

**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**

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		 <b>INFRA.TO</b> <i>infrastrutture per la mobilità</i>										<b>INFRATRASPORTI S.r.l.</b>		
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. 12287J	<b>IMPIANTI NON DI SISTEMA – STAZIONE GIULIO CESARE IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA RELAZIONE TECNICA E CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO</b>												
		ELABORATO							REV.		SCALA	DATA		
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A1	D	IVE	SGC	R	002	Int.	Est.	-	05/07/2023

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 67

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	31/03/22	LDM	AGH	FAZ	RCR
1	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	15/12/22	LDM	AGH	FAZ	RCR
2	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	10/03/23	LDM	FAZ	FAZ	RCR
3	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	05/05/23	LDM	FAZ	FAZ	RCR
4	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	05/07/23	LDM	FAZ	FAZ	RCR

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 1</td> <td>CARTELLA</td> <td>12.2.2</td> <td>2</td> <td>MTL2T1A1D</td> <td>IVE SGCR002</td> </tr> </table>						LOTTO 1	CARTELLA	12.2.2	2	MTL2T1A1D	IVE SGCR002	<p align="center"><b>STAZIONE APPALTANTE</b></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	12.2.2	2	MTL2T1A1D	IVE SGCR002													

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>OGGETTO</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>SCENARI DI INCENDIO</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>TIPI DI IMPIANTO</b>	<b>9</b>
2.2.1	IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA DI STAZIONE ED IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA LOCALI TECNICI DI SISTEMA	9
2.2.2	IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA A BARRIERE D'ARIA	9
<b>3.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>LEGGI E REGOLE TECNICHE</b>	<b>11</b>
<b>3.2</b>	<b>NORME TECNICHE</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>NFPA - PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>11</b>
<b>3.4</b>	<b>VENTILAZIONE ANTINCENDIO</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA – STAZIONE GIULIO CESARE</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STAZIONE E SUA CONFIGURAZIONE</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>ARCHITETTURA DEL SISTEMA</b>	<b>14</b>
4.2.1	COMPONENTI E LORO FUNZIONI	16
<b>4.3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA LOCALI TECNICI DI SISTEMA (LTS)</b>	<b>18</b>
<b>4.4</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA BARRIERE D'ARIA</b>	<b>18</b>
<b>4.5</b>	<b>FUNZIONAMENTO</b>	<b>19</b>
4.5.1	INCENDIO A BORDO TRENO IN STAZIONE - SCENARIO 1 A	19
4.5.2	INCENDIO IN ATRIO - SCENARIO 5	19

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

4.5.3	INCENDIO NEI LOCALI TECNICI - SCENARIO 4	20
4.5.4	FUNZIONAMENTO IN FREECOOLING	20

## **5. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA**

<b>5.1</b>	<b>CRITERI DI DIMENSIONAMENTO</b>	<b>22</b>
<b>5.2</b>	<b>CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CANALI VENTILATORI DI EMERGENZA</b>	<b>22</b>
5.2.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	22
<b>5.3</b>	<b>IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE LOCALI DI SISTEMA</b>	<b>23</b>
5.3.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	23
5.3.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	25
<b>5.4</b>	<b>IMPIANTO DI EMERGENZA DI STAZIONE A SERVIZIO DELLE BARRIERE D'ARIA</b>	<b>25</b>
5.4.1	DEFINIZIONE DELLE PORTATE	25
5.4.2	CALCOLO DELLA PREVALENZA DEL CIRCUITO	27
<b>6.</b>	<b>RISULTATI DEI CALCOLI E SELEZIONE DEI VENTILATORI</b>	<b>28</b>
<b>6.1</b>	<b>VENTILATORI EMERGENZA DI STAZIONE</b>	<b>28</b>
<b>6.2</b>	<b>VENTILATORE EMERGENZA LOCALI DI SISTEMA</b>	<b>28</b>
<b>6.3</b>	<b>VENTILATORI EMERGENZA BARRIERE D'ARIA</b>	<b>29</b>
<b>ALLEGATO N.1</b>		<b>30</b>

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1.	Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico – Rebaudengo	6
-----------	---------------------------------------------------------------------	---

## **INDICE DELLE TABELLE**

Tabella 1.	Denominazioni ed abbreviazioni	7
Tabella 2.	Portate d'aria scenario incendio a bordo treno – scenario incendio in banchina – dim. terminali aeraulici	23
Tabella 3.	Portate d'aria scenario incendio in atrio – dim. terminali aeraulici	23
Tabella 4.	Portate d'aria di emergenza locali tecnici – dim. terminali aeraulici	24
Tabella 5.	Locali tecnici sottobanchina	25
Tabella 6.	Portate d'aria di emergenza barriere d'aria di stazione	26

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

Tabella 7. Portate per circuito di emergenza a servizio barriere d’aria di stazione	27
Tabella 8. Portate ventilatori emergenza a servizio barriere d’aria di stazione	27

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## 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 2° 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
- 14 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 dal



impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento

MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

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.

KEY PLAN

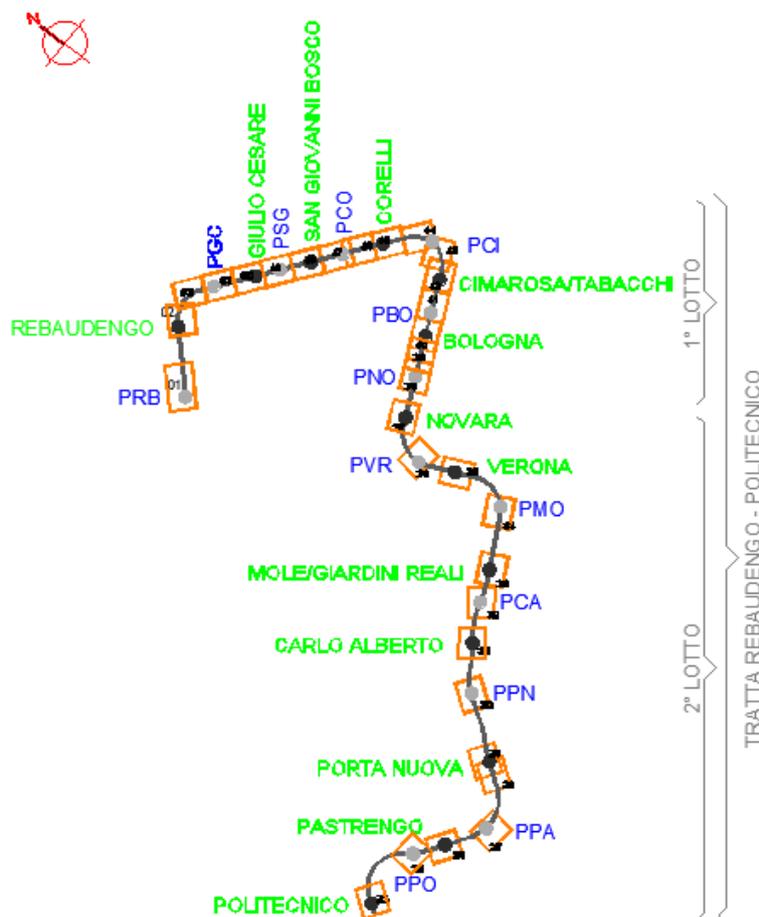


Figura 1. Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico – Rebaudengo



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:  
Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo  
1 Rebaudengo - Bologna

impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare -  
impianto di ventilazione di emergenza - relazione  
tecnica e calcoli di dimensionamento

MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## 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
RC	Recuperatore di Calore
SEF	Ventilatore di emergenza locali tecnici di sistema
MP	Misuratore di portata
Q	Portata aria

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## 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 Giulio Cesare della Metropolitana di Torino Linea 2.

Tale stazione è una stazione ad un livello interrato come le stazioni di San Giovanni Bosco e Giulio Cesare.

La stazione è dunque costituita da un piano atrio a livello strada, un piano interrato con le banchine e 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: locali cabina di trasformazione, locale QGBT, locali quadri, locali UPS.

Alla banchina, attraversati i tornelli posti al centro dell'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.

Al servizio della stazione sono presenti i seguenti sistemi:

- Impianto di evacuazione e controllo fumi al servizio delle banchine
- Sistema di evacuazione fumi di tipo naturale, tramite evacuatori di fumo motorizzati in atrio
- Sistema di estrazione fumi dai locali tecnici.

### 2.1 Scenari di incendio

Gli scenari di incendio illustrati e verificati tramite apposite simulazioni CDF riportate nella relazione (02.MTO2PFLGIVCCOMR001-00\_B) 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

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## 2.2 Tipi di impianto

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

L'impianto di ventilazione di emergenza di stazione è destinato a realizzare un controllo dei fumi a 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 separati dai canali di immissione e di estrazione aria a servizio del sistema di condizionamento delle stazioni (HVAC).

L'impianto è servito da 2 ventilatori che estraggono dal piano dell'incendio ed eventualmente immettono dal piano interessato dall'incendio.

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

- consentire l'immissione di aria fresca o l'estrazione dei fumi, tramite l'utilizzo contemporaneo dei due ventilatori di stazione (RSF) (uno al servizio di ogni banchina);
- 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.

In funzionamento normale i due ventilatori funzionano ognuno al servizio di una banchina alla metà della loro portata nominale.

In caso di guasto ad uno dei due ventilatori è previsto il funzionamento del solo ventilatore funzionante, che funzionerà alla massima portata, servendo entrambe le banchine.

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

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

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

### 2.2.2 Impianto ventilazione di emergenza a barriera d'aria

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

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

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.

Nella 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. In particolare si hanno tre barriere ad aria su ogni banchina.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

### 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.

#### 3.3 NFPA - Principali norme di riferimento

- NFPA 90A: 2018 Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

- 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

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## 4. IMPIANTO VENTILAZIONE DI EMERGENZA – STAZIONE GIULIO CESARE

La ventilazione di emergenza di stazione dovrà essere strutturata sui criteri basilari espressi dal D.M. 21/10/2015 in funzione del carico di incendio nei vari scenari di riferimento (Capo I.1), del rispetto dei parametri di stato critico per la sicurezza e condizioni sostenibili per la vita umana (Capo I.2).

Le analisi alla base del progetto sono basate sulla modellazione fluidodinamica eseguita da Infra.TO. Nell'analisi sono state considerate le eventuali separazioni aerauliche necessarie all'interno del contesto di stazione al fine di compartimentare le aree appartenenti ai percorsi protetti rispetto alle aree di incendio (Capo V.3). I dispositivi di ventilazione avranno una classe non inferiore a F400/120 min (Capo V.4) e saranno gestite in remoto dal Centro di Controllo della linea.

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.

Per la stazione Giulio Cesare si applicherà inoltre il sistema di evacuazione ai sensi della UNI 9494-2 come da D.M. 21/10/2015 (Capo V.3 punto 7), questo al fine di razionalizzare il contesto relativo agli ambiti predetti, senza però diminuire il livello di sicurezza degli apparati di estrazione fumi.

### 4.1 Descrizione della stazione e sua configurazione

La presente capitolo si descrive più in dettaglio l'impianto di ventilazione di emergenza asservito alla stazione Giulio Cesare (SGC).

La Stazione Giulio Cesare è una stazione a un livello interrato, composta da:

- Livello atrio (piano 0);
- Livello banchina (piano -1).

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.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

La stazione Giulio Cesare presenta:

#### Livello Atrio

- 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 (locale gestore emettitrici, locali quadri atrio, locale sorveglianza, locali UPS 1 e 2, locale QNB, impianto fotovoltaico.);
- 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, locale SSE.);
- locale ove sono disposti il recuperatore di calore (RC) ed il ventilatore di emergenza (SEF) a servizio dei locali tecnici di sistema;
- n. 2 zone filtro fronte ascensori (una per ogni ascensore).

#### Livello Banchine

- zona di accesso alla banchina dal piano mezzanino (scale, scale mobili ed ascensori);
- zona di collegamento con la Stazione ferroviaria Giulio Cesare;
- zona banchine via 1 e via 2;
- zona di passaggio degli utenti per l'accesso ai treni;
- centrale di ventilazione 1, ove è alloggiato il ventilatore reversibile 1 (RSF);
- centrale di ventilazione 2, ove è alloggiato il ventilatore reversibile 2 (RSF);
- locali tecnici non di sistema (quali ad. es. locale quadri, locali cortocircuitazione 1 e 2, locali VVF.);
- centrale antincendio;
- n. 2 zone filtro fronte ascensori (una per ogni ascensore).

## **4.2 Architettura del sistema**

L'impianto di ventilazione della stazione è costituito da:

- 1) n. 2 Ventilatori assiali (RSF 01 e 02) per estrazione fumi reversibile al 100%, classe F400/120.  
portata massima= 86400 m<sup>3</sup>/h  
prevalenza massima= 1410 Pa  
Potenza motore elettrico: 55 kW

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

Posizionati sui condotti aria di ripresa per l'estrazione fumi, condotti resistenti alle alte temperature

- 2) Silenziatore a canale a sezione rettangolare con involucro in acciaio zincato e setti acustici realizzati in materiale fonoassorbente a valle del ventilatore di estrazione  
Dim. 1750x1600x1500 (AxBxL).
- 3) Serrande controllo fumi (SCF) di tipologia a norma UNI EN 12101-8 completa di servo motore
- 4) Serranda tagliafuoco (STF) REI 120 completa di servomotore
- 5) N. 2 Ventilatori assiale (VBA01e VBA04) di immissione aria per barriere ad aria (uno per banchina)  
Portata 6400 m<sup>3</sup>/h  
Prevalenza 700 Pa
- 6) N. 2 Ventilatori assiale (VBA02e VBA03) di immissione aria per barriere ad aria (uno per banchina)  
Portata 9900 m<sup>3</sup>/h  
Prevalenza 700 Pa
- 7) Barriere ad aria costituita da un plenum in acciaio zincato e feritoia di passaggio con larghezza pari a 30 mm, inclinata a 30°; velocità di attraversamento = 15 m/s (completa di deflettori e serranda equalizzatrice)
- 8) Evacuatori automatici di fumo naturali del tipo motorizzato, a lamelle o a cupolino.  
Superficie utile minima per ognuno pari a 0,75 mq  
Alimentazione 24V CC
- 9) Canali di estrazione fumi, certificati per l'uso di estrazione fumi
- 10) Canali per l'immissione di aria per le barriere ad aria opportunamente protetti contro l'incendio.

