiversità e degli ecosistemi. In particolare, l'Appaltatore dovrà implementare un Sistema di Gestione Ambientale.

4.2 La tutela dei diritti dei lavoratori

Le Convenzioni d'Appalto e gli Schemi di contratto prevedono numerose disposizioni che tutelano direttamente o indirettamente i lavoratori dell'impresa che realizza l'opera e delle altre imprese esecutrici coinvolte nella fase di realizzazione. In particolare, è previsto quanto segue:

- 

l'Appaltatore, e gli altri soggetti esecutori devono osservare tutte le norme e prescrizioni dei contratti collettivi nazionali e di zona stipulati tra le parti sociali firmatarie di contratti collettivi nazionali comparativamente più rappresentative, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione, assistenza, contribuzione e retribuzione dei lavoratori;
- 

l'Appaltatore e gli altri soggetti esecutori sono tenuti, nell'ambito della Provincia di esecuzione dei lavori, ad aprire una posizione Inps, Inail e Cassa edile e un Registro degli Infortuni relativo ai cantieri per l'esecuzione del presente appalto;
- 

la richiesta per l'autorizzazione al subappalto e ai contratti ad esso assimilati deve essere inoltre corredata da una dichiarazione con cui l'Appaltatore attesta l'avvenuta applicazione al subappalto di prezzi congrui, e corresponsione degli oneri della sicurezza senza ribasso;
- 

l'Appaltatore è tenuto ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni, così come meglio precisato nell'art. 30, comma 4 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. È, altresì, responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto;
- 

l'Appaltatore e, per suo tramite, i subappaltatori, trasmettono, prima dell'inizio dei lavori la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, ove presente, assicurativi e antinfortunistici, nonché copia dei piani di sicurezza di cui al D. Lgs. 81/2008. Il Committente, ove, ai sensi della disciplina vigente, accerti il ritardo dell'Appaltatore nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente impiegato nell'esecuzione dei lavori, senza che lo stesso Appaltatore abbia adempiuto entro il termine assegnatogli ovvero senza che abbia contestato formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta, provvede, anche in corso d'opera, a corrispondere direttamente ai lavoratori, in sostituzione dell'Appaltatore, quanto di loro spettanza, detraendo il relativo importo dalle somme dovute allo stesso Appaltatore. La previsione di cui al precedente periodo è applicabile anche nel caso di ritardo nei pagamenti nei confronti del proprio personale dipendente da parte del subappaltatore, del cottimista, del prestatore di servizi e del fornitore, nell'ipotesi in cui sia previsto che il Committente proceda al pagamento diretto del subappaltatore, del cottimista, del prestatore di servizi o del fornitore. Nel caso di formale contestazione delle richieste, le richieste le contestazioni sono inoltrate alla direzione provinciale del lavoro per i necessari accertamenti;
- 

l'Appaltatore deve praticare, per le prestazioni affidate in subappalto, prezzi congrui che garantiscano il rispetto degli standard qualitativi e prestazionali previsti nella Convenzione;

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A



l'Appaltatore deve corrispondere i costi della sicurezza e della manodopera, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso. L'Appaltatore è solidalmente responsabile con il subappaltatore degli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente;



in ogni contratto di subaffidamento, ivi compresi i noli a caldo, dovrà inoltre essere specificato l'ammontare degli oneri della sicurezza posti a carico del subaffidatario e dovrà essere allegato l'elenco delle voci di prezzo utilizzate per determinare l'importo indicato, garantendo il rispetto di tutte le condizioni di seguito riportate:

- le declaratorie delle voci di prezzo utilizzate devono essere coincidenti con quelle riportate nel Computo Metrico estimativo degli oneri della sicurezza di cui al PSC allegato al progetto esecutivo dell'opera;
- il valore economico di ciascuna voce di prezzo utilizzata non può essere inferiore a quello indicato nel sopra menzionato Computo Metrico Estimativo di PSC.

L'Appaltatore, all'interno delle fatture relative ai pagamenti ai subappaltatori, è tenuto ad indicare in modo specifico l'eventuale somma corrisposta per oneri della sicurezza.

Inoltre, al fine di garantire la tutela del lavoro dignitoso e l'inclusione sociale saranno previsti impegni specifici con particolare riferimento a occupazione giovanile, coinvolgimento di piccole e microimprese, garanzia di pari opportunità sul posto di lavoro e di formazione e sviluppo professionali.

4.3 L'utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica del Raddoppio della linea Villamassargia-Decimomannu è stato sviluppato con l'ausilio della metodologia Building Information Modeling (BIM), un approccio basato sull'impiego di un unico sistema coerente di modelli 3D, anziché su disegni di progetto separati, a cui sono associate le informazioni di progetto. Questo processo di digitalizzazione dell'infrastruttura, che la accompagnerà durante tutto il suo ciclo di vita, a partire dalla progettazione fino alla realizzazione e manutenzione della stessa, ha inoltre lo scopo di favorire la collaborazione tra tutte le figure coinvolte.

Proprio con questo obiettivo in mente, l'applicazione della metodologia BIM sul progetto ha visto l'adozione di un ACDat, ovvero di un ambiente di condivisione dati, a supporto dei processi di collaborazione e condivisione delle informazioni fra i componenti del team di progetto. L'utilizzo di tale piattaforma ha garantito l'univocità, la tracciabilità e la conservazione dei dati ed è stata di supporto alle procedure di verifica e agli step approvativi dello stesso.

Attraverso l'utilizzo di un ACDat, si è inoltre risolta una delle problematiche più ricorrenti nella progettazione, e cioè avere la certezza di lavorare la versione del progetto più aggiornata senza correre il rischio che i vari team si ritrovino a lavorare, per dei possibili errori di comunicazione, su versioni incomplete, non revisionate o superate. Ciò accade soprattutto nella progettazione di grandi opere in cui il processo di comunicazione è reso complesso dalla partecipazione di più team specialistici nelle varie fasi di sviluppo, dove dai vari briefing tra i partecipanti, la committenza ed i vari soggetti coinvolti scaturiscono successive emissioni o revisioni del progetto.

A partire dai dati di base costituiti da cartografie, rilievi celerimetrici, lidar e ortofoto, si è sviluppato l'iter progettuale accompagnato dalla produzione e aggiornamento costante dei modelli informativi BIM di tutte

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

le opere che compongono l'infrastruttura in oggetto. Tutti i modelli di progetto sono stati assemblati insieme in un unico modello federato, per facilitare il coordinamento e la verifica interdisciplinare di eventuali interferenze.

L'utilizzo di un ACDat ha inoltre consentito lo sviluppo, parallelamente all'avanzare della progettazione, di un Digital Twin dell'opera. La creazione di un gemello digitale dell'opera, già in questa prima fase di progettazione, ha consentito una rapida e veloce consultazione delle informazioni di progetto da parte di tutto il team grazie alla relativa pubblicazione su piattaforme in cloud, navigabili da qualsiasi dispositivo e senza l'ausilio di software specifici.



L'applicazione della metodologia BIM grazie alla virtualizzazione del progetto e al relativo inserimento dello stesso nel contesto ambientale digitalizzato tramite i rilievi lidar e le ortofoto, ha quindi supportato il processo a partire da tutti gli step decisionali, potendo individuare già nelle fasi preliminari sia eventuali interferenze con lo stato attuale dei luoghi e sia interferenze fra le opere oggetto della progettazione, fino alle fasi conclusive della produzione degli elaborati. Nello specifico, la progettazione ha visto lo sviluppo di circa 50 modelli, che possono essere suddivisi in tre macrocategorie: opere lineari, opere puntuali e inserimento territoriale. Quest'ultima, nasce con l'intenzione di associare ai modelli BIM le tematiche e i dati strettamente legati al territorio.

Per l'effettiva comprensione dello stato di fatto del progetto è fondamentale, infatti, la fase di acquisizione dei rilievi. Nell'ottica di sviluppo di un progetto BIM è stata effettuata una campagna di rilievi attraverso scansioni Lidar delle aree coinvolte, da cui è stata estrapolata una nuvola di punti. A seguito dell'elaborazione dei punti ottenuti è stato possibile ricostruire il Digital Context: un modello digitale del terreno e degli edifici realizzato attraverso l'interpolazione dei punti in una superficie mesh.

In sintesi, l'utilizzo della metodologia BIM per la presente progettazione ha consentito di:

- Elevare lo standard delle scelte progettuali, attraverso la visualizzazione della modellazione tridimensionale, e favorire il concetto di progettazione integrata basata sul coinvolgimento di tutti gli attori della filiera;
- Affinare i processi di coordinamento progettuale grazie all'utilizzo di una piattaforma di collaborazione e condivisione dati, in grado di garantire l'accesso alle informazioni a ciascun utente da qualsiasi luogo e garantendo la tracciabilità del processo di progettazione attraverso l'uso di un efficiente sistema revisionale;
- Implementare le procedure volte all'integrazione di nuovi aspetti progettuali in un processo BIM-oriented ed implementare nuove librerie standard calate sulle necessità di un progetto di un'opera ferroviaria;
- Sviluppare un gemello digitale dell'intera opera ferroviaria che integra al suo interno dati di natura differente.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
	Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A

5 Conclusioni

La presente Relazione di Sostenibilità, elaborata sulla base di quanto definito dalle *“Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell’affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC”* del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS), fornisce un quadro di tutti gli elementi che concorrono alla sostenibilità della realizzazione del raddoppio Villamassargia-Decimomannu ed una lettura d’insieme delle potenzialità del Progetto del Lotto 2, sia come parte integrante di un asse infrastrutturale strategico sia come elemento funzionale allo sviluppo di un nuovo modello di trasporto sostenibile al fine di migliorare la qualità della vita per le comunità residenti nei territori interessati dagli interventi.

Il documento evidenzia l’attenzione posta in fase di sviluppo del Progetto all’individuazione di soluzioni, in linea con gli indirizzi della strategia globale di sviluppo sostenibile, orientate al miglioramento dei livelli di coesione territoriale, alla salvaguardia ambientale, all’uso efficiente delle risorse in un’ottica di *circular economy*, ad una maggiore resilienza dell’infrastruttura, alla creazione di nuove connessioni per la mobilità sostenibile e di valore per lo sviluppo dei territori.

Inoltre, la Relazione fornisce analisi dettagliate del contesto socioeconomico in cui il Progetto si inserisce al fine di valutare i benefici dell’opera sull’attuale tessuto sociale dei territori impattati da essa, evidenziando le nuove opportunità di crescita inclusiva per le aree urbane, periurbane e rurali attraversate dal tracciato ferroviario.

Le considerazioni presentate esplicitano il contributo della nuova infrastruttura agli obiettivi europei e nazionali sulla mobilità sostenibile e smart che mirano a decarbonizzare il settore dei trasporti e ad incrementare l’accessibilità dei territori, al fine di migliorare la qualità della vita e la competitività del Paese.

	RADDOPPIO VILLAMASSARGIA – DECIMOMANNU LOTTO 2 RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ					
Relazione di Sostenibilità	PROGETTO RR0P	LOTTO 02 R 27	CODIFICA RG	DOCUMENTO SO 0000 001	REV. A	FOGLIO 80 DI 81

Allegato 1. Valutazione DNSH

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO
S.O. AMBIENTE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA

LOTTO 2

VALUTAZIONE DNSH

Relazione Generale

SCALA:

-

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

RR0P 02 R 22 RH SA000X 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	I.R.I.D.E. srl	Giugno 2023	L. Alfieri <i>Luisa Alfieri</i>	Giugno 2023	T. Paoletti	Giugno 2023	C. Ercolani Giugno 2023 <i>C. Ercolani</i>

ITALFERR S.p.A.
Dott.ssa Carolina Ercolani
Ordine Agrotecnici e Agronomi
di Roma, Rieti e Viterbo
0645

File: RR0P02R22RHSAA000X001A

n. Elab.:

Sommario

1	Premessa.....	3
2	Perimetro del progetto e perimetro della valutazione DNSH	5
3	Struttura del documento	7
4	Valutazione DNSH effettuata sulla misura a cui appartiene il progetto	12
5	Inquadramento del progetto ai sensi della Circolare 13/10/22, n.33 MEF.....	13
6	Obiettivo sostenuto dal Progetto in maniera prevalente	15
7	Parte 1 della Lista di controllo	20
7.1	Obiettivi per cui non si ritiene necessaria una valutazione di fondo	22
7.1.1	Mitigazione dei cambiamenti climatici - valutazione B: La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo.....	22
7.1.2	Obiettivo Adattamento ai cambiamenti climatici - valutazione B: La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo.....	22
7.1.3	Obiettivo Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine - A: La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo	27
7.1.4	Obiettivo Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclo dei rifiuti- valutazione B: La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo	28
7.1.5	Obiettivo Prevenzione e riduzione dell'inquinamento - A: La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo.....	34
7.1.6	Obiettivo Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi - A: La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo	36
8	Conclusioni.....	27
9	Allegati	42

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

1 Premessa

Il presente documento è redatto ai sensi del REGOLAMENTO (UE) 2021/241 - che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento - nel rispetto di quanto previsto Articolo 5 "Principi orizzontali", co. 2 che riporta "2. Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo¹»".

Obiettivo del presente documento è declinare tale principio allo specifico Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) del *Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia Lotto 2*, intervento che rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), fornendo gli elementi già presenti – e indicando una traccia per lo sviluppo di quelli afferenti alle successive fasi progettuali/realizzative - atti a dimostrare che il progetto contribuisce ad almeno uno degli obiettivi definiti nel Regolamento UE 2020/852 "Tassonomia" e che "non arreca un danno significativo" a nessuno degli altri obiettivi ambientali riportati all'art. 9 (Obiettivi ambientali):

- a) *la mitigazione dei cambiamenti climatici;*
- b) *l'adattamento ai cambiamenti climatici;*
- c) *l'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;*
- d) *la transizione verso un'economia circolare;*
- e) *la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento;*
- f) *la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi*

e che detto progetto è da ritenersi una attività economica ecosostenibile in quanto conforme ai *Criteri di ecosostenibilità delle attività economiche* previsti nell'art. 3 del citato Regolamento UE 2020/852:

- a) *contribuisce in modo sostanziale al raggiungimento di uno o più degli obiettivi ambientali di cui all'articolo 9, in conformità degli articoli da 10 a 16;*
- b) *non arreca un danno significativo a nessuno degli obiettivi ambientali di cui all'articolo 9, in conformità dell'articolo 17;*
- c) *è svolta nel rispetto delle garanzie minime di salvaguardia previste all'articolo 18; e*
- d) *è conforme ai criteri di vaglio tecnico fissati dalla Commissione ai sensi dell'articolo 10, paragrafo 3, dell'articolo 11, paragrafo 3, dell'articolo 12, paragrafo 2, dell'articolo 13, paragrafo 2, dell'articolo 14, paragrafo 2, o dell'articolo 15, paragrafo 2.*

Nel presente documento sono approfonditi i criteri previsti alle *lett. a), lett. b) e lett. d)*, i soli che si considerano riferibili ad una valutazione DNSH:

- il criterio previsto alla lettera a) rappresenta la dimensione "positiva" della sostenibilità ambientale, in cui il progetto è valutato sulla base del suo contributo effettivo a migliorare lo scenario ambientale futuro, e tale approfondimento è riportato al successivo paragrafo 6 "Obiettivo sostenuto dal Progetto in maniera prevalente";

¹ "non arrecare un danno significativo" è la traduzione italiana del principio riportato nel Regolamento Europeo come "Do No Significant Harm" il cui acronimo è DNSH

- il criterio previsto alla lettera b) rappresenta la dimensione “negativa” cioè la necessità di valutare l’investimento in base al potenziale impatto avverso sull’ambiente. Questa, in altre parole, è la Valutazione DNSH, ed è sviluppata al successivo paragrafo 7 “Parte 1 della Lista di controllo”;
- il criterio previsto alla lettera d) prevede la verifica della conformità dell’investimento ai criteri di vaglio tecnico determinati dalla Commissione con un atto delegato. Come più diffusamente esposto nel capitolo 3, il presente documento è stato redatto applicando al progetto quanto riportato nel Regolamento Delegato (UE) 2021/2139² della Commissione del 4 giugno 2021 che in Allegato I fissa “i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un’attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale” (di seguito indicato come “Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l’Obiettivo Mitigazione”).

Come rappresentato nel documento, sulla base dei tag previsti dall’All. VI del Regolamento istitutivo del Recovery Fund (Regolamento UE 2021/241) l’intervento rientra in un investimento che ricade nel 37% del Piano Nazionale volto alla transizione ecologica³, per il suo contributo alla mitigazione dei cambiamenti climatici, e pertanto nel documento si dimostra il rispetto del Regime 1 (come definito nella Circolare 33 MEF del 13/10/22 , vedasi capitolo 5).

² Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea L442 del 9.12.2021

³ Il pilastro della transizione verde discende direttamente dallo European Green Deal e dal doppio obiettivo dell’Ue di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e ridurre le emissioni di gas a effetto serra del 55 per cento rispetto allo scenario del 1990 entro il 2030. Il regolamento del NGEU prevede che un minimo del 37 per cento della spesa per investimenti e riforme programmata nei PNRR debba sostenere gli obiettivi climatici. Inoltre, tutti gli investimenti e le riforme previste da tali piani devono rispettare il principio del "non arrecare danni significativi" all’ambiente

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

2 Perimetro del progetto e perimetro della valutazione DNSH

L'intervento in cui si inserisce il progetto in esame prevede in generale la realizzazione del raddoppio di binario tra Decimomannu e Villamassargia e la soppressione dei passaggi a livello esistenti, creando le condizioni per il potenziamento del servizio ferroviario, l'incremento dei livelli qualitativi del servizio e di regolarità - raggiunto il quale sarà possibile creare le condizioni per un incremento dell'offerta con un cadenzamento a 15' dei collegamenti Villamassargia – Cagliari - nonché la conversione alla trazione elettrica.

Il Piano di Committenza prevede la seguente articolazione, posta alla base del Global Project analizzato nello Studio di Trasporto e nell'Analisi Costi Benefici:

- **Lotto 2** (in rosso in Figura 1) – Raddoppio di un tratto della Linea Storica (tra le località di Villaspeciosa-Uta e Siliqua), predisposta per l'elettificazione e che sarà attivata nel 2026 con trazione diesel – **oggetto** della presente valutazione;
- **Lotto 1** (in rosso in Figura 1) – Raddoppio di un tratto della Linea Storica (tra le località di Decimomannu e Villaspeciosa-Uta), predisposta per l'elettificazione e che sarà attivata nel 2027 contestualmente all'intervento riportato nel seguente punto – **non oggetto** della presente valutazione;
- **Elettificazione del Bacino del Sulcis** (in rosso, giallo, blu e verde in Figura 1) – che realizza tre sottostazioni elettriche ed una cabina TE (funzionale all'elettificazione dei 2 appalti sopra riportati e dell'appalto 3 e 4) oltre alla linea di contatto sul Lotto 1, Lotto 2 e sulla Linea Storica sino alle località di Carbonia e Iglesias. L'attivazione dell'intervento è prevista nel 2027 – **non oggetto** della presente valutazione;
- **Lotto 3 e Lotto 4** (in rosa in Figura 1) – nuovo doppio binario elettrificato, in variante di tracciato rispetto alla Linea Storica, per il quale è prevista l'attivazione al 2030 – **non oggetto** della presente valutazione.

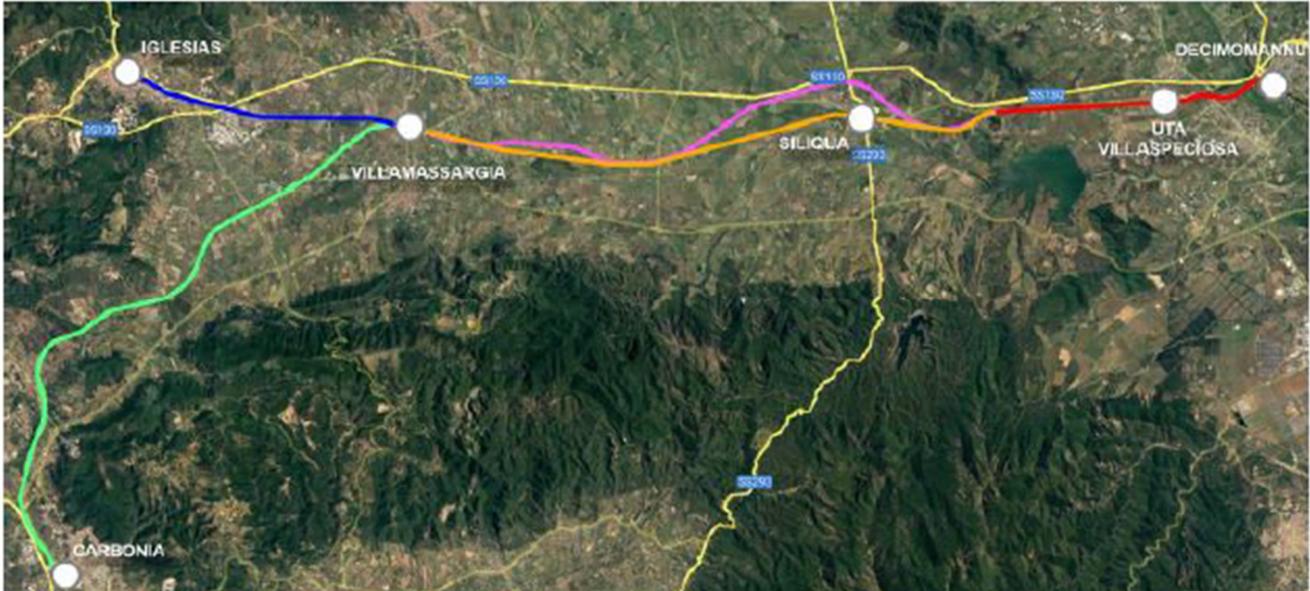


Figura 1 - Raddoppio Decimomannu – Villamassargia - Suddivisione in tratte

L'intervento oggetto del PFTE, relativo al Lotto 2, prevede la realizzazione del raddoppio della tratta compresa tra il km 3+460 circa ed il km 9 circa della Linea Storica per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km, prevedendo l'ampliamento del sedime della Linea Storica.

Lungo la tratta sono attualmente presenti quattro opere di attraversamento idraulico non compatibili ai fini della sicurezza idraulica rispetto alla normativa vigente. Pertanto il progetto di raddoppio della linea attuale prevede un innalzamento del piano del ferro al fine di adeguare le dimensioni degli attraversamenti idraulici esistenti e quindi di consentire il transito delle portate di progetto con un adeguato franco di sicurezza. Il tracciato lungo la sua estensione presenta un alternarsi di basse trincee e rilevati.



Figura 2 - Corografia di progetto

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

Nello specifico lo sviluppo dell'intervento previsto dal PFTE prevede la realizzazione di due piazzali tecnologici PT01 e PT02, posti rispettivamente al km 0+600 e al km 4+425, e delle relative viabilità di accesso. Inoltre al km 4+260 circa, è prevista la soppressione dell'attuale PL e la realizzazione di una nuova viabilità (NV02) che consente di ricucire la maglia viaria esistente e, attraverso il nuovo cavalcavia di progetto (IVO1), scavalcare la nuova linea ferroviaria.

Il Lotto 2 si chiude a circa 4,3 km dalla stazione di Siliqua, ove il tracciato prevede il collegamento con la Linea Storica mediante uno scambio che consente il passaggio dal nuovo doppio binario al singolo binario esistente.

La valutazione DNSH, riguardante il progetto in esame, si basa sugli esiti delle valutazioni effettuate nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale cod. RROP02R22RGS0001001, che saranno sottoposte a Procedura VIA secondo iter autorizzatorio.

Questo è il progetto inserito nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e quindi è anche il perimetro della Valutazione DNSH.

Per una descrizione compiuta del Progetto vedasi la Relazione Tecnica Generale di progetto (cod. RROP02R05RGMD0000001).

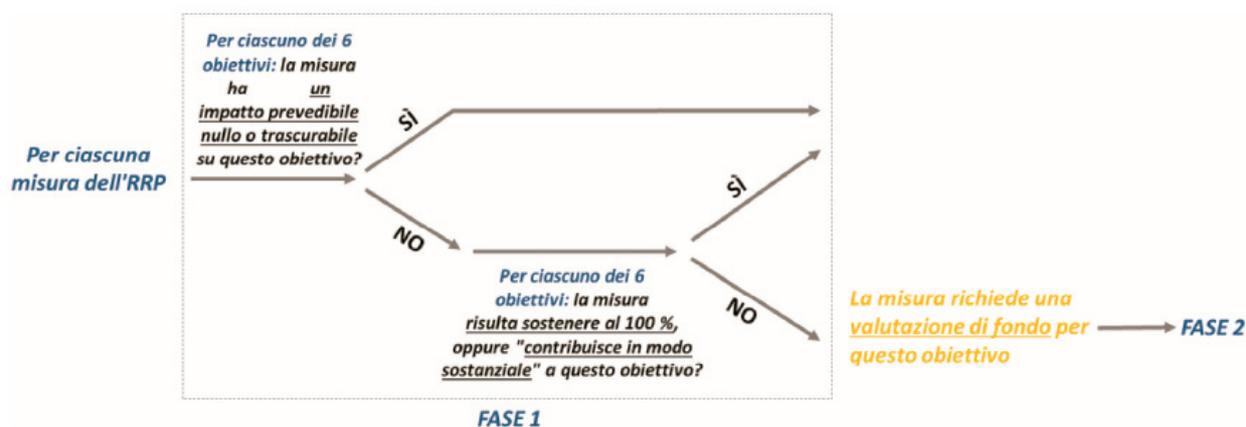
3 Struttura del documento

Il presente documento è stato strutturato prevedendo la valutazione DNSH in conformità a quanto indicato nella Comunicazione della Commissione Europea "Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (2021/C 58/01)".

Tale documento prevede una analisi delle misure⁴ proposte nei singoli PNRR basata sull'albero delle decisioni di seguito riportato⁵.

⁴ Termine con cui si designano in generale sia le riforme che gli investimenti.

⁵ In riferimento all'albero delle decisioni l'acronimo RRP intende il Recovery and Resilience Plan cioè un generico piano per la ripresa e la resilienza.



Albero delle decisioni

Una prima valutazione in tal senso è già stata effettuata nel corso del mese di aprile dell'anno 2021 da Rete Ferroviaria Italiana – c.d. “Autovalutazione⁶” - individuando per ognuna delle misure proposte e per ognuno dei 6 obiettivi ambientali una delle seguenti possibili valutazioni:

- A. La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo
- B. La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo⁷
- C. La misura contribuisce in modo sostanziale all'obiettivo
- D. Nessuna delle opzioni precedenti: la misura richiede una valutazione di fondo per questo obiettivo.

Quanto riportato per la misura di investimento a cui il progetto in esame afferisce è riportato al successivo capitolo 4, e tale valutazione si ritiene applicabile anche al presente progetto.

Con Circolare del 30 dicembre 2021, n. 32, il MEF ha fornito una “Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)” per i progetti PNRR. Tale guida è stata aggiornata con la successiva Circolare 33 MEF del 13/10/22. L'inquadramento del progetto ai sensi della Circolare è riportato nel successivo capitolo 5.

Con Circolare del 11/08/22, n. 30, il MEF ha fornito delle “Linee Guida per lo svolgimento delle attività di controllo e rendicontazione degli interventi PNRR di competenza delle Amministrazioni centrali e dei Soggetti attuatori”, che prevede la necessità di produrre gli elementi di prova necessari all'assolvimento del DNSH in sede di monitoraggio e rendicontazione degli interventi.

⁶ Come definita nell'ambito della Circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 avente ad oggetto “Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)”

⁷ secondo l'Allegato VI del Regolamento RRF che riporta il coefficiente di calcolo del sostegno agli obiettivi ambientali per tipologia di intervento

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

L'emanazione del documento *Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione* ha evidenziato come l'analisi del progetto ai fini della valutazione DNSH debba essere prevista indicando in primo luogo l'obiettivo ambientale sostenuto in maniera prevalente dal progetto (oggetto del capitolo 6), ed effettuando una contestuale verifica che lo stesso non arrechi danni significativi agli altri obiettivi ambientali.

Nel rispetto del sopra indicato documento "Orientamenti tecnici" tale verifica, fulcro della valutazione DNSH, è organizzata in una Parte 1 della Lista di controllo per gli obiettivi per i quali lo score si è posizionato tra la valutazione "A" e "C" (capitolo 7) e, qualora necessario, una Parte 2 della Lista di controllo per gli obiettivi per i quali è stato individuato lo score "D", ed è quindi necessaria una valutazione di fondo⁸.

Si specifica che il presente documento assolve due funzioni distinte:

1. Analizza gli aspetti funzionali alla verifica della conformità al principio DNSH per le opere oggetto di valutazione, individuati nella progettazione sviluppata e connessi alla tipologia di infrastruttura;
2. delinea/individua i primi elementi funzionali alla verifica del rispetto del principio DNSH nella fase di Progettazione esecutiva e realizzazione, che saranno oggetto di monitoraggio periodico, anche in conformità con quanto previsto nella Circolare 30 MEF del 11/08/22⁹.

È qui opportuno esplicitare una assunzione metodologica utilizzata per lo sviluppo della valutazione DNSH. Si è assunto che lo score di valutazione (A, B, C, D come sopra riportato) sia funzionale anche alla determinazione degli elementi da utilizzare per effettuare in primo luogo la Valutazione DNSH del Progetto in essere e in secondo luogo per individuare gli elementi che dovranno essere oggetto di monitoraggio nelle successive fasi progettuali e di realizzazione.

In generale la correlazione tra score di autovalutazione ed elementi funzionali alla verifica del rispetto del principio DNSH nelle varie fasi progettuali e realizzative è così strutturata:

- per gli obiettivi che hanno conseguito uno score A: "la misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo",
 - per rappresentare la motivazione a conferma dello score attribuito in fase di valutazione, si prende spunto dagli esempi riportati in ALLEGATO IV "Simulazioni esemplificative di valutazione alla luce del principio DNSH" dei sopra citati "Orientamenti tecnici";
 - per la definizione degli elementi da sottoporre a monitoraggio periodico in fase di progettazione esecutiva e realizzazione si considerano gli eventuali criteri premiali presentati in fase di attività negoziale, le eventuali prescrizioni/indicazioni/condizioni ambientali riportate nelle autorizzazioni ambientali conseguite e i controlli previsti nell'ambito del Sistema di Gestione Ambientale applicabili all'obiettivo¹⁰;

⁸ Non necessaria nel progetto in esame

⁹<https://italiadomani.gov.it/it/strumenti/documenti/archivio-documenti/circolare-n-30-dell-11-08-2022--circolare-sulle-procedure-di-con.html>

¹⁰ Relativamente ai "vincoli DNSH" indicati nella Circolare 33 MEF del 13/10/22, si ritiene che gli stessi siano utili, necessari e funzionali a dimostrare che il progetto non arrechi danni significativi ai sei obiettivi ambientali, e quindi

- per gli obiettivi che hanno conseguito uno score **B**: “La misura risulta sostenere al 100% l’obiettivo”,
 - per rappresentare la motivazione a conferma dello score attribuito in fase di valutazione, si verifica il rispetto del Criterio di Vaglio Tecnico sopra richiamato e i “Vincoli DNSH” (elementi di verifica ex ante e quelli ex post indicati nella sopra citata Circolare 33 MEF del 13/10/22) applicabili al Progetto di Fattibilità Tecnico Economica e vengono evidenziati alcuni elementi progettuali a sostegno dello score assegnato;
 - per la definizione degli elementi da sottoporre a monitoraggio periodico in fase di progettazione esecutiva e realizzazione si considerano gli eventuali criteri premiali presentati in fase di attività negoziale, i “Vincoli DNSH” indicati nella Circolare 33, le prescrizioni/indicazioni/condizioni ambientali riportate nel Decreto di Compatibilità Ambientale del progetto e i controlli previsti nell’ambito del Sistema di Gestione Ambientale applicabili all’obiettivo.

- per gli obiettivi che hanno conseguito uno score **C**: “La misura contribuisce in modo sostanziale all’obiettivo”
 - per rappresentare la motivazione a conferma dello score attribuito in fase di autovalutazione, si verifica il rispetto del Criterio di Vaglio Tecnico sopra richiamato e i “Vincoli DNSH” (elementi di verifica ex ante e quelli ex post indicati nella sopra citata Circolare 33 MEF del 13/10/22) applicabili al Progetto di Fattibilità Tecnico Economica;
 - per la definizione degli elementi da sottoporre a monitoraggio periodico in fase di progettazione esecutiva e realizzazione si considerano gli eventuali criteri premiali presentati in fase di attività negoziale, i “Vincoli DNSH” indicati nella Circolare 33 e prescrizioni/indicazioni/condizioni ambientali riportate nel Decreto di Compatibilità Ambientale del progetto e i controlli previsti nell’ambito del Sistema di Gestione Ambientale applicabili all’obiettivo.

