



Fabio Lamanna

via Cavalleggeri Treviso 13, 31100, Treviso
P. IVA: 02534880303 | C.F. LMNFBA77D21L483F

(+39) 320 6070544
fabio@fabiolamanna.it
www.fabiolamanna.it

ALLEGATO 4

Importanza del Progetto per l'Ambiente, la Sicurezza e la Salute dell'Uomo
Revisione 1 - 14 giugno 2023

INDICE

1	IL PROGETTO NEL CONTESTO AMBIENTALE	3
1.1	SALUTE DELL'UOMO E SICUREZZA PUBBLICA	3
1.1.1	<i>Esposizione agli Agenti Inquinanti</i>	5
1.1.2	<i>Esposizione della Popolazione agli Agenti Inquinanti</i>	8
1.1.3	<i>Accessibilità</i>	11
1.1.4	<i>Impatto Acustico</i>	11
1.1.5	<i>Esposizione della Popolazione a Campi Elettromagnetici</i>	12
1.1.6	<i>Incidentalità</i>	15
1.2	CONDIZIONI DI PRIMARIA IMPORTANZA PER L'AMBIENTE	16
2	CONCLUSIONI	20

1 IL PROGETTO NEL CONTESTO AMBIENTALE

Le analisi tecniche ed ambientali riportate negli Allegati 1, 2 e 3 fanno trasparire come la cabinovia si configuri come un impianto che presenta conseguenze positive di primaria importanza per l'ambiente, in quanto non vi sono altre soluzioni trasportistiche che possano far diminuire il traffico stradale nella città di Trieste che, per conformazione morfologica, ha un solo ingresso principale dei flussi da Nord. I citati allegati e quanto presente in questo documento evidenziano come oltre alle conseguenze positive di primaria importanza per l'ambiente vi siano anche benefici connessi alla salute dell'uomo e alla sicurezza pubblica.

1.1 Salute dell'Uomo e Sicurezza Pubblica

Il progetto prevede che circa 450 veicoli/ora siano tolti dalla circolazione sulla rete stradale, con vantaggi puntuali localizzati in archi con elevato grado di congestione; la stima giornaliera prevede un minor utilizzo del mezzo privato per 4050 veicoli/giorno per un risparmio di circa 50.000 km/g di percorrenza sulla rete. Come ampiamente dimostrato dalla consolidata letteratura scientifica in tema di teoria e tecnica della circolazione, tale valore ha un impatto significativo in termini di congestione, ritardi, e sicurezza perché i veicoli in argomento interessano archi della rete che hanno un elevato tasso di congestione e di incidentalità. Il tema della minore congestione su alcuni assi critici può essere visto come irrilevante a causa della percentuale non elevata di veicoli sottratti alla rete grazie al trasferimento modale auto – Cabinovia. Si nota, tuttavia, che il tema della congestione deve essere assolutamente visto in un'ottica di beneficio sociale, e non del singolo utente. Studi recenti¹ hanno dimostrato come, spostando anche una piccola quantità di veicoli su itinerari alternativi a quelli più congestionati (che equivale a diminuire la saturazione su alcuni archi viari) non cambia

¹ Çolak, S., Lima, A. & González, M. Understanding congested travel in urban areas. Nature Communication 7, 10793 (2016). <https://doi.org/10.1038/ncomms10793>

molto la percezione del tempo risparmiato dal singolo utente, che si mantiene al di sotto della variabilità statistica dei tempi di percorrenza; tuttavia il beneficio per la collettività è alto, in quanto si traduce in un piccolo beneficio per una grande quantità di utenti che continuano a percorrere gli itinerari abituali ma ad un costo (dovuto alla minore congestione) più basso, a favore di minori consumi, minori manutenzioni e minori emissioni di agenti inquinanti in atmosfera.

A livello di emissioni inquinanti dovuti al traffico veicolare, sono state effettuate delle stime sulla minore emissioni di alcuni tra gli agenti inquinanti più dannosi per la salute umana tra cui:

Particolato PM₁₀, PM_{2,5} - Il particolato risulta essere una delle fonti inquinanti più pericolose per la salute dell'uomo, ed è una fonte che, tra l'altro, è direttamente collegata alle emissioni prodotte dal traffico veicolare, oltre che dai processi industriali ed agricoli. Il particolato atmosferico, proprio a seguito delle ridotte dimensioni, penetra agevolmente nel sistema respiratorio umano e, nel caso del particolato più fine, passando attraverso i polmoni penetra anche nel sistema cardiocircolatorio. Le polveri possono pertanto agire sulla salute sia direttamente, mediante un'azione irritante ed infiammatoria, sia come vettori di sostanze nocive che su di esse si depositano. La frazione fine delle polveri nei centri urbani è prodotta principalmente da fenomeni di combustione derivanti dal traffico veicolare e dagli impianti di riscaldamento (fonte ARPA). In questo contesto, le minori emissioni associate alla diminuzione del traffico su alcuni assi principali possono essere associate alle concentrazioni massime che, per legge, non devono essere superate in ambito urbano per garantire la salute della popolazione esposta all'agente inquinante.

Biossido di Azoto NO₂ - Un ulteriore agente inquinante che viene ridotto grazie al progetto della Cabinovia è il biossido di azoto; quest'ultimo viene prodotto soprattutto dal traffico, il particolare dai motori Diesel, e dalle centrali di produzione di energia elettrica; è un agente irritante a livello delle mucose delle vie respiratorie. Può anche contribuire all'acidificazione delle piogge e degli specchi d'acqua. Una riduzione in termini di oltre 6 tonnellate di NO_x all'anno è quindi sicuramente correlabile ad un miglioramento della salute dell'uomo e dell'ambiente, anche perché l'inquinante agisce come fattore di prossimità, quindi esponendosi direttamente alla popolazione residente sugli assi viari oggetto di riduzione del traffico.

Monossido di Carbonio CO - Il modello di calcolo stima una riduzione di oltre 12 tonnellate/anno di CO nelle aree urbane, e soltanto a seguito della minore concentrazione di veicoli sulla rete stradale. In ambito urbano la sorgente principale di CO è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Il principale apporto di questo gas (fino al 90%) è determinato dagli scarichi dei veicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (fenomeni di accodamento, *stop-and-go*, ecc). Un ulteriore contributo riduttivo

avviene quindi a seguito della minore congestione veicolare su alcuni assi di penetrazione urbana che, grazie ai minori ritardi, consentono una circolazione più fluida e quindi una ulteriore riduzione emissiva di Monossido di Carbonio in atmosfera. A livello di impatto sulla salute dell'uomo, il Monossido di Carbonio agisce principalmente sul sistema respiratorio sulle fasce di popolazione debole. Sebbene in ambito regionale il CO non sia visto come un problema particolare (per i livelli di concentrazione), la sua influenza permane importante ed oggetto di monitoraggio nelle aree densamente urbanizzate e con elevati volumi di traffico veicolare, spesso congestionato.