Per gli altri elementi, le dimensioni dei canali, posizionamento e la disposizione, si rimanda agli elaborati grafici:

- MTL2T1A1DIVESGCK001 - Impianto di ventilazione di emergenza, incendio a bordo treno in stazione, schema scenario 1 a

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

- MTL2T1A1DIVESGCK003 – Impianto di ventilazione di emergenza, incendio atrio, schema scenario 5
- MTL2T1A1DIVCSGCT001 - impianti non di sistema - stazione Giulio Cesare, impianto di ventilazione e condizionamento, pianta piano atrio e accessi
- MTL2T1A1DIVCSGCT002 - impianti non di sistema - stazione Giulio Cesare, impianto di ventilazione e condizionamento, pianta piano banchina
- MTL2T1A1DIVCSGCT003 - impianti non di sistema - stazione Giulio Cesare, impianto di ventilazione e condizionamento, pianta piano sottobanchina

#### 4.2.1 Componenti e loro funzioni

I ventilatori reversibili di emergenza (RSF) possono sia immettere aria fresca che estrarre fumi da incendio. Tali ventilatori sono asserviti alle banchine. I ventilatori sono al 100% reversibili e sono ubicati uno in ogni centrale di ventilazione, posizionate al piano banchina; essi sono connessi ai corrispondenti vani esterni dedicati per la presa o l'espulsione dell'aria/fumi. Sono connessi alla banchina 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 quando questi non sono disponibili.

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

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:

- 6) Silenziatori;
- 7) Ventilatori assiali reversibili;
- 8) Giunti e componenti di connessione;
- 9) Serrande di separazione classificate;
- 10) Condotte certificate per sistemi di fumo e calore.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

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

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

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

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.

L'estrazione dei fumi viene realizzata mediante entrambi i ventilatori di emergenza di stazione (RSF); l'aria richiamo esterna, proviene dagli evacuatori di fumo naturali presenti in atrio in posizione aperta.

In funzionamento degradato, in caso di non funzionamento di uno dei due ventilatori, il ventilatore funzionante si attiverà alla massima portata servendo entrambe le banchine.

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

È previsto un impianto di climatizzazione, o per meglio dire di mitigazione dell'aria a servizio delle due banchine di accesso ai treni. Tale impianto provvede anche ai ricambi di aria dei locali tecnici non di sistema (LTE) in funzionamento normale.

Le UTA, afferenti a questo impianto, sono installate al piano banchina. Le UTA 1 e 2 sono rispettivamente al servizio di una banchina, sono tra loro comunicanti.

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

Sul sistema di condotte per il controllo del fumo e del calore del tipo multicomparto, sono installate delle serrande di controllo fumi (SCF) con la funzione di modificare la configurazione dell'impianto a seconda dello scenario di incendio.

Gli stessi ventilatori di stazione (RSF) sono deputati ad attivarsi nel caso di scenario di incendio presso i locali tecnici non di sistema (LTE). Al contrario di quanto previsto per il sistema di estrazione fumi dei locali di sistema, nel caso dei locali tecnici non di sistema per un ottimale funzionamento del ventilatore l'estrazione fumi è attivata in tutti i locali in contemporanea.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

Sulle condotte principali della zona banchine è prevista l'installazione di un misuratore di portata, al fine avere un riscontro immediato dell'effettivo funzionamento dell'impianto, rispetto alla configurazione in cui è settato.

Il sistema di supporto delle condotte di controllo fumo e calore, ed in generale tutte le canalizzazioni degli impianti di ventilazione, devono essere dimensionati 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.

#### **4.3 Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza locali tecnici di sistema (LTS)**

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

Si prevede 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.

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

L'impianto è interamente ubicato nell'area tecnica del piano mezzanino dove si sviluppano le due condotte di mandata e di ripresa. Le condotte di mandata e di ripresa di questo impianto saranno del tipo per compartimento multiplo in calcio silicato.

#### **4.4 Descrizione dell'impianto di ventilazione di emergenza barriere d'aria**

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

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

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

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

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

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.

## 4.5 Funzionamento

### 4.5.1 Incendio a bordo treno in stazione - scenario 1 A

In caso di incendio a bordo treno, l'aria di richiamo esterna, proviene dagli evacuatori di fumo naturali presenti in atrio in posizione aperta.

I ventilatori funzionano entrambi alla metà della portata massima. In modo che in caso di non funzionamento del ventilatore RSF 01, la serranda di regolazione SCF-202-02043 si chiude e le serrande SCF-202-02041 e SCF-202-02040 si aprono e il ventilatore RSF 02 serve entrambe le banchine funzionando alla portata massima.

Analogo discorso in caso di non funzionamento del ventilatore RSF 02. In questo caso la serranda di regolazione SCF-202-02042 si chiude e le serrande SCF-202-02041 e SCF-202-02040 si aprono e il ventilatore RSF 01 serve entrambe le banchine funzionando alla portata massima.

Per regolare la portata i ventilatori sono comandati da inverter

Per lo schema aeraulico dove è riportata la logica del sistema si rimanda all'elaborato MTL2T1A1DIVESGCK001.

Nelle stazioni ad un solo livello interrato il filtro a prova di fumo del vano ascensori, a differenza delle altre tipologie, è ventilato non con sistema di sovrappressione bensì con aerazione di tipo naturale realizzata a mezzo canalizzazione della ez. di 0.75m<sup>2</sup> sfociante sulla copertura.

### 4.5.2 Incendio in atrio - scenario 5

In caso di incendio in atrio, gli evacuatori di fumo vengono aperti tramite comando dalla rilevazione incendi, consentendo ai fumi di fuoriuscire naturalmente. L'aria di richiamo è garantita oltre che dalla presenza di aperture laterali in atrio, anche dalla portata proveniente dalle banchine, dove entrambi i ventilatori sono posti in immissione.

I ventilatori funzionano entrambi alla metà della portata massima. In modo che in caso di non funzionamento del ventilatore RSF 01, la serranda di regolazione SCF 02 si chiude e le serrande SCF 03 e SCF 04 si aprono e il ventilatore RSF 02 serve entrambe le banchine funzionando alla portata massima.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

Analogo discorso in caso di non funzionamento del ventilatore RSF 02. In questo caso la serranda di regolazione SCF 05 si chiude e le serrande SCF 03 e SCF 04 si aprono e il ventilatore RSF 01 serve entrambe le banchine funzionando alla portata massima.

I ventilatori sono comandati da inverter.

Per lo schema aerulico dove è riportata la logica di funzionamento del sistema si rimanda al documento MTL2T1A1DIVESGCK003

#### **4.5.3 Incendio nei locali tecnici - scenario 4**

Al servizio dei locali tecnici di sistema, con carico d'incendio superiore a 300MJ/m<sup>2</sup> di superficie, è previsto un sistema di estrazione fumi.

Il sistema prevede un ventilatore assiale di estrazione in classe F400 che si collegherà, tramite opportune serrande motorizzate ai canali tecnici al servizio dei locali tecnici di 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 tagliafuoco 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.

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

Le serrande tagliafuoco poste sui locali tecnici sono del tipo con ritorno a molla, con posizione di sicurezza in apertura per consentire la possibilità di estrazione fumo.

Per la trattazione tipologica dello scenario in esame si rimanda alla relazione 109 - MTL2T1A0DVVFGENR021 PREVENZIONE INCENDI - LINEA - SCENARIO 4 (INCENDIO LOCALE TECNICO TIPOLOGICO) e alla relazione PREVENZIONE INCENDI - LINEA - RELAZIONE DI PROGETTO elaborato 01\_MTL2T1A0DVVFGENR001al par. 9.1.2.

Per i locali tecnici non di sistema l'estrazione fumi utilizzerà il ventilatore di estrazione della stazione. Al contrario di quanto riportato per quelli di sistema, il ventilatore consentirà l'estrazione contemporanea di tutti i locali anche quelli non interessati dall'incendio, al fine del corretto funzionamento.

#### **4.5.4 Funzionamento in freecooling**

I ventilatori di emergenza in caso di indisponibilità delle UTA possono funzionare in completo freecooling a portata ridotta.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

In questo caso un ventilatore funziona in immissione e un ventilatore in estrazione con portata pari a 18.000 m<sup>3</sup>/h, le serrande motorizzate poste nelle canalizzazioni, saranno aperte o chiuse in modo da garantire tale funzionamento.

Nelle stazioni a 1 livello è stato possibile, vista la conformazione particolare, separare il sistema di ventilazione di emergenza dal il sistema di mitigazione funzionante in esercizio normale.

Per le temperature e le logiche di attivazione del free-cooling si rimanda alla relazione MTL2T1A1DIVCSGCR001 IMPIANTO DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO - RELAZIONE TECNICA E CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO]

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## 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.

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 (freecooling).

Nel calcolo acustico, riportato negli allegati 3 e 4, 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 II a cui la stazione Giulio Cesare 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 = 18.000 m<sup>3</sup>/h

Portata in funzionamento notturno = 12.600 m<sup>3</sup>/h

### 5.2 Criteri di dimensionamento dei canali ventilatori di emergenza

Per il dimensionamento delle canalizzazioni si è utilizzato il software MagiCAD ventilation 2023 la cui modalità operativa è descritta nell'allegato 1 - the calculation methods of MagiCAD.

I risultati sono riportati nell'allegato 2 - canali ventilazione emergenza

#### 5.2.1 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 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.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

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

		Valori da simulazioni CFD		Valori assunti in progetto		
Piano	Tipologia attivazione ventilatore	Q immissione [m <sup>3</sup> /h]	Q estrazione [m <sup>3</sup> /h]	Q immissione [m <sup>3</sup> /h]	Q estrazione [m <sup>3</sup> /h]	Dimensioni griglie [mm]
Banchina alta 1	via Estrazione	/	43.200	/	43.200	n. 8 2400x240
Banchina alta 2	via estrazione	/	43.200	/	43.200	n. 8 2400x240
Q totale		/	86.400	/	86.400	

Nel caso in cui si sviluppi un incendio al piano Atrio, le simulazioni fluidodinamiche hanno identificato le 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 aerulici**

		Valori da simulazioni CFD		Valori assunti in progetto		
Piano	Tipologia attivazione ventilatore	Q immissione [m <sup>3</sup> /h]	Q estrazione [m <sup>3</sup> /h]	Q immissione [m <sup>3</sup> /h]	Q estrazione [m <sup>3</sup> /h]	Dimensioni griglie [mm]
Banchina alta 1	via Immissione	43.200	/	43.200	/	n. 8 2400x200
Banchina alta 2	via Immissione	43.200	/	43.200	/	n. 8 2400x200
Q totale		86.400	/	86.400	80.000	

In funzionamento degradato, in caso di non funzionamento di uno dei due ventilatori, il ventilatore funzionante si attiverà alla massima portata servendo entrambe le banchine.

## 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) o non di sistema (LTE) presenti al piano atrio e banchina, viene attivato un impianto di ventilazione di emergenza dedicato.

Per i locali tecnici di sistema e non di sistema è stata redatta una simulazione fluidodinamica dedicata, che conferma i dati progettuali assunti che prevedono una estrazione dai suddetti locali

impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare -  
impianto di ventilazione di emergenza - relazione  
tecnica e calcoli di dimensionamento

MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

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 sono le seguenti:

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

piano	locale	LTE / LTS	Ricambi emergen za [V/h]	volu me [m <sup>3</sup> ]	Portata emergen za [m <sup>3</sup> /h]	Dimension e griglia mandata [mm]	Dimension e griglia ripresa [mm]
banchi na	31 locale quadri e porte di banchina	LTE	10	<b>100,9</b>	1009,443	200x200	200x200
	28 loc. sez. corto circuit. via 2	LTE	10	<b>135,6</b>	1355,529	200x200	200x200
	40 locale quadri e porte di banchina	LTE	10	<b>101,0</b>	1009,953	200x200	200x200
	37 loc. sez. corto circuit. via 1	LTE	10	<b>133,0</b>	1329,927	200x200	200x200
	33 centrale antincendio	LTE	10	<b>190,0</b>	1900,362	200x200	200x200
atrio	20 locale info sorvegliante	LTE	10	<b>46,7</b>	466,752	200x200	200x200
	19 locale spogliatoio operatori	LTE	10	<b>52,9</b>	529,344	200x200	200x200
	3 UPS 1	LTS	10	<b>66,6</b>	665,614	200x200	200x200
	4 UPS 2	LTS	10	<b>65,3</b>	652,713	200x200	200x200
	16 locale QNB	LTE	10	<b>73,6</b>	736,327	200x200	200x200
	17 locale quadri	LTS	10	<b>61,6</b>	616,241	200x200	200x200
	7 locale scada/quadri	LTE	10	<b>198,3</b>	1982,68	200x200	200x200
	6 locale UPS	LTE	10	<b>79,8</b>	797,7765	200x200	200x200
	5 locale UPS	LTE	10	<b>81,4</b>	814,024	200x200	200x200
	8 locale a disposizione - SSE	LTS	10	<b>469,8</b>	4698,012	n° 2 200x200	n° 2 200x200
	1 segnalamto/telecomunicazioni/te lecomando	LTE	10	<b>303,6</b>	3035,76	n° 2 200x200	n° 2 200x200
	11 cabina 1 MT/BT	LTS	10	<b>140,4</b>	1404,176	200x200	200x200
	10 loc. impianto fotovoltaico	LTE	10	<b>108,2</b>	1082,491	200x200	200x200
	12 cabina 2 MT/BT	LTS	10	<b>124,0</b>	1240,057	200x200	200x200
	13 locale QGBT	LTS	10	<b>296,4</b>	2964,462	n° 2 200x200	n° 2 200x200
	22 locale gest. emettitrici	LTE	10	<b>68,0</b>	680,316	200x200	200x200
9 QMT smistamento	LTE	10	<b>155,0</b>	1550,322	200x200	200x200	

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

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

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.

