

**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 1: Rebaudengo - Bologna**


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 REBAUDENGO IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA RELAZIONE TECNICA E CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO												
		ELABORATO					REV.		SCALA	DATA				
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A1	D	IVE	SRB	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 1</td> <td>CARTELLA</td> <td>12.2.1</td> <td>2</td> <td>MTL2T1A1D</td> <td>IVESRBR002</td> </tr> </table>						LOTTO 1	CARTELLA	12.2.1	2	MTL2T1A1D	IVESRBR002	<p align="center">STAZIONE APPALTANTE</p> <p align="center">DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio</p> <p align="center">RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro</p>						
LOTTO 1	CARTELLA	12.2.1	2	MTL2T1A1D	IVESRBR002													

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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	9
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	11
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 REBAUDENGO	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	16
4.3	COMPONENTI E LORO FUNZIONI	17
4.4	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA LOCALI TECNICI DI SISTEMA (LTS)	19
4.5	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA BARRIERE D'ARIA	19
4.6	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA A SERVIZIO DEI FILTRI A PROVA DI FUMO (PRESSURIZZAZIONE FILTRI)	20
4.7	FUNZIONAMENTO	21
4.7.1	INCENDIO A BORDO TRENO IN STAZIONE - SCENARIO 1 A	21
4.7.2	INCENDIO IN ATRIO - SCENARIO 5	22

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

4.7.3	INCENDIO NEI LOCALI TECNICI - SCENARIO 4	22
4.7.4	FUNZIONAMENTO IN FREE-COOLING	23
4.8	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	23
4.9	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CANALI	23
5.	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA	24
<hr/>		
5.1	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	24
5.1.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	24
5.1.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	25
5.2	IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE LOCALI NON DI SISTEMA	26
5.2.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	26
5.3	IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE LOCALI DI SISTEMA	28
5.3.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	28
5.3.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	29
5.4	IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE A SERVIZIO DELLE BARRIERE D'ARIA	29
5.4.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	29
5.4.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	31
5.5	IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE A SERVIZIO DEI FILTRI A PROVA DI FUMO (PRESSURIZZAZIONE BY-PASS)	31
5.5.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	31
5.5.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	31
6.	RISULTATI DEI CALCOLI E SELEZIONE DEI VENTILATORI	33
<hr/>		
6.1	VENTILATORI EMERGENZA DI STAZIONE	33
6.2	VENTILATORE EMERGENZA LOCALI DI SISTEMA	33
6.3	VENTILATORI EMERGENZA BARRIERE D'ARIA	34
6.4	VENTILATORI EMERGENZA PRESSURIZZAZIONE FILTRI A PROVA DI FUMO	34
7.	ALLEGATI	35

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 funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Denominazioni ed abbreviazioni	8
Tabella 2. Portate d'aria scenario incendio a bordo treno – dim. terminali aeraulici	24
Tabella 3. Portate d'aria scenario incendio in atrio – dim. terminali aeraulici	25
Tabella 4. Portate d'aria di emergenza locali tecnici non di sistema – dim. terminali aeraulici	27
Tabella 5. Portate d'aria di emergenza locali tecnici di sistema – dim. terminali aeraulici	28
Tabella 6. Portate d'aria di emergenza barriere d'aria di stazione	30
Tabella 7. Portate per circuito di emergenza a servizio barriere d'aria di stazione	30
Tabella 8. Portate ventilatori emergenza a servizio barriere d'aria di stazione	30

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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;
- 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

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

KEY PLAN

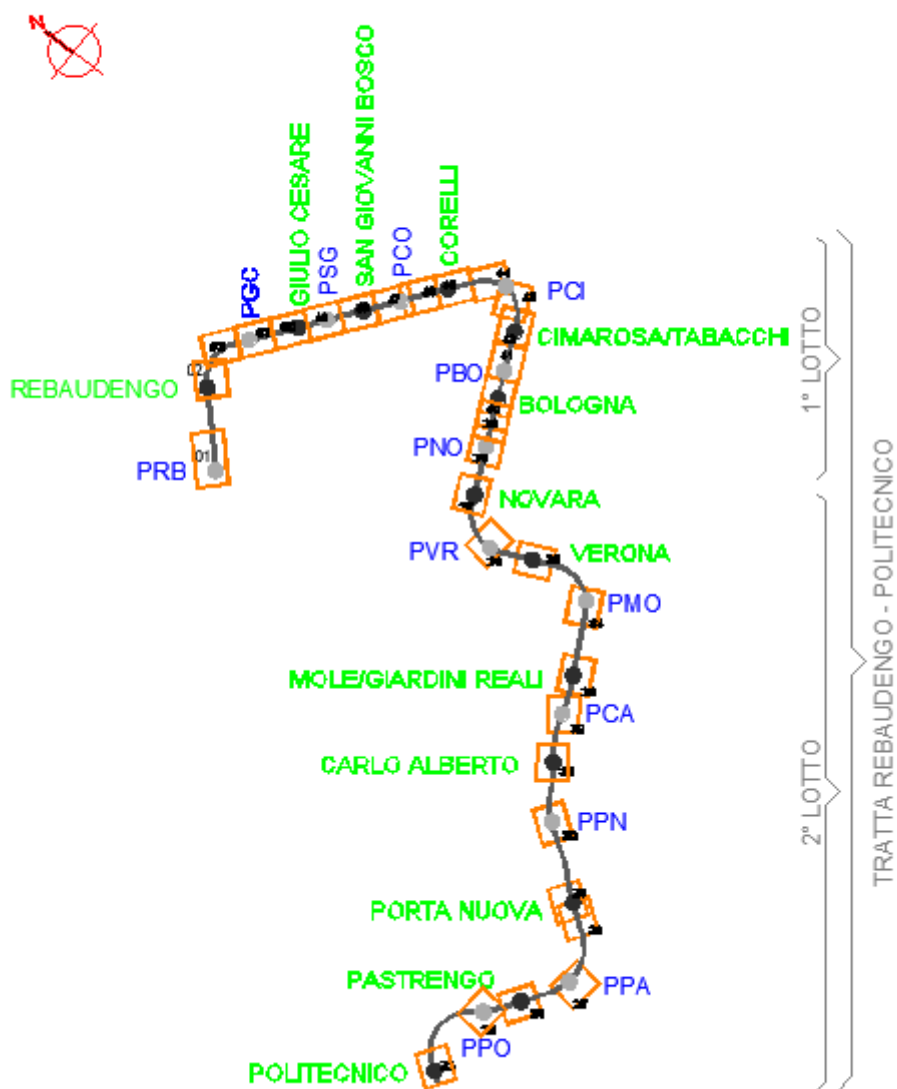




Figura 1. Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico – Rebaudengo

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 Rebaudengo della Metropolitana di Torino Linea 2.

Tale stazione è una stazione a due livelli interrati.

La stazione è dunque costituita da un piano atrio, al primo livello interrato, da un piano banchine, al secondo 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.

Alle banchine, attraversati i tornelli posti al piano atrio, si accede attraverso scale fisse, scale mobili ed ascensori.

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.


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 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

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 dei due 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 aeraulica di emergenza di stazione;
- 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 macchina 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.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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.

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 solo le seguenti:

- una sovrappressione a porte chiuse di almeno 50 Pa;
- una velocità attraverso le porte aperte della camera filtro di almeno 1 m/s.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

Tutti 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 funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

4. IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA – STAZIONE REBAUDENGO

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 Rebaudengo (SRB).

La Stazione Rebaudengo è una stazione a due livelli interrati, composta da:

- Livello atrio (piano -1);
- Livello banchina (piano -2).


A tali livelli è previsto l'accesso sia al personale tecnico e di gestione della stazione che agli utenti che utilizzeranno l'infrastruttura.

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 Rebaudengo 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 il piano banchine (scale, scale mobili ed ascensori);
- locali tecnici non di sistema (quali ad es. locale gestore emettitrici, locali quadri atrio, locale sorveglianza, locali UPS 1 e 2, locale QNB; locale soccorritori, etc.);
- locali tecnici di sistema (quali ad es. cabina 1 e 2 MT/BT, locali UPS 1 e 2, locale segnalamento/telecomunicazioni/telecomando, locale QGBT1, locale QGBT2, 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 ove sono disposti il recuperatore di calore (RC) ed il ventilatore di emergenza (SEF) a servizio dei locali tecnici di sistema;
- centrale antincendio;
- n. 2 zone filtro fronte ascensori.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

Livello Banchine


- zona di accesso alla banchina dal piano atrio (scale, scale mobili ed ascensori);
- zona di collegamento con la Stazione ferroviaria Rebaudengo;
- zona banchine via 1 e via 2;
- zona di passaggio degli utenti per l'accesso ai treni;
- locali tecnici non di sistema (quali ad. es. locale gestore emettitrici, locale quadri, locali porte banchina 1 e 2, locali cortocircuitazione 1 e 2, etc.);
- locale HVAC 1, ove sono alloggiate le unità di trattamento aria 1 e 3 (UTA), per il condizionamento dell'aria a servizio dell'atrio (UTA 1) e della banchina via 1 (UTA 3);
- locale HVAC 2, ove sono alloggiate le unità di trattamento aria 2 e 4 (UTA), per il condizionamento dell'aria a servizio dell'atrio (UTA 2) e della banchina via 2 (UTA 4);
- n. 2 zone filtro fronte ascensori.

4.2 Architettura del sistema

L'impianto di ventilazione della stazione è costituito da:

- 1) n. 2 Ventilatori assiali (RSF-201-03001 e RSF-201-03002) 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. 3 Ventilatori assiali (VBA-201-04001, VBA-201-04002 e VBA-201-04003) 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 Ventilatori assiali (VPF-201-09001 e VPF-201-09002) di immissione aria per i filtri a prova di fumo atrio e banchine;
- 7) N. 1 Ventilatore assiale (SEF-201-00001) 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.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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, 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 al piano atrio; essi sono connessi ai corrispondenti vani esterni dedicati per la presa o l'espulsione dell'aria/fumi. Essi sono ubicati esclusivamente al piano atrio e connessi alle banchine ed ai relativi locali tecnici delle banchine 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);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

- 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.

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 due ventilatori di emergenza di stazione (RSF); l'aria di riscontro viene immessa tramite il secondo ventilatore di emergenza di stazione.

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 e delle banchine, tramite serrande di controllo fumi.

E' previsto un impianto di climatizzazione, o per meglio dire di mitigazione dell'aria a servizio del locale atrio 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 banchina. Le UTA 1 e 2, a servizio dell'atrio, sono in totale riserva l'una all'altra; l'UTA 3 serve il piano banchina della via 1 e l'UTA 4 serve il piano banchina della 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 aerulico 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 aeruliche 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 incendio in atrio).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 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 atrio 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.

