

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 GENERALINOTE METHODOLOGIQUE DES ETUDES DE LA VENTILATION
NOTA METODOLOGICA SUGLI STUDI DELLA 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	2	0	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	00	10	04
------------------------------	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

Technimont
Civil Construction
Dott. Ing. Aldo Mancarella
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	6
1. INTRODUZIONE	7
1.1 Descrizione generale del Progetto	7
1.2 Descrizione generale dei sistemi di ventilazione e relative apparecchiature.....	7
1.3 Documenti generali di riferimento.....	7
1.3.1 Altri studi	7
1.3.2 Normativa	8
1.4 Sottosistemi interessati	8
1.5 Limiti delle prestazioni	8
1.5.1 Limiti geografici	8
1.5.2 Limiti funzionali	9
2. MODELIZZAZIONI DEGLI STUDI AERAILICI E DIMENSIONAMENTO DELLA VENTILAZIONE.....	9
3. EVACUAZIONE DEI FUMI DEL TUNNEL DI BASE.....	9
3.1.1 Obiettivi da raggiungere	9
3.2 Criteri di dimensionamento	10
3.3 Dati geometrici e funzionali	10
3.4 Dati aerailici e termici.....	11
3.4.1 Coefficienti di perdita di carico	11
3.4.1.1 Tunnel di base	11
3.4.2 Caratteristiche termofisiche delle pareti	11
3.4.3 Parametri ambientali	11
3.5 Dati ferroviari (traffico – caratteristiche dei treni)	12
3.5.1 Treni passeggeri	12
3.5.2 Treni merci	12
3.5.3 Treni di autostrada ferroviaria	12
3.5.4 Caratteristiche principali dei treni.....	13
3.5.5 Traffico tipo	13
3.6 Strategia di estrazione dei fumi e di evacuazione dei passeggeri.....	14
3.6.1 Strategie da applicare	14
3.6.1.1 Velocità dell'aria.....	14
3.6.1.2 Estrazione dei fumi	15
3.6.2 Principio di evacuazione dei passeggeri	15
3.6.3 Treno fermo nell'area di sicurezza.....	15
3.6.3.1 Treni passeggeri	15
3.6.3.2 Treni merci o di autostrada ferroviaria	16
3.6.4 Treno fermo sul binario di corsa.....	16
3.6.4.1 Incendio di una motrice di TGV	16
3.6.4.2 Incendio di un treno merci	16
3.6.4.3 Incendio di un treno di autostrada ferroviaria.....	16
3.7 Dati di dimensionamento	17
3.7.1 Incendi e relative velocità dell'aria.....	17

3.7.2	Altre condizioni aerauliche da rispettare	17
3.7.2.1	Velocità di ritorno	17
3.7.2.2	Non-ricircolo dei fumi agli imbocchi.....	17
3.7.2.3	Non-dispersione dei fumi nella scia.....	17
3.7.2.4	Aree di sicurezza	18
3.7.2.5	Modane.....	18
3.7.3	Interdistanza da rispettare per la sosta in caso di incendio	18
3.7.4	Tempistica delle procedure di estrazione dei fumi	18
3.7.4.1	Caso dell'incendio di un treno passeggeri	19
3.7.4.2	Altri casi.....	19
3.7.5	Contropressioni atmosferiche	19
3.7.6	Disponibilità ed affidabilità	20
4.	VENTILAZIONE SANITARIA DEL TUNNEL DI BASE	20
4.1	Obiettivi da raggiungere	20
4.2	Criteri di dimensionamento	20
5.	VENTILAZIONE DELLE DISCENDERIE	20
5.1	Obiettivi da raggiungere	20
5.2	Dettaglio delle funzionalità.....	21
5.2.1	Discenderia di St-Martin.....	21
5.2.2	La discenderia di La Praz comprende:.....	21
5.2.3	Discenderia di Modane	21
5.2.4	Pozzo di Avrieux.....	22
5.2.5	Pozzo della Val Clarea.....	22
5.2.6	Galleria della Maddalena	22
5.3	Evacuazione dei fumi	23
5.3.1	Strategia da applicare	23
5.3.2	Dati di dimensionamento	23
5.3.2.1	Incendio.....	23
5.3.2.2	Obiettivi di velocità dell'aria	24
5.3.3	Disponibilità ed affidabilità	24
5.4	Ventilazione sanitaria	24
5.4.1	Requisiti di portata d'aria.....	24
5.4.1.1	Traffico di dimensionamento	24
5.4.1.2	Livelli massimi ammissibili di inquinanti.....	24
5.4.1.3	Portata d'aria atta a garantire il disinquinamento dell'opera	24
5.4.1.4	Portata d'aria atta ad assicurare il tasso di ricambio minimo dell'opera ..	25
5.4.1.5	Portata d'aria atta ad assicurare la velocità di circolazione d'aria minima dell'opera.....	25
5.4.1.6	Portate da assicurare.....	25
5.5	Messa in pressione	25
5.6	Principali caratteristiche delle discenderie e dei pozzi	26
5.7	Requisiti di sezioni d'aria	27
6.	VENTILAZIONE DELLE AREE DI SICUREZZA	27
6.1	Obiettivi da raggiungere	28
6.2	Caratteristiche delle aree di sicurezza.....	28
6.3	Criteri di dimensionamento	29
7.	VENTILAZIONE DEI LOCALI TECNICI.....	29

7.1	Obiettivi da raggiungere	29
7.2	Criteri di dimensionamento	29
8.	RAMI DI COLLEGAMENTO.....	29
8.1	Obiettivi da raggiungere	29
8.2	Protezione della canna sicura.....	30
8.3	Porte dei rami chiuse	30
8.3.1	Geometria.....	30
8.3.2	Funzionamento.....	30
8.3.3	Resistenza al fuoco	30
9.	PORTE DELLE COMUNICAZIONI PARI-DISPARI	30
9.1	Obiettivi da raggiungere	30
9.2	Criteri di dimensionamento	31
9.2.1	Resistenza al fuoco	31
9.3	Resistenza alla pressione	31
9.4	Impatto con un treno	31
10.	VENTILAZIONE DELL'INTERCONNESSIONE.....	31
10.1	Ventilazione ed estrazione dei fumi dell'interconnessione	32
10.2	Ventilazione dei rami.....	32
10.3	Dispositivo di non-ricircolo dei fumi agli imbocchi.....	32
11.	STUDI TECNOLOGICI DELLA VENTILAZIONE	32
11.1	Studi tecnologici degli impianti di ventilazione/estrazione dei fumi	32
11.1.1	Analisi delle tipologie delle anomalie	32
11.1.2	Analisi funzionale generale	33
11.1.3	Bilanci della potenza della ventilazione	33
11.1.4	Bilanci delle informazioni	33
11.1.5	Studi acustici delle centrali di ventilazione/estrazione dei fumi	34
11.2	Studi tecnologici degli impianti di ventilazione delle aree di sicurezza.....	35
11.3	Studi tecnologici degli impianti della ventilazione delle discenderie	35
11.4	Studi tecnologici degli impianti della ventilazione dei locali tecnici nei rami.....	35
11.5	Elaborazione dei piani guida	35
11.6	Gestione delle interfacce.....	35
11.6.1	Interfacce correnti forti	35
11.6.2	Interfacce con la GTC.....	35
12.	STUDI DEI COSTI DEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE.....	36
12.1	Stima degli investimenti	36

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	– Curva di potenza dell'incendio.....	23
Figura 2	– Sezione tipo della discenderia di La Praz	26

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	– Dati geometrici del tunnel di base.....	11
Tabella 2	– Pendenze del tunnel a partire dall'imbocco ovest	11

Tabella 3 – Caratteristiche delle pareti	11
Tabella 4 – Caratteristiche dei treni	13
Tabella 5 – Traffico orario	13
Tabella 6 – Strategie di ventilazione	14
Tabella 7 – Estrazione dei fumi.....	15
Tabella 8 – Incendi e relative velocità dell'aria	17
Tabella 9 – Interdistanza dei treni	18
Tabella 10 – Timing delle procedure di estrazione dei fumi.....	19
Tabella 11 – Livelli di inquinamento ammissibili.....	24
Tabella 12 – Emissione di inquinanti degli automezzi pesanti che viaggiano a 70 km/h.....	25
Tabella 13 – Principali caratteristiche delle discenderie e dei pozzi.....	27
Tabella 14 – Sezioni d'aria necessarie	27
Tabella 15 – Caratteristiche delle aree di sicurezza	28
Tabella 16 – Caratteristiche dell'interconnessione	31

RESUME/RIASSUNTO

La présente note concerne Les équipements de ventilation et le désenfumage du tunnel de base, et des descenderies. Elle traite également de la ventilation des locaux techniques en rameaux et des stations de sécurité.

Elle a pour objet principal de présenter la méthodologie de travail qui est appliquée à l'étude de la ventilation des ouvrages souterrains situés sur la zone internationale de la liaison ferroviaire Lyon Turin, sous l'angle des objectifs et performances recherchés.

La note explicite, les données fondamentales nécessaires à l'étude et elle définit tous les principaux généraux de fonctionnement des systèmes de ventilation

La presente relazione riguarda la ventilazione e l'estrazione dei fumi del tunnel di base e delle discenderie, e tratta inoltre della ventilazione dei locali tecnici nei rami e delle aree di sicurezza.

Il suo oggetto principale è la presentazione della metodologia di lavoro applicata allo studio della ventilazione delle opere in sotterraneo situate sulla tratta internazionale del collegamento ferroviario Lione Torino, dal punto di vista delle prestazioni e degli obiettivi ricercati.

