

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

EQUIPEMENTS – IMPIANTI

VENTILATION – VENTILAZIONE
GENERALITES – GENERALE
TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE

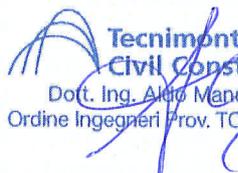
ETUDE ACOUSTIQUE DES USINES DE VENTILATION STUDIO ACUSTICO DELLE CENTRALI DI VENTILAZIONE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09/11/2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0	L. AGNESE (SETEC)	M.PIHOUEE. C. OGNIBENE	M.FORESTA M. PANTALEO
A	31/12/2012	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	L. AGNESE (SETEC)	M.PIHOUEE. C. OGNIBENE	M.FORESTA M. PANTALEO
B	08/02/2013	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	L. AGNESE (SETEC)	M.PIHOUEE. C. OGNIBENE	M.FORESTA M. PANTALEO

COD E DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	1	4	4	5	B		A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	Statut / Stato		Type / Tipo					

ADRESSE GED INDIRIZZO GED		//	//	40	01	26	10	06
------------------------------	--	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-


Tecnimont
Civil Construction
Dott. Ing. Aldo Mandarola
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R




LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 0343956952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	4
1. INTRODUZIONE	5
2. DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA	6
2.2.1 <i>Parte italiana della tratta internazionale</i>	6
2.2.2 <i>Parte francese della tratta internazionale</i>	7
2.3.1 <i>Ventilatori e spettro acustico teorico</i>	7
2.3.2 <i>Reti</i>	8
2.3.3 <i>Silenziatori</i>	8
3 SCENARI DI VENTILAZIONE CONSIDERATI.....	8
4 CALCOLO DEI LIVELLI DI POTENZA ACUSTICI DI BASE DEI VENTILATORI... 10	
5 CALCOLO DEL LIVELLO DI PRESSIONE GLOBALE AL CONFINE DI PROPRIETÀ DELLA CENTRALE DI VENTILAZIONE.....	10
6 DIMENSIONAMENTO DEI SILENZIATORI ACUSTICI	11
7 CALCOLI ACUSTICI PER LA CENTRALE DI VENTILAZIONE DI SAINT-MARTIN LA PORTE	13
8 CALCOLI ACUSTICI PER LA CENTRALE DI VENTILAZIONE DI LA PRAZ	15
9 CALCOLI ACUSTICI PER LA CENTRALE DI VENTILAZIONE DI MODANE	18
10 CALCOLI ACUSTICI PER LA CENTRALE DI VENTILAZIONE DI AVRIEUX	19
11 CALCOLI ACUSTICI PER LA CENTRALE DI VENTILAZIONE DELLA VAL CLAREA	21
12 CALCOLI ACUSTICI PER LA CENTRALE DI VENTILAZIONE DELLA MADDALENA	22
13 CONCLUSIONI DELLO STUDIO	24

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Criteri acustici lato Italia	7
Tabella 2 – Criteri acustici lato Francia	7
Tabella 3 - Correzione acustica	8
Tabella 4 – Potenza acustica di base dei ventilatori del tunnel di base.....	10
Tabella 5 – Potenza acustica di base dei ventilatori delle discenderie	10
Tabella 6 – Attenuazione dei silenziatori	11
Tabella 7 – Rigenerazione dei silenziatori	12
Tabella 8 – Caratteristiche della rete aerea di Saint Martin la Porte	13
Tabella 9 – Potenza acustica dei ventilatori principali dell'area di Saint Martin la Porte	13
Tabella 10 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori del tunnel di base.....	14

Tabella 11	– Potenza acustica dei ventilatori di mandata dell'area di Saint-Martin la Porte	14
Tabella 12	– Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori della discenderia	15
Tabella 13	– Caratteristiche della rete aeraulica di La Praz	15
Tabella 15	– Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori del tunnel di base	16
Tabella 17	– Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori della discenderia	17
Tabella 20	– Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori della discenderia	19
Tabella 23	– Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori del tunnel di base	21
Tabella 24	– Caratteristiche della rete aeraulica della Val Clarea	21
Tabella 26	– Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori del tunnel di base	22
Tabella 27	– Caratteristiche della rete aeraulica della Maddalena	23
Tabella 29	– Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori della galleria	24
Tabella 30	– Risultati dei calcoli acustici	24

RESUME/RIASSUNTO

La présente note examine la contribution acoustique des usines de ventilation et de refroidissement extérieures du tunnel de base.	La presente nota esamina il contributo acustico delle centrali di ventilazione e di raffreddamento esterne del tunnel di base.
Les critères à respecter, définis par le lot B4, dans le cadre des études d'APR/PD, s'expriment sous la forme d'une pression acoustique maximale à ne pas dépasser en limite de propriété.	I criteri da rispettare, definiti dal lotto B4, durante gli studi di APR/PD, si esprimono sotto forma di pressione acustica massima da non superare ai confini della proprietà.
Les calculs montrent qu'il est nécessaire d'équiper toutes les usines de silencieux dans les gaines de ventilation, mais que la faisabilité de ce principe est toujours assurée.	I calcoli mostrano che è necessario dotare tutte le centrali di silenziatori nei condotti, ma che la fattibilità di questo principio è sempre assicurata.

1. Introduzione

1.1 Descrizione generale del Progetto

Il governo italiano e quello francese hanno deciso di intraprendere la realizzazione di una nuova linea ferroviaria tra Torino e Lione. Il progetto consiste principalmente nel predisporre un itinerario merci più efficiente per valicare le Alpi, con lo specifico obiettivo di limitare il traffico stradale che transita in queste aree ecologicamente sensibili.

La nuova linea avrà inoltre un forte impatto sul trasporto dei passeggeri, nella misura in cui collegherà la rete italiana e francese ad alta velocità, offrendo tempi di percorso ridotti tra il dipartimento francese della Savoia e il Piemonte, due regioni frontaliere particolarmente attrattive.

