

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA  
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

Impianto Controllo Fumi e Ventilazione  
Relazione Tecnica

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IFOG 01 D 17 RO A10009 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C.Mancone <i>[Signature]</i>	28/07/2017	S.Miceli <i>[Signature]</i>	28/07/2017	D.Aprea <i>[Signature]</i>	28/07/2017	A. Falaschi 28/07/2017

ITALFERR S.p.A.  
U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI  
E TECNOLOGICI  
Dott. Ing. ALFREDO FALASCHI  
Ordine Ingegneri di Viterbo  
N. 363

File:

n. Elab.: 618

## INDICE

1.	GENERALITÀ.....	3
1.1	PREMESSA.....	3
1.2	OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	3
1.3	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....	3
1.4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	4
1.4.1	<i>Norme tecniche applicabili.....</i>	4
1.4.2	<i>Regole tecniche applicabili .....</i>	4
2.	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI .....	5
2.1	ESTENSIONE E CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI .....	5
2.2	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI FINESTRE CON VIA ESODO ESCLUSIVA F1,2,4,7 .....	6
2.2.1	<i>Logica di funzionamento .....</i>	7
2.2.2	<i>Funzionamento a porte chiuse.....</i>	9
2.2.3	<i>Funzionamento a porte aperte.....</i>	9
2.3	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI FINESTRE CON VIA DI ESODO CONDIVISA (FINESTRE F3,5,6) .....	10
2.4	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	17
2.5	LINEE DI DISTRIBUZIONE.....	22
2.6	INTERFACCIAMENTO CON ALTRI SISTEMI .....	22

## 1. GENERALITÀ

### 1.1 Premessa

Il presente documento ha per oggetto la descrizione dell'impianto di pressurizzazione e ventilazione a servizio delle uscite di emergenza delle gallerie di Grottaminarda, Melito e Rocchetta.

L'impianto avrà lo scopo di assicurare, nelle zone filtro dell'uscita, una sovrappressione sufficiente ad impedire l'ingresso dei fumi all'interno della stessa in caso di incendio nella galleria ferroviaria, e l'adeguata ventilazione delle vie di esodo.

### 1.2 Oggetto dell'intervento

Le opere oggetto del presente intervento comprendono essenzialmente la realizzazione degli impianti pressurizzazione a servizio delle zone filtro (sia del binario pari che di quello dispari) e la ventilazione delle vie di esodo:

- pedonale F1 (galleria Grottaminarda) – serve 1 finestra
- pedonale F2 (galleria Melito) – serve 1 finestra
- carrabile F3 (galleria Melito) – serve 2 finestre
- pedonale F4 (galleria Melito) – serve 1 finestra
- pedonale F5 (galleria Rocchetta) – serve 2 finestre
- carrabile F6 (galleria Rocchetta) – serve 3 finestre
- pedonale F7 (galleria Rocchetta) – serve 1 finestra

per un totale di 11 finestre con due zone filtro ognuna (binario dx e sx), 5 uscite pedonali e 2 uscite carrabili. Le vie di esodo F3, F5 ed F6 sono condivise da più finestre attraverso collegamenti pedonali paralleli alla linea.

### 1.3 Criteri generali di progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità e dalla economicità di gestione.

Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;

- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell’ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

#### **1.4 Normative di riferimento**

Si elencano i principali riferimenti normativi per i vari impianti.

##### **1.4.1 Norme tecniche applicabili**

- NFPA 92 A “Standard for smoke-control systems utilizing barriers and pressure differences”;
- UL 555 S:2009 Leakage rated dampers for use in smoke control system.

##### **1.4.2 Regole tecniche applicabili**

Nell’installazione degli impianti si terrà conto anche delle seguenti leggi:

- Direttiva 2006/42/CE (nuova direttiva macchine) del parlamento europeo e del consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (direttiva macchine).
- Direttiva 2006/95/CE del parlamento europeo e del consiglio del 12 dicembre 2006 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.
- Decreto Ministeriale 28/10/2005. “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”.
- REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea Testo rilevante ai fini del SEE
- Regolamento (UE) n. 1303/2014 della Commissione, del 18 novembre 2014 , relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea Testo rilevante ai fini del SEE
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (VV.F., USL, ISPESL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.

- Istruzione dei costruttori per l'installazione delle apparecchiature impiegate.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.

## **2. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI**

### **2.1 Estensione e consistenza degli impianti**

Il sistema di esodo prevede che la parte terminale lato galleria di ciascuna finestra si allarghi così da formare una zona destinata ad accogliere i passeggeri che iniziano il deflusso dalla galleria verso l'esterno.

L'uscita di emergenza presenterà una serie di porte che individueranno 3 diverse aree :

- Zona filtro in prossimità della galleria ferroviaria, lato binario, delimitata tra la prima serie di porte (considerando la prima quella che affaccia verso la galleria) e la seconda serie di porte;
- Zona di transizione, al termine della quale è prevista l'installazione di uno sbarramento
- Zona di esodo, delimitata tra lo sbarramento e l'ingresso.

L'impianto di controllo fumi e ventilazione è costituito da:

- Impianto di pressurizzazione dei filtri;
- Impianto di ventilazione delle vie di esodo e di espulsione dei gas di scarico.