1.1.1 Esposizione agli Agenti Inquinanti

La metodologia adottata per il calcolo degli inquinanti è la medesima di quella utilizzata per la CO₂, variando i coefficienti di emissione medi. I dati di ingresso sono quindi:

- *Veicoli orari non utilizzati per trasferimento modale: 450 veh/ora*
- *Coefficiente di rapporto ora di punta/giorno: 9*
- *Percorrenza media giornaliera risparmiata per singolo veicolo: 12 km (in questo caso si considera la media delle percorrenze evitate di un mezzo a motore lasciato ai parcheggi di interscambio per raggiungere la destinazione finale. Per esempio, il tragitto A/R dal capolinea nord della Cabinovia al Capolinea Sud (Molo IV) è di circa 14 km)*
- *Fattore di emissione medio di CO per unità di percorrenza di un veicolo: 0,7853 g/km²*
- *Fattore di emissione medio di NO_x per unità di percorrenza di un veicolo: 0,4256 g/km²*
- *Fattore di emissione medio di PM₁₀ per unità di percorrenza di un veicolo: 0,0297 g/km²*
- *Fattore di emissione medio di SO₂ per unità di percorrenza di un veicolo: 0,004 g/km³*
- *Giorni di operatività annui dell'infrastruttura: 322 (ipotesi cautelativa sull'effettivo periodo di servizio)*

La riduzione media giornaliera delle percorrenze in autovettura privata dovuta alla realizzazione dell'intervento, pertanto, pari a: 450 veh/h * 9 * 12 km = 48.600 km/giorno.

Il calcolo del risparmio annuale di inquinanti dovuto al trasferimento modale mezzo privato a motore - Cabinovia viene quindi effettuato attraverso la formulazione:

Risparmio Inquinante (kg/anno) = (48.600 km/giorno) x (coefficiente emissione) x (322 giorni) / 1000

² Dati da Osservatorio PUMS e da Rapporto Ambientale PUMS Trieste

³ Dati da INEMAR Lombardia 2019 -

<https://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/InemarDatiWeb/Fattori+di+emissione+medi+da+traffico>

e si traduce quindi in:

- *Risparmio di CO: 12,28 tonn/anno*
- *Risparmio di NO_x: 6,66 tonn/anno*
- *Risparmio di PM₁₀: 0,46 tonn/anno*
- *Risparmio di SO₂: 0,06 tonn/anno*

Nella fase di confronto delle emissioni di progetto con quelle attuali è doverosa una fondamentale premessa. Il Progetto opera in uno scenario di riferimento (non considerato nelle emissioni INEMAR 2019) che vede il progetto agire su un assetto urbanistico completamente differente rispetto all'attuale; uno scenario di mobilità in cui sono presenti, oltre al progetto della Cabinovia, tutti gli interventi urbanistici previsti e finanziati, uno su tutti la riqualificazione del Porto Vecchio. Quest'ultimo intervento prevede la generazione/attrazione di circa 20.000 spostamenti al giorno che, se non supportati da azioni di mitigazione dell'uso del veicolo privato, possono generare ulteriori contributi inquinanti considerevoli. Tale emissioni aggiuntive sono state stimate in circa il 12% in più rispetto alle emissioni attuali (da modello PUMS).

La tabella seguente fornisce una comparazione tra i dati degli inquinanti stimati da modello e le rilevazioni INEMAR 2019 (elaborazione ARPA FVG), per le emissioni totali e da autoveicoli del Comune di Trieste nell'anno 2019.

Tabella 1 – Emissioni evitate ed inventario INEMAR per l'anno 2019 nel Comune di Trieste

	CO t/anno	NO_x t/anno	PM₁₀ t/anno	SO₂ t/anno
Emissioni evitate dall'intervento di progetto	12,28	6,66	0,46	0,06
Emissioni totali del Comune di Trieste (2019)	5.657	4.844	604	n.d.
Emissioni da autoveicoli nel Comune di Trieste (2019)	1.923	843	57	1,88
Riduzione % delle emissioni rispetto al totale da traffico	0,64%	0,79%	0,81%	3%

Per quanto riguarda il confronto con le emissioni inquinanti generate dal traffico, non si ritiene corretto il rapporto con la totalità delle emissioni dovute a tutti i veicoli circolanti nella rete in esame, in quanto il progetto della Cabinovia mira a intercettare una quota parte (Ingresso Nord) dei veicoli (destinati a specifiche zone del centro di Trieste ed al Porto Vecchio) esterna ad altri flussi di mobilità per cui non risulta particolarmente utile (area Sud-Est di Trieste, Muggia etc.) per evidenti altre linee di desiderio di mobilità che non interessano direttamente la Cabinovia. Tale considerazione vale per qualsiasi progetto: i benefici e le relative valutazioni devono essere effettuate nell'ambito del contesto di riferimento (si veda il bacino descritto nell'allegato 1) e perdono di significato al di fuori di tale contesto.

La componente oraria veicolare in ingresso a Trieste da Nord è pari a circa 2.100 veh/h nell'ora di punta. Analogamente a quanto ricavato in precedenza, è stato quindi stimata l'emissione complessiva dei 2.100 veicoli da Nord interessati dal possibile interscambio modale con la Cabinovia, relativamente alle percorrenze medie dei veicoli che, da modello, risultano pari a circa 34 km (17 km in andata e altrettanti in ritorno, mediando tutte le possibili origini con le destinazioni a ridosso del capolinea a Sud della Cabinovia). I dati di ingresso del calcolo sono quindi:

- *Veicoli orari: 2.100 veh/ora*
- *Coefficiente di rapporto ora di punta/giorno: 9*
- *Percorrenza media giornaliera per singolo veicolo: 34 km*
- *Fattore di emissione medio di CO per unità di percorrenza di un veicolo: 0,7853 g/km*
- *Fattore di emissione medio di NO_x per unità di percorrenza di un veicolo: 0,4256 g/km*
- *Fattore di emissione medio di PM₁₀ per unità di percorrenza di un veicolo: 0,0297 g/km*
- *Fattore di emissione medio di SO₂ per unità di percorrenza di un veicolo: 0,004 g/km*
- *Giorni di operatività annui dell'infrastruttura: 322 (ipotesi cautelativa sull'effettivo periodo di servizio)*
- *La media giornaliera delle percorrenze in autovettura privata in ingresso nord è pari a: 2.100 veh/h * 9 * 34 km = 642.600 km/giorno.*