La nota chiarisce i dati fondamentali necessari allo studio e tutti i principi generali di funzionamento dei sistemi di ventilazione.

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 Descrizione generale dei sistemi di ventilazione e relative apparecchiature

I sistemi di ventilazione riguardano tutte le opere in sottterraneo della tratta internazionale.

La loro funzione è, da un lato, quella di assicurare l'evacuazione dei fumi in caso di incendio e, dall'altro, mantenere una qualità dell'aria compatibile con l'esercizio dell'opera.

La presente nota tratta inoltre di quanto segue:

- Estrazione dei fumi del tunnel di base
- Ventilazione sanitaria del tunnel di base
- Ventilazione delle discenderie e delle gallerie
- Ventilazione dei locali tecnici
- Ventilazione delle aree di sicurezza
- Rami di collegamento
- Porte di Comunicazione Pari/Dispari.

1.3 Documenti generali di riferimento

1.3.1 Altri studi

- PP2-TEC/-LTF-0001 – Capitolato tecnico dettagliato – Lotto C2 – Impianti
- PP2-DEP/-LTF-0003 – Capitolato tecnico – Parte generale
- PD2-DEP/-LTF-0019 – Raccomandazioni e prescrizioni
- GIG. – Criteri di sicurezza e di esercizio V22
- PD2-C1/-TS3-0017 – Sistema di evacuazione dei fumi del tunnel de base e opere connesse (PD2-C1/-TS3-0022 e PD2-C1/-TS3-0023)
- Consegna 43: Specifiche normative funzionali
- Consegna 44: Norme tecniche - Quadro normativo
- Consegna 48: Principi di sicurezza

- Studi funzionali del lotto C1

1.3.2 Normativa

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

1.4 Sottosistemi interessati

Il sistema di ventilazione comprende i seguenti sottosistemi:

- Impianti di estrazione dei fumi:
 - o del tunnel di base
 - o delle discenderie e delle gallerie
- Impianti per la ventilazione sanitaria
 - o del tunnel di base
 - o delle discenderie e delle gallerie
 - o dei locali tecnici nei rami
 - o delle aree di sicurezza
- Impianti per la messa in pressione:
 - o delle discenderie e delle gallerie
 - o delle aree di sicurezza
 - o dei rami situati tra le due canne (intertubo)

1.5 Limiti delle prestazioni

1.5.1 Limiti geografici

Le opere interessate dagli impianti di ventilazione sono il tunnel di base, i rami di comunicazione tra le due canne (intertubo) e i locali tecnici situati all'interno, nonché le opere di accesso al tunnel di base: le discenderie di St Martin La Porte, La Praz e Modane, la galleria della Maddalena; i pozzi di Avrieux e della Val Clarea.

Gli impianti descritti nella presente nota comprendono i locali situati alle estremità del tunnel di base, e alle estremità (sotterranea ed esterna) delle opere di accesso al tunnel.

1.5.2 Limiti funzionali

Il funzionamento del sistema di ventilazione è basato su una serie di scenari predefiniti, ognuno dei quali è adatto ad una situazione (incendio, ...) e a specifiche condizioni (traffico, condizioni climatiche, ...).

La scelta dello scenario da applicare, per ogni sottoinsieme, è effettuata dagli operatori del PCC, senza connessione diretta tra i mezzi di identificazione di una data situazione (video, sistemi di sicurezza, ...) e il sistema di ventilazione.

2. Modellizzazioni degli studi aeraulici e dimensionamento della ventilazione

Per soddisfare gli obiettivi di ventilazione e assicurarne il dimensionamento, saranno realizzati studi e modellizzazioni aeraulici. Dati i requisiti di diluizione da raggiungere in caso di incendio, la ventilazione sanitaria del tunnel sarà assicurata a priori senza particolari difficoltà, grazie alla capacità del sistema di estrazione dei fumi, e non necessiterà pertanto di specifici studi aeraulici.

Sulla base dei principi funzionali, dei requisiti e degli obiettivi definiti dal lotto C1, verranno realizzate delle modellizzazioni aerauliche in 1D che serviranno a determinare le capacità necessarie per le soluzioni tecniche adottate (ventilatori, acceleratori, ecc.).

Le modellizzazioni saranno fatte in transitorio fino a raggiungere un regime stazionario per potere studiare le condizioni di raggiungimento dei regimi aeraulici e verificare le durate idonee al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati.

A tal scopo, faremo uso di un apposito strumento di simulazione numerica che permetterà di modellizzare tutte le caratteristiche delle opere, dei treni, degli impianti e delle reti, tenendo conto degli effetti termici.

Questo strumento informatico permetterà di:

- dimensionare i sistemi di estrazione dei fumi,
- definire la regolazione dei sistemi di estrazione fumi in funzione dell'ubicazione del focolaio dell'incendio e dei parametri esterni (in particolare la ventilazione naturale),
- verificare che le regolazioni selezionate siano idonee, qualunque sia lo scenario di incendio, mettendo in evidenza il senso di scorrimento, il confinamento dei fumi, l'efficienza delle serrande di estrazione dei fumi, l'assenza di passaggio di fumi da una canna all'altra.

3. Evacuazione dei fumi del tunnel di base

3.1.1 Obiettivi da raggiungere

La problematica della ventilazione delle gallerie ferroviarie, e a maggior ragione di quelle più lunghe, è strettamente correlata agli effetti aerodinamici dovuti all'effetto pistone dei treni, agli effetti termici determinati dalle differenze di temperatura tra l'esterno e l'interno dell'opera, nonché agli effetti dovuti ad una contropressione non nulla e che può superare potenzialmente il kPa.

Inoltre, la problematica della ventilazione dei tunnel, e l'eventuale posa di impianti di ventilazione, è strettamente correlata ai problemi relativi alla sicurezza delle persone,

soprattutto in caso di incendio. In tal caso, la ventilazione deve assicurare gli obiettivi seguenti:

- il controllo del tappo dei fumi mediante il controllo della corrente d'aria longitudinale, qualunque sia l'ubicazione dell'incendio nel convoglio o il tipo di convoglio;
- l'evacuazione degli utenti e del personale verso le uscite di soccorso nelle condizioni il più possibile sicure.

3.2 Criteri di dimensionamento

Per ogni scenario, saranno modellizzati le opere, le reti e gli impianti. Lo svolgimento di ciascun scenario, concatenamento degli eventi e cronologia, sarà conforme con quello definito negli studi funzionali di sicurezza del lotto C1.

Ogni caso di incendio sarà caratterizzato da un insieme di parametri «passivi» relativi alle condizioni ambientali. Si tratta dei seguenti parametri:

- traffico (numero, tipo, velocità)
- potenza dell'incendio e natura dello sviluppo
- condizioni esterne di temperatura e pressione
- condizioni di circolazione dei treni e tempistica delle procedure di estrazione dei fumi.

Dopo avere preso in considerazione detti parametri, le simulazioni successive permetteranno di definire un insieme di regolazioni che vertono sui seguenti parametri «attivi», o variabili, relativi alle apparecchiature:

- Portate dei ventilatori di estrazione dei fumi
- Portate dei ventilatori di mandata
- Regime di funzionamento degli acceleratori:
 - o per il controllo del tiraggio termico (o effetto camino: movimento dell'aria con l'effetto di spinta di Archimede)
 - o per il controllo delle contropressioni agli imbocchi

In un secondo tempo, sulla base delle regolazioni definite per gli scenari di estrazione dei fumi, le simulazioni permetteranno di determinare le regolazioni relative alla messa in pressione della canna non incidentata (canna sicura).

A seconda degli scenari studiati, la configurazione di apertura dei rami di evacuazione sarà diversa. Saranno modellizzate le due configurazioni seguenti:

Per un arresto sul binario di corsa:

- apertura simultanea delle due porte dei rami utilizzati per l'evacuazione

Per un arresto nell'area di sicurezza:

- apertura simultanea delle due porte di tutti i rami di collegamento alla sala di accoglienza o alla zona di transito, situata tra le due canne ferroviarie.

3.3 Dati geometrici e funzionali

Il tunnel di base è costituito da due canne unidirezionali le cui principali caratteristiche geometriche sono presentate nella seguente tabella.

Parametro del tunnel	Valori
Lunghezza	57.517 m
Sezione	43 m ²
Perimetro	26,4 m

Tabella 1 – Dati geometrici del tunnel di base

Il profilo longitudinale del tracciato presenta le pendenze seguenti, definite a partire dall'imbocco ovest (francese). Un valore positivo corrisponde ad una salita nel senso ovest-est.

L'altitudine dell'imbocco ovest è di 560 m.

Distanza cumulata (m)	Pendenza (%)
St. Jean de Maurienne – St. Martin la Porte	+0,67
St. Martin la Porte – La Praz	+0,69
La Praz – Avrieux +0.56	+0,56
Porte Avrieux – Clarea -0.75	-0,75
Clarea – Susa	-1,13

Tabella 2 – Pendenze del tunnel a partire dall'imbocco ovest

3.4 Dati aerulici e termici

3.4.1 Coefficienti di perdita di carico

3.4.1.1 Tunnel di base

I coefficienti di perdita di carico saranno considerati pari a:

- 0,015 per la parete dei condotti e dei pozzi,
- 0,020 per la parete delle discenderie e delle gallerie,
- 0,025 per la parete dei tunnel ferroviari.

3.4.2 Caratteristiche termofisiche delle pareti

Le caratteristiche termofisiche delle pareti dei tunnel saranno assimilate a quelle del calcestruzzo standard. Le corrispondenti grandezze figurano nella seguente tabella.

