

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 TECHNOLOGIQUE DES EQUIPEMENTS AUXILIAIRES DE LA VENTILATION DU TUNNEL DE BASE
STUDIO TECNOLOGICO DEGLI IMPIANTI AUSILIARI DELLA VENTILAZIONE DEL TUNNEL DI BASE

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	4	B	A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice	Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED		//	//	40	01	26	10	05
INDIRIZZO GED								

ECHELLE / SCALA
-

 **Tecnimont**
Civil Construction
Dot. Ing. Aldo Mantovella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



 **LTF**
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 03439556952
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
1.1 Descrizione generale del Progetto	5
1.2 Oggetto	5
1.3 Documenti di riferimento	5
1.4 Norme e regole tecniche di riferimento	6
2. SPECIFICHE TECNICHE COMUNI.....	6
2.1 Acciaio inossidabile.....	6
2.2 Alluminio, protezione tramite anodizzazione.....	7
2.3 Galvanizzazione.....	7
2.4 Verniciatura	7
2.4.1 Norme di riferimento	7
2.4.2 Condizioni generali	7
2.4.3 Abrasivi per la preparazione della superficie.....	8
2.5 Verniciatura su galvanizzazione	8
2.6 Corrosione galvanica	8
3. SPECIFICHE TECNICHE DEI COLLEGAMENTI DEI VENTILATORI.....	9
3.1 Condotti metallici nelle centrali di ventilazione.....	9
3.2 Manicotti flessibili	9
4. SPECIFICHE TECNICHE DELLE SERRANDE	9
4.1 Layout	9
4.2 Componenti.....	10
4.2.1 Tipo registro ad alette parallele.....	10
4.2.2 Tipo serranda a sportello scorrevole	10
4.3 Resistenza alla temperatura	10
4.3.1 A fondo discenderia	10
4.3.2 Sbocco verso l'esterno	10
4.3.3 Isolamento dei ventilatori	10
4.4 Protezione dalla corrosione.....	11
4.5 Apparecchiature elettromeccaniche di manovra.....	11
4.6 Requisiti specifici	11
4.7 Serrande per l'estrazione dei fumi	12
4.7.1 Ubicazione e ruolo delle serrande	12
4.7.2 Resistenza alla temperatura.....	12
4.7.2.1 Struttura.....	12
4.7.2.2 Motorizzazione.....	13
4.7.2.3 Sensori.....	13
5. SPECIFICHE TECNICHE DEI SILENZIATORI	13
5.1 Caratteristiche generali	13
5.2 Prestazioni acustiche.....	14

6. VALVOLE TAGLIAFUOCO DI DECOMPRESSIONE IN GALLERIA.....	14
6.1 Funzionamento	14
6.2 Resistenza al fuoco	14
6.3 Resistenza alla pressione	14

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Pressioni generate dal passaggio dei treni.....	11
Tabella 2 – Dimensione delle valvole tagliafuoco	14
Tabella 3 – Pressioni generate dal passaggio dei treni.....	15

RESUME/RIASSUNTO

La présente note concerne les principaux équipements associés aux ventilateurs utilisés pour la ventilation hygiénique et le désenfumage du tunnel de base et des descenderies.

Elle décrit les règles générales de conception imposées par les conditions d'environnement des ouvrages, puis les spécifications techniques auxquelles doivent satisfaire les équipements.

La presente nota riguarda le apparecchiature e gli impianti principali associati ai ventilatori utilizzati per la ventilazione sanitaria e per l'estrazione dei fumi del tunnel di base e delle discenderie.

Descrive le norme generali di progettazione imposte dalle condizioni ambientali delle opere, quindi le specifiche tecniche che le apparecchiature e gli impianti devono rispettare.

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 Oggetto

Il presente documento costituisce l'insieme delle specifiche tecniche degli impianti ausiliari del sistema di ventilazione e di estrazione dei fumi del tunnel di base e delle discenderie del collegamento ferroviario Torino-Lione. Le specifiche riguardano i seguenti componenti:

- i collegamenti dei ventilatori ai condotti di ventilazione,
- le serrande,
- i silenziatori.