La portata dimensionante risulta quindi pari a 4.700 m<sup>3</sup>/h ed è riferita al locale SSE (portata massima possibile).

I locali sottobanchina ed i locali banchina ripresa livello basso

**Tabella 5. Locali tecnici sottobanchina**

N. locale	Denominazione	Dimensione griglia ripresa [mm]
	Locale sottobanchina via 1 (#)	n.6 400X400
	Locale sottobanchina via 2 (#)	n.6 400X400
	Zona Banchina via 1 (##)	n.6 400X400
	Zona Banchina via 2 (##)	n.6 400X400

(#) 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

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.

La portata dimensionante risulta quindi pari a 4.700 m<sup>3</sup>/h ed è riferita al locale SSE (portata massima possibile).

### 5.3.2 Calcolo della prevalenza del circuito

Le perdite di pressione nel circuito sono calcolate mediante il software MagiCAD ventilation 2023 la cui modalità operativa è descritta nell'allegato F - the calculation methods of MagiCAD.

I risultati sono riportati nell'allegato B - Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatore locali di sistema (SEF).

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

### 5.4.1 Definizione delle portate

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 o in banchina.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

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 m<sup>3</sup>/h/m

Larghezza fessura terminale aeralico: 3 cm @ 15 m/s

Nella stazione Giulio Cesare sono previste le seguenti lame 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 minima [m <sup>3</sup> /h*m]	Q barriera/lama aria da progetto [m <sup>3</sup> /h]
Varchi tipo 01	3,90	2,6	1.500	6.390
Varchi tipo 02	2,55	2,6	1.500	4.050
Varchi tipo 03	3,60	2,6	1.500	5.832

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

Sono previsti n. 4 circuiti sottesi a n. 4 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 circuito [m <sup>3</sup> /h]
1 (sotteso al ventilatore VBA-201-0301)	Varco tipo 1	1	6390
		Q totale circuito	6390
2 (sotteso al ventilatore VBA-201-0302)	Varco tipo 2	1	4050
	Varco tipo 3	1	5832
		Q totale circuito	9882
3 (sotteso al ventilatore VBA-201-0303)	Varco tipo 2	1	4050
	Varco tipo 3	1	5832
		Q totale circuito	9882
4 (sotteso al ventilatore VBA-201-0304)	Varco tipo 1	1	6390
		Q totale circuito	6390

- I ventilatori VBA-201-01, 02, 03, 04 hanno 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 Giulio Cesare sono previsti n. 4 ventilatori aventi le seguenti portate.

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

Ventilatore	Portata [m <sup>3</sup> /h]
VBA-201-01	6.400
VBA-201-02	9.882
VBA-201-03	9.882
VBA-201-04	6.400

#### 5.4.2 Calcolo della prevalenza del circuito

Le perdite di pressione nel circuito sono calcolate mediante il software MagiCAD ventilation 2023 la cui modalità operativa è descritta nell'allegato F - the calculation methods of MagiCAD.

I risultati sono riportati nell'allegato C - Calcolo cadute di pressione circuito emergenza a servizio delle barriere d'aria di stazione (VBA).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## 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: 86.400 m<sup>3</sup>/h

Perdita di carico totale del circuito: 1063 Pa

*Caratteristiche dei ventilatori:*

Diametro Ø1250 mm

Portata: 86.948 m<sup>3</sup>/h

Pressione totale: 1076 Pa

Potenza nominale motore: 55 kW

### 6.2 Ventilatore emergenza locali di sistema

Valori calcolati

Portata: 4.700 m<sup>3</sup>/h

Perdita di carico totale del circuito: 255.8 Pa

*Caratteristiche dei ventilatori:*

Diametro Ø560mm

Portata: 4.757 m<sup>3</sup>/s

Pressione totale: 262 Pa

Potenza nominale motore: 1.1 kW

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

### 6.3 Ventilatori emergenza barriere d'aria

Valori calcolati

Portata: 9882 m<sup>3</sup>/h

Perdita di carico totale del circuito: 746 Pa

*Caratteristiche dei ventilatori:*

Diametro Ø500 mm

Portata: 9917 m<sup>3</sup>/h

Pressione totale: 751 Pa

Potenza nominale motore: 4 kW

Valori calcolati

Portata: 6.390 m<sup>3</sup>/h

Perdita di carico totale del circuito: 584 Pa

*Caratteristiche dei ventilatori:*

Diametro Ø450 mm

Portata: 6451 m<sup>3</sup>/h

Pressione totale: 595 Pa

Potenza nominale motore: 2.2 kW

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 1 Rebaudengo - Bologna</b>
impianti non di sistema – stazione Giulio Cesare - impianto di ventilazione di emergenza - relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	MTL2T1A1DIVESGCR002-0-4

## ALLEGATI

- Allegato A – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatori reversibili di stazione (RSF)
- Allegato B – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza ventilatore locali tecnici
- Allegato C – Calcolo cadute di pressione circuito emergenza a servizio delle barriere d’aria di stazione (VBA)
- Allegato D – Calcolo acustico stazione Giulio Cesare in funzionamento diurno e notturno
- Allegato E – The calculation methods of MagiCAD

Informazioni di progetto

Versione software:	MagiCAD per Revit 2023	Data di calcolo:	27/10/2022 13:09
Nome del progetto:	Nome	Progetto numero:	0001
Indirizzo del progetto:		Nome del cliente:	Proprietario
Data di emissione del progetto:	Data	Nome dell'organizzazione:	
Descrizione dell'organizzazione:		Autore:	RCR

Dati di calcolo del progetto

Sistema:	-	Pressione totale:	1063.0 Pa
Flusso totale:	86400 m³/h		

Valori di input per il calcolo

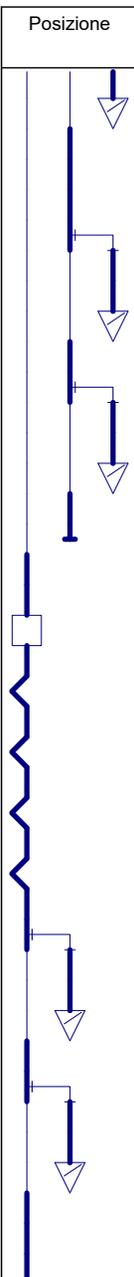
Densità dell'aria:	1.20 kg/m³	Viscosità dinamica dell'aria:	0.00001813 Pa*s
Min. dp dispositivi aeraulici:	20.0 Pa		

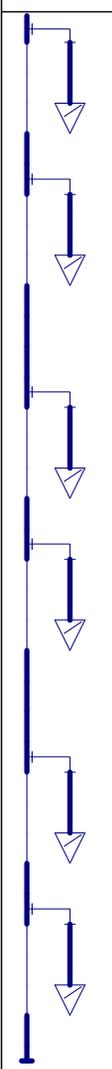
Risultati del calcolo / Mandata

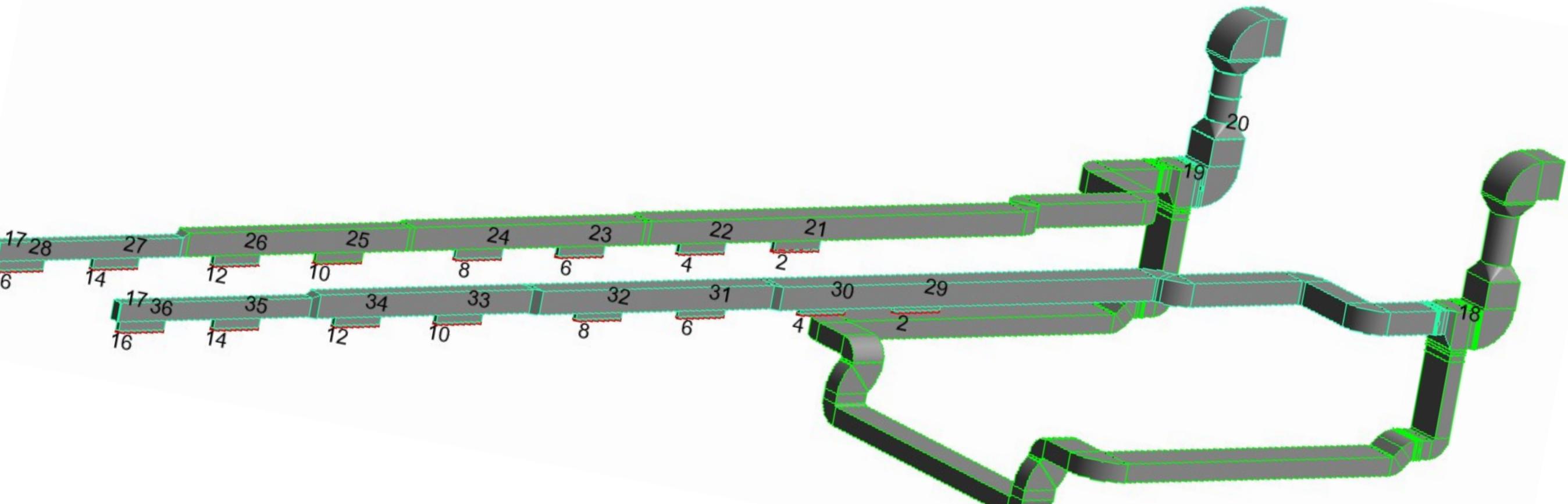
Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x1600	1,1	86400	9,4	0,5		0,42	1063,0	1010,3			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	1600x1600		86400	9,4	38,6	0.732		1062,6				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x1600	0,1	86400	9,4	0,0		0,42	1024,0	971,2			
		Piano sottobanc	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	1600x1600/125		86400	9,4	11,8	0.051		1023,9				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	DT_CIRC_ZN	1250	2,1	86400	19,6	4,2		1,98	1012,2	782,7			
		Piano sottobanc	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	1600x1600/125		86400	19,6	43,7	0.190		1008,0				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x1600	1,1	86400	9,4	0,5		0,42	964,2	911,5			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	1600x1600		86400	9,4	38,6	0.732		963,8				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x1600	0,1	86400	9,4	0,0		0,42	925,2	872,4			
		Piano sottobanc	COMPONENTE		1600x1600		86400	9,4				925,1				
	18	Piano sottobanc	RAMO-T	M-DT_RETT_	1600x1600/800		86400	9,4	63,3	1.200		925,1				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,1	43200	9,4	0,1		0,68	861,8	809,1			
		Piano sottobanc	COMPONENTE		1600x800		43200	9,4				861,8				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	3,3	43200	9,4	2,2		0,68	861,8	809,0			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	32,9	0.624		859,5				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,5	43200	9,4	0,4		0,68	826,6	773,9			
		Piano sottobanc	COMPONENTE		1600x800		43200	9,4				826,3				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,1	43200	9,4	0,0		0,68	826,3	773,6			
		Piano sottobanc	CURVA-45	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	16,5	0.312		826,2				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,5	43200	9,4	0,4		0,68	809,8	757,1			
		Piano sottobanc	CURVA-45	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	16,5	0.312		809,4				

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	14,0	43200	9,4	9,5		0,68	793,0	740,2			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	1600x800		43200	9,4	54,7	1.038		783,4				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	1,7	43200	9,4	1,1		0,68	728,7	676,0			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	32,9	0.624		727,6				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,0	43200	9,4	0,0		0,68	694,7	641,9			
		Piano sottobanc	CURVA-45	M-DT_RETT_	1600x800		43200	9,4	27,4	0.519		694,7				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x1600	0,0	43200	9,4	0,0		0,68	667,3	614,6			
		Piano sottobanc	CURVA-45	M-DT_RETT_	1600x800		43200	9,4	27,4	0.519		667,3				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,4	43200	9,4	0,3		0,68	639,9	587,2			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	32,9	0.624		639,6				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	11,9	43200	9,4	8,1		0,68	606,7	554,0			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	32,9	0.624		598,6				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,4	43200	9,4	0,3		0,68	565,7	513,0			
		Piano sottobanc	CURVA-45	M-DT_RETT_	1600x800		43200	9,4	27,4	0.519		565,4				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x1600	0,0	43200	9,4	0,0		0,68	538,1	485,4			
		Piano sottobanc	CURVA-45	M-DT_RETT_	1600x800		43200	9,4	27,4	0.519		538,1				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,0	43200	9,4	0,0		0,68	510,7	458,0			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	32,9	0.624		510,7				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	1,6	43200	9,4	1,1		0,68	477,8	425,0			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	1600x800		43200	9,4	54,7	1.038		476,7				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	13,9	43200	9,4	9,5		0,68	422,0	369,2			
		Piano sottobanc	CURVA-45	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	16,5	0.312		412,4				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,5	43200	9,4	0,4		0,68	396,0	343,3			
		Piano sottobanc	CURVA-45	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	16,5	0.312		395,6				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,1	43200	9,4	0,1		0,68	379,2	326,5			
		Piano sottobanc	COMPONENTE		1600x800		43200	9,4				379,1				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,6	43200	9,4	0,4		0,68	379,1	326,4			
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x1600		43200	9,4	32,9	0.624		378,7				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	3,2	43200	9,4	2,2		0,68	345,8	293,1			
		Piano sottobanc	COMPONENTE		1600x800		43200	9,4				343,6				
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x800	0,1	43200	9,4	0,1		0,68	343,6	290,9			
	19	Piano sottobanc	RAMO-T	M-DT_RETT_	1600x1600/800		43200	9,4				343,5				
		Piano sottobanc	COMPONENTE		1600x1600											
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x1600	0,1										
		Piano sottobanc	CURVA-90	M-DT_RETT_	1600x1600											
		Piano sottobanc	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1600x1600	1,1										
	20	Piano sottobanc	SPINA	M-DT_RETT_	1600x1600											
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	1600x1600/120		43200	4,7				274,4				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	0,2	43200	10,0	0,2		0,75	274,4	214,4			
		Piano banchine	COMPONENTE		1200x1000		43200	10,0				274,2				

