

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO DEFINITIVO

AREA DI SICUREZZA VAL LEMME IMPIANTO DI ESTRAZIONE FUMI RELAZIONE DI CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.
 Consorzio Cociv Project Manager (ing. Guagnozzi) Data: 14/09/2012	

COMMESSA: **A 3 0 1** LOTTO: **0 0** FASE: **D** ENTE: **C V** TIPO DOC.: **C L** OPERA/DISCIPLINA: **A I 9 3 C 7** PROGR.: **0 0 1** REV.: **G**

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
E00	Adeguamento sicurezza in galleria	Prometeo engineering.it 	16/03/2012	Ing. I.Barilli 	20/03/2012	Ing.E.Pagani 	23/03/2012	Ing. E. Ghislandi Data:14/09/2012
F00	Istruttoria n. A30100DSCIS0000001A del 18/05/2012	Prometeo engineering.it 	27/07/2012	Ing. I.Barilli 	27/07/2012	Ing.E.Pagani 	31/07/2012	
G00	Revisione per variazione sezione Area Sicura	Prometeo engineering.it 	11/09/2012	Ing. I.Barilli 	12/09/2012	Ing.E.Pagani 	14/09/2012	

n. Elab.:

File: A301-00-D-CV-CL-AI93-C7-001_G00.DOC

CUP: F81H92000000008

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc</p> <p style="text-align: right;">Foglio 1 di 37</p>

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	2
2.	CALCOLI DI INGEGNERIA DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO	3
3.	VENTILATORI DELL'IMPIANTO DI ESTRAZIONE	4
4.	CALCOLI DI VERIFICA DELL'IMPIANTO DI ESTRAZIONE FUMI	6
4.1	Modelli analitici	6
4.2	Modelli di rete.....	10
4.3	Modelli monodimensionali in regime transitorio	11
4.4	Modelli tridimensionali.....	27
5.	CALCOLO DEI VENTILATORI DI PRESSURIZZAZIONE RAMI DI COLLEGAMENTO	30
5.1	calcolo in condizioni di massimo carico	32
5.2	calcolo in condizioni di minimo carico	34
	ALLEGATO I RISULTATI DEI MODELLI AEREAULICI	35

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc</p> <p>Foglio 2 di 37</p>

1. Introduzione

La presente relazione costituisce la relazione di calcolo dell'impianto di estrazione fumi realizzato all'interno dell'area di sicurezza in Vallemme.

Al fine di verificare le condizioni di funzionamento dell'impianto e di definirne le prestazioni è stato adottato l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio utilizzando modelli di calcolo a complessità crescente.

In particolare sono stati utilizzati modelli analitici derivati da relazioni semiempiriche, modelli di rete, modelli modo dimensionali in regime transitorio, modelli tridimensionali.

L'approccio adottato ha consentito la definizione di prestazioni di riferimento per l'impianto di ventilazione che consentissero una gestione dell'emergenza negli scenari più probabili a supporto delle risultanze dell'analisi di rischio prevista dal DM 28/10/2005.

In particolare è stata analizzata la funzionalità dell'impianto per eventi di incendio che coinvolgono trasporti di merci e merci pericolose.

2. Calcoli di ingegneria della sicurezza antincendio

Sulla base dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio e della caratterizzazione delle sorgenti di pericolo effettuata contenuta nella relazione tecnica dell'impianto oggetto di analisi sono state calcolate la velocità critica in galleria e la portata dei fumi generata da eventi incendio di diversa magnitudo.

La successiva tabella sintetizza i valori della velocità di riferimento in galleria derivanti dall'applicazione della relazione di Kennedy per il calcolo della velocità critica nella galleria di linea e nell'area sicura.

Potenza Incendio [MW]	Velocità di riferimento [m/s]
10	1.6
30	2.5
50	2.7
100	3.0
150	3.3
170	3.4
200	3.5

La portata di estrazione è stata definita ipotizzando uno sbilanciamento delle portate d'aria sui due rami di galleria a cavallo dell'estrazione dovuto alle condizioni iniziali (moto dei treni), al contorno (condizioni meteo), all'effetto camino ed alla posizione non baricentrica del punto di estrazione. La portata calcolata deriva dall'assunzione di una velocità pari a 3,3 m/s su di un ramo e di 4,7 m/s sull'altro ramo. Tali valori sono stati confermati dal modello di rete risolto successivamente.

La scelta adottata per l'impianto di estrazione fumi presente nell'area sicurezza di Val Lemme, ricade su una portata pari a 400 m³/s in grado di consentire il confinamento dei fumi per incendi di potenza superiore a 150 MW.

Le portate indicate consentono la gestione dei fumi in caso di incendio lungo la linea mantenendo un lato del convoglio libero dalla presenza dei fumi ovvero limitando la lunghezza di back-layering.

La successiva tabella sintetizza le portate dei fumi generate in corrispondenza del focolaio calcolate con il metodo del pennacchio derivante dalla relazione di Heskestad (Heskestad, G., Fire Plumes, Flame Height and Air Entrainment, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd Edition, 2002)

Incendio [MW]	Portata fumi generati [m ³ /s]
10	60
30	160
50	250
100	360
150	500
170	550
200	600

I valori riportati corrispondono indicativamente alla portata di estrazione quando questa avvenisse in corrispondenza del focolaio.

La tabella consente di evidenziare le prestazioni necessarie all'impianto di spegnimento automatico al fine di consentire l'azione combinata con l'impianto di ventilazione progettato perché deve consentire di ridurre la potenza dell'incendio a valori inferiori a 100 MW.