Densità [kg/m ³]	Conduttività termica [W/(m.K)]	Capacità termica per unità di massa [J/(kg.K)]
2400	1,60	920

Tabella 3 – Caratteristiche delle pareti

3.4.3 Parametri ambientali

I parametri ambientali presi in considerazione, ricavati dagli studi di raffreddamento (PD2_C1_TS3_0021_55-00-00_10-01 Ind.0), sono:

- Temperatura media esterna all'imbocco lato Francia: +7,3 °C

- Temperatura media esterna all'imbocco lato Italia: + 12,2 °C
- Temperatura media della parete della discenderia e del pozzo di St-Martin: 15,5 °C
- Temperatura media della parete della discenderia e del pozzo di La Praz: 15 °C
- Temperatura media della parete della discenderia di Modane: 17 °C
- Temperatura media della parete del pozzo di Avrieux: 16 °C
- Temperatura media della parete della galleria della Maddalena e del pozzo della Val Clarea: 28,5 °C
- Temperatura massima della parete del tunnel di base: 28 °C

Le temperature delle pareti sono le medie tra la temperatura esterna e la temperatura della roccia a livello del tunnel.

- ± 1000 Pa di differenza di pressione massima tra gli imbocchi del tunnel di base.

3.5 Dati ferroviari (traffico – caratteristiche dei treni)

I treni che viaggeranno sul futuro tracciato sono di vari tipi:

- Treni passeggeri;
- Treni merci;
- Treni di autostrada ferroviaria.

3.5.1 Treni passeggeri

I diversi tipi di treni passeggeri che potrebbero usare il corridoio ferroviario (linea nuova e linea storica) sono:

- Treni ad alta velocità (Italiani: ETR 500, francesi: TGV Réseau, TGV Duplex, internazionali);
- Treni internazionali diurni e notturni;
- Treni passeggeri regionali: con convogli trainati o automotrici;
- Treni speciali, come i treni per pellegrinaggi.

Il TGV-Duplex in Unité Multiple (2 convogli accoppiati) è rappresentativo del parco che circolerà in termini di configurazione e di numero di passeggeri.

Per rappresentare i treni passeggeri nelle modellizzazioni sarà quindi adottato questo tipo di treno.

3.5.2 Treni merci

I treni merci che circoleranno sul tracciato possono essere di tipo diverso (treni blocco, treni completi, treni materiale vuoti, treni merci postali, per autovetture, per trasporto intermodale, per merci pericolose...).

Tuttavia, la loro configurazione rimane la stessa: sono tutti composti da vagoni rimorchiati da una o più locomotive ed eventualmente spinti da una locomotiva agganciata o meno, in coda al treno. Un treno merci non supera una lunghezza di 750 m.

3.5.3 Treni di autostrada ferroviaria

Le previsioni di traffico prevedono treni di autostrada ferroviaria di 750 m a medio e a lungo termine.

3.5.4 Caratteristiche principali dei treni

I principali tipi di treno considerati sono i treni passeggeri interurbani ad alta velocità nonché i treni merci e di autostrada ferroviaria.

I treni passeggeri circoleranno inizialmente nel tunnel ad una velocità di 220 km/h.

Per i treni merci di autostrada ferroviaria (AF), la velocità considerata è di 120 km/h. Le caratteristiche aerauliche dei treni figurano sulla seguente tabella.

Treni	Velocità	Lunghezza	Superficie frontale	Perimetro	Coeff. di attrito (C _{fr})	Coeff. di perdita di carico al musetto
TGV Réseau Duplex	220 km/h	400m	8,5 m ² 10,9 m ²	10 m 12 m	0,0056	0,05
AF	120 km/h	750 m	15,5 m ²	15,5 m	0,0135	0,2
Merci	120 km/h	750 m	10 m ²	12,5 m	0,023	0,2

Tabella 4 – Caratteristiche dei treni

3.5.5 Traffico tipo

Nel modo nominale di esercizio è prevista la circolazione mista di treni passeggeri (2 treni l'ora massimo), di treni merci (11 treni l'ora massimo) e di treni di autostrada ferroviaria (3 l'ora massimo).

La ripartizione oraria di questa modalità di traffico, utilizzata nel presente studio per il calcolo dei carichi aerotermici è sintetizzata nella seguente tabella (vedi PD2_C2A_0026_05-00-00_10-17_Sintesi_dati_di_traffico_per_studi_tecnici_0):

dir. FRANCIA- ITALIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOT	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	12	
VR/AV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
AF	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	54	
AFM	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	
M	2	2	2	2	9	9	7	7	4	3	4	4	4	2	4	3	4	3	4	4	7	7	8	8	113	
TOT	2	2	2	2	11	11	11	11	8	8	9	8	8	8	8	8	8	7	8	8	11	11	11	11	192	

* Nella direzione Italia – Francia i treni MERCI sono 83 (anziché 113)

Tabella 5 – Traffico orario

3.6 Strategia di estrazione dei fumi e di evacuazione dei passeggeri

3.6.1 Strategie da applicare

3.6.1.1 Velocità dell'aria

Nella seguente tabella vengono ricapitolate le strategie di ventilazione adottate in funzione del tipo di treno incendiato, dell'ubicazione dell'incendio sul treno (unicamente TGV) e della fase considerata.

Il criterio è la velocità della corrente d'aria longitudinale da creare.

Tipo di treno	Ubicazione sul treno	Fase	Strategia
TGV	Motrice di testa	1: Evacuazione	Velocità critica nel senso della circolazione
		2: Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro
	Motrice intermedia	1: Evacuazione	Velocità critica nel senso della circolazione
		2: Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro
	Motrice di coda	1: Evacuazione	Velocità critica nel senso opposto alla circolazione
		2: Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro
Treno merci	1: Evacuazione	Velocità critica nel senso opposto alla circolazione	
	2: Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro	
Autostrada ferroviaria	1: Evacuazione	Velocità critica nel senso opposto alla circolazione	
	2: Lotta contro l'incendio	Velocità critica in un senso o nell'altro	

Tabella 6 – Strategie di ventilazione

3.6.1.2 Estrazione dei fumi

Nella seguente tabella è indicata l'opera di ventilazione attraverso cui vengono estratti i fumi, in funzione del tipo di treno incendiato, dell'ubicazione dell'incendio sul treno (unicamente TGV) e della fase considerata.

Tipo di treno	Ubicazione sul treno	Fase	Binario di corsa (*)	Aree di sicurezza
TGV	Motrice di testa	1: Evacuazione	Pozzo antecedente l'incendio	Serrande d'estremità antecedenti l'incendio
		2: Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi	
	Motrice intermedia	1: Evacuazione	Pozzo antecedente l'incendio	10 serrande in corrispondenza della sala di accoglienza
		2: Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi	Serrande di estremità dal lato in cui sono sospinti i fumi
	Motrice di coda	1: Evacuazione	Pozzo posteriore all'incendio	Serrande di estremità posteriori all'incendio
		2: Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi	
Treno merci		1: Evacuazione	Pozzo posteriore all'incendio	10 serrande in corrispondenza della sala di accoglienza
		2: Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi	
Autostrada ferroviaria		1: Evacuazione	Pozzo posteriore all'incendio	10 serrande in corrispondenza della sala di accoglienza
		2: Lotta contro l'incendio	Pozzo verso cui sono sospinti i fumi	

(*): Nel caso di un incendio in una tratta all'estremità del tunnel, i fumi vengono estratti dall'imbocco del tunnel.

Tabella 7 – Estrazione dei fumi

3.6.2 Principio di evacuazione dei passeggeri

Il tunnel di base comporta 3 aree di sicurezza (La Praz, Clarea e Modane).

Le aree di sicurezza costituiscono il punto di arresto ideale per i treni passeggeri incidentati che non possono uscire dal tunnel. In effetti, un treno passeggeri o un treno merci incidentato cercherà, per ordine di precedenza:

- di uscire dal tunnel;
- se ciò è impossibile, di fermarsi in una delle aree di sicurezza;
- se ciò è impossibile, di fermarsi laddove è possibile nel tunnel.

3.6.3 Treno fermo nell'area di sicurezza

3.6.3.1 Treni passeggeri

Nel caso di un arresto controllato in un'area di sicurezza di un treno passeggeri con a bordo un incendio, il principio di intervento prevede l'estrazione dei fumi lungo tutto il treno attraverso delle serrande poste sulla volta utilizzando rispettivamente il condotto della

discenderia di La Praz, il pozzo di Avrieux o quello di Clarea (principio di ventilazione semi-trasversale). Una volta regolato il regime di ventilazione, i passeggeri lasciano il treno per raggiungere l'area di sicurezza attraverso i rami di comunicazione.

A Modane, per evitare che il fumo invada il marciapiede di sgombro, quest'ultimo è messo in sovrappressione utilizzando il secondo pozzo di ventilazione di Avrieux.

3.6.3.2 Treni merci o di autostrada ferroviaria

Nel caso di un arresto controllato in una delle 3 aree di sicurezza di un treno merci o di AF con a bordo un incendio, il principio di intervento prevede l'estrazione dei fumi attraverso le serrande poste sulla volta utilizzando il pozzo dell'area in questione. Nel caso in cui la portata del pozzo non fosse sufficiente, per estrarre i fumi si useranno gli altri pozzi (pozzo n-1 o il portale a monte).

3.6.4 Treno fermo sul binario di corsa

3.6.4.1 Incendio di una motrice di TGV

1) Incendio della motrice di coda

Nel caso di un incendio della motrice di coda, la strategia di applicazione dei mezzi di ventilazione consiste nel sospingere i fumi alle spalle del treno forzando uno scorrimento longitudinale corrispondente alla velocità critica.

