

**MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**




COMUNE DI TORINO



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA
Lotto Costruttivo 2: Bologna - Politecnico**


PROGETTO DEFINITIVO		 IN INFRATRASPORTI S.r.l. FRATRASO																				
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA																					
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Azzarone Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12887J	IMPIANTI NON DI SISTEMA - STAZIONE PORTA NUOVA IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA RELAZIONE TECNICA E CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO																				
ELABORATO										REV.		SCALA	DATA									
										Int.	Est.											
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi										MT	L2	T1	A2	D	IVE	SPN	R	002	0	1	-	21/04/2023

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1


REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	31/03/22	EFe	AGh	FAz	RCr
1	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	21/04/23	EFe	FAz	FAz	RCr
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 2</td> <td>CARTELLA</td> <td>12.2.11</td> <td>2</td> <td>MTL2T1A2D</td> <td>IVESPNR002</td> </tr> </table>						LOTTO 2	CARTELLA	12.2.11	2	MTL2T1A2D	IVESPNR002	STAZIONE APPALTANTE DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro					
LOTTO 2	CARTELLA	12.2.11	2	MTL2T1A2D	IVESPNR002												

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

INDICE


1.	PREMESSA	5
1.1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	5
1.2	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	8
2.	OGGETTO	9
2.1	SCENARI DI INCENDIO	10
2.2	TIPI DI IMPIANTO	10
2.2.1	IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA DI STAZIONE ED IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA LOCALI TECNICI DI SISTEMA	10
2.2.2	IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA A BARRIERE D'ARIA	11
2.2.3	IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA PRESSURIZZAZIONE ZONE FILTRO	12
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	13
3.1	LEGGI E REGOLE TECNICHE	13
3.2	NORME TECNICHE	13
3.3	NFPA - PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO	14
3.4	VENTILAZIONE ANTINCENDIO	14
4.	IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA – STAZIONE PORTA NUOVA	15
4.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA DI STAZIONE (ATRIO, BANCHINE E LOCALI TECNICI NON DI SISTEMA)	15
4.2	ARCHITETTURA DEL SISTEMA	17
4.3	COMPONENTI E LORO FUNZIONI	17
4.4	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA LOCALI TECNICI DI SISTEMA (LTS)	20
4.5	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA BARRIERE D'ARIA	21
4.6	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA A SERVIZIO DEI FILTRI A PROVA DI FUMO (PRESSURIZZAZIONE FILTRI)	21
4.7	FUNZIONAMENTO	23
4.7.1	INCENDIO A BORDO TRENO IN STAZIONE - SCENARIO 1 A	23
4.7.2	INCENDIO IN ATRIO - SCENARIO 5	23
4.7.3	INCENDIO NEI LOCALI TECNICI - SCENARIO 4	24
4.7.4	FUNZIONAMENTO IN FREE-COOLING	25

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

4.8	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	25
4.9	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CANALI	25
5.	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA	26
<hr/>		
5.1	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	26
5.1.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	26
5.1.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	27
5.2	IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE LOCALI NON DI SISTEMA	29
5.2.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	29
5.3	IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE LOCALI DI SISTEMA	31
5.3.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	31
5.3.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	32
5.4	IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE A SERVIZIO DELLE BARRIERE D'ARIA	33
5.4.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	33
5.4.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	34
5.5	IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE A SERVIZIO DEI FILTRI A PROVA DI FUMO (PRESSURIZZAZIONE BY-PASS)	34
5.5.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	34
5.5.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	35
6.	RISULTATI DEI CALCOLI E SELEZIONE DEI VENTILATORI	36
<hr/>		
6.1	VENTILATORI EMERGENZA DI STAZIONE	36
6.2	VENTILATORE EMERGENZA LOCALI DI SISTEMA	36
6.3	VENTILATORI EMERGENZA BARRIERE D'ARIA	37
6.4	VENTILATORI EMERGENZA PRESSURIZZAZIONE FILTRI A PROVA DI FUMO	37
7.	ALLEGATI	38
<hr/>		


INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico – Rebaudengo	7
-------------------------------------------------------------------------------	---

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Denominazioni ed abbreviazioni	8
Tabella 2. Portate d'aria scenario incendio a bordo treno banchina – dim. terminali aeraulici	26
Tabella 3. Portate d'aria scenario incendio in atrio – dim. terminali aeraulici	27
Tabella 4. Portate d'aria di emergenza locali tecnici non di sistema – dim. terminali aeraulici	30
Tabella 5. Portate d'aria di emergenza locali tecnici di sistema – dim. terminali aeraulici	32
Tabella 6. Portate d'aria di emergenza barriere d'aria di stazione	33
Tabella 7. Portate per circuito di emergenza a servizio barriere d'aria di stazione	33
Tabella 8. Portate ventilatori emergenza a servizio barriere d'aria di stazione	34

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

1. PREMESSA

1.1 Scopo e campo di applicazione

La presente relazione si inserisce nell'ambito dell'affidamento dei servizi di ingegneria relativi alla Progettazione Definitiva della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana, disciplinato dal Contratto tra la Città di Torino e la società Infratrasporti.TO s.r.l., ed ha per oggetto l'impianto di ventilazione di emergenza a servizio delle Stazioni disposte lungo la nuova tratta metropolitana.

Il 1° lotto funzionale della Linea 2 della Metropolitana di Torino, incluso tra le stazioni Rebaudengo e Politecnico, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino, presenta una lunghezza di circa 9,7 km, e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, proseguendo poi lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione. Il tracciato, a partire dalla fermata Corelli passa lungo via Bologna, al fine di servire meglio gli insediamenti dell'area interessata esistenti e futuri con le fermate intermedie Cimarosa-Tabacchi, Bologna e Novara. Dopo la fermata Novara, il tracciato si allontana dall'asse di Via Bologna mediante una curva in direzione sud-est e si immette sotto l'asse di Corso Verona fino alla Stazione Verona ubicata in Largo Verona. Dopo la fermata Verona, sotto attraversato il fiume Dora e Corso Regina Margherita, la linea entra nel centro storico della città con le fermate Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto, portandosi poi in corrispondenza di via Lagrange, sino ad arrivare alla stazione Porta Nuova, posta lungo via Nizza, che sarà di corrispondenza sia con la linea F.S. che con la Linea 1 della metropolitana di Torino.


Dalla fermata Porta Nuova il tracciato prosegue lungo l'allineamento di via Pastrengo, per poi portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

Il 1° lotto funzionale è costituito dalle seguenti opere:


- 13 stazioni sotterranee
- 12 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione, uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi

La galleria di linea costituita da:

- Un tratto in galleria naturale realizzato con scavo tradizionale per una lunghezza di 135m circa, che va dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo;
- Un tratto in galleria artificiale in Cut&Cover ad uno o due livelli, per una lunghezza complessiva di circa 3,0km che collega le stazioni Rebaudengo, Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

- Un tratto in galleria naturale realizzato con scavo meccanizzato mediante una TBM (Tunnel Borin Machine) avente diametro di circa 10,00m, che scaverà la galleria di linea dal manufatto in retrostazione Bologna fino al tronchino in retrostazione Politecnico per una lunghezza complessiva di circa 5,6km;
- Un pozzo terminale di fine tratta funzionale per l'estrazione della TBM, posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico;
- il manufatto in retrostazione Rebaudengo, avente la funzione di deposito-officina, per la manutenzione ordinaria programmata sui treni, oltre che il parcheggio di 7 treni in stalli predisposti e complessivamente di 10 treni a fine servizio;
- la predisposizione per la realizzazione del manufatto di bivio nella diramazione nord verso San Mauro Torinese.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

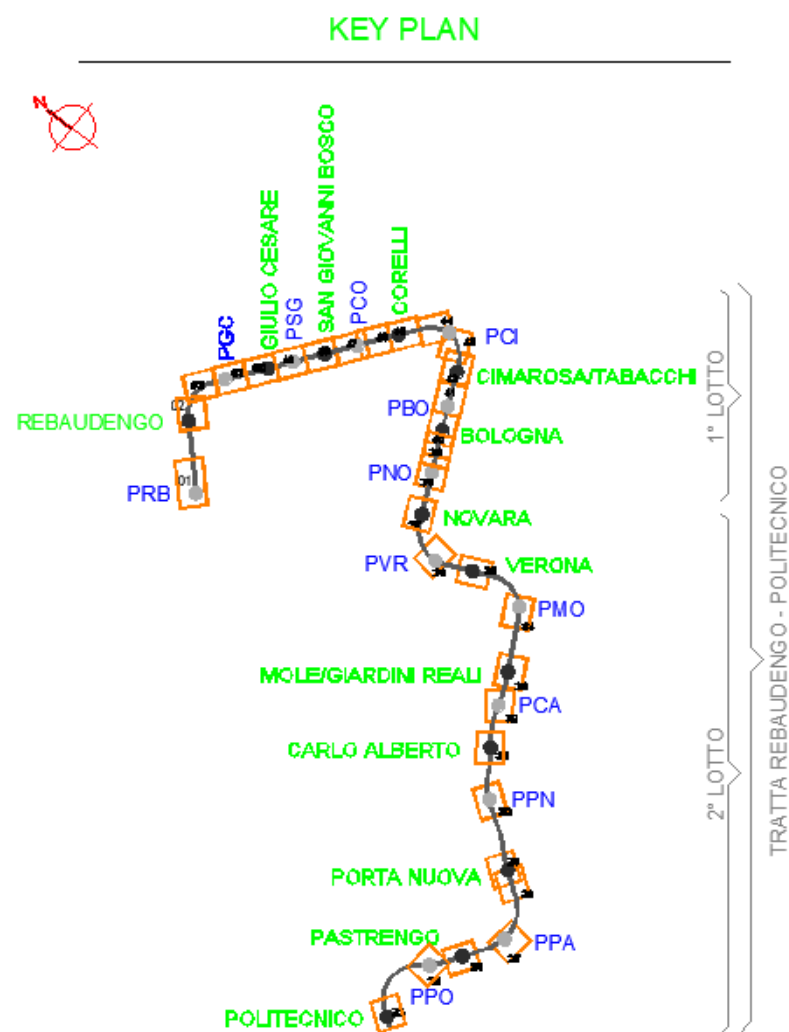




Figura 1. Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico – Rebaudengo

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

1.2 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate

Tabella 1. Denominazioni ed abbreviazioni

Acronimi	Definizioni
RSF	Ventilatore Reversibile di emergenza Fumi
UTA	Unità di Trattamento Aria
VBA	Ventilatore Lama/Barriera aria
LTE	Locali Tecnici non di sistema
LTS	Locali Tecnici di Sistema
SCF	Serrande di Controllo Fumi
VPF	Ventilatore pressurizzazione filtri a prova di fumo
RC	Recuperatore di Calore
SEF	Ventilatore di emergenza locali tecnici di sistema
SE	Misuratore di portata
Q	Portata aria

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

2. OGGETTO

Oggetto della presente Relazione Tecnica è la descrizione delle caratteristiche dell'impianto di ventilazione in funzionamento in caso emergenza da realizzarsi nella stazione Porta Nuova della Metropolitana di Torino Linea 2. Tale stazione è una stazione di interscambio con la linea 1 della Metropolitana di Torino.

Tale stazione è una stazione a quattro livelli interrati.

La stazione è dunque costituita da un piano atrio al primo livello interrato, da un piano I mezzanino al secondo livello interrato, da un piano II mezzanino al terzo livello interrato, da un piano banchine al quarto livello interrato e da un piano sottobanchina.

Il piano atrio è costituito da una zona aperta al pubblico per consentire l'accesso alle banchine e da una zona in cui sono ubicati i locali tecnici necessari per il corretto funzionamento della stazione, quali ad esempio: centrale antincendio, centrali di ventilazione, locali HVAC, locali quadri, locali UPS, etc.

Il piano I mezzanino è costituito da una zona aperta al pubblico per consentire l'accesso alle banchine e da una zona in cui sono ubicati i locali tecnici necessari per il corretto funzionamento della stazione, quali ad esempio: centrali di ventilazione, locali HVAC, locale segnalamento/telecomunicazioni/telecomando, cabine MT/BT 1 e 2, locali QGBT 1 e 2, locali UPS 1 e 2, etc.

Il piano II mezzanino è costituito da una zona aperta al pubblico per consentire l'accesso alle banchine e da una zona in cui sono ubicati i locali tecnici necessari per il corretto funzionamento della stazione, quali ad esempio: locale water mist, locali quadri, locale quadri scale mobili, etc.


Alle banchine, attraversati i tornelli posti al piano atrio, si accede attraverso scale fisse, scale mobili ed ascensori, transitanti anche ai piani I e II mezzanino.

Anche la banchina è costituita da due zone: una zona di attesa del treno e un'area tecnica inaccessibile al pubblico.

Il sottobanchina è costituito da soli locali tecnici.

In corrispondenza dei vari livelli tecnici delle stazioni sono stati previsti i locali tecnologici dedicati agli impianti meccanici, elettrici ed idrici antincendio.

Per la distribuzione interlivello di tutti gli impianti suddetti sono previsti appositi cavedi verticali, in cui confluiscono tutti i canali aeraulici, le tubazioni idriche antincendio e gli impianti elettrici che alimentano i suddetti impianti.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

Al servizio della stazione sono presenti i seguenti sistemi:

- Impianto di evacuazione e controllo fumi a servizio del piano atrio
- Impianto di evacuazione e controllo fumi a servizio del piano I mezzanino
- Impianto di evacuazione e controllo fumi a servizio del piano II mezzanino
- Impianto di evacuazione e controllo fumi a servizio delle banchine
- Sistema di estrazione fumi dai locali tecnici sia di sistema (LTS) che non di sistema (LTE).

2.1 Scenari di incendio

Gli scenari di incendio illustrati saranno i seguenti:

- 1) Incendio a bordo treno in stazione - scenario 1 A
- 2) Incendio in atrio - scenario 5
- 3) Incendio nei locali tecnici – scenario 4

2.2 Tipi di impianto

2.2.1 Impianto ventilazione di emergenza di stazione ed impianto di ventilazione di emergenza locali tecnici di sistema

L'impianto di ventilazione di emergenza di stazione è destinato a realizzare un controllo dei fumi e del calore nei diversi scenari.


Inoltre, tale impianto è deputato ad attivarsi nel caso si verifichi un incendio presso uno dei locali tecnici non di sistema (LTE).

I canali asserviti al presente impianto sono comuni, per gran parte dei tratti di percorrenza, ai canali di immissione e di estrazione aria a servizio del sistema di condizionamento delle stazioni (HVAC).

L'impianto, a seconda delle stazioni, è servito da 2/4 ventilatori che consentono, contemporaneamente l'immissione di aria fresca al piano od ai piani non interessati dall'evento e l'estrazione dei fumi al piano ove si è verificato l'evento incidentale.

L'architettura e la consistenza dell'impianto di ventilazione di emergenza di stazione, è tale da:

- consentire l'immissione di aria fresca e l'estrazione dei fumi, tramite l'utilizzo contemporaneo di due dei quattro ventilatori di stazione (RSF);
- garantire l'interscambiabilità funzionale dei ventilatori, sia in funzionamento in immissione che di estrazione, con riferimento: alla loro taglia, alla caratteristica di reversibilità, alla configurazione della rete aerologica di emergenza di stazione;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

- nel caso di stazioni con più di due ventilatori (ad esempio le stazioni a 4 livelli), assicurare che, per coppie di macchine installate in locali tecnici sovrapposti, venga realizzata una condizione di totale riserva di una rispetto all'altra.

Un secondo impianto, costituito da una rete di condotte di controllo fumi e da un estrattore esclusivamente dedicati (SEF), è deputato ad attivarsi nel caso si verifichi un incendio presso uno dei locali tecnici di sistema (LTS).

L'aria di riscontro, nel locale interessato dall'incendio, viene garantita a mezzo del recuperatore di calore (RC), normalmente attivo con funzione di condizionamento.

Per maggiori dettagli sulle strategie di gestione incendio e sui valori di portata necessari al funzionamento degli impianti di emergenza, si faccia riferimento alle relazioni specialistiche di simulazione fluidodinamica.

2.2.2 Impianto ventilazione di emergenza a barriere d'aria

Un altro impianto, deputato al funzionamento durante l'emergenza, è l'impianto a barriere d'aria.


Il D.M. 21 ottobre 2015 richiede la presenza di "*Sistemi di separazione aeraulica del percorso protetto*".

In particolare, tali sistemi devono:

- garantire, nelle stazioni interrate di tipo superficiale ed in quelle di tipo chiuso, poste sul piano di riferimento o su viadotto, nei varchi che costituiscono i passaggi tra due compartimenti, la compartimentazione aeraulica tra galleria di stazione ed i percorsi protetti;
- garantire, nelle stazioni profonde, la compartimentazione aeraulica del percorso protetto;
- garantire che le barriere d'aria non siano alimentate da aria prelevata in loco; l'aspirazione deve avvenire dall'esterno oppure da zone distanti almeno 25 m dalla galleria di stazione.

Ai sensi del D.M. 21/10/2015 (Capo V.3.4) la velocità dell'aria immessa dalle barriere d'aria, dovrà essere tale da assicurare la tenuta ai fumi in relazione alle spinte espansive dei gas stessi prodotti dall'incendio e dovrà, in ogni caso, assicurare che i passeggeri possano attraversare il varco protetto senza resistenza.

