

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESEREVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO  
CUP C11J05000030001

## EQUIPEMENTS – IMPIANTI

VENTILATION – VENTILAZIONE  
GENERALITES – GENERALE  
GENERALITES – ELABORATI GENERALIETUDE TECHNOLOGIQUE DES EQUIPEMENTS DE VENTILATION DES DESCENDERIES ET GALERIES  
STUDIO TECNOLOGICO DEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE DELLE DISCENDERIE E GALLERIE

| 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<br>(SETEC)      | M.PIHOUEE.<br>C. OGNIBENE    | M.FORESTA<br>M. PANTALEO      |
| A      | 31/12/2012 | Emissione a seguito commenti LTF e CCF            | L. AGNESE<br>(SETEC)      | M.PIHOUEE.<br>C. OGNIBENE    | M.FORESTA<br>M. PANTALEO      |
| B      | 08/02/2013 | Emissione a seguito commenti LTF e CCF            | L. AGNESE<br>(SETEC)      | M.PIHOUEE.<br>C. OGNIBENE    | M.FORESTA<br>M. PANTALEO      |
|        |            |   |                           |                              |                               |
|        |            |   |                           |                              |                               |

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

|                              |  |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------|--|----|----|----|----|----|----|----|
| ADRESSE GED<br>INDIRIZZO GED |  | // | // | 40 | 01 | 00 | 10 | 07 |
|------------------------------|--|----|----|----|----|----|----|----|

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



ECHELLE / SCALA

**LTF**  
LYON TURIN FERROVAIRE

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 .....  | 3  |
| 1. INTRODUZIONE .....   | 4  |
| 1.1 Descrizione generale del Progetto .....                           | 4  |
| 1.2 Oggetto .....   | 4  |
| 1.3 Documenti di riferimento .....                                    | 4  |
| 1.4 Normativa e regole tecniche di riferimento .....                  | 5  |
| 2. UBICAZIONE.....  | 5  |
| 3. SPECIFICHE TECNICHE COMUNI.....                                    | 5  |
| 3.1 Acciaio inossidabile.....   | 6  |
| 3.2 Alluminio, protezione tramite anodizzazione.....                  | 6  |
| 3.3 Galvanizzazione.....  | 6  |
| 3.4 Verniciatura .....  | 6  |
| 3.4.1 Norme di riferimento .....                                      | 6  |
| 3.4.2 Condizioni generali .....                                       | 6  |
| 3.4.3 Abrasivi per preparazione della superficie.....                 | 7  |
| 3.5 Verniciatura su galvanizzazione .....                             | 7  |
| 3.6 Corrosione galvanica .....  | 8  |
| 4. MOTOVENTILATORI.....   | 8  |
| 4.1 Caratteristiche generali .....                                    | 8  |
| 4.1.1 Regimi di funzionamento.....                                    | 8  |
| 4.1.2 Supporto dei gruppi motoventilatori .....                       | 8  |
| 4.1.3 Accessori .....   | 8  |
| 4.1.4 Rendimento .....  | 9  |
| 4.1.5 Protezione contro l'effetto pistone dei treni.....              | 9  |
| 4.2 Selezione dei ventilatori .....                                   | 9  |
| 4.2.1 Disposizioni generali .....                                     | 9  |
| 4.2.2 Punto di funzionamento .....                                    | 9  |
| 4.3 Prestazioni acustiche.....  | 9  |
| 4.4 Prestazioni vibratorie .....                                      | 10 |
| 4.5 Motori elettrici .....  | 10 |
| 4.6 Armadi di alimentazione e comando-controllo dei ventilatori ..... | 10 |

## LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

|  |   |
|--|---|
| <b>Tabella 1</b> – Caratteristiche dei ventilatori ..... | 9 |
|--|---|

## RESUME/RIASSUNTO

La présente note concerne les ventilateurs utilisés pour la ventilation hygiénique des descenderies et galeries.

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 i ventilatori utilizzati per la ventilazione sanitaria delle discenderie e gallerie.

Descrive le norme generali di progettazione imposte dalle condizioni ambientali delle opere, quindi le specifiche tecniche che 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 tratta 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 dei ventilatori del sistema di ventilazione delle discenderie e gallerie del collegamento ferroviario Lione-Torino.

Tali specifiche non prendono in considerazione le seguenti apparecchiature che sono descritte in altre note ad esse dedicate:

- i dispositivi di otturazione, i registri, le valvole,
- i collegamenti dei ventilatori ai condotti di ventilazione,
- i silenziatori.
- le apparecchiature elettriche.

