

# 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

#### ÉTUDE DES PORTES DES COMMUNICATIONS PAIR-IMPAIR RELAZIONE TECNICA SULLE PORTE DELLE COMUNICAZIONI PARI-DISPARI

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 (SETÈC)	M.PIHOUEE. C. OGNIBENE	M.FORESTA M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	1	4	4	8	B
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED		//	//	40	01	26	10	08
------------------------------	--	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

**Tecnimont**  
Civil Construction  
Dott. Ing. Aldo Mangarella  
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 .....	3
1. INTRODUZIONE .....	4
1.1 Descrizione generale del Progetto .....	4
1.2 Oggetto .....	4
1.3 Documenti di riferimento .....	4
2. UBICAZIONE.....	4
3. FUNZIONALITÀ E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO .....	5
3.1 Indipendenza aeraulica .....	5
3.2 Criteri di dimensionamento .....	5
3.2.1 Resistenza al fuoco .....	5
3.2.2 Resistenza alla pressione.....	5
3.2.3 Impatto con un treno .....	5
4. DESCRIZIONE .....	6
4.1 Struttura .....	6
4.2 Articolazioni .....	6
4.3 Organi di manovra .....	6
4.3.1 Tipo .....	6
4.3.2 Layout .....	7
4.3.3 Componenti.....	7
4.3.3.1 Mandrini.....	7
4.3.3.2 Centrale idraulica .....	7
5. APPENDICE 1 : PREDIMENSIONAMENTO DELLA STRUTTURA DEI BATTENTI. 8	
6. APPENDICE 2 : PREDIMENSIONAMENTO DEI MANDRINI.....	9
7. APPENDICE 3 : PREDIMENSIONAMENTO DELLE CENTRALI IDRAULICHE .....	10

## RESUME/RIASSUNTO

La présente note concerne les portes d'obturation aéraulique situées dans les communications pair-impair.	La presente nota riguarda le porte di otturazione aeraulica situate nelle comunicazioni pari-dispari.
Elle décrit les règles générales de conception imposées par les conditions d'environnement des ouvrages, ainsi que les spécifications techniques auxquelles doivent satisfaire les équipements.	Descrive le regole generali di progettazione imposte dalle condizioni ambientali dei lavori, nonché le specifiche tecniche che gli impianti devono soddisfare.
Elle est complétée par un dimensionnement sommaire des éléments constitutifs des portes.	È completata da un dimensionamento preliminare degli elementi costitutivi delle porte.

## 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".

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

La presente nota ha per oggetto le caratteristiche tecniche dei dispositivi di otturazione a tenuta aerea del tunnel di base 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 note e dagli schemi seguenti:

- PD2\_C2B\_1449\_40-01-26\_30-01 – Schemi delle porte delle CPD

## 2. Ubicazione

Le comunicazioni pari-dispari (CDP) sono i binari ferroviari che collegano le due canne del tunnel di base.

Sono situate alle estremità dell'area di sicurezza di Modane, nonché nei pressi degli imbocchi a Saint Jean de Maurienne.

Al centro di esse è predisposta una cavità per l'alloggiamento dei dispositivi di otturazione oggetto della presente nota.

---

### 3. Funzionalità e criteri di dimensionamento

#### 3.1 Indipendenza aeraulica

Il ruolo di questi dispositivi di otturazione (porte) è assicurare, in caso di incendio in una delle canne ferroviarie, l'indipendenza aeraulica tra il binario 1 e il binario 2, in modo da agevolare l'azione degli impianti di estrazione dei fumi.

Questa indipendenza deve essere mantenuta per una durata minima di 2 ore.

Il criterio adottato per la realizzazione di questa funzione è il seguente:

- Otturazione minima pari all'80 % della sezione, senza interferenza con la catenaria e il binario

Gli altri requisiti relativi al funzionamento di questi elementi sono i seguenti:

- Nella posizione aperta, non dovranno interferire con la sagoma
- Il tempo di chiusura o apertura è stato fissato a 1 minuto
- La manovra delle porte deve essere possibile in qualsiasi momento

#### 3.2 Criteri di dimensionamento

##### 3.2.1 Resistenza al fuoco

Considerata l'assenza di tenuta totale di queste porte, e la necessità di non interferire con la catenaria, la qualità tagliafuoco non potrà essere garantita.

