

Tiziano Zanetti
Consigliere Comunale PLR
Via Campagna 3 b
6503 Bellinzona

CITTA DI BELLINZONA
08.GEN 2024 08:23

207/2024

Lodevole Municipio
della Città di Bellinzona
Palazzo Civico
Piazza Nosetto 1
6500 Bellinzona

Bellinzona, 8 gennaio 2024

Avvalendomi della facoltà concesse dalla LOC, presento la seguente

INTERPELLANZA: "Alptransit ad ogni costo?"

Premessa:

La tratta incompiuta di Alp Transit a sud del traforo del Gottardo fino al confine sud del Cantone è fonte di molte discussioni e critiche sin dal momento della sua nascita. Il recente incidente del 10 agosto 2023 con il deragliamento di un treno merci in galleria rispettivamente il rinvio a dopo il 2050 di nuovi investimenti in Ticino per il completamento della rete ferroviaria a sud di Biasca hanno ovviamente e giustamente riaperto il dibattito.

Sottolineo soprattutto il qualificato lavoro di sensibilizzazione e di informazione fornito da sempre dall'associazione "Pro Gottardo – Ferrovia d'Europa" (www.progottardo.ch/it/documentazione).

In questo contesto pongo l'attenzione del Municipio della Città di Bellinzona su due temi specifici correlati al traffico ferroviario che ritengo meritino molta attenzione: i **pericoli** e i **rumori**.

Considerati:

- Per i pericoli:

- Il rapporto dell'Ufficio federale dei trasporti, citato nell'art del CdT del 16 agosto '23, sullo stato insoddisfacente dei treni CARGO che porta a concludere che il recente deragliamento non dovrebbe meravigliare nessuno.
- Il fatto che questi treni attraversano fuori terra zone residenziali densamente abitate.
- L'evidenza che vengono trasportate anche merci pericolose. Nel caso dell'incidente le FFS si sono affrettate a dire che i vagoni potenzialmente pericolosi erano in fondo ma fortunatamente erano vuoti.

- Per i rumori

- Il costante aumento del traffico di treni merci, soprattutto notturno.
- La forte sollecitazione della tratta Bodio – Bellinzona tra le più trafficate in Svizzera.

Chiedo al Municipio di Bellinzona:

Per i pericoli

- Cosa è stato intrapreso dal Municipio, in collaborazione con i preposti Uffici cantonali nei confronti di FFS e FFS/Cargo per accertarsi della tipologia del materiale pericoloso trasportato?
- Il Municipio è a conoscenza di una pianificazione ed una prospettiva temporale per il rinnovo del materiale rotabile che non si limiti alla sola questione dei freni in ghisa ormai risolta?
- Parto dal presupposto che esista un'analisi dei rischi incidenti in galleria Alptransit. Ma esiste lo stesso approccio per incidenti lungo la tratta a cielo aperto, in particolare nelle zone densamente abitate? Chi se ne deve occupare?

Per i rumori

- Il Municipio è a conoscenza dei risultati della perizia Bonalumi/Ferrari ordinata dal comune di Riviera? (*Relazione tecnica numero 2656-RT-001a "Rilievi e analisi di immissioni foniche e vibrazioni generate dal traffico ferroviario nel comune di Riviera" del 30 agosto 2021*)
- Il Municipio condivide l'affermazione (Presenza di posizione dello studio d'ingegneria Bonalumi Ferrari Partner SA, 28.11.22 a pag. 7) secondo la quale *"il rumore generato dal transito dei treni può provocare degli effetti negativi sul sonno e sulla salute di una buona parte della popolazione che risiede nelle vicinanze della ferrovia."*?
- Il Municipio è in grado di confermare che l'impatto relativo a rumori e vibrazioni misurato nel quartiere di Osogna si riproduce verosimilmente anche nel resto della tratta a cielo aperto a sud del portale e quindi lungo tutto l'asse ferroviario che attraversa la Capitale?
- Considerando il fatto che in prossimità delle Stazioni, ad esempio quelle di Bellinzona e Giubiasco, esistono estese zone residenziali non protette da nessun tipo di barriere fonoassorbenti, che è oggettivo l'aumento del traffico, in particolare traffico merci notturno, che inoltre in stazione spesso questi treni sono in frenata oppure devono seguire un cambio di binari (rumori ulteriori), il tema dell'inquinamento fonico si acuisce ulteriormente. A questo si aggiunge nelle Stazioni (in particolare quelle di Bellinzona e Giubiasco) un impianto audio regolato ad alto volume che dalle 07.00 alle 20.00 annuncia incessantemente ogni treno, soprattutto domenica mattina con la stazione deserta.
Il Municipio e i suoi uffici competenti ne è consapevole? Ha già effettuato delle verifiche e delle misurazioni? Quali misure di contenimento del rumore sono state richieste al momento del rilascio della licenza edilizia per la nuova Stazione FFS di Bellinzona?
- Quali strumenti sono a disposizione del Municipio per poter proteggere la popolazione residente da questo accresciuto inquinamento fonico? Si è fatto parte attiva nei

confronti degli Uffici cantonali e federali competenti per valutare i possibili correttivi e per limitare questa fonte di rumore?

- Risulta al Municipio che le FFS hanno preferito subsidiare la sostituzione di finestre piuttosto che posare pareti fonoassorbenti lungo la tratta ferroviaria? Il Municipio dispone dell'ammontare di questi contributi rispettivamente è a conoscenza di quanto sarebbe stato il costo per la posa di pareti foniche?

Per entrambi i temi:

- Immagino che il Municipio abbia avuto numerosi incontri con l'Ufficio federale dei trasporti e/o con l'Ufficio federale dell'ambiente. Sono state discusse le problematiche indicate?
- Come si sta muovendo il Municipio di Bellinzona per la salvaguardia della qualità di vita nel ristretto fondovalle che attraversa la Città e per considerare e ribadire la richiesta, unitamente al Cantone, del completamento del tragitto Alp Transit a sud del portale della galleria AlpTransit ed in particolare per la circonvallazione della Capitale dei treni merci?

Saluto cordialmente

Tiziano Zanetti

Allegati

- Presa di posizione dello studio di Ingegneria Bonalumi/Ferrari del 28.11.02022



Municipio di Riviera
Piazza Grande 1
CH-6703 Osogna
A.c.a. Sindaco Alberto Pellanda

Ns. rif. 2656

Vs. rif.

Giubiasco, 28 novembre 2022

Concerne: Presa di posizione dello studio d'ingegneria Bonalumi Ferrari Partner SA in merito alle osservazioni dell'Ufficio prevenzione rumori del Cantone Ticino del 13 maggio 2022 e dell'Ufficio federale dell'ambiente riportate nel preavviso del 4 luglio 2022

In data 16 settembre 2022 lo studio d'ingegneria Bonalumi Ferrari Partner SA ha ricevuto dal Municipio di Riviera le prese di posizione del Cantone Ticino del 13 maggio 2022 e dell'Ufficio federale dell'ambiente del 4 luglio 2022 in merito allo studio fonico elaborato dal nostro studio d'ingegneria (*cf. Relazione tecnica numero 2656-RT-001a "Rilievi e analisi di immissioni foniche e vibrazioni generate dal traffico ferroviario nel comune di Riviera" del 30 agosto 2021*) che era stato presentato e consegnato all'Ufficio federale dei trasporti nel marzo 2022.

La scrivente non ha particolari osservazioni in merito alla presa di posizione dell'Ufficio prevenzione rumori del Cantone Ticino la quale ribadisce che lo studio fonico è stato eseguito correttamente confermando *"come vi siano dei superamenti dei valori limite d'immissione dell'Ordinanza federale contro l'inquinamento fonico (OIF), sebbene le immissioni, grazie all'effetto di miglioramento del materiale rotabile, siano inferiori a quelle riscontrate nell'ambito del risanamento fonico delle FFS. [...] La situazione più critica riguarda sicuramente le vibrazioni che in certi casi superano ampiamente i valori limite secondo la norma DIN 4150-2. Ciò dimostra come sia opportuno procedere con i necessari provvedimenti di risanamento alla fonte, non appena vi sarà la possibilità di intervenire direttamente con dei lavori di costruzione sulla linea. In conclusione non possiamo che prendere atto dei risultati di questo studio che dimostrano il disagio delle persone, che abitano a poca distanza dalla linea ferroviaria, dovuto in particolare alle vibrazioni e al rumore per via solida. Invitiamo pertanto l'autorità federale competente a valutare le possibilità di intervento per favorire un certo risanamento della situazione"*.