### 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 seguenti:

- PD2\_C1\_0012\_45-03-00\_10-01\_ Apparecchiature e impianti di sicurezza nelle gallerie e nelle discenderie ind.B
- PD2\_C2B\_1421\_40-01-00\_10-07 – Studio della ventilazione e dell'estrazione dei fumi delle discenderie
- PD2\_C2B\_1422\_40-01-00\_10-06 – Analisi funzionale degli impianti di ventilazione delle discenderie
- PD2\_C2B\_1461\_40-01-41\_30-02 – Planimetrie della centrale di ventilazione di Saint Martin la Porte.
- PD2\_C2B\_1471\_40-01-43\_30-02 – Planimetrie della centrale di ventilazione di La Praz

- PD2\_C2B\_1491\_40-01-45\_30-02 – Planimetrie della centrale di ventilazione di Modane
- PD2\_C2B\_1521\_40-01-48\_30-02 – Planimetrie della centrale di ventilazione della Maddalena
- PD2\_C2B\_1462\_40-01-41\_20-01 – Schema della ventilazione di San Martin la Porte
- PD2\_C2B\_1472\_40-01-43\_20-01 – Schema della ventilazione di La Praz
- PD2\_C2B\_1492\_40-01-45\_20-01 – Schema della ventilazione di Modane e Avrieux
- PD2\_C2B\_1522\_40-01-48\_20-01 – Schema della ventilazione di Clarea e Maddalena
- PD2\_C2B\_1445\_40-01-26\_10-06 – Studio acustico.

## 1.4 Normativa e regole tecniche di riferimento

I decreti, le norme, le regole e le guide tecniche particolari sono definiti in seguito:

La normativa seguente:

- 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 NF 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. Ubicazione

I ventilatori di soffiaggio delle discenderie e gallerie sono collocati in prossimità degli imbocchi delle seguenti opere:

- nella centrale di ventilazione di Saint Martin la Porte;
- nella centrale di ventilazione di La Praz;
- nella centrale di ventilazione di Modane;
- nella centrale di ventilazione della Maddalena;

## 3. 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.

### 3.1 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.

### 3.2 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.

### 3.3 Galvanizzazione

Viene realizzata a caldo e in conformità alle vigenti norme, in particolare alla NF 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.

### 3.4 Verniciatura

#### 3.4.1 Norme di riferimento

- NF EN ISO 12944: relativa alle pitture e alle vernici e alla protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura
- NF EN ISO 4628-3: relativa alle pitture e alle vernici, alla valutazione del degrado dei rivestimenti, alla designazione della quantità e della dimensione dei difetti, e dell'intensità dei cambiamenti uniformi di aspetto - Parte 3: Misurazione del grado di ruggine

#### 3.4.2 Condizioni generali

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

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

Le vernici devono per quanto possibile provenire da un unico fornitore. Presentano le seguenti qualità:

- Facilità di lavaggio 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, le mani di vernice devono aderire perfettamente le une con le altre e la mano di fondo deve aderire totalmente alla superficie da proteggere.

### ***3.4.3 Abrasivi per preparazione della superficie***

L'abrasivo scelto deve consentire di ottenere la rugosità e il grado di accuratezza (secondo 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.

## **3.5 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.

### 3.6 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, ...).

## 4. Motoventilatori

### 4.1 Caratteristiche generali

I ventilatori presentano le seguenti caratteristiche principali:

- tipo elicoidale,
- sistemazione delle pale regolabile da fermo,
- azionamento diretto dal motore.

Sono costituiti essenzialmente dai seguenti componenti:

- una girante bilanciata sul piano dinamico,
- uno statore completo di ghiera cilindrica esterna, raddrizzatore, carenatura a valle profilata, flange di collegamento alle parti a monte e a valle del circuito,
- un telaio supporto metallico.

#### 4.1.1 Regimi di funzionamento

I ventilatori di mandata installati all'imbocco delle discenderie e della galleria della Maddalena assicurano la propria ventilazione sanitaria e la propria messa in pressione. Il regime di funzionamento di ciascun ventilatore va dal 50 % al 100 % del regime nominale.

#### 4.1.2 Supporto dei gruppi motoventilatori

Ogni ventilatore sarà fissato con un dispositivo rigido su una base inerziale in calcestruzzo. L'insieme è a sua volta fissato sul pavimento delle sale dei ventilatori mediante piedi antivibratili di tipo elastico oppure viscoelastico.

#### 4.1.3 Accessori

I punti di ingrassaggio sono riportati all'esterno della ghiera.

Inoltre, i gruppi motoventilatori sono dotati delle seguenti apparecchiature:

- Sonde di temperatura avvolgimenti motore,
- Sonde di temperatura limite con due soglie (allarme, attivazione) per i motori di potenza maggiore o uguale a 150 kW,
- Rivelatore di vibrazioni per i ventilatori di potenza maggiore o uguale a 150 kW.