- per gli obiettivi che hanno conseguito uno score **D**: “Nessuna delle opzioni precedenti: la misura richiede una valutazione di fondo per questo obiettivo”
 - per rappresentare la motivazione a conferma dello score attribuito in fase di autovalutazione, si verifica il rispetto del Criterio di Vaglio Tecnico sopra richiamato, i “Vincoli DNSH” (elementi di verifica ex ante e quelli ex post indicati nella sopra citata Circolare 33 MEF del 13/10/22) applicabili al Progetto di Fattibilità Tecnico Economica e si rappresenta come il Progetto di Monitoraggio Ambientale preveda attività finalizzate a dimostrare come non si arrechi danno significativo all’obiettivo ambientale;

trovino applicazione diretta laddove la scheda di Autovalutazione abbia stimato un impatto positivo o negativo, e quindi per uno score B (B. La misura risulta sostenere al 100% l’obiettivo), C (C. La misura contribuisce in modo sostanziale all’obiettivo) o D (D. Nessuna delle opzioni precedenti: la misura richiede una valutazione di fondo per questo obiettivo). Diversamente, per gli obiettivi per i quali il progetto ha conseguito una autovalutazione pari ad A (A. La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull’obiettivo) si ritiene che non sia necessario utilizzare le specifiche/verifiche richieste nelle schede per dimostrare il rispetto del principio DNSH stante l’assenza di impatto.

- per la definizione degli elementi da sottoporre a monitoraggio periodico in fase di progettazione esecutiva e realizzazione si considerano gli eventuali criteri premiali presentati in fase di attività negoziale, i “Vincoli DNSH” indicati nella Circolare 33, le prescrizioni/indicazioni/condizioni ambientali riportate nel Decreto di Compatibilità Ambientale del progetto e i Report del Monitoraggio Ambientale finalizzati a dimostrare come non si arrechi danno significativo all’obiettivo ambientale e i controlli previsti nell’ambito del Sistema di Gestione Ambientale applicabili all’obiettivo.

Quanto sopra riportato è rappresentato in maniera sintetica all’interno della tabella 1.

Tabella 1: Elementi per la Verifica del Principio DNSH

Gli elementi valutativi considerati sono rappresentati nelle colonne della tabella e lo score assegnato nelle schede di autovalutazione è riportato nelle righe.

		ELEMENTI VALUTATIVI PER LA VERIFICA DEL PRINCIPIO DNSH DEL PROGETTO A BASE DI GARA					ELEMENTI DELINEATI PER LA VERIFICA DEL PRINCIPIO DNSH NELLA FASE DI PE E REALIZZAZIONE				
		ALLEGATO IV AGLI ORIENTAMENTI TECNICI	CRITERIO DI VAGLIO TECNICO	ELEMENTI PROGETTUALI A SOSTEGNO DELLO SCORE ASSEGNATO NELLA SCHEDA DI VALUTAZIONE	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	CIRCOLARE 33 MEF DEL 13/10/22	CRITERI PREMIALI	DECRETO DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE	CIRCOLARE 33 MEF DEL 13/10/22	MONITORAGGIO AMBIENTALE	SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE
VALUTAZIONE	A	X				X	X			X	
	B		X	X		X	X	X		X	
	C		X			X	X	X		X	
	D		X		X	X	X	X	X	X	

Il presente progetto è stato redatto per un intervento inquadrato all’interno della Misura “1.7: *Potenziamento, elettrificazione e resilienza ferrovie al sud*” che in fase di autovalutazione ha consolidato score A e B (vedi successivo cap. 4) e pertanto nei capitoli 6 e 7 è stata effettuata l’analisi in dettaglio per gli elementi sopra riportati.

Completano il documento:

1. la scheda di Autovalutazione prodotta per la Misura di investimento generale a cui il progetto in esame appartiene, trasmessa alla Comunità Europea nel mese di aprile dell’anno 2021, riportata in Allegato 1;

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

2. la Procedura di Valutazione del Rischio Climatico e della Vulnerabilità (CE Regolamento Delegato obiettivo mitigazione), redatta nel rispetto del criterio di vaglio tecnico per l'obiettivo "Adattamento ai cambiamenti climatici" – come meglio specificato più avanti – riportata in Allegato 2;
3. le checklist delle schede tecniche 5 e 23 relative all'intervento in oggetto, per quanto applicabili al presente stato di sviluppo progettuale in conformità a quanto previsto dalla sopra citata Circolare n. 33 - riportate in Allegato 3;

4 Valutazione DNSH effettuata sulla misura a cui appartiene il progetto

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza italiano si articola in 6 Missioni, che raggruppano 16 Componenti funzionali a realizzare gli obiettivi economico-sociali definiti nella strategia del Governo, che a loro volta si articolano in 48 Linee di intervento per progetti omogenei e coerenti.

Gli investimenti in infrastrutture ferroviarie, come il progetto oggetto della presente Relazione, ricadono all'interno della Missione 3¹¹ (Infrastrutture per una mobilità sostenibile), Componente 1 (Alta velocità ferroviaria e manutenzione stradale 4.0), Linea di Azione "Opere ferroviarie per la mobilità e la connessione veloce del Paese".

Le Misure riferite alla infrastruttura ferroviaria, in termini di Investimenti, sono le seguenti otto:

- 1.1: Collegamenti ferroviari ad Alta Velocità verso il Sud per passeggeri e merci,
- 1.2: Linee ad Alta Velocità nel Nord che collegano all'Europa,
- 1.3: Connessioni diagonali,
- 1.4: Sviluppo del sistema europeo di gestione del trasporto ferroviario (ERTMS),
- 1.5: Rafforzamento dei i nodi ferroviari metropolitani e dei collegamenti nazionali chiave,
- 1.6: Potenziamento delle linee regionali,
- 1.7: Potenziamento, elettrificazione e aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud,
- 1.8: Miglioramento delle stazioni ferroviarie nel Sud

A fine aprile 2021, con l'invio del PNRR nazionale alla Unione Europea, è stata trasmessa anche una prima valutazione DNSH (*Autovalutazione*)¹² redatta dall'Amministrazione titolare della misura, per ognuna delle 8 misure sopra riportate e per ciascuno dei sei obiettivi ambientali del DNSH, che ha condotto alla approvazione del PNRR con Decisione del Consiglio ECOFIN del 13 luglio 2021 e notificata all'Italia dal Segretariato generale del Consiglio con nota LT161/21, del 14 luglio 2021.

¹¹ Le risorse complessivamente destinate alla missione ammontano a 25,40 miliardi di euro, pari al 13,26% delle risorse totali del Piano (<https://italiadomani.gov.it/it/il-piano/missioni-pnrr/mobilita-sostenibile.html>)

¹² Le schede di Autovalutazione sono consultabili al link <https://italiadomani.gov.it/it/Interventi/dnsh.html>

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

Nella fattispecie il progetto di Fattibilità Tecnico Economica di cui trattasi rientra nella misura di investimento “1.7 Potenziamento, elettrificazione e aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud”, per la quale è stata redatta la scheda riportata in allegato 1 al presente documento, e della quale si richiamano integralmente i contenuti.

Si riporta di seguito la sintesi di questo primo assessment riferito al complesso della misura “1.7: Potenziamento, elettrificazione e aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud”:

Obiettivi ambientali	Valutazione DNSH sintetica	Valutazione DNSH estesa
Mitigazione dei cambiamenti climatici	B	La misura risulta sostenere al 100% questo obiettivo
Adattamento ai cambiamenti climatici	B	La misura risulta sostenere al 100% questo obiettivo
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	A	La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo
Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclo dei rifiuti	B	La misura risulta sostenere al 100% questo obiettivo
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo	A	La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo
Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	A	La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo

Rispetto alla valutazione generale effettuata per la misura di intervento, che si conferma applicabile anche all'infrastruttura in esame, di seguito si declinano le considerazioni specifiche relative al progetto.

5 Inquadramento del progetto ai sensi della Circolare 13/10/22, n.33 MEF

Con Circolare del 30 dicembre 2021, n. 32¹³ avente ad oggetto “Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)” il Ministero dell'Economia e delle Finanze ha emanato una guida operativa “*Al fine assistere le Amministrazioni titolari di misure e i Soggetti attuatori degli interventi nel processo di indirizzo e nella raccolta di informazioni e verifica per assicurare il rispetto del principio del non arrecare danno significativo all'ambiente, sentito anche il Ministero della transizione ecologica, ... che fornisce indicazioni sui requisiti tassonomici, sulla normativa corrispondente e sugli elementi utili per documentare il rispetto di tali requisiti*”.

In tale ambito sono presenti sia delle schede tecniche relative a ciascuna “area di intervento” - nelle quali sono riportati i riferimenti normativi, i vincoli DNSH e i possibili elementi di verifica - e sia una mappatura mediante matrice di correlazione (tra investimenti del PNRR e le schede tecniche predisposte per singolo argomento) delle singole misure del PNRR rispetto alle “aree di intervento” che hanno analoghe implicazioni in termini di vincoli DNSH.

¹³ Disponibile al link https://www.rgs.mef.gov.it/VERSIONE-I/circolari/2021/circolare_n_32_2021/

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

Tali Linee Guida sono state successivamente aggiornate con Circolare 33 del 13/10/22¹⁴.

Per il progetto di cui trattasi, in quanto compreso nell'investimento "1.7: Potenziamento, elettrificazione e aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud", ai sensi della suddetta matrice si applicano le schede tecniche 5 e 23.

Alle schede tecniche 5 e 23, i cui contenuti sono richiamati nell'ambito dei successivi capitoli 6 e 7, si applicano:

- scheda tecnica 5 - Interventi edili e cantieristica generica non connessi con la costruzione/rinnovamento di edifici:
 - codice NACE¹⁵ - la scheda fornisce indicazioni gestionali ed operative per tutti gli interventi che prevedano l'apertura e la gestione di cantieri e pertanto, non si associa a specifiche attività produttive
- scheda tecnica 23 - Infrastrutture per il trasporto ferroviario:
 - codice NACE - la scheda individua il codice NACE F42.12 "Costruzione di linee ferroviarie e metropolitane" e risulta allineato con l'attribuzione del codice definita dal Proponente.

Si evidenzia che il Regime indicato nella Circolare 33 per l'investimento 1.7 è il "Regime 2", che prevede la verifica dei requisiti minimi per il rispetto del DNSH.

In realtà, come conseguenza dei contenuti indicati nella scheda di Autovalutazione presentata nell'aprile 2021 (Allegato 1) che indica un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici - nel rispetto di quanto indicato nell'Allegato VI al Regolamento 2021/241 (vedi successivo cap.6) - si ritiene più corretto applicare al progetto le condizioni ed i vincoli indicati per il Regime 1.

Il riscontro puntuale alla rispondenza del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica con i vincoli DNSH introdotti dalla Circolare è dettagliato nelle checklist applicabili, riportate in Allegato 3.

¹⁴ Disponibile al link [Ragioneria Generale dello Stato - Ministero dell'Economia e delle Finanze - Circolare del 13 ottobre 2022, n. 33 \(mef.gov.it\)](https://www.mef.gov.it/Portals/0/Documenti/Circolari/Circolare%20del%2013%20ottobre%202022,%20n.%2033.pdf)

¹⁵ I codici NACE (Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne) sono i codici che rispondono ad un criterio di armonizzazione statistica, finalizzato a disporre di una base di classificazione uniforme delle attività economiche in Unione Europea. cfr. <https://eur-lex.europa.eu/summary/IT/4301903>. La traduzione italiana della nomenclatura comunitaria NACE è Codici ATECO (ATTività ECONomiche).

 VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2				
	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

6 Obiettivo sostenuto dal Progetto in maniera prevalente

I seguenti elementi, laddove applicabili, sono verificati nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica e dovranno essere sviluppati e verificati nelle successive fasi di Progettazione.

<p>Verifica rispetto Criterio di Vaglio Tecnico riportato al par. 6.14 - Infrastrutture per il trasporto ferroviario - dell'Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione</p>	<p>In ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio, l'attività fornisce Contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici in quanto il Progetto in esame soddisfa il seguente criterio, individuato al punto 1. (a) ii) del citato documento:</p> <p><i>" i) un'infrastruttura a terra nuova o esistente e sottosistemi associati dove è prevista l'elettrificazione per quanto riguarda i binari di linea e, nella misura necessaria alla circolazione dei treni elettrici, dei binari di manovra, o dove l'infrastruttura sarà idonea a essere utilizzata da treni che presentano emissioni di CO 2 dallo scarico pari a zero entro 10 anni dall'inizio dell'attività: infrastrutture, energia, controllo-comando e segnalamento di bordo e controllo-comando e segnalamento a terra, come da definizione dell'allegato II, punto 2, della direttiva (UE) 2016/797".</i></p> <p>Il soddisfacimento del suddetto Criterio di vaglio tecnico ottempera anche il Vincolo DNSH riportato per la scheda n. 23 della Circolare MEF n. 33 del 13/10/22.</p>
---	---

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA
Lotto 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	16 di 45

<p>Classificazione ai sensi dell'Allegato VI "Metodologia di controllo del clima"¹⁶ del Regolamento Europeo 241/2021 UE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Codice</th> <th>Campo di Intervento</th> <th>Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici</th> <th>Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi ambientali</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>065</td> <td>Linee ferroviarie di nuova costruzione o ristrutturate-rete globale TEN-T</td> <td>100%</td> <td>40%</td> </tr> </tbody> </table>	Codice	Campo di Intervento	Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici	Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi ambientali	065	Linee ferroviarie di nuova costruzione o ristrutturate-rete globale TEN-T	100%	40%
Codice	Campo di Intervento	Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici	Coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi ambientali						
065	Linee ferroviarie di nuova costruzione o ristrutturate-rete globale TEN-T	100%	40%						
<p>Valutazione riduzione emissioni climalteranti</p>	<p>Per il calcolo delle emissioni climalteranti derivanti dallo shift modale, lo studio è stato sviluppato in riferimento agli indicatori sviluppati nello Studio di Trasporto (Maggio 2023). Per il dettaglio sui contenuti di quanto di seguito riportato si confronti lo Studio di Impatto Ambientale (RR0P02R22RGS0001001 par 7.4). L'analisi delle emissioni è stata effettuata per il periodo 2030 – 2060, commisurato alla vita utile economica del progetto, in linea con l'Analisi Costi Benefici relativa al Global Project "Raddoppio linea Decimomannu-Villamassargia ed Elettrificazione del bacino del Sulcis" (Maggio 2023) di cui il progetto analizzato è parte.</p> <p>Nell'ambito di tale valutazione sono state considerate le emissioni climalteranti evitate dall'esercizio dell'opera, legate allo shift modale (anni 2030-2060). In particolare, con riferimento alle emissioni evitate derivanti dalla riduzione del trasporto privato, la stima dei livelli delle diverse tipologie di emissioni è stata condotta attraverso l'uso dei parametri che prendono in considerazione le caratteristiche e l'evoluzione del parco circolante di veicoli (i.e. tipo di veicolo, tipo di alimentazione). Le emissioni medie, in termini di CO₂eq (g/veicoli*km), sono state moltiplicate per le variazioni, stimate in diminuzione, dei veicoli*km su strada, determinando pertanto le emissioni totali annue evitabili grazie alla realizzazione del progetto e alla conseguente diversione modale dalla strada alla ferrovia.</p>								

¹⁶ "Dimensioni e codici delle tipologie di intervento per il dispositivo per la ripresa e la resilienza".

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA
Lotto 2

COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A	FOGLIO 17 di 45
------------------	-------------	---------------------	---------------------------	-----------	--------------------

Un ulteriore beneficio derivante dalla realizzazione del programma di investimento risiede nell'elettrificazione del bacino del Sulcis. Tali benefici si traducono in una riduzione di CO₂eq grazie al cambio di trazione ferroviaria (da diesel ad elettrica) e sono stati calcolati tramite l'utilizzo del consumo di combustibile relativo al materiale rotabile e dei coefficienti di conversione specifici.

Infine, per la stima delle emissioni incrementali derivanti dall'aumento dei treni*km, si è fatto uso del consumo energetico relativo al materiale rotabile e dei coefficienti di conversione specifici.

Come è possibile osservare dalla seguente tabella, il beneficio di emissioni climalteranti, in relazione all'intero periodo di analisi, risulta pari a 202.536 tonnellate di CO₂eq. Tale valore deriva dalla differenza tra le emissioni evitate, derivanti sia dalla diversione modale (CO₂eq evitata – AUTO) che dalla sostituzione dei treni Diesel (CO₂eq evitata – TRENO DIESEL) e le emissioni prodotte, dovute al consumo energetico relativo alla trazione elettrica (CO₂eq aggiuntiva – TRENO ELETTRICO), conseguente all'elettrificazione del Bacino del Sulcis.

Tabella 2 - Bilancio emissioni gas climalteranti

	2030 [t/a]	2040 [t/a]	2050 [t/a]	2060 [t/a]	Totale periodo (2030-2060) [t]
CO₂eq evitata – AUTO	2.256	2.256	2.256	2.255	69.934
CO₂eq evitata – TRENO DIESEL	5.072	5.072	5.072	5.072	157.233
CO₂eq incrementale – TRENO ELETTRICO	1.289	903	632	443	24.631
CO₂eq evitata netta	6.039	6.425	6.695	6.885	202.536

I valori riportati nella tabella che segue derivano dall'Analisi Costi Benefici precedentemente citata. In sintesi, è possibile affermare che l'opera analizzata partecipa al raggiungimento dell'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050 secondo il Green Deal europeo in quanto, come Lotto dei progetti analizzati nel Global Project, partecipa alla riduzione delle emissioni climalteranti nel periodo 2030-2060 di un cumulo di oltre 200.000t CO₂eq.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

CONTROLLI DA EFFETTUARE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E IN FASE REALIZZATIVA	
FASE	CONTROLLI DERIVATI
Progettazione esecutiva (<i>Approvazione Progettazione Esecutiva</i>)	Verifica sviluppo progettuale degli elementi previsti dai criteri premiali relativi all'obiettivo ambientale
Realizzazione	Qualora applicabili alla fase di realizzazione, dovrà essere effettuata una rendicontazione annuale attestante la reale e corretta applicazione dei criteri premiali individuati in fase di attività negoziale e sviluppata in fase di progettazione esecutiva.
VINCOLI DNSH	
Circolare 33 MEF del 13/10/22 – Regime 1 SCHEDA TECNICA n. 5 <i>Verifica ex-ante (Approvazione Progettazione Esecutiva)</i>	CONTROLLI DERIVATI Nell'ambito della Progettazione esecutiva dovranno essere effettuati: <ul style="list-style-type: none"> • Un bilancio dei consumi "standard" attesi per la realizzazione dell'opera, suddivisa per i vari vettori energetici (gasolio, benzina, consumi elettrici, etc); • Un bilancio dei suddetti consumi a valle della strategia di ottimizzazione prevista per i vari settori: Lavorazioni, Trasporti, consumi energetici connessi alle aree di cantiere - es illuminazione notturna, aspirazione galleria - e campo base (connesse alla presenza di personale); • un confronto tra i due bilanci al fine di stimare le emissioni climateranti risparmiate a seguito della strategia di gestione prevista Approvazione Progetto Ambientale della Cantierizzazione
	Redazione Progetto Ambientale della Cantierizzazione Ulteriori elementi di premialità identificati in fase di attività negoziale (efficienza energetica, risparmio energetico, utilizzo di fonti di energia rinnovabili, emissioni ecc.)
	Vedasi quanto riportato al soprastante punto: Criteri premiali, fase progettazione esecutiva

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2				
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001
					FOGLIO 19 di 45

	<i>Verifica ex-post (fase di realizzazione)</i>	Rendicontazione energetica ed elenco delle strategie adottate per la gestione operativa del cantiere, funzionali a garantire il contenimento delle emissioni GHG			Dovrà essere effettuata una rendicontazione annuale dei consumi a valle della strategia di ottimizzazione attuata per i vari settori, al fine di dimostrare l'effettivo beneficio connesso alle scelte effettuate in fase di progettazione esecutiva in termini di riduzione di emissioni GHG
		Evidenza dell'utilizzo degli eventuali elementi di premialità identificati in fase di attività negoziale (efficienza energetica, risparmio energetico, utilizzo di fonti di energia rinnovabili, emissioni ecc.)			
SCHEDA TECNICA n. 23	<i>Vincolo DNSH</i>	La condizione indicata ricalca il Criterio di Vaglio Tecnico individuato per l'obiettivo e, in quanto connessa alla tipologia di opera, tale condizione è VERIFICATA			Nessun controllo necessario
Decreto Interministeriale	CONDIZIONE AMBIENTALE	Macrofase	Fase	Oggetto prescrizione	CONTROLLI DERIVATI Evidenza dell'avvio della Verifica di Ottemperanza alle relative condizioni ambientali nell'ambito della Macrofase/Fase indicata nei relativi Pareri, e del regolare adempimento di quanto ivi richiesto
		Vincoli derivanti da eventuali condizioni ambientali contenute nel Decreto di Interministeriale di compatibilità ambientale afferenti all'obiettivo ambientale			
Sistema di Gestione Integrato¹⁷ / Gestione Ambientale	Realizzazione	Predisposizione del Sistema di Gestione Integrato/Ambientale da parte dell'Appaltatore/ATI, con recepimento degli eventuali commenti della Direzione Lavori, e applicazione dello stesso per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo			Corretta gestione delle Non conformità ambientali da parte dell'Appaltatore/ATI (aggiornamento registro Non Conformità ambientali con evidenza della risoluzione) per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo

¹⁷ Il Sistema di Gestione Integrato si compone della Sezione Qualità, Ambiente e Sicurezza

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

7 Parte 1 della Lista di controllo

In ottemperanza a quanto indicato nel documento "Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (2021/C 58/01)" di seguito si riporta la parte 1 della lista di controllo, che contiene l'analisi effettuata per gli obiettivi per i quali lo score del progetto è stato valutato A (A. La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo) ovvero B (B. La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo) oppure C (C. La misura contribuisce in modo sostanziale all'obiettivo), e che quindi non necessitano di una valutazione di fondo (spunta su "No" nella tabella di seguito).

Indicare quali tra gli obiettivi ambientali che seguono richiedono una valutazione di fondo DNSH della misura	Sì	No	Motivazione	Documentazione di riferimento
Mitigazione dei cambiamenti climatici		X	Vedi par. 6 e 7.1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Circolare 33 MEF del 13/10/22 scheda 5, scheda 23 • RR0P02R22RGSAA0001001 • Sistema di Gestione Ambientale
Adattamento ai cambiamenti climatici		X	Vedi par. 7.1.2 e Allegato 2. PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA VULNERABILITÀ (CE Regolamento Delegato obiettivo mitigazione)	<ul style="list-style-type: none"> • Circolare 33 MEF del 13/10/22 scheda 5, scheda 23 • RR0P02R22RGSAA0001001 • RR0P02R09RIID0001001 • RR0P02R09RIID0002001 • RR0P02R69RGGEE0001001 • RR0P02R17RGIT0000001 • RR0P02R72PUSZ00040001 • RR0P02R18ROLFF0000001 • Sistema di Gestione Ambientale
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine		X	Vedi par. 7.1.3	<ul style="list-style-type: none"> • RR0P02R53RGCA0000001 • RR0P02R09RIID0001001 • RR0P02R09RIID0002001 • RR0P02R69RGGEE0001001 • Sistema di Gestione Ambientale



VALUTAZIONE DNSH

Relazione Generale

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA
Lotto 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	21 di 45

Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclo dei rifiuti	X	Vedi par. 7.1.4	<ul style="list-style-type: none"> • Circolare 33 MEF del 13/10/22 scheda 5, scheda 23 • RR0P02R52RGTA0000001 • RR0P02R52RGTA0000002 • RR0P02R22RGSA0001001 • RR0P02R16RGES0001001 • RR0P02R18ROLF0000001 • RR0P02R17RGIT0000001 • RR0P02R52RGCA0000001 • Sistema di Gestione Ambientale
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo	X	Vedi par. 7.1.5	<ul style="list-style-type: none"> • RR0P02R22RGSA0001001 • RR0P02R52RGCA0000001 • RR0P02R69RGGEE0001001 • RR0P02R22RGMA0000001 • RR0P02R22RGIM0004001 • RR0P02R52RGCA0000001 • Sistema di Gestione Ambientale
Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	X	Vedi par. 7.1.6	<ul style="list-style-type: none"> • RR0P02R22RGSA0001001 • RR0P02R22RGIA0000001 • RR0P02R22RGMA0000001 • Sistema di Gestione Ambientale

Di seguito è stata effettuata un'analisi per i 6 obiettivi per i quali non si ritiene necessaria una valutazione di fondo.

Nello specifico sono state effettuate analisi per quanto applicabili allo sviluppo progettuale in essere e riportate alcune prescrizioni/indicazioni da sviluppare nelle successive fasi progettuali ovvero in fase realizzativa, anche in conformità con quanto previsto nella Circolare 30 MEF del 11/08/22.

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

7.1 Obiettivi per cui non si ritiene necessaria una valutazione di fondo

I seguenti elementi, laddove applicabili, sono verificati nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica e dovranno essere sviluppati e verificati nelle successive fasi di Progettazione Esecutiva e realizzazione, anche in conformità con quanto previsto nella Circolare 30 MEF del 11/08/22.

7.1.1 Mitigazione dei cambiamenti climatici - valutazione B: La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo

Verifica rispetto Criterio di Vaglio Tecnico riportato al par. 6.14 – <i>“Infrastrutture per il trasporto ferroviario”</i> - dell'Allegato I al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione	Come già descritto nel par. 6 l'aspetto relativo alla <i>“Mitigazione dei Cambiamenti Climatici”</i> rappresenta l'obiettivo sostenuto dal progetto in maniera prevalente. Quando un progetto risulta sostenere al 100 % uno dei sei obiettivi ambientali, essa è considerata conforme al principio DNSH per tale obiettivo. I criteri/elementi da sviluppare e monitorare per l'obiettivo nella successiva fase progettuale e realizzativa sono riportati al par. 6 .
---	--

7.1.2 Obiettivo Adattamento ai cambiamenti climatici - valutazione B: La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo

Verifica rispetto Criterio di Vaglio Tecnico riportato al par. 6.14 - <i>Infrastrutture per il trasporto ferroviario</i> - dell'Allegato I al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione	<p>Si conferma che l'attività non arreca un danno significativo all'obiettivo Adattamento ai cambiamenti climatici in quanto risulta applicabile il relativo criterio di vaglio, per il quale è stata sviluppata la <i>“Procedura di Valutazione del Rischio Climatico e della Vulnerabilità”</i>, riportata in allegato 2 al presente documento.</p> <p>Il soddisfacimento del suddetto Criterio di vaglio tecnico ottempera anche il Vincolo DNSH e l'elemento di verifica ex ante riportato per la scheda 23 della Circolare MEF n. 33 del 13/10/22.</p>
Elementi progettuali a sostegno dello score assegnato nella scheda di VALUTAZIONE	Ad integrazione di quanto riportato nel sopra citato allegato 2, che integra la valutazione della vulnerabilità e del rischio climatico con la definizione di alcune soluzioni di adattamento al clima attuale e futuro, anche lo Studio di Impatto Ambientale (Relazione RROP02R22RGSA0001001, cap 7.3) analizza il PFTE valutandone la conformità con la <i>“Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici”</i> documento strategico di carattere settoriale redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM poi MITE ora MASE), in cui sono individuati set di azioni ed indirizzi specifici da attuare per aumentare la resilienza al clima ed ai cambiamenti climatici ¹⁸ .

¹⁸Nello specifico tale Strumento specifica che le azioni e/o gli indirizzi di adattamento ai cambiamenti climatici devono tenere conto dei fattori contestuali quali i processi ambientali, socioeconomici, tecnologici, culturali, e politici, nonché l'incertezza dei relativi

Si evidenziano inoltre, a titolo esemplificativo, gli aspetti progettuali di seguito indicati in relazione all'obiettivo di cui trattasi:

- Nell'ambito del Progetto Ambientale Cantierizzazione (PAC, cod. RR0P02R52RGCA0000001) è stata effettuata l'analisi dei vincoli delle aree di cantiere, di tipo idraulico, idrogeologico, geomorfologico etc..
- Nell'ambito della Relazione Idrologica (cod. RR0P02R09RIID0001001) sono riportate le proiezioni climatiche (stima delle variazioni del clima futuro che viene fornita dai modelli climatici) che sono state utilizzate nell'esecuzione delle opportune verifiche idrauliche condotte nell'ambito della Relazione di Compatibilità Idraulica (cod. RR0P02R09RIID0002001).
- Con riferimento al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna, il tracciato di progetto risulta interamente ricompreso all'interno di un'area classificata a pericolosità geomorfologica nulla (Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica, cod. RR0P02R69RGGE0001001).
- Dal punto di vista idrologico-idraulico, l'intervento si sviluppa all'interno del bacino del Riu Spinosu, nello specifico in parallelo al Riu Gora Perdosu (tributario del Riu Spinosu) e al Riu Spinosu, attraversando una serie di corsi d'acqua secondari, affluenti del Riu Gora Perdosu e del Riu Spinosu stessi. Dal confronto con il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) della Regione Autonoma della Sardegna si rileva che sono definite aree a pericolosità idraulica lungo i due corsi d'acqua principali sopracitati e nell'intorno dell'attraversamento del corso d'acqua minore in corrispondenza della pk 2+050. Tuttavia quest'ultima risulta l'unica area interferente con la tratta ferroviaria in esame. Pertanto, in corrispondenza delle opere di attraversamento in progetto, oltre ad essere rispettati i franchi idraulici minimi consentiti, sono anche previste opportune opere di sistemazione idraulica, al fine di inibire eventuali fenomeni di erosione/scalzamento (Relazione Idrologica, cod. RR0P02R09RIID0001001, Relazione di Compatibilità Idraulica, cod. RR0P02R09N5ID0002001).
- Gli impianti safety comprendono l'impianto rivelazione incendi per la protezione antincendio attiva dei locali tecnici previsti nei fabbricati tecnologici PP/ACC. Inoltre gli impianti HVAC a servizio dei locali, saranno interfacciati con la centrale di rivelazione incendi la quale, in caso di allarme, tramite opportuno teleruttore di comando, provvederà al loro spegnimento (Relazione generale Impianti Meccanici Safety e Security, cod. RR0P02R17RGIT0000001).
- Nell'ambito delle Prime indicazioni per il Piano di Sicurezza e Coordinamento (cod. RR0P02R72PUSZ00040001), tra i rischi trasmessi dall'ambiente esterno al cantiere, sono considerati anche gli agenti atmosferici.
- Nell'ambito degli impianti LFM (Impianti LFM – Relazione Tecnica Generale, cod. RR0P02R18ROLF0000001) è prevista l'installazione dell'impianto di Riscaldamento

sviluppi futuri. È introdotto un approccio di "gestione flessibile" attraverso l'attuazione di diversi tipi di misure di adattamento, quali "misure grigie o strutturali" che includono soluzioni tecnologiche e ingegneristiche; "misure verdi o ecosistemiche" che prevedono approcci basati sugli ecosistemi; "misure soft o leggere" che implicano approcci gestionali, giuridici e politici.

Elettrico dei Deviatoi (RED), necessario al fine di poterli movimentare, garantendo la regolare circolazione ferroviaria, in caso di neve o ghiaccio.

CONTROLLI DA EFFETTUARE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E IN FASE REALIZZATIVA

Criteri Premiali	FASE	CONTROLLI DERIVATI
	Progettazione esecutiva <i>(Approvazione Progettazione Esecutiva)</i>	Verifica sviluppo progettuale degli elementi previsti dai criteri premiali relativi all'obiettivo ambientale
Realizzazione	Qualora applicabili alla fase di realizzazione, dovrà essere effettuata una rendicontazione annuale attestante la reale e corretta applicazione dei criteri premiali individuati in fase di attività negoziale e sviluppata in fase di progettazione esecutiva.	