2) Incendio della motrice centrale

Nel caso di un incendio al centro di un convoglio TGV, la strategia di estrazione dei fumi mediante diluizione prevede di sospingere i fumi nel senso di marcia del treno con una velocità elevata della corrente d'aria.

3) Incendio della motrice di testa

Nel caso di un incendio della motrice di testa, la strategia di ventilazione da attuare consiste nel respingere i fumi verso la testa del treno forzando uno scorrimento longitudinale alla velocità critica.

3.6.4.2 Incendio di un treno merci

Oltre al macchinista, un treno merci non trasporta nessun passeggero. La ventilazione è utilizzata per formare una corrente d'aria superiore alla velocità critica nel senso opposto alla circolazione, in modo da permettere al macchinista di mettersi in salvo senza essere ostacolato dai fumi.

3.6.4.3 Incendio di un treno di autostrada ferroviaria

I convogli di autostrada ferroviaria sono composti da un veicolo Sonia in testa + 1 locomotiva + 1 convoglio + 1 locomotiva. In caso di incendio, lo scenario normale prevede che il Sonia si sganci dal resto del convoglio e che esca dal tunnel in modo autonomo. La probabilità di anomalia di questa procedura normale è molto bassa.

La ventilazione è utilizzata per formare una corrente d'aria alla velocità critica nel senso opposto alla circolazione, in modo da allontanare i fumi dal Sonia.

3.7 Dati di dimensionamento

3.7.1 Incendi e relative velocità dell'aria

Nella seguente tabella sono riepilogate le tipologie di incendio da considerare, la loro potenza nominale e le velocità della corrente d'aria longitudinale da creare per controllare i fumi.

Tipo di incendio	Potenza nominale totale (MW)	Strategia	Velocità della corrente d'aria attesa (m/s)*
Motrice centrale di treno passeggeri;	30	Diluzione a velocità elevata	> 6
Motrice all'estremità di un treno passeggeri	25,5	Circolazione aria alla velocità critica	2.8
Treno merci	170	Circolazione aria alla velocità critica	3.8

(*) Queste velocità sono misurate in piena sezione del tunnel, senza tener conto della riduzione di sezione dovuta alla presenza del treno, né degli ampliamenti locali nell'area di sicurezza.

Tabella 8 – Incendi e relative velocità dell'aria

Si assume d'altro canto che:

- 1/3 della potenza dell'incendio si dissipa sotto forma di irraggiamento,
- l'aumento di potenza dell'incendio è quasi istantaneo a partire dall'arresto del treno incendiato (aumento dal 10% al 100% della potenza in 2')
- la potenza rimane quindi costante per tutta la durata dell'evento.

3.7.2 Altre condizioni aerauliche da rispettare

3.7.2.1 Velocità di ritorno

Nel caso in cui i fumi vengano estratti da opere di ventilazione, la velocità di ritorno a valle deve essere al minimo pari a 1 m/s in direzione del punto di estrazione.

3.7.2.2 Non-ricircolo dei fumi agli imbocchi

L'assenza di propagazione dei fumi attraverso l'imbocco della canna non incidentata (canna sicura) deve essere assicurata ottenendo una velocità di uscita dalla canna sicura di almeno 1 m/s.

Questo criterio dovrà essere rispettato nel caso di un incendio nelle tratte alle estremità del tunnel.

3.7.2.3 Non-dispersione dei fumi nella scia

I fumi prodotti dal treno incendiato prima della sua sosta devono essere sospinti verso il punto di estrazione prefissato, se possibile integralmente.

Gli scenari di ventilazione da implementare daranno quindi priorità all'assenza di mandata nella canna incidentata dal punto di immissione immediatamente a monte del treno in sosta.

3.7.2.4 Aree di sicurezza

A complemento delle strategie e degli obiettivi generali, nel caso delle aree di sicurezza verrà applicato il seguente criterio:

- Nel caso di un incendio sulla motrice centrale di un TGV, l'obiettivo del sistema di ventilazione è la creazione ed il mantenimento di un punto di velocità nullo nella zona di estrazione, in modo tale da evitare che i fumi oltrepassino le serrande utilizzate per l'estrazione.

3.7.2.5 Modane

A complemento delle strategie e degli obiettivi generali, nonché quelli applicabili nelle aree di sicurezza, nel caso di Modane verrà applicato il seguente criterio:

- Il caso di un incendio in un binario di precedenza non va considerato

3.7.3 Interdistanza da rispettare per la sosta in caso di incendio

In caso di frenatura di emergenza, a seguito di un allarme incendio, per il dimensionamento degli impianti di ventilazione occorrerà osservare le seguenti interdistanze e tipi di treno in successione (PD2-C1-TS3-0008-A " Sintesi dei principi di trattamento degli incidenti").

Tipo di treno	TGV	TGV	AF	Merci	Merci	Merci	AF	Merci	Merci	AF
Interdistanza con il treno precedente (km)	30	7,5	13	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5

Tabella 9 – Interdistanza dei treni

Questa sequenza sarà ripresa per tutti gli scenari studiati e corrisponderà alla situazione di posizione relativa dei treni nel momento in cui inizia la fase di rallentamento dei treni.

3.7.4 Tempistica delle procedure di estrazione dei fumi

L'istante iniziale t_0 di avvio della procedura di ventilazione corrisponde all'istante di avvio della fase di arresto del treno con a bordo l'incendio.

In tutti i casi, la velocità ridotta considerata è: 30 km/h

3.7.4.1 Caso dell'incendio di un treno passeggeri

Tempo (min)	Azioni	
	Canna incidentata	Canna sicura
0	Avvio della procedura di arresto Avvio della procedura di ventilazione fase 1	
2	Arresto del treno incendiato e dei treni successivi	
3	Inizio del rallentamento dei treni precedenti	Inizio frenatura dei treni che non hanno superato il sinistro Inizio rallentamento dei treni che hanno superato il sinistro
5	Treni precedenti a velocità ridotta	Arresto dei treni che non hanno superato il sinistro Treni che hanno superato il sinistro a velocità ridotta
7	Regime di ventilazione stazionario	
10	Inizio allontanamento dei treni successivi a velocità ridotta Inizio evacuazione attraverso 2 rami in corrispondenza del treno incendiato	Inizio allontanamento dei treni che non hanno superato il sinistro
30	Fine dell'evacuazione attraverso i rami Avvio della procedura di ventilazione fase 2	

Tabella 10 – Tempistica delle procedure di estrazione dei fumi

3.7.4.2 Altri casi

Per gli altri casi di incendio, le differenze sono le seguenti:

- I treni della canna sicura continuano a circolare normalmente fino all'uscita di tutti i treni.
- Il criterio per la regolazione del regime di ventilazione a t_0+7' non può essere applicato per i treni merci e di autostrada ferroviaria.

3.7.5 Contropressioni atmosferiche

Le prestazioni succitate devono essere ottenute fino a una differenza di pressione atmosferica (dopo la correzione relativa alla differenza di altitudine) tra i due imbocchi del tunnel pari a:

- ± 1000 Pa

3.7.6 Disponibilità ed affidabilità

- Ogni scenario di evacuazione dei fumi dovrà dare la priorità alla soluzione in cui si usano simultaneamente il minor numero di pozzi, gallerie o discenderie. In questo modo, l'indisponibilità di una di queste opere potrà essere ovviata (totalmente o in parte) attraverso l'uso dell'opera restante.
- Gli impianti saranno studiati per resistere al primo difetto: vale a dire che, malgrado un primo difetto su un impianto, le prestazioni del sistema di estrazione dei fumi continueranno ad essere assicurate.
- Gli impianti devono essere studiati affinché le operazioni di manutenzione che determinano l'indisponibilità di una funzione possano essere interamente realizzate durante i periodi di interruzione della circolazione dei treni.

4. Ventilazione sanitaria del tunnel di base

4.1 Obiettivi da raggiungere

La ventilazione sanitaria dei tunnel ha i seguenti obiettivi:

- assicurare una circolazione longitudinale per evitare il ristagno dell'aria,
- apportare un volume di aria pura alle persone presenti,
- assicurare la diluzione delle sostanze inquinanti.

4.2 Criteri di dimensionamento

Gli impianti di ventilazione sanitaria dei tunnel devono permettere di ottenere una qualità dell'aria accettabile in permanenza, ed in particolare durante le operazioni di manutenzione e lavori in galleria.

La quantità di aria minima da fornire a livello di ciascuna area interessata sarà definita in base al valore più significativo tra quelli riportati sotto:

- Apporto di 50 l/s/persona
- Apporto di 50 l/s/cv (se in presenza di macchine con motorizzazione termica)
- Creazione di una corrente d'aria longitudinale di 1 m/s

5. Ventilazione delle discenderie

Le discenderie (St Martin, La Praz, Modane) e la galleria (Maddalena) di accesso al tunnel di base comprendono una zona destinata al traffico stradale.

Le discenderie, nonché i locali con porte a tenuta stagna situati in fondo alle discenderie (sas) saranno messi in sovrappressione rispetto al tunnel e la loro ventilazione dovrà assicurare una velocità di aria minima all'apertura di una delle porte dei sas.

La sovrappressione delle discenderie sarà assicurata da ventilatori di mandata situati nei fabbricati all'aperto e la sovrappressione dei sas sarà eventualmente completata da impianti di ventilazione locali, in corrispondenza dei timpani delle porte dei sas, dello stesso tipo di quelli previsti per i rami nel tunnel, con valvole di decompressione, ventilatore e presa d'aria ad ogni lato del sas per aspirare l'aria dal lato sicuro.