Per quanto concerne invece la presa di posizione dell'Ufficio federale dell'ambiente, si riportano una serie di osservazioni che, per maggior chiarezza, sono state suddivise in diversi capitoli in base alla tematica trattata: rumore, vibrazioni e qualità della vita.

Oltre a questi capitoli che riportano le spiegazioni tecniche in merito ai contenuti delle valutazioni eseguite, si presentano una serie di considerazioni sulle prospettive future e sulla possibile implementazione di soluzioni di mitigazione delle immissioni.



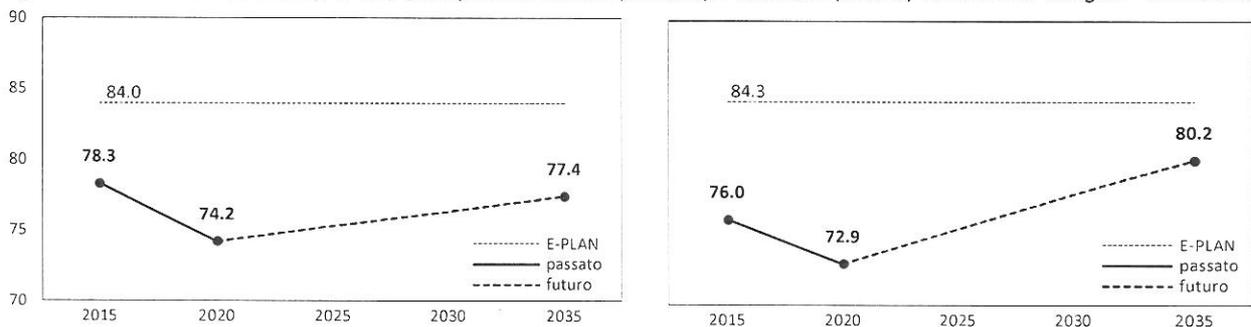
1. Considerazioni sulla presa di posizione UFAM

1.1. Rumore

Nella risposta dell'Ufficio federale dell'ambiente si legge che *"Pur essendo di difficile valutazione lo sviluppo del traffico merci, che è la principale causa delle emissioni foniche e che dipende dalle fluttuazioni del mercato, si ritiene però che ben difficilmente si raggiungeranno le emissioni foniche considerate nell'ambito del risanamento fonico ordinario"*.

Per poter dare un'indicazione precisa in merito a questa tematica si deve necessariamente suddividere le valutazioni tra i periodi diurno e notturno in quanto si osservano delle tendenze differenti. Di seguito (cfr. Figura 1) si rappresenta il confronto fra i livelli di emissione sonora $L_{r,e}$ stabiliti nel documento E-PLAN 2015 con i quali sono stati elaborati i progetti di risanamento fonico ed i livelli reali per l'anno 2015 (calcolati da FFS sulla base del volume di traffico reale), 2020 (calcolati dallo studio d'ingegneria Bonalumi Ferrari SA sulla base del rilievo eseguito) e 2035 estrapolati da una stima FFS (cfr. RIA Nuovo stabilimento industriale ferroviario di Castione).

Figura 1. Livelli di emissione $L_{r,e}$ in dB(A) nel periodo diurno (sinistra) e notturno (destra) della tratta Osogna - Cresciano.



Come indicato nella risposta UFAM, per entrambi i periodi di valutazione i livelli di emissione sonora stabiliti per il 2015 sono superiori a quelli realmente registrati nello stesso anno di riferimento. Oltre a questo, negli ultimi anni si è osservata un'ulteriore riduzione dei livelli di emissione che ha portato ad ampliare il margine tra i valori reali e quelli dell'E-PLAN.

Gran parte di questa riduzione è da attribuire all'introduzione di limiti di emissione che consistono nella proibizione di transito in Svizzera dal 1 gennaio 2020 di treni merci con freni in ghisa grigia. Pur trattandosi di un intervento che ha permesso di ridurre sensibilmente il rumore emesso dai treni merci, si tratta di una misura entrata ormai a regime e che non produrrà ulteriori miglioramenti in futuro visto che nel 2020 solo l'1% dei treni merci era dotato di freni in ghisa grigia e che già nei primi tre mesi del 2021 non sono stati rilevati in Svizzera transiti di questi treni (cfr. *Monitoringbericht Güterwagen*).

In mancanza di ulteriori miglioramenti dal punto di vista tecnico, l'evoluzione futura dei livelli di emissione sonora dipenderà sostanzialmente dall'andamento del traffico merci. Per i prossimi anni le FFS prevedono un sensibile aumento del traffico ferroviario: sulla tratta tra Claro ed Arbedo-Castione che rappresenta la continuazione verso sud della tratta tra Osogna e Cresciano oggetto di queste valutazioni, si prevede un incremento del numero di treni merci del +44.1% nel periodo diurno e del +112.5% nel periodo notturno (cfr. RIA Nuovo stabilimento industriale ferroviario di Castione).

Questo si traduce nel maggior incremento delle emissioni sonore durante il periodo notturno rispetto a quello previsto per il periodo diurno. In questo modo si spiega che nel 2035 si preveda un incremento dei livelli di emissione sonora rispetto al 2020 pari a +3.2 dB nel periodo diurno e pari a +7.3 dB nel periodo notturno. È dunque veritiera l'osservazione fatta dall'UFAM secondo cui *"le emissioni effettive 2015 sono 6 - 7 dB inferiori a quelle indicate nell'E-PLAN 2015, mentre quelle determinate nello studio 'Riviera' con il traffico 2020 sono addirittura di 10 - 11 dB inferiori. La situazione attuale è pertanto nettamente migliore rispetto a quella indicata e approvata con il risanamento fonico ordinario"* ma, se si osserva questo tema in prospettiva futura, la prevista differenza tra emissioni reali e stabilite nell'anno 2035 si riduce a 6.6 dB nel periodo diurno ed a 4.1 dB nel periodo notturno.



Inoltre si deve considerare anche il fatto che in futuro i limiti massimi fissati dall'Ordinanza OIF potrebbero essere molto più restrittivi di quelli attuali: la Commissione federale per la lotta contro il rumore ha infatti pubblicato un rapporto tecnico nel quale si indica che i limiti massimi stabiliti quasi 40 anni fa dall'Ordinanza OIF sono ormai obsoleti raccomandando una loro riduzione in una prossima revisione della legge. Se le raccomandazioni della Commissione fossero accolte dal legislatore, i limiti massimi per il traffico ferroviario per le zone con un grado di sensibilità al rumore GS II sarebbero ridotti di 6 dB nel periodo diurno e di 2 dB nel periodo notturno mentre che, per le zone con un grado di sensibilità al rumore GS III, sarebbero ridotti di 11 dB nel periodo diurno e di 7 dB nel periodo notturno.

Nella risposta dell'Ufficio federale dell'ambiente si legge che *"Non riteniamo pertanto che occorrono ulteriori verifiche in merito a eventuali altre misure di protezione dal rumore ferroviario nel comprensorio di Riviera. Queste si renderanno necessarie solo se le emissioni considerate per il risanamento fonico (secondo E-PLAN 2015) saranno superate"*.

I livelli di emissione sonora riportati nell'E-PLAN 2015 sono stati utilizzati per l'elaborazione dei progetti di risanamento fonico della linea ferroviaria con i quali le FFS hanno richiesto delle deroghe dei limiti massimi ammissibili stabiliti dall'Ordinanza OIF per una serie di edifici. Il fatto che i livelli di emissione sonora $L_{r,e}$ rimangano al di sotto di quelli stabiliti nel documento E-PLAN non comporta necessariamente che i livelli di valutazione L_r presso gli edifici siano inferiori rispetto ai valori massimi stabiliti dall'Ordinanza OIF ma solamente che siano inferiori ai valori derogati.