Circolare 33 MEF del 13/10/22	VINCOLI DNSH		CONTROLLI DERIVATI	
	SCHEDA TECNICA n. 5	Verifica ex-ante <i>(Approvazione Progettazione Esecutiva)</i>	I Campi Base non dovranno essere ubicati in settori concretamente o potenzialmente interessati da fenomeni gravitativi (frane, smottamenti). Nel caso in cui i vincoli progettuali, territoriali ed operativi non consentissero l'identificazione di aree alternative non soggette a tali rischi, dovranno essere adottate tutte le migliori pratiche per mitigare il rischio;	Nel caso di eventuali modifiche alla cantierizzazione prevista nel Progetto a base di gara, evidenza progettuale dell'approfondimento eseguito per rispettare il vincolo esplicitato
			Prevedere studio Geologico e idrogeologico relativo alla pericolosità dell'area di cantiere per la verifica di condizioni di rischio idrogeologico	Approvazione studio Geologico e idrogeologico ai fini della valutazione del grado di rischio incluse aree di cantiere tenendo conto della durata dei lavori
			Prevedere studio per valutare il grado di rischio idraulico	Approvazione dello studio di rischio idraulico associato alle aree di cantiere, tenendo

			associato alle aree di cantiere.	conto della durata dei lavori, comprensivo di idonea cartografia con eventuale identificazione dei necessari presidi di adattabilità da porre in essere
		<i>Verifica ex-post (fase di realizzazione)</i>	Nel caso di eventuali modifiche alla cantierizzazione prevista nel Progetto a base di gara, verifica dell'adozione delle eventuali misure di mitigazione del rischio previste in fase progettuale;	
			Relazione Geologica e idrogeologica relativa alla pericolosità dell'area attestante l'assenza di condizioni di rischio idrogeologico;	Aggiornamento e verifica della Relazione Geologica e idrogeologica attestante l'assenza di condizioni di rischio idrogeologico per le aree di cantiere in caso di variazione delle aree di cantiere o di eventi climatici estremi;
			Verifica documentale e cartografica necessaria a valutare il grado di rischio idraulico associato alle aree coinvolte condotta da tecnico abilitato con eventuale identificazione dei necessari presidi di adattabilità da porre in essere.	Aggiornamento verifica dello studio di rischio idraulico associato alle aree di cantiere, prodotto in fase di Progettazione Esecutiva in caso di variazione delle aree di cantiere o di eventi climatici estremi
	SCHEDA TECNICA n. 23	<i>Verifica ex-ante (Approvazione Progettazione Esecutiva)</i>	Conduzione analisi dei rischi climatici fisici: VERIFICATO sul progetto in esame (vedasi allegato 2), da verificare sulle fasi successive.	Approvazione di una Relazione sulla valutazione di Vulnerabilità e rischio al clima ed ai cambiamenti climatici, con identificazione delle eventuali soluzioni di adattamento climatico, inclusi almeno scenari di proiezioni climatiche a 30 anni

Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici	Progettazione esecutiva (Approvazione Progettazione Esecutiva)	Approvazione del documento progettuale redatto per fornire evidenza di come il Progetto esecutivo risulti allineato alle azioni progettuali applicabili identificate nella Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, a partire dall'analisi svolta nell'ambito del Progetto.			
	Realizzazione	Controllo e monitoraggio delle strategie soft e trasversali, previste in fase di progettazione, correlati dell'obiettivo di adattamento ai cambiamenti climatici			
Decreto Interministeriale	CONDIZIONE AMBIENTALE	Macrofase	Fase	Oggetto prescrizione	CONTROLLI DERIVATI
	Vincoli derivanti da eventuali condizioni ambientali contenute nel Decreto di Interministeriale di compatibilità ambientale afferenti all'obiettivo ambientale				Evidenza dell'avvio della Verifica di Ottemperanza alle relative condizioni ambientali nell'ambito della Macrofase/Fase indicata nei relativi Pareri, e del regolare adempimento di quanto ivi richiesto
Sistema di Gestione Integrato¹⁹ / Gestione Ambientale	Realizzazione	Predisposizione del Sistema di Gestione Integrato/Ambientale da parte dell'Appaltatore/ATI, con recepimento degli eventuali commenti della Direzione Lavori, e applicazione dello stesso per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo			
		Corretta gestione delle Non conformità ambientali da parte dell'Appaltatore/ATI (aggiornamento registro Non Conformità ambientali con evidenza della risoluzione) per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo			

¹⁹ Il Sistema di Gestione Integrato si compone della Sezione Qualità, Ambiente e Sicurezza

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

7.1.3 Obiettivo Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine - A: La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo

Elementi progettuali a sostegno dello score assegnato nella scheda di VALUTAZIONE	<p>Il prevedibile impatto dell'attività sostenuta dalla misura su quest'obiettivo ambientale è trascurabile, in considerazione degli effetti diretti e degli effetti indiretti primari nel corso del ciclo di vita. Non sono stati rilevati rischi di degrado ambientale connessi alla salvaguardia della qualità dell'acqua e lo stress idrico.</p> <p>In particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Come indicato nella "Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica" (RR0P02R69RGGE0001001), il settore interessato dagli interventi in progetto è caratterizzato dalla presenza di circolazione idrica sotterranea. Dalle indagini condotte in merito ai livelli piezometrici e a fronte delle caratteristiche dimensionali delle fondazioni indirette e dei micropali, appare evidente come la loro esecuzione porti ad intercettare la falda nella sua porzione più sommitale. Al fine di evitare che la realizzazione delle fondazioni profonde possa determinare la modifica dello stato qualitativo delle acque sotterranee, nel caso in cui la loro esecuzione necessiti dell'utilizzo di fluidi, sarà prestata particolare attenzione alla scelta dei componenti di tali fluidi; la miscela utilizzata sarà quindi tale da minimizzare la contaminazione delle falde e, in tal senso, sarà fondamentale l'utilizzo di sostanze biodegradabili. • Vi è la presenza di opere di consolidamento del fondo dell'alveo in corrispondenza delle nuove opere di attraversamento dei corsi d'acqua secondari interferiti dalla linea (cod. RR0P02R09RIID0002001) • In cantiere, gli impianti di trattamento delle acque nere assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme vigenti; pertanto, le stesse potranno essere impiegate per eventuali usi industriali oppure immesse direttamente in fognatura. • L'impianto di trattamento delle acque industriali prevede apposite vasche di decantazione per l'abbattimento dei materiali fini in sospensione e degli oli eventualmente presenti. Le acque, così trattate, potranno essere riciclate per gli usi interni al cantiere, limitando così i prelievi da acquedotto. Lo scarico finale delle acque trattate verrà realizzato con tubazioni interrato in fognatura, in ottemperanza alle norme vigenti. • In cantiere, le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente in fognatura, mediante una apposita canalizzazione aperta.
---	--

CONTROLLI DA EFFETTUARE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E IN FASE REALIZZATIVA

Criteri Premiali	FASE	CONTROLLI DERIVATI
	Progettazione esecutiva (<i>Approvazione Progettazione Esecutiva</i>)	Verifica sviluppo progettuale degli elementi previsti dai criteri premiali relativi all'obiettivo ambientale

 ITOLFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

	Realizzazione			Qualora applicabili alla fase di realizzazione, dovrà essere effettuata una rendicontazione annuale attestante la reale e corretta applicazione dei criteri premiali individuati in fase di attività negoziale e sviluppata in fase di progettazione esecutiva.	
Decreto Interministeriale	CONDIZIONE AMBIENTALE	Macrofase	Fase	Oggetto prescrizione	CONTROLLI DERIVATI
	Vincoli derivanti da eventuali condizioni ambientali contenute nel Decreto di Interministeriale di compatibilità ambientale afferenti all'obiettivo ambientale				Evidenza dell'avvio della Verifica di Ottemperanza alle relative condizioni ambientali nell'ambito della Macrofase/Fase indicata nei relativi Pareri, e del regolare adempimento di quanto ivi richiesto
Sistema di Gestione Integrato ²⁰ / Gestione Ambientale	Realizzazione		Predisposizione del Sistema di Gestione Integrato/Ambientale da parte dell'Appaltatore/ATI, con recepimento degli eventuali commenti della Direzione Lavori, e applicazione dello stesso per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo		
			Corretta gestione delle Non conformità ambientali da parte dell'Appaltatore/ATI (aggiornamento registro Non Conformità ambientali con evidenza della risoluzione) per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo		

7.1.4 Obiettivo Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclo dei rifiuti- valutazione B: La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo

Verifica rispetto Criterio di Vaglio Tecnico riportato al par. 6.14 – “Infrastrutture per il trasporto ferroviario” - dell'Allegato I al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione	<p>Si conferma che l'attività non arreca un danno significativo all'obiettivo “Transizione verso una economia circolare” in quanto risulta allineato al principio alla base del criterio di vaglio tecnico:</p> <p><i>Almeno il 70 % (in termini di peso) dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi (escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco europeo dei rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE) prodotti in cantiere è preparato per il riutilizzo, il riciclo e altri tipi di recupero di materiale, incluse operazioni di riempimento che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali, conformemente alla gerarchia dei rifiuti e al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione. I gestori limitano la produzione di rifiuti nei processi di costruzione e demolizione, conformemente al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, tenendo conto delle migliori tecniche disponibili e utilizzando la demolizione selettiva onde consentire la rimozione e il trattamento sicuro delle sostanze pericolose, e facilitano il riutilizzo e il riciclo di alta qualità tramite la rimozione selettiva dei</i></p>
--	---

²⁰ Il Sistema di Gestione Integrato si compone della Sezione Qualità, Ambiente e Sicurezza

materiali, avvalendosi dei sistemi di cernita dei rifiuti da costruzione e demolizione disponibili.

Precisazioni:

- a) nel progetto è stato sviluppato il Piano di Gestione dei Materiali di Risulta (cod. RROP02R52RGTA0000001) che, relativamente ai rifiuti, non prevede la produzione di materiali da demolizione (CER del gruppo 17 ad eccezione delle terre e rocce da scavo).
- b) In quanto progetto di una infrastruttura ferroviaria, nell'ottica dei principi di tutela ambientale, il progetto prevede in via prioritaria il riutilizzo delle terre (in esclusione dal regime di rifiuti) all'interno del cantiere in qualità di sottoprodotto, ai sensi del D.P.R. 120/2017, all'interno del progetto e/o all'esterno, con una conseguente riduzione del volume di terre da scavo in esubero da gestire in regime di rifiuti (riutilizzo stimato di circa il 66% del materiale prodotto) nonché dei volumi di materiale da approvvigionare dall'esterno (Piano di Utilizzo dei materiali di scavo cod. RROP02R52RGTA0000002) vedasi anche sezione successiva.
- c) In generale in relazione alla percentuale minima di materiali non pericolosi provenienti da DEMOLIZIONI che dovranno essere conferiti ad impianti di recupero, ad esclusione del codice CER 170504, dovrà essere previsto almeno il 70% in peso, nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente ed in particolare dal D.Lgs 116/20 all'art. 1 comma 7 (citato nei riferimenti normativi del doc. RROP02R52RGTA0000001)

Quanto sopra riportato in merito al Criterio di vaglio tecnico e la redazione degli elaborati riportati ai precedenti punti a) e b), compresi delle relative qualifiche, ottemperano anche il Vincolo DNSH e l'elemento di verifica ex ante riportato per la scheda 5 della Circolare 33 MEF del 13/10/22.

Contenuti tecnici specifici sviluppati nel progetto – Focus materiali di risulta

Di seguito si sintetizza la gestione dei materiali di risulta prevista nel progetto, a sostegno dell'obiettivo ambientale di cui trattasi (Piano di gestione materiali di risulta cod. RROP02R52RGTA0000001 par. 3.5).
In riferimento ai materiali terrigeni, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale²¹, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto che ammontano a 136.863 mc, gli interventi necessari alla realizzazione delle opere in progetto saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

²¹ Per quanto concerne gli esiti delle analisi effettuate sui materiali di risulta, allo stato attuale ed in considerazione dei risultati ottenuti nella presente fase progettuale, si può ipotizzare di gestire i materiali di risulta degli scavi come rifiuti con codice CER 17 05 04, per i quali si possono prevedere tre diverse modalità di gestione (Impianto di recupero; Discarica per rifiuti inerti; Discarica per rifiuti non pericolosi) a seconda dei risultati delle analisi di caratterizzazione (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione) che l'Appaltatore dovrà eseguire in fase di realizzazione dell'opera per la corretta scelta degli impianti di destinazione finale.

- 30.098 mc (in banco) materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale, ove necessario, ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017;
- 63.487 mc (in banco) materiali da scavo da riutilizzare all'esterno dell'appalto, gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017;
- 46.403 mc (in banco) materiali di risulta in esubero non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Inoltre, è prevista la produzione di circa 15.520m³ di ballast da gestire come rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs.152/2006 e s.m.i. (Il materiale proveniente dai campioni 2153566-001 e 2153566-002 (Ballast) potrà essere smaltito come rifiuto speciale non pericoloso con il codice C.E.R. 17 05 08).

Per tutti gli altri materiali di armamento da dismettere si prevede una gestione come "materiale tolto d'opera" e restituzione a RFI.

Contenuti tecnici specifici sviluppati nel progetto –
Focus risorsa naturale
energia

Nello SIA (cod. RR0P02R22RGSA0001001, cap 7.4), è stato analizzato e quantificato l'impatto energetico dell'intervento in oggetto considerando i consumi derivanti dall'incremento del numero dei treni (con riferimento alla Trazione ferroviaria), e dagli usi propri di RFI (con riferimento a Luce e Forza Motrice) frutto della realizzazione della nuova infrastruttura e dei relativi apparati e utenze previste dal progetto.

L'analisi, di seguito sintetizzata, presenta come perimetro il solo Lotto 2, oggetto del presente documento.

• **Analisi dei consumi da Trazione Ferroviaria**

Per la stima si è proceduto inizialmente ad individuare il valore incrementale previsto per la tratta in termini di numero treni giorno. Per quanto riguarda tale aspetto, è necessario specificare che l'orizzonte temporale previsto dall'analisi fa riferimento allo scenario di progetto. Nella seguente tabella, ricavata dall'elaborato "Relazione Tecnica di esercizio" (RR0P02R16RGES0001001) viene specificato che nella fase transitoria comprendente la realizzazione del Lotto 2, oggetto di questa analisi, non è previsto un incremento del modello di Esercizio.

Tabella 7-1 Consumi incrementali Trazione ferroviaria

MODO	TRENI GG		
	Esercizio attuale	Esercizio "di progetto"	Incremento

Treni	40	40	0
TOT	40	40	0

Visto quanto sopra, i consumi annui da trazione ferroviaria incrementali derivanti dal confronto tra lo scenario attuale e quello di progetto risultano pari a zero.

- **Analisi dei consumi energetici propri di RFI (LFM)**

È necessario premettere che l'energia approvvigionata relativa alla LFM proviene per 80% dal mix energetico nazionale e per 20% dal contratto di fornitura bilaterale che garantisce la provenienza da fonti energetiche 100% rinnovabili (FER).

Per la stima dei consumi energetici propri di RFI relativi alla LFM si è fatto riferimento agli elaborati di progetto; nello specifico, sono state rilevate tutte le nuove utenze previste per l'opera ed i relativi nuovi punti di consegna di energia elettrica e si è stimato il consumo energetico complessivo relativo agli usi propri di RFI (consumi da LFM). Per maggiore uniformità del dato, tale consumo, oltre che essere espresso in MWh/anno, è stato riportato anche in Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP).

Tabella 7-2 Consumi complessivi LFM - in fase di esercizio

Consumo complessivo LFM relativo alla fase di esercizio (MWh/anno) 270

Consumo complessivo LFM relativo alla fase di esercizio (TEP/anno) 50

Sulla base dei consumi energetici stimati, nella seguente tabella vengono riportate le percentuali di FER e FT complessive per l'opera in esame secondo le modalità di approvvigionamento energetico di RFI.

Tabella 7-3 Fonti di approvvigionamento energetico per il progetto in esame

Macro Utenze	Consumo energia annua [TEP/anno]	% sui consumi totali	% approvvigionamento da Fonti Energetiche Rinnovabili	% approvvigionamento da Fonti Tradizionali
Da trazione ferroviaria	0,0	0,0%	0,0%	0,0%
Da LFM (usi RFI - energia elettrica)	50	100,0%	53,9%	46,1%

TOTALE	50	100,0%	53,9%	46,1%
---------------	-----------	---------------	--------------	--------------

Come è possibile osservare, l'approvvigionamento complessivo dell'opera da fonti rinnovabili viene stimato di circa il 54%, superiore quindi al 42,32% del mix energetico nazionale.

Si fa presente inoltre che il progetto prevede l'utilizzo di tecnologie altamente efficienti sotto il profilo energetico ed in grado di garantire il minor assorbimento possibile in relazione al servizio svolto. A titolo esemplificativo:

- Per l'illuminazione saranno adoperati corpi illuminati a LED caratterizzati da bassi consumi ed elevata efficienza luminosa (RR0P02R18ROLF0000001).
- Per i locali che necessitano di condizionamento saranno previsti dei condizionatori del tipo "Under" o "Over" (in base alla presenza o meno del pavimento flottante) in grado di operare in free cooling quando la temperatura dell'aria esterna è sufficientemente fredda, tale tecnologia permette di garantire elevati standard di efficienza energetica (Rif. RR0P02R17RGIT0000001).

Si evidenzia che RFI è fortemente proattiva verso lo sviluppo e l'applicazione di innovazioni di processo e di prodotto che, garantendo i più alti standard di sicurezza e qualità, assicurino il miglioramento continuo dell'efficienza energetica delle attività sulla rete ferroviaria. Nell'ambito del percorso di decarbonizzazione già avviato, il Gestore ha previsto, a partire dal 2020 di aumentare la quantità di energia elettrica acquistata tramite contratto bilaterale e coperta da idonee GO.

CONTROLLI DA EFFETTUARE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E IN FASE REALIZZATIVA

Criteri Premiali	FASE		CONTROLLI DERIVATI	
	Progettazione esecutiva (<i>Approvazione Progettazione Esecutiva</i>)		Verifica sviluppo progettuale degli elementi previsti dai criteri premiali relativi all'obiettivo ambientale	
	Realizzazione		Qualora applicabili alla fase di realizzazione, dovrà essere effettuata una rendicontazione annuale attestante la reale e corretta applicazione dei criteri premiali individuati in fase di attività negoziale e sviluppata in fase di progettazione esecutiva.	
Circolare 33 MEF del 13/10/22	VINCOLI DNSH			CONTROLLI DERIVATI
	SCHEDA TECNICA n. 5 (richiamata)	<i>Verifica ex-ante (Approvazione Progettazione Esecutiva)</i>		Approvazione del Piano di gestione dei rifiuti con, laddove applicabile, verifica del soddisfacimento del requisito
			Redazione del Piano di gestione rifiuti con, laddove applicabile, annessa	

VALUTAZIONE DNSH

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	33 di 45

	come riferimento anche dalla scheda 23)		verifica del requisito indicato nella scheda;	"almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi, calcolato rispetto al peso totale, ricadenti nel Capitolo 17 Rifiuti delle attività di costruzione e demolizione (escluso il terreno proveniente da siti contaminati (ex Dlgs 152/06), sia inviato a recupero (R1-R13)." Tale documento dovrà dare evidenza delle eventuali motivazioni ostative al soddisfacimento del vincolo
			Verifica del requisito relativo alle terre e rocce da scavo (gestione ai sensi DPR n.120/2017)	Approvazione della previsione progettuale di utilizzo delle terre e rocce da scavo ai sensi DPR n.120/2017 o comunque in esclusione dal regime dei rifiuti, ai sensi della normativa vigente
			Sviluppo del bilancio materie	Approvazione del bilancio materie
	<i>Verifica ex-post</i>	Relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti, da cui emerge la destinazione ad una operazione "R";	Rendicontazione periodica in relazione alla gestione dei rifiuti e materiali da scavo (es. Registri tracciabilità Rifiuti e terre).	
		Attivazione procedura di gestione terre e rocce da scavo di cui al D.P.R. n.120/2017 (in caso di non attivazione indicarne le motivazioni)	Ad avvio della fase realizzativa e nel rispetto dei tempi previsti di legge, attivazione della procedura ai sensi DPR n.120/2017, o comunque di gestione terre in esclusione del regime dei rifiuti	

	CONDIZIONE AMBIENTALE	MACROFASE	FASE	OGGETTO PRESCRIZIONE	CONTROLLI DERIVATI
Decreto Interministeriale	Vincoli derivanti da eventuali condizioni ambientali contenute nel Decreto di Interministeriale di compatibilità ambientale afferenti all'obiettivo ambientale				Evidenza dell'avvio della Verifica di Ottemperanza alle relative condizioni ambientali nell'ambito della Macrofase/Fase indicata nei relativi Pareri, e del regolare adempimento di quanto ivi richiesto

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

Sistema di Gestione Integrato²² / Gestione Ambientale	Realizzazione	Predisposizione del Sistema di Gestione Integrato/Ambientale da parte dell'Appaltatore/ATI, con recepimento degli eventuali commenti della Direzione Lavori, e applicazione dello stesso per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo
		Corretta gestione delle Non conformità ambientali da parte dell'Appaltatore/ATI (aggiornamento registro Non Conformità ambientali con evidenza della risoluzione) per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo

7.1.5 Obiettivo Prevenzione e riduzione dell'inquinamento - A: La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo

Motivazione alla base della valutazione effettuata	<p>Il prevedibile impatto dell'attività sostenuta dalla misura sull'obiettivo ambientale è trascurabile, in considerazione degli effetti diretti e degli effetti indiretti primari nel corso del ciclo di vita.</p> <p>In particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • I rischi di degrado ambientale connessi all'inquinamento sono individuati e affrontati nel Progetto nell'ambito dello SIA (dimensione fisica dell'opera - RROP02R22RGSA0001001 cap. 6) e del Progetto Ambientale della Cantierizzazione (dimensione costruttiva dell'opera - PAC RROP02R52RGCA0000001 cap. 6) con l'obiettivo di salvaguardare il buono stato delle acque, aria e suolo e saranno valutati dall'Autorità competente nell'ambito della Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (di seguito VIA) alla quale il presente progetto viene sottoposto secondo l'iter autorizzativo. • Ulteriori fattori all'origine del medesimo effetto possono essere rappresentati da altre cause legate alle attività di cantiere, come la produzione di acque che possono veicolare nei corpi idrici ricettori e/o nel suolo eventuali inquinanti. Per quanto concerne il potenziale impatto prodotto dalle acque meteoriche, si evidenzia che, prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Nello specifico, le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione che convoglierà tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. • Inoltre, per quanto riguarda le zone delle aree di cantiere adibite a deposito di lubrificanti, olii e carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, sempre in ragione di quanto previsto dalle citate relazioni di cantierizzazione, esse saranno dotate di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque. • Al fine di verificare se e in quali termini la realizzazione delle fondazioni indirette e, più in generale, quella dell'opera in progetto possa modificare le caratteristiche qualitative delle acque, nonostante l'interesse della falda sia minimo, nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale (RROP02R22RGMA0000001) è stata prevista una coppia di punti atti al monitoraggio della falda (ASO.01-ASO.02). • È stato effettuato uno studio acustico e dalla stima dei livelli acustici non si è rilevata la necessità di prevedere barriere antirumore in quanto non si registrano
--	---

²² Il Sistema di Gestione Integrato si compone della Sezione Qualità, Ambiente e Sicurezza

superamenti dei limiti imputabili alla linea ferroviaria di progetto (Studio Acustico RROP02R22RGIM0004001).

- È stato redatto il Progetto di Monitoraggio Ambientale in conformità agli Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale interessati (RROP02R22RGMA0000001), che prevede l'esecuzione di monitoraggio per le componenti atmosfera, acque superficiali e acque sotterranee, suolo e sottosuolo, rumore, vibrazioni (cod. RROP02R22RGMA0000001 cap.4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7).
- Nello specifico in relazione alle misure ed alle procedure per ridurre il rumore, le polveri e le emissioni inquinanti durante i lavori di costruzione si confronti quanto riportato nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione (cod. RROP02R52RGCA0000001). La redazione di tale studio ottempera anche il Vincolo DNSH e le condizioni di verifica ex ante riportate per la scheda 5 della Circolare 33 MEF del 13/10/22.

Contenuti tecnici specifici sviluppati nel progetto – Focus riduzione emissioni inquinanti

Nell'ambito dello SIA (RROP02R22RGSA0001001) al capitolo 7.4 e nel rispetto degli esiti dello Studio di Trasporto (Maggio 2023), è stata effettuata l'analisi e stima dei vantaggi ambientali derivanti dalla domanda sottratta al trasporto privato stradale su gomma a favore del trasporto collettivo su ferro, utilizzando come orizzonte temporale quello individuato dall'Analisi Costi Benefici (Maggio 2023) in riferimento al periodo di attivazione dell'opera (2030 – 2060). Il perimetro delle citate analisi, e pertanto anche di quella di seguito sintetizzata, è costituito dall'intero Global Project "Raddoppio linea Decimomannu-Villamassargia ed Elettificazione del bacino del Sulcis".

In tale ambito sono state considerate le sole emissioni inquinanti evitate dall'esercizio dell'opera, legate allo shift modale (anni 2030-2060). Il beneficio ambientale deriva infatti dalla riduzione di veic*km (trasporto privato su strada) e di treni_diesel*km sostituiti con treni elettrici, in quanto si considera che il materiale rotabile elettrico non emetta inquinanti locali.

Nella seguente tabella vengono riportati i benefici complessivi netti espressi in termini di riduzione di emissioni inquinanti dovuto al decremento del trasporto ferroviario diesel e privato stradale.

Tabella 4 - Bilancio complessivo emissioni inquinanti

Totale periodo (2030-2060)			
	Treno Diesel [t]	Auto [t]	Totale [t]
SO2	477,11	0,41	477,52
NOx	1.161,31	306,76	1.468,08
COVNM	102,93	124,78	227,71
PM 2,5	31,67	17,34	49,02

I valori riportati in tabella mostrano la presenza di benefici ambientali rilevanti per tutti gli agenti inquinanti analizzati.

CONTROLLI DA EFFETTUARE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E IN FASE REALIZZATIVA

Criteri Premiali	FASE		CONTROLLI DERIVATI		
	Progettazione esecutiva (Approvazione Progettazione Esecutiva)	Verifica sviluppo progettuale degli elementi previsti dai criteri premiali relativi all'obiettivo ambientale			
Realizzazione	Qualora applicabili alla fase di realizzazione, dovrà essere effettuata una rendicontazione annuale attestante la reale e corretta applicazione dei criteri premiali individuati in fase di attività negoziale e sviluppata in fase di progettazione esecutiva.				
Decreto Interministeriale	CONDIZIONE AMBIENTALE	Macrofase	Fase	Oggetto prescrizione	CONTROLLI DERIVATI
	Vincoli derivanti da eventuali condizioni ambientali contenute nel Decreto di Interministeriale di compatibilità ambientale afferenti all'obiettivo ambientale				Evidenza dell'avvio della Verifica di Ottemperanza alle relative condizioni ambientali nell'ambito della Macrofase/Fase indicata nei relativi Pareri, e del regolare adempimento di quanto ivi richiesto
Sistema di Gestione Integrato ²³ / Gestione Ambientale	Realizzazione		Predisposizione del Sistema di Gestione Integrato/Ambientale da parte dell'Appaltatore/ATI, con recepimento degli eventuali commenti della Direzione Lavori, e applicazione dello stesso per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo		
			Corretta gestione delle Non conformità ambientali da parte dell'Appaltatore/ATI (aggiornamento registro Non Conformità ambientali con evidenza della risoluzione) per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo		

7.1.6 Obiettivo Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi - A: La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo

Motivazione alla base della valutazione effettuata	<p>Il prevedibile impatto dell'attività sostenuta dalla misura su quest'obiettivo ambientale è trascurabile, in considerazione degli effetti diretti e degli effetti indiretti primari nel corso del ciclo di vita. Si evidenzia a riguardo che:</p> <ul style="list-style-type: none"> Il progetto è stato sottoposto ad un esame conformemente alla normativa 2011/92/UE come recepita nel D.Lgs 152 e s.m.i., contenuto nello SIA (cod.
--	---

²³ Il Sistema di Gestione Integrato si compone della Sezione Qualità, Ambiente e Sicurezza

RR0P02R22RGSA0001001 e relativi elaborati grafici) redatto al fine di sottoporre la progettazione alla Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

- Come riportato nello SIA (cod. RR0P02R22RGSA0001001 - par. 5.2.4) nell'area vasta di riferimento, in un raggio di 5 km, non risultano presenti elementi della Rete Natura 2000: il sito più prossimo, costituito dalla ZSC ITB041105 Foresta di Monte Arcosu, è ubicato a circa 5,5 km dalle opere in progetto, mentre le restanti sono poste a distanze superiori.
- Non si rileva la presenza di siti UNESCO o di Parchi Nazionali nell'area interessata dal progetto.
- I soprastanti approfondimenti forniscono riscontro ad uno dei criteri ex-ante della scheda 23 della Circolare 33 MEF del 13/10/22.
- Gli effetti attesi durante la fase costruttiva dell'opera sono riferiti principalmente alla sottrazione di habitat e biocenosi in corrispondenza delle aree di cantiere e nelle aree di lavorazione lungolinea. Principalmente questa azione comporta la sottrazione di terreno vegetale, dovuta allo scotico che precede l'allestimento dei cantieri e la rimozione della vegetazione. Nel caso in esame le maggiori interferenze dovute alla costituzione delle aree di lavoro e dei cantieri, con le relative piste di servizio, al di fuori dell'attuale sedime ferroviario, si registrano a carico delle coperture degli usi agricoli, prevalentemente incolti e seminativi. Vista l'assenza di interessamento di vegetazione naturale delle aree di cantiere, e le attività di ripristino per tutte le superfici interessate che saranno restituite al loro stato originario, previste al termine di tale fase, l'effetto può essere considerato trascurabile.
- Per la continuità funzionale del sistema idrografico delle opere da realizzare è prevista la sistemazione di tombini esistenti e manufatti di idraulici che garantiscono, peraltro, la continuità delle funzioni ecologiche dei corsi d'acqua a tutti i livelli.
- La quasi totalità delle aree vegetate sottratte in modo permanente dall'opera di raddoppio, risulta costituito da vegetazione seminaturale, costituite principalmente da seminativi semplici e colture orticole a pieno campo (60%) e da seminativi in aree non irrigue (31%), mentre la restante parte (9%) interessa aree in cui è possibile osservare la presenza di eucalipteti (5%), oliveti (2%) e incolti (1%), mentre solo l'1% interessa aree naturali costituite da cespuglieti ed arbusteti.
- Le opere in progetto, inoltre, non sostituiscono habitat considerati prioritari ai fini conservazionistici di rilevanza comunitaria o, più in generale habitat rilevanti sul piano ecosistemico, né intercettano il sistema della rete ecologica riducendone il grado di connettività.
- Per quanto riguarda le colture legnose, le uniche opere che le coinvolgono riguardano l'opera di linea e fanno riferimento ad un oliveto. Le piante di olivo

sono tutelate a livello Regionale e Statale, vietandone l'abbattimento, ma consentendo il momentaneo stoccaggio e successiva ricollocazione. L'oliveto in questione viene interessato solo a livello marginale, coinvolgendo un solo filare di olivi, per un numero di circa 60 esemplari, che verranno espianati, stoccati e ricollocati come indicato nel sesto d'impianto del documento Relazione descrittiva delle Opere a Verde (RR0P02R22RGIA0000001).

- Il progetto sviluppato prevede l'esecuzione di monitoraggio ambientale per la componente vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi (cod. RR0P02R22RGMA0000001 cap.4.7), comprensiva del monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (per successivo ripristino a valle della smobilitazione dei Campi Base ed altre aree operative) e delle specie vegetali messe a dimora.
- Sono stati sviluppati una serie di interventi a verde per una estensione pari a circa 8.035 m², costituiti da:
 - interventi di inerbimento, previsti in tutte le aree di intervento a verde;
 - ripristino del suolo interferito dalle aree di cantiere e i medesimi interventi realizzati a partire da eventuali superfici dismesse da restituire all'uso originario;
 - messa a dimora delle piante di olivo espianate e stoccate fino a termine dei lavori perché interessate dal progetto d'opera;
 - messa a dimora di specie arboree e arbustive secondo differenti tipologie di sestri di impianto aventi finalità diversificate, tra cui: la mitigazione delle principali opere d'arte ferroviarie; la creazione di fitocenosi con una configurazione il più possibile naturale e potenziamento della compagine vegetazionale coerente con quella potenziale dei luoghi.

CONTROLLI DA EFFETTUARE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E IN FASE REALIZZATIVA

Criteri Premiali	FASE	CONTROLLI DERIVATI			
	Progettazione esecutiva <i>(Approvazione Progettazione Esecutiva)</i>	Verifica sviluppo progettuale degli elementi previsti dai criteri premiali relativi all'obiettivo ambientale			
Realizzazione	Qualora applicabili alla fase di realizzazione, dovrà essere effettuata una rendicontazione annuale attestante la reale e corretta applicazione dei criteri premiali individuati in fase di attività negoziale e sviluppata in fase di progettazione esecutiva.				
Decreto Interministeriale	CONDIZIONE AMBIENTALE	Macrofase	Fase	Oggetto prescrizione	CONTROLLI DERIVATI

VALUTAZIONE DNSH

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	39 di 45

	Vincoli derivanti da eventuali condizioni ambientali contenute nel Decreto di Interministeriale di compatibilità ambientale afferenti all'obiettivo ambientale	Evidenza dell'avvio della Verifica di Ottemperanza alle relative condizioni ambientali nell'ambito della Macrofase/Fase indicata nei relativi Pareri, e del regolare adempimento di quanto ivi richiesto
Sistema di Gestione Integrato²⁴ / Gestione Ambientale	Realizzazione	Predisposizione del Sistema di Gestione Integrato/Ambientale da parte dell'Appaltatore/ATI, con recepimento degli eventuali commenti della Direzione Lavori, e applicazione dello stesso per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo
		Corretta gestione delle Non conformità ambientali da parte dell'Appaltatore/ATI (aggiornamento registro Non Conformità ambientali con evidenza della risoluzione) per gli aspetti e le attività correlabili all'obiettivo

²⁴ Il Sistema di Gestione Integrato si compone della Sezione Qualità, Ambiente e Sicurezza

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 22 RH	DOCUMENTO SA 00 0X 001	REV. A

8 Conclusioni

Il presente documento è redatto ai sensi del REGOLAMENTO (UE) 2021/241 - che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento - nel rispetto di quanto previsto Articolo 5 "Principi orizzontali", co.2 che riporta "2. Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo».

Nel documento è stato declinato tale principio allo specifico progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) *Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia Lotto 2*, in particolare, ai paragrafi 6 e 7 è stato verificato il rispetto dei criteri di vaglio tecnico riportati nel "Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021 per l'obiettivo Mitigazione" nonché il rispetto del "vincoli DNSH" ai sensi della Circolare 33 MEF del 13/10/22 per i sei obiettivi ambientali:

- a) *la mitigazione dei cambiamenti climatici;*
- b) *l'adattamento ai cambiamenti climatici;*
- c) *l'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;*
- d) *la transizione verso un'economia circolare;*
- e) *la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento;*
- f) *la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.*

Inoltre, sono indicati alcuni elementi tecnici - connessi allo sviluppo progettuale ed alla fase realizzativa - funzionali alla verifica del principio DNSH per i singoli obiettivi (con riferimento alle indicazioni contenute nella Circolare 33).