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 note e piani seguenti:

- PD2_C2B_1423_40-01-00_10-07 – Studio tecnologico degli impianti di ventilazione delle discenderie
- PD2_C2B_1443_40-01-26_10-03 – Studio tecnologico degli impianti di ventilazione del tunnel di base
- PD2_C2B_0015_40-01-00_10-03 – Studio tecnologico degli impianti di ventilazione delle stazioni di sicurezza
- PD2-C2B/40-01-26-XXXX – Studio acustico
- 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_1461_40-01-41_30-02 – Piani guida della centrale di ventilazione di Saint-Martin la Porte.
- 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
- PD2_C2B_1510_40-01-47_30-01 – Piani guida della centrale di ventilazione della Val Clarea

1.4 Norme e regole tecniche di riferimento

Riportiamo qui di seguito gli specifici decreti, norme, regole e guide tecniche:

Le norme seguenti:

- Direttiva del Consiglio Europeo n° 98/37/CE del 22/06/98 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine («direttiva macchine»)
- Direttiva del Consiglio Europeo n. 89/106/CE del 21/12/88 modificata dalla direttiva n. 93/68/CE del 22/07/93 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, normative e amministrative degli Stati membri riguardo ai prodotti edili

E in particolare:

- Serie EN 12101 relativa ai sistemi per il controllo di fumi e calore
- NF EN292-1 e 292-2 relative alla sicurezza delle macchine
- La serie ISO 10816 relativa alle vibrazioni meccaniche
- La serie NF EN 60034 relativa alle macchine elettriche rotanti
- NF ISO 13349 e NF ISO 12499 relative ai ventilatori industriali
- NF ISO 14694 e ISO 1940 relative all'equilibratura delle macchine rotanti
- Le norme ISO 3741 e ISO 13347 relative alla determinazione dei livelli di potenza sonora
- NF ISO 5801 relativa ai ventilatori industriali e alle prove aerauliche sui circuiti standardizzati
- NF ISO 5802 relativa ai ventilatori industriali e ai collaudi delle prestazioni in sito

2. Specifiche tecniche comuni

Tutti i pezzi metallici da impiegare sono realizzati con materiale inossidabile o sottoposto a trattamento protettivo efficace contro la corrosione dovuta alle condizioni ambientali e di utilizzo.

Va sottolineata l'importanza della protezione contro la corrosione nel tunnel data l'eccessiva aggressività atmosferica dovuta principalmente all'umidità ed alla temperatura ambiente.

2.1 Acciaio inossidabile

In linea di principio, l'acciaio inossidabile scelto è di tipo austenitico conforme allo standard AISI (American Iron and Steel Institute):

- tipo 304 per i pezzi sottoposti a sforzi considerevoli assemblati mediante bullonatura
- tipo 304 L per i pezzi ad elevato rischio di corrosione o assemblati mediante saldatura.

Tutte le saldature (in fabbrica o sul cantiere) sono sottoposte a trattamento termico e/o a passivazione (prodotto a base di acido ortofosfatico) per minimizzare il rischio di corrosione.

2.2 Alluminio, protezione tramite anodizzazione

La protezione dell'alluminio tramite anodizzazione è realizzata in conformità alle vigenti norme.

Lo spessore della protezione anodica deve essere superiore a 12 µm su tutte le superfici.

2.3 Galvanizzazione

La galvanizzazione è realizzata a caldo e in conformità alle vigenti norme, in particolare alla EN ISO 1461.

Lo spessore dello zinco dovrà essere superiore a 80 µm in tutti i punti delle superfici trattate.

Qualora l'installazione di tali pezzi necessiti o comporti di mettere a nudo il metallo, occorre proteggere nuovamente le zone spoglie con l'applicazione di una vernice ricca in zinco.

È proibita la galvanizzazione sul posto mediante bomboletta spray, a maggior ragione in officina.

2.4 Verniciatura

2.4.1 Norme di riferimento

- NF EN ISO 12944: pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura
- NF EN ISO 4628-3: pitture e vernici - Valutazione del degrado dei rivestimenti - Designazione della quantità e della dimensione dei difetti, e dell'intensità dei cambiamenti uniformi di aspetto - Parte 3: misurazione del grado di ruggine

2.4.2 Condizioni generali

La vernice deve essere compatibile con il rivestimento del supporto del pezzo verniciato (ad esempio supporti galvanizzati per tubature verniciate).

I trattamenti di verniciatura e di protezione anticorrosiva vanno progettati ed eseguiti tenendo conto dell'aggressività atmosferica.

Nella misura del possibile le vernici devono provenire da un unico fornitore. Esse presentano le seguenti qualità:

- lavaggio facile con tutti i detersivi in commercio,
- resistenza agli oli minerali,
- colore che non si altera con il tempo,
- buona aderenza,
- asciugatura rapida (fuori polvere, al tatto, definitiva).