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	2,5	43200	10,0	1,9		0,75	274,2	214,2			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	1200x1000		43200	10,0	50,9	0.848		272,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	2,7	43200	10,0	2,0		0,75	221,4	161,4			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	1200x1000		43200	10,0	50,9	0.848		219,4				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	5,7	43200	10,0	4,3		0,75	168,5	108,5			
		Piano banchine	CURVA-60	M-DT_RETT_	1200x1000		43200	10,0	33,9	0.565		164,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	0,2	43200	10,0	0,2		0,75	130,3	70,3			
		Piano banchine	CURVA-60	M-DT_RETT_	1200x1000		43200	10,0	33,9	0.565		130,2				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	10,6	43200	10,0	7,9		0,75	96,2	36,2			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	2,4	43200	10,0				88,3				
	21	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	61,2	1.020		81,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	2	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100		Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	2,6	37800	8,8	1,5		0,58	85,7	39,8			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	2,4	37800	8,8				84,2				
	22	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	47,1	1.026		67,2				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	4	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100		Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	1200x1000	1,9	32400	7,5	0,8		0,44	82,1	48,4			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	1200x1000/950		32400	7,5	3,2	0.060		81,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	1,8	32400	9,5	1,4		0,77	78,1	24,2			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	2,4	32400	9,5				76,7				
	23	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	55,0	1.022		75,2				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	6	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100		Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	3,0	27000	7,9	1,6		0,55	74,1	36,8			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	2,4	27000	7,9				72,5				
	24	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	38,6	1.031		58,7				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	8	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100		Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	2,6	21600	6,3	0,9		0,36	70,6	46,7			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	950x1000/700x		21600	6,3	2,6	0.060		69,7				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	2,1	21600	8,6	1,7		0,78	67,0	23,0			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	2,4	21600	8,6				65,4				
	25	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	45,3	1.027		65,4				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	10	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100		Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	3,0	16200	6,4	1,4		0,46	62,2	37,4			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	2,4	16200	6,4				60,8				
	26	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	26,0	1.047		46,1				

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti	
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3				
	12	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0			100	Dati del prodotto non tr	
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		700x1000	1,7	10800	4,3	0,4		0,22	59,0	48,0			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_		700x1000/500x		10800	4,3	1,8	0.055		58,6				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		500x800	2,0	10800	7,5	1,7		0,87	56,8	23,0			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		500x800	2,4	10800	7,5				55,1				
	27	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_		2400x200		5400	3,1	34,9	1.035		55,1				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	14	Piano banchine	MANDATA			2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100	Dati del prodotto non tr	
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		500x800	2,6	5400	3,8	0,6		0,24	30,4	21,9			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		500x800	2,4	5400	3,8				29,7				
	28	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_		2400x200		5400	3,1	9,6	1.139		29,7				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	16	Piano banchine	MANDATA			2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100	Dati del prodotto non tr	
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		500x800	0,2										
	17	Piano banchine	SPINA	M-DT_RETT_		500x800											
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_		1600x1600/120		43200	4,7				274,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	0,2	43200	10,0	0,1		0,75	274,3	214,3			
		Piano banchine	COMPONENTE			1200x1000		43200	10,0				274,2				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	2,5	43200	10,0	1,9		0,75	274,2	214,2			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_		1200x1000		43200	10,0	50,9	0.848		272,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	2,8	43200	10,0	2,1		0,75	221,5	161,5			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_		1200x1000		43200	10,0	50,9	0.848		219,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	5,7	43200	10,0	4,3		0,75	168,5	108,5			
		Piano banchine	CURVA-60	M-DT_RETT_		1200x1000		43200	10,0	33,9	0.565		164,2				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	0,2	43200	10,0	0,2		0,75	130,3	70,3			
		Piano banchine	CURVA-60	M-DT_RETT_		1200x1000		43200	10,0	33,9	0.565		130,1				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	10,5	43200	10,0	7,8		0,75	96,2	36,2			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	2,4	43200	10,0				88,3				
29	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_		2400x200		5400	3,1	61,2	1.020		81,3					
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3				
2	Piano banchine	MANDATA			2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100	Dati del prodotto non tr		
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	2,6	37800	8,8	1,5		0,58	85,7	39,8				
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	2,4	37800	8,8				84,2					
30	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_		2400x200		5400	3,1	47,1	1.026		67,2					
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3				
4	Piano banchine	MANDATA			2400x200		5400	3,1	20,0			20,0		100	Dati del prodotto non tr		
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		1200x1000	1,9	32400	7,5	0,8		0,44	82,1	48,4				
	Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_		1200x1000/950		32400	7,5	3,2	0.060		81,3					
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_		950x1000	1,8	32400	9,5	1,4		0,77	78,1	24,3				

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	2,4	32400	9,5				76,7				
	31	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	55,0	1.022		75,2				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	6	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0			100	Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	3,0	27000	7,9	1,6		0,55	74,2	36,8			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	2,4	27000	7,9				72,5				
	32	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	38,6	1.031		58,7				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	8	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0			100	Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	950x1000	2,6	21600	6,3	0,9		0,36	70,6	46,7			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	950x1000/700x		21600	6,3	2,6	0.060		69,7				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	2,1	21600	8,6	1,7		0,78	67,1	23,0			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	2,4	21600	8,6				65,4				
	33	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	45,3	1.027		65,4				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	10	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0			100	Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	3,0	16200	6,4	1,4		0,46	62,5	37,7			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	2,4	16200	6,4				61,1				
	34	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	26,0	1.047		46,1				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	12	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0			100	Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	700x1000	1,3	10800	4,3	0,3		0,22	59,3	48,2			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	700x1000/500x		10800	4,3	1,8	0.055		59,0				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x800	2,4	10800	7,5	2,1		0,87	57,1	23,4			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x800	2,4	10800	7,5				55,1				
	35	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	34,9	1.035		55,1				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3			
	14	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0			100	Dati del prodotto non tr
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x800	2,6	5400	3,8	0,6		0,24	30,4	21,9			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x800	2,4	5400	3,8				29,7				
	36	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	2400x200		5400	3,1	9,6	1.139		29,7				
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	2400x200	0,4	5400	3,1	0,1		0,32	20,1	14,3				
16	Piano banchine	MANDATA		2400x200		5400	3,1	20,0			20,0			100	Dati del prodotto non tr	
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x800	0,2											
17	Piano banchine	SPINA	M-DT_RETT_	500x800												



Informazioni di progetto

Versione software:	MagiCAD per Revit 2023	Data di calcolo:	28/10/2022 15:05
Nome del progetto:	Nome	Progetto numero:	0001
Indirizzo del progetto:		Nome del cliente:	Proprietario
Data di emissione del progetto:	Data	Nome dell'organizzazione:	
Descrizione dell'organizzazione:		Autore:	RCR

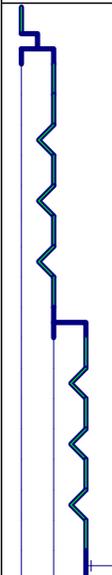
Dati di calcolo del progetto

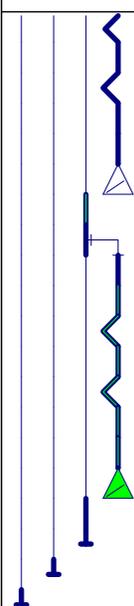
Sistema:	VMC-01-R_a	Pressione totale:	-255.8 Pa
Flusso totale:	4700 m³/h		

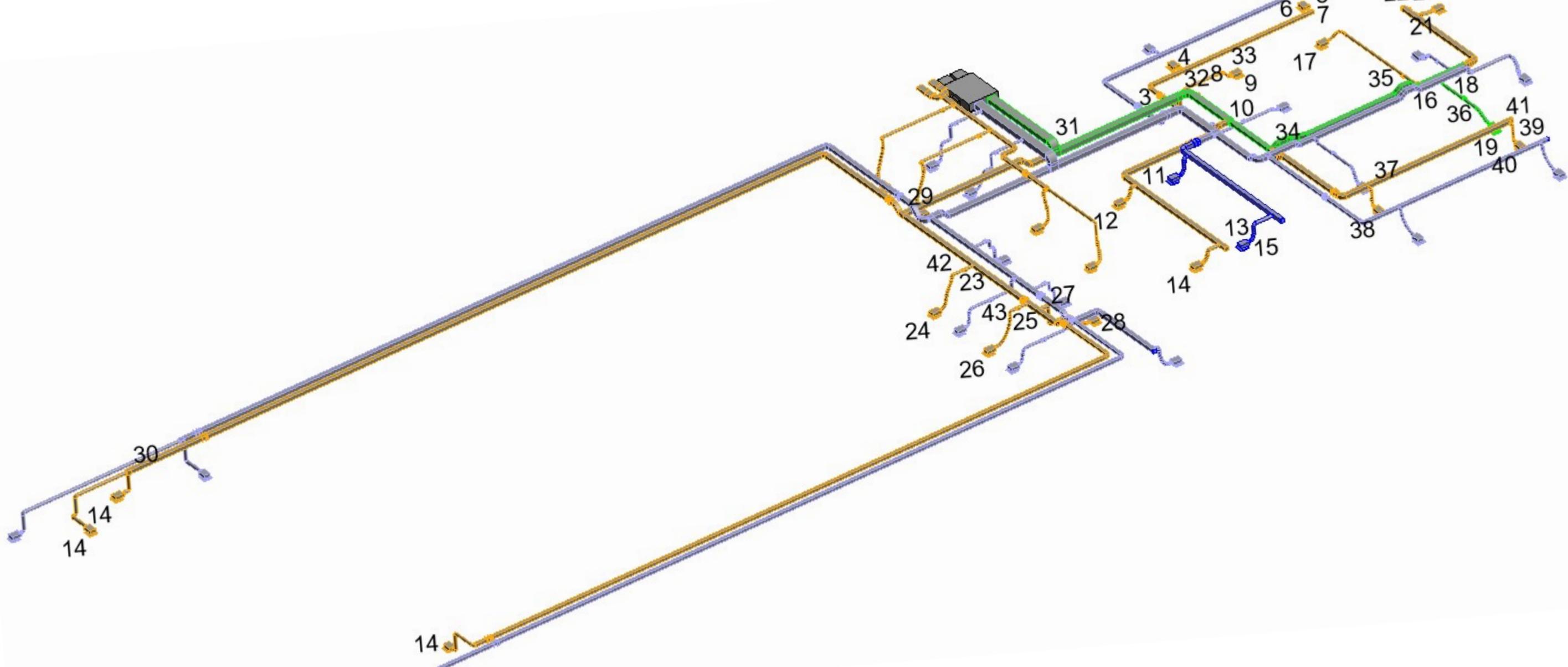
Valori di input per il calcolo

Densità dell'aria:	1.20 kg/m³	Viscosità dinamica dell'aria:	0.00001813 Pa*s
Min. dp dispositivi aeraulici:	20.0 Pa		

Risultati del calcolo / Ripresa

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti	
	41	Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x500	4,5	4700	5,2	2,6		0,57	-255,8	-272,2				
		Piano atrio (live)	RAMO-T	M-DT_RETT_	500x500/500x5			4700	5,2	23,2	1.417		-253,3				
		Piano atrio (live)	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	500x500/500x4				4700	5,2			-230,1				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		0,8	4700	6,5	0,8		0,99	-230,1	-255,7			
		Piano atrio (live)	CURVA-60	M-DT_RETT_	400x500			4700	6,5	11,8	0.462		-229,3				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		0,3	4700	6,5	0,3		0,99	-217,4	-243,0			
		Piano atrio (live)	CURVA-60	M-DT_RETT_	400x500			4700	6,5	11,8	0.462		-217,2				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		5,2	4700	6,5	5,1		0,99	-205,4	-230,9			
		Piano atrio (live)	CURVA-90	M-DT_RETT_	500x400			4700	6,5	21,3	0.835		-200,2				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		2,5	4700	6,5	2,5		0,99	-178,9	-204,5			
10		Piano atrio (live)	RAMO-T	M-DT_RETT_	500x400/500x4		4700	6,5	24,7	0.967		-176,4					
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		0,1	4700	6,5	0,1		0,99	-151,7	-177,3			
		Piano atrio (live)	CURVA-45	M-DT_RETT_	400x500			4700	6,5	8,9	0.347		-151,6				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		0,1	4700	6,5	0,1		0,99	-142,7	-168,3			
		Piano atrio (live)	CURVA-45	M-DT_RETT_	400x500			4700	6,5	8,9	0.347		-142,6				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		4,6	4700	6,5	4,6		0,99	-133,7	-159,3			
		Piano atrio (live)	CURVA-90	M-DT_RETT_	500x400			4700	6,5	21,3	0.835		-129,2				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		0,4	4700	6,5	0,4		0,99	-107,8	-133,4			
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400		0,5	4700	6,5				-107,4				
		40		Piano atrio (live)	GIUNTO	DT_CIRC_ZN	400		2350	5,2	14,8	0.577		-97,7			
Piano atrio (live)	CONDOTTO			DT_CIRC_ZN	400		0,2	2350	5,2	0,1		0,68	-82,9	-99,1			