Tali elementi potranno essere ulteriormente incrementati anche dall'Appaltatore/Progettista con l'identificazione di ulteriori aspetti ritenuti significativi e funzionali alla valutazione DNSH, e dovranno essere rendicontati e rivalutati periodicamente, sulla base delle Normative e Regolamenti applicabili, per ogni approfondimento progettuale ed in presenza di qualunque modifica al PFTE.

Per quanto esposto nel presente documento, si ritiene che il PFTE del *Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia Lotto 2* contribuisca ad almeno uno degli obiettivi ambientali e "non arrechi un danno significativo" a nessuno degli altri obiettivi di cui all'art. 9 del Regolamento UE 2020/852 "Tassonomia".

Nello specifico il progetto fornisce un **contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici** in quanto attività a sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici per una al 100%, così come riportato per il codice 065 "Linee ferroviarie di nuova costruzione o ristrutturate- rete globale TEN-T" dell'Allegato VI al Regolamento Europeo 241/2021 UE "Dimensioni e codici delle tipologie di intervento per il dispositivo per la ripresa e la resilienza" e risulta ottemperante - per quanto applicabile al presente stato di sviluppo progettuale - a quanto disposto dalla Circolare n. 33, del 13 ottobre 2022, del Ministero



PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA
Lotto 2

VALUTAZIONE DNSH

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	41 di 45

dell'Economia e delle Finanze avente ad oggetto "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)" (rif. Allegato 3).

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2												
VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR0P</td> <td>02</td> <td>R 22 RH</td> <td>SA 00 0X 001</td> <td>A</td> <td>42 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	42 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	42 di 45								

9 Allegati

Allegato 1 – Scheda di Valutazione DNSH consegnata alla CE in data 28/04/21, per l'investimento "1.7: Potenziamento, elettrificazione e aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud", di cui il PFTE in oggetto fa parte.

Allegato 2 – PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA VULNERABILITÀ (CE Regolamento Delegato obiettivo mitigazione) cod. RROP02R22RHSA000X002A.

Allegato 3 – Checklist schede 5 e 23 previste dalla Circolare n. 33 MEF del 13/10/22, per quanto applicabili al presente stato di sviluppo progettuale.

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2												
VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR0P</td> <td>02</td> <td>R 22 RH</td> <td>SA 00 0X 001</td> <td>A</td> <td>43 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	43 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	43 di 45								

Allegato 1

Scheda di Valutazione DNSH consegnata alla CE in data 28/04/21,
 per l'investimento "1.7: Potenziamento, elettrificazione e
 aumento della resilienza delle ferrovie nel Sud", di cui il PFTE in
 oggetto fa parte

National Recovery and Resilience Plan

Mission 3 - Infrastructures for sustainable mobility

Component 1 - Investments on the railway network



Do No Significant Harm

Update: 28 April 2021



5.9 Upgrading, electrification and resilience of railways South

DNSH ASSESSMENT	
Mission	3 - Infrastructures for sustainable mobility
Cluster	1. High-speed rail and road maintenance 4.0
Project/Reform	9. Upgrading, electrification and resilience of railways South
Contact	MIMS/RFI
Date completed	28 April 2021



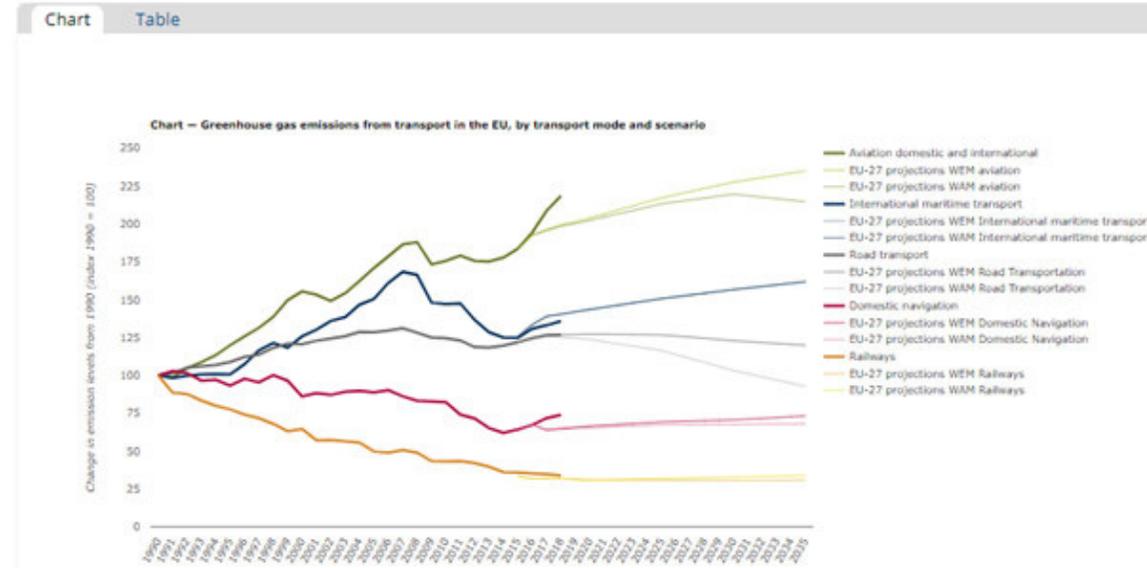
Phase 1		
Environmental target	Does the measure have no or negligible impact on the target or is it considered compliant with the DNSH principle for the relevant target?	Motivation if indicated A, B, C
1. Climate change mitigation	B. The measure appears to support this target 100%	<p>EU regulation 2021/241 of 12 February 2021, which established the Recovery and Resilience Facility, establishes in Annex VI "Climate control methodology" that the interventions relating to "Newly built or refurbished railway lines - TEN core network - T "(code 065) have a Coefficient for calculating support for climate change targets equal to 100%.</p> <p>Article 10 of EU regulation 2020/852, known as the "Taxonomy regulation" provides that:</p> <p>"An economic activity is considered to make a substantial contribution to climate change mitigation if it substantially contributes to stabilising greenhouse gas concentrations in the atmosphere to the level that prevents dangerous anthropogenic interference with the climate system in line with the long-term temperature target of the Paris Agreement by avoiding or reducing greenhouse gas emissions or increasing the absorption of greenhouse gases, including through innovative products or processes by:</p> <p><i>a) ... (omission)</i></p> <p><i>b) ... (omission)</i></p> <p><i>c) the increase in clean or climate-neutral mobility;</i></p> <p><i>d) ... (omission)".</i></p> <p>Green House Gases (GHG) are those gases that are transparent to solar radiation entering the Earth, but are able to consistently retain the infrared radiation emitted by the Earth's surface, the atmosphere and clouds. The most impacting GHGs for the increase in the greenhouse effect are: CO₂, N₂O, CH₄ and emissions from the aviation sector.</p> <p>The green transition and sustainability are the cornerstones for Europe's recovery towards a zero-emissions society.</p> <p>In 2011, the White Paper on transport set the following targets: by 2030, rail, together with waterways, will have to attract 30% of road freight transport on distances over 300 km and 50% by 2050.</p>



		<p>As part of the European Green Deal, with reference to Climate Actions, the European Commission in September 2020 proposed to raise the goal of reducing CO₂ and climate-altering gas emissions from 40% to 55% by 2030 (compared to 1990 levels), and climate neutrality by 2050.</p> <p>Furthermore, the 'Sustainable and Smart Mobility Strategy' (SSMS) [COM (2020) 789 final], an integral part of the Green Deal agenda, published by the EC in December 2020, requires the transport sector to transform towards a net 90% drop in emissions by 2050.</p> <p>The targets of the SSMS are particularly challenging:</p> <ul style="list-style-type: none">• by 2030, collective line transport of less than 500 km must be zero-emission, inter-modal transport by rail and inland waterway must be able to compete with road transport in the EU, rail freight traffic must increase by 50% while high-speed traffic will have to double across Europe;• by 2050: high-speed rail traffic must triple, rail freight traffic must double, the multi-modal trans-European transport network (TEN-T) will be fully operational for sustainable and intelligent transport with high-speed connectivity, all external intra-EU transport costs must be covered by transport users. <p>At the basis of the Commission's attention to the development of rail transport is the recognition that the development of the railway mode contributes to the reduction of Green House Gas (GHG) emissions and that CO₂, N₂O, CH₄ are among the most impacting for the increase of the greenhouse effect.</p> <p>In fact, according to the Commission's estimates, rail transport produces only 0.5% of the overall GHG emissions emitted by the European transport sector (EU-28, 2017 data).</p> <p>In fact, as stated by The European Environment Agency, railway emissions (albeit calculated for diesel trains only), constitute only a small percentage of total transport emissions.</p>
--	--	---



Fig. 2: Greenhouse gas emissions from transport in the EU, by transport mode and scenario



Source: (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases-7/assessment>)

The National Recovery and Resilience Plan foresees huge investments for the railway sector aimed at the design and construction of new infrastructures within the core and global TEN-T network that will contribute to improving the efficiency and competitiveness of the railway carrier and promote the shift from other modalities that produce higher amounts of GHG.

The Italian railway lines are 72% electrified and, for these, the GHG emission is indirect, as it is connected to the production of electricity.

The investments envisaged in the NRRP concern: upgrading of already electrified lines, electrification of diesel traction lines, upgrading of lines for the planned transition to hydrogen traction.

In terms of CO₂ emissions, various scientific studies have compared the different modes of transport.

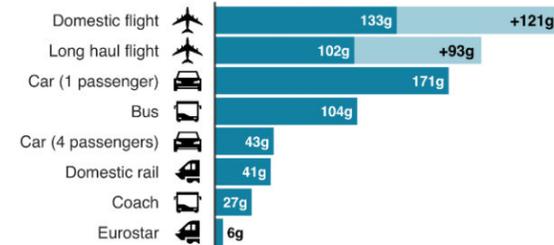


Below is an effective representation of the lower impact in terms of CO2 emissions by the railway carrier compared to other modes of transport.

Emissions from different modes of transport

Emissions per passenger per km travelled

■ CO2 emissions ■ Secondary effects from high altitude, non-CO2 emissions



Note: Car refers to average diesel car

Source: BEIS/Defra Greenhouse Gas Conversion Factors 2019



The EC Delft document - "Handbook on external costs of transport", January 2019, provides the total and unitary costs of emissions with effects on climate change for land transport (EU28 average).

Passenger transport	Total costs EU28	Average costs	
	Billion €	€-cent per pkm	€-cent per vkm
Passenger car	55.56	1.18	1.90
<i>Passenger car - petrol</i>	32.02	1.22	1.97
<i>Passenger car - diesel</i>	23.54	1.12	1.80
Motorcycle	1.47	0.89	0.94
Bus	0.84	0.47	8.83
Coach	1.61	0.44	8.66
Total passenger road	59.49		
Passenger train diesel	0.22	0.34	20.1
Total passenger transport	59.71		

As an example, the following average values were compared:

- passenger car (petrol) = 1.22 €-cent/pkm



		<p>- passenger train diesel = 0.34 €-cent/pkm</p> <p>The costs of climate change for electric trains are only attributable to emissions from the production of electricity from non-renewable sources.</p> <p>The commitment of the Ferrovie dello Stato Italiane Group (FS Group), of which RFI is a part, for the fight against climate change has always characterised the modus operandi of the Group itself and, in 2019, led to the definition of the target of achieving carbon neutrality by 2050.</p> <p>In 2020, the FS Group's correct management of climate issues was formally recognised by the Carbon Disclosure Project (CDP- a non-profit organisation that is responsible for evaluating the environmental performance of the largest industrial groups) by obtaining an "A-" rating. ("Leadership" range) and being above the average of the global, European and sector level companies analysed by the organisation. The FS Group, in particular, was recognised for the implementation of current best practices in the fight against climate change, positively evaluating the completeness of the information, the awareness and management of environmental risks and the activation of the associated best practices. environmental leadership, which includes setting ambitious goals.</p> <p>The achievement of the targets set by the European Commission requires a great commitment for the transport sector and in particular the railway sector if we consider that, according to the National Account of Infrastructures and Transport (CNIT), passenger traffic in Italy is 91.5 % on road (882 billion passenger-kilometres in terms of private road transport, extra-urban public transport and public urban transport), while rail represents about 6% of passengers against 7.8% in Europe (COM (2021) 5 final , EU).</p> <p>At the same time, 54.5% of goods travel by road (about 100 billion tonne-km) and about 11% by rail compared to 18.7% in Europe (COM (2021) 5 final, EU).</p> <p>The railway investments eligible for the Recovery Fund will contribute significantly in terms of modal shift from road transport to rail transport and consequently will produce a reduction in CO2 emissions.</p> <p><u>Passenger transport</u></p> <p>In 2019, limited to land transport only (road + rail), equal to 938 billion pax.km, the modal split was:</p>
--	--	--



		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="712 260 1249 352">Transport mode</th> <th data-bbox="1249 260 1386 352">Modal share</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="712 352 1249 411">Railway transport</td> <td data-bbox="1249 352 1386 411">6%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="712 411 1249 470">Extra-urban public transport</td> <td data-bbox="1249 411 1386 470">10%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="712 470 1249 529">Urban public transport</td> <td data-bbox="1249 470 1386 529">2%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="712 529 1249 588">Private road transport</td> <td data-bbox="1249 529 1386 588">82%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="768 588 1032 616"><i>Source: CNIT 2018-2019</i></p> <p data-bbox="730 639 2040 703">At 2030, with the entry into operation of the investments presented in the Recovery Fund, the modal share is estimated to be:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="712 727 1249 820">Transport mode</th> <th data-bbox="1249 727 1386 820">Modal share</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="712 820 1249 879">Railway transport</td> <td data-bbox="1249 820 1386 879">10%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="712 879 1249 938">Extra-urban public transport</td> <td data-bbox="1249 879 1386 938">11%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="712 938 1249 997">Urban public transport</td> <td data-bbox="1249 938 1386 997">2%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="712 997 1249 1056">Private road transport</td> <td data-bbox="1249 997 1386 1056">77%</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="730 1056 2040 1120">This modal shift is reflected in terms of CO2 saved by passenger road vehicles for a value of approximately 2.3 million tonnes per year.</p> <p data-bbox="730 1144 927 1171"><u>Freight Transport</u></p> <p data-bbox="730 1198 2040 1262">In the case of freight transport, the traffic data for 2019 were considered, which indicate the total value and the following modal breakdown at approximately 200 billion tonnes km</p>	Transport mode	Modal share	Railway transport	6%	Extra-urban public transport	10%	Urban public transport	2%	Private road transport	82%	Transport mode	Modal share	Railway transport	10%	Extra-urban public transport	11%	Urban public transport	2%	Private road transport	77%	
Transport mode	Modal share																						
Railway transport	6%																						
Extra-urban public transport	10%																						
Urban public transport	2%																						
Private road transport	82%																						
Transport mode	Modal share																						
Railway transport	10%																						
Extra-urban public transport	11%																						
Urban public transport	2%																						
Private road transport	77%																						



		Transport mode	Modal share
		Railway transport	10.7%
		Coastal maritime navigation	29.3%
		Inland waterways	0.0%
		Air navigation	0.6%
		Road transport (> 50km)	54.5%
		Oil pipelines (> 50km)	4.8%
		<i>Source: CNIT 2018-2019</i>	
		By applying a prudential shift of about 10% from road to rail by 2030 (the long-term targets include 50% road transport, 50% rail transport by 2050 excluding transport by sea and air and excluding transport on routes shorter than 300km), the following modal share was estimated:	
		Transport mode	Modal share
		Railway transport	16.5%
		Coastal maritime navigation	30%
		Inland waterways	0.1%
		Air navigation	0.6%
		Road transport (> 50km)	47.7%
		Oil pipelines (> 50km)	5.1%
		This breakdown makes it possible to quantify the CO2 savings from heavy road vehicles from 2030 equal to approximately 400,000 tonnes per year .	



		<p>Overall, therefore, starting from 2030 it is reasonable to assume that the eligible investments in the Recovery Fund will contribute to the achievement of the long-term targets both in terms of modal share and in terms of CO2 savings (approximately 2.8 million tonnes of CO2 from transport passenger and freight road).</p> <p>These forecasts have been developed considering all the investments envisaged in the NNRP and constitute a challenging target but which is deemed achievable, if the hypotheses relating to the response of the Railway Companies for the services offered, to the demand for railway mobility and to the situation are also confirmed with specific regard to economic conditions, transport policies, technological innovations and transformations in progress (energy mix, electric mobility, hydrogen mobility).</p> <p>In the cluster of investments related to <i>Upgrading, electrification and resilience of railways South</i> the interventions to upgrade existing lines in the south are included, which can be grouped into the following categories:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Electrification (i.e. Electrification and modernisation of the Barletta-Canosa line, Electrification and acceleration of Roccaravindola-Isernia-Campobasso, Electrification of the Ionian line, Catanzaro Lido - Crotona - Sibari line, Potenza - Foggia railway line - modernisation and electrification) b) Infrastructural and technological upgrading (i.e. Venafro upgrade - Campobasso - Termoli, Sibari-Catanzaro Lido-Reggio Calabria/Lamezia Terme upgrade, Pescara-Foggia upgrade, Palermo - Agrigento - Porto Empedocle lower upgrade, Taranto-Brindisi technological upgrade) c) Variants/Doubling/Acceleration (i.e. Doubling Codogno-Cremona-Mantova 1st phase, Doubling Decimomannu-Villamassargia 1st phase, New Ferrandina-Matera La Martella Line) d) Railway connections with airports (i.e. Arechi-Pontecagnano Airport section, Brindisi airport railway connection, Olbia airport railway connection) e) Connection with ports and terminals (i.e. New Cagioni station and connection with new Logistic Plate, Bari Lamasinata freight terminal, Brindisi inter-modal hub, Trapani Birgi inter-modality and accessibility, Port connection and Augusta bypass) f) Improvement of accessibility (i.e. Taranto station underpass) g) South line resilience plan.
--	--	--



		<p>These investments are all aimed at significantly improving the competitiveness of the railway carrier with respect to other modes of transport, by increasing the performance of the current railway infrastructure and improving the accessibility of transport demand to the railway network.</p> <p>As a result of the greater competitiveness of the railway carrier, a shift from other methods is expected, which are more impacting in terms of GHG emissions.</p> <p>For more precise assessments relating to individual investments, it is necessary to develop a multi-modal traffic analysis that compares the "project situation" with the "reference situation" and arrive at a quantification of the new modal distribution and the foreseeable shift towards the railway mode , as required by European regulations for the preparation of Cost-benefit Analysis (Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020 - December 2014).</p>
--	--	--



<p>2. Adaptation to climate change</p>	<p>B. The measure appears to support this target 100%</p>	<p>The adoption of the "European Strategy for Adaptation to Climate Change" in 2013 aimed at making Europe more resilient, promoting greater awareness on the issue, for example through the implementation of the Climate-Adapt platform and supporting the actions taken by member States on adaptation.</p> <p>The target of improving the ability to react to the impacts of climate change at EU level requires the progressive integration of adaptation to climate change into EU policies, especially in priority sectors such as energy and transport. In 2015, the Ministry of the Environment and Land and Sea Protection (MATTM) defined the "National Strategy for Adaptation to Climate Change" (NSAC) to be implemented through the adoption of an action plan/sectoral action plans that define the schedules and methods of implementation.</p> <p>In this sense, in 2016, the Ministry of the Environment commissioned the Euro-Mediterranean Centre on Climate Change (CMCC) to draft the National Plan for Adaptation to Climate Change (NPACC), in order to contain the vulnerability of natural, social and economic systems, increase their adaptability and resilience and promote the coordination of actions at different levels of government. In particular, the NPACC, currently being approved, provides for a process of integration (mainstreaming) on the issues of adaptation (and therefore also in transport) organised over several levels in an attempt to translate the more general objectives of climate policies into operational guidelines and actions on the territory, also through the involvement of RFI and ANAS.</p> <p>With specific reference to transport infrastructures, adaptation strategies take the form of measures aimed at reducing vulnerabilities, increasing their resilience and consequently reducing the number and frequency of inefficiencies, repair and maintenance costs.</p> <p>In response to the Next Generation EU (NGEU) initiative, on 12 January, the Government presented the National Recovery and Resilience Plan (NRRP) which sets the fight against and adaptation to climate change among its objectives. In particular, for Mission 3 the NRRP provides:</p> <p><i>"A better and more extensive railway network and a smart road network, safer thanks to the control and management of traffic flows and more resilient in the face of climate change and its ageing, are essential to help increase the competitiveness of the country, fill the gap between north and south, guaranteeing rapid and efficient connections between the east and west of the peninsula and standardising the quality of transport services throughout the national territory."</i></p> <p>The new railway works are designed to maximise the useful life of the infrastructure. In design terms, this is implemented with choices aimed at guaranteeing the durability of the expected performance, also through redundancy systems, which limit the need for extraordinary maintenance work. These principles are combined with criteria of resilience to climate change in order to reduce the risks related to them.</p>
---	---	---



		<p>An "adaptation" approach of the design of railway infrastructures to climate change involves the use of the outputs produced by the weather-climatic models developed by the Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC), reported in the document "The future climate in Italy: analysis of the regional models "drawn up by the Higher Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA) in 2015, in relation to climate change and extreme weather events in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - hydraulic verification of river crossing works; - hydraulic verification of the drainage systems of the railway and road platform. <p>RFI is among the main beneficiaries of the National Operational Program financed by the ERDF. As part of the National Operational Program (NOP), the systematic completion of "Form A" - Indicator 6 "Studies/Works of adaptation to climate change" is envisaged, in which some "Soft", "Green", "Gray" actions in the design or used in the context of sharing design choices with the territory are identified.</p> <p>In the cluster of investments related to Upgrading, electrification and resilience of railways South the interventions to upgrade existing lines in the south are included, which can be grouped into the following categories:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Electrification (i.e. Electrification and modernisation of the Barletta-Canosa line, Electrification and acceleration of Roccaravindola-Isernia-Campobasso, Electrification of the Ionian line, Catanzaro Lido - Crotona - Sibari line, Potenza - Foggia railway line - modernisation and electrification) b) Infrastructural and technological upgrading (i.e. Venafro upgrade - Campobasso - Termoli, Sibari-Catanzaro Lido- Reggio Calabria/Lamezia Terme upgrade, Pescara-Foggia upgrade, Palermo - Agrigento - Porto Empedocle lower upgrade, Taranto-Brindisi technological upgrade) c) Variants/Doubling/Acceleration (i.e. Doubling Codogno-Cremona-Mantova 1st phase, Doubling Decimomannu-Villamassargia 1st phase, New Ferrandina-Matera La Martella Line) d) Railway connections with airports (i.e. Arechi-Pontecagnano Airport section, Brindisi airport railway connection, Olbia airport railway connection) e) Connection with ports and terminals (i.e. New Cagioni station and connection with new Logistic Plate, Bari Lamasinata freight terminal, Brindisi inter-modal hub, Trapani Birgi inter-modality and accessibility, Port connection and Augusta bypass) f) Improvement of accessibility (i.e. Taranto station underpass) g) South line resilience plan. <p>These investments are all aimed at significantly improving the competitiveness of the railway carrier with respect to other modes of transport, by increasing the performance of the current railway infrastructure and improving the accessibility of transport demand to the railway network</p>
--	--	---



3. Sustainable use and protection of water and marine resources	A. The measure has no or negligible impact on this target	<p>The use of water resources generally involves - or could lead to - negative impacts (i.e. negative externalities) on other potential users. The main negative externalities are linked to the impairment of the quality of the water contained in the water bodies from which it is withdrawn, due to polluting activities.</p> <p>For the new infrastructure projects promoted by RFI, the Environmental Impact Study and the Environmental Project of the Construction Site represent the main tool for the identification, prevention, evaluation and identification of management and mitigation measures of potential impacts on the environment. related to the construction phase of the works, contributing to the principle of sustainable use, reuse and protection of the water resource. The Environmental Monitoring Project is also drafted from the design phase to identify the points to be monitored on potentially critical factors as resulting from the results of the Environmental Impact Study.</p> <p>In fact, said Monitoring verifies and controls the impact of the construction of the work also on the superficial and deep hydro-geological system, in order to prevent alterations and possibly plan effective containment and mitigation interventions.</p> <p>The risks of environmental degradation related to the protection of water quality and the prevention of water stress are identified and taken into consideration in accordance with the requirements of Directive 2000/60/EC (Water Framework Directive).</p>
--	---	--



<p>4. The circular economy, including waste prevention and recycling</p>	<p>B. The measure appears to support this target 100%</p>	<p>In the National Recovery and Resilience Plan (NRRP) it is recalled that investments in the Circular Economy intervene on a process aimed at producing secondary raw materials from waste materials to make Italy less dependent on the supply of raw materials and consequently stronger and competitive on international markets.</p> <p>The NRRP also foresees a regulatory reform intervention, called “Circularity and traceability” aimed at promoting administrative simplification in the field of circular economy and the implementation of the European action plan for the circular economy. The latter will aim to improve the organisation and operation of the waste control and traceability system, to strengthen eco-design and industrial symbiosis, reducing waste production upstream and to strengthen Italy's position as a country with</p> <p>the highest circular reuse rates in Europe.</p> <p>The circular economy envisages reducing the consumption of resources and raw materials and is therefore also connected to the design principles of the railway infrastructure which, by maximising durability and useful life, reduce extraordinary maintenance interventions. The main environmental problems related to the waste sector are attributable to the consequences caused by the different types of disposal or recovery adopted: polluting emissions from landfills or incinerators, soil contamination, negative perceptual effects, pollution problems potentially associated with recycling or recovery, etc.</p> <p>As a European reference, we recall the "Waste Strategy Review", in which waste management is placed in descending order of preference: Reduction at source; Reuse; Recovery; Incineration with energy recovery; Disposal in controlled landfills.</p> <p>Rete Ferroviaria Italiana, operates in a sector oriented towards the sustainable development of the country and every day works for the construction of a new scenario of mobility and progress focused on people and the environment. In this context, RFI has cultivated an important tradition in favour of the development of policies and practices of circular economy and energy transition, capable on the one hand of minimising the impacts of production activities and on the other of maximising the utility and value of railway assets.</p> <p>In the construction and maintenance of the infrastructure, RFI produces a large quantity of construction and demolition materials, mainly consisting of excavated earth and rocks and excavated railway rubble. The treatment and management of excavated earth and rocks has been subject, over the last few years, to various regulatory changes, up to the implementation of article 5 of Directive 98/2008/EC, implemented with the introduction of art. 184-bis in the Consolidated Environmental Law. The Directive governs measures and criteria to be met to establish whether specific</p>
---	---	--



		<p>substances or objects can be considered by-products or waste. The implementation of the principle outlined in article 184-bis has therefore given rise to Ministerial Decree 161/2012 which then evolved into the current Presidential Decree 120/2017 containing the simplified regulation of the management of excavated earth and rocks. This regulation establishes that earth and rocks coming from excavations in the construction sector can sometimes present themselves as materials to be considered as real "products" to be reused to replace the natural resources deriving from quarry "exploitation". RFI therefore proceeded to adapt its procedures (design manuals and tender specifications) to proactively respond to EU principles, achieving very high standards in the European construction landscape. As part of the RFI Civil Works Design Manual, the procedural system to be adopted both in the design phase and in the execution phase of the interventions aimed at maximising the reuse of excavated earth and rocks in the same works of origin or, alternatively, in other works or industrial processes was defined so as to reduce, on the one hand, the production of special waste and, on the other, the need to procure virgin quarry material, promoting the transition towards the circular economy.</p> <p>Only in the event that the material does not meet the environmental characteristics or performance criteria, RFI admits its management as waste. Also in this case the procedural system is such as to promote the delivery of waste for recovery rather than disposal with the aim of promoting its circularity in order to guarantee its re-entry into the product cycle.</p> <p>By-products not intended for re-use in railway works are instead intended for environmental redevelopment and restoration interventions identified in synergy with local administrations, in order to identify degraded or abandoned areas or interventions of public interest and of priority importance in the areas impacted/affected by the Design.</p>
--	--	---



<p>5. Prevention and limitation of impacts on air, water and soil quality</p>	<p>A. The measure has no or negligible impact on this target</p>	<p>Emissions of air pollutants such as nitrogen oxides, sulphur dioxide or particulate matter, etc. have negative impacts on human health, generate material damage and losses in crops and adversely affect ecosystems.</p> <p>Investments in transport can significantly affect air quality, affecting the decrease or increase in the level of emissions of air pollutants.</p> <p>Activities that generate emissions of pollutants into the atmosphere (i.e. NOx, SOx, COVNM, PMtot) first of all have an impact in local terms, i.e. where the transport system being assessed is produced and managed.</p> <p>There are mainly four types of impacts in terms of local emissions into the atmosphere related to the transport sector:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Effects on health: due to the risk of increased respiratory and cardiovascular diseases and the relative increase in the costs of medical treatment, loss of working hours due to illness and greater risk of death; 2. Damage to agriculture: due to potential damage to agricultural products by some pollutants (i.e. NOx, VOC, SOx) and the relative decrease in agricultural yields; 3. Damage to materials and buildings: due to damage to buildings and façades produced by dust or corrosion processes triggered by some polluting substances, this effect in our territory is considered insignificant; 4. Loss of biodiversity: due to damage to ecosystems due to some pollutants that could alter the balance of fauna and flora, this effect in our territory is considered insignificant. <p>In the EC Delft document "Handbook on External costs of transport" the main available studies have been collected and processed to evaluate these impacts and thus provide the two main input values for estimating the externalities connected to local emissions:</p> <ul style="list-style-type: none"> • cost factors, which express health and non-health costs in terms of €/ton of substance considered; • emission factors, which express the unit values in terms of tonnes of substance considered for p-km or for v-km, or for t-km. <p>The EC Delft document - "Handbook on external costs of transport", January 2019, provides the total and unitary costs of emissions with effects on climate change for passenger ground transport (EU28 average). For the sake of brevity, only the following average values are reported:</p> <ul style="list-style-type: none"> - passenger car (petrol) = 0.33 €-cent/pkm - high speed passenger train = 0.002 €-cent/pkm <p>The competitive advantage in terms of air pollution of the railway mode compared to the road mode is evident.</p>
--	--	--



Transport mode	Total costs EU28 Billion €	Average costs	
		€-cent/pkm	€-cent/vkm
Passenger transport			
Passenger car	33.36	0.71	1.14
<i>Passenger car - petrol</i>	8.58	0.33	0.53
<i>Passenger car - diesel</i>	24.79	1.18	1.90
Motorcycle	1.84	1.12	1.17
Bus	1.35	0.76	14.19
Coach	2.67	0.73	14.34
Total passenger road	39.23		
High speed passenger train	0.002	0.002	0.66
Passenger train electric	0.03*	0.01	1.14
Passenger train diesel	0.52	0.80	47.0
Total passenger rail	0.55		
Total passenger transport	39.78		

In the cluster of investments related to Upgrading, electrification and resilience of railways South the interventions to upgrade existing lines in the south are included, which can be grouped into the following categories:

- a) Electrification (i.e. Electrification and modernisation of the Barletta-Canosa line, Electrification and acceleration of Roccaravindola-Isernia-Campobasso, Electrification of the Ionian line, Catanzaro Lido - Crotona - Sibari line, Potenza - Foggia railway line - modernisation and electrification)
- b) Infrastructural and technological upgrading (i.e. Venafro upgrade - Campobasso - Termoli, Sibari-Catanzaro Lido-Reggio Calabria/Lamezia Terme upgrade, Pescara-Foggia upgrade, Palermo - Agrigento - Porto Empedocle lower upgrade, Taranto-Brindisi technological upgrade)
- c) Variants/Doubling/Acceleration (i.e. Doubling Codogno-Cremona-Mantova 1st phase, Doubling Decimomannu-Villamassargia 1st phase, New Ferrandina-Matera La Martella Line)
- d) Railway connections with airports (i.e. Arechi-Pontecagnano Airport section, Brindisi airport railway connection, Olbia airport railway connection)



		<p>e) Connection with ports and terminals (i.e. New Cagioni station and connection with new Logistic Plate, Bari Lamasinata freight terminal, Brindisi inter-modal hub, Trapani Birgi inter-modality and accessibility, Port connection and Augusta bypass)</p> <p>f) Improvement of accessibility (i.e. Taranto station underpass)</p> <p>g) South line resilience plan.</p> <p>These investments are all aimed at significantly improving the competitiveness of the railway carrier with respect to other modes of transport, by increasing the performance of the current railway infrastructure and improving the accessibility of transport demand to the railway network.</p> <p>As reported by the "Handbook on the external costs of transport", the various negative effects that transport activities can cause in terms of soil and water pollution are considered to be, for example, those due to:</p> <ul style="list-style-type: none">• Heavy metals. There are several transport-related processes that involve the emission of heavy metals, for example, brake abrasion (both for rail and road transport), track abrasion and fuel combustion residues. To date, there are limited studies that estimate the impacts deriving from the emission of heavy metals in transport in monetary terms. However, some research has shown that these can be considered as negligible (i.e. less than 1% of the total costs of externalities related to the transport sector).• Toxic organic substances. Another consequence related to fuel combustion is the emission of toxic organic substances. However, their impact in terms of environmental pollution is relatively low.• Poor waste water management. In the context of the activities carried out in the transport sector, in the infrastructure sector and in the real estate services sector, another form of potential pollution is represented by the discharge of waste water. <p>As part of the design of new railway infrastructures and in particular those to be subjected to Environmental Impact Assessment (EIA), all the necessary studies are carried out to verify the conditions of minimum interference with the components defined by the EIA regulations, including air , water, soil, biodiversity, raw materials, acoustic and vibrational climate, etc. The environmental studies for the interventions subjected to EIA are completed by the Environmental Design of the Construction Site and by the Environmental Monitoring Plan.</p>
--	--	--



		<p>The studies also include the identification of the possible presence of contaminated sites in order to guide the route choices, limit interference and, if possible, redevelop and reclaim the areas.</p> <p>The Environmental Design of the Construction Site aims to identify, describe and assess the significance of the direct and indirect environmental problems that can be generated and define mitigation measures and operational procedures to contain the environmental impacts connected to the construction phase of the work.</p> <p>The measures essentially consist of direct and indirect interventions in the construction site areas, on the roads used for the construction of the work (movements between the construction site areas, roads to/from quarries and landfills, storage sites, etc.), in land storage areas, contributing to the protection of surface and deep waters, soil, biodiversity, the need for raw materials, the acoustic climate, vibrations, air quality, waste and waste materials, water discharges, harmful substances and the landscape.</p> <p>The attention to the environment, which characterises the model for the construction of sustainable railway infrastructures, is also concretely applied in the adoption, in the contract assignment phase, of specific contractual clauses which provide for the obligation for the companies carrying out the works to ensure constant and timely supervision of the environmental aspects of the construction site also through the implementation of specific environmental management systems that comply with the requirements of the international standard by the contractor.</p> <p>The Environmental Monitoring Design is drawn up in accordance with the current legislation on environmental matters, and in compliance with the guidelines in force and in compliance with the provisions of the pertinent bodies for the supervision of the various environmental components. It defines the objectives, requirements, methodological criteria, methods and timing for Before - During - After Work Monitoring, taking into account the territorial and environmental reality in which the design of the work is inserted and the potential impacts it determines both in positive and negative terms, as a result of the assessments that emerged in the analyses carried out on environmental factors as part of the drafting of the Environmental Impact Study.</p> <p>The proponent, through Environmental Monitoring activities, verifies the impact of the work on the environmental matrices by carrying out measurement campaigns in the ante-construction phase (for the characterisation of the site), during work (for the construction phase) and after (for the operating phase).</p> <p>The campaigns include investigations on the components of surface and groundwater, soil and subsoil, acoustic and vibrational climate, air quality, social environment and vegetation, flora, fauna and ecosystems.</p>
--	--	--



		<p>Monitoring data are entered and organised through a geographic information database, which constantly provides updates on the environmental status of the areas affected by the works, to the bodies responsible for the control and validation process of the environmental data, through specific alerting tools.</p> <p>As regards the verification of the acoustic and vibrational impact, specific forecast studies are drawn up in which the receptors present in the design's range or influence are identified and the post-work climate is characterised by means of simulations conducted with specific specialised software that take into account the characteristics of the design, territory, infrastructure and traffic planned both during the day and night. Downstream of this activity, the post-construction emission scenario is compared with the limits imposed by current legislation, in order to dimension the mitigation measures necessary to bring the acoustic climate and any vibration emissions within the standard deadlines. For vibrations, in particular, reference is made to the standard indications (UNI standards) concerning the disturbance to people.</p>
--	--	---



6. Protection and restoration of biodiversity and ecosystems

A. The measure has no or negligible impact on this target

Transport infrastructures have different effects on nature, landscape and natural habitats.