Il calcolo delle emissioni totali di inquinanti attuali dovuto alla sola componente di Ingresso Nord è quindi pari a:

Emissioni Inquinanti (kg/anno) = (642.600 km/giorno) x (coefficiente emissione) x (322 giorni) / 1000

e si traduce quindi in:

- *Emissioni totali da Ingresso Nord CO: 162,49 tonn/anno*
- *Emissioni totali da Ingresso Nord NO_x: 88,06 tonn/anno*
- *Emissioni totali da Ingresso Nord PM₁₀: 6,14 tonn/anno*
- *Emissioni totali da Ingresso Nord SO₂: 0,83 tonn/anno*

Tabella 2 – Emissioni evitate dall'intervento di progetto sulla componente in Ingresso Nord – Scenario Attuale

	CO t/anno	NO_x t/anno	PM₁₀ t/anno	SO₂ t/anno
Emissioni evitate dall'intervento di progetto	12,28	6,66	0,46	0,06
Emissioni da autoveicoli nel Comune di Trieste in Ingresso Nord Intercettati dalla Cabinovia	162,49	88,06	6,14	0,83
Riduzione % delle emissioni rispetto al totale da traffico in Ingresso Nord	~ 8%			

Tabella 3 - Emissioni evitate dall'intervento di progetto sulla componente in Ingresso Nord – Componente aggiuntiva dello Scenario di Riferimento

	CO t/anno	NO _x t/anno	PM ₁₀ t/anno	SO ₂ t/anno
Emissioni evitate dall'intervento di progetto	12,28	6,66	0,46	0,06
Emissioni da autoveicoli nel Comune di Trieste in Ingresso Nord Intercettati dalla Cabinovia (quota aggiuntiva Scenario di Riferimento)	19,50	10,57	0,74	0,01
Riduzione % delle emissioni rispetto al totale da traffico in Ingresso Nord nello Scenario di Riferimento	~ 63%			

Valutando la quota parte dovuta alle emissioni aggiuntive dello Scenario di Riferimento (12%) alla sola quota emissiva dei veicoli in ingresso Nord (Tabella 3 - effettivo bacino di utenza del progetto), la riduzione veicolare dovuta allo diversione modale da mezzo privato a motore a Cabinovia, nello Scenario di Riferimento, consente di assorbire il 63% degli inquinanti indotti ai veicoli in Ingresso Nord a Trieste dovuti alle trasformazioni urbanistiche nel Comune di Trieste.

1.1.2 Esposizione della Popolazione agli Agenti Inquinanti

Si presentano alcuni risultati relativi alla correlazione della minore emissione di inquinanti da traffico sulla popolazione. L'analisi è stata effettuata in ambiente GIS, valutando un *buffer* di influenza della popolazione residente sugli assi maggiormente soggetti a diminuzione di traffico e congestione, tenendo conto anche di quelli che, per diversa scelta del percorso dell'utente, si caricano maggiormente. Il buffer calcolato è di 50 metri dall'asse stradale, e sono stati filtrati gli archi con più di 10 veicoli/ora in più o in meno per la significatività della misura. Si fa riferimento ai dati di traffico e alle analisi di mobilità riportate nell'Allegato 1, in particolare al Paragrafo 3.1.2 (Flussi sulla rete di progetto).

In generale, l'unico tratto viario che risente di un maggiore carico veicolare (nell'ambito dell'area di influenza del progetto) è la SP 25 nel tratto di collegamento verso il parcheggio Nord di Opicina. Ulteriori leggeri aumenti traffico interessano l'abitato di Opicina, a causa di utenti diretti verso il parcheggio di interscambio.

Come specificato nell'Allegato 1, i flussi indotti dal parcheggio di interscambio di Bovedo hanno origine, per la maggior parte, dai rioni di Barcola, Bovedo e Strada del Friuli, che raggiungono il parcheggio per l'interscambio con la Cabinovia. Non si registrano, pertanto, particolari aumenti di traffico indotto dal lungo raggio nell'ambito di Park Bovedo, in quanto si tratta di veicoli che già impegnano la rete stradale e che, nel contesto in esame, accorciano il percorso. Viceversa, il tratto costiero (litorale di Barcola) beneficia di una riduzione di traffico per i flussi di lungo raggio che

scelgono l'itinerario "alto" verso il parcheggio di interscambio di Opicina per evitare le situazioni di congestione che, soprattutto d'estate, avvengono sul litorale costiero.

Gli assi maggiormente influenzati da una diminuzione di traffico sono quindi, tra gli altri, via Nazionale, Strada Nuova per Opicina, via Commerciale, via Udine e viale Miramare.