La zona filtro sarà dotata di un impianto di pressurizzazione che preleverà aria esterna dalla via di esodo o dalla zona di transizione della finestra e la immetterà nella stessa zona filtro così da pressurizzarla e, pertanto, mantenere una sovrappressione sufficiente ad impedire l'ingresso dei fumi al suo interno. La depressione nella via di esodo in prossimità della zona di transizione richiamerà a sua volta aria esterna dall'imbocco della via di esodo, costituito da porte di tipo grigliato.

Le vie di esodo di tipo carrabile e quelle pedonali ma su cui insistono più finestre saranno provviste di impianto di espulsione dell'aria verso l'imbocco, in grado di aspirare i gas di scarico emessi dai mezzi di soccorso e facilitare il lavaggio dei cunicoli paralleli pedonali tra le finestre.

## 2.2 Descrizione degli impianti Finestre con via esodo esclusiva F1,2,4,7

Nel caso in oggetto l'impianto sarà costituito principalmente dalle seguenti apparecchiature :

- quadro di avviamento (“QIM”) dotato di PLC (“UP”) per realizzare la logica di funzionamento locale e di gestione da remoto (l'insieme dei due è identificato sugli elaborati progettuali con la sigla “QIF”);
- n. 1 elettroventilatore assiale unidirezionali (identificato con la sigla “VC”) per pressurizzazione delle zone filtro;
- serrande di regolazione per regolazione della mandata d'aria verso le singole zone filtro;
- serrande di regolazione servocomandate (“SB”) per regolazione del flusso nel bypass del ventilatore;
- serrande di sovrappressione tagliafuoco (“SRTF”) con funzione di espulsione dell'aria di sovrappressione ed attestata sulla parete opposta alla galleria;
- griglie di ripresa aria esterna (identificate con la sigla “GR”);
- bocchette di immissione aria complete di alette regolabili in fase di taratura dell'impianto (identificate con la sigla “BM”);
- serrande di intercettazione tagliafuoco per ripristinare la compartimentazione della zona filtro (STF)
- canalizzazioni in lamiera d'acciaio zincato
- sonde di pressione differenziale con affidabilità di tipo industriale e posizionate in prossimità di delle porte che affacciano sulla galleria;
- comando manuale avvio impianto;
- comando manuale arresto impianto;
- porte a battenti a singola anta.

Il ventilatore VC sarà installato sulla volta della galleria dell'uscita di emergenza, preleverà, tramite idonea bocca di captazione sullo sbarramento intermedio e portone grigliato all'ingresso, l'aria di rinnovo dall'imbocco della finestra e la immetterà nella zona filtro tramite canalizzazioni realizzate con lamiera rinforzata d'acciaio; l'immissione d'aria sarà affidata a delle bocchette BM dotate di alette regolabili in fase di taratura dell'impianto, posizionate dopo le serrande tagliafuoco di intercettazione.

Per il ventilatore è previsto un condotto di by-pass, corredato di serranda di regolazione motorizzata SB, in grado di garantire, in caso di necessità, il ricircolo di una parte della portata d'aria, come descritto nel seguito.

Al fine di limitare l'effetto camino che si verificherebbe all'apertura delle vie di fuga e quindi di ottimizzare il funzionamento del sistema di ventilazione, soprattutto per le finestre di notevole lunghezza e pendenza, è previsto uno sbarramento dopo la camera di transizione, prima della zona di esodo.

L'attivazione del ventilatore dell'impianto di pressurizzazione è effettuata dall'operatore della postazione centrale o da comando locale manuale mentre la disattivazione viene eseguita dal personale di soccorso ad emergenza cessata.

La pressione differenziale tra camera di transizione e galleria nelle varie situazioni di funzionamento è rilevata da apposite sonde con sensore a membrana.

Un opportuno dimensionamento dei componenti del sistema ed una idonea logica di gestione dell'impianto, garantiscono il mantenimento delle condizioni volute in qualsiasi situazione.

### **2.2.1 Logica di funzionamento**

In condizioni normali il ventilatore sarà spento.

L'attivazione dell'impianto potrà avvenire sia da comando proveniente dal sistema di controllo remoto (ad esempio in caso di incendio in galleria) che da comando manuale installato all'interno delle finestre; in entrambi i casi il PLC di gestione locale (UP) provvederà ad attivare, per la pressurizzazione delle zone filtro, il ventilatore VC.

In modo contemporaneo all'attivazione del ventilatore, inoltre, tramite comando proveniente dal PLC, commuteranno nella posizione di chiusura la serranda di regolazione SB dei condotti di bypass (così da garantire le massime prestazioni all'impianto) e la serranda di sovrappressione tagliafuoco SRTF della zona filtro (così da evitare ulteriori punti di ingresso di fumo in un luogo sicuro quale è il by-pass).

In modo contemporaneo all'attivazione del ventilatore, inoltre, tramite comando proveniente dal PLC, commuterà nella posizione di chiusura la serranda di regolazione SB dei condotti di bypass (così da garantire le massime prestazioni all'impianto). Le serrande di intercettazione tagliafuoco STF, normalmente chiuse, si apriranno per garantire l'immissione di aria.

In caso di malfunzionamento delle serrande sono previsti dei comandi manuali per la loro apertura/chiusura.

L'aria "pulita" di pressurizzazione, pertanto, sarà prelevata dall'esterno, convogliata tramite le canalizzazioni ed immessa nella zona filtro tramite le bocchette di immissione BM installate dopo le

serrande di intercettazione tagliafuoco STF; per il convogliamento dell'aria nella zona filtro del binario dispari è prevista una canalizzazione in acciaio all'interno delle scale di collegamento binario pari/dispari.