Per quanto l'opera sia suddivisa in tre sezioni, di cui due nazionali, il nostro studio prende in esame unicamente la parte comune italo-francese, detta "sezione internazionale" tra Saint-Jean de Maurienne e l'interconnessione con la linea storica di Bussoleno.

La sezione presa in esame avrà una lunghezza totale di circa 60 chilometri e sarà costituita dalle seguenti opere principali:

- I collegamenti alla linea storica di Saint Jean de Maurienne,
- Il tunnel di base di 57,517 km,
- La stazione internazionale di Susa,
- L'interconnessione con la linea storica a Bussoleno tramite una galleria lunga 2 km.

1.2 Contenuto dello studio

La presente nota costituisce lo studio acustico dei sistemi di ventilazione/estrazione dei fumi del tunnel di base e delle discenderie del collegamento ferroviario Torino-Lione.

1.3 Documenti di riferimento

I documenti di riferimento del presente studio sono elencati nel documento « PD2_C2B_1420_40-01-00_10-04_Nota metodologica ventilazione».

Sono completati dalle seguenti note:

- PD2_C1_0012_45-03-00_10-01_ Apparecchiature e impianti di sicurezza nelle gallerie e nelle discenderie ind.B
- PD2_C2B_1440_40-01-26_10-01 – Studio degli scenari di estrazione dei fumi del tunnel di base
- PD2_C2B_1441_40-01-26_10-02 – Studio della ventilazione sanitaria del tunnel di base
- PD2_C2B_1442_40-01-26_10-03 – Analisi funzionale della ventilazione del tunnel di base
- PD2_C2B_1444_40-01-26_10-04 – Studio tecnologico degli impianti di ventilazione del tunnel di base
- PD2_C2B_1421_40-01-00_10-05 – Studio della ventilazione e dell'estrazione dei fumi delle discenderie
- PD2_C2B_1422_40-01-00_10-04 – Analisi funzionale della ventilazione delle discenderie
- PD2_C2B_1423_40-01-00_10-07 – Studio tecnologico degli impianti della ventilazione delle discenderie
- PD2_C2B_1461_40-01-41_30-02 – Piani guida della centrale di ventilazione di Saint-Martin la Porte
- PD2_C2B_1471_40-01-43_30-02 – Piani guida della centrale di ventilazione di La Praz

- PD2_C2B_1491_40-01-45_30-02 – Piani guida della centrale di ventilazione di Modane
- PD2_C2B_1521_40-01-48_30-02 – Piani guida della centrale di ventilazione della Maddalena

- PD2_C2B_1481_40-01-44_30-02 – Piani guida della centrale di ventilazione di Avrieux
- PD2_C2B_1510_40-01-47_30-01 – Piani guida della centrale di ventilazione della Val Clarea

Hanno servito come base per questo studio anche i due documenti riportati sotto:

- “Woods Practical Guide to Fan Engineering”;
- “Woods Practical Guide to Noise Control” Fifth Edition.

Normativa applicabile:

- Decreto del presidente del consiglio dei ministri 1° marzo 1991 – Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno
- Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières (*provvedimento relativo al rumore delle infrastrutture stradali*)
- Décret no 95-408 du 18 avril 1995 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (*decreto relativo alla lotta contro i rumori ambientali e che modifica il codice della salute pubblica*)
- NF S 31-057 – Acustica – Verifica della qualità acustica degli edifici

2. Definizione della metodologia

2.1 Approccio globale

I criteri acustici da rispettare sono i livelli massimi di pressione acustica da non superare previsti per i frontisti (popolazione esposta), la cui sorgente di emissione è l’insieme dei circuiti di ventilazione della centrale considerata per lo scenario di funzionamento adottato.

Viene considerato sorgente ogni circuito. La risultante potenza acustica globale è di conseguenza pari alla somma delle potenze acustiche risultanti dalle diverse sorgenti della centrale in esame.

Il criterio da rispettare è una pressione acustica massima, occorre quindi calcolare la pressione acustica risultante, ai confini della proprietà, a partire dalla potenza acustica globale.

Paragonando la risultante pressione acustica globale ai confini della proprietà alla massima pressione acustica ammissibile, possiamo fornire conclusioni sulla necessità di installare dei silenziatori sui circuiti aeraulici e definirne l’attenuazione totale richiesta.

2.2 Requisiti acustici – criteri da rispettare

2.2.1 PARTE ITALIANA DELLA TRATTA INTERNAZIONALE

Per le centrali di ventilazione situate sul lato italiano, i criteri acustici figurano nella tabella seguente e corrispondono alla pressione acustica massima ammessa ai confini della proprietà, emessa dalle centrali di ventilazione per le stazioni della Val Clarea e la Maddalena.

Località – Centrale di ventilazione	Contributo dell'impianto [Lp in dB(A)]	
	Di giorno (7h – 22h)	Di notte (22h – 7h)
Val Clarea	50	40
Maddalena	50	40

Tabella 1 – Criteri acustici lato Italia

2.2.2 PARTE FRANCESE DELLA TRATTA INTERNAZIONALE

Per le centrali di ventilazione situate sul lato francese, i criteri acustici sono riassunti nella tabella sotto. Per ogni località viene menzionato il contributo sonoro dell'impianto (pressione acustica massima ammessa al confine della proprietà) calcolato sulla base del livello sonoro dello stato iniziale e dell'emergenza autorizzata (secondo la normativa sul controllo dell'inquinamento acustico provocato dagli impianti classificati).

Località – Centrale di ventilazione	Contributo dell'impianto [Lp in dB(A)]	
	Di giorno (7h – 22h)	Di notte (22h – 7h)
St Martin la Porte	60	48
La Praz	54	45
Modane	51	38
Avrieux	54	46

Tabella 2 – Criteri acustici lato Francia

2.3 Metodologia

2.3.1 VENTILATORI E SPETTRO ACUSTICO TEORICO

Le potenze acustiche nei condotti dei ventilatori sono determinate da un rapporto generale portata/pressione applicato ai ventilatori assiali (vedi “Woods practical Guide to Fan Engineering” Capitolo 10.2.2. The Fan Laws for Sound Power).