L'azione combinata dei due sistemi consente la gestione di incendi di potenza fino a 200 MW, in particolare l'impiego degli agenti filmanti determina la rapida riduzione della potenza termica generata dai liquidi infiammabili fino all'estinzione.

3. Ventilatori dell'impianto di estrazione

La progettazione della centrale di ventilazione ha richiesto un approccio multidisciplinare che ha consentito di ottimizzare prestazioni dell'impianto e le dimensioni della centrale, di tutti i condotti di adduzione e del pozzo di espulsione.

I ventilatori sono stati adottati di diametro pari a 2000 mm per le seguenti motivazioni:

- l'adozione di diametri superiori non avrebbe consentito velocità di rotazione pari a 1400 giri necessarie a generare la pressione totale richiesta;
- la necessità di realizzare la centrale in caverna per ragioni ambientali ha richiesto il contenimento delle dimensioni compatibilmente con le sezioni di scavo possibili.

In corrispondenza dell'installazione dei ventilatori è stato comunque necessario prevedere un'ulteriore allargamento della sezione al fine di consentire lo smontaggio.

La successiva tabella sintetizza le caratteristiche dei ventilatori previsti per la centrale di estrazione in Val Lemme.



Tipo	Ventilatore assiale bistadio con pale regolabili da fermo
Diametro girante	2000 mm
Pressione totale	Nominale 6500 Pa
Portata	Nominale 100 m ³ /s max 120 m ³ /s
Potenza assorbita	max 950 kW
Resistenza alle alte temperature	400 °C per 120 minuti

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc</p> <p>Foglio 6 di 37</p>

4. Calcoli di verifica dell'impianto di estrazione fumi

Le verifiche a calcolo sono state condotte mediante:

- modelli analitici,
- modelli di rete che schematizzano la galleria,
- modelli CFD monodimensionali in regime transitorio di tutta la galleria,
- modelli CFD tridimensionali su porzioni di galleria per gli approfondimenti a livello locale.

Nel calcolo di dimensionamento dei ventilatori sono stati considerati:

- le perdite di carico distribuite mediante la relazione di Darcy lungo le gallerie di linea, i controsoffitti, il pozzo di espulsione,
- le perdite di carico concentrate nelle serrande, nelle curve e nelle variazioni di sezione,
- la presenza di vento esterno.

4.1 Modelli analitici

Obiettivo del sistema di ventilazione con pozzo è quello di garantire una velocità dell'aria nelle gallerie a binario unico di $V_g = 3,5 \text{ ms}^{-1}$ per ogni lato al fine di estrarre una portata complessiva.

Il sistema di ventilazione ed il relativo calcolo è stato ricondotto per la condizione di estrazione (dalle gallerie verso l'esterno).

Con i dati precedentemente espressi si ottiene che la portata d'aria del ventilatore è:

$$Q_v = 2 \times (V_g \times A_g) = 350 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

Al fine di garantire il funzionamento anche in condizioni meteo climatiche sfavorevoli e tenere conto della posizione dell'area sicura è stata considerata un'oscillazione di velocità complessiva pari a 1 m/s prevedendo quindi una portata totale pari a 400 m³/s, ovvero:

$$Q_v = 350 + 50 = 400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

Il circuito aeraulico più sfavorito è costituito dal tratto di galleria di lunghezza pari a 17100 m, nei calcoli preliminari delle cadute di pressione è stata considerata una maggiorazione della lunghezza pari a tutta la galleria ferroviaria ad una velocità pari alla velocità media per tenere conto delle condizioni al contorno, delle condizioni iniziali e dell'effetto camino.

Sono previsti quattro ventilatori, il ventilatore prescelto ha diametro $D_v = 2,0 \text{ m}$; la velocità di attraversamento risulta pertanto:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc
	Foglio 7 di 37

$$V_v = \frac{Q_v}{A_v} = \frac{100}{\frac{\pi 2^2}{4}} = 31,8 [ms^{-1}]$$

La velocità dell'aria all'interno del pozzo (Dp = 6,5 m, Ap = 33, m2) risulta:

$$V_p = \frac{Q_v}{A_p} = \frac{400}{33} = 12 \text{ ms}^{-1}$$

Il calcolo delle perdite di pressione (resistenze) dei diversi componenti sono valutate con le relazioni:

localizzate $\Delta p_o = C_o \times \rho_a \times \frac{V^2}{2} [Pa]$

continue $\Delta p_a = f \times \frac{L}{D} \times \rho_a \times \frac{V^2}{2} [Pa]$

inserendo le caratteristiche geometriche, di velocità e specifiche dei diversi componenti.

Le perdite localizzate sono riferite all'imbocco/sbocco della serranda sulla galleria (Δp_{sg} , $CO_{sg} = 3,0$), alla serranda ventilatore (Δp_{sv} , $CO_{sv} = 0,5$), al raccordo di transizione fra ventilatore e serranda (Δp_{vs} , $CO_{vs} = 0,05$), all'ingresso dell'aria al ventilatore (Δp_{iv} , $CO_{iv} = 0,16$), ed all'uscita dell'aria dal pozzo (Δp_{up} , $CO_{up} = 1,8$).

Le perdite continue sono riferite al pozzo (Δp_{ap} , f_p) ed alla galleria ferroviaria (Δp_{ag} , f_g).