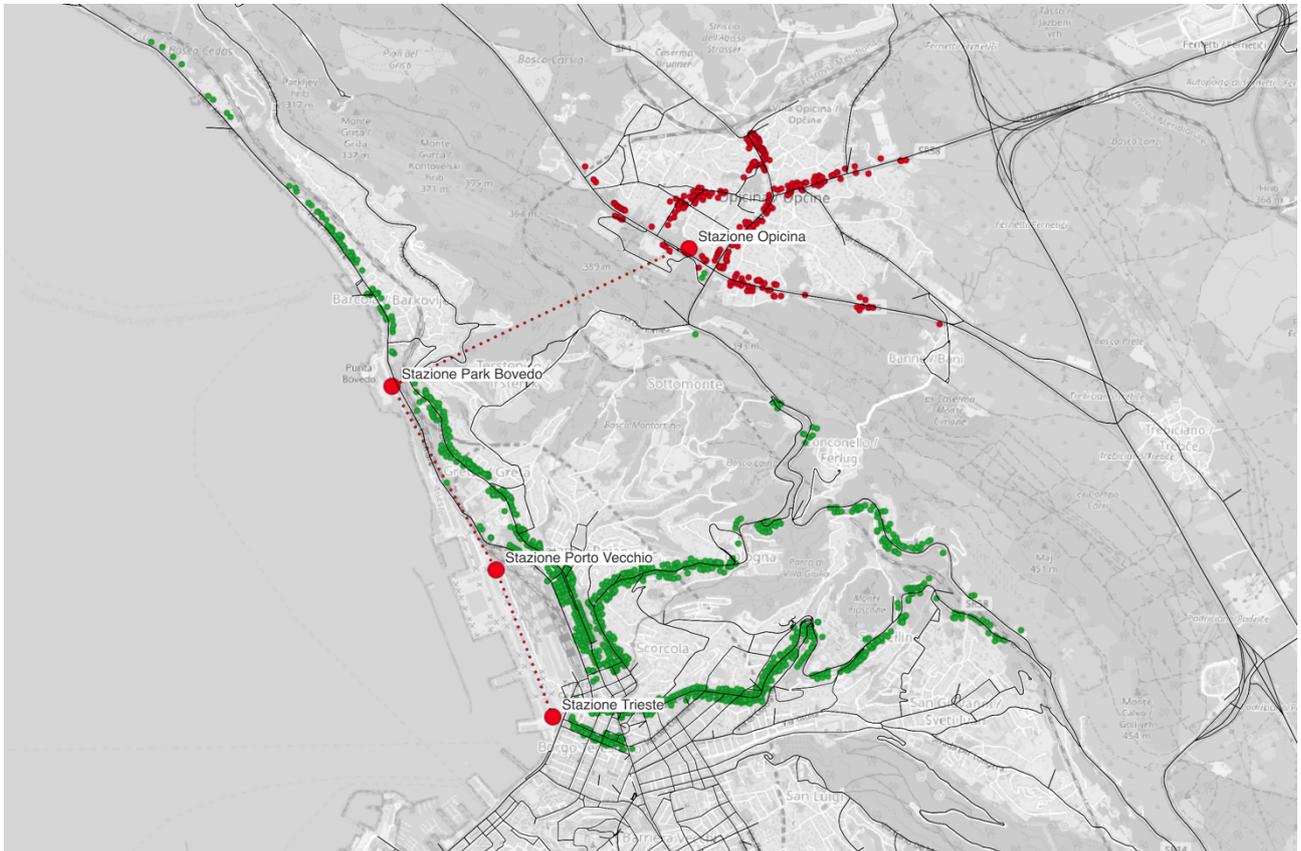


Figura 1 – Esposizione della popolazione (civici) alla riduzione degli agenti inquinanti (verde) e ad un aumento (rosso)

In Figura 1 viene rappresentato il filtro delle aree di esposizione sui civici (associati alla popolazione residente al 2019) nelle aree in cui il traffico e la congestione subiscono una riduzione (in verde) ed un moderato aumento (in rosso). Da evidenziare che le aree nell'abitato di Opicina sono soggette ad un aumento di traffico dell'ordine dei circa 200 veh/ora soltanto sull'asse della SP 25 (peraltro scarsamente a ridosso di zone abitate), mentre le altre zone evidenziate possono ricevere un aumento potenziale dell'ordine di 15/20 veicoli ora in più rispetto allo stato attuale.

Le zone esposte alla riduzione si concentrano sugli assi evidenziati in precedenza come quelli su cui la riduzione di traffico e di congestione è maggiore.

In termini di popolazione residente esposta, i benefici toccano ben 17.093 residenti, mentre le maggiori esposizioni soltanto 810. Da sottolineare la minore esposizione agli agenti inquinanti del

litorale di Barcola che, nella stagione estiva, vede numerosissimi bagnanti a ridotta distanza dalla strada che possono ulteriormente beneficiare di una riduzione di traffico e quindi di una minore esposizione alle emissioni di agenti nocivi. Stimando l'estensione del lungomare di Barcola (peraltro interessato da progetti di riqualificazione e ampliamento delle superfici destinate ai bagnanti grazie a una collaborazione tra Regione FVG e Comune di Trieste), già allo stato attuale si possono stimare diverse migliaia di persone sul litorale con presenza pressoché continua ogni giorno nei mesi estivi.

Facendo quindi un bilancio della popolazione che beneficia di una riduzione di traffico e di minori emissioni, possiamo ragionevolmente affermare che l'ordine di grandezza è quello di circa 20.000 cittadini.

Indipendentemente dalla tipologia di inquinante emessa, il traffico urbano è causa di numerosi effetti negativi sulla salute dell'uomo, ed oggetto di continui monitoraggi e valutazioni⁴. In ambito urbano, le aree più colpite ed impattate dalle emissioni generate da traffico sono quelle ad elevata densità abitativa e veicolare⁵, con impatti negativi focalizzati soprattutto sulle funzioni del fegato associate ad elevate esposizioni a PM₁₀ e CO (inquinanti che, come specificato sopra, sono direttamente collegabili al traffico stradale). L'evidenza della correlazione tra ipertensione arteriosa, rumore ed emissioni inquinanti da traffico è confermata da numerosi studi scientifici, anche recenti⁶, che dimostrano il ruolo dell'inquinamento da traffico (sia acustico che atmosferico) su patologie avverse per la salute umana. Gli effetti del traffico sulla salute dell'uomo si ripercuotono anche sull'aspetto dei decessi prematuri dovuti all'esposizione ad agenti inquinanti⁷.

In accordo al parere dell'Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano Isontina, infine, “[...] *Una riduzione di suddetti inquinanti, conseguenti alla contrazione del traffico veicolare, potrebbe contribuire alla diminuzione dell'inquinamento atmosferico e, di conseguenza, al miglioramento della salute della popolazione generale.*”

In generale tutti gli aspetti di cui sopra confermano che l'esposizione al traffico veicolare (in particolare in aree urbane con elevati fenomeni di congestione) incide direttamente sulla salute dell'uomo sia in tema di patologie che come aspettativa di vita, con inevitabili costi sanitari e sociali.

⁴ Matz, C.J., Egyed, M., Hocking, R. et al. - Human health effects of traffic-related air pollution (TRAP): a scoping review protocol - *Syst Rev* 8, 223 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13643-019-1106-5>

⁵ Mak, K.-L., & Loh, W.-K. A. (2022) - Relationship Between Road Traffic Exposure and Human Health - *European Journal of Environment and Earth Sciences*, 3(2), 68–72. <https://doi.org/10.24018/ejgeo.2022.3.2.275>

⁶ Adza, W.K., Hursthouse, A.S., Miller, J. et al. - Exploring links between road traffic noise, air quality and public health using DPSEAA conceptual framework: a review and perspective for a UK environmental health tracking system (EHTS) - *Environ Dev Sustain* (2023). <https://doi.org/10.1007/s10668-023-02996-6>

⁷ Levy, J.I., Buonocore, J.J. & von Stackelberg, K - Evaluation of the public health impacts of traffic congestion: a health risk assessment - *Environ Health* 9, 65 (2010). <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-65>