5.1 Obiettivi da raggiungere

Il dimensionamento della mandata di messa in pressione di ogni discenderia prenderà in considerazione:

- la portata minima per il disinquinamento dell'opera,
- la portata d'aria atta ad assicurare il tasso di rinnovo minimo dell'opera,
- la portata d'aria atta ad assicurare la velocità di circolazione d'aria minima dell'opera.

I diversi circuiti aeraulici delle discenderie saranno modellizzati per stimare le perdite di carico e permettere di definire i ventilatori (portata/pressione) e dimensionare le diverse valvole di decompressione al fondo e all'imbocco delle discenderie.

5.2 Dettaglio delle funzionalità

5.2.1 Discenderia di St-Martin

La discenderia di Saint-Martin comprende:

- Una centrale di ventilazione all'imbocco che comprende gli impianti necessari alla ventilazione del tunnel. Si tratta di ventilatori reversibili, collegati ad un condotto con sezione di 20 m² (che funziona in flusso semplice, in mandata o in estrazione fumi, secondo le esigenze). Il condotto si sdoppia a fondo discenderia e si collega a ciascuna canna ferroviaria per mezzo di serrande per l'estrazione fumi (o registri) motorizzate aventi una sezione totale di 40 m². La centrale di ventilazione è anche collegata a fondo discenderia con dei registri motorizzati al fine di assicurare l'estrazione dei fumi di quest'ultima.
- Una centrale di ventilazione all'imbocco che comprende gli impianti necessari alla propria messa in sovrappressione mediante immissione forzata di aria in piena sezione. Ad ogni estremità della discenderia si trova un locale con porte a tenuta stagna (sas) e dei dispositivi di decompressione.

5.2.2 La discenderia di La Praz comprende:

- Una centrale di ventilazione all'imbocco che comprende gli impianti necessari alla ventilazione del tunnel. Si tratta di ventilatori reversibili, collegati ad un condotto con sezione di 20 m² (che funziona in flusso semplice, in mandata o in estrazione fumi, secondo le esigenze). Il condotto si sdoppia a fondo discenderia e si collega a ciascuna canna ferroviaria per mezzo di serrande per l'estrazione fumi (o registri) motorizzate aventi una sezione totale di 40 m². La centrale di ventilazione è anche collegata a fondo discenderia con dei registri motorizzati al fine di assicurare l'estrazione dei fumi di quest'ultima. I collegamenti tra i condotti del pozzo ed il tunnel si effettuano mediante serrande motorizzate ubicate come segue:
 - Distribuite su un'area di 400 m in corrispondenza con la sala di accoglienza in elementi unitari di 4m² con interdistanza di 50 m,
 - Distribuite su un'area di 350 m (che corrisponde al resto dell'area) in elementi unitari di 4m² con interdistanza di 50 m,
 - Un gruppo di 3 serrande con sezione unitaria di 15 m² ad ogni estremità dell'area.
- Una centrale di ventilazione all'imbocco che comprende gli impianti necessari alla propria messa in sovrappressione mediante immissione forzata di aria in piena sezione. Ad ogni estremità della discenderia si trovano un locale con porte a tenuta stagna (sas) e dei dispositivi di decompressione.
- Una centrale di ventilazione per mettere in sovrappressione l'area di sicurezza, anch'essa a fondo discenderia. Questa centrale prende l'aria esterna che passa attraverso un condotto di 6,9 m² nella discenderia ed alimenta l'area di sicurezza.

5.2.3 Discenderia di Modane

La discenderia di Modane comprende:

- Una centrale di ventilazione all'imbocco che comprende gli impianti necessari alla messa in sovrappressione della discenderia mediante immissione di aria in piena sezione. Ad ogni estremità della discenderia si trovano un locale con porte a tenuta stagna (sas) e dei dispositivi di decompressione.
- Una centrale di ventilazione per mettere in sovrappressione l'area di sicurezza, anch'essa a fondo discenderia. Questa centrale prende l'aria esterna che passa attraverso un condotto di 12 m² nella discenderia ed alimenta l'area di sicurezza.

5.2.4 Pozzo di Avrieux

Quest'opera comprende all'imbocco una centrale dotata di ventilatori reversibili, collegati a 2 condotti nei pozzi, con sezione unitaria pari a 27 m². Ogni condotto si sdoppia a fondo pozzo e si collega al binario di corsa di una canna ferroviaria e al binario di precedenza dell'altra canna attraverso serrande di estrazione fumi motorizzate. Uno dei condotti è anche collegato al fondo della discenderia mediante registri motorizzati al fine di assicurare l'estrazione dei fumi di quest'ultima. Ogni condotto del pozzo è alimentato in modo autonomo. Con questa configurazione è quindi possibile mandare aria in un binario di precedenza ed estrarre i fumi dal binario di corsa della stessa canna simultaneamente. I collegamenti tra i condotti del pozzo ed il tunnel si effettuano mediante serrande motorizzate ubicate come segue:

- Un punto con sezione totale di 40 m² sui binari di precedenza,
- Distribuite su un'area di 400 m in corrispondenza con la sala di accoglienza in elementi unitari di 4m² posti ad un'interdistanza di 50 m,
- Distribuite su un'area di 350 m (che corrisponde al resto dell'area) in elementi unitari di 4m² con interdistanza di 50 m,
- Un gruppo di 3 serrande con sezione unitaria di 15 m² ad ogni estremità dell'area.

5.2.5 Pozzo della Val Clarea

Questo pozzo comprende:

- Una centrale di ventilazione all'imbocco che comprende gli impianti necessari alla ventilazione del tunnel. Si tratta di ventilatori reversibili, collegati al pozzo, con una sezione di 42 m² (che funzionano in flusso semplice, in mandata o in estrazione fumi a seconda delle esigenze). Il pozzo si sdoppia a fondo discenderia e si collega ad ogni canna ferroviaria mediante delle serrande di estrazione fumi motorizzate (o registri) con una sezione totale di 40 m². È anche collegato all'estremità della galleria della Maddalena mediante dei registri motorizzati in modo da assicurare l'estrazione dei fumi di quest'ultima. I collegamenti tra i condotti del pozzo ed il tunnel si effettuano mediante serrande motorizzate ubicate come segue:
 - Distribuite su un'area di 400 m in corrispondenza con la sala di accoglienza in elementi unitari di 4m² con interdistanza di 50 m,
 - Distribuite su un'area di 350 m (che corrisponde al resto dell'area) in elementi unitari di 4m² con interdistanza di 50 m,
 - Un gruppo di 3 serrande con sezione unitaria di 15 m² ad ogni estremità dell'area.
- Una centrale di ventilazione per mettere in sovrappressione l'area di sicurezza, anch'essa a fondo discenderia. Questa centrale prende l'aria esterna che passa attraverso un condotto di 13 m² nel pozzo e alimenta l'area di sicurezza.

5.2.6 Galleria della Maddalena

Questa galleria comprende:

- Una centrale di ventilazione all'imbocco che comprende gli impianti necessari alla messa in sovrappressione della galleria mediante immissione di aria in piena sezione. Ad ogni estremità

della galleria si trovano un locale con porte a tenuta stagna (sas) e dei dispositivi di decompressione.

5.3 Evacuazione dei fumi

5.3.1 Strategia da applicare

In caso di incendio in una discenderia o galleria, il principio di estrazione dei fumi adottato consiste nel creare una circolazione longitudinale in piena sezione dell'opera, in modo da respingere i fumi.

Nella funzione di default, i fumi vanno diretti verso l'estremità della discenderia lato tunnel ferroviario, al fine di facilitare l'accesso dei soccorsi e l'evacuazione delle persone attraverso l'imbocco della discenderia.

Nel caso in cui delle persone dovessero trovarsi tra il veicolo incendiato e il fondo della discenderia, esse avrebbero la possibilità di porsi in salvo attraverso il locale di comunicazione con porte a tenuta stagna (sas) o, in una sezione della galleria della Maddalena, attraverso i collegamenti con i rami.

Il senso di circolazione dei fumi dovrà potere essere invertito su ordine delle squadre di soccorso.

5.3.2 Dati di dimensionamento

5.3.2.1 Incendio

- Un solo veicolo nell'opera (questo caso corrisponde all'incendio di un mezzo di servizio e/o manutenzione, con gli altri veicoli evacuati attraverso i locali di comunicazione dotati di porte a tenuta stagna, detti "sas"),
- Potenza nominale: 30 MW, di cui 1/3 dissipato per irraggiamento (incendio di automezzo pesante, termine sorgente standardizzato)
- Produzione di fumi: 80 m³/s

Courbes de puissance standardisées

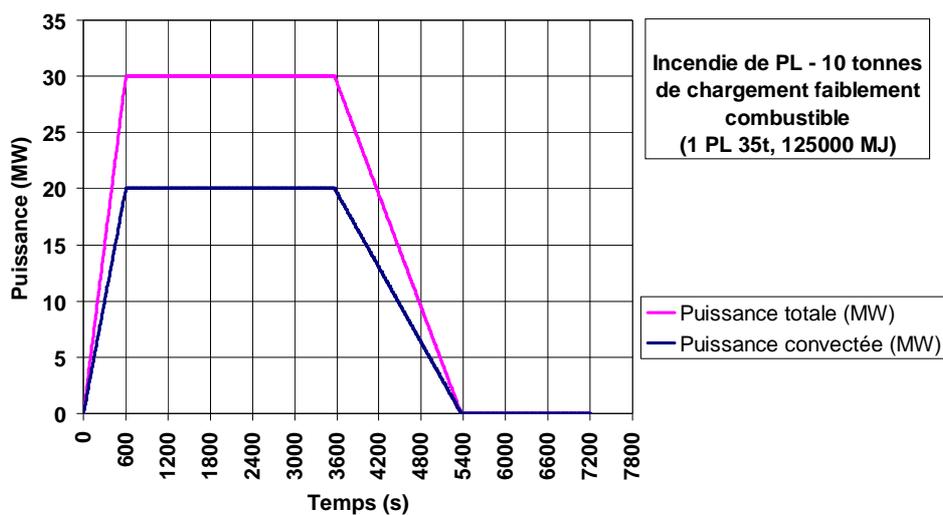


Figura 1 – Curva di potenza dell'incendio

5.3.2.2 Obiettivi di velocità dell'aria

La velocità della corrente d'aria necessaria per respingere i fumi, o velocità critica, è calcolata mediante le formule di Danziger e Kennedy:

Queste velocità sono misurate in piena sezione della discenderia, senza tenere conto della riduzione di sezione dovuta alla presenza del veicolo, né dei cambiamenti di sezione locali.