In condizioni di incendio, quindi, il ventilatore di pressurizzazione VC potrà funzionare in regolazione per mezzo del relativo inverter od a pieno carico in modo da garantire le seguenti condizioni di sicurezza per il locale:

- sovrappressione di 50 Pa a porta chiusa (la velocità di rotazione del ventilatore attivo verrà controllata in base al valore di set-point impostato (50 Pa) ed al segnale di retroazione proveniente dal trasmettitore di pressione del luogo sicuro);
- velocità dell'aria pari ad almeno 2 m/s in uscita dalle porte aperte che affacciano sulla galleria.

In caso di incendio, pertanto, si avrà la seguente logica di funzionamento :

- segnalazione di incendio da centro di controllo con individuazione del binario incidentato;
- chiusura di tutte le serrande di sovrappressione tagliafuoco SRTF;
- analisi segnale apertura/chiusura serrande;
- analisi stato/guasto ventilatore VC;
- analisi continua nel tempo dei segnali di pressione differenziale;
- avvio del ventilatore di pressurizzazione VC, secondo una modalità di accelerazione impostata sulla condizione di funzionamento più gravosa, ossia tale da garantire, in caso di apertura delle porte, dopo un prefissato tempo di transizione, una portata che consenta una velocità dell'aria in uscita dalle porte pari almeno a 2 m/s (massima velocità di rotazione del ventilatore);
- immissione, tramite bocchette dotate di alette regolabili, dell'aria nelle zone da pressurizzare lato incidentato
- modulazione del grado di apertura della serranda di regolazione SB del bypass a servizio del ventilatore in funzione dei segnali di pressione differenziale rilevati.
- Modulazione della serranda di sovrappressione tagliafuoco SRTF nelle posizioni di apertura o chiusura a seconda della chiusura o apertura delle porte

A questo punto, la regolazione dell'impianto deriverà dall'analisi continuativa del segnale retroattivo di pressione differenziale; il valore di set-point della sovrappressione sarà preimpostato su 50 Pa; i segnali di sovrappressioni proverranno da sonde di pressione differenziali ridondate installate in prossimità delle porte che affacciano in galleria.



La regolazione della sovrappressione all'interno della zona filtro sarà affidata alle serrande di sovrappressione tagliafuoco SRTF nella zona filtro ed alla velocità di rotazione dei ventilatori (alla massima velocità in caso di apertura porte). Le serrande SRF invece avranno la funzione di bilanciare i circuiti aeraulici a servizio delle zone filtro (binario pari e dispari). La serranda SB, infine, avrà la funzione di bypassare parte della portata nel caso in cui, nonostante le interazioni previste, si abbia una eccessiva sovrappressione all'interno delle zone filtro.

### **2.2.2 Funzionamento a porte chiuse**

In caso di funzionamento a porte chiuse il ventilatore VC all'avvio seguirà la preimpostata modalità di accelerazione basata sulle condizioni più gravose (porte aperte), che terminerà non appena le sonde di pressione rileveranno una sovrappressione pari al preimpostato set-point di 50 Pa; avendo inoltre impostato la modalità di accelerazione sulla condizione di funzionamento più gravosa (numero di giri massimo del ventilatore), la sovrappressione di 50 Pa sarà raggiunta ad una velocità di rotazione inferiore alla massima velocità nominale. La serranda di sovrappressione tagliafuoco SRTF andrà in apertura.

La velocità di rotazione del ventilatore varierà in modo inversamente proporzionale alla pressione differenziale : una sovrappressione inferiore a 50 Pa comporterà un aumento della velocità di rotazione, il contrario una sovrappressione superiore a 50 Pa.

Il tempo di risposta in secondi del sistema (in particolare del ventilatore VC e della serranda di sovrappressione SRTF) sarà preimpostato e regolabile in fase di taratura dell'impianto su valori opportunamente determinati in modo da gestire transitori senza eccessive pendolazioni del regime di funzionamento.

Tale logica di funzionamento si riscontra nei momenti immediatamente successivi alla segnalazione di incendio e prima che i passeggeri arrivino nelle zone filtro.

### **2.2.3 Funzionamento a porte aperte**

L'apertura delle porte comporterà una diminuzione della sovrappressione all'interno del filtro. Avendo però impostato la modalità di accelerazione sulla condizione di funzionamento più gravosa (massima velocità di rotazione del ventilatore) ed essendo le porte aperte, il ventilatore terminerà la sua fase di accelerazione solo quando verrà raggiunta la loro massima velocità di rotazione; le serrande di

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>Impianto Controllo Fumi e Ventilazione – Relazione tecnica</b>	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 17	CODIFICA RO	DOCUMENTO AI0009 001	REV. A	FOGLIO 10 di 25

sovrappressione tagliafuoco SRTF e la serranda di regolazione del bypass SB resteranno nella loro posizione di chiusura.

La logica di funzionamento descritta si riscontra nel momento in cui i passeggeri sono arrivati nella zona filtro di finestra e/o da questa siano passati nella zona di esodo ed è rappresentativa anche del caso in cui l'azionamento dell'impianto sia del tipo manuale.

In tutte le logiche di funzionamento sopra descritte l'impianto continuerà a funzionare finché non arriverà un comando d'arresto, che potrà avvenire da remoto oppure da comando manuale azionabile esclusivamente da personale autorizzato e posto all'interno di un quadretto opportunamente protetto.