1.1.3 Accessibilità

La tematica della salute dell'uomo è associata anche al tema dell'accessibilità; come riportato nella nota della Direzione Centrale Salute, Politiche Sociali e Disabilità della Regione Friuli-Venezia Giulia, *“[...] un più agevole accesso all'ambiente costruito, ai servizi ed agli spazi aperti del proprio territorio, costituisca un tassello fondamentale nel percorso di autonomia delle persone con disabilità e con esigenze specifiche come anziani e bambini, consentendo a tutti pari condizioni di fruizione e di partecipazione alla vita sociale, indipendentemente dalle abilità e dalle capacità psicofisiche di ciascuno, in un'ottica di maggiore equità ed inclusività.”*

In questo ambito si colloca anche l'articolo 6 della direttiva 92/43/CEE («direttiva Habitat»), che *“[...] svolge una funzione cruciale per la gestione dei siti della rete Natura 2000. In un'ottica di integrazione, esso indica le varie attività necessarie per tutelare gli interessi di conservazione della natura dei siti. [...]”*. La nota *“[...] intende fornire orientamenti agli Stati membri circa l'interpretazione di alcuni concetti chiave figuranti nell'articolo 6 della direttiva Habitat.”*

Inoltre, Nella causa C-504/16, punto 77, la Corte Europea ha stabilito che *«[...] una piattaforma diretta ad agevolare lo spostamento di disabili può, in linea di principio, essere considerata realizzata per motivi imperativi di rilevante interesse pubblico connessi alla salute dell'uomo [...]»*. E' evidente che vanno pesati in relazione a diverse soluzioni e a diversi interessi contrapposti, ma questo è materia di valutazione nell'ambito della VINCA e non in relazione al principio sancito dalla Corte che trova applicazione nella valutazione della deroga.

La tipologia di impianto a fune in esame consente un accesso senza barriere architettoniche a tutte le categorie di utenti (anziani, disabili, carrozzine con bambini, ecc.) dalla struttura di parcheggio del mezzo privato, all'incarozzamento fino alla destinazione finale, agevolando sensibilmente lo spostamento delle categorie di disabili e comunque di tutte le categorie deboli. Vale anche la pena di ricordare che 3 delle 4 stazioni sono collocate proprio all'interno del Porto Vecchio, i cui progetti di ristrutturazione (già parzialmente completati e altri in fase di progettazione e esecuzione) sono finalizzati a una mobilità a zero barriere architettoniche: la cabinovia consentirà quindi ai disabili e alle categorie deboli in generale di raggiungere agevolmente diversi punti in un'area completamente rinnovata per consentire i successivi spostamenti di dettaglio. In parole povere, il disabile sbarca in una zona dove realmente potrà continuare il suo spostamento.

1.1.4 Impatto Acustico

L'impatto acustico nei pressi dei recettori critici limitrofi è stato considerata in fase di progettazione tecnologica, adottato le soluzioni tecnologiche più all'avanguardia atte a mitigare le emissioni sonore

generate dagli organi in movimento delle stazioni funiviarie. In genere fare fronte ai problemi legati alla rumorosità successivamente alla realizzazione di un manufatto, risulta essere molto difficoltoso ed in molti casi non si può che arrivare ad una soluzione di compromesso, pur ricorrendo anche a considerevoli investimenti. Per questa realizzazione e specificatamente per la tematica del rumore, sono stati adottati alcuni particolari accorgimenti, qui di seguito descritti. Si può affermare che l'impiego di tutte queste soluzioni consente di mantenere il rumore nel piano di imbarco dell'impianto su valori estremamente contenuti.

Si fa riferimento in particolare al motore sincrono lento "Direct Drive", che consente un risparmio di energia, una estrema silenziosità e una minima necessità di manutenzione. Per quanto riguarda le funi, saranno adottati dei dispositivi con un profilo di riempimento plastico tra i trefoli rendendo la sezione della fune omogenea eliminando di fatto gli avvallamenti tra i singoli trefoli. L'utilizzo di una fune di questa tipologia, di ultimissima generazione e molto utilizzata in ambiente urbano, pur se molto costosa, permette di ridurre considerevolmente le vibrazioni a bassa frequenza, particolarmente fastidiose, con un effetto positivo sia nelle stazioni che in linea. Studi comparativi dimostrano che una fune di questo tipo trasmette il 75% di energia meccanica in meno alle strutture rispetto ad una fune tradizionale, con conseguente miglioramento di tutti i parametri funzionali.

Ulteriori accorgimenti per il tema acustico sono stati adottati in termini di migliori dispositivi di lubrificazione dei rulli, pannelli fonoassorbenti sulle strutture funiviarie e l'utilizzo di idonee soluzioni costruttive e architettoniche per le stazioni, oltre al miglioramento del fonoisolamento delle stesse.

A valle dell'ottimizzazione del fonoisolamento di facciata e della riverberazione all'interno della stazione, verrà svolta la mappatura del rumore all'esterno della stazione, considerando il modello 3D del terreno e degli edifici, la copertura superficiale del piano campagna e le condizioni meteorologiche influenti sulla propagazione del rumore, in accordo di metodo di calcolo del modello europeo CNOSSOS EU 2021. Questo procedimento servirà a verificare il rispetto dei valori limite di emissione e differenziali indicati dalla zonizzazione acustica comunale e di individuare, in presenza di esuberi, le posizioni al perimetro delle stazioni in cui inserire barriere antirumore o opportune fasce boscate. Verrà valutato anche il possibile miglioramento a fini acustici delle aree verdi preesistenti.

1.1.5 Esposizione della Popolazione a Campi Elettromagnetici

Per quanto riguarda l'esposizione ai campi elettromagnetici, un primo intervento mitigatorio riguarda l'innalzamento della linea elettrica presso il traliccio TERNA situato nei pressi del capolinea di monte della Cabinovia. In accordo agli incontri con Comune, ARPA e Regione Friuli-Venezia Giulia "[...]

Dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico tale modifica, che comunque dovrà essere valutata nel dettaglio, riduce i valori di campo presso le abitazioni e le aree sottostanti l'elettrodotto."

Per quanto concerne gli aspetti legati al possibile inquinamento elettromagnetico in linea e presso le stazioni motrici si evidenzia quanto segue.

Gli azionamenti mediante convertitori di potenza vengono progettati seguendo la norma IEC61800-3 e non sono adatti al collegamento diretto a reti pubbliche a bassa tensione, poiché possono causare interferenze o più in generale problemi di compatibilità elettromagnetica (EMC) ad altre utenze. Il sistema è conforme alla classe C3 (secondo la norma 61800-3) e deve quindi essere collegato ad una rete pubblica utilizzando un trasformatore dedicato, come effettivamente avverrà nell'impianto. Gli eventuali utilizzatori collegati alla stessa sottorete in BT dell'azionamento principale dovranno essere conformi alle norme EN50082-2 (immunità alle interferenze industriali) e EN50081-2 (emissioni interferenze industriali) in modo da garantire il corretto funzionamento degli stessi e non essere soggetti a problemi di compatibilità elettromagnetica indotti dall'azionamento principale. I moduli del sistema di sorveglianza e controllo a PLC utilizzati soddisfano, tra l'altro, i requisiti della legge EMC del mercato interno europeo e soddisfano il test di immunità EMC secondo la norma EN61000-6-7.