La verniciatura deve essere eseguita sulle superfici metalliche perfettamente asciutte.

Essa comporta obbligatoriamente:

- l'accettazione della superficie da verniciare,
- i trattamenti preliminari necessari per compiere un lavoro a regola d'arte (stuccatura, riempimento, lisciatura, levigatura,... a seconda della qualità e dell'esposizione alla vista della superficie metallica),

- l'applicazione della vernice e/o della protezione anticorrosiva,
- la pulitura e le rifiniture (raccordi, ecc.).

Per tutti i lavori di verniciatura, ad esclusione della protezione antiruggine, si richiede come minimo l'applicazione di due mani di vernice.

L'applicazione degli intonaci e delle vernici, ecc. non deve essere effettuata quando:

- la temperatura ambiente è inferiore a 5°C,
- l'atmosfera umida rischia di provocare condensa,
- le superfici metalliche da verniciare sono gelate o surriscaldate,
- tali superfici non presentano le qualità richieste per un lavoro perfetto.

Le prove delle vernici sono eseguite in conformità alle norme vigenti.

La protezione anticorrosiva deve coprire tutte le superfici metalliche.

Le mani di vernice sono applicate sulle superfici non unite. La loro applicazione è realizzata secondo le indicazioni del fornitore.

Dopo l'asciugatura, i diversi strati di vernice devono aderire perfettamente gli uni con gli altri e la mano di fondo deve aderire totalmente alla superficie da proteggere.

2.4.3 Abrasivi per la preparazione della superficie

L'abrasivo scelto deve consentire di ottenere la rugosità e il grado di accuratezza (in conformità con la norma ISO 8501-1) specificati nella scheda di omologazione per il sistema considerato.

Deve essere conforme alle specifiche delle norme relative alle condizioni d'igiene e di sicurezza in vigore.

2.5 Verniciatura su galvanizzazione

L'applicazione di un sistema detto duplex deve essere realizzata per fasi successive:

- Galvanizzazione dei pezzi secondo le caratteristiche sopraindicate
- Eliminazione dell'ossidazione nelle zone dove la galvanizzazione è stata eliminata ed applicazione (eventualmente) di un trattamento completo di riparazione
- Pulitura e sgrassatura secondo i dati della scheda tecnica del fornitore
- Decapaggio di tipo chimico o meccanico se raccomandato dalla scheda tecnica del fornitore
- Conversione mediante fosfatazione o cromatazione se raccomandata dalla scheda tecnica del fornitore
- Applicazione del trattamento completo di verniciatura secondo i dati della scheda tecnica del fornitore.

2.6 Corrosione galvanica

Al fine di evitare qualsiasi rischio di degradazione per effetto di coppia elettrolitica, i materiali dei pezzi da assemblare e della bulloneria vanno scelti di modo che il potenziale delle pile create sia il più basso possibile, e in ogni caso inferiore a 300 mV (valore in una soluzione acquosa al 2% di NaCl).

Se fosse impossibile rispettare tale requisito, si devono prendere tutte le precauzioni per impedire il contatto diretto tra i materiali considerati (rondelle isolanti, ...).

3. Specifiche tecniche dei collegamenti dei ventilatori

3.1 Condotti metallici nelle centrali di ventilazione

I condotti metallici di collegamento ai condotti in calcestruzzo sono realizzati in lamiera di grosso spessore (= 25/10° al minimo).

Gli elementi dei circuiti sono assemblati tramite bullonatura su flange di raccordo.

Sono fissati al pavimento con piedi muniti di sistema di regolazione dell'altezza (per es. asta filettata).

I condotti sono dotati di una portella di ispezione ermetica: minimo 60 cm x 60 cm.

A monte di ciascun ventilatore è ubicata una rete antivolatili. Le reti possono essere fissate nelle bocche di presa dell'aria fresca e nei condotti di estrazione dei fumi sulle paratie divisorie condotto/centrale per i ventilatori di estrazione.

3.2 Manicotti flessibili

I collegamenti tra i ventilatori e i circuiti aeraulici sono realizzati per mezzo di manicotti flessibili in materiali imputrescibili e incombustibili.

Deve essere possibile smontare i manicotti con facilità senza danneggiarli.

La tenuta al fuoco dei manicotti dei ventilatori reversibili è pari a:

- 2 ore con fumi a 400°C per la centrale del pozzo di Avrieux,
- 2 ore con fumi a 200°C per le altre centrali.