La pressione statica del circuito è data dalla sommatoria delle perdite di pressione e pertanto

$$P_{sc} = \Delta p_{ag} + \Delta p_{sg} + \Delta p_{sv} + \Delta p_{vs} + \Delta p_{iv} + \Delta p_{ap} + \Delta p_{up} [Pa]$$

Il valore della pressione dinamica del ventilatore è dato dalla relazione:

$$P_{dv} = \rho_a \times \frac{V_v^2}{2} [Pa]$$

mentre quello della pressione totale è:

$$P_{tv} = P_{sv} + P_{dv} [Pa]$$

Viene calcolata infine la potenza assorbita dal ventilatore, con $\eta_v = 0,6$, con la seguente formula:

$$W_v = \frac{P_{tv} \times Q_{max}}{\eta_v \times 10^3} \text{ [kW]}$$

Considerata la geometria complessa della zona di aspirazione in fase di progettazione esecutiva si ritiene necessario effettuare simulazioni tridimensionali per stimare le effettive perdite ed ottimizzare il sistema.

Infine, a seguito di una specifica richiesta di Italferr di prevedere un sistema di estrazione fumi da un numero prefissato di punti di aspirazione posti all'interno dei by-pass dell'area sicura di Val Lemme, si è proceduto ad un controllo sui ventilatori in modo da verificare che le apparecchiature prescelte siano sufficienti a realizzare il sistema richiesto.

Di seguito si riportano delle tabelle riepilogativa dei principali risultati di calcolo necessari per il dimensionamento dei ventilatori presenti in centrale assumendo una portata di progetto pari a 400 m³/s ripartita sui 4 ventilatori ed una velocità dell'aria in galleria pari a 4 m/s.

Perdite distribuite [Pa]	V [m/s]	f	Portata [m³/s]
DP Canali centrale di ventilazione	13.33	0.25	400
DP Canali camino	12.12	0.25	400
DP Canali area sicura	19.90	0.25	400
DP Rami by-pass di estrazione	5.43	0.20	50
DP Condotto di estrazione galleria di sfollamento	5.56	0.20	100
DP Condotto di estrazione galleria di sfollamento	8.33	0.20	150
DP Condotto di estrazione galleria di sfollamento	11.11	0.20	200
DP Condotto di estrazione galleria di sfollamento	13.89	0.20	250
DP Condotto di estrazione galleria di sfollamento	16.67	0.20	300

Tabella 1: Valori di calcolo perdite distribuite

Perdite concentrate [Pa]	Co
innesto galleria di linea	0,6
innesto tra flussi singoli rami	1
restringimento/aumento sezione canale	0.3
restringimento sezione canale/centrale ventilazione	0.2
serranda	0.5
raccordo ventilatore/serranda	0.5

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc

ingresso aria al ventilatore	0.2
uscita aria dal ventilatore	0.2
curva canale	0.5
uscita camino	1.8

Tabella 2 Valori di calcolo perdite concentrate

Pressione	
a. DP Canali centrale di ventilazione e camino [Pa]	110
b. DP concentrate in centrale	1980
1 = (a+b) DP Centrale di ventilazione [Pa]	2090
2. DP Canali area sicura [Pa]	1677
3. DP Galleria di linea [Pa]	355
c. DP Rami by-pass di estrazione	560
d. DP Pedite concentrate by-pass di estrazione	578
4.= (c+d) DP Area Vallemme [Pa]	1138
5.= Pressione Dinamica [Pa]	610
TOTALE	5870
Coefficiente di sicurezza K = 1,10	
Pressione totale [Pa]	6457.0

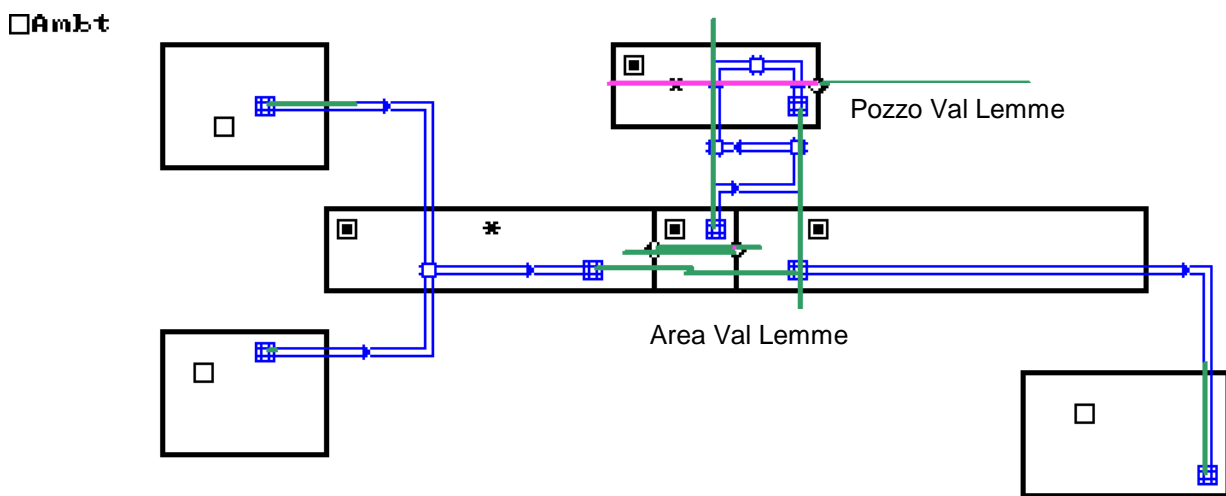
Tabella 3: Riepilogo

Sulla base dei dati sopra riportati si può concludere come i ventilatori selezionati, le cui caratteristiche sono riportate al cap. 3, possiedano caratteristiche tali a garantire le prestazioni richieste dal sistema.