Nell'ambito dei progetti di risanamento fonico di Osogna e Cresciano presentati da FFS nei primi anni 2000 sono state concesse delle deroghe innalzando i livelli massimi fissati per legge presso 218 edifici corrispondenti a circa il 31% del totale. La maggior parte delle modifiche ha comportato innalzamenti dei limiti normativi compresi tra 1 dB e 10 dB sino all'innalzamento massimo di 24 dB presso un edificio dove il valore limite d'immissione del periodo notturno è stato aumentato dai 50 dB indicati dall'Ordinanza sino a 74 dB.

Per dare una visione più generale su questa tematica sono state analizzate in dettaglio le tabelle del carico fonico di 16 progetti di risanamento elaborati da FFS che coprono circa 48.8 km di linea (fuori terra) corrispondenti al 45.7% dei 106.8 km della linea ferroviaria numero 600 tra Chiasso ed Airolo (cfr. *Tabella 1*).

Tabella 1. Analisi delle tabelle del carico fonico dei progetti di risanamento elaborati da FFS.

progetto di risanamento fonico		numero edifici analizzati	numero edifici con superamenti dopo il risanamento fonico				valore dei superamenti massimi dopo il risanamento fonico			
territorio	km linea		rispetto ai VLI		rispetto ai VA		rispetto ai VLI		rispetto ai VA	
			diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
Chigg.-Anzonico	6.7	170	10	63	0	6	9	19	-	5
Giornico	5.2	154	11	37	0	3	6	16	-	2
Bodio	3.2	174	12	51	1	4	8	18	2	4
Pollegio	2.5	37	1	6	0	0	4	14	-	-
Biasca	4.3	254	35	115	3	10	14	24	4	9
<i>Osogna</i>	<i>3.1</i>	<i>246</i>	<i>29</i>	<i>106</i>	<i>6</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>24</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
<i>Cresciano</i>	<i>3.3</i>	<i>203</i>	<i>34</i>	<i>114</i>	<i>12</i>	<i>31</i>	<i>12</i>	<i>22</i>	<i>4</i>	<i>9</i>
Claro	5.0	137	8	55	3	7	10	20	5	10
Arbedo-Castione	3.7	301	29	138	5	13	11	22	5	7
Giubiasco	1.8	157	5	30	0	0	5	13	-	-
Paradiso	1.0	170	8	52	0	0	4	12	-	-
Maroggia	1.8	136	3	24	0	0	1	10	-	-
Melano	1.6	120	2	14	0	0	2	11	-	-
Capolago	1.6	198	15	78	0	1	5	14	-	2
Balerna	2.4	267	12	25	0	0	4	14	-	-
Chiasso	1.6	209	6	72	0	0	4	14	-	-
<i>Riviera</i>	<i>6.4</i>	<i>449</i>	<i>63</i>	<i>220</i>	<i>18</i>	<i>45</i>				
altre zone	42.4	2484	157	760	12	44				



Con questi 16 progetti di risanamento sono state valutate le immissioni foniche presso un totale di 2933 edifici dei quali 449 si situano nel territorio comunale di Riviera. Nel complesso sono state concesse deroghe dei valori limite d'immissione per 220 edifici nel periodo diurno e per 980 edifici nel periodo notturno e sono state concesse deroghe dei valori d'allarme per 30 edifici nel periodo diurno e per 89 edifici nel periodo notturno.

Dall'analisi di questi dati si evidenzia una certa sproporzione nella concessione delle deroghe dei valori d'allarme tra i diversi progetti di risanamento in quanto il territorio comunale di Riviera, pur rappresentando il 15.3% degli edifici analizzati, concentra il 50.6% delle deroghe dei valori d'allarme nel periodo notturno.

Tale sproporzione si accentua ancora di più se si analizzano gli edifici con le maggiori deroghe dei valori di allarme: pur rappresentando il 15.3% degli edifici considerati, nel territorio comunale di Riviera si concentra il 65.0% degli edifici con le deroghe più alte (13 tra i 20 edifici con deroghe dei valori d'allarme superiori a 7 dB).

La concessione di deroghe riguarda principalmente la tratta ferroviaria compresa tra Bellinzona e Biasca (cfr. *Figura 2, Figura 3*) e raggiunge i livelli massimi nel territorio comunale di Riviera ed in particolar modo nell'abitato di Cresciano dove sono state concesse deroghe dei valori d'allarme per il 6% degli edifici nel periodo diurno ed il 15% per il periodo notturno.

Figura 2. Percentuale degli edifici con livelli di valutazione oltre i valori d'allarme nel periodo diurno.

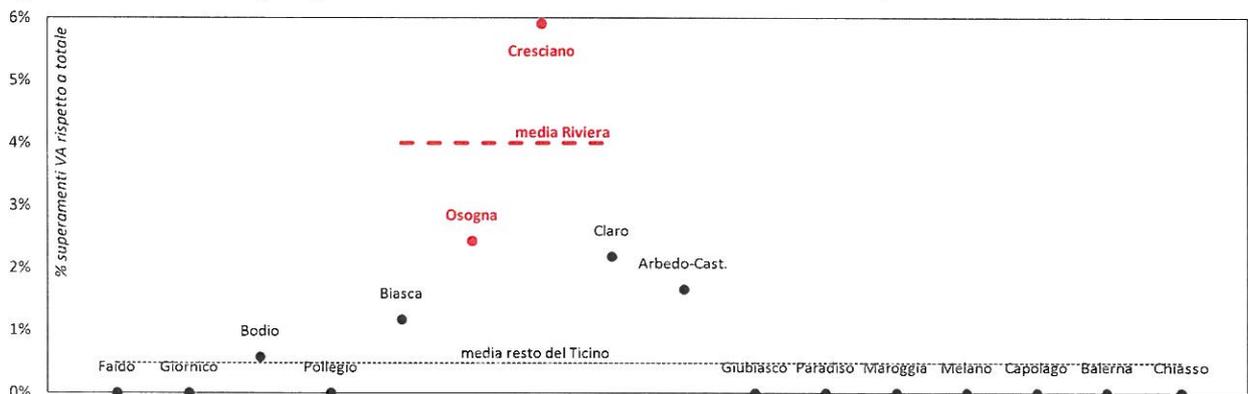
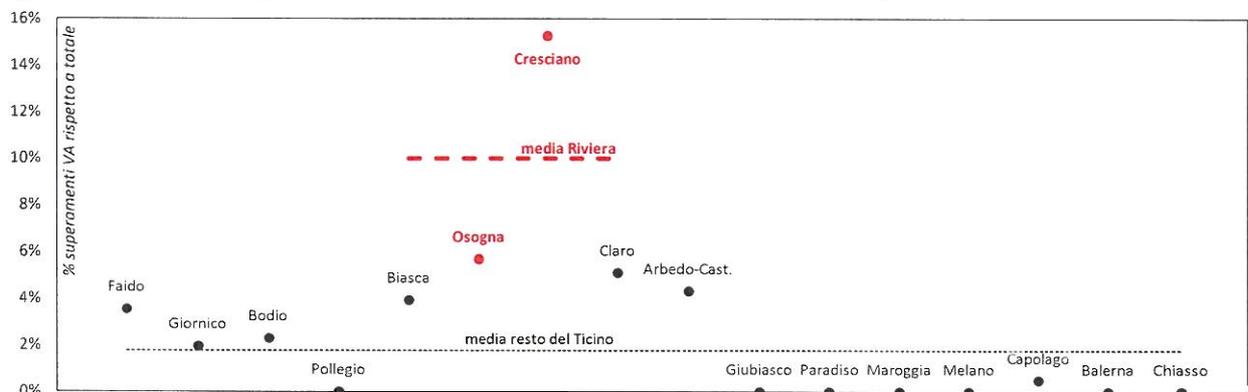


Figura 3. Percentuale degli edifici con livelli di valutazione oltre i valori d'allarme nel periodo notturno.



I valori d'allarme costituiscono un criterio per valutare l'urgenza dei risanamenti fonici e sono sensibilmente superiori ai valori limite d'immissione i quali definiscono la soglia oltre la quale il rumore disturba sensibilmente il benessere della popolazione esposta.