L'impianto dovrà essere tarato in modo tale da garantire, in tutte le logiche di funzionamento, tempi di risposta tali da evitare eccessive pendolazioni del regime di funzionamento.

Le impostazioni di funzionamento in precedenza riportate rappresentano delle logiche di gestione locale dell'impianto.

Il quadro di comando e controllo dei ventilatori, tuttavia, sarà predisposto per accettare i comandi remoti e tutte le segnalazioni di allarme, per adattarsi a logiche funzionali flessibili, da gestire da remoto e da stabilire in fase successiva. Per il collegamento con il sistema di supervisione dovranno essere utilizzate apposite interfacce e linguaggi di comunicazione basati su protocolli standard non proprietari (Mod Bus RTU, Ethernet).

Tutti i componenti dell'impianto di pressurizzazione installati in galleria in corrispondenza delle finestre dovranno avere opportune caratteristiche meccaniche per poter resistere alle sovrappressioni indotte dal passaggio dei treni.

### **2.3 Descrizione degli impianti Finestre con via di esodo condivisa (Finestre F3,5,6)**

Le finestre in oggetto sono caratterizzate da cunicoli pedonali paralleli alla linea che richiedono una ventilazione di lavaggio, inoltre le vie di esodo F3 ed F6 essendo di tipo carrabile richiedono un adeguato ricambio di aria ed aspirazione dei gas di scarico.

#### Finestra con cunicoli laterali di sfollamento

Nel caso in oggetto l'impianto sarà costituito principalmente dalle seguenti apparecchiature :

quadro di avviamento ("QIM") dotato di PLC ("UP") per realizzare la logica di funzionamento locale e di gestione da remoto (l'insieme dei due è identificato sugli elaborati progettuali con la sigla "QIF");

- elettroventilatori assiali unidirezionali (identificati con la sigla "VF") per pressurizzazione delle zone filtro;
- elettroventilatori assiali unidirezionali da canale (identificati con la sigla "VIN") per l'immissione aria di lavaggio e pressurizzazione nei cunicoli di sfollamento;
- elettroventilatore assiale unidirezionale da canale (identificati con la sigla "VEX") per estrazione aria da cunicoli di sfollamento;
- serrande di regolazione servocomandate ("SR") con funzione di espulsione dell'aria di sovrappressione ed attestate sulla parete opposta alla galleria;
- serrande di taratura ("ST");
- griglie di ripresa aria esterna (identificate con la sigla "GR");
- bocchette di immissione aria complete di alette regolabili in fase di taratura dell'impianto (identificate con la sigla "BM");
- canalizzazioni in lamiera d'acciaio zincato ed in muratura (all'interno dei cunicoli di sfollamento);
- sonde di pressione differenziale con affidabilità di tipo industriale e posizionate in prossimità di delle porte che affacciano sulla galleria;
- comando manuale avvio impianto;
- comando manuale arresto impianto;
- porte a battenti a singola anta.

I ventilatori VF saranno installati a parete in adiacenza della zona filtro, lato via di esodo, e preleveranno, tramite idonea bocca di captazione, direttamente da questa l'aria di rinnovo.

L'immissione d'aria sarà affidata a delle bocchette BM dotate di alette regolabili in fase di taratura dell'impianto.

I ventilatori VIN, invece, saranno installati sulla volta della galleria di finestra, preleveranno, tramite idonea bocca di captazione e portone grigliato all'ingresso, l'aria di rinnovo dall'imbocco della finestra e

la immetteranno nel cunicolo di sfollamento tramite canalizzazioni realizzate con lamiera rinforzata d'acciaio per la galleria centrale di esodo e compartimentazioni realizzate in muratura all'interno dei cunicoli di sfollamento; l'immissione d'aria sarà affidata a delle bocchette BM dotate di alette regolabili in fase di taratura dell'impianto.

Anche il ventilatore VEX sarà installato sulla volta della galleria di finestra, preleverà l'aria sia all'estremità che all'imbocco dei cunicoli laterali di sfollamento e l'espellerà all'esterno mediante canalizzazioni in lamiera rinforzata d'acciaio che correranno fino all'imbocco della finestra, in prossimità del portone di ingresso.

Al fine di un bilanciamento aeraulico, saranno previste delle serrande di taratura sulle derivazioni dei condotti di estrazione.

Sulla parete divisoria tra la zona filtro e la galleria, inoltre, saranno installate serrande tagliafuoco che regoleranno la sovrappressione del filtro e consentiranno in fase di standby dei ventilatori VF un flusso dalla zona di transizione verso la galleria.

L'attivazione dei ventilatori dell'impianto di pressurizzazione è effettuata dall'operatore della postazione centrale o da comando locale manuale mentre la disattivazione viene eseguita dal personale di soccorso ad emergenza cessata.

La pressione differenziale tra camera di transizione e galleria nelle varie situazioni di funzionamento è rilevata da apposite sonde con sensore a membrana.

Un opportuno dimensionamento dei componenti del sistema ed una idonea logica di gestione dell'impianto, garantiscono il mantenimento delle condizioni volute in qualsiasi situazione.

La ventilazione assicura altresì il ricambio dell'aria all'interno della finestra sia allo scopo di prevenire la formazione di muffe sia allo scopo di diluire gli inquinanti derivanti dai veicoli in transito.

#### Logica di funzionamento

In condizioni normali i ventilatori saranno spenti.