4.2 Modelli di rete

La successiva figura sintetizza la schematizzazione adottata per la canna BD della galleria di Valico al fine di verificare il comportamento aeraulico con modelli di rete.

Il modello formulato è risolto con il codice CONTAM 3 messo a punto dal National Institute for Standard Technology.



Il risultati dei calcoli per diverse condizioni meteo sono riportati in allegato.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc</p> <p>Foglio 11 di 37</p>

4.3 Modelli monodimensionali in regime transitorio

Al fine di verificare la propagazione dei fumi in galleria e l'effetto dell'attivazione sono stati risolti modelli di campo monodimensionali in regime transitorio che simulano il comportamento aeraulico di tutta la galleria.

I modelli sono stati risolti con un codice proprietario basato sull'approssimazione a bassi numeri di mach per i seguenti casi al variare della potenza dell'incendio, della pressione esterna dovuta alle condizioni meteo, della velocità iniziale dell'aria in galleria, della posizione del focolaio:

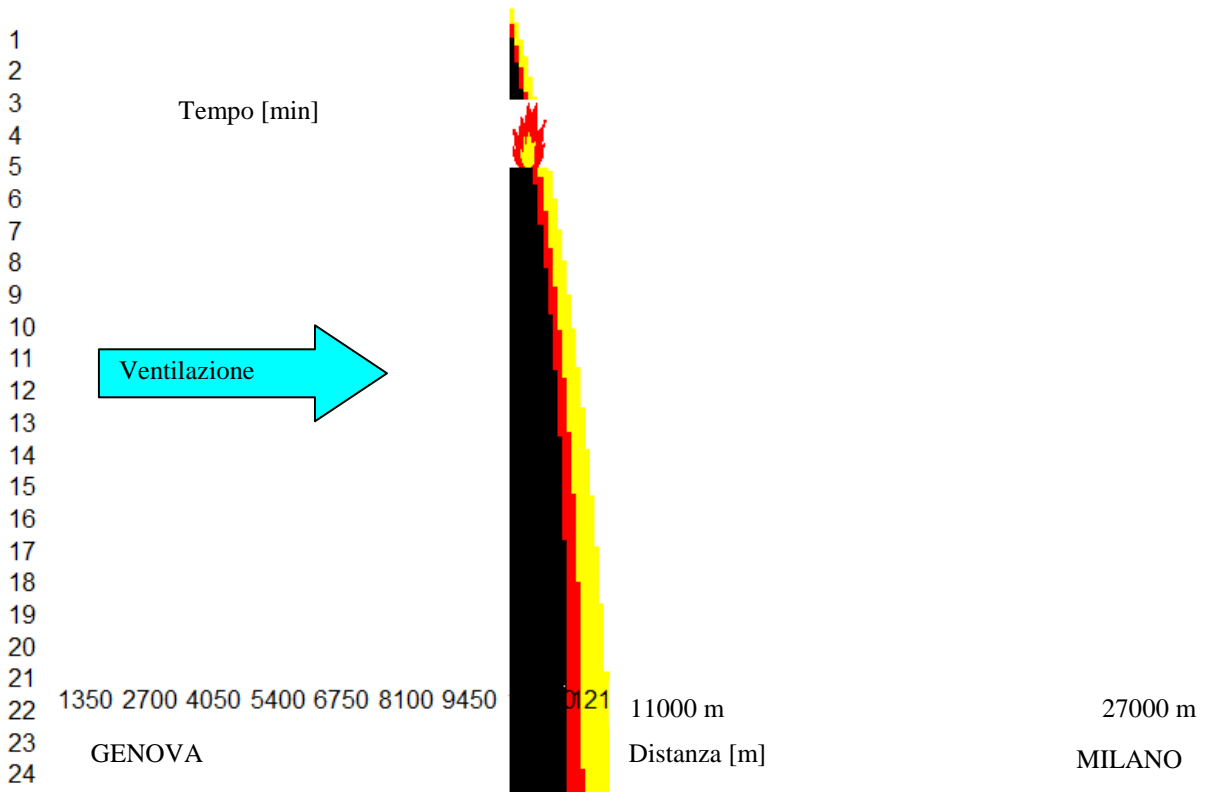
- **Caso 1** - 170 MW, Pressione vento = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 11000 m
- **Caso 2** - 170 MW, Pressione vento = 200 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m
- **Caso 3** - 170 MW, Pressione = 50 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m
Estrazione dopo 7 min
- **Caso 4** - 50 MW, Pressione = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m
Estrazione dopo 15 min
- **Caso 5** - 13 MW, Pressione = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m

La successive figure sintetizzano i risultati delle analisi sotto forma di mappe di temperatura, concentrazione e visibilità nello spazio e nel tempo.



Caso 1-170 MW, Pressione = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 11000 m