Sulla base di queste premesse si può dedurre che le deroghe dei valori d'allarme che sono state concesse nell'ambito dei progetti di risanamento fonico di fatto permettono di raggiungere livelli d'immissione presso alcuni edifici che vanno ben oltre la soglia di disturbo della popolazione, soglia che viene oltrepassata nonostante la riduzione dei livelli di emissione dovuta al miglioramento del materiale rotabile.



1.2. Vibrazioni

Nella risposta dell'Ufficio federale dell'ambiente si indica che *"i valori di riferimento per le vibrazioni secondo la norma DIN 4150-2 (a cui rimanda la VVRTB) riportati nella tabella 5 dello studio non sono corretti. In effetti, secondo la pratica dell'UFAM, per tenere conto del punto 6.5.3.4 della norma, si considera un fattore di 1.5x per i valori di riferimento per gli impianti ferroviari esistenti [...] Pertanto il numero dei superamenti effettivi dei valori di riferimento è inferiore a quanto indicato nello studio, così come è minore l'entità dei superamenti"*.

Si precisa che i valori di riferimento utilizzati per lo studio fonico sono quelli fissati dalla Norma DIN 4150-2 che disciplina questo ambito tecnico mentre l'incremento generalizzato del 50% dei valori limite indicato nella risposta UFAM deriva dall'interpretazione della possibilità concessa dalla Norma di aumentare i limiti ammissibili per le linee ferroviarie fuori terra usate anche per il traffico merci (cfr. *Norma DIN 4150-2, Punto 6.5.3.4*) a patto di rispettare una soglia di accettabilità che deve essere stabilita caso per caso in base a criteri quali l'evoluzione storica delle immissioni, il livello e frequenza di superamento dei valori di riferimento e l'obbligo di tolleranza reciproco tra residenti e ferrovia.

L'incremento generalizzato del 50% considerato da FFS in accordo con l'UFAM è contemplato dalla Norma ma limitatamente alle sole linee ferroviarie fuori terra destinate al trasporto pubblico locale (cfr. *Norma DIN 4150-2, punto 6.5.3.3*) e non riguarda le linee destinate al traffico merci.

Inoltre, come indicato dalla Direttiva per la valutazione di vibrazioni e di rumori trasmessi per via solida da impianti per il trasporto su binari, *"con il rispetto dei valori d'immissione indicativi stabiliti dalla DIN 4150-2 è possibile evitare che le persone vengano esposte a disturbi rilevanti. Detto obiettivo corrisponde ai principi della legge sulla protezione dell'ambiente e dell'ordinanza contro l'inquinamento fonico"* (cfr. *VVRTB, Allegato A, Punto A.3 Vibrazioni*).

Nelle valutazioni eseguite si è quindi fatto riferimento ai valori limite fissati dalla Norma DIN 4150-2 per poter dare un'indicazione oggettiva di quante persone sono esposte a disturbi rilevanti rispettando così anche i principi della LPAmb e dell'OIF.

È stato comunque eseguito un aggiornamento delle valutazioni applicando l'incremento del 50% dei valori di riferimento A_r e A_v considerando la somma del traffico viaggiatori e merci ed eseguendo la normalizzazione delle immissioni sulla base del traffico annuale come indicato nella risposta UFAM.

Si precisa comunque che le valutazioni contenute nella relazione tecnica (cfr. *Documento 2656-RT-001a del 30 agosto 2021*) già consideravano una normalizzazione sul traffico annuale a differenza di quanto indicato nella risposta UFAM e che le valutazioni delle vibrazioni erano state eseguite suddividendo i valori globali in valori parziali per le diverse categorie di treno per fornire al Committente una chiara visione della problematica dei treni merci che rappresentano la principale fonte di vibrazioni.

Di seguito (cfr. *Tabella 1*) si presentano i risultati ottenuti utilizzando i dati rilevati con la campagna di misurazioni effettuata nell'anno 2020 normalizzandoli sulla base dei più recenti dati di traffico dell'anno 2021 per il tratto ferroviario tra la località Giustizia ed Osogna-Cresciano che comprende l'intero abitato di Osogna:

- treni Tilo: media giornaliera di 79.9 nel periodo diurno e 11.4 nel periodo notturno;
- treni EC/IC: media giornaliera di 80.6 nel periodo diurno e 10.1 nel periodo notturno;
- treni merci: media giornaliera di 53.1 nel periodo diurno e 37.7 nel periodo notturno.

L'utilizzo dei dati più aggiornati ha permesso di considerare l'incremento del traffico ferroviario che è stato registrato sulla tratta ferroviaria in oggetto negli ultimi anni che ha visto aumentare il numero medio giornaliero di treni viaggiatori in transito da 142.7 del biennio 2018-2019 a 182.0 dell'anno 2021 (corrispondente ad un incremento del +27.6%) e del numero di treni merci in transito da 88.8 del biennio 2018-2019 a 90.8 dell'anno 2021 (corrispondente ad un incremento del numero di treni merci del +2.3% e ad un incremento della lunghezza dei treni merci del +14.8% per un incremento globale delle merci trasportate del +16.6%).



Tabella 2. Analisi delle vibrazioni e confronto con i limiti della Norma DIN 4150-2.

edificio misurato		929B	759H	178A	796B	668A	918A	709A
distanza dalla linea		~11.0 m	~14.5 m	~18.0 m	~21.5 m	~25.0 m	~28.5 m	~32.0 m
per. diurno	KB _{FTmax}	1.17 <i>A_u<KB_{FTmax}<A₀</i>	1.03 <i>A_u<KB_{FTmax}<A₀</i>	0.56 <i>A_u<KB_{FTmax}<A₀</i>	0.23 <i>A_u<KB_{FTmax}<A₀</i>	0.25 <i>A_u<KB_{FTmax}<A₀</i>	0.09 <i>KB_{FTmax}<A_u</i>	0.07 <i>KB_{FTmax}<A_u</i>
	KB _{FTTr}	0.256 <i>KB_{FTTr} > A_r</i>	0.109 <i>KB_{FTTr} > A_r</i>	0.081 <i>KB_{FTTr} > A_r</i>	0.038 <i>KB_{FTTr} < A_r</i>	0.041 <i>KB_{FTTr} < A_r</i>	-	-
	esito	superato	superato	superato	rispettato	rispettato	rispettato	rispettato
per. notturno	KB _{FTmax}	1.50 <i>KB_{FTmax}>A₀</i>	0.64 <i>KB_{FTmax}>A₀</i>	0.75 <i>KB_{FTmax}>A₀</i>	0.27 <i>A_u<KB_{FTmax}<A₀</i>	0.19 <i>A_u<KB_{FTmax}<A₀</i>	0.11 <i>KB_{FTmax}<A_u</i>	0.05 <i>KB_{FTmax}<A_u</i>
	KB _{FTTr}	-	-	-	0.038 <i>KB_{FTTr} < A_r</i>	0.034 <i>KB_{FTTr} < A_r</i>	-	-
	esito	superato	superato	superato	rispettato	rispettato	rispettato	rispettato

Nel periodo diurno si osserva che:

- presso gli edifici 929B, 759H e 178A i valori KB_{FTmax} sono compresi tra il valore minimo A_u ed il valore massimo A₀, pertanto si effettua la verifica del valore KB_{FTTr} rispetto al parametro A_r il quale viene superato nonostante l'incremento del +50% come da prassi UFAM;
- presso gli edifici 796B e 668A i valori KB_{FTmax} sono compresi tra il valore minimo A_u ed il valore massimo A₀, pertanto si effettua la verifica del valore KB_{FTTr} rispetto al parametro A_r il quale non verrebbe superato anche senza l'incremento del +50% come da prassi UFAM;
- presso gli edifici 918A e 709A i valori KB_{FTmax} sono inferiori al valore minimo A_u.