L'attivazione dell'impianto potrà avvenire sia da comando proveniente dal sistema di controllo remoto (ad esempio in caso di incendio in galleria) che da comando manuale installato all'interno delle finestre; in entrambi i casi il PLC di gestione locale (UP) provvederà ad attivare, per la pressurizzazione delle zone filtro e il lavaggio dei cunicoli laterali di sfollamento, i ventilatori VF, VIN e VEX.

Saranno attivati tutti i ventilatori VF e VIN in standby alla minima portata; il ventilatore di estrazione VEX invece si porterà alla portata minima di circa 4 mc/s.

Contemporaneamente all'attivazione in standby dei ventilatori, le serrande di regolazione SR delle zone filtro commuteranno nella posizione di chiusura; successivamente il loro grado di apertura/chiusura sarà regolato dal segnale di sovrappressione proveniente dalle sonde di pressione differenziali installate all'interno delle zone filtro.

In caso di malfunzionamento delle serrande sono previsti dei comandi manuali per la loro apertura/chiusura.

L'aria "pulita" di pressurizzazione, pertanto, sarà prelevata dall'esterno, tramite griglie di transito e canalizzazioni.

In condizioni di incendio, quindi, i ventilatori di pressurizzazione VF potranno funzionare in regolazione per mezzo del relativo inverter o a pieno carico entrambi in modo da garantire le seguenti condizioni di sicurezza per il locale:

sovrappressione di 50 Pa a porta chiusa (la velocità di rotazione del ventilatore attivo verrà controllata in base al valore di set-point impostato (50 Pa) ed al segnale di retroazione proveniente dal trasmettitore di pressione del luogo sicuro);

velocità dell'aria pari ad almeno 2 m/s in uscita dalle porte della zona filtro, sia lato galleria che lato esodo.

I ventilatori di immissione VIN invece regoleranno il loro punto di funzionamento impostando una portata d'aria circa 1 mc/s superiore alla portata elaborata dai ventilatori VF ai quali sono asserviti.

Tutti i ventilatori saranno quindi dotati di inverter, ma in condizioni di emergenza il ventilatore di estrazione VEX presenterà un punto di funzionamento fisso impostato su 4 mc/s.

In caso di incendio, pertanto, si avrà la seguente logica di funzionamento :

segnalazione di incendio da centro di controllo;

chiusura di tutte le serrande di regolazione SR;

analisi segnale apertura chiusura serrande;

analisi stato/guasto ventilatori VF;

analisi continua nel tempo del segnale di pressione differenziale;

avvio dei ventilatori di pressurizzazione VF del binario allarmato (pari o disparo), secondo una modalità di accelerazione impostata sulla condizione di funzionamento più gravosa, ossia tale da garantire, in caso di apertura delle porte, dopo un prefissato tempo di transizione, una portata che consenta una velocità dell'aria in uscita dalle porte pari almeno a 2 m/s (massima velocità di rotazione del ventilatore);

avvio del ventilatore VEX;

avvio dei ventilatori VIN con punti di funzionamento dipendenti dai ventilatori VF a cui sono asserviti ed impostati su una portata di circa 1 mc/s superiore alla portata elaborata dal relativo ventilatore VF;

immissione dell'aria nelle zone da pressurizzare e relative pressurizzazioni;

modulazione del grado di apertura della serranda di regolazione SR delle zone filtro in funzione del valore di pressione differenziale rilevato.

A questo punto, la regolazione dell'impianto deriverà dall'analisi continuativa del segnale retroattivo di pressione differenziale; il valore di set-point della sovrappressione sarà preimpostato su 50 Pa; i segnali di sovrappressioni proverranno da sonde di pressione differenziali ridondate installate in prossimità delle porte che affacciano in galleria.

Le logiche di funzionamento potranno pertanto classificarsi secondo quanto segue :

#### Funzionamento a porte chiuse

In tal caso i ventilatori VF all'avvio seguiranno la preimpostata modalità di accelerazione basata sulle condizioni più gravose (porte aperte), che terminerà non appena le sonde di pressione rileveranno una sovrappressione pari al preimpostato set-point di 50 Pa; avendo inoltre impostato la modalità di accelerazione sulla condizione di funzionamento più gravosa (numero di giri massimo del ventilatore), la sovrappressione di 50 Pa sarà raggiunta ad una ridotta velocità di rotazione del ventilatore. In modo contemporaneo, inoltre, la serranda di regolazione SR modulerà il grado di apertura delle sue alette.

La velocità di rotazione del ventilatore varierà in modo inversamente proporzionale alla pressione differenziale : una sovrappressione inferiore a 50 Pa comporterà un aumento della velocità di rotazione, al contrario per una sovrappressione superiore a 50 Pa.

Il grado di apertura della serranda di regolazione, invece, varierà in modo direttamente proporzionale alla pressione differenziale : una sovrappressione inferiore a 50 Pa comporterà un minor grado di apertura della serranda, al contrario per una sovrappressione superiore a 50 Pa.

Il tempo di risposta in secondi del sistema (in particolare dei ventilatori VF e della serranda di regolazione SR) sarà preimpostato e regolabile in fase di taratura dell'impianto su valori opportunamente determinati in modo da gestire transitori senza eccessive pendolazioni del regime di funzionamento.

Il funzionamento dei ventilatori VIN dipenderà dai ventilatori VF dei cunicoli laterali di sfollamento secondo quanto in precedenza riportato.

Tale logica di funzionamento si riscontra nei momenti immediatamente successivi alla segnalazione di incendio e prima che i passeggeri arrivino nelle zone filtro.