4. Specifiche tecniche delle serrande

4.1 Layout

Le serrande consistono nei seguenti dispositivi:

- l'insieme dei registri (o serrande) a fondo discenderia o a fondo pozzo che assicurano il collegamento dei condotti di ventilazione alle canne ferroviarie
- all'imbocco della discenderie o della galleria, i registri di sbocco verso l'esterno
- a fondo discenderia o a fondo galleria, i registri (o serrande) di collegamento dei condotti alle discenderie
- nelle centrali di ventilazione, i registri d'isolamento dei ventilatori dai condotti aeraulici.

4.2 Componenti

Le serrande che assicurano il collegamento dei condotti di ventilazione alle canne ferroviarie e il collegamento dei condotti alle discenderie sono di tipo registro ad alette parallele oppure di tipo a sportello scorrevole.

Tutte le altre serrande sono di tipo registro ad alette parallele.

4.2.1 Tipo registro ad alette parallele

Le serrande di tipo registro ad alette parallele sono costituite dai seguenti pezzi:

- telaio metallico rettangolare in lamiera di grosso spessore,
- insieme di alette profilate (rapporto larghezza / spessore < 10),
- assi delle alette montati su cuscinetti a snodo smontabili dall'esterno del telaio,
- tiranteria che consente di trasmettere i movimenti di apertura e di chiusura a ciascuna aletta,
- servomotore,
- finecorsa per comando di arresto dei movimenti,
- comando manuale sul servomotore.

4.2.2 Tipo serranda a sportello scorrevole

Le serrande di tipo a sportello scorrevole sono costituite dai seguenti componenti o insiemi di componenti:

- telaio di supporto superiore fissato sulla soletta del condotto per mezzo di aste di ancoraggio traversanti;
- telaio di supporto inferiore che consente il mantenimento della griglia;
- sportello scorrevole in un telaio mediante 4 rulli. Il telaio è fissato a sua volta da una parte sul telaio di supporto superiore lato apertura, e dall'altra parte sulla soletta in calcestruzzo lato motoriduttore;
- insieme motoriduttore + cremagliera che assicura i movimenti di apertura e di chiusura della serranda. La cremagliera è collegata alla serranda per mezzo di molle di richiamo;
- insieme braccio + biellette + punzone che produce un movimento verticale della serranda in posizione chiusa e consente la compressione del giunto di tenuta sul telaio statico.

4.3 Resistenza alla temperatura

4.3.1 A fondo discenderia

Vedi capitolo dedicato alle serrande di estrazione dei fumi di cui sotto.

4.3.2 Sbocco verso l'esterno

Nessun requisito di resistenza alla temperatura.

4.3.3 Isolamento dei ventilatori

Gli stessi criteri di resistenza e di funzionamento del ventilatore corrispondente.

4.4 Protezione dalla corrosione

Al fine di rispondere ai requisiti ambientali, la struttura, le alette e la tiranteria dei registri sono realizzate:

- in lamiera di acciaio inossidabile 304 L,
- oppure in lamiera di acciaio ricoperta di una protezione adatta ai criteri adottati (verniciatura sola o galvanizzazione + verniciatura).

Secondo la protezione adottata per le strutture, la bulloneria è in acciaio inossidabile oppure in acciaio zincato bicromatato.

I sottoinsiemi (servomotore, sensori, cuscinetti) sono protetti dagli appositi pezzi di fabbrica (deflettori, dispositivi di scolo) contro eventuali ruscellamenti diretti e ristagni di acqua.

4.5 Apparecchiature elettromeccaniche di manovra

Le apparecchiature elettromeccaniche di manovra delle serrande devono rispettare le condizioni ambientali sopraindicate.

- Motorizzazione
 - Motore tipo asincrono,
 - Alimentazione: 400 V trifase – 50 Hz,
 - Irreversibilità del movimento,
 - Manovra manuale possibile.
- Sensori di posizione

Sono integrati al motore e quindi protetti di fabbrica dalle condizioni ambientali esterne oppure aggiunti. In quest'ultimo caso, sono intrinsecamente resistenti alle condizioni ambientali oppure protetti da custodia esterna.

4.6 Requisiti specifici

- Durata delle manovre

La durata delle manovre (apertura o chiusura completa) è inferiore a 15 secondi.