5.3.3 Disponibilità ed affidabilità

Gli impianti saranno studiati per resistere al primo difetto: vale a dire che, malgrado un primo difetto su un impianto, le prestazioni del sistema di estrazione dei fumi continueranno ad essere assicurate.

5.4 Ventilazione sanitaria

La ventilazione sanitaria di ogni discenderia o galleria dovrà rispettare i seguenti obiettivi:

- mantenere in permanenza una qualità dell'aria compatibile con l'esercizio dell'opera,
- tasso di ricambio d'aria minimo di 1 vol/h,
- velocità di circolazione dell'aria di almeno 1 m/s per ventilare tutta la tratta della discenderia o galleria senza zone morte.

5.4.1 Requisiti di portata d'aria

5.4.1.1 Traffico di dimensionamento

Il traffico considerato è di 8 veic/h/senso con una circolazione composta solo da mezzi pesanti che viaggiano a una velocità di 70 km/h (APR-B3-TS2-0802-C "Studio della ventilazione e dell'estrazione fumi delle discenderie").

5.4.1.2 Livelli massimi ammissibili di inquinanti

Per analogia con i criteri applicati nei tunnel stradali della rete francese (Dossier pilota Ventilazione – CETu – Novembre 2003), i livelli massimi ammissibili adottati sono i seguenti:

Inquinanti	CO	Opacità	NOx
Livello mass.	50 ppm	5 10 ⁻³ m ⁻¹	8 ppm

Tabella 11 – Livelli di inquinamento ammissibili

5.4.1.3 Portata d'aria atta a garantire il disinquinamento dell'opera

Per ciascuna delle discenderie o gallerie, le portate d'aria necessarie per garantire il disinquinamento sono valutate secondo il metodo di calcolo delle emissioni di inquinanti di automobili e autocarri in galleria proposto dal CETu - Aprile 2002.

Le emissioni unitarie di un automezzo pesante che viaggia a 70 km/h, per i tre inquinanti in esame sono indicate nella tabella seguente.

Tali valori servono da base per il calcolo delle portate d'aria necessarie per garantire i livelli di inquinanti massimi ammissibili.

Questo metodo è basato sul calcolo della portata d'aria pura da immettere nell'opera, per ottenere, in qualsiasi punto, una diluizione degli inquinanti sufficiente per rispettare i livelli massimi fissati.

Pendenza	-6%	-4%	-2%	0	2%	4%	6%
CO (l/h)	37.7	50.9	62.8	75.7	103.0	134.6	145
NOx (l/h)	53.1	71.3	88.1	106.3	159.4	219.8	240.1
Fumi (m ² /h)	3.9	5.2	6.4	7.7	10.3	13.1	14.2

Tabella 12 – Emissione di inquinanti degli automezzi pesanti che viaggiano a 70 km/h

5.4.1.4 Portata d'aria atta ad assicurare il tasso di ricambio minimo dell'opera

Per garantire un ricambio dell'aria di 1 volume all'ora, occorre fornire una portata Q pari a:

$$Q = S \times L \times \frac{1}{3600}$$

In cui

- S = sezione della discenderia
- L = lunghezza della discenderia

5.4.1.5 Portata d'aria atta ad assicurare la velocità di circolazione d'aria minima dell'opera

Per garantire una velocità di circolazione di 1 m/s, occorre fornire una portata Q pari a:

$$Q = S \times V$$

In cui

- S : sezione della discenderia
- V : Velocità dell'aria nella discenderia

5.4.1.6 Portate da assicurare

Le portate d'aria da assicurare saranno le portate dimensionanti calcolate in base ai criteri di cui sotto.

5.5 Messa in pressione

- In situazione normale di esercizio ferroviario e in situazione di manutenzione, la decompressione dell'aria immessa nelle discenderie si effettua verso il tunnel ferroviario. In situazione di esercizio normale, nella misura in cui non vi saranno veicoli nell'opera, la portata della ventilazione potrà essere dimezzata. In situazione di manutenzione, la ventilazione viene assicurata alla portata riportata sopra.
- In situazione di incendio nel tunnel ferroviario (utilizzo delle discenderie per garantire l'evacuazione): la decompressione viene effettuata verso l'esterno. La ventilazione viene assicurata grazie alla portata riportata sopra.
- In caso di incendio nel tunnel ferroviario, l'impianto di ventilazione sanitaria garantirà un livello di pressione nella discenderia di 70 Pa rispetto alla pressione che regna nella caverna a fondo discenderia.

5.6 Principali caratteristiche delle discenderie e dei pozzi

La discenderia identifica la sezione della galleria dedicata alla circolazione stradale. I pozzi identificano una sezione destinata alla funzione di ventilazione.

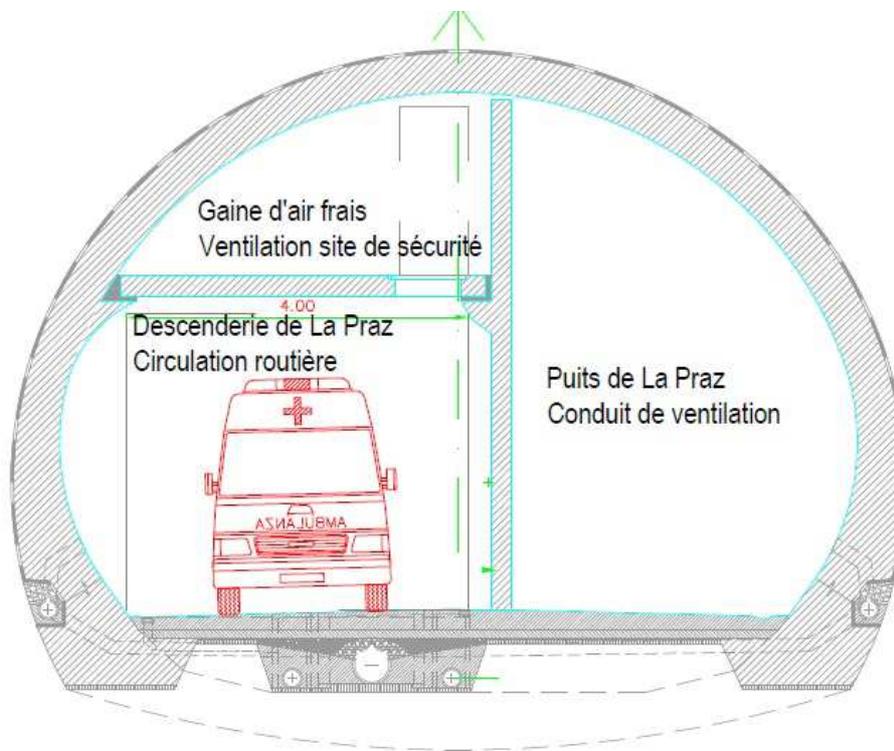


Figura 2 – Sezione tipo della discenderia di La Praz

Opera	Posizione del raccordo con il tunnel dall'imbocco ovest	Lunghezza	Altitudine dell'imbocco	Pendenze a partire dall'imbocco	Sezione e perimetro per circolazione stradale
Discenderia e pozzo di St Martin (*)	7.914 m	2.038 m	695 m	+1 % per 800 m, -7,82 % per 1.238 m	21 m ² / 19 m
Discenderia e pozzo di La Praz (*)	16.884 m	2.556 m 601 m	969 m	-12 % -5%	18 m ² / 16,2 m (discenderia) 34 m ² / 24,3 m (galleria connessione)
Discenderia di Modane	28.461 m	4.049 m	1.087 m	+778 % per 1.025 m, -12,05 % per 3.024 m	32,8 m ² / 24 m
Pozzo di Avrieux	28.461 m	860 m	1.300 m	Verticale per 530 m, orizzontale per 330 m	-
Pozzo della Val Clarea	44.294 m	4.522 m	1.125 m	1% per 132 m, -12,0% per 4.273 m	42,2 m ² / 22,7 m
Galleria della Maddalena	4.698 m	7.065 m	673 m	Da definire	18 m ² / 15 m

Tabella 13 – Principali caratteristiche delle discenderie e dei pozzi

5.7 Requisiti di sezioni d'aria

Opera	Funzione	Sezione condotto perimetro
Pozzo di St. Martin	Ventilazione del tunnel e estrazione dei fumi della discenderia	20 m ² / 19 m
Discenderia di La Praz	Ventilazione della zona non ferroviaria dell'area di sicurezza	6,9 m ² / 11,8 m
Pozzo di La Praz	Ventilazione del tunnel e estrazione dei fumi della discenderia	20 m ² / 17,75 m
Discenderia di Modane	Ventilazione della zona non ferroviaria dell'area di sicurezza	11,6 m ² / 17,3 m
Pozzo di Avrieux Pozzo della Val Clarea	Ventilazione del tunnel e estrazione dei fumi della discenderia	28,26 m ² / 18,84 m
	Ventilazione del tunnel ed estrazione dei fumi della galleria	42,2 m ² / 24,9 m ²
	Ventilazione della zona non ferroviaria dell'area di sicurezza	13 m ² / 15,75 m

Tabella 14 – Sezioni d'aria necessarie

6. Ventilazione delle aree di sicurezza

La ventilazione e la messa in pressione delle aree di sicurezza (spazio non ferroviario collegato alle canne mediante dei rami di collegamento) saranno assicurate attraverso degli impianti autonomi.