Il livello di potenza è calcolato come segue:

$$L_w = 30 + 10 \times \text{Log}(Q) + 22,5 \times \text{Log}(P)$$

In cui

- Q: portata del ventilatore in m³/s
- P: pressione totale del ventilatore in Pa

Questa formula è valida per la maggior parte dei ventilatori assiali il cui rendimento aeraulico è vicino all'80%. Può essere utilizzata per tutti i regimi di funzionamento compresi tra il 30% e il 100% sulle reti a geometria costante e i ventilatori a pale fisse.

Lo spettro della potenza acustica nel condotto di un ventilatore viene calcolato a partire dal livello di potenza, funzione della portata e della pressione del ventilatore, a cui viene aggiunta una correzione per ogni banda di ottava (vedi «Woods practical Guide to Noise Control»).

La correzione aggiunta per banda di ottava, per i ventilatori assiali, è la seguente:

Banda di ottava Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Correzione (dB)	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18

Tabella 3 - Correzione acustica

Rispetto ai dati forniti dai costruttori, la formula del livello di potenza indicata sopra è più penalizzante, soprattutto per le basse frequenze (le più difficili da attenuare con i silenziatori). Per sicurezza, si è quindi deciso di applicare questa formula nei calcoli successivi.

2.3.2 RETI

Le attenuazioni proprie delle reti sono trascurate.

In effetti, le diverse tratte di una rete (tratte rettilinee, gomiti, ...) inducono delle attenuazioni acustiche la cui stima precisa è delicata, soprattutto per le basse frequenze che costituiscono in generale il criterio di dimensionamento delle protezioni acustiche.

Inoltre, l'ottimizzazione aeraulica delle reti, ad esempio usando delle palettature per i gomiti bruschi, è controproducente dal punto di vista dell'ottimizzazione acustica delle reti. È quindi preferibile non tenere conto dell'attenuazione propria delle reti.

2.3.3 SILENZIATORI

I silenziatori utilizzati sono silenziatori a setti paralleli.

Per i silenziatori a setti, l'attenuazione dipende dallo spessore della lama d'aria e dalla lunghezza del silenziatore, mentre per quanto riguarda le perdite di carico essa dipende dalla larghezza e dall'altezza del silenziatore.

L'attenuazione fornita dai silenziatori di ciascuna centrale di ventilazione è definita in modo da soddisfare i requisiti di potenza acustica globale di ciascuna località.

3 Scenari di ventilazione considerati

I calcoli delle potenze acustiche della centrale di ventilazione sono stati eseguiti per gli scenari di funzionamento dei ventilatori indicati sotto.

Questi scenari sono stati elaborati in base ai requisiti di ventilazione sanitaria del tunnel e delle discenderie.

Ovvero, un funzionamento 24h/24h della ventilazione delle discenderie al 50% della capacità nominale di un ventilatore per centrale nonché il funzionamento eccezionale, sull'arco di un'intera giornata (7h – 22h), della ventilazione del tunnel al 50% della capacità nominale di un ventilatore per centrale. Questa giornata intera di funzionamento corrisponde ad un intervento di manutenzione di ampia portata.

Oltre a questo evento, la ventilazione sanitaria del tunnel è piuttosto utilizzata di notte per periodi che non superano le 4 ore per degli interventi di manutenzione meno significativi, ma più regolari.

I criteri acustici si applicano per rumori permanenti superiori a 8 ore. Si è quindi considerato che il funzionamento notturno della ventilazione sanitaria del tunnel non andava preso in considerazione per il rispetto di questi criteri.

Gli scenari presi in esame sono pertanto i seguenti:

- Di giorno, per ogni centrale di ventilazione:
 - 1 ventilatore reversibile del tunnel su 2 al 50%
 - 1 ventilatore di mandata delle discenderie al 50%
- Di notte, per ogni centrale di ventilazione:
 - 1 ventilatore di mandata delle discenderie al 50%

4 Calcolo dei livelli di potenza acustici di base dei ventilatori

I livelli di potenza acustica dei ventilatori sono calcolati in base alle portate e alle pressioni totali di tutti i circuiti di ventilazione, determinate in altri studi (vedi nota PD2_C2B_1440_40-01-26_10-01 – Studio degli scenari di estrazione dei fumi del tunnel de base) e con la formula:

$$L_w = 30 + 10 \times \text{Log} (Q) + 22,5 \times \text{Log} (P)$$

In cui

- Q: portata del ventilatore in m³/s
- P: pressione totale del ventilatore in Pa

Per l'insieme dell'opera, i risultati figurano nelle tabelle seguenti.

VENTILATORI REVERSIBILI DEL TUNNEL DI BASE						
Centrale	N. ventilatori		Portata installata (m ³ /s)	Portata in regime sanitario (m ³ /s)	Pressione totale (Pa)	Potenza acustica di base (dB)
	Normale	Soccorso				
Saint-Martin	3	1	150	75	1125	117.4
La Praz	3	1	200	100	2000	124.3
Modane						
Avrieux	6	2	200	100	1400	120.8
Val Clarea	3	1	200	100	1400	120.8
Maddalena						

Tabella 4 – Potenza acustica di base dei ventilatori del tunnel di base

VENTILATORI DI MANDATA DELLE DISCENDERIE						
Centrale	N. ventilatori		Portata Installata (m ³ /s)	Portata in regime sanitario (m ³ /s)	Pressione e totale (Pa)	Potenza acustica di base (dB)
	Normal e	Soccorsi				
Saint-Martin	2	1	21	10.5	125	87.4
La Praz	2	1	34	23	225	94.1
Modane	2	1	37	18.5	125	89.9
Avrieux						
Val Clarea						
Maddalena	2	1	38	19	150	91.8