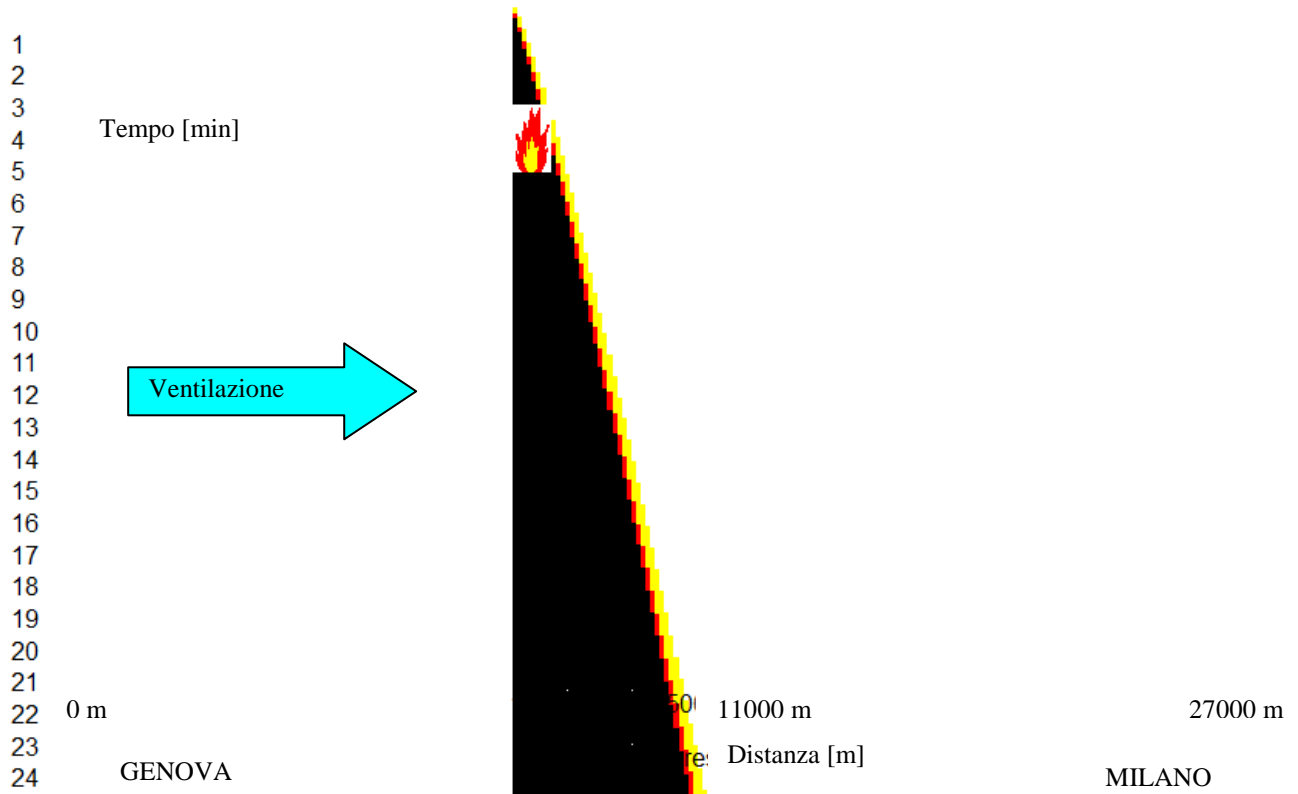
TEMPERATURA



Temperatura	<20 °C
	30 °C – 60 °C
	60 °C – 100 °C
	>100 °C

Caso 1-170 MW, Pressione = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 11000 m