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 aerea (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 aereali 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.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 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 la porta aperta del filtro 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.

I filtri afferenti ad un blocco ascensori sono serviti da un ventilatore 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.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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/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.

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 due ventilatori di emergenza di stazione (RSF) in estrazione; l'aria di riscontro viene richiamata dall'esterno tramite le zone di accesso alla stazione.

Il secondo ventilatore, in questo scenario risulta di riserva; pertanto, in caso di avaria ad uno dei due ventilatori di emergenza di stazione (RSF), l'altro provvede a fornire la portata massima prevista da questo scenario di incendio.

I ventilatori sono comandati da inverter.

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

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

4.7.2 Incendio in atrio - scenario 5

In caso di incendio in atrio, uno dei due ventilatori di emergenza di stazione (RSF) viene avviato per estrarre i fumi dell'incendio generatosi in atrio.

Il secondo ventilatore di emergenza di stazione (RSF) viene attivato in immissione al piano banchina.

Per questo scenario di incendio, nel caso di funzionamento degradato, ovvero nel caso di avaria di uno dei due ventilatori di emergenza di stazione, il ventilatore ancora funzionante verrà avviato in estrazione al piano atrio, ove si è verificato l'incendio. L'aria di riscontro viene richiamata dall'esterno tramite le zone di accesso alla stazione.

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 due ventilatori di emergenza di stazione (RSF); l'aria di riscontro viene immessa tramite il 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.

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.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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.

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 e 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 dalla banchina 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 IV a cui la stazione Rebaudengo 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 = 99.000 m³/h (pari alla portata massima del ventilatore)
- Portata in funzionamento notturno = 65.520 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 funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 – dim. terminali aerulici

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	/	/	/	/	/	/
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	/	86.400	

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.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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

		Valori da simulazioni CFD		Valori assunti in progetto		
Piano	Tipologia attivazione ventilatore	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	Estrazione	/	97.000	/	99.000	n. 44 825x225
Banchina alta via 1	Immissione	43.200	/	43.200	/	n.24 825x125
Banchina alta via 2	Immissione	43.200	/	43.200	/	n. 24 825x125
Q totale		86.400	97.000	86.400	99.000	

Nel caso di funzionamento degradato, ovvero nel caso di avaria di uno dei due ventilatori di emergenza di stazione, il ventilatore ancora funzionante verrà avviato in estrazione al piano ove si verifica l'incendio.

In particolare, per la presente stazione, stante i risultati delle simulazioni fluidodinamiche, il caso degradato di potrà verificare solo ed esclusivamente nello scenario di incendio al piano atrio. In tal caso il ventilatore rimasto attivo verrà avviato in estrazione a livello atrio, mentre non verrà immessa aria a livello banchina.

L'aria di riscontro sarà richiamata dalle scale e dai varchi di collegamento che l'atrio presenta verso l'esterno e verso il piano banchina della stazione.

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:

Δp_{tot} = perdita di pressione totale [Pa]

Δp_d = perdita di pressione distribuita [Pa]

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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.

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 due ventilatori di emergenza di stazione (RSF); l'aria di riscontro viene immessa tramite il secondo ventilatore di emergenza di stazione.

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.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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.

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						
31	Locale gestore emettitrici	35,8	10	400	425x125	425x125
38	QV1	47,6	10	500	525x125	525x125
27	Locale quadri atrio	32,7	10	350	325x125	325x125
25	Locale sorveglianza	43,4	10	450	425x125	425x125
24	Spogliatoio	38,7	10	400	425x125	425x125
22	SOC	57,0	10	600	525x125	525x125
23	UPS 1	57,0	10	600	525x125	525x125
18	Locale QNB	56,5	10	600	525x125	525x125
21	UPS 2	56,5	10	600	525x125	525x125
20	Centrale antincendio	155,1	10	1.600	825x225	825x225
19	Locale quadri SCADA/Quadri (QST-LTE, QSR-LTE, QUVAV-S, QLTE	105,3	10	1.100	525x225	525x225
40	QV2	51,0	10	550	525x125	525x125
29	Corridoio LTE	379,1	10	3.800	n.2 825x225	n.2 825x225
Banchina Via 1						
77	Locale gestore emettitrici	142,6	10	1.450	825x225	825x225
54	Locale quadri	64,8	10	650	525x125	525x125
66	Locale porte banchina 1	142,6	10	1.450	825x225	825x225
59	Sezionatore cortocircuitazione via 1	96,7	10	1.000	525x225	525x225
Banchina Via 2						
43	Sezionatore cortocircuitazione via 2	142,7	10	1.450	825x225	825x225
51	Locale porte di banchina 2	101,0	10	1.050	525x225	525x225
	Totale			18.600		

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

N. locale	Denominazione	Dimensione griglia ripresa [mm]
88	Locale sottobanchina via 1 (#)	n.6 325x125
90	Locale sottobanchina via 2 (#)	n.6 325x125
63	Zona Banchina via 1 (##)	n.4 525x125
64	Zona Banchina via 2 (##)	n.4 455x125

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

I locali banchina immissione livello alto (solo HVAC)

N. locale	Denominazione	Dimensione griglia mandata [mm]
63	Zona Banchina via 1 (###)	n.8 425x125
64	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 atrio, 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.

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

N. locale	Denominazione	Volume [m ³]	Ricambi emergenza [Vol/h]	Portata emergenza [m ³ /h]	Dimensione griglia mandata [mm]	Dimensione griglia ripresa [mm]
1	Cabina 1 MT/BT	206,6	10	2.100	n.2 525x225	n.2 525x225
5	UPS 1	54,6	10	550	525x125	525x125
4	UPS 2	54,6	10	550	525x125	525x125
3	Cabina 2 MT/BT	352,3	10	3.550	n.2 825x225	n.2 825x225
8	Corridoio LTS	726,3	10	7.300	n.6 625x225	n.6 625x225
10	Segnalamento/telecomunicazioni/tel ecomando	697,4	10	7.000	n.5 825x225	n.5 825x225
9	Locale water mist	160,7	10	1.650	825x225	825x225
7	SSE	522,8	10	5.250	n.4 825x225	n.4 825x225
41	QGBT 1	146,2	10	1.500	n.2 425x225	n.2 425x225
42	QGBT 2	129,0	10	1.300	n.2 525x125	n.2 525x125
39	Quadri atrio	92,6	10	950	525x225	525x225

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 7.300 m³/h ed è riferita al locale corridoio 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'Allagato B, della presente relazione.

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 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 aeralico: 3 cm per velocità compresa fra 18,5÷20 m/s

3,5 cm per velocità >12 m/s

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

Nella stazione SRB 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/lama aria [m ³ /h]	Q barriera/lama aria [m ³ /h]
Varchi tipo 4	3,5	2,6	1.500	5.250
Varchi tipo 6	4,5	2,6	1.500	6.750

Sono previsti n. 3 circuiti sottesi a n. 3 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 varco [m ³ /h*ml]	Q circuito [m ³ /h]
1 (sotteso al ventilatore VBA-201-04001)	Varco tipo 4	1	1.500	5.250
	Varco tipo 6	1	1.500	6.750
			Q totale circuito	12.000
2 (sotteso al ventilatore VBA-201-04002)	Varco tipo 4	1	1.500	5.250
	Varco tipo 6	1	1.500	6.750
			Q totale circuito	12.000
3 (sotteso al ventilatore VBA-201-04003)	Varco tipo 4	2	1.500	10.500
	Varco tipo 6	2	1.500	13.500
			Q totale circuito	24.000

I tre circuiti sopra indicati sono stati dimensionati secondo le seguenti modalità:

- i ventilatori VBA-201-04001 e VBA-201-04002 funzionano uno di riserva all'altro, a mezzo di canale di by-pass, per consentire di alimentare le barriere d'aria con aria fresca dal lato in cui non vi è la fuoriuscita dei fumi derivanti dall'incendio.
- Il ventilatore VBA-201-04003 ha la presa dell'aria che non presenta la possibilità di presenza fumi; pertanto, alimenta il circuito ad esso sotteso senza necessità di by-pass.

Quindi nella stazione SRB sono previsti n. 3 ventilatori aventi le seguenti portate.

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

Ventilatore	Portata [m ³ /h]
VBA-201-04001	24.000
VBA-201-04002	24.000
VBA-201-04003	24.000

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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'Allegato 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 SRB, le portate massime che gli impianti devono elaborare, corrispondono al funzionamento a porte aperte.

La portata massima di calcolo Q_{VPF} che deve elaborare il ventilatore 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 delle porte [m²]

n_p = numero porte aperte [/]

v_p = velocità attraverso le porte [m/s]


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; la porta ha una dimensione di 2x0,9x2,1 m (N ante x L x H).

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


$$Q_{VPF} = [1 \times (2,1 \text{ m} \times 0,9 \times 2 \text{ m}) \times 1 \text{ m/s}] \approx 3,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

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.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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: 99.000 m³/h

Perdita di carico totale del circuito: 1.342 Pa

Caratteristiche dei ventilatori:

N. ventilatori installati: 2

Diametro Ø1600 mm

Portata: 99.000 m³/h

Pressione totale: 1.350 Pa

Potenza nominale motore: 75 kW

6.2 Ventilatore emergenza locali di sistema

Valori calcolati

Portata: 7.300 m³/h

Perdita di carico totale del circuito: 402 Pa

Caratteristiche del ventilatore:


N. ventilatori installati: 1

Diametro Ø450 mm

Portata: 7.300 m³/s

Pressione totale: 450 Pa

Potenza nominale motore: 2,2 kW

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

6.3 Ventilatori emergenza barriere d'aria

Valori calcolati

Portata: 24.000 m³/h

Perdita di carico totale del circuito: 660 Pa

Caratteristiche dei ventilatori:

N. ventilatori installati: 3

Diametro Ø900 mm

Portata: 24.000 m³/h

Pressione totale: 700 Pa

Potenza nominale motore: 11 kW

6.4 Ventilatori emergenza pressurizzazione filtri a prova di fumo

Valori calcolati

Portata: 27.400 m³/h

Perdita di carico totale del circuito: 675 Pa

Caratteristiche dei ventilatori:


N. ventilatori installati: 2

Diametro Ø800 mm

Portata: 27.500 m³/h

Pressione totale: 750 Pa

Potenza nominale motore: 15 kW

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto funzionale 1 Rebaudengo-Bologna
Ventilazione emergenza – Relazione tecnica e di calcolo	MTL2T1A1DIVESRBR002

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 Rebaudengo (SRB)***

INDIRIZZO

DESCRIZIONE ***Scenario incendio in atrio - circuito di ripresa***

COMMITTENTE ***INFRA.TO***

INDIRIZZO

Rif. ***SRB - 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>775</i> Pa

dovuta a:

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

<u>Descrizione impianto</u>	<u>Tipologia impianto</u>
<i>Impianto di estrazione fumi atrio</i>	<i>Controllo fumi e calore</i>

Impianto di estrazione fumi atrio

PERCORSI E TRATTI

<u>Nodo iniziale</u>	<u>Nodo finale</u>	<u>Portata</u> [m ³ /h]	<u>Lungh.</u> [m]	<u>Diam.</u> [mm]	<u>Base</u> [mm]	<u>Altezza</u> [mm]	<u>Accidentalità - descrizione</u>	<u>Coeff c</u>	<u>Coeff C_{agg.}</u>
1	2	99000,00	26,58	-	1800	1200			0,00
2	3	99000,00	1,27	-	1800	1200			0,00
3	4	99000,00	5,50	-	1800	1200	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
4	5	99000,00	0,44	-	1800	1200	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
5	6	58500,00	9,30	-	2000	650	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 0,6$ - $Ab/Ac = 0,6$ - $Qb/Qc > 0,5$	1,05	0,00
6	7	18000,00	11,72	-	1000	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 0,4$ - $Qb/Qc = 0,3$	0,61	0,00
7	8	4500,00	0,66	-	500	300	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - $Ab^1 = Ab^2$ - $Ab^1/Ac = 0,3$ - $Ab^2/Ac = 0,3$ - $Qb^1/Qc = 0,3$	4,11	0,00
8	9	4500,00	2,80	-	500	300			0,00
9	10	2250,00	1,00	-	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,5$	2,35	0,00
9	11	2250,00	2,10	-	500	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,5$ $= 0,5$ ($Dc > 250$ mm)	3,08	0,00
11	12	2250,00	1,00	-	400	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
7	13	13500,00	8,44	-	900	500	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa	1,18	0,00

									- Ab ¹ = Ab ² - Ab ¹ /Ac = 0,7 - Qb ¹ /Qc = 0,7		
13	15	11250,00	2,50	-	900	500	0,39	0,00	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
15	16	2250,00	1,00	-	400	400	-0,32	0,00	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
15	17	9000,00	0,78	-	900	500	0,39	0,00	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
17	18	9000,00	12,11	-	700	400		0,00			0,00
18	19	2250,00	1,00	-	400	400	-0,32	0,00	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
18	20	6750,00	2,58	-	700	400	0,88	0,00	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	2250,00	1,00	-	400	400	0,61	0,00	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc = 0,3	0,61	0,00
20	22	4500,00	0,76	-	700	400	0,88	0,00	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
22	23	4500,00	4,34	-	500	300		0,00			0,00
23	24	2250,00	1,00	-	400	400	2,35	0,00	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qb/Qc = 0,5	2,35	0,00
23	25	2250,00	2,67	-	500	300	3,08	0,00	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
25	26	2250,00	1,00	-	400	400	0,54	0,00	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0.75	0,54	0,00
13	14	2250,00	1,00	-	400	400	-0,32	0,00	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
6	27	40500,00	0,67	-	2000	650	0,88	0,00	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc	0,88	0,00

27	28	2250,00	1,00	-	400	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	0,00
27	29	38250,00	1,80	-	2000	650	650	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
29	30	4500,00	2,50	-	600	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	0,00
30	31	2250,00	2,00	-	600	400	400	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
30	32	2250,00	2,00	-	600	400	400	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
29	33	33750,00	0,76	-	2000	650	650	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
33	34	2250,00	1,00	-	400	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	0,00
33	35	31500,00	0,51	-	2000	650	650	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
35	36	31500,00	7,53	-	1500	600	600			0,00
36	37	2250,00	1,00	-	400	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	0,00
36	38	29250,00	5,83	-	1500	600	600	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,9 (Dc > 250 mm)	0,07	0,00
38	39	4500,00	2,50	-	600	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\theta = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,2	0,39	0,00
39	40	2250,00	2,00	-	600	400	400	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

39	41	2250,00	2,00	-	600	400	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
38	42	24750,00	0,80	-	1500	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
42	43	2250,00	2,00	-	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	0,00
42	44	22500,00	1,87	-	1500	600	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
44	45	22500,00	3,13	-	1200	600			0,00
45	46	4500,00	2,00	-	600	400	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
46	47	2250,00	0,50	-	400	400	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
46	48	2250,00	0,50	-	400	400	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
45	49	18000,00	2,56	-	1200	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
49	50	4500,00	2,50	-	600	400	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
50	51	2250,00	2,00	-	600	400	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
50	52	2250,00	2,00	-	600	400	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
49	53	13500,00	0,53	-	1200	600	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
53	54	13500,00	5,55	-	900	500			0,00

54	55	4500,00	2,00	-	600	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc = 0,3	0,61	0,00
55	56	2250,00	0,50	-	600	400	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
55	57	2250,00	0,50	-	600	400	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
54	58	9000,00	1,86	-	900	500	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
58	59	9000,00	6,56	-	900	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75	0,54	0,00
59	60	2250,00	0,50	-	400	400	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
59	61	6750,00	2,10	-	900	500	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
61	62	2250,00	0,50	-	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc = 0,3	0,61	0,00
61	63	4500,00	0,64	-	900	500	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
63	64	4500,00	2,71	-	600	400			0,00
64	65	2250,00	0,50	-	400	400	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
64	66	2250,00	2,74	-	600	400	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
66	67	2250,00	0,50	-	400	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75	0,54	0,00

5	68	40500,00	11,71	-	1800	650	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,6 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,4 (Dc > 250 mm)	1,66	0,00
68	69	40500,00	4,47	-	2100	600	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75	0,54	0,00
69	70	40500,00	5,32	-	2000	650			0,00
70	71	38250,00	1,98	-	2000	650	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
71	72	4500,00	2,50	-	600	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	0,00
72	73	2250,00	2,00	-	600	400	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
72	74	2250,00	2,00	-	600	400	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
71	75	33750,00	0,76	-	2000	650	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
75	76	31500,00	0,76	-	2000	650	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
76	77	31500,00	7,28	-	1700	600			0,00
77	78	2250,00	1,00	-	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	0,00
77	79	29250,00	5,83	-	1700	600	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
79	80	4500,00	2,50	-	600	400	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
80	81	2250,00	2,00	-	600	400	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

80	82	2250,00	2,00	-	600	400	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
79	83	24750,00	0,80	-	1700	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
83	84	2250,00	2,00	-	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	0,00
83	85	22500,00	2,10	-	1700	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
85	86	22500,00	2,90	-	1300	600			0,00
86	87	4500,00	2,00	-	600	400	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
87	88	2250,00	0,50	-	600	400	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
87	89	2250,00	0,50	-	600	400	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
86	90	18000,00	2,56	-	1300	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
90	91	4500,00	2,50	-	600	400	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
91	92	2250,00	2,00	-	600	400	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
91	93	2250,00	2,00	-	600	400	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
90	94	13500,00	0,34	-	1300	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
94	95	13500,00	5,74	-	1100	600			0,00

95	96	9000,00	0,54	-	1100	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
96	97	9000,00	7,99	-	900	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0,75$	0,54	0,00
97	98	4500,00	1,83	-	600	400	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - $Ab^1 = Ab^2 - Ab^1/Ac = 0,5$ - $Ab^2/Ac = 0,5$ - $Qb^1/Qc = 0,5$	1,56	0,00
98	99	2250,00	0,50	-	600	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,5$	2,35	0,00
98	100	2250,00	2,06	-	600	400	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
100	101	2250,00	0,50	-	600	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0,75$	0,54	0,00
97	102	4500,00	3,15	-	600	400	ED5-04 Confluenza a T 180° - Circolare - Ripresa - $Ab^1 = Ab^2 - Ab^1/Ac = 0,5$ - $Ab^2/Ac = 0,5$ - $Qb^1/Qc = 0,5$	1,56	0,00
102	103	2250,00	0,50	-	600	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,5$	2,35	0,00
102	104	2250,00	2,76	-	600	400	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
104	105	2250,00	0,50	-	600	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0,75$	0,54	0,00
95	106	4500,00	2,00	-	600	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 0,4$ - $Qb/Qc = 0,3$	0,61	0,00
106	107	2250,00	0,50	-	600	400	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
106	108	2250,00	0,50	-	600	400	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
75	109	2250,00	1,00	-	400	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ -	-1,54	0,00

70	110	2250,00	1,00	-	400	400	400	Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\varnothing = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,2 - Qb/Qc = 0,1	-1,54	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	-6	26,58	-	1800	1200	1,2	99000,00	12,73	20	20	no
2	3	-6	1,27	-	1800	1200	1,2	99000,00	12,73	1	21	no
3	4	-6 / -3	5,5	-	1800	1200	1,2	99000,00	12,73	109	130	no
4	5	-3	0,44	-	1800	1200	1,2	99000,00	12,73	0	131	no
5	6	-3	9,3	-	2000	650	1,2	58500,00	12,5	109	240	no
6	7	-3	11,72	-	1000	600	1	18000,00	8,33	36	276	no
7	8	-3	0,66	-	500	300	0,8	4500,00	8,33	173	448	no
8	9	-3	2,8	-	500	300	0,8	4500,00	8,33	6	454	no
9	10	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	45	499	si
9	11	-3	2,1	-	500	300	0,8	2250,00	4,17	33	487	no
11	12	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	28	515	si
7	13	-3	8,44	-	900	500	1	13500,00	8,33	58	334	no
13	15	-3	2,5	-	900	500	1	11250,00	6,94	13	347	no
15	16	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	20	367	si
15	17	-3	0,78	-	900	500	1	9000,00	5,56	8	354	no
17	18	-3	12,11	-	700	400	0,8	9000,00	8,93	19	374	no
18	19	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	20	394	si
18	20	-3	2,58	-	700	400	0,8	6750,00	6,7	26	400	no
20	21	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	29	429	si
20	22	-3	0,76	-	700	400	0,8	4500,00	4,46	11	410	no
22	23	-3	4,34	-	500	300	0,8	4500,00	8,33	9	419	no