Tabella 5 – Potenza acustica di base dei ventilatori delle discenderie

5 Calcolo del livello di pressione globale al confine di proprietà della centrale di ventilazione

Per la centrale di ventilazione considerata, il livello sonoro globale è pari a:

$$L_{w \text{ globale}} = 10 \times \text{Log} \left[\sum_i \left(\text{anti log} \frac{L_{wi}}{10} \right) \right]$$

In cui

- L_{wi} : il livello di potenza acustica del circuito i

Considerato che il livello di rumore sul punto di ascolto (al confine della proprietà) è dato dalla seguente formula:

$$L_p \text{ sorgente} = L_{W \text{ globale}} + 10 \text{ Log}_{10} \left(\frac{Q}{4 \pi r^2} \right) + \text{Riflessione}$$

In cui

- L_p sorgente = Livello della pressione acustica nel punto di ascolto (dB)
- L_w globale = Livello della potenza acustica globale (dB)
- Q = Fattore di direttività della sorgente (supposto pari a 3)
- r = Distanza tra la sorgente ed il punto di ascolto (m)
- Riflessione = Riflessione dell'onda acustica sulla facciata dell'edificio al confine della proprietà che determina un aumento del livello della pressione di 3 dB

A partire da queste due formule, il livello di potenza acustica per ogni circuito della centrale di ventilazione è stato calcolato con un'attenuazione dei silenziatori sufficiente ad ottenere il livello di pressione globale massimo richiesto al confine della proprietà.

6 Dimensionamento dei silenziatori acustici

Il dimensionamento dei silenziatori, per rispettare il livello di pressione massimo al confine della proprietà, permetterà di accertare se è fattibile tecnicamente dotare le centrali di ventilazione di silenziatori a setti.

I silenziatori utilizzati sono silenziatori a setti paralleli. Per i silenziatori a setti, l'attenuazione dipende dallo spessore della lama d'aria e dalla lunghezza del silenziatore, mentre per quanto riguarda le perdite di carico essa dipende dalla larghezza e dall'altezza del silenziatore.

Nel quadro del nostro studio, gli schermi hanno uno spessore di 200 mm e le lame d'aria hanno una larghezza di 100 mm. I calcoli acustici sono realizzati a partire dalle caratteristiche di attenuazione di un silenziatore lungo 3000 mm per i ventilatori reversibili del tunnel di base e 2100 mm per i ventilatori di mandata delle discenderie.

6.2 Attenuazione

Per questo tipo di silenziatore, l'attenuazione considerata, per banda di ottava, è la seguente:

Lunghezza del silenziatore (mm)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
3000	7	34	55	55	55	55	34	25
2100	5	24	38	38	45	37	24	17

Tabella 6 – Attenuazione dei silenziatori

6.3 Rigenerazione

La presenza di uno scorrimento d'aria modifica il processo di assorbimento dell'energia acustica del materiale assorbente e questi fenomeni fanno sì che l'attenuazione reale è più bassa rispetto a quella ottenuta per via sperimentale, detta «statica».

Ne consegue che non sempre l'attenuazione prevista è raggiunta e che è possibile constatare degli scostamenti da 10 a 15 dB(A).

Il livello di potenza acustica dello scorrimento d'aria tra gli schermi non è trascurabile e occorre prendere in considerazione il rumore di tale scorrimento. Con la formula seguente è possibile calcolare il livello di potenza acustica dello scorrimento (vedi «“Woods Practical Guide to Noise Control” Fifth Edition »):

$$L_{w2} = L_{w0} + 55 \times \text{Log} \left(\frac{V}{V_0} \right) + 10 \times \text{Log} \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

In cui

- V : velocità dello scorrimento in m/s nella sezione libera del silenziatore
- S : sezione libera
- L_{w0} : livello di potenza acustica dello scorrimento alla velocità V_0 di un silenziatore della stessa famiglia avente una sezione libera di S_0

Per una sezione libera di 1 m^2 (S_0) e una velocità frontale di 10 m/s (V_0), si ottengono i livelli di rigenerazione (L_{w0}) di cui sotto:

BANDE DI OTTAVA								Rigenerazione globale	
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	dB(Lin)	dB(A)
66,7	62,7	60,7	56,7	52,7	48,7	42,7	32,7	69,3	58,8

Tabella 7 – Rigenerazione dei silenziatori

7 Calcoli acustici per la centrale di ventilazione di Saint-Martin la Porte

7.2 Criteri da rispettare

Per la centrale di ventilazione di Saint-Martin la Porte occorre rispettare i due criteri seguenti:

- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 60 dB(A) di giorno
- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 48 dB(A) di notte

7.3 Caratteristiche delle reti aerauliche

Le reti aerauliche della centrale di ventilazione di Saint-Martin la Porte hanno le seguenti caratteristiche:

	Ventilatori reversibili del tunnel di base	Ventilatori di mandata della discenderia
Portata	75 m ³ /s	10,5 m ³ /s
Pressione	1125 Pa	125 Pa
Sezione del condotto in corrispondenza dei silenziatori	46,51 m ²	33,60 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso i silenziatori	5,10 m/s	1,00 m/s
Lunghezza dei silenziatori	3000 mm	2100 mm
Superficie della griglia di mandata	36,48 m ²	20,48 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso la griglia di mandata	2,70 m/s	0,7 m/s
Distanza dai frontisti	75 m	
Lw (lin) ventilatori	117,4 dB	87,4 dB

Tabella 8 – Caratteristiche della rete aeraulica di Saint-Martin la Porte

7.4 Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori reversibili del tunnel di base

Nella tabella seguente è riportata la potenza acustica globale dell'impianto rispetto ai frontisti:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	110.4	108.4	110.4	110.4	109.4	106.4	101.4	99.4	117.4
Lw_griglia	44.9	44.9	44.9	44.9	43.9	41.9	34.9	22.9	44.7
Lw(lin)_tot	95.4	79.5	63.6	59.1	56.6	53.3	47.9	46.6	95.5
Attenuazione distanza	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	42.9	49.9	59.4	64.9	66.9	64.9	59.9	55.9	74.3

Tabella 9 – Potenza acustica dei ventilatori principali dell'area di Saint-Martin la Porte

L'attenuazione dei silenziatori dei circuiti di ventilazione del tunnel deve essere di:

$$74,3 - 60 = 14,3 \text{ dB(A)}.$$

per soddisfare i criteri acustici per la località in esame.