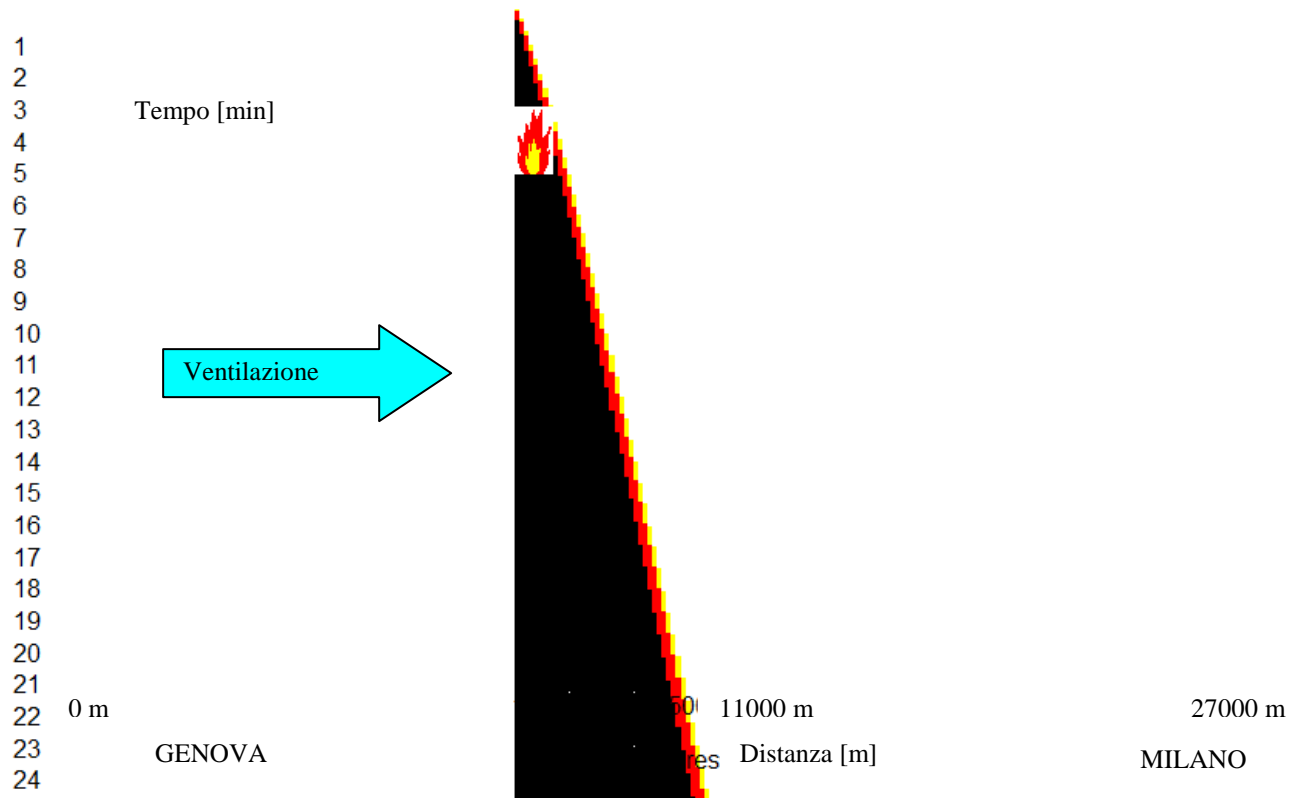
CONCENTRAZIONE CO



Concentrazione CO	<50 ppm
	50 ppm -300 ppm
	300 ppm -500 ppm
	> 500 ppm

Caso 1-170 MW, Pressione = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 11000 m

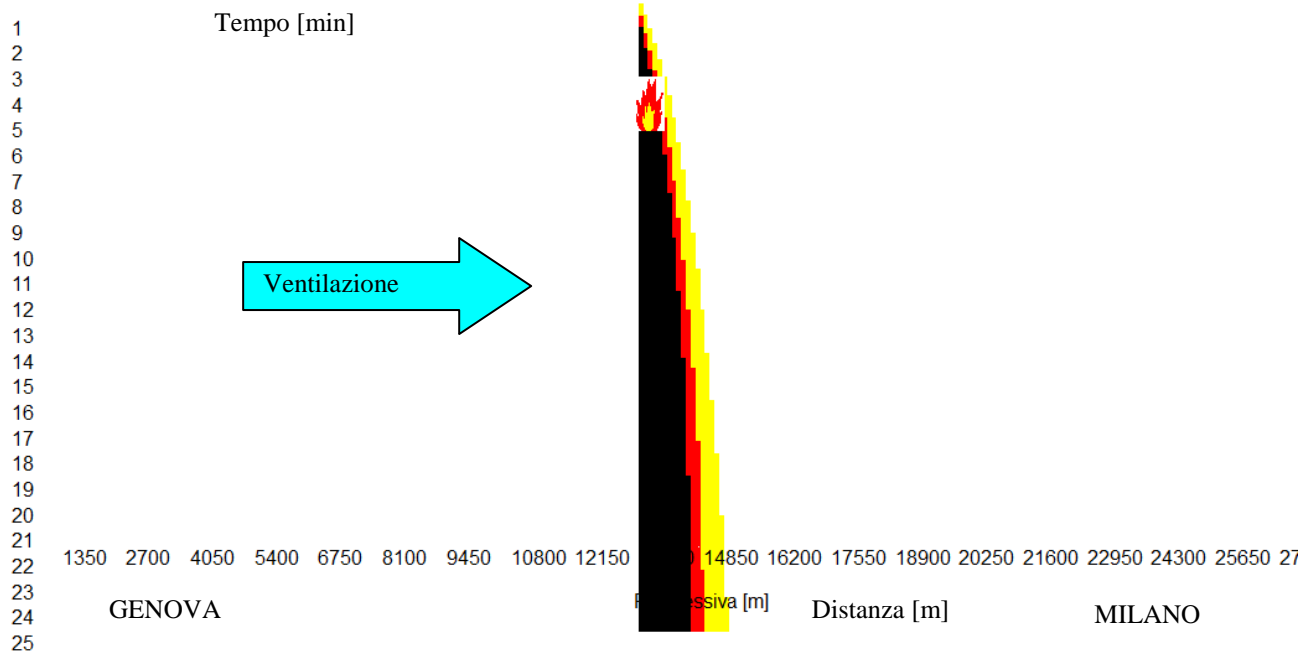
VISIBILITA'



Visibilità	>25 m
	25 m - 5 m
	5 m - 1 m
	< 1 m

Caso 2-170 MW, Pressione = 200 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m