The main effects reported in the literature are habitat fragmentation and disturbance of ecological permeability, habitat loss (loss of biocoenoses), negative effects on ecosystems due to the presence and operation of infrastructures and, finally, to the emission of atmospheric pollutants.

In the EC Delft document “Handbook on External costs of transport” the main studies available in literature have been collected and processed to evaluate these impacts.

The document sets out the cost factors for habitat loss and habitat fragmentation for the EU28 average. The cost factors derive from the Swiss study on the external costs of transport INFRAS en Ecoplan, 2018.

For example, the "Total habitat damage" expressed in costs € 2016 per km and year is equal to:

- 93,500 for motorway infrastructures
- 84,500 for high-speed railway infrastructures. I

Table 58 – Cost factors for costs of habitat damage EU28

Cost in € ₂₀₁₆ per km and year	Road €/((km *a)		Rail €/((km *a)		Aviation €/((km ² *a)	Inland waterways €/((km *a)
	Motorways	Other roads	High-speed	Other railways		
Habitat loss	78,900	1,900	57,500	8,200	437,500	6,600
Habitat fragmentation	14,600	2,200	27,000	5,900	0	0
Total habitat damage	93,500	4,100	84,500	14,100	437,500	6,600

Source: Own calculations based on INFRAS, Ecoplan 2018 (External effects of transport in Switzerland 2015).

According to the Biodiversity Strategies for 2030 foreseen for the United Nations Conference on Biodiversity 2020 (COP15), the European Parliament in terms of Biodiversity has defined the following objectives:

- ensure that at least 30% of the EU territory is made up of natural areas
- restore at least 30% of damaged ecosystems



		<ul style="list-style-type: none">• further integrate biodiversity into all policies• set up a clear spending target for biodiversity integration in the 2021-2027 long-term budget of a minimum of 10% <p>Railway infrastructures also offer the opportunity to intervene on some of these points, for example the redevelopment of damaged ecosystems, through environmental mitigation and compensation, and the restitution of natural areas, for example, following the decommissioning of railway lines.</p> <p>For the new infrastructure designed promoted by RFI, the analysis of the reference context in terms of biodiversity is one of the main tools for the prevention of potential significant impacts on the environment, already in the phase of choosing the corridor and the route.</p> <p>In fact, starting from a study of a large area, and in the context of route choices that respect the geometric and functional constraints of the work, the solution is identified that has the greatest characteristics of sustainability also minimising interference with parks, protected areas and Natura 2000 sites.</p> <p>Evidence of this design focus and of all the actions aimed at mitigating the construction and operation phase of the infrastructure, is provided in the Environmental Impact Study and, if necessary, in the Incidence Report.</p> <p>With regard to Natura 2000 sites, if the design solution as selected above in any case directly or indirectly (5 km range) concerns a Site of Community Interest/Special Conservation Areas and/or a Special Protection Area, the Impact Assessment procedure Environmental is integrated by the Environmental Impact Assessment Procedure.</p> <p>The Incidence Report examines all possible alterations on the habitats and on the protected animal and plant species, also by means of precise surveys in the field.</p>
--	--	--

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2												
VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR0P</td> <td>02</td> <td>R 22 RH</td> <td>SA 00 0X 001</td> <td>A</td> <td>44 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	44 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	44 di 45								

Allegato 2

PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA
VULNERABILITÀ (CE Regolamento Delegato obiettivo mitigazione)
cod. RROP02R22RHSA000X002A

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO
S.O. AMBIENTE**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA

LOTTO 2

Relazione Generale

Allegato 2 alla Relazione di Valutazione DNSH

PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA VULNERABILITÀ (CE Regolamento Delegato obiettivo mitigazione)

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
R R O P	0 2	R	2 2	R H	S A 0 0 0 X	0 0 2	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Esecutiva	I.R.I.D.E. srl	Giugno 2023	L. Alfieri	Giugno 2023	T.Paoletti	Giugno 2023	C. Ercolani Giugno 2023

ITALFERR S.p.A.
Dot.ssa Carolina Ercolani
Ordine Agrotecnico e Agronomico
di Roma, Bari e Viterbo
L. 14/5

File: RROP02R22RHSA000X002A

n. Elab.:

Indice

1	PREMESSA	4
2	DEFINIZIONI	5
3	STRUTTURA DEL DOCUMENTO	6
4	ANALISI DEI DATI STORICI OSSERVATI	8
5	ANALISI DELLE PROIEZIONI CLIMATICHE	13
5.1	STIMA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULL'AREA IN OGGETTO	16
5.2	IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CLIMATICHE OMOGENEE	17
5.2.1	Sintesi dei dati previsionali (fonte CMCC).....	18
6	ANALISI DI VULNERABILITÀ E RISCHIO AL CLIMA E AI CAMBIAMENTI CLIMATICI ...	19
6.1	DESCRIZIONE DEI PROGETTO E SINTESI DEL TRACCIATO	23
6.2	SELEZIONE DEGLI HAZARD CLIMATICI	25
6.3	PROCEDURA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ AL CLIMA ATTUALE	25
6.3.1	Analisi della Sensitività al Clima Attuale.....	25
6.3.2	Analisi della Capacità di Adattamento al Clima Attuale	26
6.3.3	Valutazione della Vulnerabilità Clima Attuale	26
6.4	PROCEDURA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CONNESSO AL CLIMA ATTUALE	27
6.4.1	Analisi dell' Esposizione al Clima Attuale.....	27
6.4.2	Valutazione del Rischio connesso al Clima Attuale	28
6.5	VULNERABILITÀ, RISCHIO E SOLUZIONI DI ADATTAMENTO AL CLIMA ATTUALE	28
6.5.1	Fattore Temperatura.....	29
6.5.2	Fattore Vento	34
6.5.3	Fattore Acque	35
6.5.4	Fattore Massa Solida.....	38

6.6	VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ ALLE PROIEZIONI CLIMATICHE FUTURE	39
6.6.1	Scelta degli Indicatori Climatici di Riferimento per ciascun Hazard	39
6.6.2	Evoluzione degli Indicatori Climatici secondo Proiezioni Future	40
6.6.3	Analisi della Sensività e della Capacità di Adattamento al Clima Futuro	41
6.6.4	Analisi della Vulnerabilità al Clima Futuro	41
6.6.5	Analisi dell'Esposizione al Clima Futuro.....	41
6.6.6	Valutazione del Rischio connesso al Clima Futuro	41
6.6.7	Considerazioni sull'esito dell'Analisi di Vulnerabilità e Rischio al Clima Futuro.....	41
7	CONCLUSIONI	42
8	ALLEGATI	43
8.1	ALLEGATO 1 - ELENCO DEGLI INDICATORI CLIMATICI	43

1 PREMESSA

L'analisi in oggetto fa riferimento al Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Raddoppio ferroviario Decimomannu-Villamassargia Lotto 2, intervento che rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Al fine di ottemperare a quanto specificato dall'articolo 11 del Regolamento UE 852/2020, in termini di contributo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici, e garantire il perseguimento degli obiettivi ambientali (art. 9 852/2020 UE), si è proceduto all'analisi dei fattori potenzialmente connessi alla tematica in oggetto.

Nello specifico di seguito è stata effettuata una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità, in ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.14 (Infrastrutture per il trasporto ferroviario) nell'Allegato I al Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021 (di seguito indicato come "Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione"), al fine di dimostrare l'applicabilità del criterio DNSH all'obiettivo ambientale "Adattamento ai cambiamenti climatici".

Si riporta di seguito il criterio indicato in Appendice A:

"I rischi climatici fisici che pesano sull'attività sono stati identificati tra quelli elencati nella tabella di cui alla sezione II dell'appendice A, effettuando una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità conformemente alla procedura che segue:

a) esame dell'attività per identificare quali rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice possono influenzare l'andamento dell'attività economica durante il ciclo di vita previsto;

b) se l'attività è considerata a rischio per uno o più rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice, una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità per esaminare la rilevanza dei rischi climatici fisici per l'attività economica;

c) una valutazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre il rischio fisico climatico individuato.

La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità è proporzionata alla portata dell'attività e alla durata prevista, così che:

a) per le attività con una durata prevista inferiore a 10 anni, la valutazione è effettuata almeno ricorrendo a proiezioni climatiche sulla scala appropriata più ridotta possibile;

b) per tutte le altre attività, la valutazione è effettuata utilizzando proiezioni climatiche avanzate alla massima risoluzione disponibile nella serie esistente di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, scenari di proiezioni climatiche da 10 a 30 anni per i grandi investimenti. Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto delle più attuali conoscenze scientifiche per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico, le pubblicazioni scientifiche sottoposte ad esame inter pares e i modelli open source o a pagamento più recenti. Per le attività esistenti [...]. Per le nuove attività e le attività esistenti che utilizzano beni fisici di nuova costruzione, l'operatore economico integra le soluzioni di adattamento che riducono i più importanti rischi climatici individuati che pesano su tale attività al momento della progettazione e della costruzione e provvede ad attuarle prima dell'inizio delle operazioni. Le soluzioni di

adattamento attuate non influiscono negativamente sugli sforzi di adattamento o sul livello di resilienza ai rischi climatici fisici di altre persone, della natura, del patrimonio culturale, dei beni e di altre attività economiche; sono coerenti con i piani e le strategie di adattamento a livello locale, settoriale, regionale o nazionale; e prendono in considerazione il ricorso a soluzioni basate sulla natura o si basano, per quanto possibile, su infrastrutture blu o verdi.”

Tale analisi, inoltre, è stata eseguita conformemente a quanto indicato nell’Allegato alla Circolare n.33 del 13/10/2022 del Ministero dell’Economia e delle Finanze “Guida Operativa per il Rispetto del Principio di Non Arrecare Danno Significativo all’Ambiente (cd. DNSH)”, con specifico riferimento alla scheda 23 - Infrastrutture per il trasporto ferroviario, nonché alle “Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 - Brussels, 29.7.2021C(2021) 5430 final”, e secondo quanto riportato nel Rapporto “Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità¹” della “Commissione cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità sostenibili” - (MIMS Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili).

2 DEFINIZIONI

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, è il principale organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici. Istituito nel 1988 dalla World Meteorological Organization (WMO) e dallo United Nations Environment Programme (UNEP) allo scopo di fornire al mondo una visione chiara e scientificamente fondata dello stato attuale delle conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro potenziali impatti ambientali e socioeconomici.

Sensitività: è il grado con cui un sistema o una specie è influenzato, negativamente o positivamente, dalla variabilità e dal cambiamento del clima. L'effetto può essere diretto (ad es. un cambiamento nella resa delle colture in risposta ad una variazione della temperatura) o indiretti (ad es. i danni causati da un aumento della frequenza di inondazioni costiere a causa dell'innalzamento del livello del mare) (IPCC 2014²).

Capacità di Adattamento: Capacità di adattamento (agli impatti dei cambiamenti climatici) è la capacità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e degli altri organismi di adattarsi a potenziali danni, per sfruttare le opportunità, o per rispondere alle conseguenze (IPCC 2014).

Vulnerabilità: la propensione o la predisposizione degli elementi esposti a essere influenzati negativamente. Il termine comprende una varietà di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte e di adattarsi (IPCC 2014).

Esposizione: è la presenza di persone, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi, risorse, infrastrutture, funzioni economiche, sociali, beni culturali in luoghi che potrebbero essere influenzati negativamente (IPCC 2014).

¹ Il Rapporto illustra come la crisi climatica impatta e impatterà sulle infrastrutture e i sistemi di trasporto nazionali e locali, e propone un insieme di iniziative per anticipare e mitigare i rischi climatici, per aumentare la resilienza e la capacità di adattamento del nostro Paese a tali fenomeni.

Il Rapporto è stato realizzato dalla Commissione di studio, coordinata dal Prof. Carlo Carraro, Ordinario di Economia Ambientale all’Università Ca’ Foscari di Venezia, istituita ad aprile 2021 dal Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, Enrico Giovannini, per individuare soluzioni concrete volte a dotare l’Italia di infrastrutture moderne e sostenibili.

² <https://ipccitalia.cmcc.it/reports/ar5-quinto-rapporto-di-valutazione-20132014/>

Rischio: Le potenziali conseguenze laddove sia in gioco qualcosa di valore per l'uomo (inclusi gli stessi esseri umani) e laddove l'esito sia incerto. Il rischio è spesso rappresentato come la probabilità del verificarsi di eventi o trend pericolosi, moltiplicata per le conseguenze che si avrebbero se questi eventi si verificassero. Il rapporto WGII AR5 dell'IPCC valuta i rischi correlati al clima.

Mitigazione: insieme di strategie finalizzate alla riduzione di uno o più rischi intervenendo sulle cause.

Adattamento: insieme di strategie finalizzate a prevenire e ridurre uno o più rischi intervenendo sugli effetti.

Cluster di anomalie³: aree climaticamente omogenee, aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

CMCC: Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

EURO-CORDEX: Esperimento di Downscaling Coordinato - Dominio Europeo

Scenari RCP (Representative Concentration Pathways): sono scenari di emissione nonché rappresentazioni plausibili del futuro sviluppo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol.

Clima: l'insieme delle condizioni atmosferiche medie (temperatura, precipitazione, direzione prevalente del vento, pressione, ecc) che caratterizza una specifica area geografica ottenute da rilevazioni omogenee dei dati per lunghi periodi.

Proiezione climatica: stima delle variazioni del clima futuro che viene fornita dai modelli climatici.

3 STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Come riportato in premessa, il presente documento ottempera a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.14 (*Infrastrutture per il trasporto ferroviario*) dell'Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione che richiedono lo sviluppo di una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità al fine di dimostrare l'applicabilità del principio DNSH⁴ all'obiettivo Adattamento ai cambiamenti climatici per il progetto in esame, e a quanto indicato anche nella scheda 23 (*Infrastrutture per il trasporto ferroviario*) della Circolare n.33 del 13/10/2022 del Ministero dell'Economia e delle Finanze "*Guida Operativa per il Rispetto del Principio di Non Arrecare Danno Significativo all'Ambiente (cd. DNSH)*".

Per effettuare tale valutazione si è partiti dall'analisi dei dati storici osservati, in termini di precipitazioni e temperatura (capitolo **4**) rilevati dal Sistema Nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici - SCIA (SCIA (isprambiente.it)).

Successivamente è stato analizzato il cambiamento climatico atteso (capitolo **5**), utilizzando proiezioni climatiche di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività.

³ Si definisce anomalia la deviazione di una variabile dal suo valore medio nel corso di un periodo di riferimento

⁴ "Non arrecare un danno significativo" è la traduzione italiana del principio riportato nel Regolamento Europeo come "Do No significant Harm" il cui acronimo è DNSH

Nello specifico è stata effettuata una stima degli effetti del cambiamento climatico sull'area in oggetto (paragrafo **5.1**) procedendo alla identificazione delle aree climatiche omogenee per anomalie (paragrafo **5.2**) ed infine sono stati riassunti i dati previsionali - fonte CMCC - relativi alla porzione di territorio in cui la infrastruttura si inserisce (paragrafo **5.2.1**).

Nel successivo capitolo **6**, in accordo con l'approccio indicato nel V Report IPCC (AR5, 2014 - di seguito indicato come IPCC 2014) e nel rispetto di quanto riportato negli "Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 - Brussels, 16.9.2021 2021/C 373/01", è stata sviluppata una procedura finalizzata all'analisi della vulnerabilità climatica e, ove necessario, all'analisi del rischio connesso al clima ed ai cambiamenti climatici. Sono stati identificati gli specifici pericoli climatici fisici (hazard) che si ritiene possano influenzare l'andamento dell'attività economica durante il ciclo di vita previsto. Tali pericoli sono stati declinati in funzione dei fattori climatici riportati nella sezione II della appendice A dell'Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione e nel Rapporto "Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità"⁵ della "Commissione cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità sostenibili" - (MIMS Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili) (paragrafo **6.2**).

La valutazione della Vulnerabilità al clima attuale è stata sviluppata in funzione dei fattori Sensitività (paragrafo **6.3.1**) e Capacità di Adattamento (paragrafo **6.3.2**) per alcuni asset di progetto sottoposti ai probabili hazard.

La valutazione del Rischio, effettuata a valle di quella propedeutica relativa al fattore Esposizione (paragrafo **6.4.1**), è stata condotta per le sole casistiche hazard/asset per le quali l'analisi di Vulnerabilità ha restituito un esito uguale o superiore a "medio".

In particolare, nel paragrafo **6.5**, con specifico focus sull'area in esame, è stata effettuata la valutazione di Vulnerabilità e Rischio al clima attuale, in funzione dei pericoli climatici applicabili, articolata per fattori meteoroclimatici (temperatura, vento, acque, massa solida).

Nel paragrafo **6.6**, e nei relativi sottoparagrafi, viene illustrata la procedura per la stima della Vulnerabilità e del Rischio climatico in funzione delle proiezioni climatiche future sul territorio in esame, realizzata attraverso gli indicatori climatici derivanti dagli studi effettuati dal CMCC e contenuti nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC - versione 2018 – [link al sito](#)).

Completano il documento, in allegato 1 (par. **8.1**), l'elenco degli indicatori climatici considerati.

⁵ Il Rapporto illustra come la crisi climatica impatta e impatterà sulle infrastrutture e i sistemi di trasporto nazionali e locali, e propone un insieme di iniziative per anticipare e mitigare i rischi climatici, per aumentare la resilienza e la capacità di adattamento del nostro Paese a tali fenomeni.

Il Rapporto è stato realizzato dalla Commissione di studio, coordinata dal Prof. Carlo Carraro, Ordinario di Economia Ambientale all'Università Ca' Foscari di Venezia, istituita ad aprile 2021 dal Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, Enrico Giovannini, per individuare soluzioni concrete volte a dotare l'Italia di infrastrutture moderne e sostenibili.

4 ANALISI DEI DATI STORICI OSSERVATI

Al fine di ricostruire un'analisi meteorologica di dettaglio sull'area di studio, vengono riportate le serie storiche degli anni 2009 - 2018 dei parametri significativi ai fini della valutazione del rischio climatico e analisi della vulnerabilità, quali Temperatura e Precipitazioni rilevati dalla stazione meteorologica di Decimomannu (coordinate: longitudine 8.967 - latitudine 39.35), e condivisi dal Sistema Nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici - SCIA (SCIA (isprambiente.it), ritenuta rappresentativa dell'area interessata dalle opere in progetto (cfr. Figura 1).



Figura 1: Localizzazione stazione di telemisura di Decimomannu

ANALISI DEI DATI STORICI OSSERVATI

Il clima dell'area di Decimomannu può essere in prima battuta descritto dalla seguente tabella (cfr. *Figura 2*) che riporta in sintesi le medie mensili dei parametri Temperatura, Precipitazioni, Umidità, Giorni di pioggia (periodo 1991-2021) e Ore di sole (periodo 1999-2019).

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	10.1	10.2	12.4	15.1	18.8	23.7	26.4	26.7	22.9	19.5	14.8	11.5
Temperatura minima (°C)	6.9	6.7	8.4	10.7	14	18.1	20.8	21.3	18.7	15.9	11.9	8.5
Temperatura massima (°C)	13.6	13.9	16.7	19.6	23.6	29	32	32.3	27.6	23.7	18.2	14.8
Precipitazioni (mm)	41	43	49	52	36	11	2	9	32	48	67	58
Umidità(%)	80%	77%	74%	72%	66%	57%	55%	57%	67%	75%	79%	80%
Giorni di pioggia (g.)	5	6	5	6	4	2	0	1	4	5	7	7
Ore di sole (ore)	5.6	6.4	7.9	9.6	11.2	12.8	12.8	11.9	9.8	7.8	6.3	5.6

Data: 1991 - 2021 Temperatura minima (°C), Temperatura massima (°C), Precipitazioni (mm), Umidità, Giorni di pioggia. Data: 1999 - 2019: Ore di sole

Figura 2: Dati meteorologici di Decimomannu (Fonte <https://it.climate-data.org/europa/italia/sardegna/decimomannu-117018/>)

Le temperature medie mensili più alte si attestano intorno ai 26°C nei mesi estivi luglio-agosto, mentre le precipitazioni si concentrano nei mesi freddi (quadrimestre ottobre - gennaio) con valori medi di cumulata mensile mai superiori a 70mm.

Analisi delle precipitazioni Annuie

Dall'analisi dei dati rilevati dalla centralina di Decimomannu (cfr. *Figura 3*) nel periodo 2009-2018 le precipitazioni cumulate annuali si attestano attorno a valori variabili da un minimo di 227 mm fino a un massimo di 870 mm rilevati nel 2010. Si rileva una modesta diminuzione delle precipitazioni totali annue.

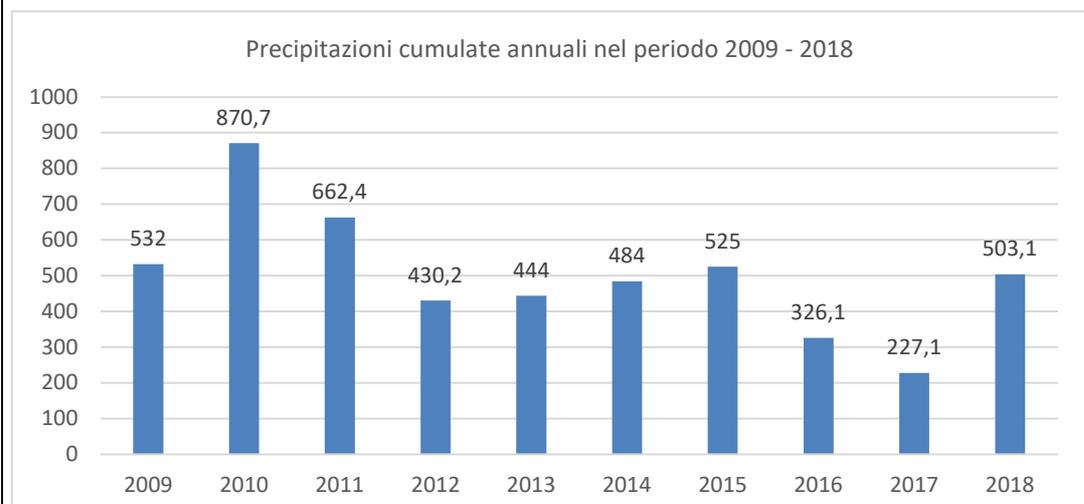


Figura 3: PRECIPITAZIONI ANNUALI 2009 - 2018 Decimomannu (SCIA - scia.isprambiente.it).

Rispetto alla media delle precipitazioni comulate mensili, si registra un massimo di 81.4 mm del

mele di novembre (cfr. *Figura 4*).

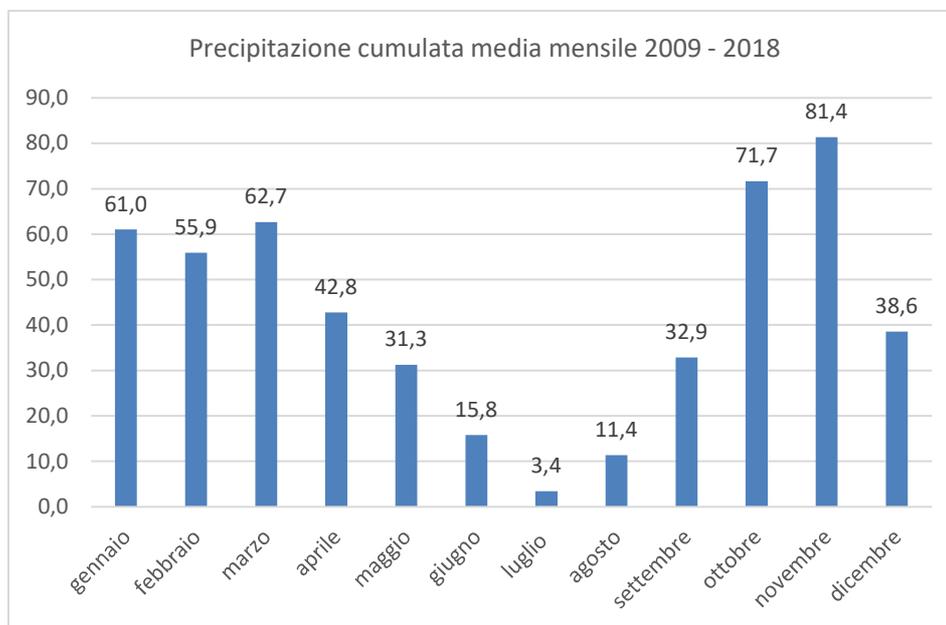


Figura 4: PRECIPITAZIONE CUMULATA MEDIA MENSILE 2010-2019 Decimomannu - (SCIA - scia.isprambiente.it).

Rispetto alla media delle precipitazioni comulate stagionali registrata nel periodo 2009-2018, si rileva il valore più alto (185.9 mm) per i mesi autunnali settembre-ottobre-novembre (cfr. *Figura 5*).

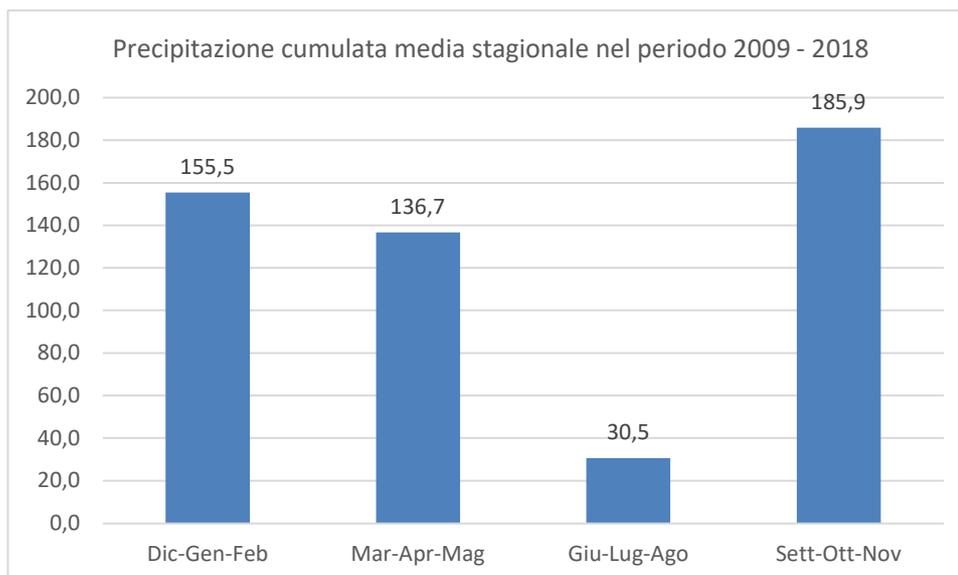


Figura 5: PRECIPITAZIONI CUMULATA MEDIA STAGIONALE 2009-2018 Decimomannu - (SCIA - scia.isprambiente.it).

Nel periodo analizzato 2009-2018 le temperature medie annuali rilevate dalla centralina di Decimomannu (cfr. *Figura 6*) si attestano attorno ai 17-18°C, con valori massimi mensili che si attestano intorno ai 28°C.

Le medie mensili massime delle temperature nei mesi più caldi (luglio o agosto) toccano i 27-28 °C.

Le medie mensili minime delle temperature dei mesi più freddi (gennaio o febbraio) variano da 6 ai 9 °C.

Analisi delle Temperature Medie Annuie

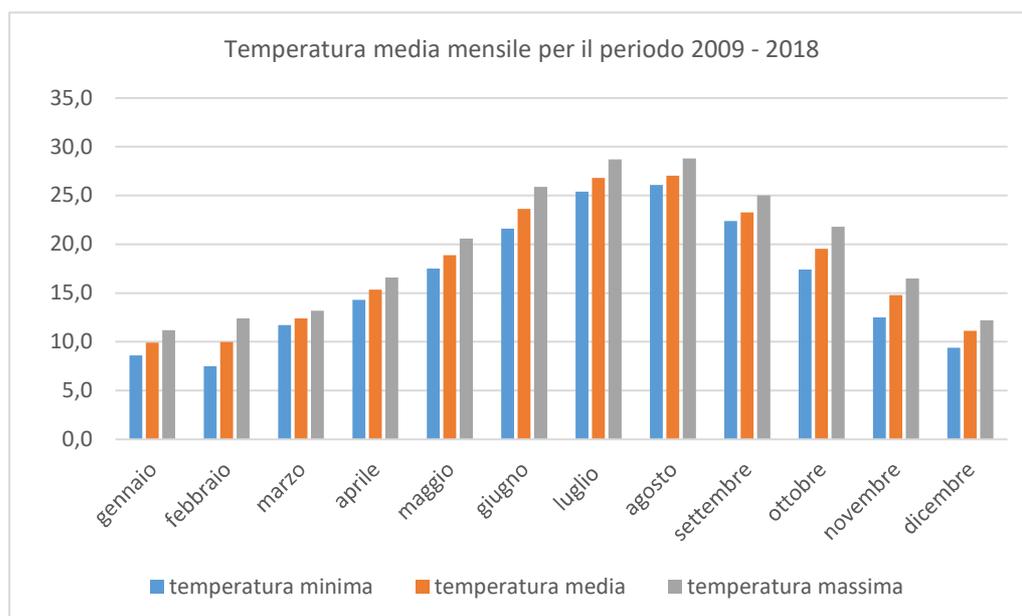


Figura 6: TEMPERATURE MEDIE MENSILI °C 2009-2018 Decimomannu - (SCIA - scia.isprambiente.it).