- Tenuta alla pressione e all'aria
 - Resistenza a una differenza di pressione statica compatibile con la pressione massima dei circuiti aeraulici. Il criterio adottato per la tenuta alla pressione dei registri di isolamento dei ventilatori è la pressione massima corrispondente al punto estremante della curva portata/pressione dei ventilatori.
 - Portata di perdita massima: 0.05 m³/s.m² con 2500 Pa per le serrande nelle centrali di ventilazione e 0.035 m³/s.m² per le serrande a fondo discenderia.

Per le serrande dei collegamenti condotti/tunnel: resistenza meccanica alle variazioni di pressione. I criteri di dimensionamento sono i seguenti:

- Pressione massima: ± 10 kPa
- Pressioni cicliche alterne: vedi tabella sotto

Tipo di treno	Pressioni massime (kPa)	Traffico (numero treni/g)
Passeggeri	+3.8/-3.9	16
Merci	+6.5/-5.6	113
AF	+9.6/-8.3	63

Tabella 1 – Pressioni generate dal passaggio dei treni

- Vibrazioni

Al fine di evitare un rapido degrado e un livello acustico elevato, le serrande devono resistere al passaggio dell'aria senza che i componenti (alette, telai, ecc.) provochino delle vibrazioni.

4.7 Serrande per l'estrazione dei fumi

4.7.1 Ubicazione e ruolo delle serrande

In ciascuna discenderia e in ciascun pozzo di ventilazione del tunnel di base (Saint-Martin, La Praz, Avrieux, Val Clarea), uno o due (per Avrieux) condotti collegano i ventilatori reversibili situati nella centrale esterna al tunnel ferroviario.

Tali condotti sono collegati con entrambe le canne ferroviarie.

Al fine di poter selezionare la canna ferroviaria in cui effettuare la mandata o la ripresa dell'aria (in base allo scenario di ventilazione prescelto), le serrande sono poste nei collegamenti tra i condotti e le canne ferroviarie.

In posizione chiusa, garantiscono la tenuta del collegamento e, in posizione aperta, consentono il passaggio dell'aria (e anche dei fumi, di conseguenza).

Tali funzioni sono comunemente assicurate grazie a dispositivi come registri ad alette, valvole o serrande scorrevoli.

Nel nostro caso, date le dimensioni dei collegamenti da otturare (40 m²) e data l'importanza di questi impianti nell'affidabilità del sistema di ventilazione, ogni collegamento è dotato di diverse serrande di più piccole dimensioni, per minimizzare le conseguenze di un'eventuale anomalia di uno degli elementi.

4.7.2 Resistenza alla temperatura

Vista la loro ubicazione, gli otturatori possono essere esposti a fumi caldi in caso d'incendio. Secondo lo studio aerulico del tunnel di base, la miscela aria-fumi può raggiungere, in corrispondenza dell'incendio, temperature pari a circa 120 °C per un incendio su un treno passeggeri, e 600 °C per un incendio su un treno merci.

4.7.2.1 Struttura

La protezione dall'assenza di bloccaggio (e/o la perdita di tenuta) causato dalle dilatazioni dell'otturatore può essere ottenuta con:

- un dimensionamento e un irrigidimento adeguati della struttura delle parti fisse, mobili e delle sedi delle guarnizioni
- una progettazione delle parti mobili e degli organi di manovra che integri giochi di dilatazione.

È anche possibile rinforzare la resistenza aggiungendo coibenti termici come su una valvola tagliafuoco.

Infine, per diminuire il danno subito, gli elementi mobili dell'otturatore in posizione aperta devono presentare la superficie la meno estesa possibile ai flussi di gas caldi (la conseguenza è anche una diminuzione della resistenza aerulica).

Tale criterio porta a scegliere, fermo restando la geometria del condotto, otturatori dotati di uno o di più elementi mobili totalmente retrattili, quali serrande a sportello scorrevole, piuttosto che soluzioni di tipo valvole o registri ad alette.

4.7.2.2 Motorizzazione

La protezione degli elementi della motorizzazione può essere ottenuta in diversi modi con:

- la scelta di elementi dotati di una resistenza intrinseca. Attualmente esistono motori elettrici (di tipo a tenuta con isolamento rinforzato) garantiti per un utilizzo in ambiente a 400 °C per 2 ore (classe F400 secondo la EN 12101-3). Analogamente, l'impiego di guarnizioni e di olio adeguati alle temperature elevate consente di raggiungere le stesse condizioni di funzionamento per i riduttori di velocità.
- la protezione di questi elementi tramite coibenti termici.
- lo spostamento degli elementi in un'area (condotto o vano attiguo) non sottoposta al flusso di gas caldi. La distanza tra le due aree è limitata dai requisiti di trasmissione del movimento tra la motorizzazione e l'otturatore.