#### Funzionamento con apertura di una sola porta

In tal caso i ventilatori VF, dopo il transitorio iniziale in precedenza descritto, hanno raggiunto il loro punto di funzionamento (sovrappressione di 50 Pa con porte chiuse).

Una improvvisa apertura della porta, segnalata dagli switch presenti sulla stessa, tuttavia, comporterà una chiusura della serranda di regolazione SR e comanderà un aumento della velocità di rotazione del ventilatore tale da garantire una velocità di 2 m/s attraverso la porta.

La nuova condizione di regime che verrà a crearsi sarà pertanto caratterizzata da un minor grado di apertura della serranda di regolazione ed una maggiore velocità di rotazione del ventilatore.

La taratura dell'impianto sarà effettuata durante la fase di installazione dello stesso.

Il funzionamento del ventilatore VIN dipenderà dal ventilatore VF dei cunicoli laterali di sfollamento secondo quanto in precedenza riportato.

Tale logica di funzionamento si riscontra nel momento in cui i passeggeri sono arrivati nella zona filtro ma non sono ancora passati nella zona di transizione.

Funzionamento con due o più porte aperte.

Nel caso dell'apertura di una seconda porta, segnalata dagli switch presenti sulla stessa, comporterà un ulteriore abbassamento della sovrappressione; avendo però impostato la modalità di accelerazione sulla condizione di funzionamento più gravosa (massima velocità di rotazione del ventilatore) ed essendo due o più porte aperte, i ventilatori termineranno la loro fase di accelerazione solo quando verrà raggiunta la loro massima velocità di rotazione; la serranda di regolazione SR continuerà ad inseguire la pressione di 50 Pa e sarà completamente chiusa quando tutte e 4 le porte del filtro saranno aperte.

La logica di funzionamento descritta si riscontra nel momento in cui i passeggeri sono arrivati nella zona filtro di finestra e sono anche passati nella zona di transizione ed è rappresentativa anche del caso in cui l'azionamento dell'impianto sia del tipo manuale.

In prossimità dello sbarramento intermedio a divisione della zona di transizione con quella di esodo saranno poste due serrande di sovrappressione, atte a garantire un range di pressione all'interno della zona di transizione in ogni scenario di funzionamento.

In tutte le logiche di funzionamento sopra descritte l'impianto continuerà a funzionare finché non arriverà un comando d'arresto, che potrà avvenire da remoto oppure da comando manuale azionabile esclusivamente da personale autorizzato e posto all'interno di un quadretto opportunamente protetto.

La taratura dell'impianto sarà effettuata durante la fase di installazione dello stesso.

Le impostazioni di funzionamento in precedenza riportate rappresentano delle logiche di gestione locale dell'impianto.

Il quadro di comando e controllo dei ventilatori, tuttavia, sarà predisposto per accettare i comandi remoti e tutte le segnalazioni di allarme, per adattarsi a logiche funzionali flessibili, da gestire da remoto e da stabilire in fase successiva. Per il collegamento con il sistema di supervisione dovranno essere utilizzate apposite interfacce e linguaggi di comunicazione basati su protocolli standard non proprietari (Mod Bus RTU, Ethernet).

Tutti i componenti dell'impianto di pressurizzazione installati in galleria in corrispondenza delle finestre dovranno avere opportune caratteristiche meccaniche per poter resistere alle sovrappressioni indotte dal passaggio dei treni ( $\pm 2,5$  kPa, numero di cicli dipendente dal traffico ferroviario della Tratta) per una durata di 20 anni.



## 2.4 Dimensionamento dell'impianto

L'impianto è stato dimensionato per garantire, in condizioni di emergenza, una velocità d'aria in uscita dalle due porte affaccianti in galleria pari a 2 m/s.

Ai fini del dimensionamento bisogna distinguere le due tipologie di finestre :

### 2.4.1 Finestre senza cunicoli laterali di sfollamento

È stata considerata l'apertura di entrambe le porte a battente che danno sulla galleria, considerando l'esodo da un solo binario :

$$Q = S \cdot v = 2 \times (0,9 \times 2,10) \times 2,50 = 9,5 \frac{m^3}{s}$$

dove :

$Q [ \frac{m^3}{s} ]$  = Portata d'aria da immettere tramite i ventilatori

$S [m^2]$  = Sezione totale di espulsione aria = Sezione totale delle porte

$v [ \frac{m}{s} ]$  = Velocità di attraversamento delle porte da parte dell'aria

La prevalenza corrispondente è stata determinata sulla base delle perdite di carico distribuite delle canalizzazioni e di quelle concentrate di serrande, griglie, bocchette e raccordi.

Le perdite di carico distribuite sono state calcolate a partire dall'equazione di Darcy-Weisbach :

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove :

$h_f$  [Pa] = Perdite di carico dovute all'attrito = Perdite di carico distribuite

$f$  = Coefficiente adimensionale, chiamato coefficiente d'attrito di Darcy, il quale può essere ricavato dall'equazione di Colebrook o, più semplicemente, dall'abaco di Moody, a partire però dal numero di Reynolds ( $Re$ ) e dalla scabrezza relativa ( $\frac{\epsilon}{D_{equiv}}$ ), tipici del trinomio fluido, condotta, portata volumetrica in questione

$L$  [m] = Lunghezza della condotta

$D$  [m] = Diametro idraulico della condotta, dato genericamente da  $4S/P$ , dove a sua volta  $S$  è la sezione della condotta e  $P$  il perimetro