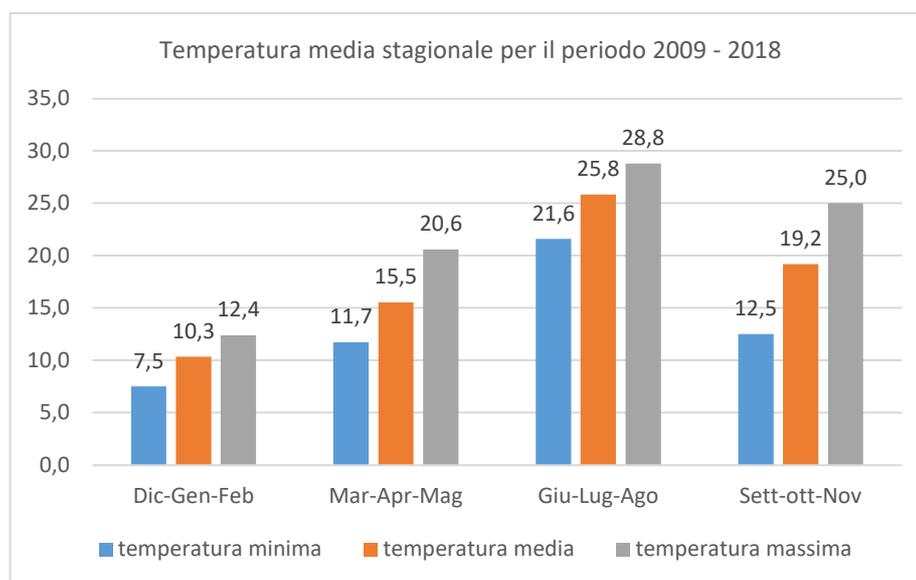


Figura 7: TEMPERATURE MEDIE STAGIONALI °C 2009-2018 Decimomannu - (SCIA - scia.isprambiente.it).

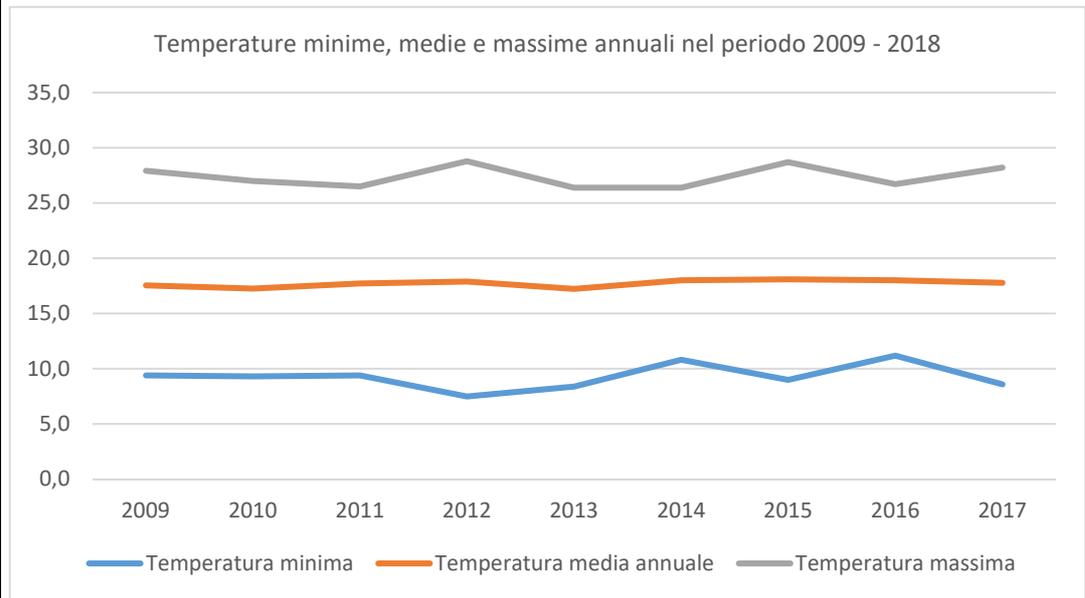


Figura 8: TEMPERATURE MINIME, MEDIE E MASSIME ANNUALI °C 2009-2018 Decimomannu - (SCIA - scia.isprambiente.it).

Elaborati e/o Studi di Riferimento	Nome elaborato	Codifica elaborato	Paragrafo/i elaborato
	-	-	-

5 ANALISI DELLE PROIEZIONI CLIMATICHE

Il primo effetto misurabile del cambiamento climatico è sicuramente l'innalzamento della temperatura, conseguenza diretta della forzante radiativa che tende ad aumentare in funzione dell'aumento delle emissioni di gas climalteranti cui consegue il ben noto effetto serra.

Un aumento dell'effetto serra implica un incremento di energia interna nel sistema "atmosfera" che tende a produrre, con frequenza crescente, condizioni ideali per il verificarsi di fenomeni estremi. Per esempio, se da un lato si osserva una riduzione dei giorni piovosi nell'arco dell'anno, dall'altro si osserverà che nei giorni interessati da precipitazioni saranno registrate intensità di pioggia molto maggiori, che potrebbero incidere significativamente, ad es, in termini di dissesto idrogeologico.

L'analisi del cambiamento climatico viene effettuata a scala mondiale dall'Ente Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici (IPCC - Intergovernmental Panel for Climate Change) che, a cadenza regolare - all'incirca ogni 5-6 anni - emette un report di sintesi basato su proiezioni future.

I risultati delle modellazioni effettuate al fine di prevedere le future variazioni climatiche, in funzione delle previsioni di emissione di CO₂ equivalente derivante dalle attività antropiche (RCPs), sono contenuti nel Quinto Rapporto di Valutazione IPCC (Fifth Assessment Report – AR5) del 2014.

Le previsioni vengono effettuate attraverso una serie di Modelli a Circolazione Globale (GCM – Global Circulation Model) che, attraverso la formulazione di diversi scenari di previsione, consentono di effettuare una stima futura (generalmente con un orizzonte temporale di 100 anni) delle principali grandezze fisico-atmosferiche.

Gli scenari di previsione RCP vengono elaborati sulla base delle previsioni di concentrazione di CO₂ (GtCO_{2eq}/anno) secondo 4 livelli (*Figura 4*):

1. **RCP2.6** corrispondente ad una forzante radiativa di 2.6 W/m².

Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica inizino a diminuire entro il 2020 e si azzerino entro il 2100, inoltre prevede:

- una diminuzione delle emissioni di CO₂ entro il 2020 al fine di raggiungere l'azzeramento il 2100;
- che le emissioni di CH₄ raggiungano la metà dei livelli del 2020;
- che le emissioni di SO₂ scendano a circa il 10% di quelle del 1980-1990.

Come tutti gli altri RCP, richiede emissioni negative di CO₂ (assorbimento da parte degli alberi etc).

Si prevede che sotto tale scenario si manterrà l'aumento della temperatura globale al di sotto dei 2 °C entro il 2100.

2. **RCP4.5** corrispondente ad una forzante radiativa di 4.5 W/m².

Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica raggiungano un picco intorno al 2045 e tendano a diminuire entro il 2100, inoltre prevede:

- una diminuzione delle emissioni di CO₂ entro il 2045 circa per raggiungere circa la metà dei livelli del 2050 entro il 2100;
- che le emissioni di CH₄ cessino di aumentare entro il 2050 e diminuiscano leggermente fino a circa il 75% dei livelli del 2040;
- che le emissioni di SO₂ scendano a circa il 20% di quelle del 1980-1990.

Come tutti gli altri RCP, richiede emissioni negative di CO₂ (assorbimento da parte degli alberi, etc.).

Si prevede un aumento della temperatura globale tra 2 e 3 °C, entro il 2100 con un aumento medio del livello del mare del 35% superiore a quello dello scenario RCP 2.6.

Molte specie vegetali e animali non saranno in grado di adattarsi agli effetti di RCP 4.5 e RCP superiori.

3. **RCP6.0** corrispondente ad una forzante radiativa di 6.0 W/m².

Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica raggiungano un picco intorno al 2080, intorno a valori di circa il triplo rispetto allo scenario RCP4.5, e tendano a diminuire entro il 2100. Si prevedono incremento di temperatura di oltre 3°C entro il 2100.

4. **RCP8.5** corrispondente ad una forzante radiativa di 8.5 W/m².

Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni continuino ad aumentare per tutto il XXI secolo.

L' RCP8.5, generalmente preso come base per gli scenari di cambiamento climatico peggiori, si basava su quella che si è rivelata una sopravvalutazione della produzione di carbone prevista.

Negli ultimi anni però viene definito "sempre più plausibile" in virtù del fatto che allo stato attuale si è perfettamente allineati con la tendenza di questo scenario.

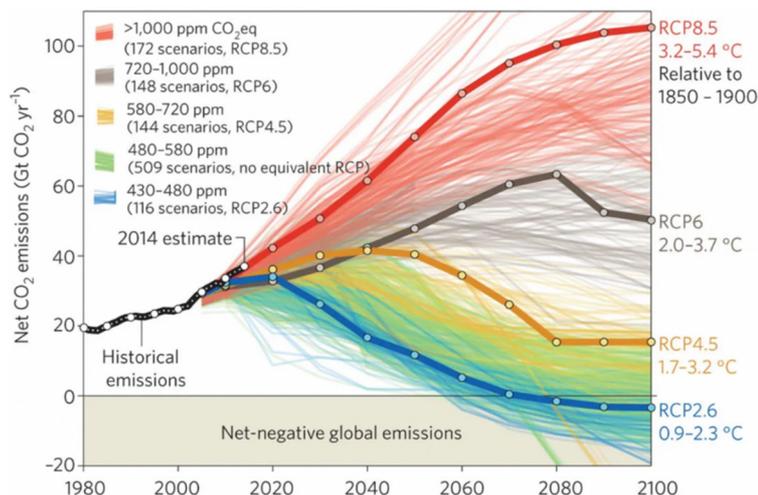


Figura 4: Scenari di emissione di CO₂ proposti nell'ultimo Assessment Report (AR5) dell'IPCC. I dati sono espressi in Gt CO₂/anno

Al fine di effettuare analisi di dettaglio è necessario effettuare quello che viene definito un downscaling dinamico, ovvero il passaggio dalla risoluzione grossolana dei Global Climate Model (GCM) ad una risoluzione di maggiore dettaglio. Tale operazione viene effettuata grazie all'impiego di modelli a scala regionale (RCM – Regional Climate Model) che acquisiscono gli output dei GCM come condizioni iniziali e al contorno (Figura 5).

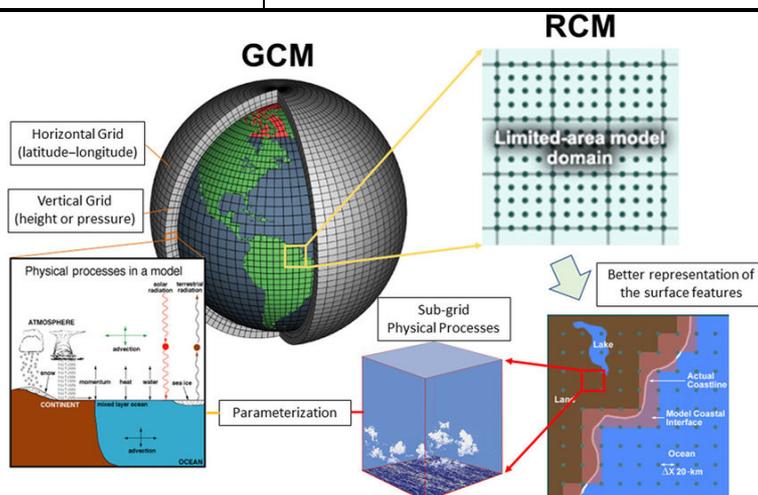


Figura 5: Schema semplificato di downscaling dinamico GCM-RCM

Per il territorio europeo il downscaling dinamico viene effettuato dal gruppo Eurocordex (<https://www.eurocordex.net/>).

L'ultimo Report IPCC (IPCC 2022) affianca ai precedenti RCPs dei nuovi scenari basati sulla previsione degli effetti derivanti dalle future scelte socioeconomiche.

Le nuove simulazioni dei GCM si basano su alcuni dei nuovi scenari di concentrazione definiti nell'AR6 e utilizzati nel progetto CMIP6 (Coupled Model Inter-comparison Project Phase 6).

Come specificato anche nel Report "Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità", questa nuova serie di scenari è guidata da diverse ipotesi socioeconomiche, i cosiddetti "Percorsi socioeconomici condivisi" (SSP), sulla cui base è possibile effettuare una valutazione dei cambiamenti climatici attesi per la fine del secolo. I principali scenari aggiornati sono chiamati SSP 1-2.6, SSP 2-4.5, SSP 4-6.0 e SSP 5-8.5. Gli SSP sono stati sviluppati per integrare gli scenari RCP definiti in AR5, e basati su cinque «narrazioni» che descrivono futuri alternativi socioeconomici. In particolare, nella **Figura 6** vengono mostrati i risultati ottenuti confrontando lo scenario RCP 2.6 con SSP 1-2.6 (definito scenario di sviluppo sostenibile) e lo scenario RCP 8.5 con quello che prevede le emissioni maggiori in AR6, ovvero lo scenario SSP 5-8.5 (scenario che rappresenta un'economia mondiale in crescita fortemente dipendente dai combustibili fossili). Quest'ultimo scenario è altamente improbabile e viene qui considerato solo per mostrare la corrispondenza tra scenari RCP e SSP.

Allo stato attuale, non sono ancora disponibili simulazioni di RCMs con i nuovi scenari proposti nell'IPCC AR6. Tuttavia, il margine di errore è molto piccolo, come evidenziato nella **Figura 6** che confronta le traiettorie future di temperatura superficiale e precipitazione annuale valutate sul territorio nazionale utilizzando i modelli globali disponibili nei progetti CMIP5 e CMIP6, al variare dei diversi scenari.

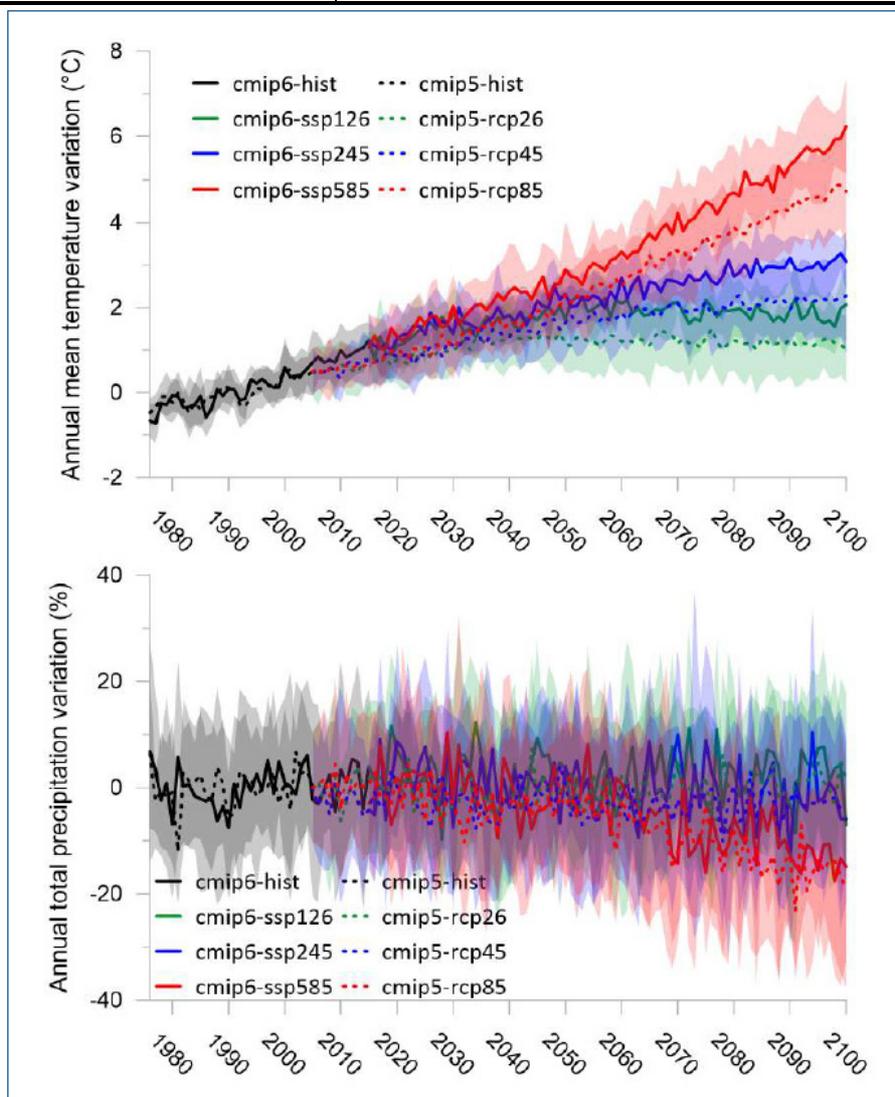


Figura 6: Anomalie annuali di temperatura superficiale e di precipitazione cumulata su scala nazionale ottenute a partire dai dati simulati dei modelli globali di circolazione elaborati nei progetti CMIP5 e CMIP6. Le anomalie annuali sono calcolate rispetto al valore medio del periodo di riferimento 1976-2005. La linea spessa scura (nel caso dei modelli CMIP5) e il tratteggio (nel caso dei modelli CMIP6) indicano la proiezione climatica media (ensemble mean), calcolata mediando i valori annuali di tutte le simulazioni considerate per ogni scenario di concentrazione; le aree ombreggiate rappresentano il range ottenuto sommando e sottraendo all'ensemble mean la deviazione standard dei valori simulati dai modelli e forniscono una misurazione dell'incertezza delle proiezioni.

5.1 STIMA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULL'AREA IN OGGETTO

Le variazioni climatiche future non sono costanti su tutto il territorio nazionale, ma si prevede una variabilità per la quale è necessario definire una zonazione climatica in termini di "macroregioni climatiche omogenee", ossia le aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Tali analisi sono state eseguite dal CMCC ed hanno condotto agli indicatori climatici (vedi par. 8) riportati nell'Allegato 1 ("Analisi della condizione climatica attuale e futura") del PNACC.

Si ritiene qui opportuno rappresentare una assunzione metodologica.

L'analisi dei dati storici osservati, riportati al paragrafo **4**, permette una valutazione del clima attuale nell'area oggetto di intervento.

Per quanto attiene alle simulazioni climatiche future, appare necessario esplicitare che il modello esprime le condizioni climatiche previsionali (2021-2050) rispetto a quelle climatiche di riferimento calcolate da modello nel trentennio precedente (1981-2010), periodo nel quale le condizioni climatiche sono simulate dal modello stesso.

La previsione climatica si esprime quindi come variazione annuale media sul trentennio previsionale degli indici climatici analizzati.

Ad es. per l'indicatore climatico T_{mean} (Temperatura media annua) si considerano i valori giornalieri di temperatura per il trentennio di riferimento simulato dal 1° gennaio al 31 dicembre di ognuno dei 30 anni considerati (1981-2010); per ognuno dei 30 anni si effettua il calcolo della temperatura media annuale – 30 valori - e poi viene calcolato un solo valore come media di questi 30 valori.

La stessa procedura viene eseguita per le simulazioni dei dati previsionali (2021-2050) e successivamente vengono confrontati i due valori risultanti, cioè la media del trentennio di riferimento simulato e quella del trentennio previsionale. Il valore riportato nel PNACC, ad es. 1,5°C, è da intendersi quindi come un incremento medio annuale della Temperatura media nel periodo previsionale (2021-2050) rispetto a quella simulata nel periodo di riferimento (1981-2010).

Gli output della previsione climatica del CMCC, come riportati nell'Allegato 1 al PNACC, sono stati pertanto utilizzati in termini di confronto tra le condizioni climatiche attuali dell'area in oggetto, registrate dalle stazioni di misura sul territorio, e quelle climatiche previste nel trentennio 2021-2050.

5.2 IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CLIMATICHE OMOGENEE

Al fine di individuare aree climatiche omogenee nazionali per anomalie, i valori degli indicatori climatici (vedi ALLEGATO 1 par. **8.1**) sono stati raggruppati in categorie omogenee denominate "cluster di anomalie". La zonazione climatica delle anomalie ha individuato cinque cluster di anomalie (da A a E) mostrate in *Figura 7* per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.

Per ognuno dei due scenari e, per ognuno degli indicatori climatici, sono stati riportati i valori medi in *Tabella 1* e *Tabella 2*.

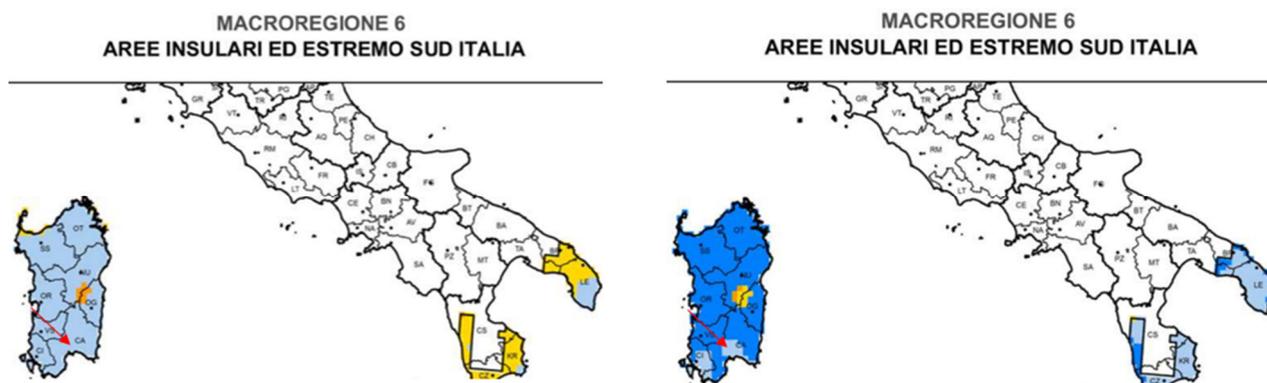


Figura 7: Mappa dei cluster individuati - Scenario RCP4.5 e Scenario RCP8.5

La porzione di territorio che sarà interessata dalla realizzazione dell'opera in oggetto, situata nei comuni di Villaspeciosa e Siliqua, rientra all'interno della Macroregione 6, e ricade nel Cluster D per quanto riguarda lo scenario RCP 4.5 (Riquadro rosso in [Tabella 1](#)), e nel Cluster D per quanto riguarda lo scenario RCP 8.5 (Riquadro rosso in [Tabella 2](#)).

Tabella 1: Valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP4.5 2021-2050 vs 1981-2010). Bordato in rosso il cluster D in cui ricade l'area in oggetto

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.4	-1	-20	18	-4	-27	-12	-6	1
B	1.3	-1	-19	9	-2	-24	-8	-3	3
C	1.2	0	-6	12	-5	-18	-1	-3	4
D	1.2	1	-9	14	8	-25	-1	-2	11
E	1.2	-2	-20	1	-8	-15	-21	1	-1

Tabella 2: Valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP8.5 2021-2050 vs 1981-2010). Bordato in rosso il cluster D in cui ricade l'area in oggetto

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.5	1	-23	1	13	-11	-20	2	5
B	1.6	0	-28	8	2	-7	-18	1	6
C	1.5	1	-14	12	7	3	-1	2	13
D	1.5	0	-10	14	-4	14	-1	-8	6
E	1.5	1	-27	14	16	-14	-9	2	9

5.2.1 SINTESI DEI DATI PREVISIONALI (FONTE CMCC)

Nelle Tabelle seguenti sono descritte le variazioni climatiche future (media annuale sul periodo 2021-2050) in funzione delle relative aree suddivise per cluster di anomalie (o aree climaticamente omogenee).

Inoltre vengono evidenziate le aree in cui ricade l'opera in esame per ognuno dei due scenari di riferimento RCP4.5 ([Tabella 3](#)) e RCP8.5 ([Tabella 4](#)). Le analisi sono state effettuate sulla base dei risultati ottenuti dagli studi ufficiali del CMCC (fonte "Scenari climatici per l'Italia" [link al servizio](#)).

Tabella 3: Descrizione delle Variazioni Climatiche in funzione dell'Area Climatica Omogenea (Cluster di Anomalie) di appartenenza per lo scenario RCP 4.5

Scenario RCP 4.5	
Area Climatica Omogenea (cluster di anomalie)	Descrizione delle Variazioni Climatiche
	Cluster D (piovoso invernale-secco estivo): il cluster D è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari all'8%) e da una riduzione notevole di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 25%). In generale si ha un aumento significativo sia dei fenomeni di precipitazione estremi (R95p) sia dei <i>summer days</i> (di 14 giorni/anno).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA VULNERABILITÀ RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 002	A	19 di 43

		Precipitazione	Temperatura
D	<input checked="" type="checkbox"/>	Si prevede un aumento della piovosità invernale (WP=+8%), una riduzione di quella estiva (SP=-25%), dei giorni caratterizzati da accumulo nivale (SC=-1 giorni/anno) ed aumento dei giorni con eventi di piovosità estrema (R95P=+11%)	Si prevede un incremento della temperatura media (Tmean=+1.2°C) con una conseguente riduzione dei giorni con temperatura media inferiore a 0°C (FD=-9 giorni anno), un aumento di giorni estivi con temperatura di gran lunga superiore alla media (SU95p=+14 giorni/anno) ed una diminuzione di evapotraspirazione (Evap=-2%)

Tabella 4: Descrizione delle Variazioni Climatiche in funzione dell'Area Climatica Omogenea (Cluster di Anomalie) di appartenenza per lo scenario RCP 8.5

Scenario RCP 8.5			
Area Climatica Omogenea (cluster di anomalie)		Descrizione delle Variazioni Climatiche	
		Cluster D (secco invernale-caldo estivo): per il cluster D si osserva una complessiva riduzione di precipitazioni invernali e un aumento rilevante di quelle estive (si tenga conto che si tratta di valori percentuali calcolati rispetto a valori assoluti di precipitazione estiva caratteristici bassi). Inoltre si ha un aumento notevole dei <i>summer days</i> (di 14 giorni/anno) ed una riduzione complessiva dell'evaporazione (valore medio della riduzione pari all'8%).	
		Precipitazione	Temperatura
D	<input checked="" type="checkbox"/>	Si prevede una riduzione della piovosità invernale (WP=-4%), un aumento di quella estiva (SP=+14%), una riduzione dei giorni caratterizzati da accumulo nivale (SC=-8 giorni/anno) ed un aumento dei giorni con eventi di piovosità estrema (R95p=+6%)	Si prevede un incremento della temperatura media (Tmean=+1.5°C) con una conseguente riduzione dei giorni con temperatura media inferiore a 0°C (FD=-10 giorni anno), un aumento di giorni estivi con temperatura di gran lunga superiore alla media (SU95p=+14 giorni/anno) e una riduzione di evapotraspirazione (-8%)

6 ANALISI DI VULNERABILITÀ E RISCHIO AL CLIMA E AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il presente capitolo è redatto al fine di valutare i possibili pericoli, collegabili direttamente o indirettamente al cambiamento climatico, e valutare la vulnerabilità, e ove necessario il Rischio, per l'opera in oggetto ai sensi di quanto prescritto nell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021 per l'obiettivo Mitigazione, anche in funzione delle indicazioni fornite nel Rapporto "Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità" della "Commissione cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità sostenibili", limitatamente a quanto applicabile per l'opera in oggetto.

Nello specifico vengono valutati i pericoli connessi ai 4 fattori climatici Temperatura, Vento, Acque e Massa Solida, esplicitati nei sopra citati Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 e nel Report "Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità", in relazione agli impatti dei cambiamenti climatici sulle infrastrutture ferroviarie (Tabella 5).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA VULNERABILITÀ RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 002	A	20 di 43

Tabella 5: Esempio di Pericoli Climatici e relativi Impatti sulle infrastrutture ferroviarie riportati nel Report "Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità", in funzione di alcuni pericoli climatici contenuti all'interno di quelli indicati nell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139

Fattore climatico	Pericolo climatico	Impatti sulle Infrastrutture Ferroviarie
Temperatura	Ondate di calore	Deformazione dei binari causata dalla dilatazione termica. Limitazioni delle velocità di percorrenza e/o interruzioni di servizio. Eccessivo surriscaldamento dei materiali rotabili. Malfunzionamento delle componenti di segnalamento e di telecomunicazione. Danni a ponti e viadotti legati all'espansione termica.
	Ondate di freddo	Danneggiamento o distruzione di vari componenti dell'infrastruttura ferroviaria (es. congelamento di sistemi di segnalamento, comunicazione e instradamento treni).
	Siccità	Danni strutturali alla sede ferroviaria a causa di fenomeni di subsidenza.
	Incendi	Danni causati dall'esposizione a fuoco e alte temperature.
Vento	Tempeste di vento	Possibile ostruzione della sede ferroviaria a seguito della caduta di alberi. Maggiori sollecitazioni ai sistemi di elettrificazione. Danni strutturali in seguito alla pressione del vento o dell'impatto con detriti, in particolare ponti e viadotti.
Acque	Esondazioni fluviali e inondazioni costiere Allagamenti	Danni strutturali a causa dell'impatto diretto con i flutti, in particolare ponti e viadotti; fenomeni di cedimento della sede ferroviaria; erosione alla base delle pile e delle spalle dei ponti. Allagamento della sede ferroviaria con conseguente riduzione di operatività. Malfunzionamento dei sistemi di drenaggio.
Massa Solida	Frane	Possibile ostruzione della sede ferroviaria. Danni strutturali causati dall'impatto diretto di movimenti di massa

A tale scopo sono state considerate: la sede che include il corpo stradale (opere civili quali rilevati, trincee, opere civili minori e opere d'arte come ponti, viadotti e gallerie), la sovrastruttura ferroviaria (insieme di elementi atti a realizzare il piano di rotolamento e guida del veicolo ferroviario) e gli impianti ferroviari (impianti di trazione elettrica, di sicurezza e di segnalamento, sistemi di telecomunicazione).

In quest'ottica è stata sviluppata un'analisi di vulnerabilità e rischio al clima ed ai cambiamenti climatici che si basa sul framework metodologico WGII (Working Group II, è il Gruppo di Lavoro IPCC dedicato agli impatti, all'adattamento e alla vulnerabilità) contenuto nel Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC – AR5 (2014) e riconfermato nel AR6 (la Sintesi per i decisori politici è stata approvata integralmente e l'AR6 è stato quindi accettato nella 12ª sessione WGII dell'IPCC dal 14 al 27 febbraio 2022 [link al report WGII 2022](#)).

La scelta è ricaduta su tale metodologia in quanto gli studi dell'IPCC rappresentano allo stato attuale, e a livello globale, lo stato dell'arte in termini di previsione dei cambiamenti climatici e analisi di Vulnerabilità e Rischio.

Inoltre, le linee guida recentemente emesse "Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 - Brussels, 16.9.2021 2021/C 373/01" al paragrafo 3.3 "Adattamento ai cambiamenti climatici (resilienza climatica)" riportano: "I presenti orientamenti consentono l'uso di approcci alternativi alla valutazione della vulnerabilità e dei rischi climatici descritti. Si tratta di approcci e quadri metodologici recenti e riconosciuti a livello internazionale, ad esempio l'approccio applicato dall'IPCC nel contesto della sesta relazione di valutazione (AR6). L'obiettivo rimane quello di rilevare i rischi climatici significativi come base per l'individuazione, la valutazione e l'attuazione di misure di adattamento mirate."

Nel framework metodologico AR5 le tematiche sono connesse come da immagine seguente ([Figura 8](#)):

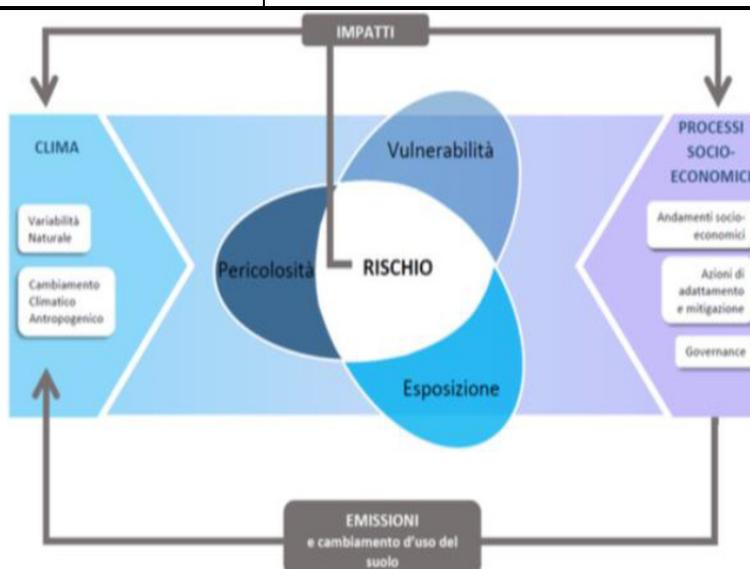


Figura 8: framework metodologico per la valutazione della Vulnerabilità e del Rischio climatico secondo quanto riportato nel Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC – AR5 (2014)

Secondo tale impostazione il rischio risulta quindi definito dalla combinazione:

$$R = P \times E \times V$$

Dove:

P = pericolosità dell'evento meteorologico estremo considerato (hazard), è il potenziale verificarsi di un evento fisico, trend o impatto indotto da fattori umani o naturali, suscettibile di causare danni (IPCC2014);

E = esposizione è la presenza di persone, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi, risorse, infrastrutture, funzioni economiche, sociali, beni culturali in luoghi che potrebbero essere influenzati negativamente (IPCC 2014). In tale contesto si considera l'esposizione della infrastruttura ferroviaria;

V = vulnerabilità la propensione o la predisposizione degli elementi esposti a essere influenzati negativamente. Il termine comprende una varietà di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte e di adattarsi (IPCC 2014). Secondo tale definizione la Vulnerabilità deriva dalla combinazione di Sensibilità e di Capacità di adattamento, ovvero:

$$V = S \times C$$

Dove:

S = Sensibilità è il grado con cui un sistema o una specie è influenzato, negativamente o positivamente, dalla variabilità e dal cambiamento del clima. L'effetto può essere diretto (ad es. un cambiamento nella resa delle colture in risposta ad una variazione della temperatura) o indiretti (ad es. i danni causati da un aumento della frequenza di inondazioni costiere a causa dell'innalzamento del livello del mare) (IPCC 2014).