La verifica del raggiungimento di tali obiettivi, fissati dal decreto, è stata realizzata tramite lo strumento della simulazione fluidodinamica.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

In ogni stazione, a livello banchina, per ogni attraversamento fra la zona di banchina e l'accesso alle scale di uscita/ingresso di piano, attraversato dagli utenti della stazione, sono previste barriere d'aria utili al suddetto scopo.

2.2.3 Impianto ventilazione di emergenza pressurizzazione zone filtro


Un ulteriore impianto di ventilazione di emergenza è costituito dall'impianto di pressurizzazione delle zone filtro a prova di fumo, realizzate in corrispondenza dello sbarco degli ascensori.

L'impianto è costituito da uno o due ventilatori, a seconda della stazione di riferimento, griglie, canali e serrande.

Le prestazioni richieste all'impianto sono le seguenti:

- una sovrappressione a porte chiuse di almeno 50 Pa;
- una velocità attraverso una delle due ante, costituenti la porta di accesso al filtro, considerata aperta e sgombrata, di almeno 1 m/s.

Tutte le zone filtro previste in stazione vengono pressurizzate contemporaneamente; il ventilatore od i ventilatori entreranno in funzione per garantire le suddette prestazioni minime richieste.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Sono di seguito descritti i principali riferimenti legislativi e normativi di riferimento posti alla base della progettazione.


I principali decreti e le normative di rilevanza impiantistica richiamate sono elencati nel seguito.

3.1 Leggi e regole tecniche

- Decreto Ministero dell'Interno 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- Decreto del Ministero dell'Interno 15 settembre 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 17 "Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori".
- Eurocodici.

3.2 Norme tecniche

- UNI EN 12101-13:2022 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 13: Sistemi Differenziali di pressione (PDS) - Metodi di progettazione e di calcolo, installazione, prove di accettazione, prove periodiche e manutenzione
- UNI 9494-2:2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC)
- Eurocodici.
- Norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).
- Norme ISO (International Organization for Standardization).
- Norme UNI EN – UNI ISO – UNI EN ISO.
- Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- Norme CNR (Consiglio Nazionale Ricerche).
- Norme UNIFER.
- Normative, Linee Guida e prescrizioni Ispettorato del Lavoro, ISPESL e ASL.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

3.3 NFPA - Principali norme di riferimento

- NFPA 90A: 2018 Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems.
- NFPA 92:2018 Standard for Smoke Control Systems.
- NFPA 130:2017 Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.
- NFPA 204: 2018 Standard for Smoke and Heat Venting.

3.4 Ventilazione Antincendio

- UNI EN 12101-1/8:2015: Sistemi per il controllo di fumo e calore.
- UNI UNIFER 8686-1/7:1985 Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni.
- UNI 9494: 2014/2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1-3: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENFCA).
- ASHRAE codes
- SEDH: Subway Environmental Design Handbook, Volume I, Principles and Applications

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

4. IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA – STAZIONE PORTA NUOVA

4.1 Descrizione dell’impianto di ventilazione di emergenza di stazione (atrio, banchine e locali tecnici non di sistema)

La presente relazione descrive l’impianto di ventilazione di emergenza asservito alla stazione Porta Nuova (SPN).

La Stazione Porta Nuova è una stazione a quattro livelli interrati, composta da:

- Livello atrio (piano -1);
- Livello I mezzanino (piano -2);
- Livello II mezzanino (piano -3);
- Livello banchina (piano -4);


A tali livelli è previsto l’accesso sia al personale tecnico e di gestione della stazione che agli utenti che utilizzeranno l’infrastruttura; ai piani mezzanini gli utenti avranno accesso solo alle scale sia mobili che fisse.

È inoltre presente un piano denominato sottobanchina, ad uso esclusivamente tecnico, ove sono ubicati i passaggi elettrici, i canali utili al collegamento delle due vie di circolazione dei treni ed altri impianti necessari al corretto funzionamento della stazione.

La stazione Porta Nuova presenta:

Livello Atrio

- zona di accesso alla stazione dal piano di campagna (scale, scale mobili ed ascensori);
- zona atrio per l’accesso degli utenti alla stazione;
- zona tornelleria;
- zone di collegamento fra il piano atrio ed i piani I mezzanino, II mezzanino e piano banchine (scale, scale mobili ed ascensori);
- zona di collegamento con il piano atrio della Linea 1 della Metropolitana;
- locali tecnici non di sistema (quali ad es. locale sorveglianza, locali UPS 1 e 2, locale QNB; locale quadri SCADA, locali quadri, etc.);
- centrale di ventilazione 1, ove è alloggiato il ventilatore reversibile 1 (RSF);
- centrale di ventilazione 2, ove è alloggiato il ventilatore reversibile 2 (RSF);
- locale HVAC 1, ove è alloggiata l’unità di trattamento aria 1 (UTA), per il condizionamento dell’aria a servizio dell’atrio (UTA 1);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

- locale HVAC 2, ove è alloggiata l'unità di trattamento aria 2 (UTA), per il condizionamento dell'aria a servizio dell'atrio (UTA 2);
- centrale antincendio;
- n. 2 zone filtro fronte ascensori.

Livello I mezzanino


- zone di collegamento fra il piano atrio ed i piani I mezzanino, II mezzanino e piano banchine (scale, scale mobili ed ascensori);
- zona di collegamento con la banchina della Linea 1 della Metropolitana direzione Lingotto;
- locali tecnici di sistema (quali ad es. cabina MT/BT 1 e 2, locale QGBT1, locale QGBT2, etc.);
- corridoio tecnico ove sono alloggiati il recuperatore di calore (RC) a servizio dei locali tecnici di sistema (LTS) ed il ventilatore di emergenza (SEF) a servizio dei locali tecnici di sistema (LTS);
- centrale di ventilazione 3, ove è alloggiato il ventilatore reversibile 3 (RSF);
- centrale di ventilazione 4, ove è alloggiato il ventilatore reversibile 4 (RSF);
- locale HVAC 3, ove è alloggiata l'unità di trattamento aria 3 (UTA), per il condizionamento dell'aria a servizio del I e II mezzanino (UTA 3), e l'unità di trattamento aria 5 (UTA), per il condizionamento della banchina via 1 (UTA 5);
- locale HVAC 4, ove è alloggiata l'unità di trattamento aria 4 (UTA), per il condizionamento dell'aria a servizio del I e II mezzanino (UTA 4), e l'unità di trattamento aria 6 (UTA), per il condizionamento della banchina via 2 (UTA 6);
- n. 2 zone filtro fronte ascensori.

Livello II mezzanino

- zone di collegamento fra il piano atrio ed i piani I mezzanino, II mezzanino e piano banchine (scale, scale mobili ed ascensori);
- zona di collegamento con la banchina della Linea 1 della Metropolitana direzione Fermi;
- locali tecnici non di sistema (quali ad es. locale quadri, etc.);
- locale water mist;
-
- n. 2 zone filtro fronte ascensori.

Livello Banchine

- zona di accesso alla banchina dai piani atrio, I mezzanino e II mezzanino (scale, scale mobili ed ascensori);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

- zona banchina via 1 e 2;
- zona di passaggio degli utenti per l'accesso ai treni;
- locali tecnici di non sistema (quali ad es. locali cortocircuitazione via 1 e via 2, locali quadri via 1 e via 2, etc.).
- n. 2 zone filtro fronte ascensori.

4.2 Architettura del sistema


L'impianto di ventilazione della stazione è costituito da:

- 1) n. 4 Ventilatori assiali (RSF-211-03001, RSF-211-03002, RSF-211-03003 e RSF-211-03004) per immissione aria fresca / estrazione fumi, reversibili al 100%, classe F400. Essi sono collegati a condotti adatti per l'estrazione dei fumi, pertanto con caratteristiche di resistenza alle alte temperature
- 2) Silenziatori a setti acustici realizzati in materiale fonoassorbente a valle di ogni ventilatore, idonei a ridurre il rumore della macchina entro i livelli acustici ammessi dalla normativa nell'ambiente esterno
- 3) Serrande di controllo fumi (SCF) per sistemi di evacuazione fumo e calore a comparto multiplo, certificate per permettere l'apertura o la chiusura in caso di incendio, a norma UNI EN 12101-8. Possono essere sia di tipo modulante che di tipo ON/OFF. Complete di servomotore con alimentazione 230V;
- 4) N. 2 Ventilatori assiali (VBA-211-04001 e VBA-211-04002) di immissione aria per barriere ad aria;
- 5) Barriere ad aria costituita da un plenum in acciaio zincato e feritoia di passaggio, inclinata a 30°; velocità di attraversamento = 15 m/s (completa di deflettori e serranda equalizzatrice);
- 6) N. 2 coppie di ventilatori assiali (VPF-211-09001 e VPF-211-09002) di immissione aria per i filtri a prova di fumo atrio, I mezzanino, II mezzanino e banchine;
- 7) N. 1 Ventilatore assiale (SEF-211-00001) addetto all'estrazione fumi e calore dai locali tecnici di sistema (LTS);
- 8) Canali di estrazione fumi, certificati per l'uso di estrazione fumi.

Per le caratteristiche dei vari sistemi, quali le dimensioni dei canali, il posizionamento e la disposizione, si rimanda agli elaborati grafici.

4.3 Componenti e loro funzioni

I ventilatori reversibili di emergenza (RSF) possono sia immettere aria fresca che estrarre fumi da incendio. Tali ventilatori sono asserviti al locale atrio, ai locali dei piani I e II mezzanino, alle banchine ed ai locali tecnici non di sistema. Tali ventilatori sono al 100% reversibili e sono ubicati uno in ogni centrale di ventilazione, posizionate 2 al piano atrio e 2 al piano I

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

mezzanino; essi sono connessi ai corrispondenti vani esterni dedicati per la presa o l'espulsione dell'aria/fumi. Essi sono ubicati al piano atrio ed al piano I mezzanino e connessi a tutti i piani di stazione ed ai relativi locali tecnici mediante canalizzazioni classificate disposte verticalmente in cavedi dedicati.

Tali ventilatori saranno utilizzati in immissione o estrazione a seconda degli scenari di incendio, sia in condizione di emergenza ordinaria che di emergenza in condizioni di esercizio degradato.

Inoltre, tali ventilatori possono essere utilizzati in esercizio ordinario, al verificarsi di determinate condizioni climatiche esterne, in modalità "free-cooling", in alternativa alle UTA di stazione.

In ciascuna centrale di ventilazione è alloggiato un ventilatore assiale reversibile con classe di temperatura F400, certificato UNI EN 12101-3, corredato di silenziatori, boccaglio di aspirazione, tronco/conico di trasformazione, piedi di supporto, giunto antivibrante con resistenza al fuoco adeguata a quella del sistema di ventilazione, basamento inerziale corredato di molle antivibranti.

L'impianto di ventilazione nel suo complesso sarà in grado di garantire in caso di emergenza l'inversione -100% /+ 100% in un tempo massimo di 45 s (totalità dei tempi di frenata ed avvio) e comunque la strategia supportata dal sistema di ventilazione dovrà consentire in ogni caso il mantenimento dei parametri richiesti in relazione ai limiti imposti dal D.M. 21/10/2015 per lo Stato Critico per la sicurezza della vita umana e le Condizioni sostenibili per la vita umana in relazione ai tempi di sfollamento.


I componenti da prevedere saranno:

- 1) Silenziatori;
- 2) Ventilatori assiali reversibili;
- 3) Giunti e componenti di connessione;
- 4) Serrande di separazione classificate;
- 5) Condotte certificate per sistemi di fumo e calore.

La rete aeraulica dell'impianto di ventilazione di emergenza è costituita da condotte per il controllo fumi e calore, delle seguenti caratteristiche:

- condotte metalliche per singolo compartimento, nei tratti afferenti ad un solo compartimento (vale a dire che possono essere attraversate solo da fumo che proviene dal compartimento presso il quale sono installate);
- condotte per compartimento multiplo (tipicamente in silicato di calcio), nei tratti afferenti a più di un compartimento (vale a dire che possono essere attraversate da fumi provenienti da un compartimento diverso da quello presso il quale sono installate).

I terminali di immissione aria/estrazione fumi saranno costituiti da griglie rettangolari in acciaio con alette deflettrici e serranda di regolazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

La posizione delle griglie di estrazione fumi / immissione aria è coerente con quella definita nelle simulazioni fluidodinamiche, a meno di lievi spostamenti dovuti ad esigenze architettoniche.

Gli stessi ventilatori di stazione (RSF) sono deputati ad attivarsi nel caso di scenario di incendio presso i locali tecnici non di sistema (LTE).

L'estrazione dei fumi viene realizzata mediante uno dei ventilatori di emergenza di stazione (RSF); l'aria di riscontro viene immessa tramite un secondo ventilatore di emergenza di stazione. I ventilatori RSF-211-03002 e RSF-211-03004, uno in totale riserva all'altro, sono adibiti all'immissione dell'aria di riscontro nei LTE; i ventilatori RSF-211-03001 e RSF-211-03003 sono deputati all'estrazione dei fumi dai LTE.

Le condotte di questo circuito saranno del tipo per compartimento multiplo. Le diramazioni principali di immissione ed estrazione sono collegate alle condotte primarie dell'atrio, del piano I e II mezzanino e del piano banchina, tramite serrande di controllo fumi.

E' previsto un impianto di climatizzazione, o per meglio dire di mitigazione dell'aria a servizio del locale atrio, dei locali I e II mezzanino e delle due banchine di accesso ai treni. Tale impianto provvede anche ai ricambi di aria dei locali tecnici non di sistema (LTE).

Le UTA, afferenti a questo impianto, sono installate al piano atrio ed al piano I mezzanino.

Le UTA 1 e 2, in totale riserva l'una all'altra, servono il piano atrio.

Le UTA 3 e 4, in totale riserva l'una all'altra, servono i piani I e II mezzanino.


Le UTA 5 e 6 servono, rispettivamente, il piano banchina via 1 ed il piano banchina via 2.

Vi è promiscuità fra l'impianto di ventilazione di emergenza e tale impianto HVAC, in quanto le portate d'aria trattate dalle UTA raggiungono i locali serviti attraverso la rete di condotte di controllo fumi e calore e le griglie di immissione/estrazione dell'impianto di ventilazione di emergenza.

Per maggiori dettagli sull'impianto aeraulico di climatizzazione, e sugli altri impianti HVAC a servizio della stazione, vedasi la relativa relazione tecnica e di calcolo.

Presso il sistema di condotte per il controllo del fumo e del calore, sono installate delle serrande di controllo (SCF): sia in corrispondenza dei passaggi fra due diversi compartimenti; sia in funzione della necessità di modificare la configurazione dell'impianto a seconda dello scenario di incendio; sia per isolare le porzioni di reti aerauliche afferenti ai soli sistemi HVAC.

Le condotte per il controllo del fumo e del calore installate presso l'atrio, che in funzionamento normale svolgono la funzione di canalizzazione di mandata o di ripresa dell'aria, nel funzionamento in emergenza sono utilizzate entrambe per l'estrazione dei fumi (scenario con

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

incendio in atrio). Nel caso dello scenario con incendio a bordo treno in stazione, tali canalizzazioni vengono utilizzate per l'immissione di aria fresca.

Le condotte per il controllo del fumo e del calore installate presso i piani I e II mezzanino, che in funzionamento normale svolgono la funzione di canalizzazione di mandata o di ripresa dell'aria, nel funzionamento in emergenza sono utilizzate per l'immissione di aria fresca, sia per lo scenario con incendio in atrio che per lo scenario con incendio a bordo treno in stazione.

Le condotte per il controllo del fumo e del calore installate presso le banchine, che in funzionamento normale svolgono la funzione di canalizzazione di mandata dell'aria, nel funzionamento in emergenza sono utilizzate per l'estrazione dei fumi o l'immissione di aria di riscontro, a seconda dello scenario di incendio.

In funzionamento normale (HVAC), che prevede l'elaborazione di portate inferiori rispetto a quelle relative agli scenari di emergenza, alcune condotte, con le relative griglie, risultano intercettate a mezzo di serrande controllo fumi.

Sulle condotte principali della zona atrio, del piano I mezzanino, del piano II mezzanino e della zona banchine è prevista l'installazione di misuratori di portata, al fine avere un riscontro immediato dell'effettivo funzionamento dell'impianto, rispetto alla configurazione in cui è settato.

4.4 Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza locali tecnici di sistema (LTS)


Presso il piano I mezzanino sono presenti dei locali tecnici di sistema (LTS), per i quali è previsto un impianto di ventilazione di emergenza dedicato.

Si prevede, in via generale, di esercire l'impianto, realizzando l'estrazione solo dal locale interessato dall'incendio. Le diramazioni afferenti agli altri locali saranno intercettate a mezzo di serrande di controllo fumi.

Al fine di ridurre il numero di serrande controllo fumi, ove possibile, è stata prevista la possibilità di estrarre i fumi ed immettere l'aria da più locali contemporaneamente; la portata globale di tali locali non deve superare la portata massima di estrazione del locale sfavorito.

L'aria di riscontro viene fornita dal Recuperatore di Calore, che in funzionamento ordinario provvede ai ricambi di aria esterna.