23	24	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	45	464	si
23	25	-3	2,67	-	500	300	0,8	2250,00	4,17	34	453	no
25	26	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	28	481	si
13	14	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	20	354	si
6	27	-3	0,67	-	2000	650	1,2	40500,00	8,65	40	280	no
27	28	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	9	289	si
27	29	-3	1,8	-	2000	650	1,2	38250,00	8,17	4	284	no
29	30	-3	2,5	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	-24	260	no
30	31	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	292	si
30	32	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	292	si
29	33	-3	0,76	-	2000	650	1,2	33750,00	7,21	3	286	no
33	34	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	9	295	si
33	35	-3	0,51	-	2000	650	1,2	31500,00	6,73	2	288	no
35	36	-3	7,53	-	1500	600	1,2	31500,00	9,72	8	296	no
36	37	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	9	305	si
36	38	-3	5,83	-	1500	600	1,2	29250,00	9,03	8	304	no
38	39	-3	2,5	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	8	312	no
39	40	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	344	si
39	41	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	344	si
38	42	-3	0,8	-	1500	600	1,2	24750,00	7,64	14	318	no
42	43	-3	2	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	10	328	si
42	44	-3	1,87	-	1500	600	1,2	22500,00	6,94	3	321	no
44	45	-3	3,13	-	1200	600	1	22500,00	8,68	3	324	no
45	46	-3	2	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	-4	320	no

46	47	-3	0,5	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	42	362	si
46	48	-3	0,5	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	42	362	si
45	49	-3	2,56	-	1200	600	1	18000,00	6,94	13	337	no
49	50	-3	2,5	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	-4	333	no
50	51	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	365	si
50	52	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	365	si
49	53	-3	0,53	-	1200	600	1	13500,00	5,21	14	351	no
53	54	-3	5,55	-	900	500	1	13500,00	8,33	6	357	no
54	55	-3	2	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	11	368	no
55	56	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	400	si
55	57	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	400	si
54	58	-3	1,86	-	900	500	1	9000,00	5,56	17	374	no
58	59	-3	6,56	-	900	500	1	9000,00	5,56	23	398	no
59	60	-3	0,5	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	20	418	si
59	61	-3	2,1	-	900	500	1	6750,00	4,17	10	407	no
61	62	-3	0,5	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	29	436	si
61	63	-3	0,64	-	900	500	1	4500,00	2,78	4	411	no
63	64	-3	2,71	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	2	413	no
64	65	-3	0,5	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	40	453	si
64	66	-3	2,74	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	13	426	no
66	67	-3	0,5	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	28	454	si
5	68	-3	11,71	-	1800	650	1,2	40500,00	9,62	101	231	no
68	69	-3	4,47	-	2100	600	1,5	40500,00	8,93	29	261	no
69	70	-3	5,32	-	2000	650	1,2	40500,00	8,65	4	264	no
70	71	-3	1,98	-	2000	650	1,2	38250,00	8,17	4	268	no
71	72	-3	2,5	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	-24	244	no

72	73	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	276	si
72	74	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	276	si
71	75	-3	0,76	-	2000	650	1,2	33750,00	7,21	3	271	no
75	76	-3	0,76	-	2000	650	1,2	31500,00	6,73	2	273	no
76	77	-3	7,28	-	1700	600	1,2	31500,00	8,58	5	278	no
77	78	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	9	287	si
77	79	-3	5,83	-	1700	600	1,2	29250,00	7,97	6	284	no
79	80	-3	2,5	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	8	291	no
80	81	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	323	si
80	82	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	323	si
79	83	-3	0,8	-	1700	600	1,2	24750,00	6,74	11	295	no
83	84	-3	2	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	10	304	si
83	85	-3	2,1	-	1700	600	1,2	22500,00	6,13	2	297	no
85	86	-3	2,9	-	1300	600	1,2	22500,00	8,01	2	299	no
86	87	-3	2	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	-4	295	no
87	88	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	326	si
87	89	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	326	si
86	90	-3	2,56	-	1300	600	1,2	18000,00	6,41	11	309	no
90	91	-3	2,5	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	-4	306	no
91	92	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	337	si
91	93	-3	2	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	337	si
90	94	-3	0,34	-	1300	600	1,2	13500,00	4,81	12	322	no
94	95	-3	5,74	-	1100	600	1	13500,00	5,68	2	324	no
95	96	-3	0,54	-	1100	600	1	9000,00	3,79	8	331	no

96	97	-3	7,99	-	900	500	1	9000,00	5,56	13	345	no
97	98	-3	1,83	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	26	371	no
98	99	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	33	404	si
98	100	-3	2,06	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	13	384	no
100	101	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	25	409	si
97	102	-3	3,15	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	27	372	no
102	103	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	33	405	si
102	104	-3	2,76	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	13	385	no
104	105	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	25	410	si
95	106	-3	2	-	600	400	0,8	4500,00	5,21	11	335	no
106	107	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	366	si
106	108	-3	0,5	-	600	400	0,8	2250,00	2,6	32	366	si
75	109	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	9	280	si
70	110	-3	1	-	400	400	0,8	2250,00	3,91	9	274	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]
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	10	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	499
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	12	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	515
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	16	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	367
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	19	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	394
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	21	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	429
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	24	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	464
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	26	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	481
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	14	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	354
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	28	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	289
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	31	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	292
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	32	-3	825x225	2250,00	2250,00	23	23	0	292

TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	34	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	295
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	37	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	305
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	40	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	344
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	41	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	344
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	43	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	328
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	47	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	362
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	48	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	362
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	51	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	365
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	52	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	365
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	56	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	400
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	57	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	400
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	60	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	418
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	62	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	436

lineare																							
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	65	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	453										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	67	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	454										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	73	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	276										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	74	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	276										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	78	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	287										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	81	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	323										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	82	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	323										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	84	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	304										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	88	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	326										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	89	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	326										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	92	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	337										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	93	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	337										
TROX - Griglia di ripresa lineare	Griglia di mandata/ripresa	Locale atrio	99	-3	825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	23	0	404										

di ripresa lineare		atrio																	
TROX - Griglia di ripresa lineare	101	Locale atrio							825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	409			
TROX - Griglia di ripresa lineare	103	Locale atrio							825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	405			
TROX - Griglia di ripresa lineare	105	Locale atrio							825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	410			
TROX - Griglia di ripresa lineare	107	Locale atrio							825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	366			
TROX - Griglia di ripresa lineare	108	Locale atrio							825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	366			
TROX - Griglia di ripresa lineare	109	Locale atrio							825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	280			
TROX - Griglia di ripresa lineare	110	Locale atrio							825x225	2250,00	2250,00	2250,00	23	23	0	274			

CALCOLO PRESSIONI

Nodi	Port. [m ³ /h]	Lung. [m]	Dim. [mm]	Somma coeff. Σ	Vel. [m/s]	Rug. [mm]	Δp1 [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	99000,00	26,58	1800x1200	0,00	12,7	0,00	0,76	20	0	0	0	0	20	20	NO
2-3	99000,00	1,27	1800x1200	0,00	12,7	0,00	0,76	1	0	0	0	0	1	21	NO
3-4	99000,00	5,50	1800x1200	1,08	12,7	0,00	0,76	4	105	0	0	0	109	130	NO
4-5	99000,00	0,44	1800x1200	0,00	12,7	0,00	0,76	0	0	0	0	0	0	131	NO
5-6	58500,00	9,30	2000x650	1,05	12,5	0,00	1,15	11	98	0	0	0	109	240	NO
6-7	18000,00	11,72	1000x600	0,61	8,3	0,15	0,87	10	25	0	0	0	36	276	NO
7-8	4500,00	0,66	500x300	4,11	8,3	0,15	2,02	1	171	0	0	0	173	448	NO
8-9	4500,00	2,80	500x300	0,00	8,3	0,15	2,02	6	0	0	0	0	6	454	NO
9-10	2250,00	1,00	400x400	2,35	3,9	0,00	0,41	0	22	23	0	0	45	499	SI
9-11	2250,00	2,10	500x300	3,08	4,2	0,15	0,55	1	32	0	0	0	33	487	NO
11-12	2250,00	1,00	400x400	0,54	3,9	0,00	0,41	0	5	23	0	0	28	515	SI
7-13	13500,00	8,44	900x500	1,18	8,3	0,15	1,05	9	49	0	0	0	58	334	NO
13-15	11250,00	2,50	900x500	0,39	6,9	0,15	0,74	2	11	0	0	0	13	347	NO
15-16	2250,00	1,00	400x400	-0,32	3,9	0,00	0,41	0	-3	23	0	0	20	367	SI
15-17	9000,00	0,78	900x500	0,39	5,6	0,15	0,49	0	7	0	0	0	8	354	NO
17-18	9000,00	12,11	700x400	0,00	8,9	0,15	1,59	19	0	0	0	0	19	374	NO
18-19	2250,00	1,00	400x400	-0,32	3,9	0,00	0,41	0	-3	23	0	0	20	394	SI

18-20	6750,00	2,58	700x400	0,88	6,7	0,15	0,92	2	24	0	0	0	0	26	400	NO
20-21	2250,00	1,00	400x400	0,61	3,9	0,00	0,41	0	6	23	0	0	0	29	429	SI
20-22	4500,00	0,76	700x400	0,88	4,5	0,15	0,43	0	11	0	0	0	0	11	410	NO
22-23	4500,00	4,34	500x300	0,00	8,3	0,15	2,02	9	0	0	0	0	0	9	419	NO
23-24	2250,00	1,00	400x400	2,35	3,9	0,00	0,41	0	22	23	0	0	0	45	464	SI
23-25	2250,00	2,67	500x300	3,08	4,2	0,15	0,55	1	32	0	0	0	0	34	453	NO
25-26	2250,00	1,00	400x400	0,54	3,9	0,00	0,41	0	5	23	0	0	0	28	481	SI
13-14	2250,00	1,00	400x400	-0,32	3,9	0,00	0,41	0	-3	23	0	0	0	20	354	SI
6-27	40500,00	0,67	2000x650	0,88	8,7	0,00	0,59	0	40	0	0	0	0	40	280	NO
27-28	2250,00	1,00	400x400	-1,54	3,9	0,00	0,41	0	-14	23	0	0	0	9	289	SI
27-29	38250,00	1,80	2000x650	0,07	8,2	0,00	0,53	1	3	0	0	0	0	4	284	NO
29-30	4500,00	2,50	600x400	-1,54	5,2	0,00	0,55	1	-25	0	0	0	0	-24	260	NO
30-31	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	0	32	292	SI
30-32	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	0	32	292	SI
29-33	33750,00	0,76	2000x650	0,07	7,2	0,00	0,42	0	2	0	0	0	0	3	286	NO
33-34	2250,00	1,00	400x400	-1,54	3,9	0,00	0,41	0	-14	23	0	0	0	9	295	SI
33-35	31500,00	0,51	2000x650	0,07	6,7	0,00	0,37	0	2	0	0	0	0	2	288	NO
35-36	31500,00	7,53	1500x600	0,00	9,7	0,15	1,00	8	0	0	0	0	0	8	296	NO