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti
		Piano atrio (live)	CURVA-90	DT_CIRC_ZN	400		2350	5,2	12,4	0.764		-82,8				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	DT_CIRC_ZN	400	0,5	2350	5,2	0,3		0,68	-70,4	-86,6			
		Piano atrio (live)	CURVA-90	DT_CIRC_ZN	400		2350	5,2	12,4	0.764		-70,1				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	DT_CIRC_ZN	400	0,6	2350	5,2	0,4		0,68	-57,7	-73,9			
		Piano atrio (live)	RIDUTTORE	DT_CIRC_ZN	400/250		2350	5,2	37,3	0.352		-57,3				
	35	Piano atrio (live)	RIPRESA		250		2350	13,3	20,0			-20,0		97	100	
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400	5,9	2350	3,3	1,6		0,27	-100,2	-106,6			
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400	0,5	2350	3,3				-98,6				
	36	Piano atrio (live)	GIUNTO	DT_CIRC_ZN	400		2350	5,2	15,7	2.449		-98,6				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	DT_CIRC_ZN	400	0,0	2350	5,2	0,0		0,68	-82,9	-99,1			
		Piano atrio (live)	CURVA-90	DT_CIRC_ZN	400		2350	5,2	12,4	0.764		-82,9				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	DT_CIRC_ZN	400	0,5	2350	5,2	0,3		0,68	-70,5	-86,7			
		Piano atrio (live)	CURVA-90	DT_CIRC_ZN	400		2350	5,2	12,4	0.764		-70,2				
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	DT_CIRC_ZN	400	0,8	2350	5,2	0,5		0,68	-57,8	-74,0			
		Piano atrio (live)	RIDUTTORE	DT_CIRC_ZN	400/250		2350	5,2	37,3	0.352		-57,3				
	37	Piano atrio (live)	RIPRESA		250		2350	13,3	20,0			-20,0		97	100	
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x400	0,2										
15	Piano atrio (live)	SPINA	M-DT_RETT_	500x400												
38	Piano atrio (live)	SPINA	M-DT_RETT_	500x400												
42	Piano atrio (live)	SPINA	M-DT_RETT_	500x500												



Informazioni di progetto

Versione software:	MagiCAD per Revit 2023	Data di calcolo:	28/10/2022 11:47
Nome del progetto:	Nome	Progetto numero:	0001
Indirizzo del progetto:		Nome del cliente:	Proprietario
Data di emissione del progetto:	Data	Nome dell'organizzazione:	
Descrizione dell'organizzazione:		Autore:	RCR

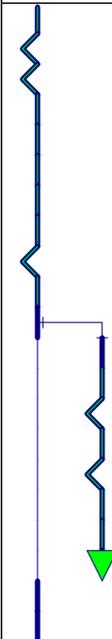
Dati di calcolo del progetto

Sistema:	-	Pressione totale:	746.0 Pa
Flusso totale:	9882 m³/h		

Valori di input per il calcolo

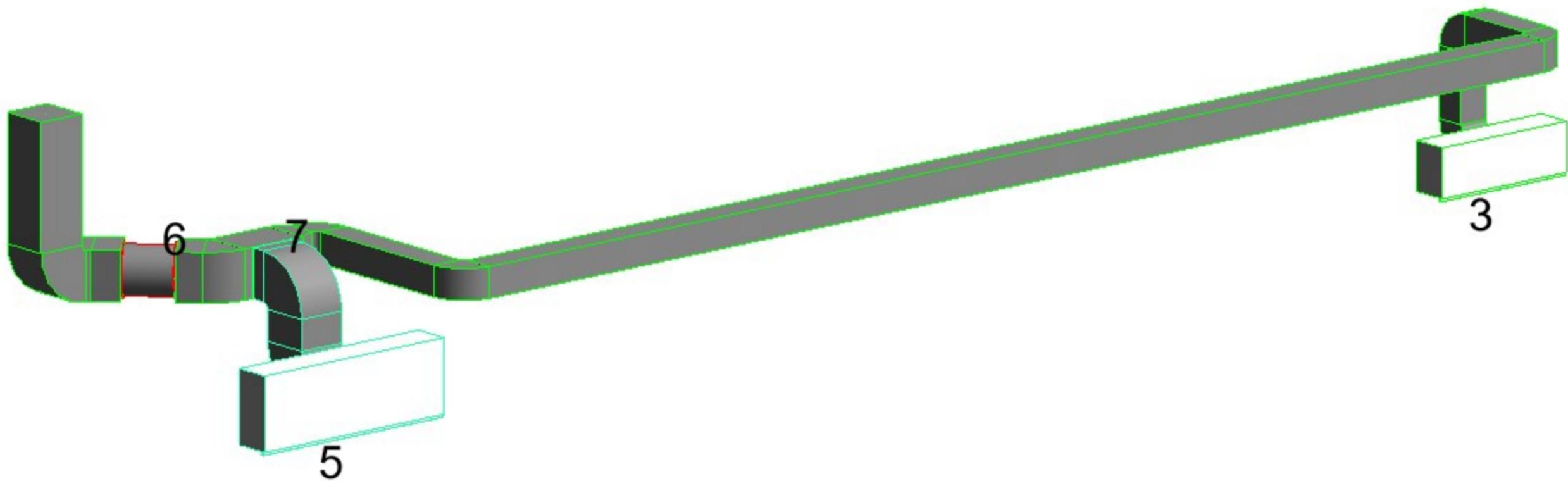
Densità dell'aria:	1.20 kg/m³	Viscosità dinamica dell'aria:	0.00001813 Pa*s
Min. dp dispositivi aeraulici:	20.0 Pa		

Risultati del calcolo / Mandata

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti	
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	2,1	9882	4,3	0,5		0,22	746,0	734,9				
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		9882	4,3	9,2	0.835		745,5					
		Piano banchine	CURVA-45	M-DT_RETT_	800x800		9882	4,3	4,6	0.417		736,3					
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,4	9882	4,3	0,1		0,22	731,7	720,7				
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	800x800/800		9882	4,3	0,9	0.050		731,6					
		Piano banchine	CONDOTTO	DT_CIRC_ZN	800	0,8	9882	5,5	0,3			0,33	730,7	712,8			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	800x800/800		9882	5,5	1,0	0.058			730,4				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,4	9882	4,3	0,1			0,22	729,4	718,4			
		Piano banchine	CURVA-45	M-DT_RETT_	800x800		9882	4,3	4,6	0.417			729,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,1	9882	4,3	0,0			0,22	724,7	713,7			
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,8	9882	4,3					724,7				
		7	Piano banchine	GIUNTO	M-DT_RETT_	800x800		5832	2,5	11,8	1.070		724,7				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,2	5832	2,5	0,0			0,08	712,9	709,0			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		5832	2,5	3,2	0.835			712,8				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,5	5832	2,5	0,0			0,08	709,6	705,8			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		5832	2,5	3,2	0.835			709,6				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,0	5832	2,5	0,0			0,08	706,4	702,5			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	800x800/800		5832	2,5	0,3	0.050			706,4				
	5	Piano banchine	MANDATA		800		5832	3,2	706,1			706,1			100		
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,2	4050	1,8	0,0			0,04	643,9	642,1				
	Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	800x800/500x5		4050	1,8	0,7	0.062			643,9					

## Rapporto sulla caduta di pressione delle condotte

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	500x500		4050	4,5	9,7	0.800		643,2				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x500	2,7	4050	4,5	1,2		0,43	633,4	621,3			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	500x500		4050	4,5	9,7	0.800		632,3				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x500	21,2	4050	4,5	9,1		0,43	622,6	610,4			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	500x500		4050	4,5	9,7	0.800		613,4				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x500	1,4	4050	4,5	0,6		0,43	603,7	591,6			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	500x500		4050	4,5	9,7	0.800		603,1				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x500	1,2	4050	4,5	0,5		0,43	593,4	581,3			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	500x500		4050	4,5	9,7	0.800		592,9				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	500x500	0,0	4050	4,5	0,0		0,43	583,2	571,0			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	500x500/500		4050	4,5	1,0	0.050		583,2				
	3	Piano banchine	MANDATA		500		4050	5,7	582,2			582,2			100	



### Informazioni di progetto

Versione software:	MagiCAD per Revit 2023	Data di calcolo:	28/10/2022 11:51
Nome del progetto:	Nome	Progetto numero:	0001
Indirizzo del progetto:		Nome del cliente:	Proprietario
Data di emissione del progetto:	Data	Nome dell'organizzazione:	
Descrizione dell'organizzazione:		Autore:	RCR

### Dati di calcolo del progetto

Sistema:	-	Pressione totale:	584.0 Pa
Flusso totale:	6390 m³/h		

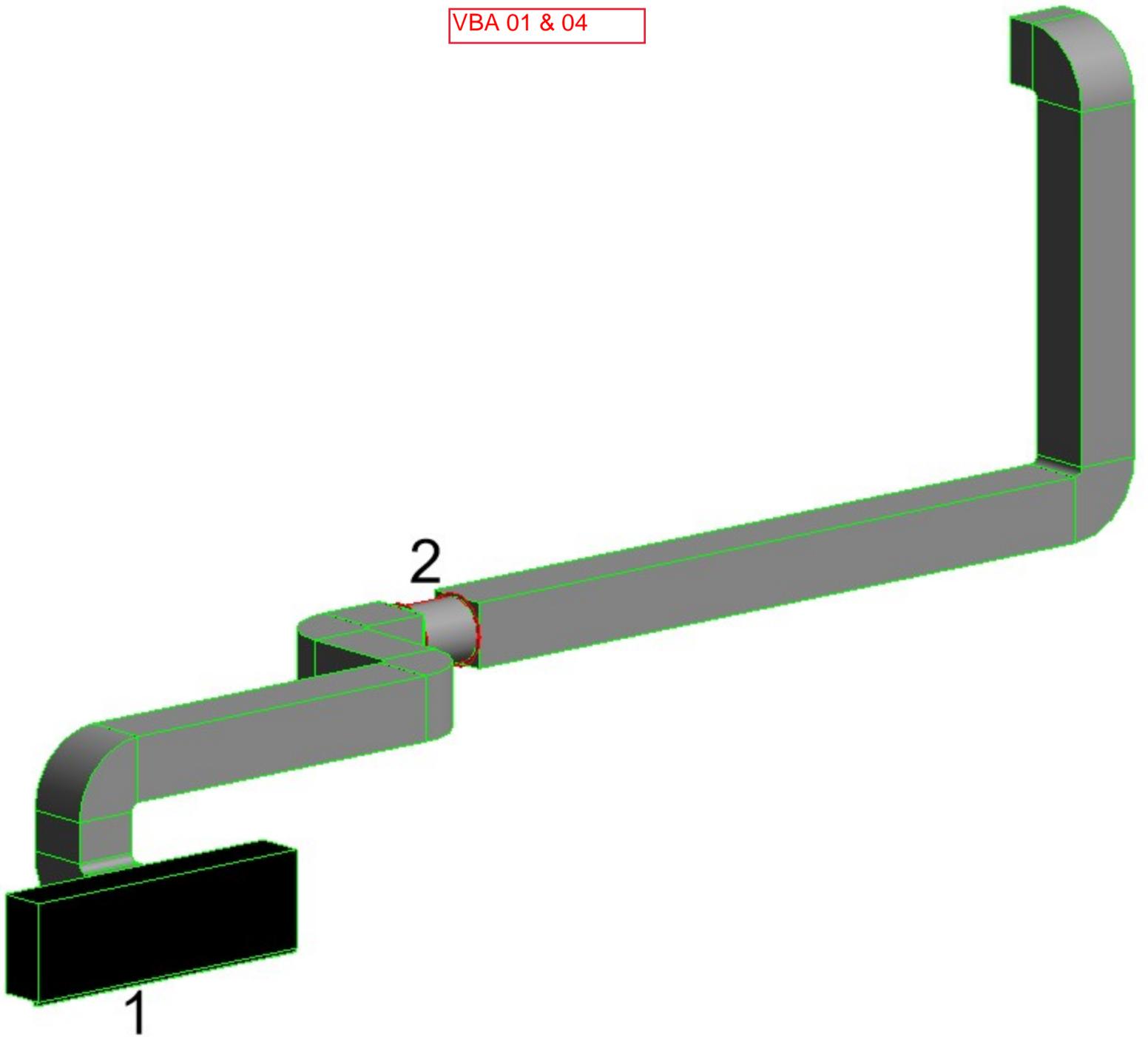
### Valori di input per il calcolo

Densità dell'aria:	1.20 kg/m³	Viscosità dinamica dell'aria:	0.00001813 Pa*s
Min. dp dispositivi aeraulici:	20.0 Pa		