La determinazione della capacità richiesta per i ventilatori delle aree di intervento terrà conto dell'obiettivo di velocità minima ad ogni porta dei rami di evacuazione, ipotizzando che tutti i rami in collegamento con l'area di intervento siano aperti.

Esistono tre criteri dimensionanti:

- Velocità di aria minima alla porta di ogni ramo di collegamento con le canne,
- Apporto d'aria minimo da assicurare per ogni persona presente nella sala di accoglienza (i.e. circa 1200 persone)
- Ricambio d'aria minimo dell'opera.

Sarà adottato il criterio più dimensionante.

In un secondo tempo, una modellizzazione delle reti, nelle due configurazioni di funzionamento, i.e. sovrappressione della zona con rami di collegamento chiusi (funzionamento porte chiuse) e velocità dell'aria minima ad ogni porta dei rami di collegamento aperti (funzionamento porte aperte) permetterà di stimare le perdite di carico delle reti e le due coppie portata/pressione di funzionamento delle macchine per le due configurazioni previste.

6.1 Obiettivi da raggiungere

La ventilazione delle zone non ferroviarie delle aree di sicurezza deve garantire due funzionalità:

- la ventilazione sanitaria,
- la messa in pressione in caso di incendio nel tunnel ferroviario.

6.2 Caratteristiche delle aree di sicurezza

Le caratteristiche principali dell'area di sicurezza di La Praz, Modane e Clarea figurano nella tabella sotto.

Lunghezza dell'area di sicurezza	400 m per la sala di accoglienza, 750 m per l'area
Lunghezza dei binari di precedenza	750 m
Numero di accessi con le canne ferroviarie	8 rami verso ogni canna a partire dalla sala di accoglienza (interdistanza di 50 m) + 4 rami verso ogni canna a partire dall'area di sicurezza
Dimensioni della sala di accoglienza	L = 400 m, sezione trasversale 28 m ²
Dimensioni dell'area di sicurezza	L = 750 m, sezione trasversale 28 m ²
Lunghezza della zona di estrazione sopra i binari di corsa	750 m
Sezione trasversale libera delle canne ferroviarie in corrispondenza con l'area di sicurezza	62 m ² per i binari di corsa, 43 m ² per i binari di precedenza (soltanto a Modane)

Tabella 15 – Caratteristiche delle aree di sicurezza

6.3 Criteri di dimensionamento

La ventilazione delle zone non ferroviarie delle aree di sicurezza dovrà rispettare i seguenti obiettivi:

- L'aria immessa nei locali deve provenire dall'esterno
- Le reti di mandata e di evacuazione dell'aria dovranno essere munite di dispositivi (valvole) che permettano di ricostituire in caso di incendio il grado tagliafuoco delle pareti attraversate.
- Gli impianti saranno studiati per resistere al primo difetto.

In caso di incendio in una canna ferroviaria, queste zone devono essere messe in sovrappressione per evitare che vengano invase dai fumi.

I criteri adottati sono:

- La sovrappressione dei locali rispetto alla canna incidentata deve essere di 80 Pa, con tutte le porte chiuse.
- Nel caso in cui le porte di accesso siano aperte, la velocità della corrente dell'aria attraverso le porte deve essere compresa tra 1 m/s e 13 m/s, dal locale verso il tunnel.

7. Ventilazione dei locali tecnici

In un primo tempo, verrà effettuata una raccolta dei dati iniziali necessari alla progettazione degli impianti di ventilazione dei locali tecnici:

- i requisiti termici (temperatura massima ammessa per gli impianti)
- gli irraggiamenti calorifici degli impianti tecnici di questi locali (impianti di alimentazione elettrica, impianti di comando-controllo, impianti di pompaggio, di nebulizzazione, ...)
- il numero ed il volume dei locali tecnici nei rami.

7.1 Obiettivi da raggiungere

A partire da questi dati, uno studio, basato sui due tipi di criteri seguenti, permetterà di dimensionare gli impianti (portata di ventilazione, potenza calorifica):

- ricambio dell'aria (x vol/h),
- evacuazione delle calorie irraggiate, Mantenimento di una temperatura massima mediante apporto di aria.

7.2 Criteri di dimensionamento

La ventilazione sanitaria dei locali tecnici in galleria dovrà rispettare i seguenti obiettivi:

- Mantenimento permanente di una temperatura compatibile con il funzionamento delle apparecchiature presenti nei locali, fissata a massimo 40 °C.
- Tasso di ricambio d'aria minimo di 3 vol/h,
- L'aria immessa nei locali proverrà dalle canne ferroviarie,
- Le reti di mandata e di evacuazione dell'aria dovranno essere munite di dispositivi (valvole) che permettano di ricostituire in caso di incendio il grado tagliafuoco di tutte le pareti attraversate.

8. Rami di collegamento

8.1 Obiettivi da raggiungere

I rami di comunicazione tra le due canne ferroviarie devono permettere:

- Nel caso di un incendio in una canna ferroviaria, la non propagazione dei fumi dalla canna incidentata verso la canna sicura,
- il passaggio delle persone da una canna ferroviaria all'altra.

8.2 Protezione della canna sicura

Per evitare che la canna non incidentata venga invasa dai fumi, occorre rispettare i due criteri seguenti:

- In corrispondenza del treno con a bordo l'incendio, la sovrappressione della canna sicura rispetto al treno incidentato deve essere di 80 Pa, con tutte le porte dei rami chiuse.
- Nel caso in cui le porte dei rami siano aperte, ciò che corrisponde al periodo di evacuazione delle persone dalla canna incidentata verso l'altra canna, la velocità della corrente dell'aria attraverso le porte deve essere compresa tra 1 m/s e 13 m/s, dalla canna sicura verso la canna incidentata.

8.3 Porte dei rami chiuse

8.3.1 Geometria

Il passaggio libero delle porte è fissato a:

- Altezza libera: 2,20 m
- Larghezza libera: 2,00 m
- Un solo battente scorrevole.

8.3.2 Funzionamento

Le porte dei rami possiedono le seguenti modalità di funzionamento:

- Manovra elettrica comandata dal PCC
- Manovra elettrica locale, prioritaria rispetto al PCC
- Manovra manuale, lato canne ferroviarie, unicamente. Questa modalità è prioritaria. Nel caso in cui una porta sia aperta manualmente lato tunnel, l'altra porta dello stesso ramo non deve potere essere aperta senza autorizzazione dal PCC.

8.3.3 Resistenza al fuoco

Il criterio adottato è un grado tagliafuoco tra la canna ferroviaria e il ramo:

- HCM (Idrocarburi maggiorata): 90 minuti.

9. Porte delle comunicazioni pari-dispari

9.1 Obiettivi da raggiungere

Le comunicazioni pari-dispari (CDP) sono i binari ferroviari che collegano le due canne del tunnel di base. Sono ubicate alle estremità dell'area di sicurezza di Modane.

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

Il ruolo di queste porte è assicurare, in caso di incendio in una delle canne ferroviarie, l'indipendenza aerea 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:

- Le porte resteranno normalmente in posizione aperta
- In questa posizione, 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.

9.2 Criteri di dimensionamento

9.2.1 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.

9.3 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

9.4 Impatto con un treno

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

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

10. Ventilazione dell'interconnessione

Il tunnel dell'interconnessione è un'opera a doppia canna situata in Italia dopo la stazione internazionale di Susa (in direzione di Torino). Le sue principali caratteristiche geometriche sono riepilogate nella tabella sotto:

Lunghezza 2.104 m	2.104 m
Sezione aeraulica	43 m ²
Perimetro aeraulico	26,4 m
Diametro idraulico	6,52 m
Altre caratteristiche aerauliche	Identiche a quelle del tunnel de base

Tabella 16 – Caratteristiche dell'interconnessione

Come per il tunnel di base, le due canne del tunnel dell'interconnessione sono collegate tramite dei rami interdistanti 333 m.

10.1 Ventilazione ed estrazione dei fumi dell'interconnessione

Data la lunghezza ridotta, il tunnel dell'interconnessione non sarà dotato di un sistema di ventilazione sanitaria o di estrazione dei fumi che consente la circolazione longitudinale dei fumi nella canna ferroviaria incidentata.

10.2 Ventilazione dei rami

Analogamente al tunnel di base, i rami dell'interconnessione saranno muniti di dispositivi di ventilazione che permettono di metterli in sovrappressione rispetto alla canna incidentata. I principi applicabili sono:

- Sovrappressione del ramo di circa 80 Pa rispetto alla canna incidentata quando le due porte del ramo sono chiuse.
- Velocità media dell'aria attraverso le porte aperte: 1,5 m/s
- Presa dell'aria pura nella canna sicura (non incidentata).
- Decompressione (mandata dell'aria proveniente dal ramo) verso la canna sicura.

10.3 Dispositivo di non-ricircolo dei fumi agli imbocchi

Dei dispositivi passivi saranno previsti per evitare il trasferimento dei fumi dalla canna incidentata verso la canna sicura ai due imbocchi del tunnel attraverso un muro di separazione tra i due portali.