Nel periodo notturno si osserva che:

- presso gli edifici 929B, 759H e 178A i valori KB_{FTmax} sono superiori al valore massimo A₀;
- presso gli edifici 796B e 668A i valori KB_{FTmax} sono compresi tra il valore minimo A_u ed il valore massimo A₀, pertanto si effettua la verifica del valore KB_{FTTr} rispetto al parametro A_r il quale non verrebbe superato anche senza l'incremento del +50% come da prassi UFAM;
- presso gli edifici 918A e 709A i valori KB_{FTmax} sono inferiori al valore minimo A_u.

Sulla base dei dati presentati, le prescrizioni della Norma DIN 4150-2 non vengono rispettate per gli edifici 929B, 759H e 178A sia nel periodo diurno dove KB_{FTTr} > A_r che nel periodo notturno dove KB_{FTmax}>A₀. Nel periodo notturno i limiti normativi vengono superati indipendentemente dall'applicazione della prassi UFAM di incremento del 50% dei valori limite in quanto tale prassi non riguarda il parametro A₀.

La Norma DIN 4150-2, pur specificando che per valori KB_{FTmax} > A₀ i requisiti non sono soddisfatti, precisa anche che, nel periodo notturno ed in presenza di linee ferroviarie in superficie, è permesso superare il valore A₀ se ciò si verifica raramente e se non si supera in nessun caso il valore di KB_{FTmax} = 0.6 (cfr. *Norma DIN 4150-2, punto 6.5.3.5*). Presso gli edifici 929B, 759H e 178A, nel periodo notturno si verificano entrambe le situazioni (KB_{FTmax} > A₀ e KB_{FTmax} > 0.6) e quindi, ai sensi della Norma DIN 4150-2, per questi edifici "deve essere individuata il più rapidamente possibile la causa [delle vibrazioni] e deve essere risolta" (cfr. *Norma DIN 4150-2, punto 6.5.3.5*).

Alla luce di queste considerazioni, si può concludere che il traffico ferroviario registrato nel 2021 ha comportato il superamento dei limiti fissati dalla Norma DIN 4150-2 e che quindi le persone residenti negli edifici situati ad una distanza dalla linea ferroviaria inferiore ai 18-20 metri sono esposte a disturbi rilevanti.

La soglia di 18-20 metri può variare in funzione dell'andamento del traffico: un incremento di 25 treni merci nel periodo notturno dai 37.7 registrati nel 2021 a 62.7 comporterebbe il superamento dei limiti normativi (senza considerare l'incremento del 50%) anche presso l'edificio 796B. Nel prossimo futuro l'incremento del traffico potrebbe spingersi anche oltre visto che FFS per l'anno 2035 prevede di raggiungere sulla tratta ferroviaria in oggetto una quota di 102 treni merci nel periodo notturno (cfr. *RIA Nuovo stabilimento industriale ferroviario*) corrispondenti ad un incremento del +170% rispetto all'anno 2021.



1.3. Qualità della vita

Sia il Municipio che il nostro studio d'ingegneria hanno sempre indicato che i parametri individuati dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) hanno un carattere di raccomandazione e non hanno un valore legale in Svizzera.

Comunque, come indicato nel rapporto "*Environmental noise guidelines for the European Region*", la OMS indica che esistono delle evidenze scientifiche di manifestazioni di disturbi sulla salute rispettivamente di disturbi del sonno quando i limiti di esposizione al rumore descritti nel documento vengono superati.

Questi limiti quindi, pur non avendo un valore normativo, devono essere interpretati come raccomandazioni per proteggere la salute umana dall'esposizione al rumore ambientale.

I risultati che sono stati ottenuti con la campagna di misurazioni hanno dimostrato come i limiti raccomandati dall'OMS siano ampiamente superati presso tutti gli edifici considerati con le misurazioni con delle differenze di almeno 10 dB in edifici situati a circa 30 metri di distanza dalla ferrovia.

Si può pertanto ritenere che il rumore generato dal transito dei treni possa provocare degli effetti negativi sul sonno e sulla salute di una buona parte della popolazione che risiede nelle vicinanze della ferrovia.

2. Considerazioni per il futuro

2.1. Scenario 2050

Durante la realizzazione delle valutazioni si è potuto osservare che esiste una certa dicotomia tra la verifica del rispetto normativo e l'evoluzione della rete ferroviaria: mentre le analisi sono state eseguite con dati di traffico, modelli di calcolo e limiti normativi del passato (Ordinanza OIF per la valutazione del rumore del 1986 e Direttiva VVRTB e Norma DIN 4150-2 per la valutazione delle vibrazioni del 1999), per la rete ferroviaria svizzera esistono progetti di espansione che si pongono orizzonti temporali sino all'anno 2050.

Per esempio, per il traffico merci sulla linea in questione i progetti di sviluppo in corso prevedono l'espansione del fabbisogno a 6 tracce per ora e direzione nell'anno 2030 (cfr. *Fase di ampliamento PROSSIF FA 2030*) delle quali nel 2035 alcune saranno destinate alla rete merci Express per poter aumentare la velocità dei trasporti (cfr. *Fase di ampliamento PROSSIF FA 2035*).

Per l'anno 2050 è previsto di migliorare l'accesso delle merci alla ferrovia grazie alla realizzazione di piattaforme di trasbordo intermodali e impianti di logistica urbana (cfr. *FERROVIA 2050*) che dovrebbe permettere di incrementare del 60% le merci trasportate su ferrovia (cfr. *Progetto Suisse Cargo Logistics*).

Dal punto di vista normativo invece si andrà incontro ad una revisione dell'Ordinanza OIF che potrebbe portare ad una riduzione dei limiti massimi come raccomandato dalla Commissione federale per la lotta contro il rumore.

Se quindi in futuro le immissioni foniche aumenteranno ed i limiti normativi potrebbero diminuire rispetto allo scenario odierno, le valutazioni eseguite devono essere considerate come una fotografia della situazione attuale utilizzando limiti normativi giudicati ormai obsoleti.

Per questo motivo, per proiettare anche le valutazioni eseguite verso orizzonti temporali futuri, è stata effettuata una stima di come potranno presumibilmente cambiare i parametri delle diverse normative analizzate partendo da una stima di quello che potrà essere il traffico ferroviario futuro.

In particolare è stata posta particolare attenzione alla frazione del traffico merci in quanto le misurazioni eseguite hanno dimostrato come sia la responsabile della quasi totalità delle emissioni di rumore e vibrazioni.

Il numero di treni merci in transito è variabile nel corso degli anni in quanto soggetto alle richieste del mercato ma la tendenza degli ultimi anni è chiaramente rivolta al rialzo con un continuo incremento delle merci trasportate che, per la tratta ferroviaria Osogna - Cresciano in questione, tra il biennio 2018-2019 e l'anno



2021 ha fatto segnare un aumento del +2.3% del numero di treni merci ed un +16.6% della lunghezza totale dei veicoli merci in transito (cfr. *Portale statistico FFS*).

Le prospettive per il futuro sembrano delineare un ulteriore aumento del traffico merci nella zona in questione per diversi motivi:

- sebbene il carico di merci che attraversano le Alpi sia stabile da alcuni anni ad un livello di circa 39-40 milioni di tonnellate annuali, estrapolando i dati dalle più recenti stime per il futuro (cfr. *Documento "Perspektive Bahn 2050" redatto nell'ottobre 2021 su mandato dell'Ufficio federale dei trasporti*) si prevede per il 2050 un incremento compreso tra +25% e +38% sino a raggiungere la quota di circa 50-54 milioni di tonnellate all'anno delle quali circa 43-47 milioni gestite dalla ferrovia e circa 7.2 milioni dai veicoli stradali;
- la quota di merci che si muove su ferrovia sta continuamente guadagnando peso rispetto a quella che si muove su strada con un incremento di 11 punti percentuali in 10 anni passando dal 64% del 2012 al 75% del 2021 (cfr. *Figura 1*);
- la Legge sul trasferimento del traffico merci (LTrasf) ha fissato l'obiettivo di un massimo di 650mila transiti annuali di veicoli pesanti attraverso le Alpi il quale dovrebbe essere stato raggiunto al più tardi due anni dopo l'avvio dell'esercizio della galleria di base del San Gottardo e quindi entro l'anno 2019. Questo obiettivo non è stato raggiunto ma negli ultimi anni si è registrata una lenta ma continua diminuzione dei veicoli pesanti in transito sulle strade in quanto sono stati trasferiti su rotaia (cfr. *Figura 2*);
- il tunnel ferroviario del San Gottardo è ancora sottoutilizzato (transito medio di 89 treni merci al giorno nel 2021 rispetto al massimo di 210 treni merci giornalieri consentiti fino al 2022 ed ai 260 treni merci giornalieri consentiti dal 2023);
- il nuovo stabilimento industriale ferroviario di Castione genererà un ulteriore incremento del traffico che le FFS hanno stimato sarà pari al +59.1% nell'anno 2035 rispetto al 2015 determinato da un incremento del +45.6% dei treni viaggiatori e del +72.4% dei treni merci.