L'installazione dei silenziatori a setti descritti sotto permette di ottenere i seguenti risultati:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	110.4	108.4	110.4	110.4	109.4	106.4	101.4	99.4	117.4
Attenuazione silenziatori	7	34	55	55	55	55	34	25	
Lw(lin)_con silenziatori	103.4	74.4	55.4	55.4	54.4	51.4	67.4	74.4	103.4
Lw_rigen. silenziatori	66.7	62.7	60.7	56.7	52.7	48.7	42.7	32.7	69.3
Lw_griglia	37.7	37.7	37.7	37.7	36.7	34.7	27.7	15.7	44.7
Lw(lin)_tot	103.4	74.7	61.8	59.1	56.6	53.3	67.4	74.4	103.4
Attenuazione distanza	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	34.9	34.9	23.6	16.5	17.7	15.6	17.0	20.9	40.5

Tabella 10 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori del tunnel di base

La pressione acustica rispetto ai frontisti è di 40,5 dB(A). Questo valore è inferiore alla soglia ammessa. I silenziatori dei ventilatori principali della centrale di ventilazione di Saint-Martin la Porte permettono di attenuare il rumore emesso dall'impianto di ventilazione in proporzioni compatibili con gli obiettivi ricercati.

7.5 Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori di mandata della discenderia

Nella tabella seguente è riportata la potenza acustica globale dell'impianto rispetto ai frontisti:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	80.4	78.4	80.4	80.4	79.4	76.4	71.4	69.4	87.4
Lw griglia	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	9.0
Lw(lin) totale	80.4	78.4	80.4	80.4	79.4	76.4	71.4	69.4	87.4
Attenuazione distanza	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	12.9	19.9	29.4	34.9	36.9	34.9	29.9	25.9	44.3

Tabella 11 – Potenza acustica dei ventilatori di mandata dell'area di Saint-Martin la Porte

I ventilatori di mandata della discenderia dell'area di Saint-Martin la Porte non necessiterebbero di alcun trattamento acustico. Si tratta tuttavia di ventilatori in funzionamento continuo. Si prevede pertanto di installare dei silenziatori per limitare l'impatto ambientale.

La tabella seguente mostra i risultati ottenuti equipaggiando il circuito aeraulico di silenziatori a setti con lunghezza pari a 2100 mm:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	80.4	78.4	80.4	80.4	79.4	76.4	71.4	69.4	87.4
Attenuazione silenziatori	5	24	38	38	45	37	24	17	
Lw(lin) con silenziatori	75.4	54.4	42.4	42.4	34.4	39.4	47.4	52.4	75.5
Lw rigen silenziatori	66.7	62.7	60.7	56.7	52.7	48.7	42.7	32.7	69.3
Lw griglia	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	9.0
Lw(lin) totale	75.9	63.3	60.8	56.9	52.8	49.2	48.7	52.4	76.4
Attenuazione distanza	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	-45.5	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	8.4	4.8	9.8	11.4	10.3	7.7	7.2	8.9	21.0

Tabella 12 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori della discenderia

8 Calcoli acustici per la centrale di ventilazione di La Praz

8.2 Criteri da rispettare

Per la centrale di ventilazione di La Praz occorre rispettare i due criteri seguenti:

- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 54 dB(A) di giorno
- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 45 dB(A) di notte

8.3 Caratteristiche delle reti aerauliche

Le reti aerauliche della centrale di ventilazione di La Praz hanno le seguenti caratteristiche:

	Ventilatori reversibili del tunnel di base	Ventilatori di mandata della discenderia
Portata	100 m ³ /s	17 m ³ /s
Pressione	2000 Pa	200 Pa
Sezione del condotto in corrispondenza dei silenziatori	46,5 m ²	44,60 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso i silenziatori	6,40 m/s	1,5 m/s
Lunghezza dei silenziatori	3000 mm	2100 mm
Superficie della griglia di mandata	36,48 m ²	20,48 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso la griglia di mandata	3,7 m/s	1,5 m/s
Distanza dai frontisti	70 m	
Lw (lin) ventilatori	124,3 dB	94,1 dB

Tabella 13 – Caratteristiche della rete aeraulica di La Praz

8.4 Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori reversibili del tunnel di base

Nella tabella seguente è riportata la potenza acustica globale dell'impianto rispetto ai frontisti:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	117.3	115.3	117.3	117.3	116.3	113.3	108.3	106.3	124.3
Lw_griglia	51.8	51.8	51.8	51.8	50.8	48.8	41.8	29.8	51.6
Lw(lin)_tot	117.3	115.3	117.3	117.3	116.3	113.3	108.3	106.3	124.3
Attenuazione distanza	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	47.6	54.6	64.1	69.6	71.6	69.6	64.6	60.6	81.8

Tabella 13 – Potenza acustica dei ventilatori principali dell'area di La Praz

L'attenuazione dei silenziatori dei circuiti di ventilazione del tunnel deve essere di:

$$81,8 - 54 = 27,8 \text{ dB(A)}$$

per soddisfare i criteri acustici per la località in esame.