#### **4.1.4 Rendimento**

Il rendimento complessivo di ciascuna catena variatore-motore-girante è superiore al 70%.

#### **4.1.5 Protezione contro l'effetto pistone dei treni**

I ventilatori funzionano in comunicazione con la canna ferroviaria, devono resistere alle onde di pressione generate dall'effetto pistone dei treni.

Un dispositivo antipompaggio assicurerà questa funzione.

### **4.2 Selezione dei ventilatori**

La selezione delle macchine deve rispettare i valori nominali delle portate ai ventilatori.

#### **4.2.1 Disposizioni generali**

I ventilatori devono assicurare un funzionamento stabile e non presentare nessun fenomeno di pompaggio qualunque sia il regime di ventilazione.

Il punto di funzionamento di ciascun ventilatore, a massimo regime, è scelto di modo che la pressione totale in servizio normale sia tutt'al più uguale all'80 % del valore massimo che presenta la «caratteristica portata/pressione».

#### **4.2.2 Punto di funzionamento**

Le caratteristiche portata/pressione dei ventilatori di mandata che assicurano la ventilazione sanitaria delle discenderie sono riportate nella tabella di seguito:

| <b>Centrale di ventilazione</b> | <b>Portata</b>       | <b>Pressione</b> |
|---------------------------------|----------------------|------------------|
| <b>St Martin</b>                | 21 m <sup>3</sup> /s | 500 Pa           |
| <b>La Praz</b>                  | 34 m <sup>3</sup> /s | 750 Pa           |
| <b>Modane</b>                   | 37 m <sup>3</sup> /s | 750 Pa           |
| <b>Maddalena</b>                | 38 m <sup>3</sup> /s | 750 Pa           |

*Tabella 1 – Caratteristiche dei ventilatori*

### **4.3 Prestazioni acustiche**

Per i livelli acustici da rispettare, riferirsi alla nota di dimensionamento dei silenziatori PD2\_C2B\_1445/40-01-24\_10\_07 – Studio acustico.

#### 4.4 Prestazioni vibratorie

Le velocità vibratorie in ogni parte delle solette in calcestruzzo e delle paratie non devono eccedere 1 mm/s in valore efficace qualunque sia il modo ed il regime di funzionamento dei ventilatori.

#### 4.5 Motori elettrici

I motori montati sui gruppi motoventilatori presentano le seguenti caratteristiche:

- Motori asincroni trifase con rotore in cortocircuito
- Bi-velocità
- Frequenza nominale 50Hz
- Tensione di alimentazione nominale 400 V IP 55
- Potenza nominale motore superiore di almeno il 20 % alla potenza necessaria all'albero
- Eventuale declassamento per tener conto dell'alimentazione con variatore di frequenza
- Classe d'isolamento: F
- Classe di riscaldamento: B

#### 4.6 Armadi di alimentazione e comando-controllo dei ventilatori

Gli armadi di alimentazione e comando-controllo dei ventilatori presenteranno le seguenti caratteristiche:

Per la parte potenza:

- I morsetti di arrivo su cui sono raccordati i cavi di alimentazione
- Un sezionatore tripolare provvisto di fusibile HPC con percussore
- Un contattore tripolare
- Motore di avviamento

Per la parte ausiliaria:

- I morsetti di arrivo su cui sono raccordati i cavi di alimentazione
- Gli organi di protezione e comando del relativo registro
- La distribuzione relativa ai relè

Un automatismo gestisce il pilotaggio dell'insieme (ventilatore e relativo registro), con accoppiatore ethernet per assicurare un'interfaccia di comunicazione con la GTC (C2B\_TS3\_1422\_40-01-00\_10\_06 Analisi funzionale della ventilazione delle discenderie).

Il comando e i controlli frontali degli armadi:

- 1 Comando esterno di spegnimento generale
- 1 pulsante d'arresto di emergenza bloccabile
- 1 comando on/off del ventilatore
- 1 commutatore di selezione «locale», «remoto»
- 1 pulsante «cancellazione difetto»
- 1 set di pulsanti a pressione per registro:
  - Apertura
  - Chiusura
- 4 spie di difetto ventilatore:

Etude technologique des équipements des équipements de ventilation des descenderies et galeries

Studio tecnologico degli impianti di ventilazione delle discenderie e gallerie

---

- Temperatura cuscinetto
  - Temperatura motore
  - Vibrazioni
  - Tensione di alimentazione
- Spie di presenza tensioni secondarie
- 1 set di spie per registro:
  - Aperto
  - Chiuso
  - Difetto
- 1 set di spie ventilatore:
  - ON
  - OFF