36-37	2250,00	1,00	400x400	-1,54	3,9	0,00	0,41	0	-14	23	0	0	9	305	SI
36-38	29250,00	5,83	1500x600	0,07	9,0	0,15	0,87	5	3	0	0	0	8	304	NO
38-39	4500,00	2,50	600x400	0,39	5,2	0,00	0,55	1	6	0	0	0	8	312	NO
39-40	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	344	SI
39-41	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	344	SI
38-42	24750,00	0,80	1500x600	0,39	7,6	0,15	0,63	1	14	0	0	0	14	318	NO
42-43	2250,00	2,00	400x400	-1,54	3,9	0,00	0,41	1	-14	23	0	0	10	328	SI
42-44	22500,00	1,87	1500x600	0,07	6,9	0,15	0,53	1	2	0	0	0	3	321	NO
44-45	22500,00	3,13	1200x600	0,00	8,7	0,15	0,87	3	0	0	0	0	3	324	NO
45-46	4500,00	2,00	600x400	-0,32	5,2	0,00	0,55	1	-5	0	0	0	-4	320	NO
46-47	2250,00	0,50	400x400	2,09	3,9	0,00	0,41	0	19	23	0	0	42	362	SI
46-48	2250,00	0,50	400x400	2,09	3,9	0,00	0,41	0	19	23	0	0	42	362	SI
45-49	18000,00	2,56	1200x600	0,39	6,9	0,15	0,57	1	11	0	0	0	13	337	NO
49-50	4500,00	2,50	600x400	-0,32	5,2	0,00	0,55	1	-5	0	0	0	-4	333	NO
50-51	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	365	SI
50-52	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	365	SI
49-53	13500,00	0,53	1200x600	0,88	5,2	0,15	0,33	0	14	0	0	0	14	351	NO
53-54	13500,00	5,55	900x500	0,00	8,3	0,15	1,05	6	0	0	0	0	6	357	NO

54-55	4500,00	2,00	600x400	0,61	5,2	0,00	0,55	1	10	0	0	0	11	368	NO
55-56	2250,00	0,50	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	400	SI
55-57	2250,00	0,50	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	400	SI
54-58	9000,00	1,86	900x500	0,88	5,6	0,15	0,49	1	16	0	0	0	17	374	NO
58-59	9000,00	6,56	900x500	1,08	5,6	0,15	0,49	3	20	0	0	0	23	398	NO
59-60	2250,00	0,50	400x400	-0,32	3,9	0,00	0,41	0	-3	23	0	0	20	418	SI
59-61	6750,00	2,10	900x500	0,88	4,2	0,15	0,28	1	9	0	0	0	10	407	NO
61-62	2250,00	0,50	400x400	0,61	3,9	0,00	0,41	0	6	23	0	0	29	436	SI
61-63	4500,00	0,64	900x500	0,88	2,8	0,15	0,13	0	4	0	0	0	4	411	NO
63-64	4500,00	2,71	600x400	0,00	5,2	0,15	0,62	2	0	0	0	0	2	413	NO
64-65	2250,00	0,50	400x400	1,78	3,9	0,00	0,41	0	16	23	0	0	40	453	SI
64-66	2250,00	2,74	600x400	3,08	2,6	0,15	0,17	0	13	0	0	0	13	426	NO
66-67	2250,00	0,50	400x400	0,54	3,9	0,00	0,41	0	5	23	0	0	28	454	SI
5-68	40500,00	11,71	1800x650	1,66	9,6	0,00	0,74	9	92	0	0	0	101	231	NO
68-69	40500,00	4,47	2100x600	0,54	8,9	0,15	0,76	3	26	0	0	0	29	261	NO
69-70	40500,00	5,32	2000x650	0,00	8,7	0,15	0,68	4	0	0	0	0	4	264	NO
70-71	38250,00	1,98	2000x650	0,07	8,2	0,00	0,53	1	3	0	0	0	4	268	NO
71-72	4500,00	2,50	600x400	-1,54	5,2	0,00	0,55	1	-25	0	0	0	-24	244	NO

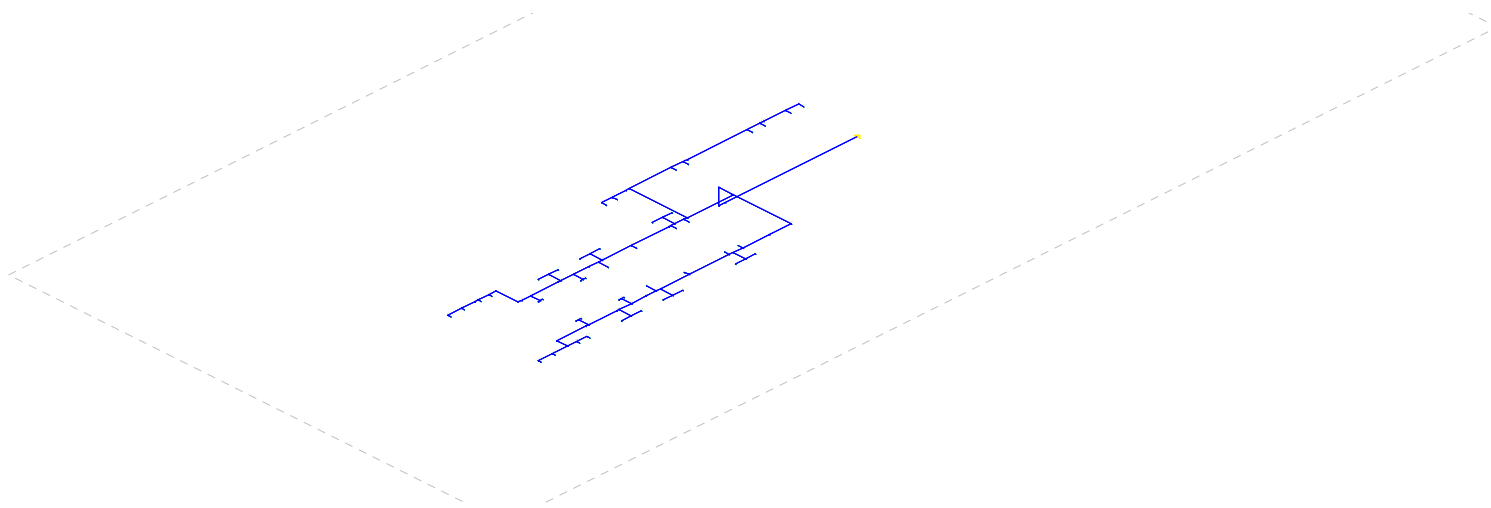
72-73	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	0	32	276	SI
72-74	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	0	32	276	SI
71-75	33750,00	0,76	2000x650	0,07	7,2	0,00	0,42	0	2	0	0	0	0	3	271	NO
75-76	31500,00	0,76	2000x650	0,07	6,7	0,00	0,37	0	2	0	0	0	0	2	273	NO
76-77	31500,00	7,28	1700x600	0,00	8,6	0,00	0,65	5	0	0	0	0	0	5	278	NO
77-78	2250,00	1,00	400x400	-1,54	3,9	0,00	0,41	0	-14	23	0	0	0	9	287	SI
77-79	29250,00	5,83	1700x600	0,07	8,0	0,00	0,57	3	3	0	0	0	0	6	284	NO
79-80	4500,00	2,50	600x400	0,39	5,2	0,00	0,55	1	6	0	0	0	0	8	291	NO
80-81	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	0	32	323	SI
80-82	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	0	32	323	SI
79-83	24750,00	0,80	1700x600	0,39	6,7	0,00	0,42	0	11	0	0	0	0	11	295	NO
83-84	2250,00	2,00	400x400	-1,54	3,9	0,00	0,41	1	-14	23	0	0	0	10	304	SI
83-85	22500,00	2,10	1700x600	0,07	6,1	0,00	0,35	1	2	0	0	0	0	2	297	NO
85-86	22500,00	2,90	1300x600	0,00	8,0	0,00	0,63	2	0	0	0	0	0	2	299	NO
86-87	4500,00	2,00	600x400	-0,32	5,2	0,00	0,55	1	-5	0	0	0	0	-4	295	NO
87-88	2250,00	0,50	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	0	32	326	SI
87-89	2250,00	0,50	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	0	32	326	SI
86-90	18000,00	2,56	1300x600	0,39	6,4	0,00	0,42	1	10	0	0	0	0	11	309	NO

90-91	4500,00	2,50	600x400	-0,32	5,2	0,00	0,55	1	-5	0	0	0	-4	306	NO
91-92	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	337	SI
91-93	2250,00	2,00	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	337	SI
90-94	13500,00	0,34	1300x600	0,88	4,8	0,00	0,25	0	12	0	0	0	12	322	NO
94-95	13500,00	5,74	1100x600	0,00	5,7	0,00	0,36	2	0	0	0	0	2	324	NO
95-96	9000,00	0,54	1100x600	0,88	3,8	0,00	0,17	0	8	0	0	0	8	331	NO
96-97	9000,00	7,99	900x500	0,54	5,6	0,00	0,44	3	10	0	0	0	13	345	NO
97-98	4500,00	1,83	600x400	1,56	5,2	0,00	0,55	1	25	0	0	0	26	371	NO
98-99	2250,00	0,50	600x400	2,35	2,6	0,00	0,16	0	10	23	0	0	33	404	SI
98-100	2250,00	2,06	600x400	3,08	2,6	0,00	0,16	0	13	0	0	0	13	384	NO
100-101	2250,00	0,50	600x400	0,54	2,6	0,00	0,16	0	2	23	0	0	25	409	SI
97-102	4500,00	3,15	600x400	1,56	5,2	0,00	0,55	2	25	0	0	0	27	372	NO
102-103	2250,00	0,50	600x400	2,35	2,6	0,00	0,16	0	10	23	0	0	33	405	SI
102-104	2250,00	2,76	600x400	3,08	2,6	0,00	0,16	0	13	0	0	0	13	385	NO
104-105	2250,00	0,50	600x400	0,54	2,6	0,00	0,16	0	2	23	0	0	25	410	SI
95-106	4500,00	2,00	600x400	0,61	5,2	0,00	0,55	1	10	0	0	0	11	335	NO
106-107	2250,00	0,50	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	366	SI
106-108	2250,00	0,50	600x400	2,09	2,6	0,00	0,16	0	9	23	0	0	32	366	SI

75-109	2250,00	1,00	400x400	-1,54	3,9	0,00	0,41	0	-14	23	0	0	9	280	SI
70-110	2250,00	1,00	400x400	-1,54	3,9	0,00	0,41	0	-14	23	0	0	9	274	SI

DATI RETE

Pressione totale netta	515	Pa
Coef. di sicurezza	1,1	
Perdita di carico aggiuntiva	775	Pa
Pressione totale di calcolo	1342	Pa
Portata totale rete	99000	m ³ /h
Perdita di calore totale	0	W
Somma perdite d'aria	0,00	m ³ /h
Somma entrate d'aria	119,79	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 Rebaudengo (SRB)***