11. Studi tecnologici della ventilazione

11.1 Studi tecnologici degli impianti di ventilazione/estrazione dei fumi

11.1.1 Analisi delle tipologie delle anomalie

Questa analisi sarà realizzata allo scopo di verificare che tutti gli obiettivi di disponibilità e di sicurezza sono raggiunti sulla base di un'analisi del livello 1° difetto.

L'analisi prenderà in considerazione i principi di progettazione che integrano in modo implicito i requisiti di disponibilità.

I seguenti principi possono concorrere al mantenimento degli obiettivi di disponibilità:

- ridondanza degli impianti;
- frammentazione degli impianti. Ad esempio, portata assicurata da due ventilatori in parallelo, o sistemi di estrazione fumi suddivisi in più serrande o registri;
- rinvio delle funzioni di un impianto sull'impianto identico più vicino.

Quando gli obiettivi di disponibilità non sono raggiunti, può essere proposta l'attuazione di azioni correttive che permettono di raggiungerli. Si potrà trattare della messa a disposizione di impianti di soccorso (automatico o manuale), della consegna in magazzino di pezzi di ricambio, della definizione di interventi di manutenzione oppure di disposizioni di esercizio specifiche.

11.1.2 Analisi funzionale generale

Si tratterà di descrivere l'insieme delle funzionalità del sistema di ventilazione. Queste funzionalità saranno descritte secondo più voci.

I modi di esercizio:

- funzionamento in ventilazione sanitaria
- funzionamento in estrazione dei fumi
- funzionamenti degradati.

I modi di pilotaggio:

- locale o remoto
- remoto automatico
- remoto manuale.

Questa analisi funzionale descriverà la struttura del comando-controllo, al minimo, per i livelli 0 (materiale di campo) e 1 (automatismi programmabili e reti di campo).

L'analisi funzionale si fonderà sullo studio dell'analisi delle tipologie di anomalia qualitativa che sarà stato realizzato precedentemente.

11.1.3 Bilanci della potenza della ventilazione

In funzione delle caratteristiche dei ventilatori adottati e per diversi scenari di estrazione dei fumi (lo scenario più penalizzante per ogni centrale di ventilazione), saranno stabiliti dei bilanci della potenza.

A priori, gli scenari che richiederanno un maggior fabbisogno di energia elettrica saranno gli scenari di estrazione fumi.

11.1.4 Bilanci delle informazioni

Per ogni apparecchiatura o impianto, saranno realizzati dei bilanci di informazione per potere stimare i volumi di ingressi/uscite che dovrà gestire il sistema di comando-controllo ai diversi livelli.

A partire dagli elementi determinati dagli studi aeraulici, dagli studi definiti sopra e dalle analisi dei materiali da utilizzare, gli studi tecnologici avranno come oggetto:

- la preselezione degli acceleratori e delle loro condizioni di implementazione,
- la preselezione dei ventilatori di mandata e di estrazione dei fumi, le loro condizioni di implementazione, comprese le lamiere di raccordo alle opere in muratura e gli impianti acustici:
 - o curva portata / pressione,
 - o potenza aeraulica, potenza motore,
 - o intensità nominale, intensità di avvio,
 - o necessità o meno di alimentare i motori per mezzo di un motore di avviamento elettronico, ovvero un convertitore di frequenza,
 - o spettro della potenza acustica,
 - o peso, ingombro,

- o tipo, dimensione e attenuazione acustica dei silenziatori.
- gli studi dell'alimentazione elettrica degli impianti a partire da:
 - o quadri di alimentazione e di comando locali degli acceleratori,
 - o quadri di alimentazione e di comando locali dei ventilatori di mandata e di estrazione dei fumi,
- lo studio dei requisiti in termini di sistemi di controllo della velocità dell'aria (numero e ubicazione),
- lo studio dei sistemi di comando controllo della ventilazione in interfaccia con la «GTC»,
- lo studio delle interfacce con le «correnti forti»,
- l'elaborazione di una nota per la definizione dei mezzi necessari alla realizzazione dei diversi impianti (metodo, mezzi materiali e umani, cadenza).

11.1.5 Studi acustici delle centrali di ventilazione/estrazione dei fumi

Le disposizioni da applicare al livello delle centrali di ventilazione saranno da definire in funzione delle caratteristiche dei ventilatori e degli obiettivi di livello di rumore nell'ambiente.

Queste disposizioni potranno essere di natura diversa:

- circuiti aeraulici dotati di silenziatori (numero, tipo e dimensioni),
- pareti di alcune sezioni di circuiti rivestite con materiale fonoassorbente (tipo di materiale, prestazioni, superficie),
- sistemazione di schermi o muri periferici a livello delle emergenze (griglie di aspirazione o mandata) delle centrali di ventilazione (caratteristiche geometriche, tipo di materiale, prestazioni).

A tal scopo, e sulla base delle caratteristiche di fabbrica dei ventilatori di estrazione dei fumi e di mandata, saranno elaborati degli studi acustici per diversi scenari di funzionamento delle centrali di ventilazione:

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

Il numero e la natura di questi scenari di studi acustici dipenderanno, in parte, dai requisiti acustici dei diversi siti nonché dal numero e dalla capacità degli impianti utilizzati in ogni centrale di ventilazione per i diversi scenari di estrazione dei fumi.

Nella misura in cui lo scenario più penalizzante in termini di acustica è facilmente identificabile, soltanto questo scenario verrà studiato per gli studi acustici in caso di incendio.

Altrimenti, in un primo tempo, uno studio preliminare stimerà i livelli sonori raggiunti per gli scenari potenzialmente penalizzanti.

In un secondo tempo, i risultati di questo studio preliminare permetteranno di adottare lo scenario più penalizzante per lo studio e il dimensionamento dei dispositivi acustici necessari.

11.2 Studi tecnologici degli impianti di ventilazione delle aree di sicurezza

Per gli impianti di ventilazione delle aree di sicurezza, gli studi tecnologici consisteranno nel definire e descrivere i materiali necessari all'ottenimento degli obiettivi funzionali con in particolare uno studio di bilancio della potenza e uno studio del bilancio delle informazioni (ingressi - uscite).

11.3 Studi tecnologici degli impianti della ventilazione delle discenderie

Gli studi tecnologici degli impianti di ventilazione delle discenderie comprenderanno, come per gli altri studi tecnologici degli impianti di ventilazione, una descrizione dei materiali necessari nonché gli studi di bilancio della potenza e bilancio delle informazioni.

11.4 Studi tecnologici degli impianti della ventilazione dei locali tecnici nei rami

Gli impianti della ventilazione dei locali tecnici nei rami saranno oggetto dello stesso tipo di studi tecnologici realizzati per gli impianti di ventilazione delle aree di intervento/aree di sicurezza e discenderie.

11.5 Elaborazione dei piani guida

Considerato che gli impianti principali sono stati oggetto di uno studio di dimensionamento e di definizione, questa fase degli studi avrà l'obiettivo di elaborare dei piani guida relativi ai requisiti degli impianti:

- piani guida delle unità di estrazione dei fumi, sale dei ventilatori: dimensioni dei locali, alloggiamenti necessari per installare i ventilatori, i silenziatori e le porte,
- piani guida delle unità di messa in pressione delle discenderie e delle aree di sicurezza,
- piani guida delle reti aerauliche nelle discenderie, pozzi e tunnel: dimensioni dei condotti, alloggiamenti necessari per l'installazione di serrande o registri.

11.6 Gestione delle interfacce

11.6.1 Interfacce correnti forti

Si tratterà di caratterizzare i punti di fornitura dell'alimentazione elettrica:

- natura dell'alimentazione: normale, di soccorso, trifase, monofase
- potenza e intensità prelevata, $\cos\phi$...

Inoltre, il bilancio della potenza della ventilazione sarà adattato in funzione delle caratteristiche dei ventilatori e degli scenari di estrazione dei fumi studiati.

11.6.2 Interfacce con la GTC

Gli studi integreranno l'elaborazione dei bilanci delle informazioni a due livelli:

- A livello delle morsettiere fisiche sotto forma di segnali elettrici (TS, TC, TM, TR)
- A livello dell'interfaccia tra i sistemi di comando controllo locali e le API di supervisione di livello 2 (supervisione locale: a livello di una centrale di ventilazione ad esempio) e di livello 3 (PCC).

L'elaborazione dei bilanci delle informazioni alle interfacce con la GTC necessita che siano previamente studiate e definite:

- L'architettura generale della GTC, interfacciata con le unità da controllare e da comandare.
- L'analisi funzionale dei sistemi di gestione degli impianti (scatole e quadri locali, GTC, supervisione), allo scopo, tra l'altro, di precisare il tipo di informazione da acquisire da parte della GTC (ad esempio, informazioni di sintesi).

12. Studi dei costi degli impianti di ventilazione

Al termine degli studi tecnici, sarà realizzata sia una stima dei costi di installazione che tiene conto dei metodi implementati, sia una stima dei costi di manutenzione e di rinnovo.

12.1 Stima degli investimenti

Ogni qual volta gli studi tecnici e la natura degli impianti lo renderanno possibile, le stime si baseranno su calcoli analitici basati sui costi di mercato e su quantità di materiali.

Invece, quando gli impianti, per la loro natura, non permetteranno, allo stadio attuale degli studi, di effettuare calcoli analitici, i calcoli saranno effettuati riferendosi ai costi di impianti simili realizzati in opere note, recenti e di natura equiparabile.

I costi indicati nelle stime comprenderanno la fornitura e l'installazione e potranno eventualmente integrare un sovraccosto relativo alle specifiche condizioni di lavoro (tempi di accesso ai posti di lavoro, condizioni di lavoro in ambiente ostile,...).