L'installazione dei silenziatori a setti descritti sotto permette di ottenere i seguenti risultati:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	117.3	115.3	117.3	117.3	116.3	113.3	108.3	106.3	124.3
Attenuazione silenziatori	7	34	55	55	55	55	34	25	
Lw(lin)_con silenziatori	110.3	81.3	62.3	62.3	61.3	58.3	74.3	81.3	110.3
Lw_rigen. silenziatori	68.1	64.1	62.1	58.1	54.1	50.1	44.1	34.1	70.7
Lw_griglia	44.6	44.6	44.6	44.6	43.6	41.6	34.6	22.6	51.6
Lw(lin)_tot	110.3	81.4	65.2	63.7	62.0	58.9	74.3	81.3	110.3
Attenuazione distanza	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	40.6	20.7	13.6	17.0	17.9	15.7	30.6	35.6	48

Tabella 14 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori del tunnel di base

La pressione acustica rispetto ai frontisti è di 48 dB(A). Questo valore è inferiore alla soglia ammessa. I silenziatori dei ventilatori principali della centrale di ventilazione di La Praz permettono di attenuare il rumore emesso dall'impianto di ventilazione in proporzioni compatibili con gli obiettivi ricercati.

8.5 Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori di mandata della discenderia

Nella tabella seguente è riportata la potenza acustica globale dell'impianto rispetto ai frontisti:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	87.1	85.1	87.1	87.1	86.1	83.1	78.1	76.1	94.1
Lw griglia	30.2	30.2	30.2	30.2	29.2	27.2	20.2	8.2	27.8
Lw(lin) totale	87.1	85.1	87.1	87.1	86.1	83.1	78.1	76.1	94.1
Attenuazione distanza	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	22.6	29.6	39.1	44.6	46.6	44.6	39.6	35.6	51.6

Tabella 15 – Potenza acustica dei ventilatori di mandata dell'area di La Praz

L'attenuazione dei silenziatori dei circuiti di ventilazione del tunnel deve essere di:

$$51,6 - 45 = \mathbf{6,6 \text{ dB(A)}}$$

per soddisfare i criteri acustici per la località in esame.

L'attenuazione da ottenere è molto bassa. L'installazione dei silenziatori a setti descritti sotto permette di ottenere i seguenti risultati:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	87.1	85.1	87.1	87.1	86.1	83.1	78.1	76.1	94.1
Attenuazione silenziatori	5	24	38	38	45	37	24	17	
Lw(lin) con silenziatori	82.1	61.1	49.1	49.1	41.1	46.1	54.1	59.1	82.1
Lw rigen silenziatori	68.1	64.1	62.1	58.1	54.1	50.1	44.1	34.1	70.7
Lw griglia	23.0	23.0	23.0	23.0	22.0	20.0	13.0	1.0	30.0
Lw(lin) totale	82.2	65.9	62.3	58.6	54.3	51.6	54.5	59.1	82.4
Attenuazione distanza	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione (A)	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	17.7	9.0	12.1	14.1	12.6	11.5	15.9	18.7	25.4

Tabella 16 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori della discenderia

La pressione acustica rispetto ai frontisti è di 25,4 dB(A). Questo valore è inferiore alla soglia ammessa. I silenziatori dei ventilatori di mandata della discenderia di La Praz permettono di attenuare il rumore emesso dall'impianto di ventilazione in proporzioni compatibili con gli obiettivi ricercati.

9 Calcoli acustici per la centrale di ventilazione di Modane

9.1 Criteri da rispettare

Per la centrale di ventilazione di Modane occorre rispettare i due criteri seguenti:

- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 51 dB(A) di giorno
- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 38 dB(A) di notte

9.2 Caratteristiche delle reti aerauliche

Per la centrale di Modane, i calcoli acustici prendono in considerazione, oltre alla centrale di ventilazione, anche la centrale di raffreddamento del tunnel.

Questa centrale di raffreddamento è costituita da tre torri aerorefrigeranti che hanno ciascuna un livello di pressione acustica a 1 m di 85 dB(A), ovvero una potenza di 88 dB(A).

Lo studio acustico del sistema di raffreddamento è sviluppato nella nota PD2-C2B_1832_70-00-26_30-01_Raffreddamento studio acustico.

Le reti aerauliche della centrale di ventilazione di Modane hanno le seguenti caratteristiche:

	Ventilatori di mandata della discenderia
Portata	18,5 m ³ /s
Pressione	125 Pa
Sezione del condotto in corrispondenza dei silenziatori	34,60 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso i silenziatori	1,6 m/s
Lunghezza dei silenziatori	2100 mm
Superficie della griglia di mandata	20,48 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso la griglia di mandata	1,2 m/s
Distanza dai frontisti	30 m
Lw (lin) ventilatori	89,9 dB

Tabella 17 – Caratteristiche della rete aeraulica di Modane

9.3 Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori di mandata della discenderia

Nella tabella seguente è riportata la potenza acustica globale dell'impianto rispetto ai frontisti:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	82.9	80.9	82.9	82.9	81.9	78.9	73.9	71.9	89.9
Lw griglia	15.6	15.6	15.6	15.6	14.6	12.6	5.6	0.0	22.6
Lw(lin) totale	82.9	80.9	82.9	82.9	81.9	78.9	73.9	71.9	89.9
Attenuazione distanza	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	23.3	30.3	39.8	45.3	47.3	45.3	40.3	36.3	54.7

Tabella 18 – Potenza acustica dei ventilatori di mandata dell'area di Modane

L'attenuazione dei silenziatori dei circuiti di ventilazione del tunnel deve essere di:

$$54,7 - 38 = \mathbf{16,7 \text{ dB(A)}}$$

per soddisfare i criteri acustici per la località in esame.

L'installazione dei silenziatori a setti descritti sotto permette di ottenere i seguenti risultati:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	82.9	80.9	82.9	82.9	81.9	78.9	73.9	71.9	89.9
Attenuazione silenziatori	5	24	38	38	45	37	24	17	
Lw(lin) con silenziatori	77.9	56.9	44.9	44.9	36.9	41.9	49.9	54.9	77.9
Lw rigen silenziatori	66.7	62.7	60.7	56.7	52.7	48.7	42.7	32.7	69.3
Lw griglia	15.6	15.6	15.6	15.6	14.6	12.6	5.6	-6.4	32.0
Lw(lin) totale	78.2	63.7	60.8	57.0	52.8	49.5	50.6	54.9	78.5
Attenuazione distanza	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	-40.5	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	18.6	13.2	17.8	19.4	18.3	16.0	17.1	19.3	29.9

Tabella 19 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori della discenderia

La pressione acustica rispetto ai frontisti è di 29,9 dB(A). Questo valore è inferiore alla soglia ammessa. I silenziatori dei ventilatori di mandata della discenderia di Modane permettono di attenuare il rumore emesso dall'impianto di ventilazione in proporzioni compatibili con gli obiettivi ricercati.