Le condotte di questo impianto saranno del tipo per compartimento multiplo.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

4.5 Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza barriere d'aria

Nello scenario di incendio a bordo di un treno in stazione è prevista l'attivazione di barriere d'aria per consentire una disgiunzione aeraulica (tenuta ai fumi), presso i varchi che delimitano la banchina dal percorso di esodo verso i piani superiori.

L'impianto è costituito da una serie di terminali aeraulici inseriti nel controsoffitto, configurati per realizzare un getto d'aria piano, in corrispondenza di tali varchi, in opposizione alla direzione di esodo.

Un gruppo di due o più terminali viene alimentato tramite un ventilatore, attraverso una rete di canalizzazione ad uso esclusivo dell'impianto.

La rete aeraulica sarà costituita da canali metallici in acciaio zincato, ove necessario protetti tramite isolamento con classe di resistenza al fuoco EI 120'.

L'aria viene prelevata all'esterno in corrispondenza di uno dei vani di ventilazione di condizionamento o in altra area, in ogni caso ad una distanza di sicurezza in modo da evitare l'aspirazione di fumi. Nel punto di presa, il canale sarà protetto da una rete antivolatile.

Le portate d'aria elaborate dalle barriere d'aria sono state identificate a mezzo delle già menzionate simulazioni fluidodinamiche a cui si rimanda per tale aspetto.

L'impianto viene attivato dal sistema di controllo generale di stazione.

4.6 Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza a servizio dei filtri a prova di fumo (pressurizzazione filtri)


In corrispondenza di ogni sbarco degli ascensori, che mettono in collegamento il piano atrio con i piani I e II mezzanino e con il piano banchina, sono previsti dei filtri a prova di fumo, dotati di un impianto di pressurizzazione atto a mantenere, in condizioni di emergenza le seguenti prestazioni minime:

- una sovrappressione a porte chiuse di almeno 50 Pa;
- una velocità attraverso una delle due ante, costituenti la porta di accesso al filtro, considerata aperta e sgombrata, di almeno 1 m/s.

Ad impianto attivo, la forza da esercitare per l'apertura della porta non deve superare i 100 N.

I filtri a prova di fumo sono dotati di porta a due ante di dimensione 2x0,9x2,1 m (nr. ante x L x H).

Ogni filtro a prova di fumo è dotato di: griglia di immissione aria, serranda di sovrappressione accoppiata ad una serranda tagliafuoco.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

I filtri afferenti ad un blocco ascensori sono serviti da una coppia di ventilatori e da una rete aeraulica ad uso esclusivo dell’impianto.

Ogni ventilatore è comandato tramite convertitore di frequenza (inverter).

La rete aeraulica sarà costituita da canali metallici in acciaio zincato, ove necessario protetti tramite isolamento con classe di resistenza al fuoco EI 120’.

L’aria destinata alla pressurizzazione dei filtri viene prelevata all’esterno in punti tali da evitare l’aspirazione dei fumi dell’incendio. Nel punto di presa il canale sarà protetto da una rete antivolatile.

L’attivazione di tale impianto può avvenire a seguito di segnalazione dai sistemi di rivelazione incendi di stazione o dal corrispondente scenario di emergenza attivato dal sistema di controllo generale di stazione.


Le regole tecniche di riferimento sono il D.M. 03.08.2015, il D.M. 30.11.1983; la norma di impianti di riferimento è la UNI EN 12101-13.

La sua regolazione sarà funzione del valore di pressione differenziale, rilevato tramite una sonda, fra compartimento adiacente (atrio/I mezzanino/II mezzanino/banchina) ed uno dei filtri: quello aeraulicamente più sfavorito, nel funzionamento a porte chiuse; quello presso il quale si verifica l’apertura di una porta, nel funzionamento a porte aperte.

Sarà prevista una sonda presso ciascun filtro.

I segnali provenienti dai sensori di chiusura porte possono essere utilizzati per verificare una condizione di malfunzionamento dell’impianto (mancato raggiungimento della prestazione di sovrappressione a porte chiuse).

Il sistema di supporto delle condotte di controllo fumo e calore, ed in generale tutti le canalizzazioni degli impianti di ventilazione, deve essere dimensionato anche con riferimento: ai carichi indotti dall’incendio; alla riduzione della vulnerabilità del rischio sismico, in conformità alle prescrizioni delle Norme Tecniche delle Costruzioni NTC 2018.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

4.7 Funzionamento

4.7.1 Incendio a bordo treno in stazione - scenario 1 A

In caso di incendio a bordo treno, in entrambe le banchine viene attivato uno dei ventilatori di emergenza di stazione (RSF) in estrazione. Se, ad esempio, viene attivato in estrazione il ventilatore RSF-211-03001, il ventilatore RSF-211-03003, che si trova sullo stesso circuito aeraulico, risulterà fermo e sarà di completo backup al ventilatore che si è avviato in estrazione.

Stante le portate da esercire, vengono avviati in immissione i ventilatori RSF-211-03002 ed RSF-211-03004 per portare aria fresca ai piani atrio, I mezzanino e II mezzanino. Se, ad esempio, il ventilatore RSF-211-03002 viene attivato in immissione per portare l'aria fresca a livello atrio, il ventilatore RSF-211-03004, operante su un circuito aeraulico reso indipendente dal primo a mezzo di serrande di controllo fumi dedicate a tale scopo, verrà avviato in immissione per portare l'aria fresca ai piani I e II mezzanino.

Pertanto, il backup dei ventilatori è garantito dall'alternanza di funzionamento fra i ventilatori via 1 e via 2. In altre parole, nel caso di guasto di un ventilatore posto sulla via 1, ad esempio il ventilatore RSF-211-03001, il ventilatore RSF-211-03003 verrà posto in estrazione, mentre i ventilatori RSF-211-03002 e RSF-211-03004 verranno posti in immissione.

E' pertanto necessario prevedere delle procedure di manutenzione tali da consentire il ripristino del ventilatore guasto nel minor tempo possibile, onde evitare un esercizio in degradato del sistema di ventilazione di emergenza.

I ventilatori sono comandati da inverter.


Per lo schema aeraulico, dove è riportata la logica di funzionamento del sistema, si rimanda all'elaborato dedicato.

4.7.2 Incendio in atrio - scenario 5

In caso di incendio in atrio, uno dei ventilatori di emergenza di stazione (RSF) viene avviato per estrarre i fumi dell'incendio generatosi in atrio. Se, ad esempio, viene attivato in estrazione il ventilatore RSF-211-03001, il ventilatore RSF-211-03003, che si trova sullo stesso circuito aeraulico, risulterà fermo e sarà di completo backup al ventilatore che si è avviato in estrazione.

Un secondo ventilatore di emergenza di stazione (RSF) viene attivato in immissione al piano I mezzanino, al piano II mezzanino e su entrambe le banchine. Se, ad esempio, viene attivato in immissione il ventilatore RSF-211-03002, il ventilatore RSF-211-03004, che si trova sullo stesso circuito aeraulico, risulterà fermo e sarà di completo backup al ventilatore che si è avviato in immissione.

In questo caso vi è un totale backup dei ventilatori e pertanto non si presenta la possibilità di funzionamento in degradato, nel caso di avaria di un ventilatore di emergenza di stazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

I ventilatori sono comandati da inverter.

Per lo schema aeraulico, dove è riportata la logica di funzionamento del sistema, si rimanda all'elaborato dedicato.

4.7.3 Incendio nei locali tecnici - scenario 4

Al servizio dei locali tecnici sia di sistema che per quelli non di sistema, con carico d'incendio superiore a 300MJ/m² di superficie, è previsto un sistema di estrazione fumi.

Il sistema, nel caso dei locali tecnici non di sistema (LTE), prevede l'estrazione dei fumi mediante uno dei ventilatori di emergenza di stazione (RSF); l'aria di riscontro viene immessa tramite un secondo ventilatore di emergenza di stazione. Il sistema prevede l'estrazione dei fumi e l'immissione di aria fresca in tutti i locali tecnici non di sistema, indipendentemente dal locale in cui si è verificato l'evento.

L'estrazione dei fumi viene realizzata mediante uno dei ventilatori di emergenza di stazione (RSF); l'aria di riscontro viene immessa tramite un secondo ventilatore di emergenza di stazione. I ventilatori RSF-211-03002 e RSF-211-03004, uno in totale riserva all'altro, sono adibiti all'immissione dell'aria di riscontro nei LTE; i ventilatori RSF-211-03001 e RSF-211-03003 sono deputati all'estrazione dei fumi dai LTE.

Viceversa, nel caso dei locali tecnici di sistema (LTS), è previsto un estrattore dedicato (SEF) che viene avviato in estrazione dal locale ove si è verificato l'evento.

L'aria di riscontro, nel locale interessato dall'incendio, viene garantita a mezzo del recuperatore di calore (RC), normalmente attivo con funzione di condizionamento.


Il ventilatore di estrazione sarà di tipo assiale in classe F400 che si collegherà, tramite opportune serrande motorizzate ai canali tecnici a servizio dei locali tecnici di sistema della stazione.

I canali saranno quindi idonei e certificati per essere utilizzati quali condotti di estrazione fumi.

In caso di incendio in un locale tecnico le serrande controllo fumi in ingresso a tutti i locali si chiudono, tranne quelle del locale interessato dall'incendio che restano aperte in modo da consentire l'estrazione dei fumi.

Al fine di ridurre il numero di serrande controllo fumi, ove possibile, è stata prevista la possibilità di estrarre i fumi ed immettere l'aria da più locali contemporaneamente; la portata globale di tali locali non deve superare la portata massima di estrazione del locale sfavorito.

Le serrande motorizzate sul recuperatore si chiudono mentre le serrande dei ventilatori di estrazione si aprono.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

4.7.4 Funzionamento in free-cooling

I ventilatori di emergenza, in caso di indisponibilità delle UTA, possono funzionare in completo free-cooling a portata ridotta.

In questo caso un ventilatore funziona in immissione ed un ventilatore in estrazione con portata variabile a seconda che si attivino in periodo diurno ovvero in periodo notturno; le serrande motorizzate poste nelle canalizzazioni, saranno aperte o chiuse in modo da garantire tale funzionamento.

Nelle stazioni a più livelli il sistema di ventilazione di emergenza presenta condotti comuni, per gran parte dei tratti di percorrenza, ai condotti a servizio del sistema di condizionamento delle stazioni (HVAC).

4.8 Criteri di dimensionamento

La portata necessaria per l'evacuazione fumi dalle banchine e dall'atrio è stata determinata tramite lo studio fluidodinamico CFD.

Il silenziatore è stato dimensionato aerologicamente in base alla portata massima in esercizio di emergenza, mentre il dimensionamento acustico è stato effettuato sulla base della portata massima in esercizio normale (free-cooling).


Nel calcolo acustico, riportato nell'allegato 5, si è fatto riferimento ad un valore di 50 dB(A) a 3 m in diurno e 40 dB(A) a 3 m in notturno dalla griglia stradale con funzionamento del ventilatore comandato da inverter. Tale valore è quello valido per le aree di classe III a cui la stazione Porta Nuova appartiene in accordo con la zonizzazione del comune di Torino.

Per rispettare i limiti imposti le portate massime in diurno e in notturno sono le seguenti

- Portata in funzionamento diurno = 83.520 m³/h
- Portata in funzionamento notturno = 52.560 m³/h

4.9 Criteri di dimensionamento dei canali

Per il dimensionamento delle canalizzazioni si è utilizzato il software certificato (Edilclima EC721 - Canali d'aria).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

5. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA

5.1 Criteri di dimensionamento

La portata necessaria per l'evacuazione fumi dalle banchine e dall'atrio è stata determinata tramite lo studio fluidodinamico CFD.

5.1.1 Definizione delle portate

Le portate di progetto dell'impianto di ventilazione di emergenza di stazione, rispetto alle quali viene eseguito il dimensionamento dell'impianto, sono definite tramite simulazione fluidodinamiche riferite ai seguenti scenari:


- scenario di incendio a bordo di un treno in stazione (scenario 1A);
- scenario d'incendio in atrio (scenario di incendio 5).

Nel caso in cui l'incendio si sviluppi al piano banchina, le simulazioni fluidodinamiche hanno identificato le seguenti prestazioni minime che debbono essere garantite dal sistema di ventilazione di emergenza. Questi valori sono riportati nella tabella seguente, che mostra inoltre le portate di aria assunte a progetto.

Tabella 2. Portate d'aria scenario incendio a bordo treno banchina – dim. terminali aeraulici

Piano	Tipologia attivazione ventilatore	Valori da simulazioni CFD		Valori assunti in progetto		
		Q immissione [m ³ /h]	Q estrazione [m ³ /h]	Q immissione [m ³ /h]	Q estrazione [m ³ /h]	Dimensioni griglie [mm]
Atrio/Varco FS	Immissione	Max (*)	/	63.000	/	n.60 825x225
I Mezzanino	Immissione	Max (*)	/	22.100	/	n.34 625x225
II Mezzanino	Immissione	46.300	/	46.800	/	n.78 325x225
Banchina alta via 1	Estrazione	/	43.200	/	43.200	n. 24 825x125
Banchina alta via 2	Estrazione	/	43.200	/	43.200	n. 24 825x125
Q totale			86.400	131.900	86.400	

Max (*): intesa come la portata di immissione massima possibile compatibilmente con il dimensionamento dell'impianto, nel rispetto delle portate vincolate dal dimensionamento CFD sugli altri livelli.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

Per questo scenario, avendo un totale backup dei ventilatori, non si presenta la possibilità di funzionamento in degradato, nel caso di avaria di un ventilatore di emergenza di stazione.

Nel caso in cui si sviluppi un incendio al piano Atrio, le simulazioni fluidodinamiche hanno identificato le seguenti prestazioni minime che debbono essere garantite dal sistema di ventilazione di emergenza. Questi valori sono riportati nella tabella seguente, che mostra inoltre le portate di aria assunte a progetto.

Tabella 3. Portate d'aria scenario incendio in atrio – dim. terminali aeraulici

Piano	Tipologia attivazione ventilatore	Valori da simulazioni CFD		Valori assunti in progetto			Dimensioni griglie [mm]
		Q immissione [m ³ /h]	Q estrazione [m ³ /h]	Q immissione [m ³ /h]	Q immissione [m ³ /h]	Q estrazione [m ³ /h]	
Atrio/Varco FS	Estrazione	/	131.760	/	/	132.000	n.60 825x225
I Mezzanino	Immissione	48.350	/	49.300		/	n.34 625x225
II Mezzanino	Immissione	49.300	/	50.700		/	n.78 325x225
Banchina alta via 1	Immissione	Max (*)	/	/	43.200	/	n. 24 825x125
Banchina alta via 2	Immissione	Max (*)	/	/	43.200	/	n. 24 825x125
Q totale			131.760	100.000	86.400	132.000	

Max (*): intesa come la portata di immissione massima possibile compatibilmente con il dimensionamento dell'impianto, nel rispetto delle portate vincolate dal dimensionamento CFD sugli altri livelli.

In questo caso si ha il backup solo per il ventilatore che sta estraendo i fumi dell'incendio, mentre non si ha backup per il ventilatore in immissione aria fresca.


L'eventuale guasto di un ventilatore RSF deve essere risolto nel minor tempo possibile.

5.1.2 Calcolo della prevalenza del circuito

Le perdite di pressione nel circuito sono calcolate con la formula:

$$\Delta p_{\text{tot}} = \Delta p_d + \Delta p_c = \frac{\rho}{2} \times \left(\lambda \times \frac{1}{D_e} \times V^2 + \sum_j \beta_j \times V_j^2 \right)$$

dove:


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

Δp_{tot}	= perdita di pressione totale	[Pa]
Δp_d	= perdita di pressione distribuita	[Pa]
Δp_c	= perdite di pressione concentrate	[Pa]
ρ	= densità dell'aria	[kg/m ³]
λ	= fattore di attrito adimensionale	[/]
l	= lunghezza del circuito	[m]
D_e	= diametro equivalente	[m]
V	= velocità media del fluido	[m/s]
V_j	= velocità media del fluido nel punto j-esimo	[m/s]

β_j è un coefficiente caratteristico, relativo alla perdita concentrata j-esima (curva, restringimento, diramazione, etc.).

Nei calcoli si è assunto un valore di 1,2 kg/m³ per la densità dell'aria ρ , un valore di 0,09 mm per la rugosità dei canali metallici ed un valore di 0,15 mm per la rugosità dei canali in silicato di calcio.

I risultati del calcolo, effettuati con software certificato (Edilclima EC721 - Canali d'aria), sono disponibili nell'Allegato A, della presente relazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

5.2 Impianto di emergenza di stazione locali non di sistema

5.2.1 Definizione delle portate

Gli stessi ventilatori di stazione (RSF) sono deputati ad attivarsi nel caso di scenario di incendio presso i locali tecnici non di sistema (LTE).

L'estrazione dei fumi viene realizzata mediante uno dei ventilatori di emergenza di stazione (RSF); l'aria di riscontro viene immessa tramite un secondo ventilatore di emergenza di stazione. I ventilatori RSF-211-03002 e RSF-211-03004, uno in totale riserva all'altro, sono adibiti all'immissione dell'aria di riscontro nei LTE; i ventilatori RSF-211-03001 e RSF-211-03003 sono deputati all'estrazione dei fumi dai LTE.

Per i locali tecnici non di sistema è stata redatta una simulazione fluidodinamica dedicata, che conferma i dati progettuali assunti che prevedono una estrazione dai suddetti locali tecnici corrispondente a 10 Vol/h.