Tralasciando il numero di tracce del tunnel del San Gottardo che si riferisce alla capacità massima della linea ed i dati indicati da FFS (cfr. *RIA Nuovo stabilimento industriale ferroviario di Castione*) in quanto possono essere computati quali treni merci anche locomotive e carri isolati, lo scenario 2050 è stato calcolato considerando l'aumento del volume di merci annuali ed il rispetto dell'obiettivo di transito massimo di 650mila veicoli pesanti attraverso le Alpi fissato dalla LTrasf.

Sulla base di queste premesse, si stima che nel 2050 il volume di traffico merci globale attraverso le Alpi sarà pari a circa 54.3 milioni di tonnellate all'anno delle quali 47.1 milioni gestite dai trasporti ferroviari e 7.2 milioni dai trasporti stradali (cfr. *Allegato, Figura 7*). Conseguentemente il numero di veicoli pesanti sulle strade si ridurrà a 650mila (cfr. *Allegato, Figura 8*) mentre il numero di treni merci previsti sulla linea ferroviaria nella tratta Osogna - Cresciano dovrebbe incrementare sino a circa 125 al giorno (cfr. *Allegato, Figura 9*).

In allegato (cfr. *Allegato, Figura 10*) si riporta la distribuzione, sulle tratte ferroviarie del Ticino, delle tonnellate lorde corrispondenti al peso complessivo di un treno merci (carri + locomotive) senza il carico effettivo di merci trasportate il quale rappresenta un buon indicatore dell'andamento del traffico merci.

Le tratte ferroviarie a cielo aperto sono evidenziate in grigio scuro e quelle in galleria in grigio chiaro in modo da poter rappresentare con un colore più forte quelle che generano le maggiori sollecitazioni di rumore e vibrazioni verso gli edifici. Si nota che la tratta ferroviaria compresa tra Giubiasco ed Osogna è quella più sollecitata in Ticino in quanto si concentrano in un'unica direttrice tutte le merci che a sud sono ripartite su più destinazioni (55% a Chiasso, 7% a Stabio e 39% a Luino) e che a nord scorrono all'interno della galleria del San Gottardo.

Nel corso degli ultimi anni, con l'apertura della galleria di base del Ceneri, buona parte del traffico merci che transitava tra Giubiasco e Lugano è stata spostata in galleria generando pertanto meno problemi alla popolazione. La tratta Giubiasco - Osogna rimane ad oggi quella di gran lunga più transitata dai convogli merci di tutto il Ticino e si prevede inoltre per il prossimo futuro un ulteriore incremento del traffico merci in circolazione.

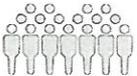
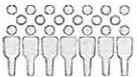


Lo scenario 2050 così elaborato è servito come base per calcolare come potranno presumibilmente cambiare in futuro i parametri delle diverse normative.

Di seguito (cfr. *Tabella 3*) si riportano i risultati delle valutazioni eseguite con i valori rilevati nell'anno 2020 e quelli stimati per l'anno 2050.

Per ognuno di essi si riporta la distanza dalla linea ferroviaria all'interno della quale ci si aspetta che le norme non siano rispettate ed il numero di persone residenti nel territorio comunale di Riviera che si stima siano esposte a delle immissioni superiori ai limiti normativi.

Tabella 3. Stima dell'incremento di popolazione esposta al rumore ed alle vibrazioni nel 2050 nel Comune di Riviera.

normativa valutata	stima popolazione esposta anno 2020		tendenza 2020/2050	stima popolazione esposta anno 2050	
	distanza	persone		distanza	persone
Ordinanza OIF (immissioni sonore all'esterno di finestre sensibili)	fino a ~20 m		+105%	fino a ~30 m	
Ordinanza OIF (traffico stradale nel periodo notturno)	-		-75%	-	
Norma SN 640 312 (danni agli edifici a causa delle vibrazioni)	fino a ~5 m	-	-	fino a ~5 m	-
Direttiva VVRTB (rumore interno a edifici trasmesso da vibrazioni)	fino a ~15 m		+65%	fino a ~20 m	
Norma DIN 4150-2 (vibrazioni sulle persone all'interno degli edifici)	fino a ~20 m		+90%	fino a ~30 m	
Linee guida OMS (effetti negativi sulla salute)	fino a ~50 m		+120%	fino a ~100 m	
Linee guida OMS (effetti negativi sul sonno)	fino a ~60 m		+120%	fino a ~120 m	

nella rappresentazione della stima delle persone esposte ogni icona corrisponde a circa 40 persone residenti

Come si evince dalla tendenza delineata dai dati riportati, nel comune di Riviera ci si attende in futuro un sensibile aumento della popolazione esposta a immissioni superiori ai livelli normativi con un incremento più marcato per i limiti riguardanti il rumore (Ordinanza OIF e Linee guida OMS) rispetto a quelli riguardanti le vibrazioni (Direttiva VVRTB e Norma DIN 4150-2).

Per contro si stima che l'esposizione al rumore generato dal traffico stradale nel periodo notturno sarà l'unico ambito in cui si registrerà un trend in controtendenza grazie al risanamento fonico delle strade cantonali.



2.2. Implementazione di soluzioni

Le misurazioni hanno dimostrato come le immissioni di rumore e vibrazioni superino in alcuni casi i limiti fissati dalle rispettive normative e raccomandazioni. Dato che per il prossimo futuro si delinea la tendenza di un netto aumento del traffico ferroviario e che non si intravede la realizzazione di eventuali interventi per la limitazione delle emissioni, la qualità della vita dei residenti nelle fasce limitrofe alla linea ferroviaria sarà destinata a peggiorare ulteriormente.

Indipendentemente dagli aspetti meramente tecnici trattati nei capitoli precedenti quali le deroghe concesse all'impianto ferroviario oppure alla questione legata al metodo di valutazione delle vibrazioni ai sensi della Norma DIN 4150-2, esiste un certo disagio tra la popolazione che trova riscontro nei dati rilevati.

I possibili interventi per la risoluzione alla fonte di questi problemi passano dalla realizzazione del progetto di aggiramento ferroviario della Riviera che è riportato nella scheda M6 del Piano direttore cantonale il quale prevede lo spostamento di tutto il traffico merci in una galleria di 9.8 km da realizzare tra Claro e Biasca. Lo stato di questo progetto è incerto ed anche il Cantone Ticino sembra avere tra le priorità altri progetti di aggiramento ferroviario quale quello di Bellinzona o del Gambarogno i quali, nel caso in cui fossero realizzati, potrebbero comportare una maggior appetibilità della ferrovia per il traffico merci e di riflesso un ulteriore peggioramento della situazione nel territorio comunale di Riviera.

La mitigazione della propagazione di rumore e vibrazioni potrebbe essere ottenuta con interventi di ottimizzazione dei ripari fonici o con il miglioramento delle caratteristiche della sottostruttura del rilevato ferroviario. Tali interventi necessitano però di investimenti cospicui e di lunghi tempi di progettazione e realizzazione.