### Risultati del calcolo / Mandata

Posizione	Nodo	Livello	Tipo	Serie	Dimensione	L [m]	qv [m³/h]	v [m/s]	dpt [Pa]	Fattore K	dp/L [Pa/m]	pt [Pa]	pst [Pa]	reg.	qv [%]	Avvertimenti
		Piano atrio (live)	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,4	6390	2,8	0,0		0,10	584,0	579,4			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		6390	2,8	3,9	0.835		584,0				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	4,3	6390	2,8	0,4		0,10	580,1	575,5			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		6390	2,8	3,9	0.835		579,7				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	9,1	6390	2,8	0,9		0,10	575,8	571,2			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	800x800/800		6390	2,8	0,4	0.050		574,9				
		Piano banchine	CONDOTTO	DT_CIRC_ZN	800	0,8	6390	3,5	0,1		0,15	574,6	567,1			
		Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	800x800/800		6390	3,5	0,4	0.058		574,4				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,8	6390	2,8	0,1		0,10	574,0	569,4			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		6390	2,8	3,9	0.835		573,9				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	1,2	6390	2,8	0,1		0,10	570,1	565,5			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		6390	2,8	3,9	0.835		569,9				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	4,4	6390	2,8	0,4		0,10	566,1	561,5			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		6390	2,8	3,9	0.835		565,7				
		Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,5	6390	2,8	0,1		0,10	561,8	557,2			
		Piano banchine	CURVA-90	M-DT_RETT_	800x800		6390	2,8	3,9	0.835		561,7				
	Piano banchine	CONDOTTO	M-DT_RETT_	800x800	0,4	6390	2,8	0,0		0,10	557,9	553,3				
	Piano banchine	RIDUTTORE	M-DT_RETT_	800x800/800		6390	2,8	0,4	0.050		557,9					
	1	Piano banchine	MANDATA		800		6390	3,5	557,5			557,5			100	

VBA 01 & 04



funzionamento diurno

Data		26/05/2022								
Rif. camera di ventilazione:		Torino Linea 2 - Corelli, S.G. e G.C.								
Portata ventilatore:										
Funzionamento emergenza		1	x	24 m3/s						
Funzionamento normale		1	x	05 m3/s						
Rumorosità richiesta (Corelli):		50 dB(A)								
Distanza:		3 m								
<b>Calcolo eseguito in condizioni di funzionamento normale</b>										
Frequenza	Hz		<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
Potenza sonora ventilatore	dB(W)		85	81	81	80	76	70	64	58
Numero ventilatori in parallelo	dB	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Risultante	dB(W)		85	81	81	80	76	70	64	58
Attenuazione silenziatore cilindrico	dB		-	-	-	-	-	-	-	-
Attenuazione silenziatore	dB		5	10	16	21	27	27	19	16
Risultante	dB(W)		80	71	65	59	49	43	45	42
Rumorosità rigenerata	dB(W)		38	36	31	26	21	14	9	9
Risultante	dB(W)		80	71	65	59	49	43	45	42
Curva camera	dB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Attenuazione per distanza da griglia (3)	dB		-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14
Risultante	dB		<b>66</b>	<b>57</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>28</b>
Filtro A	dB		-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1
Risultante	dB(A)		40	41	42	42	35	30	32	27
<b>Globale in dB(A)</b>			<b>48</b>							
caratteristiche silenziatore										
					<b>Dim. Griglia</b>			<b>a</b>		
portata m3/s (BASSA VELOCITA')		5			<b>a</b>	2,5	m			
portata m3/s (ALTA VELOCITA')		24			<b>b</b>	1,6	m			
tipo setti:		verticali	fissi		<b>Distanza</b>	3 m	m			
spessore setti (mm)		200								
passaggio aria (mm) medio		150			<b>S</b>	4	m2			
n. moduli		5			<b>S1</b>	99,142	m2			
<b>Dimensione silenziatore</b>										
Larghezza ( mm)		1750			<b>Att.</b>	-13,942				
Altezza (mm)		1600								
Lunghezza (mm)		1500								
sezione lorda m2		2,8								
sezione netta m2		1,2								
velocità netta m/s (BASSA VELOCITA')		4,17								
velocità netta m/s (ALTA VELOCITA')		20,00								
Perdita di carico (BASSA VELOCITA')		6 Pa								
Perdita di carico (ALTA VELOCITA')		133 Pa								



# MagiCAD – metodo di calcolo

## VENTILAZIONE

MagiCAD Ventilation è un software per la progettazione di sistemi di ventilazione. In MagiCAD ogni componente, dal semplice condotto al terminale e contiene al suo interno tutte le informazioni tecniche necessarie.

### *Grandezze e unità di misura utilizzate per il calcolo*

simbolo	Unità di misura	
Dp	Pa	Caduta di pressione
V	m/s	velocità
$\xi$	-	Coefficiente di resistenza
A	m <sup>2</sup>	Area
D	m	Diametro
$\nu$	m <sup>2</sup> /s	Viscosità cinematica
Re	-	Numero di Reynolds
$\lambda$	-	Coefficiente d'attrito
$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	Densità del liquido
P		Densità dell'aria (1.2 kg/m <sup>3</sup> se non data)
$\eta$	[Pa/s]	Viscosità dinamica
$\nu$	[m <sup>2</sup> /s]	Viscosità cinematica dell'aria (+20°C= 0,00001511)
k	[mm]	Rugosità assoluta
a	[mm]	Spessore
b	[mm]	Altezza

### *Metodo utilizzato per eseguire il calcolo con MagiCAD:*

#### **Metodo della ripresa statica**

Per questo metodo si definiscono le dimensioni dei condotti.

La dimensione del condotto principale resta costante dal ventilatore fino all'ultima diramazione.

Ad ogni diramazione deve essere considerata una caduta di velocità pari ad almeno 2-3 m/s per compensare la caduta di pressione che si genera nella condotta successiva.

L'utilizzo di questo metodo comporta maggiori ingombri ma anche una riduzione dei costi operativi dovuto ad una minore caduta di pressione globale.

### *Dimensionamento*

Il dimensionamento della rete consta di tre steps:

- 1) Si definiscono le dimensioni dei singoli condotti, le velocità massime e i coefficienti di attrito di ogni condotto.
- 2) Il software controlla che non ci siano riduzioni non necessarie basandosi su alcune condizioni standard, ad esempio, se la distanza tra due giunti a T è minore di un metro la dimensione del condotto scelta sarà quella del tratto più vicino al ventilatore.

3) Il software successivamente permette di personalizzare i risultati ottenuti.

### COEFFICIENTE DI RIDUZIONE

In magiCAD si può definire un coefficiente di riduzione (chiamato “diversity”) che permette di regolare automaticamente la portata nel condotto. Per esempio, a partire da una portata d’aria di 1000 l/s, impostando in un condotto una “diversity” dell’80% si otterrà una portata, in quello specifico condotto, di 800 l/s.

### PRINCIPIO DI BILANCIAMENTO

MagiCAD bilancia in automatico i condotti al minimo livello di pressione, permettendo all’utente di avere la caduta di pressione per uno specifico ventilatore. L’utente può quindi andare a impostare la caduta di pressione dei singoli dispositivi

## Calcolo della caduta di pressione

### 1 CONDOTTI

Per la caduta di pressione dovuta all’attrito, MagiCAD utilizza l’equazione di Colebrook con la rugosità che può essere definita per ogni tratto dall’utente.

Definiti:

Nota: per i condotti a sezione rettangolare è utilizzato il diametro idraulico

$$dp = \frac{\lambda \cdot \rho}{d \cdot 2} \cdot v^2$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\eta} = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$\lambda = 0 \quad \text{se} \quad Re \leq 0.0001$$

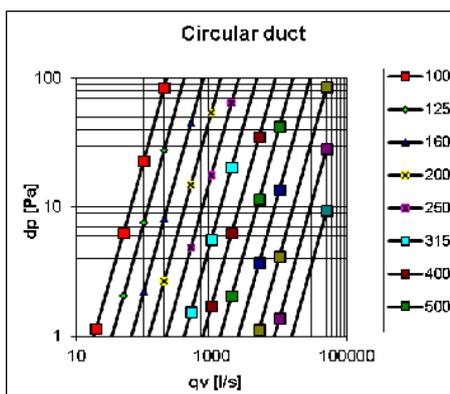
$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad \text{se} \quad 0.0001 \leq Re \leq 2200$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left( \frac{k}{3.7 \cdot d} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right) \quad \text{se} \quad Re \geq 2400 \quad **$$

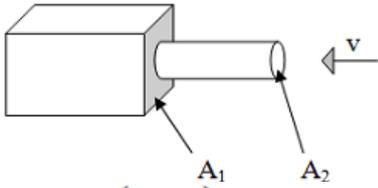
\*\*Qualora la formula non vada a convergenza si può approssimare  $\lambda$  come segue:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{k}{d} + \frac{68,0}{Re} \right)^{0,25}$$

Il grafico mostra la caduta di pressione per una rugosità pari a 0.15 mm (tipica dei condotti in acciaio)



## 2 DAL CONDOTTO ALLA SCATOLA DI DERIVAZIONE



$$\xi = 0,25 * \left( \frac{A_1}{A_2} - 1 \right) \quad \text{if } \frac{A_1}{A_2} < 2$$

$$\xi = 0,25 + 0,2 * \left( \frac{A_1}{A_2} - 2 \right) \quad \text{if } \frac{A_1}{A_2} < 3$$

$$\xi = 0,45 + 0,15 * \frac{\frac{A_1}{A_2} - 3}{4,5 - 3} \quad \text{if } \frac{A_1}{A_2} < 4,5$$

$$\xi = 0,6 + 0,1 * \frac{\frac{A_1}{A_2} - 4,5}{6 - 4,5} \quad \text{however } \xi \leq 1$$

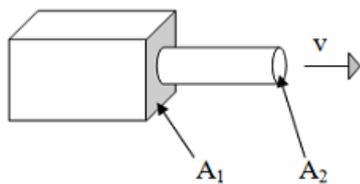
$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v^2 \quad [\text{Pa}]$$

dove

A1	[m <sup>2</sup> ]	Area del lato della scatola di derivazione dove è collegato il condotto
A2	[m <sup>2</sup> ]	cross-sectional area del condotto

## 3 DALLA SCATOLA DI DERIVAZIONE AL CONDOTTO

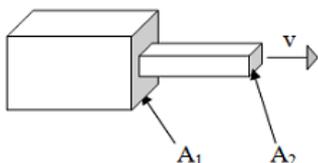
a) Condotti circolari



$$\xi = 0,5 - \frac{A_2}{A_1} * 0,5$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v^2 \quad [\text{Pa}]$$

b) Condotti rettangolari



$$\zeta = 0,7 - \frac{A_2}{A_1} * 0,7$$

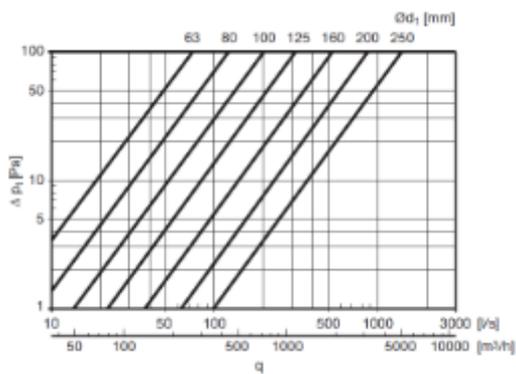
$$dp = \zeta * \frac{\rho}{2} * v^2 \quad [\text{Pa}]$$

#### 4 ALTRE TIPOLOGIE

Pressione dinamica  $dp_{dm} = \frac{\rho}{2} v^2 \quad [\text{Pa}]$

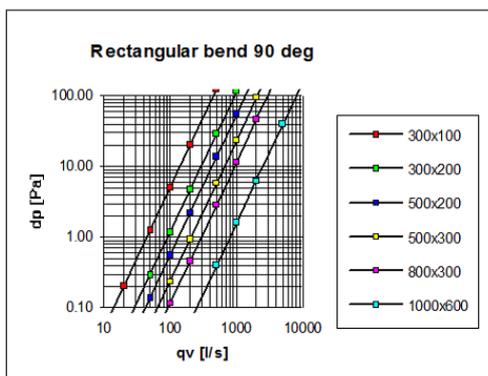
#### 5 GIUNZIONI CIRCOLARI

Per I giunti a sezione circolare MagiCAD utilizza le equazioni alla base del seguente grafico



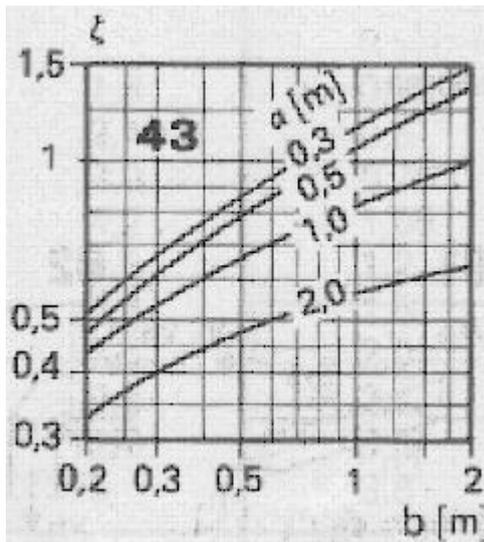
#### 6 GIUNTI A SEZIONE RETTANGOLARE

Per giunti di 90° a sezione rettangolare MagiCAD utilizza le equazioni che alla base del seguente diagramma

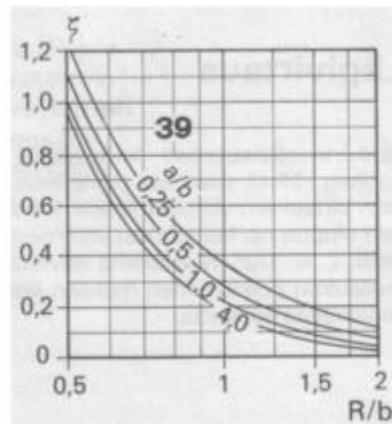
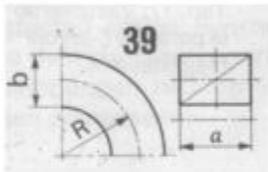


$$dp = \zeta * \frac{\rho}{2} * v^2 \quad [\text{Pa}]$$

##### 6.1) Curvi internamente, dritti esternamente:



### 6.2) Curvi:



a	altezza
b	spessore
R	Raggio dell'asse

Posto  $\xi=1.2$  come nei diagrammi

Ci sono 4 casi in base al tipo di curvatura del giunto in relazione alle sue dimensioni:

- a) Curvatura stretta:  $R = 0.6 * b$
- b) Curvatura media:  $R = b$
- c) Curvatura larga:  $R = 1.5 * b$
- d) Default:  $R = 0.5 * b + 100$

### 6.3) Lineari internamente, curvi esternamente:

$$\xi = 1.3$$

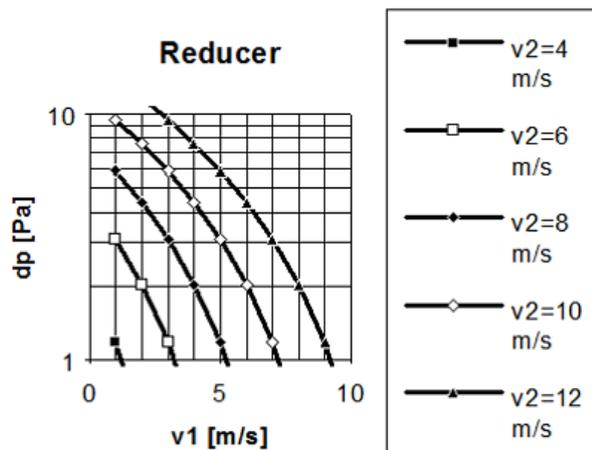
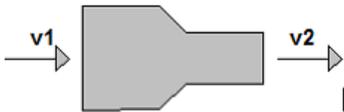
### 6.4) Lineari:

$$\xi = 1.5$$

### 6.5) Angoli diversi da 90°

Nei casi in cui il giunto ha un angolo diverso da 90°, il valore è rapportato a 90°. Per esempio con un angolo di 45° si divide per 2, per un angolo di 30° si divide per 3.