La norma EN61000-6-7 presuppone un ambiente EMC, che può essere assunto anche per gli impianti a fune, a condizione che le stazioni radio trasmettenti fisse (stazioni radio base mobili, stazioni radio relè, altri impianti di trasmissione) siano situate al di fuori della zona di divieto di costruzione o almeno ad una distanza di 12m da ogni punto di installazione (stazione, supporti, veicoli). In queste condizioni è garantita sia la sicurezza che la disponibilità dell'impianto a fune.

Se le stazioni radiotrasmettenti fisse si trovano all'interno della zona di divieto di costruzione o ad una distanza di 12 m da parti dell'impianto, la sicurezza dell'impianto a fune è comunque garantita secondo i criteri di prova della norma EN 61000-6-7, ma la disponibilità può essere ridotta. Per questo motivo, prima di installare tali stazioni radiotrasmettenti, è necessario considerare attentamente le intensità di campo elettrico previste presso i componenti del sistema (stazione, supporto, veicoli). Devono essere rispettati i seguenti valori limite per il campo elettrico:

Frequenza [MHz]	0.15 – 80	80 – 1000 ad. es.: rete telefonica-D	1400 – 2000 ad. es.:DECT	2000 – 2700 ad. es.:UMTS	2700-26000 ad. es.:WLAN	26000 – 40000 ad. es.:Radio
Intensità Campo Elettrico [V/m] (*)	10	10	10	10	10	3

(*) Valore limite dell'intensità del campo elettrico che non deve essere superato da nessuna frequenza. Più trasmettitori sulla stessa frequenza devono essere sovrapposti (aggiunto). I trasmettitori di frequenze diverse non si sovrappongono e possono quindi essere considerati separatamente.

Le seguenti tabelle mostrano l'emissione di interferenze dei campi elettromagnetici dei moduli PLC utilizzati.

Tabella 4 - Emissione di interferenze di campi elettromagnetici secondo EN 55011: Valore limite classe A, gruppo 1 (misurato a 10 m di distanza)

Frequenz	Störaussendung
von 30 bis 230 MHz	< 40 dB (µV/m)Q
von 230 bis 1000 MHz	< 47 dB (µV/m)Q

Tabella 5 - Emissione di disturbi attraverso l'alimentazione di rete secondo EN 55011: Valore limite classe A, gruppo 1

Frequenz	Störaussendung
von 0,15 bis bis 0,5 MHz	< 79 dB (µV/m)Q < 66 dB (µV/m)M
von 0,5 bis 5 MHz	< 73 dB (µV/m)Q < 60 dB (µV/m)M
von 5 bis 30 MHz	< 73 dB (µV/m)Q < 60 dB (µV/m)M

I cavi di linea dell'impianto a fune sono sostanzialmente dei seguenti tipi:

- *Connessione diretta tra le stazioni in F.O;*
- *Connessione tra stazione e motrice e rinvio con interruzione selettiva su ogni sostegno per il circuito di sicurezza operata con segnali a 24Vdc e corrente continua dell'ordine della decina di mA;*
- *Linea di diffusione sonora per altoparlanti di linea*
- *Linea di alimentazione monofase a 230Vac 50Hz per servizi aux sui sostegni per sistema CPS se presente*
- *Linea PROFINET Siemens schermata (per immunità disturbi esterni) per sistema CPS se presente*
- *Linea di alimentazione trifase e/o monofase a 400/230Vca 50Hz per illuminazione di linea, normalmente in tensione ma non a carico se non durante lo stretto tempo necessario per il funzionamento dell'impianto di illuminazione*
- *Linea di alimentazione monofase a 230Vac 50Hz per servizi aux sui sostegni (sistema TVCC)*

Tutte queste linee elettriche di varia natura sono linee di segnale e quindi percorse da correnti estremamente basse e quindi i campi magnetici derivanti sono del tutto inapprezzabili, soprattutto a distanza pari o superiore alle distanze che devono essere rispettate per i franchi di linea. Le uniche linee di energia sono linee operanti a 50Hz quindi normali linee di trasmissione energia, cmq operanti con correnti non superiori a qualche Ampere.

In conclusione, non solo i campi magnetici derivati dall'intervento sono irrilevanti sotto il profilo della salute, ma l'intervento stesso prevede uno spostamento di tralicci e linee TERNA che vengono allontanati dai recettori sensibili.

1.1.6 Incidentalità

Sul tema dei benefici del progetto sulla sicurezza pubblica è stato approfondito il tema dell'incidentalità. È emerso come gli archi che maggiormente beneficiano di una riduzione di traffico grazie al progetto della Cabinovia siano compresi tra i 65 assi cittadini più a rischio di incidentalità e su cui sono stati registrati più di 30 incidenti nell'arco di tempo di analisi. Tali assi stradali fanno parte di un insieme di studio valutato nell'ambito dei principali assi di ingresso da Nord a Trieste.

La letteratura scientifica di riferimento illustra come la correlazione tra Traffico Giornaliero Medio e numero di incidenti sugli assi stradali sia diretta per frequenza di sinistri e per gravità nei tamponamenti (più frequenti e gravi ad alte concentrazioni di veicoli), e che una diminuzione della congestione, anche lieve, possa portare ad una diminuzione degli incidenti con gravi conseguenze per le persone, in particolare su archi con saturazione maggiore del 30% e nel caso di decessi su strada. È stato introdotto quindi un nuovo indicatore delle caratteristiche del traffico (Indicatore di Traffico e Saturazione) che tiene conto sia dei volumi che delle congestioni. Correlandolo ai sinistri con feriti, si ottiene un andamento lineare accettabile che consente di stimare la quantità di incidenti evitati grazie alla diminuzione sia del volume che del traffico veicolare sugli archi oggetto di analisi; tale diminuzione porterebbe ad un risparmio di costo sociale di circa un milione e trecentomila euro all'anno. Infine, è stata valutata anche la variazione di velocità corrente dovuta alla diminuzione del traffico sugli assi in analisi; la differenza dell'ordine di 2-3 km/h in più consente di affermare che i benefici su strada non comportino rischi maggiori per la sicurezza degli utenti dovuti alla maggiore velocità dei veicoli.