4.7.2.3 Sensori

La protezione dei sensori di posizione può essere ottenuta in diversi modi con:

- la scelta di elementi dotati di una resistenza intrinseca. Attualmente esistono rivelatori di prossimità (in particolare di tipo capacitivo) garantiti per un utilizzo in ambiente fino a 800 °C. È anche possibile utilizzare sensori totalmente meccanici (a contatto asciutto). In entrambi i casi è comunque tassativo sistemare l'elettronica di trattamento del segnale in un'area (condotto o vano attiguo) non sottoposta al flusso di gas caldi. La distanza tra le due aree è limitata dall'attenuazione del segnale elettrico tra la testa di rilevamento e l'elettronica di trattamento (al massimo 10 metri).
- la protezione di questi elementi tramite coibenti termici.
- lo spostamento di tutti gli elementi in un'area (condotto o vano attiguo) non sottoposta al flusso di gas caldi.

5. Specifiche tecniche dei silenziatori

5.1 Caratteristiche generali

I dispositivi di insonorizzazione sono costituiti da schermi acustici parallelepipedi.

Gli schermi sono composti di telaio in lamiera di acciaio all'interno del quale viene posto il materiale dotato di elevato potere di assorbimento. Le caratteristiche del materiale assorbente sono la buona tenuta al calore, all'umidità e all'assestamento. Le superfici laterali degli schermi acustici sono protette dall'erosione mediante trattamento superficiale del materiale assorbente. Il trattamento protettivo deve essere efficace fino a una velocità dell'aria pari a 20 m/s.

I silenziatori sono sistemati nelle apposite bocche orizzontali delle centrali per mezzo di guide di scorrimento e di profilati di acciaio.

5.2 Prestazioni acustiche

Riferirsi alla nota di dimensionamento dei silenziatori «PD2_C2B_1445_40-01-26_10-06 – Studio acustico».

6. Valvole tagliafuoco di decompressione in galleria

Ogni ramo sarà dotato di una valvola tagliafuoco con registro di regolazione e di isolamento posta in corrispondenza di:

- ciascun ramo intertubo
- ciascun ramo di comunicazione con la sala di accoglienza nelle aree di sicurezza.

Sulla seguente tabella sono sintetizzate le caratteristiche delle valvole **Erreur ! Pas de séquence spécifié.**

	Portata di passaggio	Sezione aria minima	Dimensioni interne valvola
Ramo intertubo	6,6 m ³ /s	0,8 m ²	1,0 m x 0,8 m (l x h)
Ramo in area di sicurezza	4,62 m ³ /s	0,55 m ²	0,8 m x 0,7 m (l x h)

Tabella 2 – Dimensione delle valvole tagliafuoco

6.1 Funzionamento

Le valvole saranno a chiusura automatica con fusibile.

I registri di isolamento avranno le seguenti modalità di funzionamento:

- Manovra elettrica comandata dal PCC
- Manovra elettrica locale, prioritaria rispetto al PCC
- Manovra manuale. Questa modalità è prioritaria.

6.2 Resistenza al fuoco

Il criterio adottato per la resistenza al fuoco delle strutture e degli apparecchi tra tubo ferroviario e ramo è un grado tagliafuoco definito per le condizioni seguenti:

- 90 minuti con applicazione della curva HCM (idrocarburi maggiorata)

6.3 Resistenza alla pressione

La parete divisoria tra canna ferroviaria e ramo, ed in particolare le serrande tagliafuoco, saranno sottoposte agli sforzi di pressione seguenti:

- ± 10 kPa tra canna e ramo.

Le intensità e le frequenze dei cicli degli sforzi cui sono sottoposte le valvole sono sintetizzate nella seguente tabella:

Etude technologique des équipements auxiliaires de la ventilation du tunnel de base /

Studio tecnologico degli impianti ausiliari della ventilazione del tunnel di base

Tipo di treno	Pressioni massime (kPa)	Traffico (numero treni/g)
Passeggeri	+3.8/-3.9	16
Merci	+6.5/-5.6	113
AF	+9.6/-8.3	63

Tabella 3 – Pressioni generate dal passaggio dei treni

La durata di vita dovrà essere pari o superiore a 15 anni (> 1 000 000 cicli)