INDIRIZZO

DESCRIZIONE ***Ventilazione emergenza LTS - estrazione fumi***

COMMITTENTE ***INFRA.TO***

INDIRIZZO

Rif. ***SRB - Calcolo circuiti DP LTS rev01 estrazione fumi.E21***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC721 versione 3.20.37

FERRO INGEGNERIA S.R.L.
VIA LAMARMORA 53 - 10128 TORINO (TO)

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)	232 Pa

dovuta a:

- Tronco conico**
- Giunto antivibrante x 2**
- Griglia antivolatile sul canale**
- Sbocco**

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

Descrizione impianto	Tipologia impianto
<i>Circuito calcolo DP LTS</i>	

Circuito calcolo DP LTS

PERCORSI E TRATTI

<u>Nodo iniziale</u>	<u>Nodo finale</u>	<u>Portata</u> [m ³ /h]	<u>Lungh.</u> [m]	<u>Diam.</u> [mm]	<u>Base</u> [mm]	<u>Altezza</u> [mm]	<u>Accidentalità - descrizione</u>	<u>Coeff</u> <u>c</u>	<u>Coeff</u> <u>c</u> <u>agg.</u>
1	2	7300,00	1,18	450	-	-			0,00
2	3	7300,00	3,24	-	700	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
3	4	7300,00	1,17	-	700	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
4	5	6100,00	1,17	-	700	400	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
5	6	6100,00	2,28	-	700	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
6	7	3650,00	9,80	-	700	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Dritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - Qs/Qc $= 0,6$ ($Dc > 250$ mm)	1,68	0,00
7	8	2400,00	6,36	-	400	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 0,8$ - $Ab/Ac = 0,4$ - $Qb/Qc > 0,4$	0,98	0,00
8	9	1200,00	1,96	-	300	200	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$ ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 0,4$ - $Qb/Qc > 0,4$	0,54 1,16	0,00
8	10	1200,00	0,47	-	400	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
10	11	1200,00	7,36	-	300	200	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00

7	12	1250,00	3,28	-	700	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,8 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,4 (Dc > 250 mm)	3,05	0,00
12	13	1250,00	1,14	-	300	200	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75	0,54	0,00
6	14	2450,00	4,29	-	400	300	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc > 0,4	1,16	0,00
14	15	1200,00	0,61	-	300	200	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,4 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc = 0,5	0,67	0,00
14	16	1250,00	5,62	-	300	200	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,6 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,5 (Dc > 250 mm)	1,00	0,00
4	17	1200,00	0,72	-	300	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

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	-6,45	1,18	450	-	-	0,8	7300,00	12,75	4	4	no
2	3	-6,45	3,24	-	700	400	0,8	7300,00	7,24	20	24	no
3	4	-6,45	1,17	-	700	400	0,8	7300,00	7,24	18	43	no
4	5	-6,45	1,17	-	700	400	0,8	6100,00	6,05	9	52	no
5	6	-6,45	2,28	-	700	400	0,8	6100,00	6,05	14	65	no
6	7	-6,45	9,8	-	700	400	0,8	3650,00	3,62	16	81	no
7	8	-6,45 / -6,39	6,36	-	400	300	0,8	2400,00	5,56	25	106	no
8	9	-6,39	1,96	-	300	200	0,6	1200,00	5,56	47	153	si
8	10	-6,39 / -6,45	0,47	-	400	300	0,8	1200,00	2,78	14	120	no
10	11	-6,45	7,36	-	300	200	0,6	1200,00	5,56	34	154	si
7	12	-6,45	3,28	-	700	300	0,8	1250,00	1,65	5	87	no
12	13	-6,45	1,14	-	300	200	0,6	1250,00	5,79	26	113	si
6	14	-6,45	4,29	-	400	300	0,8	2450,00	5,67	27	92	no
14	15	-6,45	0,61	-	300	200	0,6	1200,00	5,56	26	118	si
14	16	-6,45	5,62	-	300	200	0,6	1250,00	5,79	51	144	si
4	17	-6,45	0,72	-	300	200	0,6	1200,00	5,56	21	63	si

RISULTATI BOCCHETTE

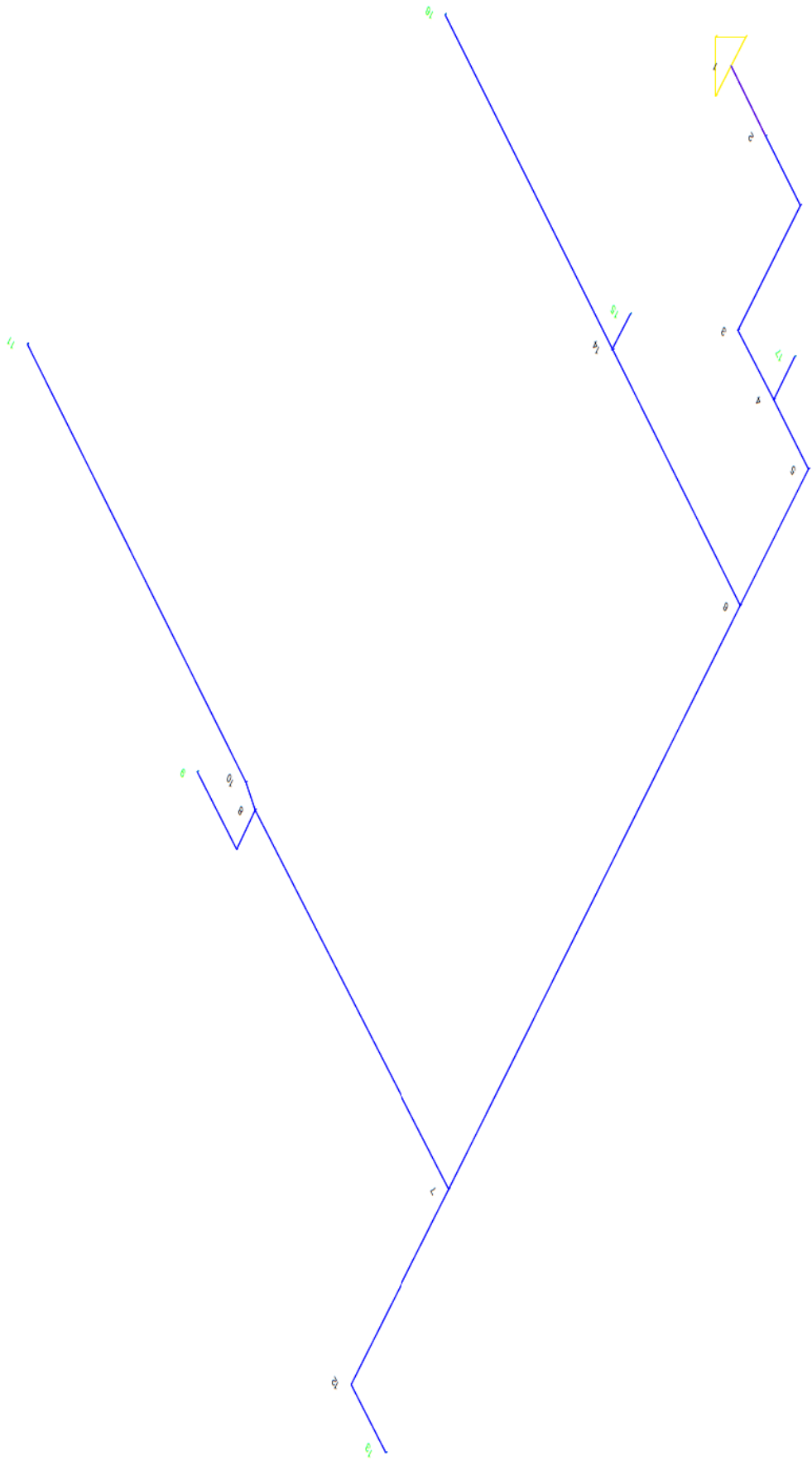
Marca e Modello	Descrizione	Locale	Nodo	Quota. [m]	Attacco [mm]	Portata nomin. [m ³ /h]	Portata calc. [m ³ /h]	Δp nomin. [Pa]	Δp calc. [Pa]	Dp serr. [Pa]	Dp Nodo [Pa]
F.C.R. - BPA 20	600 x 200 - Bocchetta di mandata a doppio filare, verticale a vista	Locale atrio	9	-6,39	600x200	1400,00	1200,00	17	12	0	153
F.C.R. - BPA 20	600 x 200 - Bocchetta di mandata a doppio filare, verticale a vista	Locale atrio	11	-6,45	600x200	1400,00	1200,00	17	12	0	154
F.C.R. - BPA 20	600 x 200 - Bocchetta di mandata a doppio filare, verticale a vista	Locale atrio	13	-6,45	600x200	1400,00	1250,00	17	14	0	113
F.C.R. - BPA 20	600 x 200 - Bocchetta di mandata a doppio filare, verticale a vista	Locale atrio	15	-6,45	600x200	1400,00	1200,00	17	12	0	118
F.C.R. - BPA 20	500 x 200 - Bocchetta di mandata a doppio filare, verticale a vista	Locale atrio	16	-6,45	500x200	1100,00	1250,00	17	22	0	144
F.C.R. - BPA 20	600 x 200 - Bocchetta di mandata a doppio filare, verticale a vista	Locale atrio	17	-6,45	600x200	1400,00	1200,00	17	12	0	63

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	7300,00	1,18	450	0,00	12,7	0,09	3,43	4	0	0	0	0	4	4	NO
2-3	7300,00	3,24	700x400	0,54	7,2	0,09	1,02	3	17	0	0	0	20	24	NO
3-4	7300,00	1,17	700x400	0,54	7,2	0,09	1,02	1	17	0	0	0	18	43	NO
4-5	6100,00	1,17	700x400	0,39	6,1	0,09	0,73	1	9	0	0	0	9	52	NO
5-6	6100,00	2,28	700x400	0,54	6,1	0,09	0,73	2	12	0	0	0	14	65	NO
6-7	3650,00	9,80	700x400	1,68	3,6	0,09	0,28	3	13	0	0	0	16	81	NO
7-8	2400,00	6,36	400x300	0,98	5,6	0,09	1,01	6	18	0	0	0	25	106	NO
8-9	1200,00	1,96	300x200	1,70	5,6	0,09	1,56	3	31	12	0	0	47	153	SI
8-10	1200,00	0,47	400x300	3,08	2,8	0,09	0,28	0	14	0	0	0	14	120	NO
10-11	1200,00	7,36	300x200	0,54	5,6	0,09	1,56	11	10	12	0	0	34	154	SI
7-12	1250,00	3,28	700x300	3,05	1,7	0,09	0,09	0	5	0	0	0	5	87	NO
12-13	1250,00	1,14	300x200	0,54	5,8	0,09	1,68	2	11	14	0	0	26	113	SI
6-14	2450,00	4,29	400x300	1,16	5,7	0,09	1,04	4	22	0	0	0	27	92	NO
14-15	1200,00	0,61	300x200	0,67	5,6	0,09	1,56	1	12	12	0	0	26	118	SI
14-16	1250,00	5,62	300x200	1,00	5,8	0,09	1,68	9	20	22	0	0	51	144	SI
4-17	1200,00	0,72	300x200	0,39	5,6	0,09	1,56	1	7	12	0	0	21	63	SI