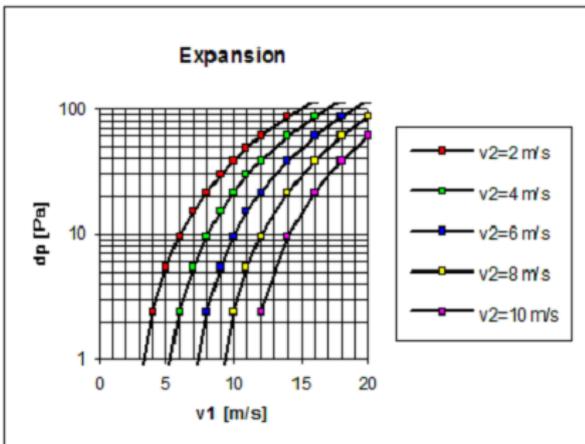
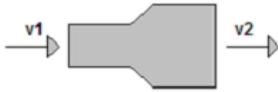
### 7 RIDUTTORI CIRCOLARI



$$dp = 0,146 * (v_2 - v_1)^{1,9} \quad [Pa]$$

v2	[m/s]	Velocità all'uscita
v1	[m/s]	Velocità in ingresso

### 8 ESPANSORI

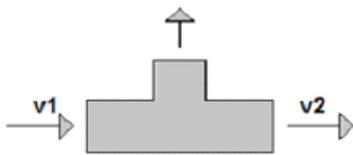


$$dp = 0,864 * (v_1 - v_2)^{1,5} \text{ [Pa]}$$

v2	[m/s]	Velocità all'uscita
v1	[m/s]	Velocità in ingresso

## 9 DIRAMAZIONI A T

### a) Alimentazione in canale principale

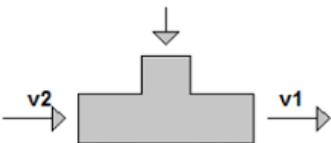


$$c = \text{abs}(v_2 - (v_1 + 0,05*v_2))$$

$$dp = 0,025*v_2^2 + 0,25*c^2$$

v2	[m/s]	Velocità all'uscita
v1	[m/s]	Velocità in ingresso

### b) Scarico in canale principale

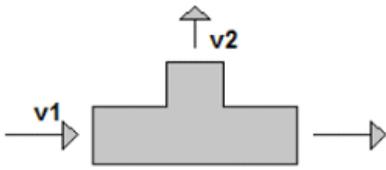


$$c = \text{abs}(v_2 - (v_1 + 0,2*v_2))$$

$$dp = 0,1*v_2^2 + 0,4*c^2$$

v2	[m/s]	Velocità in ingresso
v1	[m/s]	Velocità in uscita

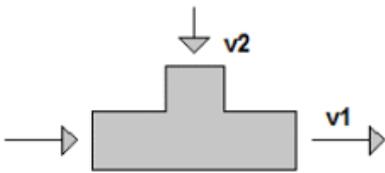
**c) Alimentazione in canale secondario**



$$dp = 0.6 \cdot v_1^2 + 0.12 \cdot v_2^2$$

$v_2$	[m/s]	Velocità all'uscita
$v_1$	[m/s]	Velocità in ingresso

**d) Scarico in canale secondario**

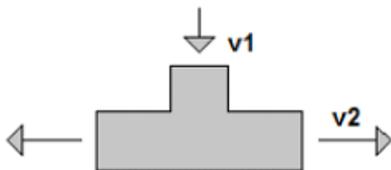


$$\text{Se } (v_1 \leq v_2) \Rightarrow dp = 0.58 \cdot v_2^2$$

$$\text{Se } (v_1 > v_2) \Rightarrow dp = 0.58 \cdot v_2^2 - 0.5 \cdot (v_1 - v_2)^2$$

$v_2$	[m/s]	Velocità all'uscita
$v_1$	[m/s]	Velocità in ingresso

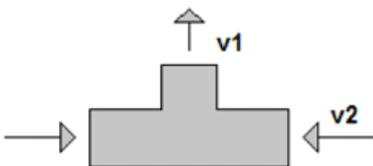
**e) alimentazione da canale secondario a principale**



$$dp = 0.65 \cdot v_1^2 + 0.12 \cdot v_2^2$$

$v_2$	[m/s]	Velocità all'uscita
$v_1$	[m/s]	Velocità in ingresso

**f) Scarico da canale principale a canale secondario**

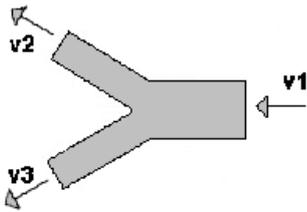


$$c = \text{abs}(v_2 - 0.25 \cdot v_1)$$

$$dp = 0.25 \cdot v_1^2 + 0.6 \cdot c^2$$

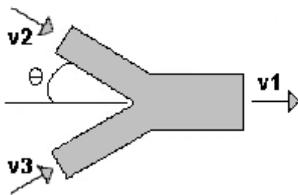
$v_2$	[m/s]	Velocità all'uscita
$v_1$	[m/s]	Velocità in ingresso

**g) Diramazione a Y flusso divergente**



$\theta \backslash \begin{matrix} v2/v1 \\ v3/v1 \end{matrix}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
15	0.81	0.65	0.51	0.38	0.28	0.20	0.11	0.06	0.14	0.30	0.51	0.76	1.0
30	0.84	0.69	0.56	0.44	0.34	0.26	0.19	0.15	0.15	0.30	0.51	0.76	1.0
45	0.87	0.74	0.63	0.54	0.45	0.38	0.29	0.24	0.23	0.30	0.51	0.76	1.0
60	0.90	0.82	0.79	0.66	0.59	0.53	0.43	0.36	0.33	0.39	0.51	0.76	1.0
90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.0

#### h) Diramazione a Y flusso convergente



$\theta \backslash \begin{matrix} v2/v1 \\ v3/v1 \end{matrix}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
15	-2.6	-1.9	-1.3	-0.77	-0.3	0.10	0.41	0.67	0.85	0.97	1.0
30	-2.1	-1.5	-1.0	-0.53	-0.1	0.28	0.69	0.91	1.10	1.40	1.6
45	-1.3	-0.93	-0.55	-0.16	-0.2	0.56	0.92	1.30	1.60	2.00	2.3

## Unità di trattamento aria e ventilatori

Le unità di trattamento aria e i ventilatori sono importati dal database di MagiCAD

### Bilanciamento

#### 1) Pressione minima

MagiCAD calcola le perdite di pressione dei singoli componenti e sommandoli si ottiene la Perdita di pressione del sistema.

## **2) Pressione data**

MagiCAD utilizza la pressione in ingresso per calcolare la sovrappressione in base alle saracinesche e ai terminali presenti.

## **3) Curva caratteristiche ventilatore**

MagiCAD utilizza le curve caratteristiche dei ventilatori per stabilire la pressione all'uscita

## AERAUICO

The Heating & Piping module permette di calcolare riscaldamento, raffrescamento e condizionamento. MagiCAD al suo interno contiene nel suo database tutti gli elementi necessary per la creazione dell'impianto.

### Grandezze e unità di misura utilizzate per il calcolo

simbolo	Unità di misura	
dp	Pa	Caduta di pressione
v	m/s	Velocità
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Densità del fluido
$\xi$	-	Coefficiente di resistenza
A	m <sup>2</sup>	Area
d	[m]	Diametro interno del tubo (per i condotti a sezione rettangolare è utilizzato il diametro idraulico)
$\nu$	m <sup>2</sup> /s	Viscosità cinematica
$\lambda$	-	Coefficiente d'attrito
qv	m <sup>3</sup> /s	Portata volumetrica
qm	kg/s	Portata massica
dh	m	Diametro idraulico
Re	-	Numero di Reynolds
$\varphi$	rad	Angolo
r	m	Raggio di curvatura
l	m	lunghezza
k	mm	Rugosità assoluta

### Dimensionamento canali

#### Metodo utilizzato per eseguire il calcolo con MagiCAD:

##### Massima caduta di pressione

Questo metodo si basa sulla massima caduta di pressione possibile a partire dalla definizione delle dimensioni delle tubazioni una per una.

### Dimensionamento

Il dimensionamento della rete consta di tre steps:

- 1) La dimensione delle condutture può essere definita automaticamente o scelta dall'utente sempre un tratto alla volta. Si definisce la massima velocità e/o le massime perdite di carico per attrito per ogni dimensione di tubazione.
- 2) Il software controlla che non ci siano riduzioni non necessarie basandosi su alcune condizioni, ad esempio, Una tubazione in uscita da una pompa non può essere più piccola di quella in ingresso.
- 3) Il software successivamente permette di personalizzare i risultati ottenuti.

## COEFFICIENTE DI RIDUZIONE

In magiCAD si può definire un coefficiente di riduzione (chiamato "diversity") che permette di regolare automaticamente la portata nel condotto. Per esempio, a partire da una portata d'aria di 200 m<sup>3</sup>/s, impostando in un condotto una "diversity" dell'40% si otterrà una portata, in quello specifico condotto, di 80 m<sup>3</sup>/s.

## PRINCIPIO DI BILANCIAMENTO

MagiCAD bilancia in automatico i condotti al minimo livello di pressione, permettendo all'utente di avere la caduta di pressione per uno specifico ventilatore. L'utente può quindi andare a impostare la caduta di pressione dei singoli dispositivi

## Calcolo della caduta di pressione

### 1 CONDOTTI

Per la caduta di pressione dovuta all'attrito, MagiCAD utilizza l'equazione di Colebrook con la rugosità che può essere definita per ogni tratto dall'utente.

Definita  $\nu$  = Viscosità cinematica dell'aria (+20°C= 0,0001511) [m<sup>2</sup>/s]

$$dp = \frac{\lambda \cdot \rho}{d \cdot 2} \cdot v^2$$

$$Re = \rho \cdot v \cdot \frac{d}{\eta} = v \cdot \frac{d}{\nu}$$

$$\lambda = 0 \quad \text{se} \quad Re \leq 0.0001$$

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad \text{se} \quad 0.0001 \leq Re \leq 2200$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left( \frac{k}{3.7 \cdot d} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right) \dots \text{se} \quad Re \geq 2400 \quad **$$

\*\*Qualora la formula non vada a convergenza si può approssimare  $\lambda$  come segue:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{k}{d} + \frac{68,0}{Re} \right)^{0,25}$$

### 2 GOMITI E GIUNTI

$$r_c = \tan \left( \frac{\varphi}{2} \right) \cdot l$$

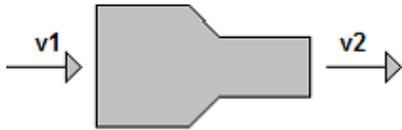
$$dp = \left( \frac{-0,6}{6} \cdot \frac{r_c}{d} + 0,6 \right) \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad [Pa]$$

Se l'angolo è minore di 5°, si calcolano solo le perdite dovute all'attrito

rc= Raggio di curvatura

Nei casi in cui il giunto ha un angolo diverso da 90°, il valore è rapportato a 90°. Per esempio con un angolo di 45° si divide per 2, per un angolo di 30° si divide per 3.