Il dimensionamento dell'impianto consente le modalità di attivazione come descritte nella relazione MTL2T1A0DVVFGENR021.

Per avvicinare il punto di lavoro dei ventilatori fra la portata massima che si realizza per incendio in atrio, ovvero treno in stazione e la portata che si realizza per un incendio in uno dei locali tecnici non di sistema è stata prevista l'estrazione contemporanea da tutti i locali tecnici.

Sotto tale ipotesi, le portate adottate risultano dalla tabella seguente.



 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

Tabella 4. Portate d'aria di emergenza locali tecnici non di sistema – dim. terminali aeraulici

N. locale	Denominazione	Volume [m ³]	Ricambi emergenza [Vol/h]	Portata emergenza [m ³ /h]	Dimensione griglia mandata [mm]	Dimensione griglia ripresa [mm]
Livello Atrio						
2	Centrale idrica	348,7	10	3.500	n. 2 825x225	n. 2 825x225
5	Corridoio locali tecnici	1102,1	10	11.050	n. 6 825x225	n. 6 825x225
6	UPS 1 / batterie	77,4	10	800	425x225	425x225
7	UPS 2 / batterie	77,4	10	800	425x225	425x225
8	Locale QNB	63,8	10	650	525x125	525x125
9	Locale quadri/Scada	100,4	10	1.050	525x225	525x225
19	Cabina smistamento MT	207,6	10	2.100	n. 2 525x225	n. 2 525x225
17	Locale sorveglianza	78,5	10	800	425x225	425x225
15	Locale gestore emettitrici	101,0	10	1.050	525x225	525x225
26	Spazi espositivi	459,3	10	4.600	n. 3 825x225	n. 3 825x225
203	Locale quadri (QLS+SOCC)	63,8	10	650	525x125	525x125
204	Locale QV2	48,5	10	500	525x125	525x125
205	Locale QV1	48,5	10	500	525x125	525x125
206	Locali quadri atrio	63,8	10	650	525x125	525x125
207	Locale pulizie	65,5	10	700	425x225	425x225
Livello I Mezzanino						
46	Corridoio LTE	777,2	10	7.800	n. 4 825x225	n. 4 825x225
Livello II Mezzanino						
55	Locale water mist	240,2	10	2.450	n. 2 625x225	n. 2 625x225
405	Locale quadri	99,2	10	1.000	525x225	525x225
408	Locale tecnico	100,3	10	1.050	525x225	525x225
Livello Banchina Via 2						
69	Locale quadri via 2	112,9	10	1.150	525x225	525x225
73	Locale cortocircuitazione via 2	380,7	10	3.850	n. 2 825x225	n. 2 825x225
Livello Banchina Via 1						
76	Locale cortocircuitazione via 1	118,9	10	1.200	625x225	625x225
65	Locale quadri via 1	181,4	10	1.850	825x225	825x225
	Totale			49.750		

I locali sottobanchina ed i locali banchina ripresa livello basso (solo HVAC)

N. locale	Denominazione	Dimensione griglia ripresa [mm]
601	Locale sottobanchina via 1 (#)	n.8 325x75
600	Locale sottobanchina via 2 (#)	n.8 325x75
60	Zona Banchina via 1 (##)	n.4 325x125
75	Zona Banchina via 2 (##)	n.4 325x125

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

I locali banchina immissione livello alto (solo HVAC)

N. locale	Denominazione	Dimensione griglia mandata [mm]
60	Zona Banchina via 1 (###)	n.8 425x125
75	Zona Banchina via 2 (###)	n.8 425x125

(#) Locali presso i quali è prevista solo ripresa aria in funzionamento ordinario

(##) A livello basso in banchina le griglie ripresa aria sono previste per il solo funzionamento ordinario

(###) A livello alto banchina sono previste, oltre alle griglie di immissione/estrazione in emergenza, delle griglie di immissione aria per il funzionamento ordinario, stante la differenza di portata fra regime ordinario e regime di emergenza

5.3 Impianto di emergenza di stazione locali di sistema

5.3.1 Definizione delle portate

Nel caso di scenario di incendio presso uno dei locali tecnici di sistema (LTS) presenti al piano I mezzanino, viene attivato un impianto di ventilazione di emergenza dedicato.

Per i locali tecnici di sistema è stata redatta una simulazione fluidodinamica dedicata, che conferma i dati progettuali assunti che prevedono una estrazione dai suddetti locali tecnici corrispondente a 10 Vol/h.

Il dimensionamento dell'impianto consente le modalità di attivazione come descritte nella relazione MTL2T1A0DVVFGENR021.

Sotto tale ipotesi, le portate adottate risultano dalla tabella seguente.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

Tabella 5. Portate d'aria di emergenza locali tecnici di sistema – dim. terminali aeraulici

N. locale	Denominazione	Volume [m ³]	Ricambi emergenza [Vol/h]	Portata emergenza [m ³ /h]	Dimensione griglia mandata [mm]	Dimensione griglia ripresa [mm]
Livello Atrio						
29	Locale quadri	285,7	10	2.900	n. 2 825x125	n. 2 825x125
Livello I Mezzanino						
33	UPS 1 / Batterie	46,8	10	500	525x125	525x125
34	UPS 2 / Batterie	42,5	10	450	425x125	425x125
35	Corridoio locali tecnici di sistema	1023,4	10	10.250	n. 7 825x225	n. 7 825x225
32	Segnalamento / Telecomunicazione / telecomando	316,8	10	3.200	n. 2 825x225	n. 2 825x225
39	Locale QGBT2	238,0	10	2.400	n. 2 625x225	n. 2 625x225
36	SSE	389,0	10	3.900	n. 2 825x225	n. 2 825x225
37	Cabina trasformatore 2 MT/BT	125,2	10	1.300	625x225	625x225
38	Cabina trasformatore 1 MT/BT	122,9	10	1.250	625x225	625x225
303	Locale QGBT1	150,7	10	1.550	825x225	825x225
305	Locale quadri scale mobili e ascensori accesso ovest	82,7	10	850	525x225	525x225

Si prevede di esercire l'impianto, realizzando l'estrazione solo dal locale interessato dall'incendio. I canali afferenti agli altri locali saranno intercettati a mezzo di serrande di controllo fumi.

Al fine di ridurre il numero di serrande controllo fumi, ove possibile, è stata prevista la possibilità di estrarre i fumi ed immettere l'aria da più locali contemporaneamente; la portata globale di tali locali non deve superare la portata massima di estrazione del locale sfavorito.


La portata dimensionante risulta pari a 10.250 m³/h ed è riferita al locale corridoio locali tecnici LTS.

L'aria di riscontro viene fornita dal Recuperatore di Calore, che in funzionamento ordinario provvede ai ricambi di aria esterna.

5.3.2 Calcolo della prevalenza del circuito

Le perdite di pressione nel circuito sono calcolate con la formula indicate al paragrafo 5.1.2.

I risultati del calcolo, effettuati con software certificato (Edilclima EC721 - Canali d'aria), sono disponibili nell'Allegato B, della presente relazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

5.4 Impianto di emergenza di stazione a servizio delle barriere d'aria

5.4.1 Definizione delle portate

Come già detto al paragrafo 2.2.2 a livello banchina, presso i varchi che collegano quest'ultima al percorso di esodo, vengono previste delle barriere d'aria, attivate in condizioni di emergenza, nello scenario di incendio a bordo di un treno in stazione.

La configurazione geometrica e le portate minime dell'impianto a barriere d'aria sono definite dalle simulazioni fluidodinamiche, redatte in altra parte del progetto:

Altezza del varco: 2,6 m;

Inclinazione del getto: 30°;

Portata: 1500 m³/h/m

Larghezza fessura terminale aeraulico: 3 cm per velocità compresa fra 18,5÷20 m/s

3,5 cm per velocità >12 m/s

Nella stazione SPN sono previste le seguenti barriere d'aria:


Tabella 6. Portate d'aria di emergenza barriere d'aria di stazione

Tipo varco	Larghezza varco [m]	Altezza del varco [m]	Q per metro lineare barriera aria [m ³ /h]	Q barriera aria [m ³ /h]
Varchi tipo 2	2,5	2,6	1.500	3.750
Varchi tipo 7	5,0	2,6	1.500	7.500
Varchi tipo 8	5,5	2,6	1.500	8.250

Sono previsti n. 2 circuiti sottesi a n. 2 ventilatori, come nel seguito riportato:

Tabella 7. Portate per circuito di emergenza a servizio barriere d'aria di stazione

Circuito	Tipo varco	N. varchi per circuito	Q [m ³ /h*ml]	Q circuito [m ³ /h]
1 (sotteso al ventilatore VBA- 211-04001)	Varco tipo 2	1	1.500	3.750
	Varco tipo 7	1	1.500	7.500
	Varco tipo 8	1	1.500	8.250
			Q totale circuito	19.500
2 (sotteso al ventilatore VBA- 211-04002)	Varco tipo 2	1	1.500	3.750
	Varco tipo 7	1	1.500	7.500
	Varco tipo 8	1	1.500	8.250
			Q totale circuito	19.500

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

I due circuiti sopra indicati, fra di loro indipendenti, sono alimentati dai due ventilatori VBA-211-04001 e VBA-211-04002.

Quindi nella stazione SPN sono previsti n. 2 ventilatori aventi le seguenti portate.

Tabella 8. Portate ventilatori emergenza a servizio barriere d'aria di stazione

Ventilatore	Portata [m ³ /h]
VBA-211-04001	19.500
VBA-211-04002	19.500

5.4.2 Calcolo della prevalenza del circuito

Le perdite di pressione nel circuito sono calcolate con la formula indicate al paragrafo 5.1.2.

I risultati del calcolo, effettuati con software certificato (Edilclima EC721 - Canali d'aria), sono disponibili nell'Allagato C, della presente relazione.

5.5 Impianto di emergenza di stazione a servizio dei filtri a prova di fumo (pressurizzazione by-pass)

5.5.1 Definizione delle portate

Per la stazione SPN, le portate massime che gli impianti devono elaborare, corrispondono al funzionamento a porte aperte.

La portata massima di calcolo Q_{VPF} che deve elaborare la coppia di ventilatori di pressurizzazione dei filtri a prova di fumo, è stata così calcolata:


$$Q_{VPF} = (n_p \times S_p \times v_p)$$

Dove:

S_p = superficie della anta [m²]

n_p = numero di ante aperte [/]

v_p = velocità attraverso l'anta [m/s]

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

I filtri a prova di fumo sono dotati di porta a due ante, posta sulla parete divisoria fra il filtro a prova di fumo e la zona di passaggio del pubblico; ciascuna anta ha una dimensione di 0,9x2,1 m (L x H).


Come già anticipato al paragrafo 4.6, la velocità richiesta attraverso l'anta della porta del filtro a prova di fumo è pari a 1 m/s.

$$Q_{VPF} = [1 \times (2,1 \text{ m} \times 0,9 \text{ m}) \times 1 \text{ m/s}] \approx 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.5.2 Calcolo della prevalenza del circuito

Le perdite di pressione nel circuito sono calcolate con la formula indicate al paragrafo 5.1.2.

I risultati del calcolo, effettuati con software certificato (Edilclima EC721 - Canali d'aria), sono disponibili nell'Allegato D, della presente relazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

6. RISULTATI DEI CALCOLI E SELEZIONE DEI VENTILATORI

Di seguito il risultato dei calcoli eseguiti per individuare le caratteristiche dei ventilatori per i vari impianti di emergenza.

6.1 Ventilatori emergenza di stazione

Valori calcolati

Portata: 132.000 m³/h

Perdita di carico totale del circuito: 1.788 Pa

Caratteristiche dei ventilatori:

N. ventilatori installati: 4

Diametro Ø1600 mm

Portata: 132.000 m³/h

Pressione totale: 1.800 Pa

Potenza nominale motore: 132 kW

6.2 Ventilatore emergenza locali di sistema

Valori calcolati

Portata: 10.250 m³/h

Perdita di carico totale del circuito: 478 Pa

Caratteristiche del ventilatore:


N. ventilatori installati: 1

Diametro Ø560 mm

Portata: 10.250 m³/s

Pressione totale: 500 Pa

Potenza nominale motore: 5,5 kW

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

6.3 Ventilatori emergenza barriere d'aria

Valori calcolati

Portata: 19.500 m³/h

Perdita di carico totale del circuito: 799 Pa

Caratteristiche dei ventilatori:

N. ventilatori installati: 2

Diametro Ø900 mm

Portata: 19.500 m³/h

Pressione totale: 800 Pa

Potenza nominale motore: 11 kW

6.4 Ventilatori emergenza pressurizzazione filtri a prova di fumo

Valori calcolati

Portata: 13.700 m³/h

Perdita di carico totale del circuito: 356 Pa

Caratteristiche dei ventilatori:


N. ventilatori installati: 2 per ciascun impianto/gruppo di filtri (nr. 4 ventilatori in totale)

Diametro Ø800 mm

Portata: 13.700 m³/h

Pressione totale: 450 Pa

Potenza nominale motore: 15 kW

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A2DIVESPNR002

7. ALLEGATI

1. Allegato A – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatori reversibili di stazione (RSF)
2. Allegato B – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatore locali di sistema (SEF)
3. Allegato C – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza a servizio delle barriere d’aria di stazione (VBA)
4. Allegato D – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatori a servizio dei filtri a prova di fumo (VPF)
5. Allegato E – Selezione silenziatori ventilatori di centrale

Allegato A – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatori reversibili di stazione (RSF)

DIMENSIONAMENTO CANALI ARIA

Relazione di calcolo

EDIFICIO ***Stazione MTL2 Porta Nuova (SPN)***

INDIRIZZO

DESCRIZIONE ***Scenario di incendio in atrio - estrazione fumi***

COMMITTENTE ***INFRA.TO***

INDIRIZZO

Rif. ***SPN - - Incendio atrio - estrazione fumi.E21***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC721 versione 3.20.37

DATI GENERALI

Determinazione portate	<i>manuale</i>
Nome file calcolo portate	-
Tipologia rete	<i>rete di ripresa</i>
Numero impianti	<i>1</i>

DATI DI CALCOLO

Temperatura aria mandata	(T _m)	-	°C
Temperatura aria ambiente	(T _a)	-	°C
Coefficiente sicurezza	(C _s)	<i>1,1</i>	
Classe perdita aria		<i>D</i>	
Perdita di carico aggiuntiva	(Δp)	<i>1020</i>	Pa

dovuta a:

Griglia aspirazione aria
Ingresso a flangia sul canale
Griglia antivolatile sul canale
Tronco conico
Giunto antivibrante x2

TIPO DI CALCOLO RETE DI MANDATA

Tipologia di calcolo	<i>a perdita di carico costante</i>		
Perdita di carico lineare di progetto	(Δp _{lin})	<i>2</i>	Pa/m
Velocità primo tratto		<i>15,0</i>	m/s

ELENCO IMPIANTI

Descrizione impianto	Tipologia impianto
<i>Impianto di estrazione fumi atrio</i>	

PERCORSI E TRATTI

Nodo iniziale	Nodo finale	Portata [m ³ /h]	Lungh. [m]	Diam. [mm]	Base [mm]	Altezza [mm]	Accidentalità - descrizione	Coeff \underline{c}	Coeff \underline{C} agg.
1	2	132000,00	0,56	-	1600	1300			0,00
2	3	132000,00	5,24	-	1600	1300			0,00
3	4	132000,00	3,55	-	1600	1300	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0,75$	0,54	0,00
4	5	132000,00	6,00	-	1600	1300	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0,75$	0,54	0,00
5	6	110000,00	1,94	-	1600	1300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00
6	7	110000,00	1,48	-	1950	1000			0,00
7	8	35200,00	2,61	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,8 - Qb/Qc = 0,3	1,14	0,00
8	9	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
8	10	33000,00	2,57	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
10	11	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
10	12	30800,00	1,32	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
12	13	30800,00	4,50	-	1400	700			0,00
13	14	2200,00	0,25	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
13	15	28600,00	2,57	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto -	0,07	0,00

15	16	2200,00	0,25	-	1400	700	Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm) ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
15	17	26400,00	5,92	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
17	18	2200,00	0,25	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
17	19	24200,00	2,57	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
19	20	2200,00	0,25	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
19	21	22000,00	1,40	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
21	22	22000,00	4,23	-	1400	600			0,00
22	23	2200,00	0,25	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
22	24	19800,00	2,57	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
24	25	2200,00	0,25	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
24	26	17600,00	1,23	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
26	27	17600,00	6,72	-	1100	600			0,00
27	28	2200,00	0,25	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
27	29	15400,00	2,57	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00