C = Capacità di adattamento (agli impatti dei cambiamenti climatici) è la capacità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e degli altri organismi di adattarsi a potenziali danni, per sfruttare le opportunità, o per rispondere alle conseguenze (IPCC 2014).

Nella seguente trattazione è stato assunto che l'hazard climatico si verifichi, omettendo pertanto la stima della relativa probabilità di accadimento, per valutare ciò che il manifestarsi dell'hazard comporti in termini di vulnerabilità e rischio per la infrastruttura ferroviaria. Es. nel considerare il rischio allagamento si vuole valutare quale sia il rischio per la infrastruttura, prescindendo dal calcolo della probabilità che detto evento effettivamente si verifichi, e valutandone solo gli effetti in caso di accadimento.

Tale fattispecie riconduce l'analisi ad una valutazione del Rischio climatico inteso come:

$$R = E \times V$$

L'analisi svolta è stata organizzata nei seguenti step:

1. Definizione caratteristiche del tracciato, identificazione degli hazard e degli asset considerati nella analisi di vulnerabilità e rischio climatico.
2. Valutazione della vulnerabilità agli eventi climatici attuali mediante valutazione della:
 - a. sensitività climatica del progetto –il parametro che rappresenta la tendenza dell'asset a subire danni a seguito di un incremento dell'hazard;
 - b. capacità di adattamento –il parametro che descrive sia la possibilità che l'asset possa essere "evoluto"/"manutenuto" per rispondere in modo più resiliente all'hazard, e sia tiene conto di una valutazione economica qualitativa per realizzare detti interventi.
3. Valutazione dell'esposizione della infrastruttura in esame agli hazard climatici.
4. Valutazione del rischio agli eventi climatici. L'analisi di rischio climatico per l'infrastruttura progettata è stata effettuata per i soli casi di vulnerabilità media, medio-alta e alta, in accordo con quanto riportato nelle *"Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 - Brussels, 29.7.2021C(2021) 5430 final"* al paragrafo 3.3.1.3. *Vulnerability* che riporta: *"Se la valutazione della vulnerabilità conclude che tutte le vulnerabilità sono giustificatamente classificate come basse o insignificanti, potrebbe non essere necessaria un'ulteriore valutazione dei rischi (climatici) (qui si concludono lo screening e la fase 1)"*.
Analogamente, in considerazione di quanto riportato nel box 19-2 *Definitions* del *Chapter 19 - Emergent Risks and Key Vulnerabilities* dell'AR5 (*"Vulnerabilities are considered "key" if they have the potential to combine with hazardous events or trends to result in key risks. Vulnerabilities that have little influence on climate-related risk, for instance, due to lack of exposure to hazards, would not be considered key"*), non è stata effettuata una analisi di vulnerabilità nè di rischio nei casi di assenza di esposizione.
5. Valutazione degli hazard climatici secondo gli scenari futuri riportati nel PNACC e definiti dal CMCC (Tabella 1 e Tabella 2).
6. Valutazione della vulnerabilità e rischio della infrastruttura secondo gli scenari climatici futuri definiti dal CMCC e riportati nel PNACC (Tabella 1 e Tabella 2).

6.1 DESCRIZIONE DEI PROGETTO E SINTESI DEL TRACCIATO

Inquadramento del/i Progetto/i	
Localizzazione Geografica	Comune di Villaspeciosa e Comune di Siliqua, Provincia Sud Sardegna (SU), Regione Sardegna
Descrizione Intervento/i	<p>Il raddoppio completo della tratta Decimomannu-Villamassargia interviene sulla linea su cui confluiscono i servizi Cagliari-Iglesias e Cagliari-Carbonia, 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.</p> <p>Data la complessità dell'intervento e le criticità emerse nello sviluppo del tracciato in affiancamento alla linea esistente a causa delle condizioni al contorno, l'intervento è stato suddiviso in n°4 tratte realizzabili separatamente. A completamento del Raddoppio sarà possibile creare le condizioni per un incremento dell'offerta con un cadenzamento a 15' dei collegamenti Villamassargia – Cagliari.</p>  <p><i>Figura 9: Raddoppio Decimomannu – Villamassargia. Inquadramento territoriale</i></p> <p>Il progetto del Lotto 2, oggetto della presente valutazione, prevede la realizzazione del nuovo doppio binario tra Villaspeciosa-Uta – abitato di Siliqua (stazione esclusa) ampliando il sedime della Linea Storica e si sviluppa per una lunghezza totale di circa 5,5 km circa, compresa tra il km 3+480 ed il km 9 circa della LS.</p> <p>L'intervento sarà realizzato in assenza di esercizio della Linea Storica, e presenta un unico rettilineo con il binario di raddoppio previsto lato sud, ad interasse di 4.00m rispetto al binario esistente. La scelta di realizzare il raddoppio in interruzione dell'esercizio è dovuta alla necessità di ridurre i tempi di realizzazione al fine di trarre l'attivazione entro i termini previsti dal PNRR.</p> <p>Dagli studi idraulici sviluppati, si evince che le dimensioni delle opere idrauliche sottobinario esistenti non sono geometricamente compatibili, per cui è nata la necessità di realizzare delle nuove opere con dimensioni maggiori con tratti in cui la quota altimetrica della livelletta ferroviaria di progetto è maggiore rispetto a quella della linea storica.</p> <p>Il tracciato presenta un alternarsi di basse trincee e rilevati lungo la sua estensione. Il progetto ferroviario, lungo il suo sviluppo prevede la realizzazione di due piazzali tecnologici PT01 e PT02, posti rispettivamente al km 0+600 e al km 4+425, e delle relative viabilità di accesso. Inoltre, al km 4+260 circa (7+615 circa della LS), è prevista la soppressione dell'attuale PL e la realizzazione di una nuova viabilità (NV02) che consente di ricucire la maglia viaria esistente e attraverso il nuovo</p>

cavalcaferrovia di progetto (IV01), scavalcare la nuova linea ferroviaria.



Figura 10: Lotto 2 - Raddoppio tra le località di Villaspeciosa-Uta e Siliqua

Il Lotto 2 si chiude prima della stazione di Siliqua, a circa 4,3 km, ove il tracciato prevede il collegamento con la Linea Storica mediante uno scambio che consente il passaggio dal nuovo doppio binario al singolo binario esistente.

SINTESI DEL TRACCIATO	Sviluppo [km]
Rilevati	3,69
Trincee	1,76
Ponti e Viadotti	0,25
Sovrastruttura ferroviaria	5,5
Segnalamento e Telecomunicazioni	5,5

Sulla base delle caratteristiche del tracciato, riportate nella tabella precedente, è stato possibile definire l'elenco degli asset per i quali sviluppare l'analisi alla Vulnerabilità e al Rischio climatico, di seguito riportati:

ELENCO DEGLI ASSET
Rilevati
Trincee
Ponti e Viadotti
Sovrastruttura ferroviaria
Segnalamento e Telecomunicazioni

6.2 SELEZIONE DEGLI HAZARD CLIMATICI

ELENCO DEGLI HAZARD IN FUNZIONE DEI FATTORI CLIMATICI		
FATTORE CLIMATICO	HAZARD	
Temperatura	Alte Temperature	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ondate di Calore	<input checked="" type="checkbox"/>
	Incendio boschivo/di Incolto	<input checked="" type="checkbox"/>
Acque	Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Alluvioni	<input checked="" type="checkbox"/>
	Umidità	<input checked="" type="checkbox"/>
	Siccità	<input checked="" type="checkbox"/>

6.3 PROCEDURA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ AL CLIMA ATTUALE

Per procedere alla analisi di rischio dell'opera di progetto, è stata effettuata una valutazione della vulnerabilità climatica della infrastruttura di progetto al clima attuale, analizzando separatamente la componente sensitività (par. [6.3.1](#)) e la componente capacità di adattamento (par. [6.3.2](#)).

6.3.1 ANALISI DELLA SENSITIVITÀ AL CLIMA ATTUALE

La valutazione della sensitività climatica di progetto per gli asset considerati agli hazard selezionati è compilata considerando la seguente scala di rating, riportata nella successiva [Tabella 6](#):

Tabella 6: Scala di Rating relativa al fattore Sensitività

Rating		
ALTO	S3	L'asset è significativamente sensibile all'hazard climatico
MEDIO	S2	L'asset è mediamente sensibile all'hazard climatico
BASSO	S1	L'asset è debolmente sensibile all'hazard climatico
ASSENTE	S0	L'asset non è sensibile all'hazard climatico

Questo è uno dei parametri su cui, per alcuni hazard, è possibile agire sia mediante una progettazione che tenga conto sin dalle prime fasi di sviluppo della presenza di possibili hazard climatici sul territorio, e sia mediante adeguate procedure operative e di manutenzione ordinaria e straordinaria volte per lo più a conservare nel tempo le caratteristiche della infrastruttura; vedasi a riguardo quanto riportato al successivo paragrafo [6.5](#).

6.3.2 ANALISI DELLA CAPACITÀ DI ADATTAMENTO AL CLIMA ATTUALE

La valutazione della possibilità o meno di prevedere soluzioni atte ad aumentare la capacità di adattamento degli asset considerati (e la stima qualitativa dell'entità economica per attuare i relativi interventi) è compilata considerando la seguente scala di rating, riportata nella successiva Tabella 7:

Tabella 7: Scala di Rating relativa al fattore Capacità di Adattamento

Rating		
ASSENTE	AC0	Nessuna azione realizzabile
BASSO	AC1	Le azioni realizzabili richiedono costi molto elevati (€€€€)
MEDIO	AC2	Le azioni realizzabili richiedono costi elevati (€€€)
ALTO	AC3	Le azioni realizzabili richiedono costi contenuti (€€)

Questo è uno dei parametri su cui è possibile agire in parte mediante una progettazione che tenga conto sin dalle prime fasi di sviluppo della presenza di possibili hazard climatici sul territorio, molto mediante adeguate procedure operative e di manutenzione ordinaria e straordinaria; vedasi a riguardo quanto riportato al successivo paragrafo 6.5.

6.3.3 VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ CLIMA ATTUALE

La valutazione della vulnerabilità climatica degli asset considerati agli hazard selezionati combina la sensitività e la capacità di adattamento sopra riportate secondo la seguente scala di rating:

Tabella 8: Scala di Rating relativa al fattore Vulnerabilità

		Sensitività				
		Bassa		Alta		
		S0	S1	S2	S3	
Cap. Adattamento	Bassa	AC0	Medio-basso	Medio-alto	Alto	Alto
	Alta	AC1	Medio-basso	Medio	Medio-alto	Alto
		AC2	Basso	Medio-basso	Medio	Medio-alto
		AC3	Potenziale opportunità	Basso	Medio-basso	Medio

Come già illustrato di fatto è possibile ridurre la vulnerabilità agendo sulla sensitività, sulla capacità di adattamento, o su entrambi.

Nel caso in esame, la seguente tabella sintetizza i risultati della valutazione effettuata.

		HAZARD						
		Temperatura			Acque			
		Alte Temperature	Ondate di Calore	Incendio di Incolto	Alluvioni	Pioggia	Umidità	Siccità
ASSET	Rilevati	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO	BASSO	POTENZ. OPP.	BASSO
	Trincee	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO	BASSO	POTENZ. OPP.	BASSO
	Sovrastruttura Ferroviaria	MEDIO	MEDIO	BASSO	MEDIO-BASSO	BASSO	BASSO	POTENZ. OPP.
	Ponti e Viadotti	MEDIO-BASSO	MEDIO-BASSO	BASSO	MEDIO-BASSO	BASSO	BASSO	BASSO
	Segnalamento e Telecomunicazioni	BASSO	BASSO	MEDIO-BASSO	MEDIO-BASSO	MEDIO-BASSO	POTENZ. OPP.	BASSO

Figura 11: Esito dell'analisi di Vulnerabilità per le accoppiate Hazard/Asset considerati

Come anticipato al paragrafo 6 non si procede all'analisi di Rischio per le combinazioni Hazard/Asset che riportano una Vulnerabilità con score inferiore a "MEDIO"; per le altre casistiche si confronti il successivo paragrafo 6.5.

6.4 PROCEDURA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CONNESSO AL CLIMA ATTUALE

6.4.1 ANALISI DELL' ESPOSIZIONE AL CLIMA ATTUALE

A partire dagli hazard considerati applicabili al progetto, è stata effettuata una analisi per il fattore esposizione in cui, a partire dall'analisi del tracciato, sono stati considerati degli indici quantitativi di esposizione (km di infrastruttura esposta su km di infrastruttura potenzialmente esposta).

È stata inoltre introdotta la seguente scala di rating

Tabella 9: Scala di Rating relativa al fattore Esposizione

Rating		
ALTO	ES3	Percentuale di infrastruttura esposta in rapporto alla infrastruttura potenzialmente esposta compresa tra 70% e 100%
MEDIO	ES2	Percentuale di infrastruttura esposta in rapporto alla infrastruttura potenzialmente esposta compresa tra 30% e 70%
BASSO	ES1	Percentuale di infrastruttura esposta in rapporto alla infrastruttura potenzialmente esposta compresa tra 0% e 30%
ASSENTE	ES0	Non ci sono tratti di infrastruttura esposti

La possibilità di ridurre la classe di esposizione si può esplicare nell'ambito di una adeguata progettazione - che tenga conto dalle fasi iniziali dei pericoli climatici - solo limitatamente ad alcuni hazard quali ad es. frane ed alluvioni; per altri l'opportunità di ridurre l'esposizione deve essere bilanciata con gli ulteriori vincoli territoriali, geometrici, sociali ed ambientali presenti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA VULNERABILITÀ RELAZIONE GENERALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 002	A	28 di 43

Nel caso in esame, la seguente tabella sintetizza i risultati della valutazione effettuata.

		HAZARD						
		Temperatura			Acque			
		Alte Temperature	Ondate di Calore	Incendio di Incolto	Alluvioni	Pioggia	Umidità	Siccità
ASSET	Rilevati	ALTO	ALTO	BASSO	BASSO	ALTO	ALTO	ALTO
	Trincee	ALTO	ALTO	ASSENTE	ASSENTE	ALTO	ALTO	ALTO
	Sovrastruttura Ferroviaria	ALTO	ALTO	BASSO	BASSO	ALTO	ALTO	ALTO
	Ponti e Viadotti	ALTO	ALTO	ASSENTE	ASSENTE	ALTO	ALTO	ALTO
	Segnalamento e Telecomunicazioni	ALTO	ALTO	BASSO	BASSO	ALTO	ALTO	ALTO

Figura 12: Esito dell'analisi dell'Esposizione per le accoppiate Hazard/Asset considerati

Come anticipato al paragrafo 6 non si procede all'analisi di Vulnerabilità e Rischio per le combinazioni Hazard/Asset che riportano una Esposizione "ASSENTE"; per le altre casistiche si confronti il successivo paragrafo 6.5.

6.4.2 VALUTAZIONE DEL RISCHIO CONNESSO AL CLIMA ATTUALE

L'analisi di rischio viene sviluppata, come detto, per i soli hazard riscontrati nell'ambito della valutazione di vulnerabilità con score maggiore-uguale a "medio".

Per la valutazione del rischio sono state composte la vulnerabilità e l'esposizione considerando la seguente scala di rating:

Tabella 10: Scala di Rating relativa al fattore Rischio

		Vulnerabilità						
		Bassa			Alta			
		V0	V1	V2	V3	V4	V5	
Esposizione	Bassa	ES0	Potenziale opportunità					
	Alta	ES1	Potenziale opportunità	Basso	Basso	Medio-basso	Medio	Medio-alto
		ES2	Potenziale opportunità	Basso	Medio-basso	Medio	Medio-alto	Alto
		ES3	Potenziale opportunità	Basso	Medio	Medio-alto	Alto	Alto

6.5 VULNERABILITÀ, RISCHIO E SOLUZIONI DI ADATTAMENTO AL CLIMA ATTUALE

Nel presente paragrafo si riportano i dettagli riepilogativi, per ognuno dei fattori climatici (Temperatura, Vento, Acque e Massa Solida), sulla base dei quali è stato possibile effettuare le analisi in termini di Vulnerabilità e Rischio in riferimento al clima attuale.

A tale scopo è stato fatto riferimento ai vari studi di settore e alle relative tecniche progettuali, nonché ad istruzioni operative e procedure connesse alla gestione dell'opera.

Nelle tabelle di seguito vengono riportate le valutazioni, in termini di Vulnerabilità e Rischio, per le sole combinazioni hazard/asset per le quali sono stati ottenuti risultati rilevanti, omettendo pertanto quelli che hanno condotto a Vulnerabilità con score inferiore a MEDIA ed Esposizione ASSENTE.

6.5.1 FATTORE TEMPERATURA

Fattore Climatico	TEMPERATURA															
<p>Analisi della Sensività al Clima Attuale</p>	<p><i>Tabella 11: Valutazione della Sensività al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="2">HAZARD</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Temperatura</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Alte Temperature</th> <th>Ondate di Calore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ASSET</th> <td>Sovrastruttura Ferroviaria</td> <td style="background-color: red; color: white;">ALTO</td> <td style="background-color: red; color: white;">ALTO</td> </tr> </tbody> </table>			HAZARD		Temperatura				Alte Temperature	Ondate di Calore	ASSET	Sovrastruttura Ferroviaria	ALTO	ALTO	<p>Come è possibile osservare (<i>Tabella 11</i>) la sensitività maggiore ("ALTA"), si rileva sull'asset "Sovrastruttura Ferroviaria" per i pericoli connessi a "Alte Temperature" e "Ondate di Calore".</p>
				HAZARD												
		Temperatura														
		Alte Temperature	Ondate di Calore													
ASSET	Sovrastruttura Ferroviaria	ALTO	ALTO													
<p>Analisi della Capacità di Adattamento al Clima Attuale</p>	<p><i>Tabella 12: Valutazione della Capacità di Adattamento al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="2">HAZARD</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Temperatura</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Alte Temperature</th> <th>Ondate di Calore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ASSET</th> <td>Sovrastruttura Ferroviaria</td> <td style="background-color: green; color: white;">ALTO</td> <td style="background-color: green; color: white;">ALTO</td> </tr> </tbody> </table>			HAZARD		Temperatura				Alte Temperature	Ondate di Calore	ASSET	Sovrastruttura Ferroviaria	ALTO	ALTO	<p>Come è possibile osservare (<i>Tabella 12</i>) la capacità di adattamento per le varie casistiche è risultata "ALTA".</p>
				HAZARD												
		Temperatura														
		Alte Temperature	Ondate di Calore													
ASSET	Sovrastruttura Ferroviaria	ALTO	ALTO													
<p>Analisi della Vulnerabilità al Clima Attuale</p>	<p>La valutazione della vulnerabilità climatica degli asset considerati agli hazard selezionati combina la sensitività e la capacità di adattamento.</p> <p><i>Tabella 13: Valutazione della Vulnerabilità al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="2">HAZARD</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Temperatura</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Alte Temperature</th> <th>Ondate di Calore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ASSET</th> <td>Sovrastruttura Ferroviaria</td> <td style="background-color: orange; color: white;">MEDIO</td> <td style="background-color: orange; color: white;">MEDIO</td> </tr> </tbody> </table>			HAZARD		Temperatura				Alte Temperature	Ondate di Calore	ASSET	Sovrastruttura Ferroviaria	MEDIO	MEDIO	<p>Come è possibile osservare (<i>Tabella 13</i>) la vulnerabilità maggiore (MEDIA) si rileva sull'asset "Sovrastruttura Ferroviaria" per i pericoli climatici "Alte Temperature" e "Ondate di Calore" e quindi per tale casistica si procede all'analisi di rischio (e della propedeutica esposizione), in accordo con quanto riportato nelle "Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 - Brussels, 29.7.2021C(2021) 5430 final" al paragrafo 3.3.1.3. Vulnerability.</p>
				HAZARD												
		Temperatura														
		Alte Temperature	Ondate di Calore													
ASSET	Sovrastruttura Ferroviaria	MEDIO	MEDIO													

Analisi dell'Esposizione al Clima Attuale

L'Esposizione è stata determinata in modo quali-quantitativo come espressione percentuale del rapporto tra km di asset esposto alle alte temperature e km totali dell'asset all'aperto (in quanto potenzialmente esposti).

Tabella 14: Valutazione dell'Esposizione al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset

		HAZARD	
		Temperatura	
		Alte Temperature	Ondate di Calore
ASSET	Sovrastruttura Ferroviaria	ALTO	ALTO

Come è possibile osservare (*Tabella 14*), per l'asset "Sovrastruttura Ferroviaria", si rileva esposizione ALTA gli hazard "Alte Temperature e Ondate di Calore".

Analisi del Rischio al Clima Attuale

Per la valutazione del Rischio si combinano i fattori Vulnerabilità ed Esposizione.

Tabella 15: Valutazione del Rischio connesso al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset

		HAZARD	
		Temperatura	
		Alte Temperature	Ondate di Calore
ASSET	Sovrastruttura Ferroviaria	MEDIO-ALTO	MEDIO-ALTO

Dall'analisi sviluppata si rileva (*Tabella 15*) che per l'asset "Sovrastruttura Ferroviaria" il Rischio legato agli hazard "Alte Temperature e Ondate di Calore" si attesta a MEDIO-ALTO.

Considerazioni sull'esito dell'Analisi di Rischio al Clima Attuale

Il livello di rischio medio-alto viene gestito all'interno del progetto con la previsione di misure di adattamento, che possiamo definire passive, che agiscono nel tempo differito e che sono funzionali alla diminuzione della vulnerabilità dell'infrastruttura

L'infrastruttura ferroviaria, tuttavia, ha la funzione di assicurare il trasporto in sicurezza anche in condizioni particolarmente critiche. Per questo motivo si ha bisogno di attuare delle misure che agiscono in tempo reale, da definire come attive, che permetteranno al Gestore infrastruttura di poter svolgere il servizio di trasporto in sicurezza. A tale scopo in fase di esercizio sono state realizzate procedure mirate alla predisposizione di una serie di metodologie di gestione delle fasi meteo-climatiche critiche, in alcuni casi anche con la collaborazione del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile – atte a disciplinare l'organizzazione delle attività di presidio, i compiti del personale ferroviario nonché la gestione della circolazione dei treni, e dei servizi direttamente connessi, al fine di evitare o comunque contenere le perturbazioni alla regolarità del servizio.

In generale la manutenzione ha come obiettivo principale il mantenimento dello stato di efficienza delle opere e degli impianti per i quali la manutenzione non è più solo conservazione, protezione e riparazione delle singole opere e impianti, ma il mantenimento in piena efficienza ed affidabilità delle opere e degli impianti stessi in tutte le proprie caratteristiche governabili, così come originariamente previste in progetto; è prevista una manutenzione preventiva (ciclica, predittiva, secondo condizione) – a cadenza regolare – ed una correttiva – all'insorgere di un malfunzionamento/guasto (Sistema

InRete2000).

Inoltre, si precisa che, secondo l'Istruzione 44C (Procedura DTC PSE 44 0 1) "Visite di Controllo ai Ponti, alle Gallerie e alle altre Opere d'arte dell'infrastruttura Ferroviaria", le diverse parti d'opera sono soggette a visite periodiche ordinarie, straordinarie e periodiche speciali di natura polispecialistica.

Nello specifico le visite ordinarie sono delle ispezioni che vengono eseguite a cadenza annuale, le visite straordinarie vengono eseguite a seguito di eventi eccezionali e includono anche visite specialistiche. Infine, sono previste delle visite periodiche speciali ai ponti, viadotti, sottovia che possono evidenziare la necessità di ulteriori approfondimenti non necessariamente sull'intera struttura, ma piuttosto su particolari componenti o parti di essa. Nell'ambito delle visite vengono sia valutate le condizioni attuali della struttura che determinate le più adeguate misure da adottare⁶.

Tutte le registrazioni sullo stato di conservazione delle opere dovranno contenere per ciascuna opera visitata un giudizio globale che dovrà essere espresso con una delle seguenti dichiarazioni:

a) *L'opera è pienamente efficiente nei riguardi della sicurezza e della regolarità della circolazione dei treni;*

b) *L'opera è efficiente nei riguardi della sicurezza e della regolarità della circolazione dei treni con le seguenti limitazioni e cautele..... finché non saranno portati a termine i provvedimenti proposti;*

c) *L'opera è efficiente nei riguardi della sicurezza e della regolarità della circolazione dei treni con le seguenti limitazioni e cautele.....*

Infine, il gestore in questi ultimi anni sta sviluppando una serie di progetti che mirano a migliorare la fase di previsione degli eventi climatici estremi e i suoi relativi impatti, supportato anche dall'implementazione di specifiche reti di monitoraggio meteorologico, che daranno indicazioni per la gestione dell'operatività dell'infrastruttura in totale sicurezza anche in corso di evento.

Vulnerabilità e Soluzioni di Adattamento al Clima Attuale

Con riferimento anche ai contenuti della **Tabella 5** per il fattore in esame saranno analizzati gli impatti che si considerano applicabili agli interventi previsti in progetto: deformazione dei binari causati dalla dilatazione termica, malfunzionamento delle componenti di segnalamento e di telecomunicazioni, danni causati dall'esposizione a fuoco.

Al fine di prevenire gli effetti delle escursioni termiche sulla piattaforma ed in particolare sul binario, sono previsti appositi accorgimenti, in linea con le istruzioni tecniche in uso.

Le lunghe rotaie saldate sono rotaie di lunghezza tale che la loro parte centrale non subisce movimenti per dilatazione o ritiro dovuti alle escursioni di temperatura giornaliera o stagionali; ciò è ottenuto con il serraggio degli organi di attacco delle rotaie alle traverse e per l'attrito delle traverse sulla massicciata. Le sezioni di rotaia vengono saldate tra loro e serrate definitivamente alle traverse

⁶ A titolo di esempio:

- interventi di manutenzione;
- aumento della frequenza delle visite;
- prescrizioni particolari per le successive visite ordinarie e principali;
- monitoraggio strumentale continuato o non;
- limitazioni di velocità e/o di carico dei treni in transito

alla temperatura così detta di regolazione (temperatura "neutra" o di "equilibrio" calcolata in funzione delle massime e minime registrate dell'area geografica) delle tensioni interne proprio per fare in modo che con le variazioni climatiche non ci siano deformazioni.

Le indicazioni riportate nell'istruzione tecnica RFITCARITAR01008C per la Lunga Rotaia Saldata offrono dei margini di particolare cautela nei riguardi delle variazioni termiche positive e che appaiono del tutto compatibili con quelli che potrebbero essere gli effetti di un tendenziale aumento delle temperature per effetto del cambiamento climatico.

Inoltre, l'operazione di regolazione della rotaia può essere ripetuta più volte durante la vita utile del binario e dunque, in linea con gli indirizzi della stessa procedura, verranno prese a riferimento temperature di regolazione man mano aggiornate in funzione delle medie stagionali che si saranno registrate negli anni precedenti, adattando dunque di fatto l'opera al cambiamento climatico.

Infine, quale ulteriore misura di cautela, si rappresenta che detta procedura identifica anche specifici provvedimenti di esercizio ferroviario (ad es. rallentamenti nella velocità di marcia) da adottare a partire da un superamento della temperatura di regolazione di almeno 25°C (valore limite per le traverse in c.a.p.).

Riguardo alla pericolosità di surriscaldamento delle parti tecnologiche si precisa che in generale tutti i cavi per gli impianti di illuminazione viabilità, della rete di distribuzione BT e Forza motrice e impianti meccanici/safety/security saranno del tipo non propagante l'incendio, non propagante la fiamma e ridottissimo sviluppo di gas tossici e fumi (classificazione CPR).

L'impianto rivelazione incendi è previsto all'interno dei locali dei fabbricati tecnologici, con la funzione di fornire un tempestivo allarme in caso di incendio. L'impianto sarà conforme alla normativa UNI 9795 e sarà gestito anche da remoto da una centrale di controllo e segnalazione conforme alla norma UNI EN 54-2.

In corrispondenza di tutti i punti in cui le condutture attraversano pareti o solai di locali compartimentati al fuoco, saranno installate tagliafuoco di tipo certificato atti a ripristinare la resistenza prescritta per il compartimento.

Sarà, inoltre, possibile gestire i segnali di allarme, comando e controllo dell'impianto da sistema di supervisione remoto.

Riguardo alla possibilità di incendio di incolto si precisa che secondo l'art. 52 del D.P.R. 753/80, lungo i tracciati delle ferrovie è vietato far crescere:

- piante e siepi a meno di 6 m dalla più vicina rotaia da misurarsi in proiezione orizzontale; tale misura dovrà essere aumentata in modo che le anzidette piante non si trovino mai a distanza minore di 2 m dal ciglio degli sterri o dal piede dei rilevati; le distanze potranno essere diminuite di 1 m per le siepi di altezza non superiore a 1,5 m;
- i terreni adiacenti alle linee ferroviarie non possano essere destinati a bosco ad una distanza minore di 50 m dalla rotaia più vicina, da misurarsi in proiezione orizzontale.

In caso di mancata ottemperanza a quanto previsto da tale Normativa, le Direzioni Territoriali Produzione di RFI, richiedono ai Comuni entro cui ricade il tracciato di emettere apposita ordinanza in tema di prevenzione incendi al fine di scongiurare il verificarsi di tali eventi causati dall'alta probabilità d'innesco e sviluppo. Secondo tali ordinanze viene ordinato ai proprietari di aree limitrofe a viabilità ferroviaria di verificare ed eliminare i fattori di pericolo incendio e loro propagazione provvedendo alla costante pulizia, cura e manutenzione delle aree.

Come evidenziato nella Relazione di Manutenzione, nell'ambito dei controlli annuali sono previste anche regolazioni in funzione della temperatura ambiente.

Elaborati e Documenti di Riferimento	Nome elaborato/documento	Codifica elaborato/documento	Paragrafo/i elaborato/documento
	Lunga Rotaia Saldata	RFITCARITAR01008C	...
	D.P.R. 753/80	...	art. 52
	Relazione Impianti Meccanici - Safety - Security	RR0P02R17RGIT0000001	Par. 4.1
	Relazione di manutenzione	RR0P02R04RGES0005001	...

6.5.2 FATTORE VENTO

Per il fattore Vento non sono state riportate le analisi in termini di Vulnerabilità e Rischio in quanto, per le varie combinazioni hazard/asset, non sono emersi risultati rilevanti. Lo studio ha condotto a Vulnerabilità con score inferiore a MEDIA e/o Esposizione ASSENTE (vedasi Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. e Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).

Si riportano in ogni caso delle considerazioni inerenti alle analisi di Rischio.