DATI RETE

Pressione totale netta	154	Pa
Coeff. di sicurezza	1,1	
Perdita di carico aggiuntiva	232	Pa
Pressione totale di calcolo	402	Pa
Portata totale rete	7300	m ³ /h
Perdita di calore totale	0	W
Somma perdite d'aria	0,00	m ³ /h
Somma entrate d'aria	5,38	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 Rebaudengo (SRB)***

INDIRIZZO

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

COMMITTENTE ***INFRA.TO***

INDIRIZZO

Rif. ***SRB - barriere d'aria r02.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)	105	Pa

dovuta a:

Griglia aspirazione aria
Ingresso a flangia sul canale
Griglia antivolatile sul canale
Tronco conico
Giunto antivibrante x 2

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

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

Barriere d'aria emergenza

PERCORSI E TRATTI

<u>Nodo iniziale</u>	<u>Nodo finale</u>	<u>Portata</u> [m ³ /h]	<u>Lungh.</u> [m]	<u>Diam.</u> [mm]	<u>Base</u> [mm]	<u>Altezza</u> [mm]	<u>Accidentalità - descrizione</u>	<u>Coeff c</u>	<u>Coeff C_{agg.}</u>
1	2	24000,00	9,16	-	1100	650			0,00
2	3	12000,00	0,62	-	700	500	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,4 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,5 (Dc > 250 mm)	0,73	0,00
3	4	12000,00	15,41	-	700	500			0,00
4	5	12000,00	3,45	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75	0,54	0,00
5	11	12000,00	19,23	-	700	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
11	12	5250,00	0,61	-	700	500	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 1 - Qs/Qc = 0,4 (Dc > 250 mm)	5,92	0,00
12	13	5250,00	22,37	-	500	400			0,00
13	14	5250,00	0,82	-	500	400			0,00
14	15	5250,00	1,04	-	500	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - r/D = 0,75	0,54	0,00
11	16	6750,00	1,03	-	500	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 1 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc >= 0,4	1,16	0,00
2	6	12000,00	16,88	-	700	500	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - As/Ac = 0,4 - Ab/Ac = 0,4 - Qb/Qc = 0,5	0,67	0,00

6	7	12000,00	1,15	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
7	8	12000,00	7,78	-	700	500			0,00
8	9	12000,00	8,83	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
9	10	12000,00	3,45	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
10	17	12000,00	3,42	-	700	500	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
17	18	12000,00	15,95	-	700	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
18	19	5250,00	23,15	-	500	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diritto - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 0,6$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qs/Qc = 0,4$ ($Dc > 250$ mm)	1,66	0,00
19	20	5250,00	1,72	-	500	400	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
18	21	6750,00	1,09	-	500	400	ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 0,6$ - $Ab/Ac = 0,6$ - $Qb/Qc > 0,5$	1,05	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	-3	9,16	-	1100	650	1	24000,00	9,32	8	8	no
2	3	-3	0,62	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	41	49	no
3	4	-3	15,41	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	22	71	no
4	5	-3/-6,45	3,45	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	34	106	no
5	11	-6,45/-9,4	19,23	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	116	222	no
11	12	-9,4	0,61	-	700	500	0,8	5250,00	4,17	62	284	no
12	13	-9,4	22,37	-	500	400	0,8	5250,00	7,29	27	311	no
13	14	-9,4	0,82	-	500	400	0,8	5250,00	7,29	1	312	no
14	15	-9,4	1,04	-	500	400	0,8	5250,00	7,29	118	430	si
11	16	-9,4	1,03	-	500	400	0,8	6750,00	9,38	163	385	si
2	6	-3	16,88	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	61	69	no
6	7	-3	1,15	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	31	100	no
7	8	-3	7,78	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	11	112	no
8	9	-3	8,83	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	42	154	no
9	10	-3/-6,45	3,45	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	34	188	no
10	17	-6,45/-9,4	3,42	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	34	223	no
17	18	-9,4	15,95	-	700	500	0,8	12000,00	9,52	82	304	no
18	19	-9,4	23,15	-	500	400	0,8	5250,00	7,29	81	386	no

19	20	-9,4	1,72	-	500	400	0,8	5250,00	7,29	119	505	si
18	21	-9,4	1,09	-	500	400	0,8	6750,00	9,38	157	462	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]
Generico - Barriere d'aria emergenza	Barriera d'aria Tipo 4	Locale banchina	15	-9,4	250	5250,00	5250,00	100	100	0	430
Generico - Barriere d'aria emergenza	Barriera d'aria Tipo 6	Locale banchina	16	-9,4	250	6750,00	6750,00	100	100	0	385
Generico - Barriere d'aria emergenza	Barriera d'aria Tipo 4	Locale banchina	20	-9,4	250	5250,00	5250,00	100	100	0	505
Generico - Barriere d'aria emergenza	Barriera d'aria Tipo 6	Locale banchina	21	-9,4	250	6750,00	6750,00	100	100	0	462

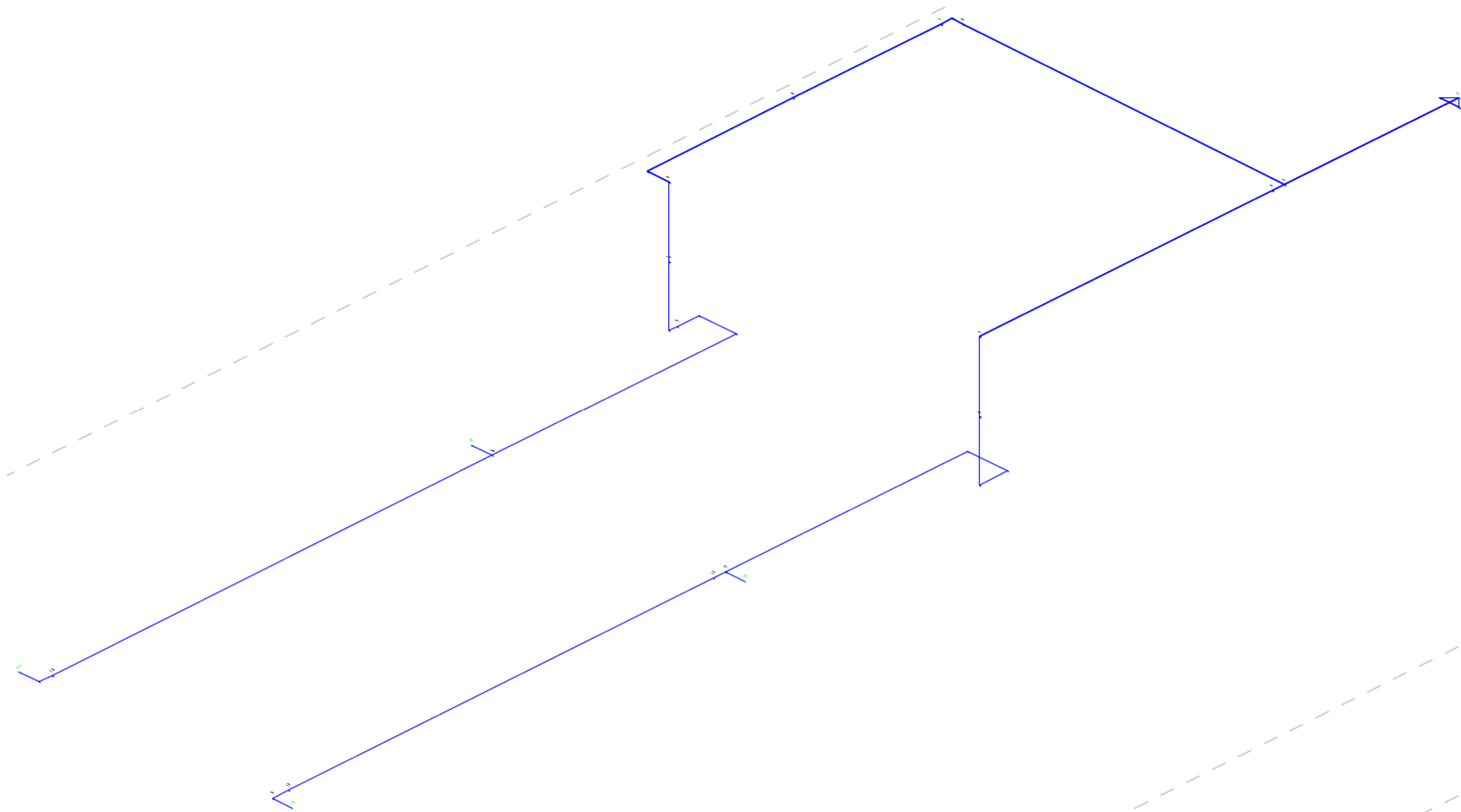
CALCOLO PRESSIONI

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	24000,00	9,16	1100x650	0,00	9,3	0,09	0,93	8	0	0	0	0	8	8	NO
2-3	12000,00	0,62	700x500	0,73	9,5	0,09	1,45	1	40	0	0	0	41	49	NO
3-4	12000,00	15,41	700x500	0,00	9,5	0,09	1,45	22	0	0	0	0	22	71	NO
4-5	12000,00	3,45	700x500	0,54	9,5	0,09	1,45	5	29	0	0	0	34	106	NO
5-11	12000,00	19,23	700x500	1,62	9,5	0,09	1,45	28	88	0	0	0	116	222	NO
11-12	5250,00	0,61	700x500	5,92	4,2	0,09	0,31	0	62	0	0	0	62	284	NO
12-13	5250,00	22,37	500x400	0,00	7,3	0,09	1,22	27	0	0	0	0	27	311	NO
13-14	5250,00	0,82	500x400	0,00	7,3	0,09	1,22	1	0	0	0	0	1	312	NO
14-15	5250,00	1,04	500x400	0,54	7,3	0,09	1,22	1	17	100	0	0	118	430	SI
11-16	6750,00	1,03	500x400	1,16	9,4	0,09	1,95	2	61	100	0	0	163	385	SI
2-6	12000,00	16,88	700x500	0,67	9,5	0,09	1,45	24	36	0	0	0	61	69	NO
6-7	12000,00	1,15	700x500	0,54	9,5	0,09	1,45	2	29	0	0	0	31	100	NO
7-8	12000,00	7,78	700x500	0,00	9,5	0,09	1,45	11	0	0	0	0	11	112	NO
8-9	12000,00	8,83	700x500	0,54	9,5	0,09	1,45	13	29	0	0	0	42	154	NO
9-10		3,45	700x500	0,54	9,5	0,09	1,45	5	29	0	0	0	34	188	NO