$v$  [ $\frac{m}{s}$ ] = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \frac{m}{s}$  = accelerazione di gravità

Per calcolare le perdite di carico concentrate, invece, si è applicato, direttamente derivato dall'equazione di Bernoulli, il concetto di proporzionalità all'energia cinetica nel punto, il che si traduce nella seguente formula :

$$h_c = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove :

$h_c$  [Pa] = Perdita di carico concentrata dell'elemento considerato

$\rho$  [ $\frac{kg}{m^3}$ ] = Densità del fluido alla temperatura in considerazione

$\xi$  = Coefficiente adimensionale tipico dell'elemento in questione e/o della sua interconnessione con le parti adiacenti dell'impianto

$v$  [ $\frac{m}{s}$ ] = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \frac{m}{s} =$  accelerazione di gravità

Premesso quanto sopra, si ottiene che il ventilatore VC necessita di 1400 Pa di prevalenza.

#### 2.4.2 Finestre con cunicoli laterali di sfollamento

Per le motivazioni in precedenza riportate, sono state considerate aperte le 4 porte a battenti a singola anta che affacciano sulla galleria e sulla via di esodo di una sola delle due zone filtro (binario pari o dispari), tutte con larghezza pari a 0.9 m ed altezza pari a 2,10m, così che si ha :

$$Q = S \cdot v = 4 \cdot (0,9 \cdot 2,10) \cdot 2,50 = 18,9 \frac{m^3}{s}$$

dove :

$Q [ \frac{m^3}{s} ] =$  Portata d'aria da immettere tramite i ventilatori

$S [ m^2 ] =$  Sezione totale di espulsione aria = Sezione totale delle porte

$v [ \frac{m}{s} ] =$  Velocità di attraversamento delle porte da parte dell'aria

Si ottiene dunque che, per garantire i parametri di sicurezza desiderati, bisogna garantire, tramite i ventilatori VF, una portata d'aria di pressurizzazione pari a  $19 \frac{m^3}{s}$ ; il corrispettivo ventilatore di immissione VIN, invece, alla luce di quanto in precedenza esplicitato, dovendo sopperire alle esigenze dei ventilatori delle zone filtro, o della banchina pari o di quella dispari, nonché al lavaggio del cunicolo laterale di sfollamento, dovrà essere in grado di elaborare una portata massima di  $20 \frac{m^3}{s}$  per garantire una leggera sovrappressione nella zona di transizione in prossimità dei filtri.

Il ventilatore di estrazione VEX, infine, dovrà essere in grado di elaborare una portata pari a  $4 \frac{m^3}{s}$ , portata tale da garantire, con opportuni margini di sicurezza, un opportuno lavaggio dei cunicoli.

Periodicamente sarà predisposto il lavaggio della finestra, immettendo aria attraverso i ventilatori VIN a circa il 25% della loro portata massima, ed espellendola attraverso il Vex, la cui massima portata sarà quindi funzione del bilancio aeraulico.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>Impianto Controllo Fumi e Ventilazione – Relazione tecnica</b>	COMMESSA IF0G	LOTTO 01 D 17	CODIFICA RO	DOCUMENTO AI0009 001	REV. A

Le prevalenze corrispondenti sono state determinate sulla base delle perdite di carico distribuite delle canalizzazioni e di quelle concentrate di serrande, griglie, bocchette e raccordi.

Le perdite di carico distribuite sono state calcolate a partire dall'equazione di Darcy-Weisbach :

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove :

$h_f$  [Pa] = Perdite di carico dovute all'attrito = Perdite di carico distribuite

$f$  = Coefficiente adimensionale, chiamato coefficiente d'attrito di Darcy, il quale può essere ricavato dall'equazione di Colebrook o, più semplicemente, dall'abaco di Moody, a partire però dal numero di Reynolds ( $Re$ ) e dalla scabrezza relativa ( $\frac{\varepsilon}{D_{equiv}}$ ), tipici del trinomio fluido, condotta, portata volumetrica in questione

$L$  [m] = Lunghezza della condotta

$D$  [m] = Diametro idraulico della condotta, dato genericamente da  $4S/P$ , dove a sua volta  $S$  è la sezione della condotta e  $P$  il perimetro

$v$  [ $\frac{m}{s}$ ] = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$  = accelerazione di gravità

Per calcolare le perdite di carico concentrate, invece, si è applicato, direttamente derivato dall'equazione di Bernoulli, il concetto di proporzionalità all'energia cinetica nel punto, il che si traduce nella seguente formula :

$$h_c = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove :

$h_c$  [Pa] = Perdita di carico concentrata dell'elemento considerato

$\rho$  [ $\frac{kg}{m^3}$ ] = Densità del fluido alla temperatura in considerazione

$\xi$  = Coefficiente adimensionale tipico dell'elemento in questione e/o della sua interconnessione con le parti adiacenti dell'impianto

$v$  [ $\frac{m}{s}$ ] = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \frac{m}{s} =$  accelerazione di gravità

Premesso quanto sopra, si ottengono i seguenti dati, funzione delle differenti lunghezze dei cunicoli laterali e delle vie di esodo:

FINESTRA	VENTILATORI	PORTATA MAX. (mc/s)	PREVALENZA (Pa)
<b>F3</b>	VF1	19	200
	VF2	19	200
	VF3	19	200
	VF4	19	200
	Vin1	20	650
	Vin2	20	800
	Vex	11	700
<b>F5</b>	VF1	19	200
	VF2	19	200
	VF3	19	200
	VF4	19	200
	Vin1	20	850
	Vin2	20	650
	Vex	11	750
<b>F6</b>	VF1	19	200
	VF2	19	200
	VF3	19	200
	VF4	19	200
	VF5	19	200
	VF6	19	200
	Vin1	20	850
	Vin2	20	700
	Vin3	20	850
Vex	17	900	

## 2.5 Linee di distribuzione

I vari componenti dell'impianto pressurizzazione saranno alimentati dal quadro di alimentazione e controllo QIF, il quale a sua volta riceverà due alimentazioni separate dal quadro di bassa tensione locale.