1.2 Condizioni di Primaria Importanza per l'Ambiente

È stato effettuato il calcolo dell'Impronta di Carbonio (CFP) del progetto secondo la normativa ISO UNI 14067, evidenziando le emissioni e le riduzioni di CO₂ in un anno tipico di esercizio nell'arco della vita utile dell'infrastruttura. A valle del calcolo, emerge come il beneficio netto in termini di minori emissioni di CO₂, in atmosfera sia pari a 3.827 tonnellate annue.

Per quanto riguarda le informazioni più recenti relative alla composizione del parco veicolare nella città di Trieste, ci si riferisce alle elaborazioni SCRAT su dati ACI del 2021. La stima dei fattori di emissione “[...] è stata eseguita a partire dalla banca dati dei fattori di emissione e consumo medi relativi al trasporto stradale elaborati da ISPRA (anno 2020, l'ultimo disponibile a novembre 2022) ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera. A tale scopo, ISPRA ha utilizzato il software COPERT (versione 5.5.1), il cui sviluppo è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente nell'ambito delle attività dell'European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM). Le stime sono elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali).⁸”

Il coefficiente di emissione medio calcolato da ISPRA con il metodo Copert sulla tipologia di parco circolante a Trieste ha restituito un valore pari a 244,7 g CO₂ / km, un valore di circa il 50% maggiore rispetto a quello utilizzato nel calcolo della riduzione delle emissioni previste nel presente studio. Tale valore può compensare ragionevolmente le incertezze sull'evoluzione delle emissioni da traffico in un orizzonte di 40 anni che, peraltro, sono state recentemente valutate come costanti almeno fino all'anno 2050, a causa delle difficoltà e nei ritardi nel ricambio del parco veicolare. Un documento ISPRA⁹ testimonia infatti come “[...] al 2030, nello scenario di riferimento, la composizione percentuale delle emissioni di gas serra per il settore dei trasporti, sostanzialmente non cambia molto rispetto al 2020. Il trasporto su strada rimane la fonte prevalente con un peso percentuale pari a circa il 90.4%, seguito dalla navigazione nazionale (5.9%) e dal trasporto aereo (3.1%). Al 2050, aumenta ulteriormente il trasporto su strada fino al 92.4% che continua a rimanere preponderante, in termini emissivi, rispetto alle altre modalità. Al 2030, come negli anni storici, la categoria che pesa maggiormente sul totale delle emissioni di CO₂ del trasporto su strada è quella delle autovetture con un peso pari a circa il 67% al 2030 seguita dalla categoria dei veicoli merci, pesanti e leggeri, con una quota percentuale pari rispettivamente a circa il 21% e 6%. [...]”.

⁸ <https://www.osservatoriopums.it/servizi/parco-auto/#metodo> – consultato nel mese di maggio 2023

⁹ ISPRA - Le emissioni di gas serra in Italia: obiettivi di riduzione e scenari emissivi – 2023 - https://www.isprambiente.gov.it/files2023/pubblicazioni/rapporti/rapporto_384_2023_le-emissioni-di-gas-serra-in-italia.pdf

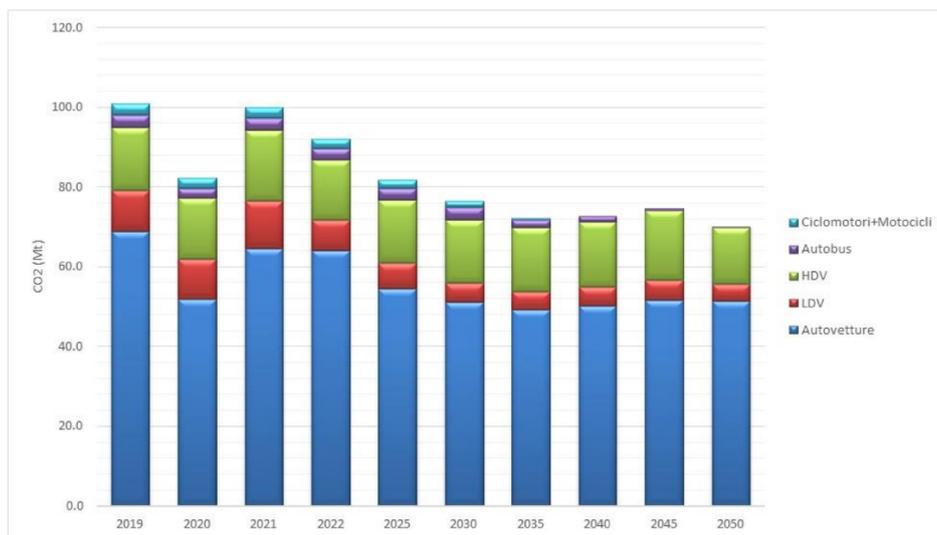


Figura 2 - Emissioni di anidride carbonica per il trasporto su strada distinte per categoria veicolare (Mt CO₂)

La Figura 2 tratta dal documento in esame illustra chiaramente come, almeno fino al 2050 le emissioni di CO₂ dovute al traffico veicolare restino sostanzialmente costanti rispetto al 2025 (scenario di riferimento del progetto). Si tratta di un andamento che tiene conto sia dell'aumento della domanda veicolare che, come detto sopra, dei ritardi nell'adeguamento e nel ricambio del parco veicolare.

In termini di margini di incertezza dei dati, la Figura 3 rappresenta l'andamento del coefficiente di emissione medio al 2022 (245 g di CO₂ / km) in coerenza all'andamento delle emissioni totali da autovetture, riportato in Figura 2. Associando lo stesso andamento temporale, si ottiene un coefficiente medio di 201 g/km di CO₂ fino al 2050 (orizzonte di 28 anni). Calcolando i benefici dovuti alla riduzione del traffico veicolare sulle emissioni con tale coefficiente aggiornato, si ottiene un ulteriore guadagno del 23% di minori emissioni (pari a circa ulteriori 600 tonnellate di CO₂ non emesse in atmosfera ogni anno di esercizio della Cabinovia).