10 Calcoli acustici per la centrale di ventilazione di Avrieux

10.1 Criteri da rispettare

Per la centrale di ventilazione di Avrieux occorre rispettare i due criteri seguenti:

- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 54 dB(A) di giorno
- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 46 dB(A) di notte

10.2 Caratteristiche delle reti aerauliche

Per la centrale di ventilazione di Avrieux, i calcoli acustici prendono in considerazione i ventilatori reversibili del tunnel di base.

Le reti aerauliche della centrale di ventilazione di Avrieux hanno le seguenti caratteristiche:

	Ventilatori reversibili del tunnel di base
Portata	100 m ³ /s
Pressione	1400 Pa
Sezione del condotto in corrispondenza dei silenziatori	46,51 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso i silenziatori	6,4 m/s
Lunghezza dei silenziatori	3000 mm
Superficie della griglia di mandata	36,48 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso la griglia di mandata	3,70 m/s
Distanza dai frontisti	50 m
Lw (lin) ventilatori	120,8 dB

Tabella 20 – Caratteristiche della rete aeraulica di Avrieux

10.3 Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori reversibili del tunnel di base

Nella tabella seguente è riportata la potenza acustica globale dell'impianto rispetto ai frontisti:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	113.8	111.8	113.8	113.8	112.8	109.8	104.8	102.8	120.8
Lw_griglia	44.6	44.6	44.6	44.6	43.6	41.6	34.6	22.6	51.6
Lw(lin)_tot	113.8	111.8	113.8	113.8	112.8	109.8	104.8	102.8	120.8
Attenuazione distanza	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	47.7	54.7	64.2	69.7	71.7	69.7	64.7	60.7	81.2

Tabella 21 – Potenza acustica dei ventilatori principali dell'area di Avrieux

L'attenuazione dei silenziatori dei circuiti di ventilazione del tunnel deve essere di:

$$81,2 - 54 = \mathbf{27,2 \text{ dB(A)}}$$

per soddisfare i criteri acustici per la località in esame.

L'installazione dei silenziatori a setti descritti sotto permette di ottenere i seguenti risultati:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	113.8	111.8	113.8	113.8	112.8	109.8	104.8	102.8	120.8
Attenuazione silenziatori	7	34	55	55	55	55	34	25	
Lw(lin)_con silenziatori	106.8	77.8	58.8	58.8	57.8	54.8	70.8	77.8	106.8
Lw_rigen. silenziatori	68.1	64.1	62.1	58.1	54.1	50.1	44.1	34.1	68.1
Lw_griglia	44.6	44.6	44.6	44.6	43.6	41.6	34.6	22.6	44.6
Lw(lin)_tot	106.8	78.0	63.8	61.5	59.3	56.1	70.8	77.8	106.8
Attenuazione distanza	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	-42.0	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	45.8	26.0	19.3	22.5	23.4	21.1	35.8	40.8	47.4

Tabella 22 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori del tunnel di base

La pressione acustica rispetto ai frontisti è di 47,4 dB(A). Questo valore è inferiore alla soglia ammessa. I silenziatori dei ventilatori principali della centrale di ventilazione di Avrieux permettono di attenuare il rumore emesso dall'impianto di ventilazione in proporzioni compatibili con gli obiettivi ricercati.

11 Calcoli acustici per la centrale di ventilazione della Val Clarea

11.1 Criteri da rispettare

I due criteri da rispettare per la centrale di ventilazione della Val Clarea sono:

- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 50 dB(A) di giorno
- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 40 dB(A) di notte

11.2 Caratteristiche delle reti aerauliche

Per la centrale di ventilazione della Val Clarea, i calcoli acustici prendono in considerazione i ventilatori reversibili del tunnel di base.

Le reti aerauliche della centrale di ventilazione della Val Clarea hanno le seguenti caratteristiche:

	Ventilatori di mandata della discenderia
Portata	100 m³/s
Pressione	1400 Pa
Sezione del condotto in corrispondenza dei silenziatori	37,96 m²
Velocità della corrente d'aria attraverso i silenziatori	8,10 m/s
Lunghezza dei silenziatori	3000 mm
Superficie della griglia di mandata	29,20 m²
Velocità della corrente d'aria attraverso la griglia di mandata	4,60 m/s
Distanza dai frontisti	25 m
Lw (lin) ventilatori	120,8 dB

Tabella 23 – Caratteristiche della rete aeraulica della Val Clarea

11.3 Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori reversibili del tunnel di base

Nella tabella seguente è riportata la potenza acustica globale dell'impianto rispetto ai frontisti:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	113.8	111.8	113.8	113.8	112.8	109.8	104.8	102.8	120.8
Lw_griglia	44.8	44.8	44.8	44.8	43.8	41.8	34.8	22.8	55.9
Lw(lin)_tot	113.8	111.8	113.8	113.8	112.8	109.8	104.8	102.8	120.8
Attenuazione distanza	-39.0	-39.0	-39.0	-39.0	-39.0	-39.0	-39.0	-39.0	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	53.7	60.7	70.2	75.7	77.7	75.7	70.7	66.7	87.2

Tabella 24 – Potenza acustica dei ventilatori principali dell'area della Val Clarea

L'attenuazione dei silenziatori dei circuiti di ventilazione del tunnel deve essere di:

$$87,1 - 50 = 37,1 \text{ dB(A)}$$

per soddisfare i criteri acustici per la località in esame.