Il quadro QIF verrà installato all'interno degli spazi tecnici della zona filtro di finestra.

La distribuzione dell'impianto di pressurizzazione sarà eseguita con i seguenti sistemi:

- I collegamenti terminali all'interno della finestra saranno eseguiti con cavi passanti all'interno di tubazioni in pvc pesante con grado di protezione IP55 o all'interno di canalette in acciaio; saranno previste adeguate cassette di smistamento e/o derivazione ai singoli terminali.

In particolare le distribuzioni comprenderanno le seguenti tipologie di collegamento:

- rete di segnale costituita da cavo UTP 4 coppie installata all'interno della canalina in acciaio utilizzata per gli impianti a bassa tensione;
- rete di alimentazione ad alta tensione 230V-400V con cavi a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi (LSOH) del tipo FG16OM16, installata in canalina in acciaio dedicata ed opportunamente distanziata dalla canalina usata per gli impianti a bassa tensione.

In corrispondenza di tutti i punti in cui le condutture attraversano pareti o solai di locali compartimentati al fuoco, saranno installati setti tagliafuoco di tipo certificato atti a ripristinare la resistenza prescritta per il compartimento.

## 2.6 Interfacciamento con altri sistemi

Tutti i sottosistemi dovranno essere in grado di interfacciarsi tra loro in modo da individuare, nel più breve tempo possibile, gli stati e gli allarmi provenienti dal campo e che saranno visualizzati nel posto di supervisione di riferimento. In questo modo sarà possibile valutare da remoto l'entità dei dati provenienti dal campo e ottimizzare di conseguenza gli interventi di manutenzione in loco.

Per il collegamento con il sistema di supervisione le singole centrali dovranno essere dotate di apposite interfacce e linguaggi di comunicazione basati su protocolli standard non proprietari (Mod Bus RTU, Ethernet).

Per il controllo dell'impianto di pressurizzazione è prevista una unità periferica di controllo UP, installata all'interno del quadro elettrico di alimentazione e controllo QIF a servizio dell'impianto stesso.

L'unità periferica UP sarà collegata con il sistema di supervisione.

Il dimensionamento e la consistenza del sistema risultano dalle descrizioni delle funzioni di controllo e dai disegni di progetto.

L'attivazione in emergenza dell'impianto di pressurizzazione potrà avvenire in modo diretto o indiretto. L'attivazione diretta sarà effettuata direttamente a livello locale, dal comando di attivazione locale; l'attivazione indiretta sarà invece effettuata passando attraverso il sistema di supervisione.

Anche la disattivazione dell'impianto di pressurizzazione potrà avvenire in modo diretto o indiretto.

Le attivazioni degli impianti, sia dirette che indirette, saranno indipendenti e paritarie l'una rispetto all'altra.

L'unità periferica di controllo locale dell'impianto di pressurizzazione, installata all'interno di ogni quadro, invece, sarà in grado di acquisire i seguenti segnali e ritrasmetterli al sistema di supervisione centrale in protocollo non proprietario Modbus Ethernet, su rete Ethernet:

Da ogni inverter

- Stato di ventilatore in moto
- Guasto inverter
- Frequenza
- Assorbimento

Inoltre:

- Il controllo di tutti i pulsanti selettori del quadro
- Allarmi per mancato avviamento
- Allarmi di superamento ore di funzionamento

- Segnalazione posizione serrande di regolazione e sovrappressione servocomandate
- Comando serrande
- Segnale da trasmettitore di pressione differenziale
- Segnale da comando manuale di avvio
- Segnale funzionamento diretto quadro elettrico
- Segnale locale/remoto quadro elettrico
- Scambio bypass rete/inverter al quadro elettrico
- Segnali allarme incendio in galleria
- Segnale da comando di arresto manuale

**Elenco punti controllati unità periferica controllo impianto di pressurizzazione finestre con cunicoli laterali**

**Ingressi digitali (DI)**

- Stato inverter
- Allarme generale inverter
- Stato funzionamento diretto quadro elettrico
- Stato locale/remoto quadro elettrico
- Segnalazione posizione serranda di regolazione
- Segnale allarme incendio canna pari
- Segnale allarme incendio canna dispari
- Segnale da comando di avvio manuale
- Segnale da trasmettitore di pressione differenziale
- Segnale da comando di arresto manuale

**Uscite digitali (DO)**

- Comando avviamento/arresto ventilatore
- Scambio bypass rete/inverter
- Comando serranda di regolazione

**Ingressi analogici (AI)**

- Corrente assorbita inverter
- Frequenza inverter



### Uscite analogiche (AO)

- Segnale comando inverter ventilatore

L'unità periferica di controllo verrà comunque equipaggiata per interfacciare i seguenti punti:

- n° 64 ingressi digitali
- n° 32 uscite digitali
- n° 32 ingressi analogici
- n° 16 uscite analogici