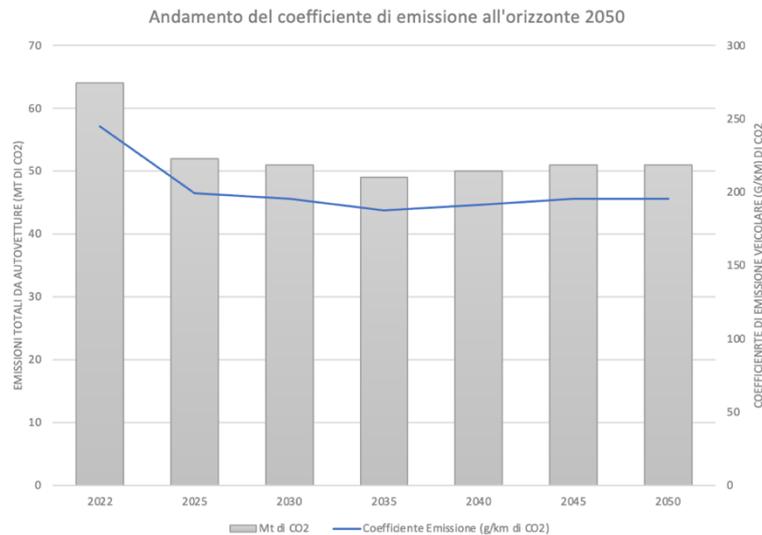


Figura 3 – Andamento del coefficiente di emissione (g/km) per veicolo all'orizzonte 2050

Si ritiene quindi, che il valore costante di 163 g di CO₂ / km utilizzato nel presente studio sia ragionevole per la stima, comunque cautelativa, della rimozione di emissioni di CO₂ da traffico veicolare nell'area di studio. Tale valore è oltremodo compensativo sull'intero ciclo di vita dell'opera, considerando che almeno fino al 2050 le emissioni da traffico veicolare non sono previste in riduzione, e che la sottostima delle emissioni fino a tale orizzonte temporale possa essere cautelativa sul restante periodo di vita dell'infrastruttura (40 anni).

Le emissioni sono state opportunamente comparate rispetto alle attuali, sottolineando che il progetto opera in uno Scenario di Riferimento in cui il livello delle emissioni sarà di circa il 12% maggiore rispetto a quello attuale (analisi PUMS), a causa degli insediamenti urbanistici previsti (uno fra tutti la riqualificazione del Porto Vecchio). Valutando soltanto le emissioni veicolari, il totale di CO₂ risparmiata sul totale dell'Accesso Nord nello scenario attuale è dell'8%, intercettando un veicolo su cinque (20%).

Considerando come base quindi le emissioni totali annue nello stato di fatto (da dati INEMAR), la quota aggiuntiva di emissioni generata nello Scenario di Riferimento a causa degli sviluppi urbanistici in essere risulta pari a circa 35.000 tonnellate di CO₂ in più emesse in atmosfera (12% dell'attuale emissione da traffico). Il totale delle emissioni risparmiate dall'intervento di progetto intese come Carbon Footprint (3.827 tonnellate di CO₂) consente di assorbire l'11% delle emissioni aggiuntive da traffico veicolare dovute agli scenari urbanistici su tutto il Comune di Trieste.

Valutando la quota parte dovuta alle emissioni aggiuntive dello Scenario di Riferimento (12%) alla sola quota emissiva dei veicoli in ingresso Nord (effettivo bacino di utenza del progetto), si ottiene un valore di circa 4.047 tonnellate di CO₂ / anno in più, che sono sostanzialmente bilanciate dal

risparmio ottenuto dalla Cabinovia di progetto nell'ambito del calcolo della Carbon Footprint (3.827 tonnellate di CO₂ / anno in meno).

2 CONCLUSIONI

Parallelamente alle analisi quantitative, si ritiene che anche la qualità della vita di residenti e lavoratori attraverso il benessere percepito scegliendo questa modalità di trasporto possa notevolmente essere migliorata poiché raggiungere il centro storico di Trieste non sarà più un'esperienza legata allo stress del traffico, ai suoi pericoli e allo smog, ma diventerebbe un momento per godere delle bellezze paesaggistiche attraversate. Va considerato inoltre che con l'utilizzo di un impianto a fune che per sua natura può superare facilmente dislivelli marcatamente pronunciati è possibile connettere aree raggiungibili alternativamente solo con tempi di percorrenza molto lunghi. Vengono quindi ulteriormente limitati i trasporti su ruota con conseguenti riduzioni in termini di emissioni di inquinanti, di risparmio di tempo e diminuzione delle emissioni sonore nel centro storico e nella prima periferia.

Si ritiene che i benefici derivanti dal progetto, quali:

- *Il risparmio di 3.827 tonnellate/anno di minore CO₂ emessa in atmosfera dovuta allo split modale, al miglioramento della fluidità stradale su alcuni assi critici, ai minori ritardi sulla rete e la maggiore sicurezza stradale, decurtata della carbon footprint dell'esercizio e della costruzione della cabinovia;*
- *La riduzione di circa l'8% delle emissioni totali in Ingresso Nord da Trieste, intercettando il 20% circa dei veicoli privati;*
- *La riduzione dell'11% delle emissioni inquinanti dovute agli interventi urbanistici previsti nello Scenario di Riferimento su tutto il Comune di Trieste;*
- *Il sostanziale bilancio tra emissioni aggiuntive dovute ai maggiori veicoli attratti dalle trasformazioni urbanistiche in Accesso Nord a Trieste ed i benefici in termini di Impronta di Carbonio del progetto;*
- *La riduzione della congestione veicolare sui 14 assi oggi più critici dal punto di vista dell'incidentalità;*
- *La potenziale diminuzione degli incidenti con feriti nei tratti stradali più critici, con il risparmio di oltre 1,3 milioni di euro all'anno in minori costi sociali.*

siano di risposta ai “motivi imperativi di rilevante interesse pubblico” per i quali la realizzazione dell’opera può andare in deroga ad eventuali conclusioni negative della valutazione di incidenza ambientale. In particolare, le minori emissioni inquinanti in atmosfera e la diminuzione del rischio di incidentalità possono configurarsi come “esigenze connesse alla salute dell'uomo e alla sicurezza pubblica o ad esigenze di primaria importanza per l'ambiente” alle quali altre tipologie di progetto non potrebbero rispondere adeguatamente e con pari benefici.

In questo senso è utile citare anche le conclusioni prodotte dalla Relazione tecnico-scientifica di supporto ai fini della verifica ambientale del percorso per la realizzazione della Cabinovia Metropolitana Trieste – Porto Vecchio – Carso prevista nell’ambito della “Misura M2C2 – 4.2 Sviluppo trasporto rapido di massa nell’ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Cod. opera 22014”, redatta dal Dipartimento di Scienze della Vita dell’Università degli Studi di Trieste; le conclusioni ribadiscono che “[...] appare plausibile che l’intervento possa essere incluso tra quelli previsti nell’ultimo capoverso dell’articolo 1 del DM 17.10.2007 come connesso alla salute dell'uomo e alla sicurezza pubblica.”

Vale la pena ricordare anche qui che i benefici cautelativamente calcolati si moltiplicano facilmente per effetto della analisi di sensitività effettuata nell’allegato 5.