Le porte saranno per contro dimensionate al fine di ottenere una stabilità al fuoco di 2 ore secondo i termini della norma ISO 834.

##### 3.2.2 Resistenza alla pressione

Le porte devono potere essere aperte o chiuse in qualsiasi momento. Per il dimensionamento della loro struttura e dei dispositivi di manovra viene quindi preso in considerazione il caso di traffico ferroviario più penalizzante.

In caso di incrocio di treni di autostrada ferroviaria in prossimità della comunicazione pari-dispari, la porta in posizione chiusa (o in fase di manovra) può essere sottoposta alle seguenti pressioni massime:

- +10 kPa da un lato, -10 kPa dall'altro

##### 3.2.3 Impatto con un treno

Nel caso di un disfunzionamento che determina il passaggio di un treno nella comunicazione con la porta chiusa, le conseguenze dell'impatto dovrebbero potere essere minimizzate.

Il treno considerato sarà un convoglio di autostrada ferroviaria che circola a 100 km/h.

## **4. Descrizione**

### **4.1 Struttura**

Ogni porta è costituita da due battenti. Questa soluzione è stata preferita rispetto ad una porta scorrevole per ridurre i problemi di guida e di impatto sulla muratura e sugli impianti lineari del tunnel.

Peraltro, nelle gallerie emerge per esperienza una preferenza per le porte scorrevoli (vedi galleria del Lötschberg o del Gottardo). Si potrebbe pertanto prevedere una soluzione con porta a due battenti scorrevoli.

L'ossatura è realizzata in profilati (tipo HEA) saldati, ed è rivestita di due lamiere di rivestimento.

La dimensione dei battenti permette di assicurare la percentuale minima di otturazione attesa senza interferire con gli impianti del tunnel.

Una sezionatura sulla parte superiore permette di mantenere una distanza di sicurezza rispetto alla catenaria.

Le conseguenze della collisione accidentale di un treno con la porta in posizione chiusa saranno attenuate attraverso l'uso di una zona «fusibile» con sagoma massima ammessa nel tunnel (autostrada ferroviaria).

Questa parte del battente sarà collegata al resto della struttura mediante assemblaggi bullonati, la cui rottura mediante tranciatura assorbirà parte dell'energia dell'urto. La zona fusibile avrà in tal modo la possibilità di ruotare per offrire il minimo di resistenza al treno, riducendo così i rischi di deragliamento e/o di collisione catastrofica.

### **4.2 Articolazioni**

Ogni battente è montato su cerniere a maschetto munite di cuscinetti a sfere assiali a tenuta stagna.

Sarà così possibile ridurre le operazioni di manutenzione, nonché la coppia di attrito resistente alla manovra del battente.

Il collegamento del battente all'organo di manovra sarà realizzato mediante un'articolazione a giunto sferico, in modo da assorbire i leggeri difetti di allineamento e di guida che potrebbero verificarsi.

### **4.3 Organi di manovra**

#### **4.3.1 Tipo**

Dati i notevoli sforzi da fornire (vedi calcolo del predimensionamento in appendice, ed i tempi di manovra relativamente ridotti, ogni battente delle porte sarà azionato da un mandrino idraulico.

### **4.3.2 Layout**

I mandrini idraulici saranno posizionati orizzontalmente, a metà altezza del tunnel, in alloggiamenti predisposti da entrambi i lati dei marciapiedi.

Saranno fissati direttamente al battente, in posizione obliqua rispetto all'asse del tunnel.

Il corpo dei mandrini sarà munito di perni montati in un'articolazione cardanica. L'insieme è fissato ad un telaio in profilati metallici sigillato nell'opera in muratura.