Fattore Climatico	VENTO
Considerazioni sull'esito dell'Analisi di Rischio al Clima Attuale	Relativamente al fattore di cui trattasi si ritengono valide le considerazioni riportate nella scheda relativa al fattore TEMPERATURA.
Vulnerabilità e Soluzioni di Adattamento al Clima Attuale	<p>Con riferimento anche ai contenuti della Tabella 5 saranno analizzati gli impatti che si considerano applicabili agli interventi previsti in progetto: la possibile ostruzione della sede ferroviaria a seguito della caduta di alberi.</p> <p>La progettazione tecnologica prevede un elevato livello di ridondanza: tale fattispecie garantisce il regolare esercizio anche in caso di guasti/danneggiamenti indotti, ad es., da fenomeni ventosi intensi.</p> <p>Inoltre, per le parti d'opera che si sviluppano all'esterno e con riferimento all'impatto "possibile ostruzione della sede ferroviaria a seguito di caduta alberi" si specifica quanto segue: secondo l'art. 52 del D.P.R. 753/80, lungo i tracciati delle ferrovie è vietato far crescere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • piante e siepi a meno di 6 m dalla più vicina rotaia da misurarsi in proiezione orizzontale; tale misura dovrà essere aumentata in modo che le anzidette piante non si trovino mai a distanza minore di 2 m dal ciglio degli sterri o dal piede dei rilevati; le distanze potranno essere diminuite di 1 m per le siepi di altezza non superiore a 1,5 m; • alberi che superano i 4 m di altezza non potranno essere piantati ad una distanza dalla più vicina rotaia minore della misura dell'altezza massima raggiungibile aumentata di 2 m; • i terreni adiacenti alle linee ferroviarie non possano essere destinati a bosco ad una distanza minore di 50 m dalla rotaia più vicina, da misurarsi in proiezione orizzontale". <p>Quanto detto in considerazione dei rischi di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • caduta di alberi, soprattutto di alto fusto, che, non rientrando nei limiti delle distanze di cui al D.P.R. 753/1980, potrebbero invadere la sede ferroviaria, con conseguente pericolo per la circolazione ferroviaria, per i viaggiatori e comunque interferenza sulla regolarità della stessa; • In caso di mancata ottemperanza a quanto previsto da tale Normativa, le Direzioni Operative Infrastrutture Territoriali di RFI richiedono ai Comuni entro cui ricade il tracciato di emettere apposita ordinanza: <ul style="list-style-type: none"> ▪ in tema di taglio rami ed alberi in proprietà privata interferenti con sede ferroviaria allo scopo di evitare possibili pregiudizi alla sicurezza della circolazione ferroviaria dovuti a caduta di rami o alberi provenienti da terreni privati limitrofi al tracciato; ▪ in tema di prevenzione incendi al fine di scongiurare il verificarsi di tali eventi causati dall'alta probabilità d'innescio e sviluppo secondo le quali viene ordinato ai proprietari di aree limitrofe

	<p>a viabilità ferroviaria di:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ adottare ogni azione possibile, in particolare monitorando la stabilità delle piante, al fine di prevenire eventuali rischi; ○ verificare ed eliminare i fattori di pericolo per caduta rami ed alberi che possano mettere a rischio la pubblica incolumità e comportare l'eventuale interruzione degli esercizi ferroviari; ○ verificare ed eliminare i fattori di rischio di pericolo incendio e loro propagazione provvedendo alla costante pulizia, cura e manutenzione delle aree. 		
Elaborati e Documenti di Riferimento	Nome elaborato/documento	Codifica elaborato/documento	Paragrafo/i elaborato/documento
	D.P.R. 753/80	...	art. 52

6.5.3 FATTORE ACQUE

Fattore Climatico	ACQUE													
<p>Analisi della Sensività al Clima Attuale</p>	<p><i>Tabella 16: Valutazione della Sensività al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>HAZARD</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Acque</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Alluvioni</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ASSET</th> <th>Rilevati</th> <td style="background-color: #f4a460;">MEDIO</td> </tr> </tbody> </table>			HAZARD			Acque			Alluvioni	ASSET	Rilevati	MEDIO	<p>Come è possibile osservare (<i>Tabella 16</i>) la sensitività maggiore ("MEDIO"), si rileva sull'asset "Rilevati" per il pericolo connesso ad "ALLUVIONI".</p>
		HAZARD												
		Acque												
		Alluvioni												
ASSET	Rilevati	MEDIO												
<p>Analisi della Capacità di Adattamento al Clima Attuale</p>	<p><i>Tabella 17: Valutazione della Capacità di Adattamento al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>HAZARD</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Acque</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Alluvioni</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ASSET</th> <th>Rilevati</th> <td style="background-color: #ffff00;">MEDIO</td> </tr> </tbody> </table>			HAZARD			Acque			Alluvioni	ASSET	Rilevati	MEDIO	<p>Come è possibile osservare (<i>Tabella 17</i>) la capacità di adattamento per tale casistica è risultata "MEDIO".</p>
		HAZARD												
		Acque												
		Alluvioni												
ASSET	Rilevati	MEDIO												

<p>Analisi della Vulnerabilità al Clima Attuale</p>	<p>La valutazione della vulnerabilità climatica degli asset considerati agli hazard valutati combina la sensitività e la capacità di adattamento.</p> <p><i>Tabella 18: Valutazione della Vulnerabilità al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset</i></p> <table border="1" data-bbox="399 593 861 884"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>HAZARD</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Acque</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Alluvioni</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ASSET</th> <th>Rilevati</th> <td style="background-color: #f4a460;">MEDIO</td> </tr> </tbody> </table>			HAZARD			Acque			Alluvioni	ASSET	Rilevati	MEDIO	<p>Come è possibile osservare (<i>Tabella 18</i>) la vulnerabilità maggiore (MEDIO) si rileva sull'asset "Rilevati" per il pericolo climatico "Alluvioni" e quindi per tale casistica si procede all'analisi di rischio (e della propedeutica esposizione), in accordo con quanto riportato nelle "Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 - Brussels, 29.7.2021C(2021) 5430 final" al paragrafo 3.3.1.3. <i>Vulnerability</i>.</p>
		HAZARD												
		Acque												
		Alluvioni												
ASSET	Rilevati	MEDIO												
<p>Analisi dell'Esposizione al Clima Attuale</p>	<p>L'Esposizione è stata determinata in modo quali-quantitativo come espressione percentuale del rapporto tra km di asset esposto alle alte temperature e km totali dell'asset all'aperto (in quanto potenzialmente esposti).</p> <p><i>Tabella 19: Valutazione dell'Esposizione al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset</i></p> <table border="1" data-bbox="399 1220 861 1512"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>HAZARD</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Acque</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Alluvioni</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ASSET</th> <th>Rilevati</th> <td style="background-color: #ffff00;">BASSO</td> </tr> </tbody> </table>			HAZARD			Acque			Alluvioni	ASSET	Rilevati	BASSO	<p>Come è possibile osservare (<i>Tabella 19</i>), per l'asset "Rilevati", si rileva esposizione "BASSO" all'hazard "Alluvioni".</p>
		HAZARD												
		Acque												
		Alluvioni												
ASSET	Rilevati	BASSO												
<p>Analisi del Rischio al Clima Attuale</p>	<p>Per la valutazione del Rischio si combinano i fattori Vulnerabilità ed Esposizione.</p> <p><i>Tabella 20: Valutazione del Rischio connesso al Clima Attuale per ognuna delle accoppiate Hazard/Asset</i></p> <table border="1" data-bbox="399 1713 861 2004"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>HAZARD</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Acque</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Alluvioni</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ASSET</th> <th>Rilevati</th> <td style="background-color: #ffff00;">MEDIO-BASSO</td> </tr> </tbody> </table>			HAZARD			Acque			Alluvioni	ASSET	Rilevati	MEDIO-BASSO	<p>Dall'analisi sviluppata si rileva (<i>Tabella 20</i>) che per l'asset "Rilevati" il Rischio legato all'hazard "Alluvioni" si attesta a "MEDIO-BASSO".</p>
		HAZARD												
		Acque												
		Alluvioni												
ASSET	Rilevati	MEDIO-BASSO												

<p>Considerazioni sull'esito dell'Analisi di Rischio al Clima Attuale</p>	<p>Relativamente al fattore di cui trattasi si ritengono valide le considerazioni riportate nella scheda relativa al fattore TEMPERATURA</p>
<p>Vulnerabilità e Soluzioni di Adattamento al Clima Attuale</p>	<p>Con riferimento anche ai contenuti della Tabella 5 per il fattore in esame saranno analizzati gli impatti che si considerano applicabili agli interventi previsti in progetto.</p> <p>Dal punto di vista idrologico-idraulico, la tratta ferroviaria in progetto si sviluppa nel tratto terminale parallelamente al Riu Gora Perdosu, tributario in destra idraulica del Riu Spinosu (a sua volta tributario in destra idraulica del Flumini Mannu, a Decimomannu).</p> <p>Lungo tali corsi d'acqua, nell'ambito della pianificazione di bacino vigente (P.G.R.A., 2021), sono definite aree a pericolosità idraulica (RR0P02R09N5ID0002001). Questi due corsi d'acqua (Riu Gora Perdosu e Riu Spinosu), nell'ambito del lotto 2, non sono attraversati dalla linea ferroviaria che invece attraversa una serie di corsi d'acqua minori, affluenti in destra idraulica sia del Riu Gora Perdosu sia del Riu Spinosu. Anche lungo il corso d'acqua minore alla progr. 2+050 sono definite aree a pericolosità idraulica nell'ambito del P.G.R.A. (2021).</p> <p>Con riferimento all'analisi idrologica (RR0P02R09RIID0001001) condotta nell'ambito del presente progetto, sono stati delimitati nove bacini idrografici di interesse (RR0P02R09C5ID0001001-2). Le portate afferenti alle sezioni di chiusura di tali bacini sono state calcolate con il Metodo Razionale, confrontando i risultati derivanti dall'applicazione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) ricavate sia con la procedura VAPI - Sardegna sia con il Modello GEV (rif. Deidda, 2016).</p> <p>I risultati ottenuti hanno evidenziato che le CPP derivanti dal Modello GEV (rif. Deidda, 2016) forniscono per Tr = 200 anni, valori di portata al colmo più cautelativi; pertanto, si è fatto riferimento a tale set di curve di possibilità pluviometrica.</p> <p>Con riferimento all'analisi descritta nella relazione idrologica, per effetto dei cambiamenti climatici nel periodo 2040-2070 si prevede (sulla base dell'elaborazione dei risultati di differenti modelli meteorologici sviluppati su base regionale) un incremento massimo delle precipitazioni, e quindi delle portate al colmo, pari al +9%.</p> <p>Con riferimento ai corsi d'acqua minori, le opere o i manufatti di attraversamento previsti in progetto sono stati dimensionati (per portate con Tr = 200 anni) adottando valori del grado di riempimento inferiore al 50%, in ragione di possibili fenomeni di trasporto solido di fondo o di materiale galleggiante nonché di variazioni/incrementi delle portate per effetto dei cambiamenti climatici.</p> <p>Le verifiche ripetute per tali portate evidenziano gradi di riempimento inferiori o uguali al 66% (valore massimo consentito dalla normativa vigente (Circolare esplicativa n.7/2019 delle NTC2018).</p> <p>In definitiva, sulla base delle proiezioni climatiche ad oggi disponibili, le opere previste in progetto garantirebbero (al 2070) il passaggio a pelo libero di eventuali "portate incrementate" per effetto dei cambiamenti climatici, ovvero con franchi idraulici e/o gradi di riempimento nel rispetto della normativa attualmente vigente (NTC2018).</p> <p>In merito alla presenza di falde idriche sotterranee ed il relativo andamento della superficie</p>

piezometrica, è stata eseguita un'apposita campagna di monitoraggio consistente nella misura del livello di falda nei tubi piezometrici precedentemente installati nei fori di sondaggio (Relazione Geologica, Geomorfologica e Idrogeologica – RR0P02R69RGGE0001001). A seguito delle misure piezometriche eseguite è emersa la presenza di circolazione idrica sotterranea a profondità pari a circa -10,00 m dal piano campagna lungo tutto il tratto in progetto.

I terreni attraversati sono rappresentati nella porzione ad est da terreni sciolti, alternati tra prevalenza grossolana e fine, con diverse permeabilità; tali depositi possiedono una permeabilità k compresa tra 10^{-7} e 10^{-5} .

Nella porzione ad ovest del tracciato, la successione stratigrafica è rappresentata da una sottile coltre alluvionale sciolta, dopodiché è presente il substrato roccioso, con permeabilità inferiore a 10^{-7} , probabilmente dovuta alla condizione di fratturazione dell'ammasso roccioso.

In corrispondenza di substrato costituito da litotipi silititici afferenti alla Formazione di Cixerri è possibile un modesto accumulo di acqua al di sopra della roccia, nel sottosuolo, in occasione di periodi di piogge intense. Detto accumulo avrà comunque carattere temporaneo e sarà smaltito in profondità dalle fessurazioni primarie e secondarie del substrato roccioso.

Per le nuove inalveazioni nonché all'imbocco e allo sbocco dei manufatti di attraversamento fluviale esclusi IN01 ed IN01bis, si prevede la posa in opera di un rivestimento in massi sciolti intasati con malta, al fine di stabilizzare le sezioni di deflusso e inibire eventuali fenomeni di erosione.

Gli approfondimenti progettualmente eseguiti e sopra sintetizzati sono riportati a titolo esemplificativo per porre in evidenza come gli hazard connessi al fattore acque siano stati alla base – e a tratti anche dimensionanti - nella progettazione eseguita.

Elaborati e Documenti di Riferimento	Nome elaborato/documento	Codifica elaborato/documento	Paragrafo/i elaborato/documento
	Relazione idrologica	RR0P02R09RIID0001001	Cap. 4
	Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica	RR0P02R69RGGE0001001	Par. 8.1
	Relazione di compatibilità Idraulica	RR0P02R09RIID0002001	Cap. 3 Par. 4.2.1.9

6.5.4 FATTORE MASSA SOLIDA

Per il fattore Massa Solida non sono state riportate le analisi in termini di Vulnerabilità e Rischio in quanto, per le varie combinazioni hazard/asset, non sono emersi risultati rilevanti. Lo studio ha condotto a Vulnerabilità con score inferiore a MEDIA e/o Esposizione ASSENTE (vedasi **Figura 11** e **Figura 12**).

Si riportano in ogni caso delle considerazioni inerenti alle analisi di Rischio.

Fattore Climatico	MASSA SOLIDA
-------------------	--------------

Considerazioni sull'esito dell'Analisi di Rischio al Clima Attuale	Nonostante non sia stato necessario procedere all'analisi di Rischio, si ritengono comunque valide le considerazioni riportate nella scheda relativa al fattore TEMPERATURA.		
Vulnerabilità e Soluzioni di Adattamento al Clima Attuale	<p>Con riferimento anche ai contenuti della Tabella 5 per il fattore in esame saranno analizzati gli impatti che si considerano applicabili agli interventi previsti in progetto: possibili ostruzioni della sede ferroviaria e danni strutturali causati dall'impatto diretto di movimenti di massa.</p> <p>Dal punto di vista geomorfologico, non vi sono elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), classifica la porzione territoriale interessata dall'opera in progetto come area a pericolosità geomorfologica nulla (Hg0).</p> <p>Anche a valle dei rilievi geologici di campo, non si ha evidenza di alcun fenomeno di dissesto in atto.</p>		
Elaborati e Documenti di Riferimento	Nome elaborato/documento	Codifica elaborato/documento	Paragrafo/i elaborato/documento
	Relazione geologica, geomorfologica, Idrogeologica	RR0P02R69RGGE0001001	Cap. 4
	Studio di Impatto Ambientale	RR0P02R22RGS0001001	Par. 6.3.2.3
	Relazione Geotecnica	RR0P02R11GGGE0006001	...

6.6 VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ ALLE PROIEZIONI CLIMATICHE FUTURE

Per valutare la Vulnerabilità in funzione della proiezione climatica attesa nel territorio in esame si è fatto riferimento alle conclusioni degli studi effettuati dal CMCC contenuti nel PNACC e riportate nelle pagine precedenti (par. 5.2).

Nell'effettuare la valutazione alla vulnerabilità ed al rischio climatico della infrastruttura ferroviaria si è scelto cautelativamente di considerare l'opera come oggi realizzata sottoposta alle condizioni climatiche future, senza tenere conto delle possibili implementazioni tecnologiche che potrebbero ridurne l'entità.

Si evidenzia che le valutazioni che seguono in termini di sensitività, capacità di adattamento e vulnerabilità tengono conto non solo del trend degli hazard, nel rispetto delle variazioni agli indicatori climatici definiti nel PNACC, ma anche dell'entità di tale variazione.

6.6.1 SCELTA DEGLI INDICATORI CLIMATICI DI RIFERIMENTO PER CIASCUN HAZARD

In considerazione del fatto che per lo scenario RCP4.5 l'area in oggetto ricade nel cluster D (*Tabella 1*) e per lo scenario RCP 8.5 ricade nel cluster D (*Tabella 2*) è stata effettuato un confronto per valutare come le condizioni climatiche future (espresse da indicatori come medio annuale nel trentennio 2021-2050 rispetto al trentennio di riferimento 1981-2010) influiscano sugli hazard considerati seconda la seguente matrice di influenza:

Fattori	Hazard	Tmean	R20	FD	SU95p	WP	SP	SC	Evap	R95p

Climatici										
Temperatura	Alte Temperature	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ondate di Calore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Incendio boschivo/di Incolto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acque	Pioggia	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Alluvioni	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Umidità	<input checked="" type="checkbox"/>								
	Siccità	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

6.6.2 EVOLUZIONE DEGLI INDICATORI CLIMATICI SECONDO PROIEZIONI FUTURE

Per le valutazioni a seguire è stato considerato lo scenario più gravoso (RCP8.5) (Tabella 2) dall'analisi del quale (Tabella 4) si rileva l'effetto per gli hazard considerati.

Nell'analisi sviluppata per la valutazione della vulnerabilità e rischio climatico secondo le proiezioni climatiche, si è quindi preso atto della modifica degli indicatori climatici (Tabella 4) laddove presente, e si è valutato come questa andrà a determinare una modifica nella magnitudo e/o nel numero di hazard sulla infrastruttura.

Di seguito viene riportata in forma tabellare la sintesi relativa alla variazione degli hazard in proiezione futura. Tali variazioni sono state considerate in funzione degli indici climatici riportati nel precedente paragrafo **6.6.1**,

Di seguito viene riportata in forma tabellare la sintesi relativa alla variazione degli hazard in proiezione futura. Tali variazioni sono state considerate in funzione degli indici climatici riportati nel precedente paragrafo **6.6.1**,

Fattori Climatici	Hazard	Variazione degli hazard in proiezione futura
Temperatura	Alte Temperature	↑
	Ondate di Calore	↑
	Incendio boschivo/di Incolto	↑
Acque	Pioggia	↑
	Alluvioni	↑
	Umidità	---
	Siccità	---

Legenda		Le previsioni climatiche mostrano un aumento degli indicatori climatici inerenti a tale hazard
		Le previsioni climatiche mostrano una diminuzione degli indicatori climatici inerenti a tale hazard
	---	Le previsioni climatiche non mostrano le variazioni o mostrano una variazione nulla/minima degli indicatori climatici inerenti a tale hazard

6.6.3 ANALISI DELLA SENSITIVITÀ E DELLA CAPACITÀ DI ADATTAMENTO AL CLIMA FUTURO

La modifica degli hazard climatici si è ritenuto che si inserisca nell'analisi di rischio climatico intervenendo sul parametro sensitività, sia nei casi di incremento della magnitudo, che della frequenza degli eventi.

Ciò premesso, si ritiene che per le motivazioni sopra esposte (par. **6.5**, rif. "Vulnerabilità e Soluzioni di Adattamento al Clima Attuale" per ognuno dei fattori climatici) le caratteristiche del progetto, ovvero le azioni poste in essere durante la sua vita utile e finalizzate a conservare le corrette condizioni di operatività, si prestino ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici, e pertanto si ritiene che lo score valutato per ogni coppia hazard/asset nel precedente paragrafo **6.3.1** sia confermata.

Per il medesimo motivo si conferma anche lo score valutato per ogni coppia hazard/asset nel precedente paragrafo **6.3.2**.

6.6.4 ANALISI DELLA VULNERABILITÀ AL CLIMA FUTURO

In considerazione di quanto riportato ai punti precedenti, si conferma il livello di vulnerabilità valutato per ogni coppia hazard/asset nel precedente paragrafo **6.3.3**.

6.6.5 ANALISI DELL'ESPOSIZIONE AL CLIMA FUTURO

Come riportato al precedente paragrafo **6.4.1** l'esposizione dell'opera è stata valutata secondo un criterio quali-quantitativo connesso alla lunghezza del tratto di infrastruttura esposto all'hazard rispetto al totale della lunghezza di infrastruttura potenzialmente esposta all'hazard.

La valutazione è stata effettuata nelle condizioni di proiezione climatica. In considerazione della entità degli incrementi riportati sull'indicatore climatico si ritiene che non si modifichi la classe di esposizione già individuata nel paragrafo **6.4.1**.

6.6.6 VALUTAZIONE DEL RISCHIO CONNESSO AL CLIMA FUTURO

In considerazione di quanto riportato ai punti precedenti è stato valutato che il rischio climatico individuato per l'infrastruttura progettata non si modifichi nelle condizioni definite dalle proiezioni climatiche future.

6.6.7 CONSIDERAZIONI SULL'ESITO DELL'ANALISI DI VULNERABILITÀ E RISCHIO AL CLIMA FUTURO

Con riferimento alle proiezioni meteorologiche a lungo termine riportate nel paragrafo **5.2** e in riferimento agli indicatori connessi alle precipitazioni e alle temperature, riportati in **Tabella 3** per lo scenario RCP4.5 e in **Tabella 4** per lo scenario RCP8.5, si ritiene che, pur tenendo in considerazione lo scenario più gravoso (RCP8.5), le

caratteristiche del progetto, ovvero le azioni poste in essere durante la sua vita utile e finalizzate a conservare le corrette condizioni di operatività (soluzioni di adattamento al clima attuale riportate al par. **6.5** per ognuno dei fattori climatici analizzati), si prestano ad offrire misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici.

7 CONCLUSIONI

L'analisi sviluppata fa riferimento al Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Raddoppio Decimomannu-Villamassargia - Lotto 2, intervento che rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Nel documento è stata effettuata una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità in ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 6.14 (Infrastrutture per il trasporto ferroviario) dell'*Allegato 1 al Regolamento Delegato (UE) 2021/2139⁷ della Commissione del 4 giugno 2021 per l'Obiettivo Mitigazione*, e nel Rapporto "*Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità⁸*" della "Commissione cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità sostenibili" - (MIMS Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili), al fine di dimostrare l'applicabilità del criterio DNSH all'obiettivo Adattamento ai cambiamenti climatici, e a quanto indicato anche nella scheda 23 (*Infrastrutture per il trasporto ferroviario*) della Circolare n.33 del 13/10/2022 del Ministero dell'Economia e delle Finanze "*Guida Operativa per il Rispetto del Principio di Non Arrecare Danno Significativo all'Ambiente (cd. DNSH)*".

Tale analisi è stata organizzata in una prima sezione nella quale sono stati analizzati i dati climatici storici e stimati quelli connessi ai cambiamenti climatici in atto con particolare riferimento all'area. Le proiezioni climatiche sono state riportate utilizzando metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPCC).

Nella seconda sezione, in accordo con l'approccio indicato nel quinto Report IPCC (AR5, 2014) e nel rispetto di quanto riportato negli "*Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 - Brussels, 16.9.2021 2021/C 373/01*", è stata sviluppata una procedura finalizzata all'analisi della vulnerabilità climatica e, ove necessario, all'analisi del rischio connesso al clima ed ai cambiamenti climatici.

Tale analisi, effettuata tenendo conto di elementi previsti sia dalla Progettazione sviluppata, sia dalle Procedure/istruzioni operative in uso presso il gestore della infrastruttura Ferroviaria, non ha rilevato profili di criticità.

Nel rispetto dei citati "vincoli DNSH" della Circolare 33 MEF dovrà essere effettuato un aggiornamento periodico dell'analisi di rischi climatici fisici ed implementazione di misure di mitigazione pertinenti.

⁷ Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L442 del 9.12.2021

⁸ Il Rapporto illustra come la crisi climatica impatta e impatterà sulle infrastrutture e i sistemi di trasporto nazionali e locali, e propone un insieme di iniziative per anticipare e mitigare i rischi climatici, per aumentare la resilienza e la capacità di adattamento del nostro Paese a tali fenomeni. Il Rapporto è stato realizzato dalla Commissione di studio, coordinata dal Prof. Carlo Carraro, Ordinario di Economia Ambientale all'Università Ca' Foscari di Venezia, istituita ad aprile 2021 dal Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, Enrico Giovannini, per individuare soluzioni concrete volte a dotare l'Italia di infrastrutture moderne e sostenibili.

8 ALLEGATI

8.1 ALLEGATO 1 - ELENCO DEGLI INDICATORI CLIMATICI

- **Tmean**
Media annuale della temperatura media giornaliera (°C)
- **R20**
Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm (giorni/anno)
- **FD**
Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C (giorni/anno)
- **SU95p**
Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS) (giorni/anno)
- **WP**
Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio) (mm)
- **SP**
Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto) (mm)
- **SC**
Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm (giorni/anno)
- **Evap**
Evaporazione cumulata annuale (mm/anno)
- **CDD**
Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno (giorni/anno)
- **R95p**
95° percentile della precipitazione (mm)

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2												
VALUTAZIONE DNSH Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR0P</td> <td>02</td> <td>R 22 RH</td> <td>SA 00 0X 001</td> <td>A</td> <td>45 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	45 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR0P	02	R 22 RH	SA 00 0X 001	A	45 di 45								

Allegato 3

Checklist schede 5 e 23 previste dalla Circolare n. 33 MEF del 13/10/22, per quanto applicabili al presente stato di sviluppo progettuale.

Scheda 5 - Interventi edili e cantieristica generica non connessi con la costruzione/rinnovamento di edifici

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (S/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)	
		<i>I punti 1 e 2 sono da considerarsi come elementi di premialità</i>			
Ex-ante	1	E' presente una dichiarazione del fornitore di energia elettrica relativa all'impegno di garantire fornitura elettrica prodotta al 100% da fonti rinnovabili?	Non applicabile	Qualora tale aspetto sia inserito tra i criteri premiali, sarà approfondito nella successiva fase di progettazione esecutiva.	
	2	E' stato previsto l'impiego di mezzi con le caratteristiche di efficienza indicate nella relativa scheda tecnica?	Non applicabile	Qualora tale aspetto sia inserito tra i criteri premiali, sarà approfondito nella successiva fase di progettazione esecutiva.	
	3	E' stato previsto uno studio Geologico e idrogeologico relativo alla pericolosità dell'area di cantiere per la verifica di condizioni di rischio idrogeologico?	SI	Vedasi il Progetto Ambientale della Cantierizzazione (cod. RR0P02R52RGC40000001).	
	4	E' stato previsto uno studio per valutare il grado di rischio idraulico associato alle aree di cantiere?	SI	Vedasi il Progetto Ambientale della Cantierizzazione (cod. RR0P02R52RGC40000001).	
	5	E' stata verificata la necessità della redazione del Piano di gestione Acque Meteoriche di Dilavamento (AMD)?	Non applicabile	L'aspetto in esame sarà approfondito nella successiva fase di progettazione esecutiva.	
	6	In caso di apertura di uno scarico di acque reflue, sono state chieste le necessarie autorizzazioni?	Non applicabile	L'aspetto in esame sarà approfondito nella successiva fase di progettazione esecutiva.	
	7	E' stato sviluppato il bilancio idrico della attività di cantiere?	Non applicabile	L'aspetto in esame sarà approfondito nella successiva fase di progettazione esecutiva.	
	8	E' stato redatto il Piano di gestione rifiuti?	SI	Vedasi il Piano di Gestione Materiali di Risulta (RR0P02R52RGT40000001).	
	9	E' stato sviluppato il bilancio materie?	SI	Vedasi il Progetto Ambientale della Cantierizzazione (cod. RR0P02R52RGC40000001).	
	11	E' stato redatto il PAC, ove previsto dalle normative regionali o nazionali?	SI	Vedasi il Progetto Ambientale della Cantierizzazione (cod. RR0P02R52RGC40000001).	
	12	Sussistono i requisiti per caratterizzazione del sito ed è stata eventualmente pianificata o realizzata la stessa?	SI	La caratterizzazione ambientale è stata svolta secondo quanto previsto dal D.P.R. 120/2017. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato Piano di Utilizzo dei materiali da scavo (cod. RR0P02R52RGT40000002).	
	14	E' confermato che la localizzazione dell'opera non sia all'interno delle aree indicate nella relativa scheda tecnica?	SI	Vedasi lo Studio di Impatto Ambientale (cod. RR0P02R2RGS40001001).	
	15	Per gli interventi situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, fermo restando le aree di divieto, è stata verificata la sussistenza di sensibilità territoriali, in particolare tramite una verifica preliminare, mediante censimento florofaunistico, dell'assenza di habitat di specie (flora e fauna) in pericolo elencate nella lista rossa europea o nella lista rossa dell'IUCN?	SI	Vedasi il paragrafo 5.3 del Progetto Ambientale della Cantierizzazione (RR0P02R52RGC40000001). Per maggiori approfondimenti si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale (cod. RR0P02R2RGS40001001).	
	16	Per aree naturali protette (quali ad esempio parchi nazionali, parchi interregionali, parchi regionali, aree marine protette etc...) e stato rilasciato il nulla osta degli enti competenti?	Non applicabile	Non sono previsti interventi in aree naturali protette.	
	17	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97)?	Non applicabile	Non è stata rilevata la presenza di siti della Rete Natura 2000.	
	Ex post	18	Sono state adottate le eventuali misure di mitigazione del rischio di adattamento?		
		19	E' disponibile la relazione geologica e idrogeologica relativa alla pericolosità dell'area attestata l'assenza di condizioni di rischio idrogeologico?		
20		Se applicabile, è disponibile il Piano di gestione AMD?			
21		Se applicabile, sono state ottenute le autorizzazioni allo scarico delle acque reflue?			
22		E' disponibile il bilancio idrico delle attività di cantiere?			
23		E' disponibile la relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti, da cui emerge la destinazione ad una operazione "R" del 70% in peso dei rifiuti da demolizione e costruzione non pericolosi (escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco europeo dei rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE)?			
24		Sono disponibili le schede tecniche dei materiali utilizzati?			
25		Se realizzata, è disponibile la caratterizzazione del sito?			
26		Se presentata, è disponibile la deroga al rumore?			
27		Se pertinente, sono state adottate le azioni mitigative previste dalla VinCA?			

Scheda 23 - Infrastrutture per il trasporto ferroviario

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (S/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)	
Ex-ante	1	E' disponibile la documentazione che dimostra che l'infrastruttura è associabile a una delle categorie illustrate, riportate di seguito: 1. l'infrastruttura rientra in una delle seguenti categorie: i) un'infrastruttura elettrificata a terra e sottosistemi associati: infrastrutture, energia, controllo-comando e segnalamento di bordo e controllo-comando e segnalamento a terra; ii) un'infrastruttura a terra nuova o esistente e sottosistemi associati dove è prevista l'elettrificazione per quanto riguarda i binari di linea e, nella misura necessaria alla circolazione dei treni elettrici, dei binari di manovra, o dove l'infrastruttura sarà idonea a essere utilizzata da treni che presentano emissioni di CO ₂ dallo scarico pari a zero entro 10 anni dall'inizio dell'attività: infrastrutture, energia, controllo-comando e segnalamento di bordo e controllo-comando e segnalamento a terra; iii) fino al 2030, un'infrastruttura a terra esistente e sottosistemi associati che non fanno parte né della rete TEN-T e delle sue estensioni indicative a paesi terzi, né di una rete di linee ferroviarie principali definita a livello nazionale, sovranazionale o internazionale: infrastrutture, energia, controllo-comando e segnalamento di bordo e controllo-comando e segnalamento a terra. 2. l'infrastruttura e gli impianti sono adibiti al trasporto di merci tra le modalità: infrastrutture e sovrastrutture di terminali per il carico, lo scarico e il trasporto di beni; 3. l'infrastruttura e gli impianti sono adibiti al trasferimento di passeggeri da altre modalità a quella su ferrovia.	SI		
	<i>Solo nel caso in cui il progetto dovesse rispettare il criterio II) al punto 1., rispondere alla richiesta al punto 2:</i>				
		2	E' disponibile un piano strategico con un orizzonte a 10 anni che includa i cambiamenti previsti per rendere la struttura idonea ad essere utilizzata da treni che presentino emissioni di CO ₂ dallo scarico pari a zero?	SI	Il Global Project prevede l'elettrificazione anche del tratto di infrastruttura corrispondente al Lotto 2 (nell'ambito del più ampio progetto di Elettrificazione del Bacino del Sulcis) con orizzonte temporale al 2027
		3	E' stata condotta un'analisi dei rischi climatici fisici secondo i criteri definiti all'appendice 1 della Guida operativa?	SI	Vedasi l'Allegato 2 - PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CLIMATICO E DELLA VULNERABILITÀ
		4	E' stato sviluppato un modello acustico previsionale?	SI	Vedasi lo Studio acustico RROP02R2ZRGIM0004001
		5	E' confermato che nell'ambito della VIA sia stato verificato il rispetto dei criteri di gestione del rumore ambientale?	SI	Vedasi lo Studio acustico RROP02R2ZRGIM0004001. Comunque tale aspetto sarà approfondito in fase di VIA.
		6	Per le infrastrutture situate in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, è stata svolta una verifica preliminare, mediante censimento florofaunistico, dell'assenza di habitat di specie (flora e fauna) in pericolo elencate nella lista rossa europea o nella lista rossa dell'IUCN? Per aree naturali protette (quali ad esempio parchi nazionali, parchi interregionali, parchi regionali, aree marine protette etc....), è stato rilasciato il nulla osta degli enti competenti?	Non applicabile	SI vedano le qualifiche riportate nello Studio di Impatto Ambientale (RROP02R2ZRGSA0001001). Comunque tale aspetto sarà approfondito in fase di VIA.
		7	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97)?	Non applicabile	Il Progetto non interferisce con Siti Natura 2000 ed è posto ad oltre 6 km dagli stessi.
		8	E' confermato che nel quadro della VIA sia stato verificato il rispetto dei criteri di tutela ambientale e della biodiversità?	SI	Il progetto sarà sottoposto a VIA
	Ex-post	9	E' confermato che, nel caso in cui sia stato previsto dalla fase "ex-ante", sia stato attuato o sia in via di attuazione il piano strategico con un orizzonte a 10 anni che include i cambiamenti previsti per rendere la struttura idonea ad essere utilizzata da treni che presentino emissioni di CO ₂ dallo scarico pari a zero?		
10		Sono state attuate le soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate?			
11		E' svolto un aggiornamento periodico dell'analisi di rischi climatici fisici e sono implementate le di misure di mitigazione pertinenti?			
12		E' condotto il monitoraggio acustico prescritto?			
13		Sono monitorati i parametri di qualità ambientale richiesti dai decreti autorizzativi applicabili?			
14	Se pertinente, sono state adottate le azioni mitigative previste dalla VInCA?				