29	30	2200,00	0,25	-	1100	600	Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	-39,19	0,00
29	31	13200,00	0,96	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	0,07	0,00
31	32	13200,00	4,05	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)		0,00
32	33	4400,00	5,48	-	600	300	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75 ER5-10 Croce rettangolare - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - (Ab1=Ab2 - As=Ac) - Ab1/Ac=0,4 - Qb2/Qb1=1 - Qb1/Qc=0,3	0,54 2,36	0,00
33	34	2200,00	1,30	-	600	300	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - Ab1 = Ab2 - Ab1/Ac = 0,7 - Ab2/Ac = 0,7 - Qb1/Qc = 0,5	2,09	0,00
33	35	2200,00	1,30	-	600	300	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - Ab1 = Ab2 - Ab1/Ac = 0,7 - Ab2/Ac = 0,7 - Qb1/Qc = 0,5	2,09	0,00
32	36	4400,00	2,03	-	900	600	ER5-10 Croce rettangolare - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - (Ab1=Ab2 - As=Ac) - Qs/Qc=0,3	12,44	0,00
36	37	2200,00	1,30	-	600	300	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - Ab1 = Ab2 - Ab1/Ac = 0,3 - Ab2/Ac = 0,3 - Qb1/Qc = 0,5	2,22	0,00
36	38	2200,00	1,30	-	600	300	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - Ab1 = Ab2 - Ab1/Ac = 0,3 - Ab2/Ac = 0,3 - Qb1/Qc = 0,5	2,22	0,00
32	39	4400,00	5,46	-	600	300	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75 ER5-10 Croce rettangolare - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - (Ab1=Ab2 - As=Ac) - Ab1/Ac=0,4 - Qb2/Qb1=1 - Qb1/Qc=0,3	0,54 2,36	0,00
39	40	2200,00	1,30	-	600	300	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - Ab1 = Ab2 - Ab1/Ac = 0,7 - Ab2/Ac = 0,7 - Qb1/Qc = 0,5	2,09	0,00
39	41	2200,00	1,30	-	600	300	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - Ab1 = Ab2 - Ab1/Ac = 0,7 - Ab2/Ac = 0,7 - Qb1/Qc = 0,5	2,09	0,00

7	42	74800,00	4,51	-	1950	1000	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,7$ ($Dc > 250$ mm)	0,88	0,00
42	43	44000,00	2,61	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 0,8$ - $Qb/Qc > 0,4$	1,78	0,00
43	44	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,1$	-39,19	0,00
43	45	41800,00	2,57	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,9$ ($Dc > 250$ mm)	0,07	0,00
45	46	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,1$	-39,19	0,00
45	47	39600,00	5,82	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,9$ ($Dc > 250$ mm)	0,07	0,00
47	48	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,1$	-39,19	0,00
47	49	37400,00	2,57	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,9$ ($Dc > 250$ mm)	0,07	0,00
49	50	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,1$	-39,19	0,00
49	51	35200,00	5,92	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,9$ ($Dc > 250$ mm)	0,07	0,00
51	52	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,1$	-39,19	0,00
51	53	33000,00	2,57	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,9$ ($Dc > 250$ mm)	0,07	0,00
53	54	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,1$	-39,19	0,00

53	55	30800,00	1,34	-	1400	900	Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	0,07	0,00
55	56	30800,00	4,30	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)		0,00
56	57	2200,00	0,25	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
56	58	28600,00	2,57	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
58	59	2200,00	0,25	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
58	60	26400,00	7,95	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
60	61	2200,00	0,25	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
60	62	24200,00	2,57	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
62	63	2200,00	0,25	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
62	64	22000,00	1,12	-	1400	700	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
64	65	22000,00	2,40	-	1400	600			0,00
65	66	22000,00	4,78	-	1400	600	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0.75	0,54	0,00
66	67	22000,00	2,57	-	1400	600			0,00
67	68	22000,00	4,58	-	1400	600	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0.75	0,54	0,00

68	69	2200,00	0,25	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
68	70	19800,00	2,57	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
70	71	2200,00	0,25	-	1400	200	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc = 0,1	-6,57	0,00
70	72	17600,00	2,80	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
72	73	17600,00	6,13	-	1100	600			0,00
73	75	15400,00	2,57	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
75	76	2200,00	0,25	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
75	77	13200,00	2,55	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
77	78	13200,00	1,01	-	900	600			0,00
78	79	13200,00	11,10	-	900	600	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75	0,54	0,00
79	80	2200,00	0,25	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
79	81	11000,00	2,51	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00
81	82	2200,00	0,25	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
81	83	8800,00	1,50	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc	0,39	0,00

97	98	2200,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1 = 0,9 (Dc > 250 mm)	-39,19	0,00
97	99	26400,00	2,97	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
99	100	22000,00	3,01	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00
100	101	22000,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
100	102	19800,00	2,57	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
102	103	22000,00	0,25	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
102	104	17600,00	1,18	-	1400	900	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
104	105	17600,00	4,32	-	1100	600			0,00
105	106	22000,00	0,25	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
105	107	154000,00	2,57	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
107	108	22000,00	0,25	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-39,19	0,00
107	109	132000,00	1,44	-	1100	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
109	110	132000,00	5,53	-	900	600			0,00
110	111	22000,00	0,25	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,1	-2,55	0,00

110	112	11000,00	2,57	-	900	600	Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2 ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00
112	113	2200,00	0,25	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
112	114	8800,00	1,40	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00
114	115	8800,00	8,65	-	800	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0.75	0,54	0,00
115	116	2200,00	0,25	-	800	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
115	117	6600,00	2,57	-	800	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,7 (Dc > 250 mm)	0,88	0,00
117	118	2200,00	0,25	-	800	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,3	1,76	0,00
117	119	4400,00	1,54	-	800	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,7 (Dc > 250 mm)	0,88	0,00
119	120	4400,00	10,97	-	600	300	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0.75	0,54	0,00
120	121	2200,00	0,25	-	600	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,5	2,35	0,00
120	122	2200,00	2,57	-	600	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,5 (Dc > 250 mm)	3,08	0,00
122	123	2200,00	0,25	-	600	300	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0.75	0,54	0,00

99	124	4400,00	5,35	-	900	200	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 0,2$ - $Qb/Qc = 0,2$	0,39	0,00
124	125	2200,00	1,35	-	900	200	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - $Ab^1 = Ab^2 - Ab^1/Ac = 0,7$ - $Ab^2/Ac = 0,7$ - $Qb^1/Qc = 0,5$	2,09	0,00
124	126	2200,00	1,35	-	900	200	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - $Ab^1 = Ab^2 - Ab^1/Ac = 0,7$ - $Ab^2/Ac = 0,7$ - $Qb^1/Qc = 0,5$	2,09	0,00
5	127	22000,00	6,82	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 0,4$ - $Qb/Qc = 0,2$	-0,32	0,00
127	128	2200,00	0,25	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,1$	-39,19	0,00
127	129	19800,00	2,57	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,9$ ($Dc > 250$ mm)	0,07	0,00
129	130	2200,00	0,25	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,1$	-39,19	0,00
129	131	17600,00	1,36	-	1400	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,9$ ($Dc > 250$ mm)	0,07	0,00
131	132	17600,00	1,10	-	900	600			0,00
132	133	17600,00	0,19	-	900	600			0,00
133	134	4400,00	5,35	-	900	200	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 0,4$ - $Qb/Qc = 0,2$	-0,32	0,00
134	135	2200,00	1,35	-	900	200	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - $Ab^1 = Ab^2 - Ab^1/Ac = 0,7$ - $Ab^2/Ac = 0,7$ - $Qb^1/Qc = 0,5$	2,09	0,00
134	136	2200,00	1,35	-	900	200	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - $Ab^1 = Ab^2 - Ab^1/Ac = 0,7$ - $Ab^2/Ac = 0,7$ - $Qb^1/Qc = 0,5$	2,09	0,00
133	137	13200,00	0,26	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,7$ ($Dc > 250$ mm)	0,88	0,00

137	138	13200,00	2,41	-	900	600			0,00
138	139	2200,00	0,25	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
138	140	11000,00	2,57	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00
140	141	2200,00	0,25	-	900	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,4 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc = 0,2	-7,03	0,00
140	142	8800,00	6,07	-	900	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,6 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,28	0,00
142	143	2200,00	0,25	-	900	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
142	144	6600,00	2,57	-	900	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,7 (Dc > 250 mm)	0,88	0,00
144	145	2200,00	0,25	-	900	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,3	1,76	0,00
144	146	4400,00	1,40	-	900	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,7 (Dc > 250 mm)	0,88	0,00
146	147	4400,00	5,62	-	600	300			0,00
147	148	2200,00	0,25	-	600	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,5	2,35	0,00
147	149	2200,00	2,52	-	600	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,5 (Dc > 250 mm)	3,08	0,00
149	150	2200,00	0,25	-	600	300	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75	0,54	0,00

RISULTATI CANALI

<u>Nodo iniziale</u>	<u>Nodo finale</u>	<u>Quota finale</u> [m]	<u>Lungh.</u> [m]	<u>Diam.</u> [mm]	<u>Base</u> [mm]	<u>Altezza</u> [mm]	<u>Spess.</u> [mm]	<u>Portata</u> [m ³ /h]	<u>Velocità</u> [m/s]	<u>ΔP tratto</u> [Pa]	<u>ΔP Nodo</u> [Pa]	<u>Bocch.</u>
1	2	-11,8	0,56	-	1600	1300	1,2	132000,0 0	17,63	1	1	no
2	3	-11,8	5,24	-	1600	1300	1,2	132000,0 0	17,63	9	10	no
3	4	-11,8 / - 8,25	3,55	-	1600	1300	1,2	132000,0 0	17,63	107	116	no
4	5	-8,25	6	-	1600	1300	1,2	132000,0 0	17,63	111	227	no
5	6	-8,25	1,94	-	1600	1300	1,2	110000,0 0	14,69	53	280	no
6	7	-8,25	1,48	-	1950	1000	1,2	110000,0 0	15,67	2	282	no
7	8	-8,25	2,61	-	1400	900	1,2	35200,00	7,76	42	325	no
8	9	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	330	si
8	10	-8,25	2,57	-	1400	900	1,2	33000,00	7,28	3	328	no
10	11	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	333	si
10	12	-8,25	1,32	-	1400	900	1,2	30800,00	6,79	2	331	no
12	13	-8,25	4,5	-	1400	700	1,2	30800,00	8,73	3	334	no
13	14	-8,25	0,25	-	1400	700	1,2	2200,00	0,62	2	335	si
13	15	-8,25	2,57	-	1400	700	1,2	28600,00	8,11	4	338	no
15	16	-8,25	0,25	-	1400	700	1,2	2200,00	0,62	2	340	si

15	17	-8,25	5,92	-	1400	700	1,2	26400,00	7,48	6	344	no
17	18	-8,25	0,25	-	1400	700	1,2	2200,00	0,62	2	345	si
17	19	-8,25	2,57	-	1400	700	1,2	24200,00	6,86	3	347	no
19	20	-8,25	0,25	-	1400	700	1,2	2200,00	0,62	2	349	si
19	21	-8,25	1,4	-	1400	700	1,2	22000,00	6,24	2	349	no
21	22	-8,25	4,23	-	1400	600	1,2	22000,00	7,28	2	352	no
22	23	-8,25	0,25	-	1400	600	1,2	2200,00	0,73	-2	350	si
22	24	-8,25	2,57	-	1400	600	1,2	19800,00	6,55	3	355	no
24	25	-8,25	0,25	-	1400	600	1,2	2200,00	0,73	-2	353	si
24	26	-8,25	1,23	-	1400	600	1,2	17600,00	5,82	2	357	no
26	27	-8,25	6,72	-	1100	600	1	17600,00	7,41	4	361	no
27	28	-8,25	0,25	-	1100	600	1	2200,00	0,93	-9	352	si
27	29	-8,25	2,57	-	1100	600	1	15400,00	6,48	3	364	no
29	30	-8,25	0,25	-	1100	600	1	2200,00	0,93	-9	355	si
29	31	-8,25	0,96	-	1100	600	1	13200,00	5,56	2	366	no
31	32	-8,25	4,05	-	900	600	1	13200,00	6,79	3	368	no
32	33	-8,25	5,48	-	600	300	0,8	4400,00	6,79	87	456	no
33	34	-8,25	1,3	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	26	481	si
33	35	-8,25	1,3	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	26	481	si
32	36	-8,25	2,03	-	900	600	1	4400,00	2,26	38	407	no
36	37	-8,25	1,3	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	27	433	si
36	38	-8,25	1,3	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	27	433	si
32	39	-8,25	5,46	-	600	300	0,8	4400,00	6,79	87	456	no
39	40	-8,25	1,3	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	26	481	si

39	41	-8,25	1,3	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	26	481	si
7	42	-8,25	4,51	-	1950	1000	1,2	74800,00	10,66	63	345	no
42	43	-8,25	2,61	-	1400	900	1,2	44000,00	9,7	102	448	no
43	44	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	453	si
43	45	-8,25	2,57	-	1400	900	1,2	41800,00	9,22	5	453	no
45	46	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	458	si
45	47	-8,25	5,82	-	1400	900	1,2	39600,00	8,73	7	460	no
47	48	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	465	si
47	49	-8,25	2,57	-	1400	900	1,2	37400,00	8,25	4	464	no
49	50	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	469	si
49	51	-8,25	5,92	-	1400	900	1,2	35200,00	7,76	5	470	no
51	52	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	475	si
51	53	-8,25	2,57	-	1400	900	1,2	33000,00	7,28	3	473	no
53	54	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	478	si
53	55	-8,25	1,34	-	1400	900	1,2	30800,00	6,79	2	475	no
55	56	-8,25	4,3	-	1400	700	1,2	30800,00	8,73	3	478	no
56	57	-8,25	0,25	-	1400	700	1,2	2200,00	0,62	2	480	si
56	58	-8,25	2,57	-	1400	700	1,2	28600,00	8,11	4	483	no
58	59	-8,25	0,25	-	1400	700	1,2	2200,00	0,62	2	484	si
58	60	-8,25	7,95	-	1400	700	1,2	26400,00	7,48	7	490	no
60	61	-8,25	0,25	-	1400	700	1,2	2200,00	0,62	2	491	si
60	62	-8,25	2,57	-	1400	700	1,2	24200,00	6,86	3	493	no

62	63	-8,25	0,25	-	1400	700	1,2	2200,00	0,62	2	494	si
62	64	-8,25	1,12	-	1400	700	1,2	22000,00	6,24	2	495	no
64	65	-8,25	2,4	-	1400	600	1,2	22000,00	7,28	1	496	no
65	66	-8,25	4,78	-	1400	600	1,2	22000,00	7,28	37	533	no
66	67	-8,25	2,57	-	1400	600	1,2	22000,00	7,28	2	535	no
67	68	-8,25	4,58	-	1400	600	1,2	22000,00	7,28	3	537	no
68	69	-8,25	0,25	-	1400	600	1,2	2200,00	0,73	-2	536	si
68	70	-8,25	2,57	-	1400	600	1,2	19800,00	6,55	3	541	no
70	71	-8,25	0,25	-	1400	200	1,2	2200,00	2,18	-8	533	si
70	72	-8,25	2,8	-	1400	600	1,2	17600,00	5,82	3	543	no
72	73	-8,25	6,13	-	1100	600	1	17600,00	7,41	4	547	no
73	75	-8,25	2,57	-	1100	600	1	15400,00	6,48	3	550	no
75	76	-8,25	0,25	-	1100	600	1	2200,00	0,93	-9	541	si
75	77	-8,25	2,55	-	1100	600	1	13200,00	5,56	2	553	no
77	78	-8,25	1,01	-	900	600	1	13200,00	6,79	1	553	no
78	79	-8,25	11,1	-	900	600	1	13200,00	6,79	37	590	no
79	80	-8,25	0,25	-	900	600	1	2200,00	1,13	9	599	si
79	81	-8,25	2,51	-	900	600	1	11000,00	5,66	9	599	no
81	82	-8,25	0,25	-	900	600	1	2200,00	1,13	9	607	si
81	83	-8,25	1,5	-	900	600	1	8800,00	4,53	5	604	no
83	84	-8,25	5,99	-	900	300	1	8800,00	9,05	11	615	no

84	85	-8,25	0,25	-	900	300	1	2200,00	2,26	3	618	si
84	86	-8,25	2,51	-	900	300	1	6600,00	6,79	27	642	no
86	87	-8,25	0,25	-	900	300	1	2200,00	2,26	16	658	si
86	88	-8,25	1,24	-	900	300	1	4400,00	4,53	11	654	no
88	89	-8,25	6,34	-	600	300	0,8	4400,00	6,79	8	662	no
89	90	-8,25	0,25	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	27	689	si
89	91	-8,25	2,51	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	22	684	no
91	92	-8,25	0,25	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	15	698	si
73	74	-8,25	0,25	-	1100	600	1	2200,00	0,93	-9	538	si
42	93	-8,25	1,51	-	1950	1000	1,2	30800,00	4,39	69	414	no
93	94	-8,25	2,1	-	1600	1300	1,2	30800,00	4,11	0	414	no
94	95	-8,25	6,76	-	1400	900	1,2	30800,00	6,79	17	432	no
95	96	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	437	si
95	97	-8,25	2,57	-	1400	900	1,2	28600,00	6,31	3	434	no
97	98	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	439	si
97	99	-8,25	2,97	-	1400	900	1,2	26400,00	5,82	2	436	no
99	100	-8,25	3,01	-	1400	900	1,2	22000,00	4,85	6	443	no
100	101	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	448	si
100	102	-8,25	2,57	-	1400	900	1,2	19800,00	4,37	1	444	no
102	103	-8,25	0,25	-	1400	900	1,2	2200,00	0,49	5	449	si
102	104	-8,25	1,18	-	1400	900	1,2	17600,00	3,88	1	445	no
104	105	-8,25	4,32	-	1100	600	1	17600,00	7,41	3	447	no
105	106	-8,25	0,25	-	1100	600	1	2200,00	0,93	-9	438	si
105	107	-8,25	2,57	-	1100	600	1	15400,00	6,48	3	451	no