### 3 RIDUTTORI

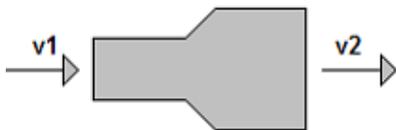


$$\xi = -0,42 \frac{A_2}{A_1} + 0,42$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_2^2 \quad [Pa]$$

A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	Area ingresso
A <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>	Area uscita

### 4 ESPANSORI



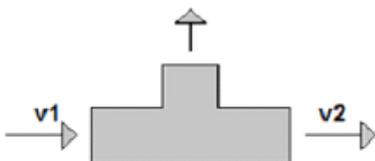
$$\xi = \left( \frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_2^2 \quad [Pa]$$

A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	Area uscita
A <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>	Area ingresso

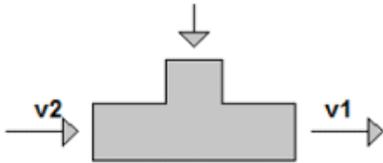
### 5 DIRAMAZIONI A T

#### a) Flusso divergente



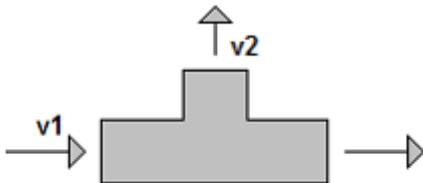
Calcolato come I riduttori e gli espansori, se il diametro e uguale dp = 0

#### b) Flusso convergente



Calcolato come i riduttori e gli espansori, se il diametro è uguale  $d_p = 0$

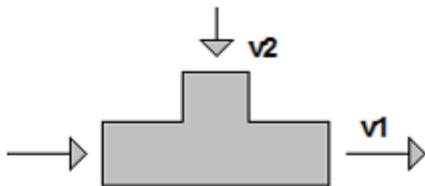
**c) Flusso verso la diramazione**



$$\xi = 1$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_2^2 \quad [Pa]$$

**d) Flusso verso il canale principale**



$$sq_v = \frac{q_{v2}}{q_{v1}}$$

$$\xi = 1 \quad \text{if } sq_v > 0,999$$

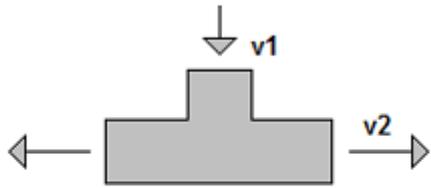
$$\xi = 0 \quad \text{if } sq_v < 0,3$$

$$\xi = \frac{1}{0,7} * (sq_v - 0,3) \quad \text{if } 0,3 \leq sq_v \leq 0,999$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_1^2 \quad [Pa]$$

sqv	-	Rapporto tra le portate
qv1	m <sup>3</sup> /s	Portata volumetrica
qv2	m <sup>3</sup> /s	Portata volumetrica

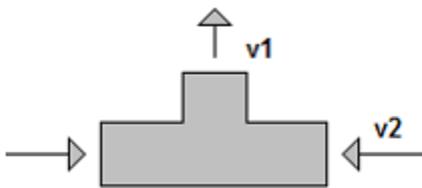
**e) Flusso divergente dalla diramazione**



$$\xi = 1$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_1^2 \quad [Pa]$$

f) Flusso convergente dalla diramazione



$$\xi = 1$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_1^2 \quad [Pa]$$

# IDRICO

## Grandezze e unità di misura utilizzate per il calcolo

simbolo	Unità di misura	
dp	Pa	Caduta di pressione
v	m/s	Velocità
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Densità del fluido
$\xi$	-	Coefficiente di resistenza
A	m <sup>2</sup>	Area
d	[m]	Diametro interno del tubo (per i condotti a sezione rettangolare è utilizzato il diametro idraulico)
$\nu$	m <sup>2</sup> /s	Viscosità cinematica
$\lambda$	-	Coefficiente d'attrito
qv	m <sup>3</sup> /s	Portata volumetrica
qm	kg/s	Portata massica
dh	m	Diametro idraulico
Re	-	Numero di Reynolds
$\varphi$	rad	Angolo
r	m	Raggio di curvatura
l	m	lunghezza

## Dimensionamento tubazioni

### Metodo utilizzato per eseguire il calcolo con MagiCAD:

- **Caduta di pressione costante**
- **Massima caduta di pressione**

Entrambi i metodi si basano sulla caduta di pressione dovuta all'attrito definita per la tubazione.

La dimensione della tubazione è univocamente determinata perché nel calcolo non sono presenti cadute di pressione dovute ad altri fattori come la velocità. Con questo metodo si dimensiona ogni singolo tratto.

- **Velocità costante**
- **Massima velocità**

Entrambi i metodi utilizzano la velocità di progetto per il calcolo della sezione delle tubazioni.

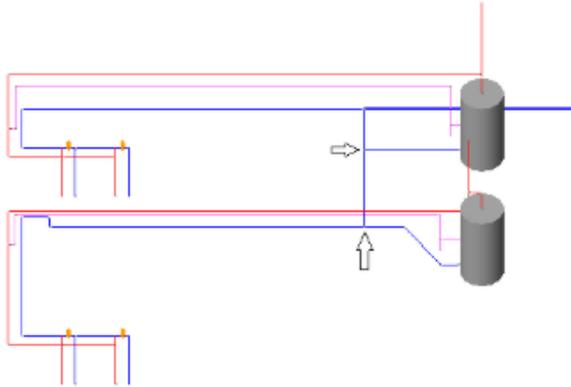
## Dimensionamento

Il dimensionamento della rete consta di tre steps:

- 1) Si selezionano le tubazioni singolarmente in base al metodo di calcolo scelto dall'utente (selezionando la massima velocità o la massima perdita di carico).
- 2) Il software controlla che non ci siano riduzioni non necessarie basandosi su alcune condizioni, ad esempio, Una tubazione in uscita da una pompa non può essere più piccola di quella in ingresso.
- 3) Il software successivamente permette di personalizzare i risultati ottenuti.

Il dimensionamento del flusso in MagiCAD può avvenire secondo diversi standard tra cui UNI 9182:2014 (utilizzato in Italia).

Il calcolo del flusso di dimensionamento si basa sulle unità di carico LU che sono applicate dall'utente a ciascuno dei terminali. Per i casi speciali è possibile assegnare a LU un valore maggiore di 10 (che è il valore maggiore nello standard).



Le unità di carico vengono sommate dove i flussi si combinano nelle diramazioni dai diversi dispositivi idrici. Fanno eccezione i rami sul lato della radice degli scaldacqua dove si combinano i flussi di acqua calda e fredda dello stesso apparecchio.

Se  $LU=2$ , la somma nelle diramazioni dove si mescolano acqua calda e fredda è:

$$LU_{sum} = 2 * LU - \frac{LU}{2}$$

In tutti gli altri casi:

$$LU_{sum} = 2 * LU - \frac{2}{3} * LU$$

La caduta di pressione è calcolata mediante le equazioni di Colebrook-White e il parametro  $k$  dipende dallo standard utilizzato

## Calcolo del circuito di acqua calda sanitaria

### ITALIAN UNI 9182:2014

L'utente definisce i seguenti parametri:

- La temperatura dell'acqua
- Le proprietà del materiale
- Le proprietà dell'acqua di ritorno
- Il metodo di calcolo dell'acqua di ritorno
- La temperatura dell'ambiente

Secondo lo standard UN sono definite due costanti per la perdita di calore per unità di lunghezza della tubazione, in MagiCAD il valore utilizzato è quello dipendente dalla temperatura dell'ambiente. Se la temperatura dell'ambiente è inferiore a 18°C si ha una perdita di calore pari a 11 W per ogni metro di tubazione. Se la temperatura dell'ambiente è Maggiore o uguale a 18°C la perdita di calore è pari a 7 W per metro di tubazione.

La portata di tutto il circuito è calcolata a partire dalla perdita di calore precedentemente calcolata. Una volta calcolata la portata complessiva il software calcola, in base al metodo di calcolo scelto dall'utente, le portate dei singoli condotti. Il software utilizza le seguenti dimensioni minime:

diametro minimo= 10mm

velocità minima dei canali di ritorno= 0.2 m/s

Qualora la velocità fosse inferiore il sistema aumenta la portata in quella specifica area affinché sia rispettata la condizione di velocità minima.

## Calcolo del flusso del sistema di drenaggio

La portata di scarico è calcolata mediante la seguente relazione:

$$Q_{dim} = K \sqrt{\sum DU}$$

Dove

Qdim	Portata
K	Fattore di frequenza
$\sum DU$	Somma delle unità di scarico

Nel caso si utilizzi il metodo "Add flows", tutti i parametri devono essere inseriti manualmente e la portata è calcolata come una serie di somme aritmetiche.

### COEFFICIENTE DI RIDUZIONE

In magiCAD si può definire un coefficiente di riduzione (chiamato "diversity") che permette di regolare automaticamente la portata nel condotto. Per esempio, a partire da una portata d'aria di 1000 l/s, impostando in un condotto una "diversity" dell'80% si otterrà una portata, in quello specifico condotto, di 800 l/s.

### PRINCIPIO DI BILANCIAMENTO

MagiCAD bilancia in automatico i condotti al minimo livello di pressione, permettendo all'utente di avere la caduta di pressione per uno specifico ventilatore. L'utente può quindi andare a impostare la caduta di pressione dei singoli dispositivi

## Calcolo della caduta di pressione

### 1 CONDOTTI

La caduta di pressione nei tubi viene calcolata secondo l'equazione seguente indipendentemente dallo standard di calcolo.

$$dp = \frac{\lambda \cdot \rho}{d \cdot 2} \cdot v^2$$

$$Re = \rho \cdot v \cdot \frac{d}{\nu}$$

$$\lambda = 0$$

$$Re \leq 0.0001$$

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

$$0.0001 \leq Re \leq 2200$$

$$\lambda = \frac{64}{Re} + \frac{Re - 2200}{2400 - 2200} \cdot \left\{ \left( \frac{1}{\kappa} \right)^2 - \frac{64}{Re} \right\}$$

$$2200 < Re < 2400$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\text{Log}_{10}\left(\frac{k}{3.7 \cdot d} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}}\right) \quad Re \geq 2400 \quad 1)$$

Con  $\kappa = -2\text{Log}_{10}\left(\frac{k}{3.7 \cdot d} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}}\right)$

Qualora la formula non vada a convergenza si può approssimare  $\lambda$  come segue:

$$\lambda = 0,11 * \left(\frac{k}{d} + \frac{68,0}{Re}\right)^{0,25}$$

## 2 GOMITI E GIUNTI

$$r_c = \tan\left(\frac{\varphi}{2}\right) * l$$

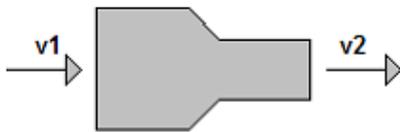
$$dp = \left(\frac{-0,6}{6} * \frac{r_c}{d} + 0,6\right) * \frac{\rho}{2} * v^2 \quad [Pa]$$

Se l'angolo è minore di 5°, si calcolano solo le perdite dovute all'attrito

rc= Raggio di curvatura

Nei casi in cui il giunto ha un angolo diverso da 90°, il valore è rapportato a 90°. Per esempio con un angolo di 45° si divide per 2, per un angolo di 30° si divide per 3.

## 3 RIDUTTORI

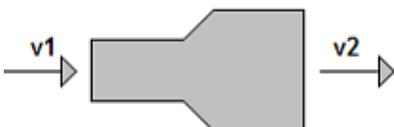


$$\xi = -0,42 \frac{A_2}{A_1} + 0,42$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_2^2 \quad [Pa]$$

A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	Area ingresso
A <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>	Area uscita

## 4 ESPANSORI



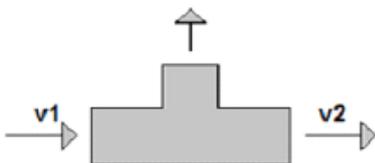
$$\xi = \left( \frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_2^2 \quad [Pa]$$

A <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	Area uscita
A <sub>2</sub>	m <sup>2</sup>	Area ingresso

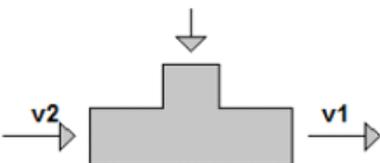
## 5 DIRAMAZIONI A T

### a) Flusso divergente



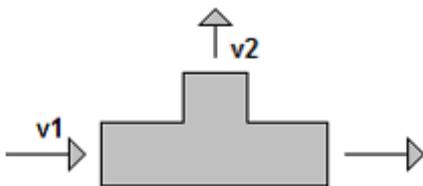
Calcolato come I riduttori e gli espansori, se il diametro e uguale  $dp = 0$

### b) Flusso convergente



Calcolato come I riduttori e gli espansori, se il diametro e uguale  $dp = 0$

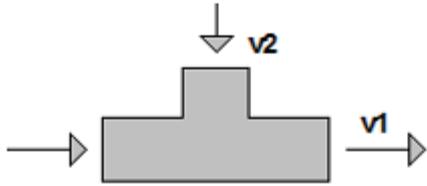
### c) Flusso verso la diramazione



$$\xi = 1$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_2^2 \quad [Pa]$$

### d) Flusso verso il canale principale



$$sq_v = \frac{q_{v2}}{q_{v1}}$$

$$\xi = 1 \quad \text{if } sq_v > 0,999$$

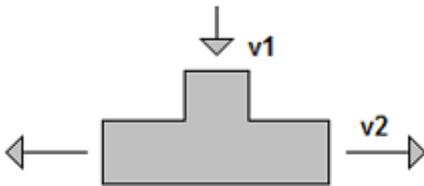
$$\xi = 0 \quad \text{if } sq_v < 0,3$$

$$\xi = \frac{1}{0,7} * (sq_v - 0,3) \quad \text{if } 0,3 \leq sq_v \leq 0,999$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_1^2 \quad [Pa]$$

sqv	-	Rapporto tra le portate
qv1	m <sup>3</sup> /s	Portata volumetrica
qv2	m <sup>3</sup> /s	Portata volumetrica

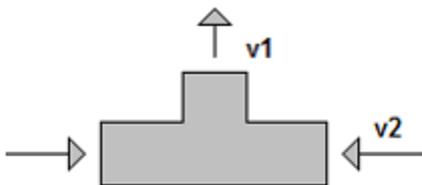
**e) Flusso divergente dalla diramazione**



$$\xi = 1$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_1^2 \quad [Pa]$$

**f) Flusso convergente dalla diramazione**



$$\xi = 1$$

$$dp = \xi * \frac{\rho}{2} * v_1^2 \quad [Pa]$$