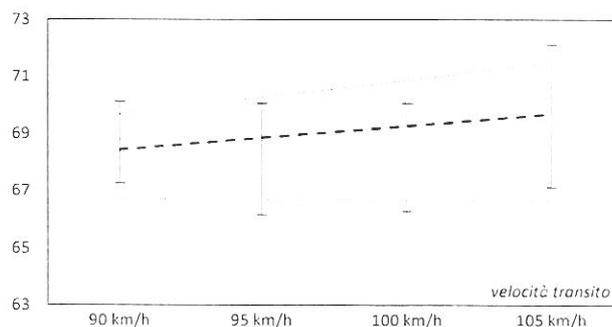
Un intervento implementabile nel breve termine è invece la riduzione della velocità di transito dei soli treni merci nei tratti in cui la linea ferroviaria attraversa i centri abitati per permettere di ridurre l'emissione di rumore e vibrazioni. Dal punto di vista operativo non sembra che esistano particolari controindicazioni a questa proposta dato che la riduzione della velocità dei treni merci lungo la Chiasso - Basilea si annovera tra le misure che FFS già mette in atto nel periodo notturno per ridurre il consumo energetico dei treni durante il loro percorso all'interno della galleria di base del San Gottardo (cfr. *Efficienza energetica alle FFS*).

Nel caso in oggetto, il tratto ferroviario tra gli abitati di Cresciano ed Osogna è lungo circa 5 km e viene di norma percorso dai treni merci ad una velocità media compresa tra i 90 km/h ed i 100 km/h. Fissare una velocità di percorrenza di circa 75 km/h su questo tratto significherebbe ridurre di circa 20 km/h la reale velocità di percorrenza comportando un allungamento del tempo di viaggio di circa 50 secondi corrispondente per esempio ad un incremento di circa 0.5% del tempo di viaggio tra Chiasso e Basilea.

Con i dati rilevati con le misurazioni è stata eseguita una valutazione preliminare degli effetti generati da una riduzione della velocità di percorrenza dei treni merci valutandone i possibili benefici.

Per quanto riguarda le emissioni foniche, in base alla valutazione preliminare dei dati rilevati, risulta che la limitazione della velocità dei treni merci a 75 km/h potrebbe portare ad una riduzione dei livelli di pressione sonora generati dai treni merci di circa 2 - 3 dB come riportato di seguito (cfr. *Figura 4*).

Figura 4. Livelli di pressione sonora L_{Aeq} in dB(A) rilevati presso un punto di misura espressi in funzione della velocità di transito dei treni.

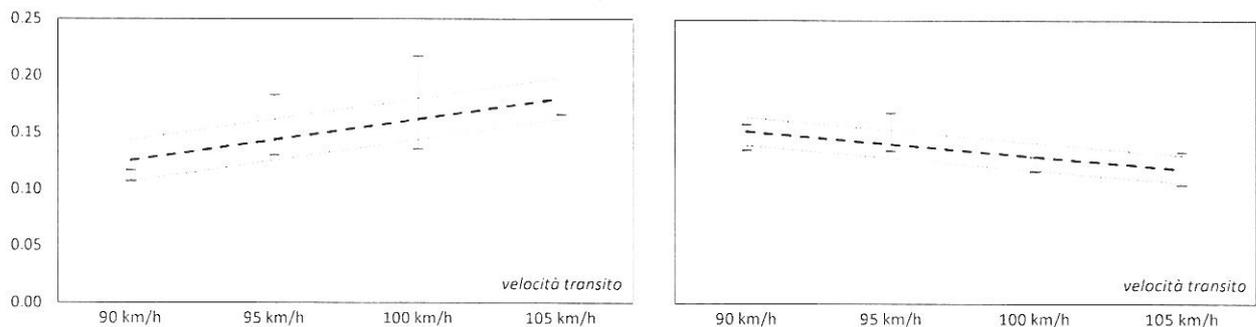




Sulla base dei risultati ottenuti con il modello di calcolo Semibel, la riduzione di 20 km/h della velocità di transito dei treni merci a 75 km/h comporterebbe una riduzione dei livelli di emissione sonora di circa 1.6 dB mentre la riduzione a 60 km/h comporterebbe una riduzione dei livelli di emissione sonora di circa 3.0 dB.

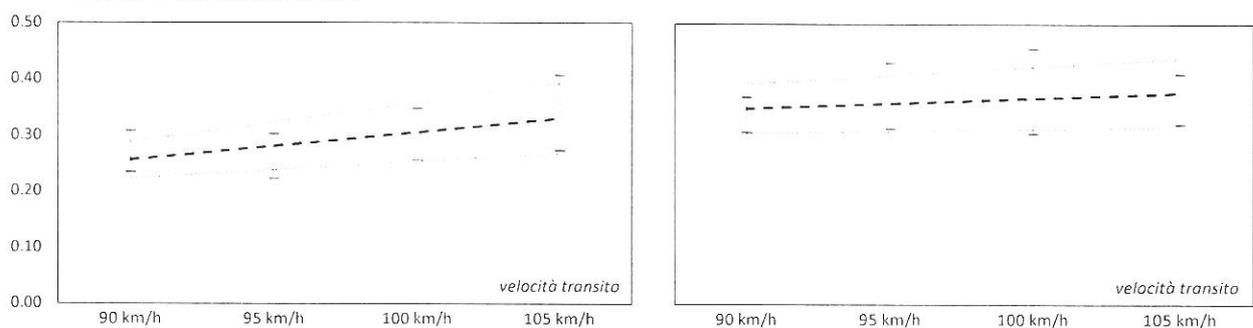
Anche per quanto riguarda le vibrazioni si evidenzia una diminuzione sollecitazioni registrate con la riduzione della velocità di transito dei treni merci ma si osservano anche delle tendenze contrastanti nel parametro KB sull'asse Z dove varia notevolmente fra i treni in direzione sud e nord (cfr. *Figura 5*).

Figura 5. Rappresentazione delle variazioni del parametro KB_{FTi} sull'asse Z in funzione della velocità di transito dei treni in direzione sud (a sinistra) ed in direzione nord (a destra).



Per quanto riguarda la velocità delle vibrazioni, si osserva una loro leggera diminuzione con la riduzione della velocità di percorrenza. Ci si potrebbe aspettare una riduzione di circa -20% / -25% delle velocità di vibrazione registrate con una riduzione della velocità a 60 km/h (cfr. *Figura 6*).

Figura 6. Velocità [mm/sec] delle vibrazioni rilevate sull'asse Y (a sinistra) e sull'asse Z (a destra) espresse in funzione della velocità di transito dei treni.



Si tratta di valutazioni ancora preliminari che comunque sembrano delineare una leggera diminuzione delle emissioni di rumore e vibrazioni con la riduzione della velocità di transito dei treni merci.



3. Conclusioni

La campagna di misurazioni effettuata alla fine dell'anno 2020 dallo studio d'ingegneria Bonalumi Ferrari Partner SA ha permesso di dimostrare che il transito ferroviario causa un certo disagio ai residenti degli edifici situati nella fascia limitrofa ai binari confermando le indicazioni riportate nei reclami di alcuni cittadini rivolti al Municipio. Sono state analizzati i dati relativi a tre tematiche:

- a) Rumore. Presso alcuni edifici i livelli di valutazione misurati sono superiori ai limiti massimi dell'Ordinanza OIF ma sono inferiori rispetto ai valori fissati con il progetto di risanamento fonico presentato da FFS. Sebbene la facilitazione degli impianti ferroviari sia stata eseguita applicando un metodo di valutazione standardizzato per tutta la Svizzera, il confronto tra diversi progetti di risanamento ha dimostrato come il territorio comunale di Riviera presenta una maggior percentuale di edifici in cui sono stati derogati i valori d'allarme. Le deroghe concesse permettono di raggiungere dei livelli d'immissione che presso alcuni edifici superano la soglia oltre la quale il rumore disturba sensibilmente il benessere della popolazione esposta;
- b) Vibrazioni. Il traffico ferroviario genera, presso alcuni degli edifici analizzati, delle vibrazioni che superano i limiti fissati dalla Norma DIN 4150-2. Il rispetto di tali limiti permette di evitare che le persone vengano esposte a disturbi rilevanti e, come indicato nella Direttiva VVRTB, detto obiettivo corrisponde ai principi della legge sulla protezione dell'ambiente e dell'ordinanza contro l'inquinamento fonico;
- c) Qualità della vita. Sebbene i parametri individuati dall'Organizzazione mondiale della sanità non abbiano un valore legale in Svizzera, si può concludere che i livelli sonori generati dal transito ferroviario superano quelli raccomandati dall'OMS e quindi provocano degli effetti negativi sul sonno e sulla salute di una buona parte della popolazione che risiede nelle vicinanze della ferrovia.