107	108	-8,25	0,25	-	1100	600	1	2200,00	0,93	-9	441	si
107	109	-8,25	1,44	-	1100	600	1	13200,00	5,56	2	452	no
109	110	-8,25	5,53	-	900	600	1	13200,00	6,79	3	456	no
110	111	-8,25	0,25	-	900	600	1	2200,00	1,13	9	465	si
110	112	-8,25	2,57	-	900	600	1	11000,00	5,66	9	465	no
112	113	-8,25	0,25	-	900	600	1	2200,00	1,13	9	473	si
112	114	-8,25	1,4	-	900	600	1	8800,00	4,53	5	470	no
114	115	-8,25	8,65	-	800	400	1	8800,00	7,64	47	517	no
115	116	-8,25	0,25	-	800	400	1	2200,00	1,91	5	522	si
115	117	-8,25	2,57	-	800	400	1	6600,00	5,73	19	536	no
117	118	-8,25	0,25	-	800	400	1	2200,00	1,91	15	551	si
117	119	-8,25	1,54	-	800	400	1	4400,00	3,82	8	544	no
119	120	-8,25	10,97	-	600	300	0,8	4400,00	6,79	44	588	no
120	121	-8,25	0,25	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	27	615	si
120	122	-8,25	2,57	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	22	610	no
122	123	-8,25	0,25	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	15	625	si
99	124	-8,25	5,35	-	900	200	1	4400,00	6,79	19	456	no
124	125	-8,25	1,35	-	900	200	1	2200,00	3,4	26	482	si
124	126	-8,25	1,35	-	900	200	1	2200,00	3,4	26	482	si
5	127	-8,25	6,82	-	1400	600	1,2	22000,00	7,28	-6	221	no
127	128	-8,25	0,25	-	1400	600	1,2	2200,00	0,73	-2	219	si
127	129	-8,25	2,57	-	1400	600	1,2	19800,00	6,55	3	224	no
129	130	-8,25	0,25	-	1400	600	1,2	2200,00	0,73	-2	223	si
129	131	-8,25	1,36	-	1400	600	1,2	17600,00	5,82	2	226	no
131	132	-8,25	1,1	-	900	600	1	17600,00	9,05	1	227	no
132	133	-8,25	0,19	-	900	600	1		9,05	0	228	no

133	134	-8,25	5,35	-	900	200	1	17600,00	6,79	0	227	no
134	135	-8,25	1,35	-	900	200	1	2200,00	3,4	26	253	si
134	136	-8,25	1,35	-	900	200	1	2200,00	3,4	26	253	si
133	137	-8,25	0,26	-	900	600	1	13200,00	6,79	25	252	no
137	138	-8,25	2,41	-	900	600	1	13200,00	6,79	1	254	no
138	139	-8,25	0,25	-	900	600	1	2200,00	1,13	9	262	si
138	140	-8,25	2,57	-	900	600	1	11000,00	5,66	9	262	no
140	141	-8,25	0,25	-	900	600	1	2200,00	1,13	5	268	si
140	142	-8,25	6,07	-	900	300	1	8800,00	9,05	25	287	no
142	143	-8,25	0,25	-	900	300	1	2200,00	2,26	3	290	si
142	144	-8,25	2,57	-	900	300	1	6600,00	6,79	27	315	no
144	145	-8,25	0,25	-	900	300	1	2200,00	2,26	16	331	si
144	146	-8,25	1,4	-	900	300	1	4400,00	4,53	12	326	no
146	147	-8,25	5,62	-	600	300	0,8	4400,00	6,79	7	333	no
147	148	-8,25	0,25	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	27	360	si
147	149	-8,25	2,52	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	22	355	no
149	150	-8,25	0,25	-	600	300	0,8	2200,00	3,4	15	370	si

RISULTATI BOCCHETTE

<u>Marca e Modello</u>	<u>Descrizione</u>	<u>Locale</u>	<u>Nodo</u>	<u>Quota.</u> [m]	<u>Attacco</u> [mm]	<u>Portata nomin.</u> [m ³ /h]	<u>Portata calc.</u> [m ³ /h]	<u>Δp nomin.</u> [Pa]	<u>Δp calc.</u> [Pa]	<u>Dp serr.</u> [Pa]	<u>Dp Nodo</u> [Pa]
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	9	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	330
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	11	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	333
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	14	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	335
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	16	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	340
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	18	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	345
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	20	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	349
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	23	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	350
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	25	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	353
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	28	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	352
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	30	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	355
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	34	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	481
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	35	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	481
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	37	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	433
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	38	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	433
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	40	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	481
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	41	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	481

TROX -	TROX 825 x 225	atrio	44	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	453
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	46	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	458
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	48	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	465
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	50	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	469
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	52	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	475
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	54	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	478
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	57	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	480
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	59	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	484
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	61	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	491
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	63	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	494
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	69	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	536
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	71	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	533
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	76	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	541
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	80	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	599
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	82	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	607
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	85	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	618
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	87	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	658
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	90	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	689

TROX -	TROX 825 x 225	atrio	92	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	698
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	74	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	538
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	96	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	437
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	98	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	439
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	101	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	448
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	103	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	449
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	106	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	438
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	108	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	441
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	111	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	465
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	113	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	473
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	116	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	522
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	118	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	551
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	121	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	615
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	123	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	625
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	125	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	482
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	126	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	482
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	128	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	219
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	130	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	223

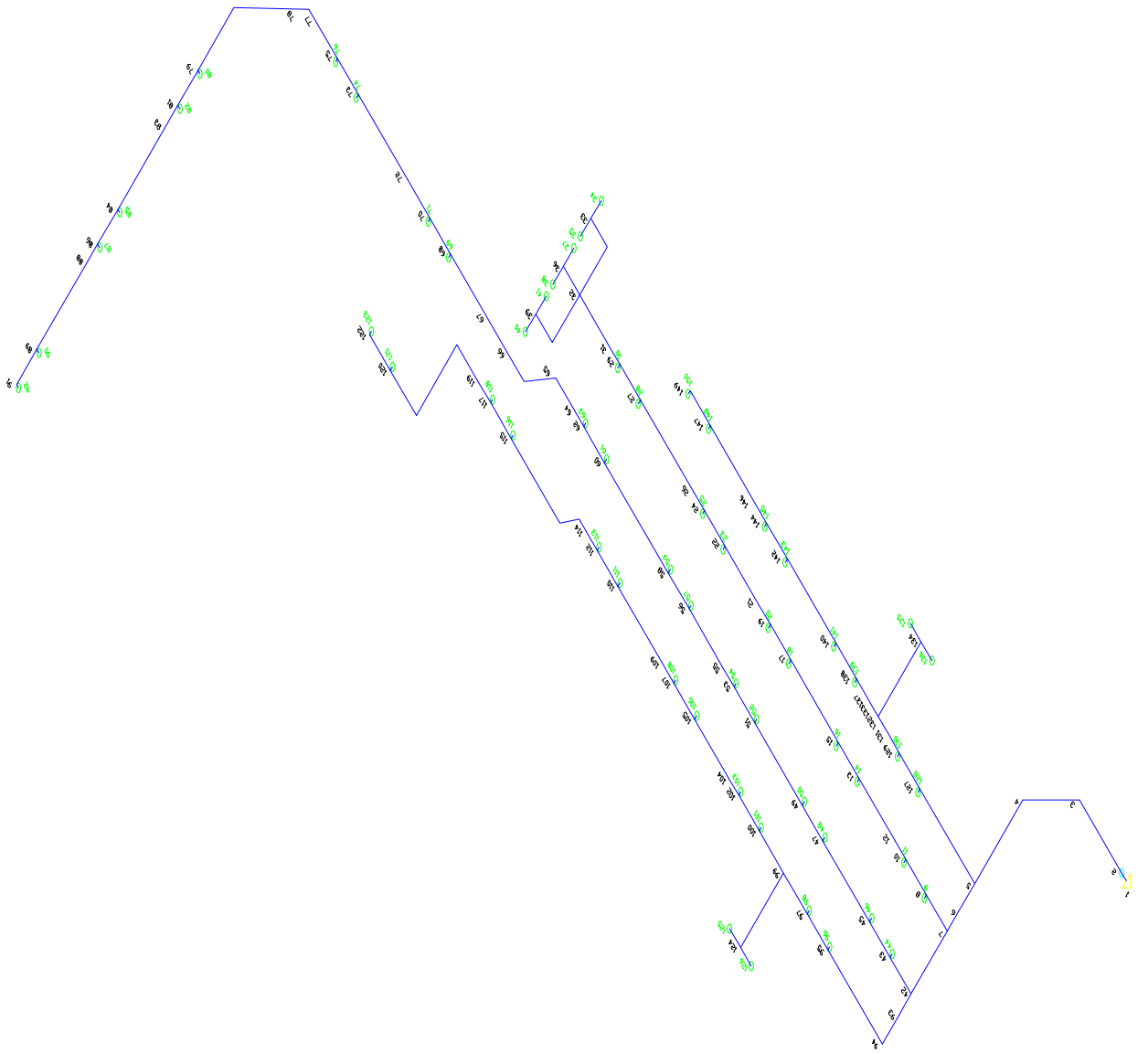
TROX -	TROX 825 x 225	atrio	135	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	253
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	136	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	253
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	139	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	262
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	141	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	268
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	143	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	290
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	145	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	331
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	148	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	360
TROX -	TROX 825 x 225	Locale atrio	150	-8,25	825x225	1500,00	2200,00	5	11	0	370

CALCOLO PRESSIONI

Nodi	Port. [m ³ /h]	Lung. [m]	Dim. [mm]	Somma coeff. ξ	Vel. [m/s]	Ruq. [mm]	Δp_1 [Pa/m]	Δp lin. [Pa]	Δp accid. [Pa]	Δp boc. [Pa]	Δp tir. [Pa]	Δp serr. [Pa]	Δp tratto [Pa]	Δp Nodo [Pa]	Boc.
1-2	132000,0 0	0,56	1600x1300	0,00	17,6	0,15	1,69	1	0	0	0	0	1	1	NO
2-3	132000,0 0	5,24	1600x1300	0,00	17,6	0,15	1,69	9	0	0	0	0	9	10	NO
3-4	132000,0 0	3,55	1600x1300	0,54	17,6	0,15	1,69	6	101	0	0	0	107	116	NO
4-5	132000,0 0	6,00	1600x1300	0,54	17,6	0,15	1,69	10	101	0	0	0	111	227	NO
5-6	110000,0 0	1,94	1600x1300	0,39	14,7	0,15	1,19	2	50	0	0	0	53	280	NO
6-7	110000,0 0	1,48	1950x1000	0,00	15,7	0,15	1,48	2	0	0	0	0	2	282	NO
7-8	35200,00	2,61	1400x900	1,14	7,8	0,15	0,48	1	41	0	0	0	42	325	NO
8-9	2200,00	0,25	1400x900	-39,19	0,5	0,15	0,00	0	-6	11	0	0	5	330	SI
8-10	33000,00	2,57	1400x900	0,07	7,3	0,15	0,43	1	2	0	0	0	3	328	NO
10-11	2200,00	0,25	1400x900	-39,19	0,5	0,15	0,00	0	-6	11	0	0	5	333	SI
10-12	30800,00	1,32	1400x900	0,07	6,8	0,15	0,37	0	2	0	0	0	2	331	NO
12-13	30800,00	4,50	1400x700	0,00	8,7	0,15	0,73	3	0	0	0	0	3	334	NO
13-	2200,00	0,25	1400x700	-39,19	0,6	0,15	0,01	0	-9	11	0	0	2	335	SI

DATI RETE

Pressione totale netta	698	Pa
Coef. di sicurezza	1,1	
Perdita di carico aggiuntiva	1020	Pa
Pressione totale di calcolo	1788	Pa
Portata totale rete	132000	m ³ /h
Perdita di calore totale	0	W
Somma perdite d'aria	1,58	m ³ /h
Somma entrate d'aria	174,55	m ³ /h



Allegato B – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatore locali di sistema (SEF)

DIMENSIONAMENTO CANALI ARIA

Relazione di calcolo

EDIFICIO ***Stazione MTL2 Porta Nuova (SPN)***

INDIRIZZO

DESCRIZIONE ***Impianto estrazione fumi - LTS***

COMMITTENTE ***INFRA.TO***

INDIRIZZO

Rif. ***SPN - estrazione fumi corridoio LTS.E21***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC721 versione 3.20.37

DATI GENERALI

Determinazione portate	manuale
Nome file calcolo portate	-
Tipologia rete	rete di ripresa
Numero impianti	1

DATI DI CALCOLO

Temperatura aria mandata	(T _m)	-	°C
Temperatura aria ambiente	(T _a)	-	°C
Coefficiente sicurezza	(C _s)	1,1	
Classe perdita aria		D	
Perdita di carico aggiuntiva	(Δp)	165	Pa

dovuta a:

Griglia aspirazione aria
Ingresso a flangia sul canale
Griglia antivolatile sul canale
Tronco conico
Giunto antivibrante x2

TIPO DI CALCOLO RETE DI MANDATA

Tipologia di calcolo	a perdita di carico costante		
Perdita di carico lineare di progetto	(Δp _{lin})	2	Pa/m
Velocità primo tratto		15,0	m/s

ELENCO IMPIANTI

<u>Descrizione impianto</u>	<u>Tipologia impianto</u>
<i>Estrazione fumi LTS</i>	

PERCORSI E TRATTI

Nodo iniziale	Nodo finale	Portata [m ³ /h]	Lungh. [m]	Diam. [mm]	Base [mm]	Altezza [mm]	Accidentalità - descrizione	Coeff c	Coeff C_{agg.}
1	2	10250,00	2,66	-	700	500			0,00
2	3	10250,00	4,58	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
3	4	10250,00	2,47	-	700	500			0,00
4	5	10250,00	1,69	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
5	6	10250,00	16,00	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
6	7	10250,00	4,41	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
7	8	1550,00	0,25	-	700	500	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
7	9	8700,00	5,69	-	700	500	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00
9	10	1450,00	0,25	-	700	500	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
9	11	7250,00	0,99	-	700	500	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00
11	12	7250,00	5,76	-	700	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
12	13	1450,00	0,25	-	700	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
12	14	5800,00	1,60	-	700	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,8 (Dc > 250 mm)	0,39	0,00

14	15	5800,00	3,15	-	700	300			0,00
15	16	1450,00	0,25	-	700	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,2	-2,55	0,00
15	17	4350,00	0,86	-	700	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,7 (Dc > 250 mm)	0,88	0,00
17	18	4350,00	3,15	-	600	300			0,00
18	19	1450,00	0,25	-	600	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,3	1,76	0,00
18	20	2900,00	0,61	-	600	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,7 (Dc > 250 mm)	0,88	0,00
20	21	2900,00	3,39	-	500	300			0,00
21	22	1450,00	0,25	-	500	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,5	2,35	0,00
21	23	1450,00	1,57	-	500	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,5 (Dc > 250 mm)	3,08	0,00
23	24	1450,00	7,92	-	300	200	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0.75	0,54	0,00
24	25	1450,00	0,25	-	300	200	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0.75	0,54	0,00

RISULTATI CANALI

<u>Nodo iniziale</u>	<u>Nodo finale</u>	<u>Quota finale</u> [m]	<u>Lungh.</u> [m]	<u>Diam.</u> [mm]	<u>Base</u> [mm]	<u>Altezza</u> [mm]	<u>Spess.</u> [mm]	<u>Portata</u> [m ³ /h]	<u>Velocità</u> [m/s]	<u>ΔP tratto</u> [Pa]	<u>ΔP Nodo</u> [Pa]	<u>Bocch.</u>
1	2	-11,8	2,66	-	700	500	0,8	10250,00	8,13	3	3	no
2	3	-11,8	4,58	-	700	500	0,8	10250,00	8,13	27	30	no
3	4	-11,8	2,47	-	700	500	0,8	10250,00	8,13	3	32	no
4	5	-11,8	1,69	-	700	500	0,8	10250,00	8,13	23	56	no
5	6	-11,8	16	-	700	500	0,8	10250,00	8,13	40	95	no
6	7	-11,8	4,41	-	700	500	0,8	10250,00	8,13	26	122	no
7	8	-11,8	0,25	-	700	500	0,8	1550,00	1,23	3	125	si
7	9	-11,8	5,69	-	700	500	0,8	8700,00	6,9	16	138	no
9	10	-11,8	0,25	-	700	500	0,8	1450,00	1,15	3	140	si
9	11	-11,8	0,99	-	700	500	0,8	7250,00	5,75	8	146	no
11	12	-11,8	5,76	-	700	400	0,8	7250,00	7,19	23	169	no
12	13	-11,8	0,25	-	700	400	0,8	1450,00	1,44	2	170	si
12	14	-11,8	1,6	-	700	400	0,8	5800,00	5,75	9	178	no
14	15	-11,8	3,15	-	700	300	0,8	5800,00	7,67	5	182	no
15	16	-11,8	0,25	-	700	300	0,8	1450,00	1,92	-1	181	si
15	17	-11,8	0,86	-	700	300	0,8	4350,00	5,75	18	201	no
17	18	-11,8	3,15	-	600	300	0,8	4350,00	6,71	4	204	no
18	19	-11,8	0,25	-	600	300	0,8	1450,00	2,24	10	214	si
18	20	-11,8	0,61	-	600	300	0,8	2900,00	4,48	11	215	no
20	21	-11,8	3,39	-	500	300	0,8	2900,00	5,37	3	218	no
21	22	-11,8	0,25	-	500	300	0,8	1450,00	2,69	15	233	si
21	23	-11,8	1,57	-	500	300	0,8	1450,00	2,69	14	232	no