La centrale idraulica sarà posizionata in uno degli alloggiamenti e alimenterà i due mandrini. Le tubature idrauliche, nonché i cavi elettrici tra la centrale e i mandrini saranno interrati in guaine sotto la fondazione a platea perpendicolarmente all'asse del tunnel.

### **4.3.3 Componenti**

#### **4.3.3.1 Mandrini**

- Pistone semplice
- Duplice effetto
- Chiusura con valvola anti-ritorno
- Perna sul corpo
- Perno a sfera all'estremità del pistone
- Sensori di finecorsa aperto o chiuso

#### **4.3.3.2 Centrale idraulica**

La centrale idraulica sarà costituita da:

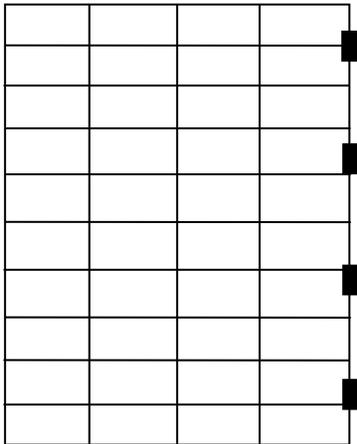
- Un serbatoio d'olio completo
- Una vasca di ritenzione sotto al serbatoio
- Pompe trascinate da motori elettrici
- Dispositivi di regolazione, di sicurezza, di filtraggio dell'olio
- I dispositivi di controllo del livello, della pressione, della temperatura dell'olio, dell'intasamento dei filtri
- Un quadro elettrico di comando

Ogni centrale comprenderà 2 elettropompe che alimentano ciascuna un mandrino. In caso di anomalia di un'elettropompa, sarà possibile continuare a manovrare i due battenti, a velocità ridotta.

I circuiti idraulici di alimentazione dei mandrini saranno muniti di limitatori di pressione e di valvole di scarico, che proteggono il mandrino contro uno sforzo sulla porta superiore alle sue capacità (impatto con un treno,...).

## 5. Appendice 1 : Predimensionamento della struttura dei battenti

*Nota: gli elementi seguenti non costituiscono la nota di calcolo della struttura dei battenti, ma solo un calcolo approssimativo per stimare il peso di un battente.*



### Ipotesi

- $1 \times h = 4.4 \text{ m} \times 6.8 \text{ m}$
- 5 traverse verticali
- 11 traverse orizzontali
- 2 lamiere di rivestimento
- Carico massimo =  $2000 \text{ daN/m}^2$

### Dimensionamento di una traversa orizzontale

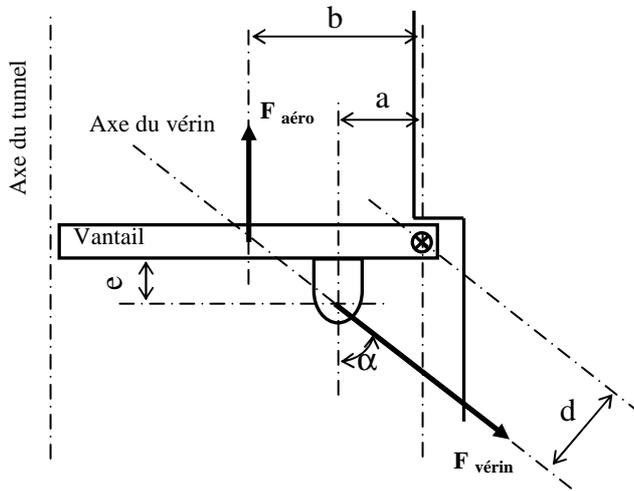
- $\text{Sforzo} = 4.4 \times \frac{6.8}{10} \times 2000 = 5984 \text{ daN}$
- $\text{Moment} = \frac{5984 \times 4.4}{8} = 3291 \text{ m.daN}$
- Requisito ammissibile :  $2 \text{ daN/mm}^2$
- $\text{Modulo d'inerzia min} = \frac{3291}{2} = 1645.5 \text{ cm}^3$
- Scelta del profilato: HEA 360, modulo di inerzia =  $1890 \text{ cm}^3$
- $\text{Sforzo reale} = \frac{3291}{1890} = 1.74 \text{ daN / mm}^2$