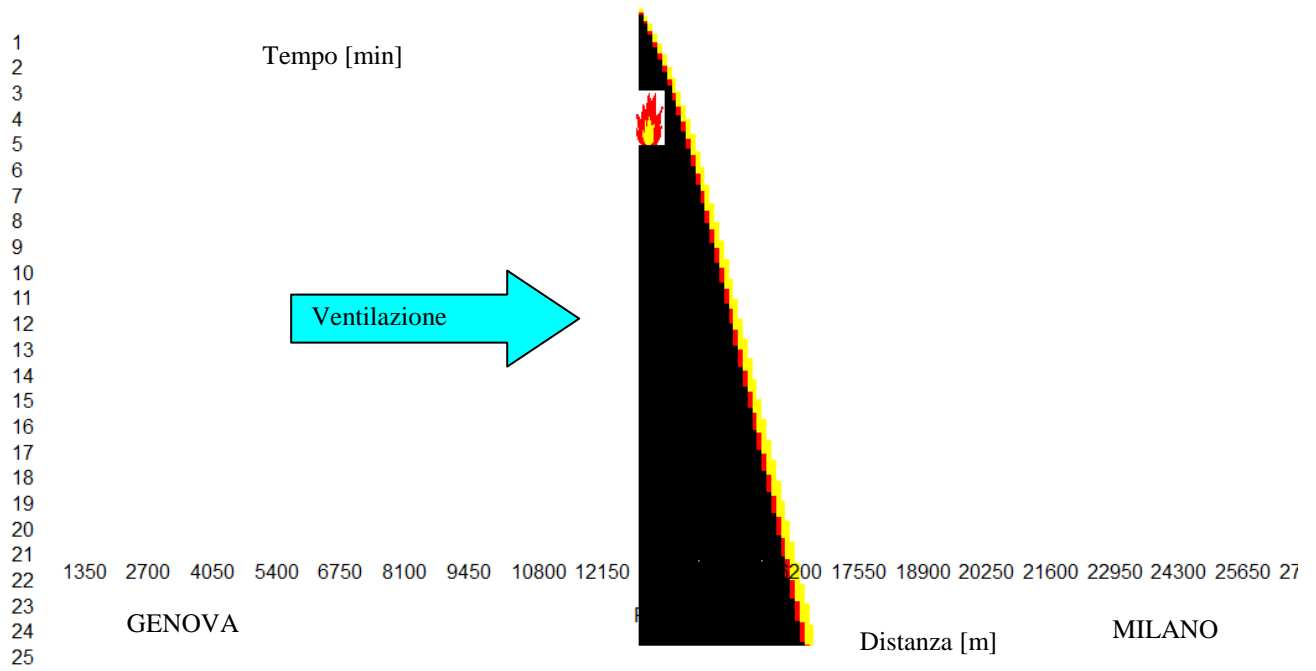
TEMPERATURA



Temperatura	<20 °C
	30 °C – 60 °C
	60 °C – 100 °C
	>100 °C

Caso 2-170 MW, Pressione = 200 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m

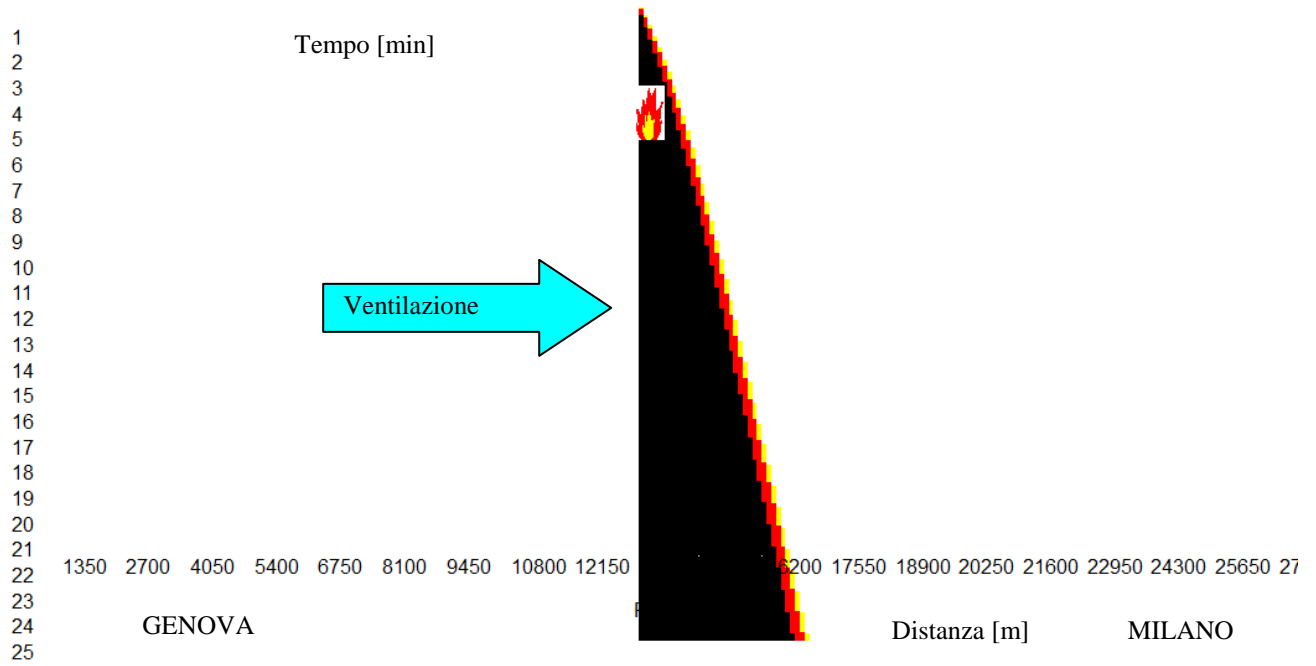
CONCENTRAZIONE CO



Concentrazione CO	<50 ppm
	50 ppm -300 ppm
	300 ppm -500 ppm
	> 500 ppm

Caso 2-170 MW, Pressione = 200 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m