23	24	-11,8	7,92	-	300	200	0,6	1450,00	6,71	33	265	no
24	25	-11,8	0,25	-	300	200	0,6	1450,00	6,71	20	285	si

RISULTATI BOCCHETTE

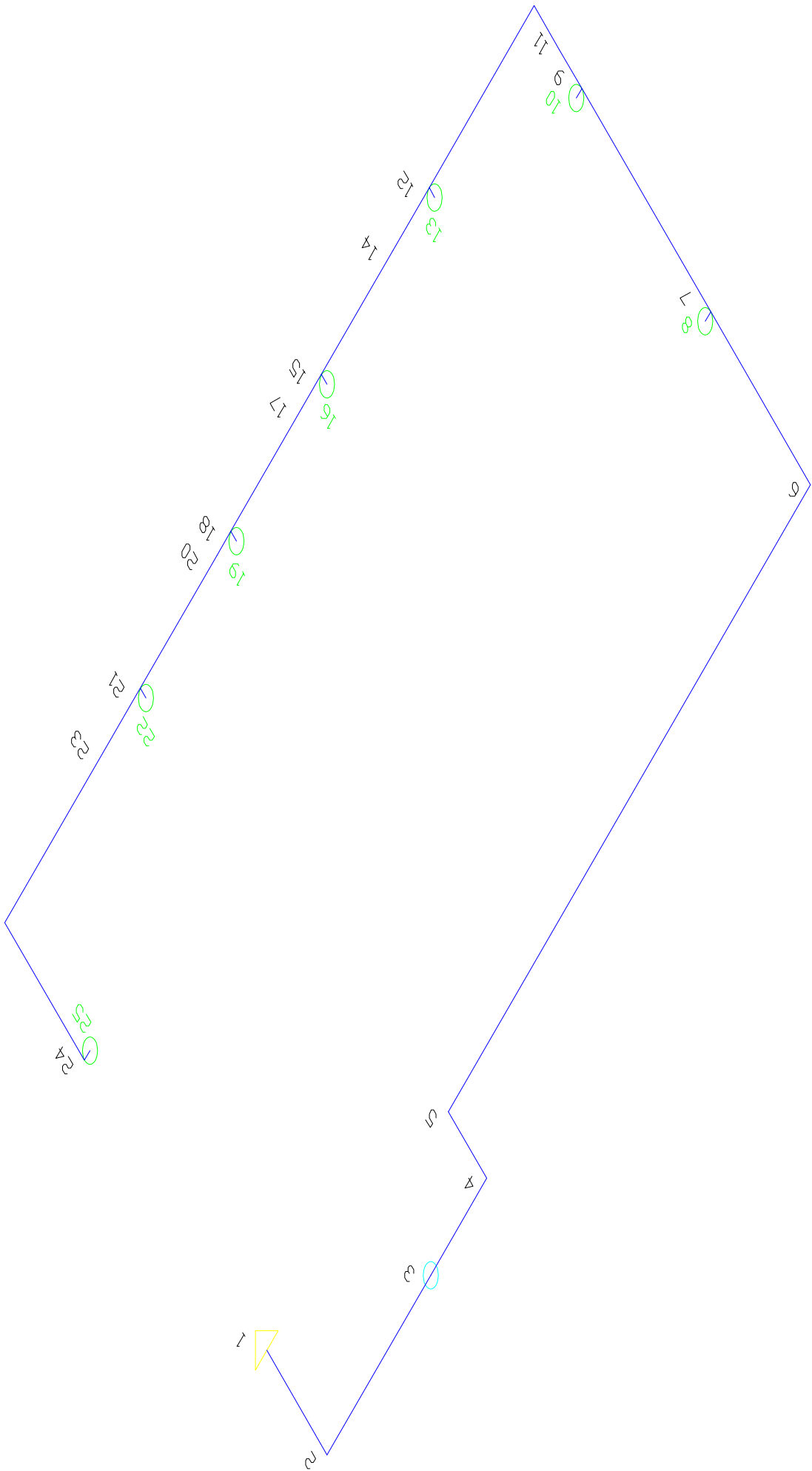
<u>Marca e Modello</u>	<u>Descrizione</u>	<u>Locale</u>	<u>Nodo</u>	<u>Quota.</u> [m]	<u>Attacco</u> [mm]	<u>Portata nomin.</u> [m ³ /h]	<u>Portata calc.</u> [m ³ /h]	<u>Δp nomin.</u> [Pa]	<u>Δp calc.</u> [Pa]	<u>Dp serr.</u> [Pa]	<u>Dp Nodo</u> [Pa]
TROX -	TROX 825 x 225	Locale primo mezzanino	8	-11,8	825x225	1500,00	1550,00	5	5	0	125
TROX -	TROX 825 x 225	Locale primo mezzanino	10	-11,8	825x225	1500,00	1450,00	5	5	0	140
TROX -	TROX 825 x 225	Locale primo mezzanino	13	-11,8	825x225	1500,00	1450,00	5	5	0	170
TROX -	TROX 825 x 225	Locale primo mezzanino	16	-11,8	825x225	1500,00	1450,00	5	5	0	181
TROX -	TROX 825 x 225	Locale primo mezzanino	19	-11,8	825x225	1500,00	1450,00	5	5	0	214
TROX -	TROX 825 x 225	Locale primo mezzanino	22	-11,8	825x225	1500,00	1450,00	5	5	0	233
TROX -	TROX 825 x 225	Locale primo mezzanino	25	-11,8	825x225	1500,00	1450,00	5	5	0	285

CALCOLO PRESSIONI

Nodi	Port. [m ³ /h]	Lung. [m]	Dim. [mm]	Somma coeff. ξ	Vel. [m/s]	Rug. [mm]	Δp_1 [Pa/m]	Δp lin. [Pa]	Δp accid. [Pa]	Δp boc. [Pa]	Δp tir. [Pa]	Δp serr. [Pa]	Δp tratto [Pa]	Δp Nodo [Pa]	Boc.
1-2	10250,00	2,66	700x500	0,00	8,1	0,15	1,13	3	0	0	0	0	3	3	NO
2-3	10250,00	4,58	700x500	0,54	8,1	0,15	1,13	5	21	0	0	0	27	30	NO
3-4	10250,00	2,47	700x500	0,00	8,1	0,15	1,13	3	0	0	0	0	3	32	NO
4-5	10250,00	1,69	700x500	0,54	8,1	0,15	1,13	2	21	0	0	0	23	56	NO
5-6	10250,00	16,00	700x500	0,54	8,1	0,15	1,13	18	21	0	0	0	40	95	NO
6-7	10250,00	4,41	700x500	0,54	8,1	0,15	1,13	5	21	0	0	0	26	122	NO
7-8	1550,00	0,25	700x500	-2,55	1,2	0,15	0,03	0	-2	5	0	0	3	125	SI
7-9	8700,00	5,69	700x500	0,39	6,9	0,15	0,83	5	11	0	0	0	16	138	NO
9-10	1450,00	0,25	700x500	-2,55	1,2	0,15	0,03	0	-2	5	0	0	3	140	SI
9-11	7250,00	0,99	700x500	0,39	5,8	0,15	0,59	1	8	0	0	0	8	146	NO
11-12	7250,00	5,76	700x400	0,54	7,2	0,15	1,06	6	17	0	0	0	23	169	NO
12-13	1450,00	0,25	700x400	-2,55	1,4	0,15	0,05	0	-3	5	0	0	2	170	SI
12-14	5800,00	1,60	700x400	0,39	5,8	0,15	0,69	1	8	0	0	0	9	178	NO
14-15	5800,00	3,15	700x300	0,00	7,7	0,15	1,51	5	0	0	0	0	5	182	NO
15-16	1450,00	0,25	700x300	-2,55	1,9	0,15	0,11	0	-6	5	0	0	-1	181	SI
15-17	4350,00	0,86	700x300	0,88	5,8	0,15	0,88	1	17	0	0	0	18	201	NO
17-	4350,00	3,15	600x300	0,00	6,7	0,15	1,24	4	0	0	0	0	4	204	NO

DATI RETE

Pressione totale netta	285	Pa
Coef. di sicurezza	1,1	
Perdita di carico aggiuntiva	165	Pa
Pressione totale di calcolo	478	Pa
Portata totale rete	10250	m ³ /h
Perdita di calore totale	0	W
Somma perdite d'aria	0,00	m ³ /h
Somma entrate d'aria	15,35	m ³ /h



Allegato C – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza a servizio delle barriere d'aria di stazione (VBA)

DIMENSIONAMENTO CANALI ARIA

Relazione di calcolo

EDIFICIO ***Stazione MTL2 Porta Nuova (SPN)***

INDIRIZZO

DESCRIZIONE ***Impianto barriere d'aria in emergenza***

COMMITTENTE ***INFRA.TO***

INDIRIZZO

Rif. ***SPN - barriere d'aria. E21***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC721 versione 3.20.37

DATI GENERALI

Determinazione portate	manuale
Nome file calcolo portate	-
Tipologia rete	rete di mandata
Numero impianti	1

DATI DI CALCOLO

Temperatura aria mandata	(T_m)	20	°C
Temperatura aria ambiente	(T_a)	20	°C
Coefficiente sicurezza	(c_s)	1,1	
Classe perdita aria		D	
Perdita di carico aggiuntiva	(Δp)	100	Pa

dovuta a:

- Griglia aspirazione aria**
- Ingresso a flangia sul canale**
- Griglia antivolatile sul canale**
- Tronco conico**
- Giunto antivibrante x2**

TIPO DI CALCOLO RETE DI MANDATA

Tipologia di calcolo	a perdita di carico costante		
Perdita di carico lineare di progetto	(Δp_{lin})	2	Pa/m
Velocità massima		10,0	m/s

ELENCO IMPIANTI

Descrizione impianto	Tipologia impianto
<i>Barriere d'aria emergenza</i>	

PERCORSI E TRATTI

Nodo iniziale	Nodo finale	Portata [m ³ /h]	Lungh. [m]	Diam. [mm]	Base [mm]	Altezza [mm]	Accidentalità - descrizione	Coeff c	Coeff C agg.
1	2	19500,00	20,64	-	1100	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
2	3	19500,00	8,93	-	1100	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$ CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54 0,54	0,00
3	4	19500,00	6,49	-	1100	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$ CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54 0,54	0,00
4	5	19500,00	3,55	-	1100	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
5	6	19500,00	6,55	-	1100	500			0,00
6	7	19500,00	6,55	-	1100	500			0,00
7	8	19500,00	11,82	-	1100	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$ CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$ CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54 0,54 0,54	0,00
8	9	3750,00	12,95	-	500	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$ SR5-14 Divergenza a T 180° arrotondata - Rettangolare - Mandata - (Qb1=Qb2=0,5Qc - Wb1=Wb2 - r/Wc=1,5) - Ab/Ac = 0,5	0,54 0,30	0,00
8	10	15750,00	25,97	-	900	500	SR5-14 Divergenza a T 180° arrotondata - Rettangolare - Mandata - (Qb1=Qb2=0,5Qc - Wb1=Wb2 - r/Wc=1,5) - Ab/Ac = 1	1,00	0,00
10	11	7500,00	1,02	-	600	500	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,6 -	0,38	0,00

RISULTATI CANALI

Nodo iniziale	Nodo finale	Quota finale [m]	Lungh. [m]	Diam. [mm]	Base [mm]	Altezza [mm]	Spess. [mm]	Portata [m³/h]	Velocità [m/s]	ΔP tratto [Pa]	ΔP Nodo [Pa]	Bocch.
1	2	-8,25	20,64	-	1100	500	1	19500,00	9,85	58	58	no
2	3	-8,25	8,93	-	1100	500	1	19500,00	9,85	74	132	no
3	4	-8,25	6,49	-	1100	500	1	19500,00	9,85	71	203	no
4	5	-8,25 / -11,8	3,55	-	1100	500	1	19500,00	9,85	36	239	no
5	6	-11,8 / -18,35	6,55	-	1100	500	1	19500,00	9,85	8	247	no
6	7	-18,35 / -24,9	6,55	-	1100	500	1	19500,00	9,85	8	255	no
7	8	-24,9	11,82	-	1100	500	1	19500,00	9,85	109	364	no
8	9	-24,9	12,95	-	500	400	0,8	3750,00	5,21	122	487	si
8	10	-24,9	25,97	-	900	500	1	15750,00	9,72	91	456	no
10	11	-24,9	1,02	-	600	500	0,8	7500,00	6,94	112	568	si
10	12	-24,9	1,07	-	600	500	0,8	8250,00	7,64	36	492	no
12	13	-24,9	10,97	-	600	500	0,8	8250,00	7,64	11	503	no
13	14	-24,9	1,02	-	600	500	0,8	8250,00	7,64	120	623	si

RISULTATI BOCCHETTE

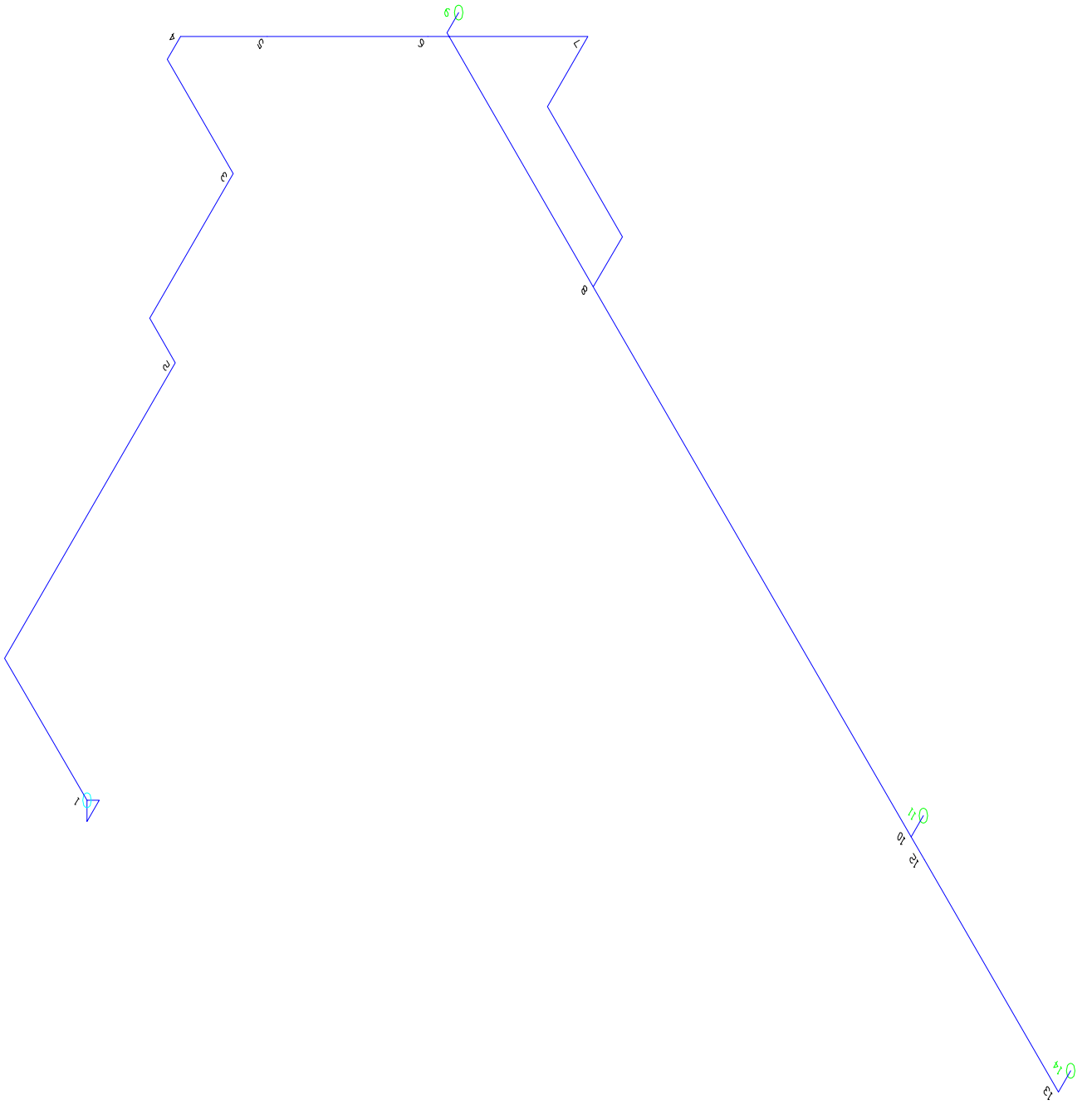
Marca e Modello	Descrizione	Locale	Nodo	Quota. [m]	Attacco [mm]	Portata nomin. [m ³ /h]	Portata calc. [m ³ /h]	Δp nomin. [Pa]	Δp calc. [Pa]	Dp serr. [Pa]	Dp Nodo [Pa]
Generico - Barriere d'aria emergenza	Barriera d'aria Tipo 7	Locale banchina	9	-24,9	250	3750,00	3750,00	100	100	0	487
GENERICO - barriere d'aria	Barriera d'aria tipo 7	Locale banchina	11	-24,9	0	7500,00	7500,00	100	100	0	568
Generico - Barriere d'aria emergenza	Barriera d'aria Tipo 3	Locale banchina	14	-24,9	250	8250,00	8250,00	100	100	0	623