### Stima del peso di un battente

- 11 profilati HEA 360 orizzontali:  $11 \times 4.4 \times 112 \text{ (kg/m)} = 5421 \text{ kg}$
- 5 profilati HEA 360 verticali :  $5 \times 6.8 \times 112 = 3808 \text{ kg}$
- 2 lamiere di rivestimento spessore 10 mm :  $2 \times (4.4 \times 6.8 \times 0.01) \times 7850 \text{ (kg/m}^3) = 4697 \text{ kg}$
- 4 piastre e cerniere :  $4 \times 200 = 800 \text{ kg}$
- 1 pezzo attacco mandrino :  $1 \times 150 = 150 \text{ kg}$
- Varie : 1.000 kg
- TOTALE : 15,9 t

## 6. Appendice 2 : Predimensionamento dei mandrini

Nota: gli elementi seguenti non costituiscono la nota di calcolo dei mandrini, ma solo un calcolo approssimativo per stimarne le dimensioni.



### Ipotesi

- Superficie battente:  $S = 4.4 \times 6.8 = 29.92 \text{ m}^2$
- Pressione aeraulica:  $P = 2000 \text{ daN/m}^2$
- $a = \frac{4.4}{3} = 1.47 \text{ m}$
- $b = \frac{4.4}{2} = 2.2 \text{ m}$
- $e = 0.41 \text{ m}$
- $\alpha = 63^\circ$
- Corsa del mandrino:  $c = 1.16 \text{ m}$

### Calcolo di $F_{mandrino}$

Si considera il caso sfavorevole: porta all'inizio dell'apertura, pressione aeraulica massima

- $F_{aer.} = P \times S = 59840 \text{ daN}$
- $d = a \times \cos \alpha + e \times \sin \alpha = 1.03 \text{ m}$
- $F_{vérin} = \frac{F_{aéro} \times b}{d} = 127814 \text{ daN}$
- Questo valore va maggiorato di circa il 10 % per prendere in considerazione gli attriti meccanici, cioè:  $F_{mandrino} = 141\,000 \text{ daN}$

### Scelta di un mandrino

- Diametro alesatura: 320 mm
- Diametro pistone : 220 mm
- Pressione nominale : 350 bar
- Sforzo alla spinta : 281490 daN
- Sforzo in tirata : 148440 daN
- Corsa : 1,16 m
- Massa : 1.975 kg

## 7. Appendice 3 : Predimensionamento delle centrali idrauliche

*Nota: gli elementi seguenti non costituiscono la nota di calcolo della centrale idraulica, ma solo un calcolo approssimativo per stimarne il volume e la potenza elettrica massima.*

### Ipotesi

- Sforzo massimo:  $F_{\text{mandrino}} = 141\,000 \text{ daN}$
- Corsa del mandrino:  $c = 1.16 \text{ m}$
- Diametro alesatura:  $D = 320 \text{ mm}$
- Tempo di manovra:  $t = 60 \text{ s}$

### Potenza elettrica massima

- $P = Fx \frac{c}{t} = 27260W$  per la manovra di un mandrino
- Considerando un rendimento globale del sistema idraulico del 70 %, la manovra dei due mandrini necessiterebbe una potenza :  $P = 78 \text{ kW}$

### Portata dell'olio

- Volume del corpo di un mandrino :  $V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot xc = 0.093m^3 = 93 \text{ l}$
- Portata per 2 mandrini :  $Q = 2x \frac{V}{t} = 186(l \cdot \text{min}^{-1})$

### Volume del serbatoio dell'olio

- Considerando il corpo dei 2 mandrini, 30 metri di tubature con diametro interno di 50 mm, e un margine di sicurezza, è possibile stimare che sarà necessario un volume d'olio di circa 350 litri.