Le analisi effettuate hanno dimostrato che le persone residenti presso alcuni edifici situati nelle vicinanze della linea ferroviaria sono sottoposte a delle sollecitazioni superiori a quanto indicato dalle rispettive normative settoriali. Mentre tali superamenti sono stati valutati sulla base di normative di circa 25-35 anni fa che in alcuni casi sono già state giudicate obsolete, la progettazione dello sviluppo della linea ferroviaria si spinge verso l'orizzonte temporale del 2050 prevedendo un forte aumento del traffico. Per questo motivo ci si attende in futuro un sensibile aumento della popolazione esposta a immissioni superiori ai livelli normativi.

Gli interventi costruttivi per risolvere alla fonte il problema come la costruzione della galleria di aggiramento ferroviario della Riviera o per mitigare la propagazione di rumore e vibrazioni come il miglioramento dei ripari fonici o della sottostruttura del rilevato ferroviario sono concretizzabili solamente nel medio-lungo periodo. Un intervento realizzabile nel breve periodo potrebbe essere la riduzione della velocità di transito dei treni merci nel periodo notturno, misura operativa che, da un'analisi preliminare dei dati rilevati, sembra dimostrare una leggera diminuzione delle immissioni con il rallentamento della velocità di percorrenza della tratta ferroviaria.

Con stima

Bonalumi Ferrari Partner SA Studio d'ingegneria

Ing. Flavio Bonalumi

Arch. Stefano Pedersoli



Allegati

Figura 7. Milioni di tonnellate di carico attraverso le Alpi suddivise per ferrovia (grigio scuro) e strada (grigio chiaro).

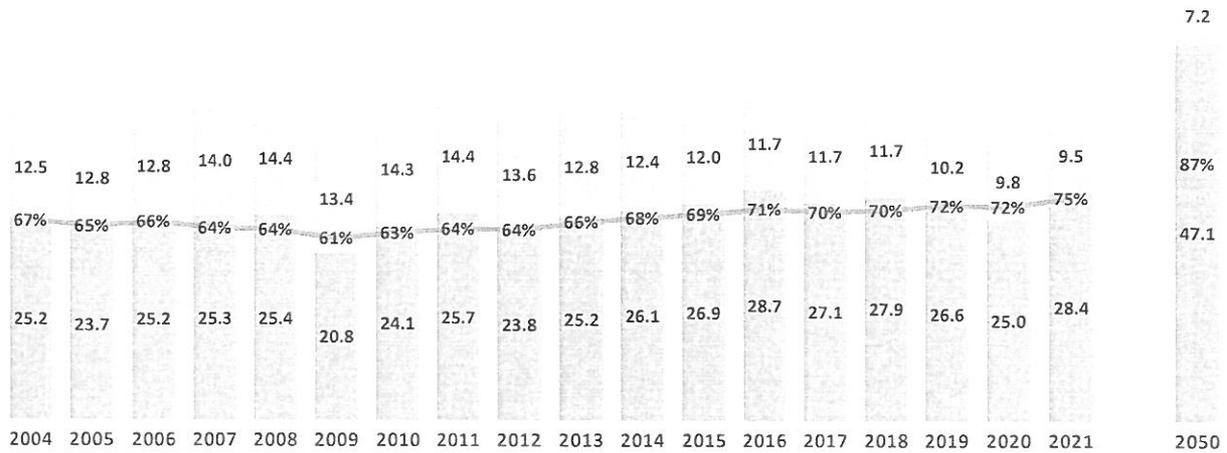


Figura 8. Numero dei veicoli pesanti all'anno (x 1000) in transito sulle strade attraverso le Alpi.

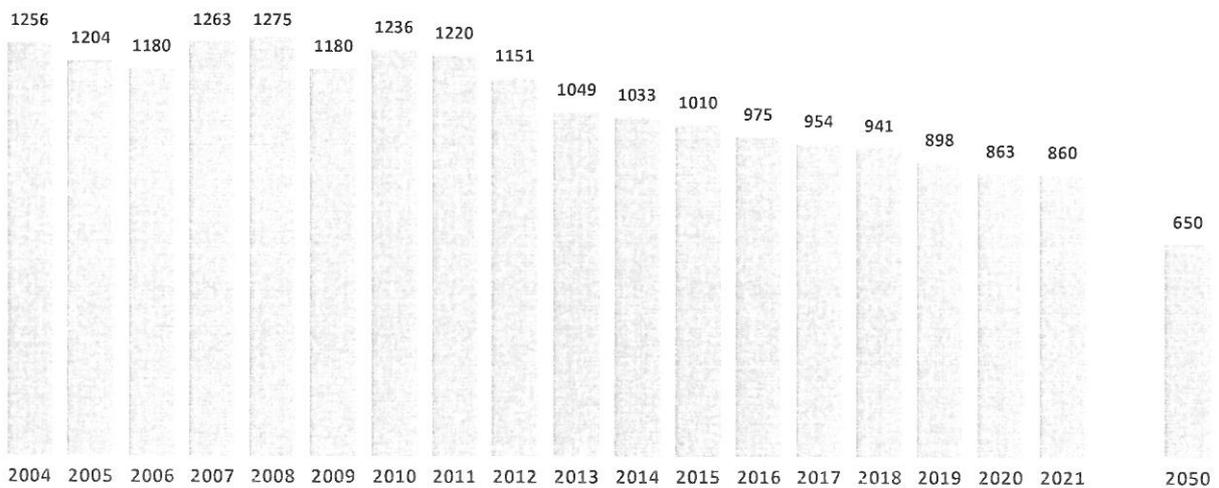
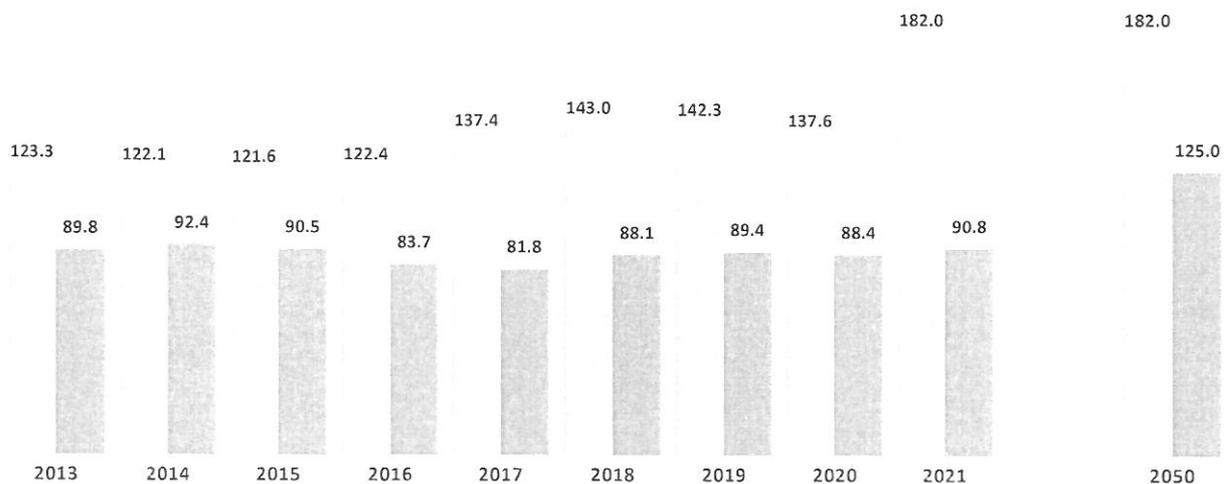


Figura 9. Numero giornaliero di treni viaggiatori (grigio chiaro) e merci (grigio scuro) in transito sulla tratta in oggetto.





Allegati

Figura 10. Confronto tra i dati del traffico merci in Ticino nel biennio 2018-2019, nell'anno 2021 e dello scenario futuro.