CALCOLO PRESSIONI

Nodi	Port. [m ³ /h]	Lung. [m]	Dim. [mm]	Somma coeff. ξ	Vel. [m/s]	Rug. [mm]	Δp_1 [Pa/m]	Δp lin. [Pa]	Δp accid. [Pa]	Δp boc. [Pa]	Δp tir. [Pa]	Δp serr. [Pa]	Δp tratto [Pa]	Δp Nodo [Pa]	Boc.
1-2	19500,00	20,64	1100x500	0,54	9,8	0,09	1,26	26	31	0	0	0	58	58	NO
2-3	19500,00	8,93	1100x500	1,08	9,8	0,09	1,26	11	63	0	0	0	74	132	NO
3-4	19500,00	6,49	1100x500	1,08	9,8	0,09	1,26	8	63	0	0	0	71	203	NO
4-5	19500,00	3,55	1100x500	0,54	9,8	0,09	1,26	4	31	0	0	0	36	239	NO
5-6	19500,00	6,55	1100x500	0,00	9,8	0,09	1,26	8	0	0	0	0	8	247	NO
6-7	19500,00	6,55	1100x500	0,00	9,8	0,09	1,26	8	0	0	0	0	8	255	NO
7-8	19500,00	11,82	1100x500	1,62	9,8	0,09	1,26	15	94	0	0	0	109	364	NO
8-9	3750,00	12,95	500x400	0,84	5,2	0,09	0,65	8	14	100	0	0	122	487	SI
8-10	15750,00	25,97	900x500	1,00	9,7	0,09	1,34	35	57	0	0	0	91	456	NO
10-11	7500,00	1,02	600x500	0,38	6,9	0,09	0,87	1	11	100	0	0	112	568	SI
10-12	8250,00	1,07	600x500	1,00	7,6	0,09	1,04	1	35	0	0	0	36	492	NO
12-13	8250,00	10,97	600x500	0,00	7,6	0,09	1,04	11	0	0	0	0	11	503	NO
13-14	8250,00	1,02	600x500	0,54	7,6	0,09	1,04	1	19	100	0	0	120	623	SI

DATI RETE

Pressione totale netta	623	Pa
Coeff. di sicurezza	1,1	
Perdita di carico aggiuntiva	100	Pa
Pressione totale di calcolo	786	Pa
Portata totale rete	19500	m ³ /h
Perdita di calore totale	0	W
Somma perdite d'aria	48,63	m ³ /h
Somma entrate d'aria	0,00	m ³ /h



Allegato D – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatori a servizio dei filtri a prova di fumo (VPF)

DIMENSIONAMENTO CANALI ARIA

Relazione di calcolo

EDIFICIO ***Stazione MTL2 Porta Nuova (SPN)***

INDIRIZZO

DESCRIZIONE ***Impianto pressurizzazione filtri***

COMMITTENTE ***INFRA.TO***

INDIRIZZO

Rif. ***SPN - Pressurizzazione filtri. E21***

Software di calcolo EDILCLIMA – EC721 versione 3.20.37

DATI GENERALI

Determinazione portate	manuale
Nome file calcolo portate	-
Tipologia rete	rete di mandata
Numero impianti	1

DATI DI CALCOLO

Temperatura aria mandata	(T _m)	20	°C
Temperatura aria ambiente	(T _a)	20	°C
Coefficiente sicurezza	(C _s)	1,1	
Classe perdita aria		D	
Perdita di carico aggiuntiva	(Δp)	130	Pa

dovuta a:

- Ingresso a flangia su canale**
- Griglia antivolatile sul canale**
- Giunto flessibile x 2**
- Serranda di non ritorno circolare**
- Allargamento brusco**

TIPO DI CALCOLO RETE DI MANDATA

Tipologia di calcolo	a perdita di carico costante		
Perdita di carico lineare di progetto	(Δp _{lin})	2	Pa/m
Velocità massima		15,0	m/s

ELENCO IMPIANTI

Descrizione impianto	Tipologia impianto
<i>pressurizzazione filtri</i>	

PERCORSI E TRATTI

Nodo iniziale	Nodo finale	Portata [m ³ /h]	Lungh. [m]	Diam. [mm]	Base [mm]	Altezza [mm]	Accidentalità - descrizione	Coeff c	Coeff C_{agg.}
1	2	27400,00	7,27	-	1200	600			0,00
2	3	27400,00	1,84	-	1200	600	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
3	4	27400,00	2,33	-	1200	400			0,00
4	5	27400,00	11,31	-	1200	600			0,00
5	6	27400,00	2,61	-	1200	400			0,00
6	7	27400,00	2,13	-	1200	600			0,00
7	8	27400,00	2,63	-	1000	1000	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
8	9	27400,00	1,23	-	1000	1000	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
9	10	27400,00	0,40	800	-	-			0,00
10	11	27400,00	0,38	800	-	-			0,00
11	12	27400,00	1,76	-	2000	400			0,00
12	14	20550,00	6,34	-	2000	400	SR5-14 Divergenza a T 180° arrotondata - Rettangolare - Mandata - ($Qb1=Qb2=0,5Qc$ - $Wb1=Wb2 - r/Wc=1,5$) - $Ab/Ac = 1$	1,00	0,00
14	16	13700,00	5,85	-	2000	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,7$ ($Dc > 250$ mm)	0,88	0,00
16	18	6850,00	5,85	-	2000	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,5$ ($Dc > 250$ mm)	3,08	0,00
18	19	6850,00	0,25	-	800	2000	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
16	17	6850,00	0,25	-	800	2000	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,5$	2,35	0,00
14	15	6850,00	0,25	-	800	2000	ED5-03 Giunzione Circolare angolata -	1,76	0,00

12	13	6850,00	0,25	-	800	2000	Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,3$	1,00	0,00
							SR5-14 Divergenza a T 180° arrotondata - Rettangolare - Mandata - ($Qb1=Qb2=0,5Qc$ - $Wb1=Wb2$ - $r/Wc=1,5$) - $Ab/Ac = 1$		

RISULTATI CANALI

<u>Nodo iniziale</u>	<u>Nodo finale</u>	<u>Quota finale</u> [m]	<u>Lungh.</u> [m]	<u>Diam.</u> [mm]	<u>Base</u> [mm]	<u>Altezza</u> [mm]	<u>Spess.</u> [mm]	<u>Portata</u> [m ³ /h]	<u>Velocità</u> [m/s]	<u>ΔP tratto</u> [Pa]	<u>ΔP Nodo</u> [Pa]	<u>Bocch.</u>
1	2	-4,12	7,27	-	1200	600	1	27400,00	10,57	9	9	no
2	3	-4,12	1,84	-	1200	600	1	27400,00	10,57	39	48	no
3	4	-4,12	2,33	-	1200	400	1	27400,00	15,86	9	57	no
4	5	-4,12	11,31	-	1200	600	1	27400,00	10,57	14	71	no
5	6	-4,12	2,61	-	1200	400	1	27400,00	15,86	10	82	no
6	7	-4,12	2,13	-	1200	600	1	27400,00	10,57	3	84	no
7	8	-4,12	2,63	-	1000	1000	1	27400,00	7,61	20	104	no
8	9	-4,12	1,23	-	1000	1000	1	27400,00	7,61	19	124	no
9	10	-4,12	0,4	800	-	-	1	27400,00	15,14	1	125	no
10	11	-4,12	0,38	800	-	-	1	27400,00	15,14	1	126	no
11	12	-4,12	1,76	-	2000	400	1,2	27400,00	9,51	2	128	no
12	14	-4,12 / - 10,46	6,34	-	2000	400	1,2	20550,00	7,14	35	163	no
14	16	-10,46 / -16,31	5,85	-	2000	400	1,2	13700,00	4,76	14	177	no
16	18	-16,31 / -22,16	5,85	-	2000	400	1,2	6850,00	2,38	11	188	no
18	19	-22,16	0,25	-	800	2000	1,2	6850,00	1,19	17	205	si
16	17	-16,31	0,25	-	800	2000	1,2	6850,00	1,19	18	196	si
14	15	-10,46	0,25	-	800	2000	1,2	6850,00	1,19	18	181	si

12	13	-4,12	0,25	-	800	2000	1,2	6850,00	1,19	17	145	si
----	----	-------	------	---	-----	------	-----	---------	------	----	-----	----

RISULTATI BOCCHETTE

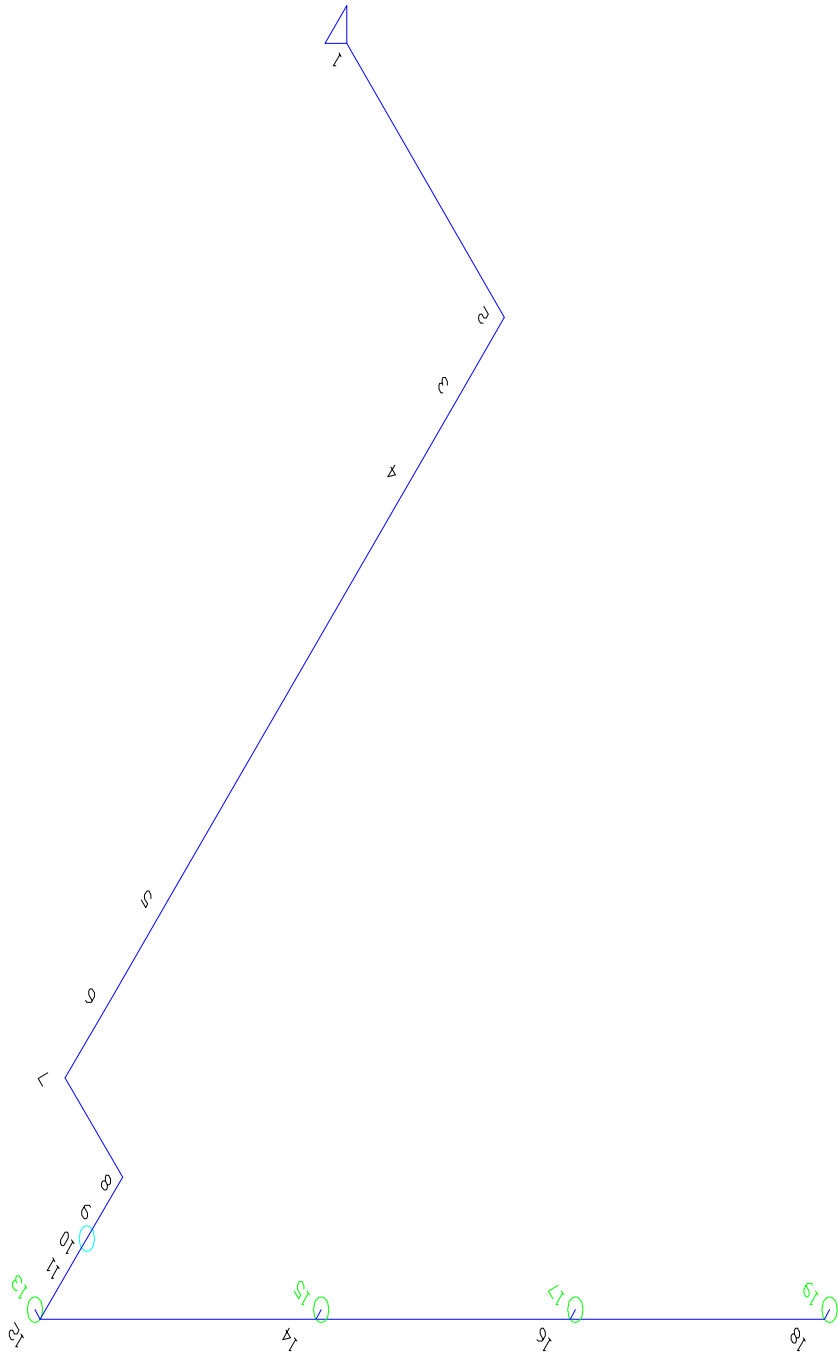
Marca e Modello	Descrizione	Locale	Nodo	Quota. [m]	Attacco [mm]	Portata nomin. [m³/h]	Portata calc. [m³/h]	Δp nomin. [Pa]	Δp calc. [Pa]	Dp serr. [Pa]	Dp Nodo [Pa]
F.C.R. - GVA100	2000 x 800 - Griglia di aspirazione passo 100 mm	Locale secondo mezzanino	19	-22,16	2000x800	14440,00	6850,00	72	16	0	205
F.C.R. - GVA100	2000 x 800 - Griglia di aspirazione passo 100 mm	Locale secondo mezzanino	17	-16,31	2000x800	14440,00	6850,00	72	16	0	196
F.C.R. - GVA100	2000 x 800 - Griglia di aspirazione passo 100 mm	Locale primo mezzanino	15	-10,46	2000x800	14440,00	6850,00	72	16	0	181
F.C.R. - GVA100	2000 x 800 - Griglia di aspirazione passo 100 mm	Locale atrio	13	-4,12	2000x800	14440,00	6850,00	72	16	0	145

CALCOLO PRESSIONI

Nodi	Port. [m ³ /h]	Lung. [m]	Dim. [mm]	Somma coeff. ξ	Vel. [m/s]	Ruq. [mm]	Δp_1 [Pa/m]	Δp lin. [Pa]	Δp accid. [Pa]	Δp boc. [Pa]	Δp tir. [Pa]	Δp serr. [Pa]	Δp tratto [Pa]	Δp Nodo [Pa]	Boc.
1-2	27400,00	7,27	1200x600	0,00	10,6	0,15	1,27	9	0	0	0	0	9	9	NO
2-3	27400,00	1,84	1200x600	0,54	10,6	0,15	1,27	2	36	0	0	0	39	48	NO
3-4	27400,00	2,33	1200x400	0,00	15,9	0,15	3,92	9	0	0	0	0	9	57	NO
4-5	27400,00	11,31	1200x600	0,00	10,6	0,15	1,27	14	0	0	0	0	14	71	NO
5-6	27400,00	2,61	1200x400	0,00	15,9	0,15	3,92	10	0	0	0	0	10	82	NO
6-7	27400,00	2,13	1200x600	0,00	10,6	0,15	1,27	3	0	0	0	0	3	84	NO
7-8	27400,00	2,63	1000x1000	0,54	7,6	0,15	0,52	1	19	0	0	0	20	104	NO
8-9	27400,00	1,23	1000x1000	0,54	7,6	0,15	0,52	1	19	0	0	0	19	124	NO
9-10	27400,00	0,40	800	0,00	15,1	0,15	2,54	1	0	0	0	0	1	125	NO
10-11	27400,00	0,38	800	0,00	15,1	0,15	2,54	1	0	0	0	0	1	126	NO
11-12	27400,00	1,76	2000x400	0,00	9,5	0,15	1,29	2	0	0	0	0	2	128	NO
12-14	20550,00	6,34	2000x400	1,00	7,1	0,15	0,75	5	31	0	0	0	35	163	NO
14-16	13700,00	5,85	2000x400	0,88	4,8	0,15	0,35	2	12	0	0	0	14	177	NO
16-18	6850,00	5,85	2000x400	3,08	2,4	0,15	0,10	1	10	0	0	0	11	188	NO
18-	6850,00	0,25	800x2000	0,54	1,2	0,15	0,01	0	0	16	0	0	17	205	SI

DATI RETE

Pressione totale netta	205	Pa
Coeff. di sicurezza	1,1	
Perdita di carico aggiuntiva	130	Pa
Pressione totale di calcolo	356	Pa
Portata totale rete	27400	m ³ /h
Perdita di calore totale	0	W
Somma perdite d'aria	9,30	m ³ /h
Somma entrate d'aria	0,37	m ³ /h



Allegato E – Selezione silenziatori ventilatori di centrale

Stazione	Codifica	Classe Acustica	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	N. fan installati	Mandata		Estrazione		Tipo Ventilatore			Silenziatori			Griglia		
						Q [m ³ /s]	Press. tot [Pa]	Q [m ³ /s]	Press. tot [Pa]	Tipo	Rpm	Portata [m ³ /s]	Pressione totale [Pa]	Tipo	Base [mm]		Altezza [mm]	Lunghezza [mm]
Stazione Porta Nuova	SPN	III	55	45	4	36,64	1600	36,67	1800	3	1475	36,6	1800	3	4.200	3.500	3.000	4,3 x 5,8

Stazione	Codifica	Curve	Max Velocità			Velocità ridotta calcolata notturna			Velocità ridotta calcolata diurna				
			Risultante L _w dB(A)	ΔP sil. [Pa]	Risultante L _p dB(A) [@3m]	Rpm	m ³ /s	Risultante L _p dB(A) [@3m]	ΔP sil. [Pa]	Rpm	m ³ /s	Risultante L _p dB(A) [@3m]	ΔP sil. [Pa]
Stazione Porta Nuova	SPN	Minimo per Stazione	74	74	65	600	14,9	45	12	950	23,6	55	31