	12000,00																								
10-17	12000,00	3,42	700x500	0,54	9,5	0,09	1,45	5	29	0	0	0	0	34	223										NO
17-18	12000,00	15,95	700x500	1,08	9,5	0,09	1,45	23	59	0	0	0	0	82	304										NO
18-19	5250,00	23,15	500x400	1,66	7,3	0,09	1,22	28	53	0	0	0	0	81	386										NO
19-20	5250,00	1,72	500x400	0,54	7,3	0,09	1,22	2	17	100	0	0	0	119	505										SI
18-21	6750,00	1,09	500x400	1,05	9,4	0,09	1,95	2	55	100	0	0	0	157	462										SI

DATI RETE

Pressione totale netta	505	Pa
Coeff. di sicurezza	1,1	
Perdita di carico aggiuntiva	105	Pa
Pressione totale di calcolo	660	Pa
Portata totale rete	24000	m ³ /h
Perdita di calore totale	0	W
Somma perdite d'aria	49,84	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 Rebaudengo (SRB)***

INDIRIZZO

DESCRIZIONE ***Impianto pressurizzazione filtri***

COMMITTENTE ***INFRA.TO***

INDIRIZZO

Rif. ***SRB - Pressurizzazione filtri rev02.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)	215	Pa

dovuta a:

- Ingresso a flangia sul canale**
- Griglia antivolatile sul canale**
- Tronco conico**
- Giunto antivibrante x 2**

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

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

pressurizzazione filtri

PERCORSI E TRATTI

<u>Nodo iniziale</u>	<u>Nodo finale</u>	<u>Portata</u> [m ³ /h]	<u>Lungh.</u> [m]	<u>Diam.</u> [mm]	<u>Base</u> [mm]	<u>Altezza</u> [mm]	<u>Accidentalità - descrizione</u>	<u>Coeff c</u>	<u>Coeff C_{agg.}</u>
1	2	27400,00	27,97	-	800	650	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
2	3	27400,00	0,83	-	800	650	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
3	4	27400,00	0,47	800	-	-			0,00
4	5	27400,00	1,30	800	-	-			0,00
5	6	27400,00	1,52	-	1000	800	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$	0,54	0,00
6	7	13700,00	0,93	-	1000	800	CD3-12 Curva circolare in 3 settori - $\phi = 90^\circ$ - $r/D = 0.75$ ED5-03 Giunzione Circolare angolata - Diramazione - Ripresa - $\phi = 90^\circ$ - $As/Ac = 1$ - $Ab/Ac = 1$ - $Qb/Qc = 0,5$	0,54 2,35	0,00
6	8	13700,00	1,93	-	1000	800	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
8	9	13700,00	2,95	-	1000	400			0,00
9	10	13700,00	0,93	-	1000	400	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

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	-3	27,97	-	800	650	1	27400,00	14,64	141	141	no
2	3	-3	0,83	-	800	650	1	27400,00	14,64	72	212	no
3	4	-3	0,47	800	-	-	1	27400,00	15,14	1	213	no
4	5	-3	1,3	800	-	-	1	27400,00	15,14	3	216	no
5	6	-3 / - 4,52	1,52	-	1000	800	1	27400,00	9,51	31	247	no
6	7	-4,52	0,93	-	1000	800	1	13700,00	4,76	104	351	si
6	8	-4,52 / - 6,45	1,93	-	1000	800	1	13700,00	4,76	42	289	no
8	9	-6,45 / - 9,4	2,95	-	1000	400	1	13700,00	9,51	4	294	no
9	10	-9,4	0,93	-	1000	400	1	13700,00	9,51	125	419	si

RISULTATI BOCCHETTE

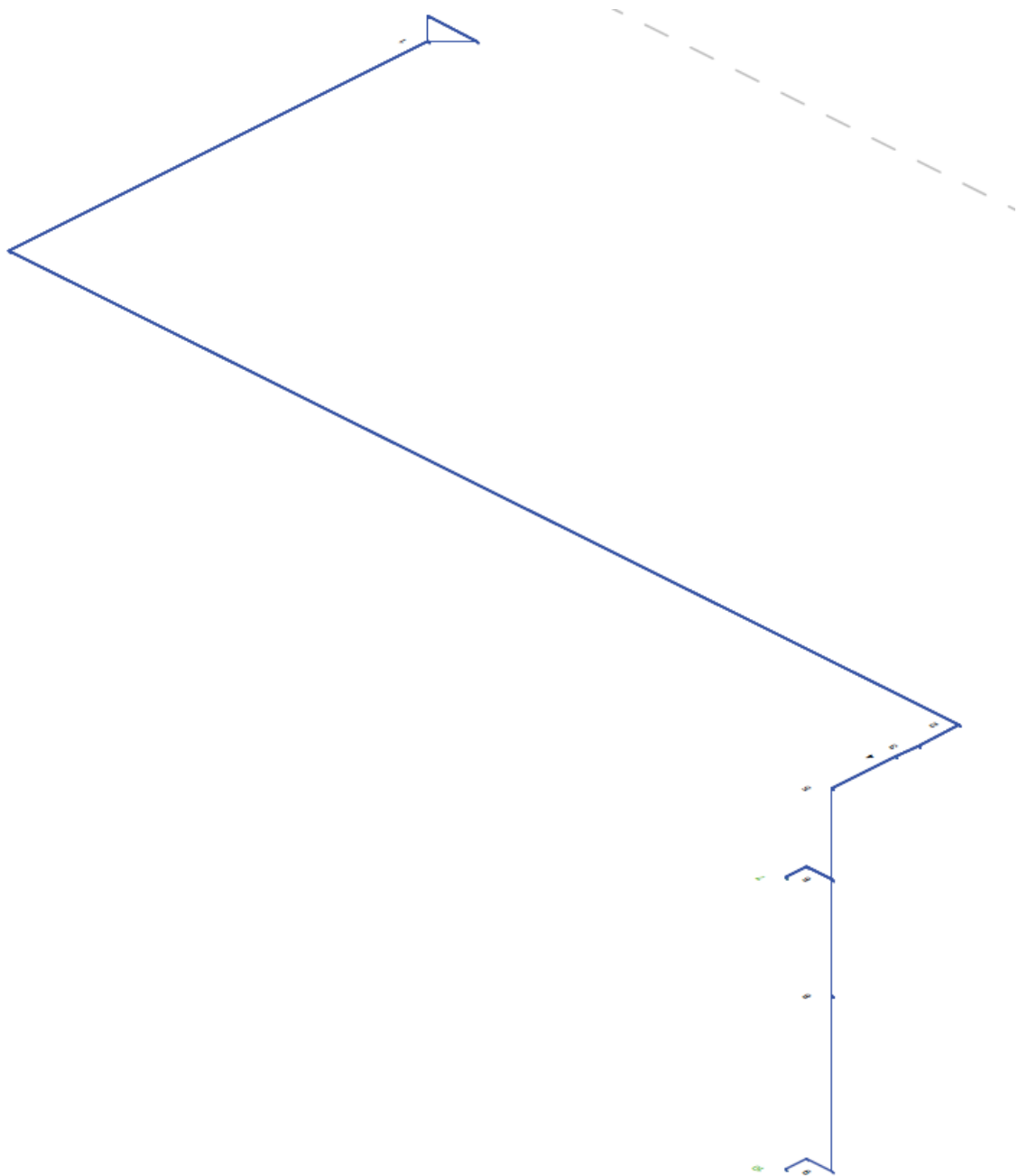
Marca e Modello	Descrizione	Locale	Nodo	Quota. [m]	Attacco [mm]	Portata nomin. [m ³ /h]	Portata calc. [m ³ /h]	Δp nomin. [Pa]	Δp calc. [Pa]	Dp serr. [Pa]	Dp Nodo [Pa]
F.C.R. - GVA100	2000 x 800 - Griglia di aspirazione passo 100 mm	Locale atrio	7	-4,52	2000x800	14440,00	13700,00	72	65	0	351
F.C.R. - GVA100	2000 x 800 - Griglia di aspirazione passo 100 mm	Locale atrio	10	-9,4	2000x800	14440,00	13700,00	72	65	0	419

CALCOLO PRESSIONI

Nodi	Port. [m ³ /h]	Lung. [m]	Dim. [mm]	Somma coeff. ζ	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	27400,00	27,97	800x650	0,54	14,6	0,09	2,55	71	69	0	0	0	141	141	NO
2-3	27400,00	0,83	800x650	0,54	14,6	0,09	2,55	2	69	0	0	0	72	212	NO
3-4	27400,00	0,47	800	0,00	15,1	0,09	2,39	1	0	0	0	0	1	213	NO
4-5	27400,00	1,30	800	0,00	15,1	0,09	2,39	3	0	0	0	0	3	216	NO
5-6	27400,00	1,52	1000x800	0,54	9,5	0,09	0,87	1	29	0	0	0	31	247	NO
6-7	13700,00	0,93	1000x800	2,89	4,8	0,09	0,24	0	39	65	0	0	104	351	SI
6-8	13700,00	1,93	1000x800	3,08	4,8	0,09	0,24	0	42	0	0	0	42	289	NO
8-9	13700,00	2,95	1000x400	0,00	9,5	0,09	1,48	4	0	0	0	0	4	294	NO
9-10	13700,00	0,93	1000x400	1,08	9,5	0,09	1,48	1	59	65	0	0	125	419	SI

DATI RETE

Pressione totale netta	419	Pa
Coeff. di sicurezza	1,1	
Perdita di carico aggiuntiva	215	Pa
Pressione totale di calcolo	675	Pa
Portata totale rete	27400	m ³ /h
Perdita di calore totale	0	W
Somma perdite d'aria	12,06	m ³ /h
Somma entrate d'aria	0,11	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]	Dimensioni considerate bxh [m]
Stazione Rebaudengo	SRB	IV	60	50	2	24	1000	27,5	1000	1	1475	27,5	1000	1	3.150	3.500	4.000	6,5 x 4

Stazione	Codifica	Curve	Max Velocità			Velocità ridotta calcolata notturna				Velocità ridotta calcolata diurna			
		Minimo per Stazione	Risultante L _w dB(A)	Risultante L _p dB(A) [@3m]	ΔP sil. [Pa]	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 Rebaudengo	SRB	0	68	59	86	975	18,2	50	38	x	x	60	x