L'installazione dei silenziatori a setti descritti sotto permette di ottenere i seguenti risultati:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	113.8	111.8	113.8	113.8	112.8	109.8	104.8	102.8	120.8
Attenuazione silenziatori	7	34	55	55	55	55	34	25	
Lw(lin)_con silenziatori	106.8	77.8	58.8	58.8	57.8	54.8	70.8	77.8	106.8
Lw_rigen. silenziatori	72.9	68.9	66.9	62.9	58.9	54.9	48.9	38.9	75.4
Lw_griglia	44.8	44.8	44.8	44.8	43.8	41.8	34.8	22.8	51.8
Lw(lin)_tot	106.8	78.3	67.5	64.3	61.4	57.8	70.8	77.8	106.8
Attenuazione distanza	-35.9	-35.9	-35.9	-35.9	-35.9	-35.9	-35.9	-35.9	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	46.7	27.5	25.8	27.8	27.6	25.0	36.7	41.7	53.5

Tabella 25 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori del tunnel di base

La pressione acustica rispetto ai frontisti è di 53,5 dB(A). Questo valore è superiore alla soglia ammessa. I silenziatori dei ventilatori principali della centrale di ventilazione della Val Clarea non sono abbastanza efficaci per garantire un livello di attenuazione sonora inferiore a 50 dB(A) ad una distanza di 25m. Per limitare la potenza sonora per i frontisti occorrerà installare dei sistemi aggiuntivi tipo schermo acustico.

12 Calcoli acustici per la centrale di ventilazione della Maddalena

12.1 Criteri da rispettare

Per la centrale di ventilazione della Maddalena occorre rispettare i due criteri seguenti:

- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 50 dB(A) di giorno
- il livello di pressione acustica globale della centrale, al confine della proprietà: 40 dB(A) di notte

12.2 Caratteristiche delle reti aerauliche

Per la centrale di ventilazione della Maddalena, i calcoli acustici prendono in considerazione i ventilatori di mandata della galleria.

Le reti aerauliche della centrale di ventilazione della Maddalena hanno le seguenti caratteristiche:

	Ventilatori di mandata della discenderia
Portata	19 m ³ /s
Pressione	150 Pa
Sezione del condotto in corrispondenza dei silenziatori	36,0 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso i silenziatori	1,6 m/s
Lunghezza dei silenziatori	2100 mm
Superficie della griglia di mandata	20,48 m ²
Velocità della corrente d'aria attraverso la griglia di mandata	1,2 m/s
Distanza dai frontisti	70 m
Lw (lin) ventilatori	91,8 dB

Tabella 26 – Caratteristiche della rete aeraulica della Maddalena

12.3 Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori di mandata della discenderia

Nella tabella seguente è riportata la potenza acustica globale dell'impianto rispetto ai frontisti:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	84.7	82.7	84.7	84.7	83.7	80.7	75.7	73.7	91.8
Lw griglia	16.2	16.2	16.2	16.2	15.2	13.2	6.2	-5.8	23.2
Lw (lin) totale	84.7	82.7	84.7	84.7	83.7	80.7	75.7	73.7	91.8
Attenuazione distanza	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	17.9	24.9	34.4	39.9	41.9	39.9	34.9	30.9	49.2

Tabella 27 – Potenza acustica dei ventilatori di mandata dell'area della Maddalena

L'attenuazione dei silenziatori dei circuiti di ventilazione del tunnel deve essere di:

$$49,2 - 40 = \mathbf{9,2 \text{ dB(A)}}$$

per soddisfare i criteri acustici per la località in esame.

L'installazione dei silenziatori a setti descritti sotto permette di ottenere i seguenti risultati:

Bande di ottava	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Correzione	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18	
Lw (lin) ventilatori	84.7	82.7	84.7	84.7	83.7	80.7	75.7	73.7	91.8
Attenuazione silenziatori	5	24	38	38	45	37	24	17	
Lw (lin) con silenziatori	79.7	58.7	46.7	46.7	38.7	43.7	51.7	56.7	79.8
Lw rigen silenziatori	66.7	62.7	60.7	56.7	52.7	48.7	42.7	32.7	69.3
Lw griglia	16.2	16.2	16.2	16.2	15.2	13.2	6.2	0	23.2
Lw (lin) totale	80.0	64.2	60.9	57.1	52.9	49.9	52.3	56.8	80.2
Attenuazione distanza	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	-44.9	
Direttività	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ponderazione	-25	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1	
Lp + 3 dB	13.1	6.3	10.5	12.2	11.0	9.0	11.4	13.9	23.5

Tabella 28 – Risultati dei calcoli acustici per i ventilatori della galleria

La pressione acustica rispetto ai frontisti è di 23,5 dB(A). Questo valore è inferiore alla soglia ammessa. I silenziatori dei ventilatori di mandata della discenderia della Maddalena permettono di attenuare il rumore emesso dall'impianto di ventilazione in proporzioni compatibili con gli obiettivi ricercati.

13 Conclusioni dello studio

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti per le centrali di ventilazione all'aria aperta:

Centrale di ventilazione	Criteri da rispettare		Ventilatori tunnel	Ventilatori discenderia
	Di giorno (7h – 22h)	Di notte (22h – 7h)		
St Martin la Porte	60	48	40.5	21.0
La Praz	54	45	48.0	25.4
Modane	51	38		29.9
Avrieux	54	46	47.4	
Val Clarea	50	40	53.5	
Maddalena	50	40		23.5

Tabella 29 - Risultati dei calcoli acustici

È dimostrata la fattibilità tecnica di munire le centrali di ventilazione di silenziatori a setti. Soltanto nel caso più sfavorevole dei ventilatori principali della centrale di ventilazione della Val Clarea il criterio di 50 dB(A) ad una distanza di 25 metri non può essere soddisfatto con il solo impiego di silenziatori a setti nel circuito di ventilazione.

Per rispettare tale criterio si prevede di installare nell'area di Clarea uno schermo acustico a protezione dei frontisti.