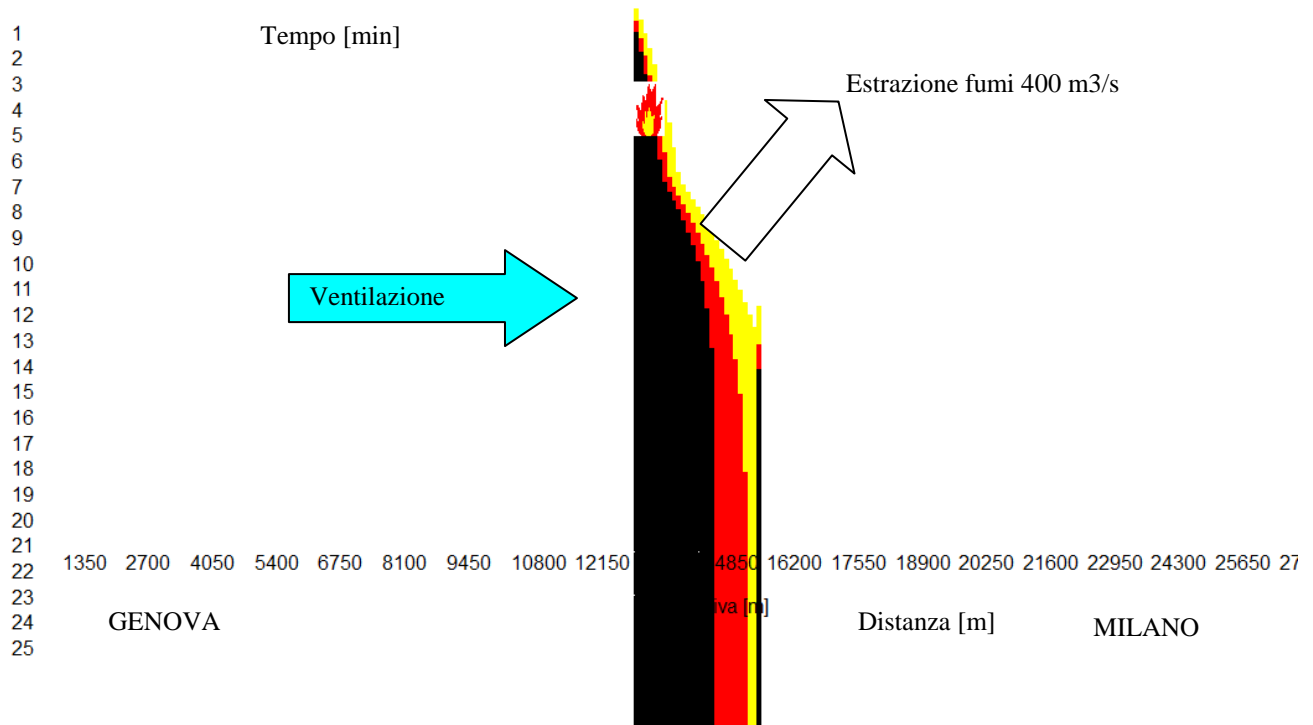
VISIBILITA'



	>25 m
	25 m - 5 m
	5 m - 1 m
	< 1 m

Caso 3-170 MW, Pressione = 50 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m Estrazione dopo 7 min

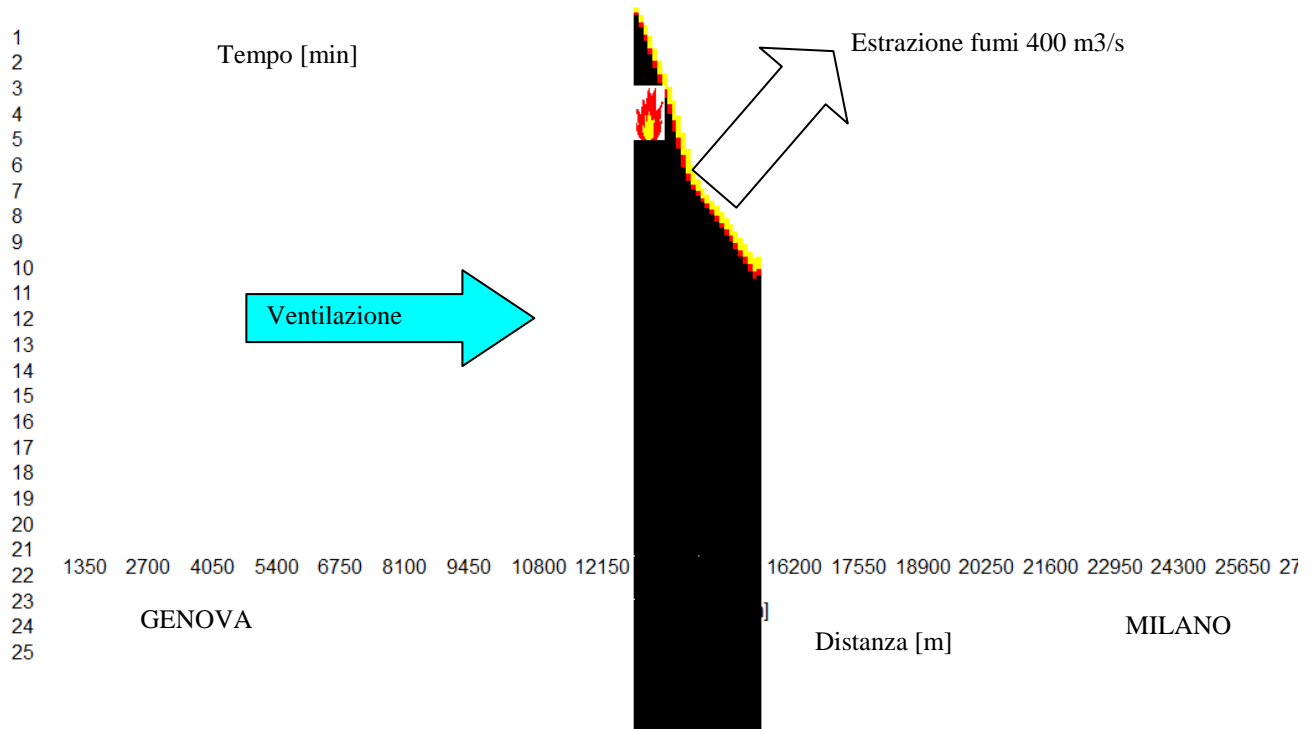
TEMPERATURA



Temperatura	<20 °C
	30 °C – 60 °C
	60 °C – 100 °C
	>100 °C

Caso 3-170 MW, Pressione = 50 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m Estrazione dopo 7 min

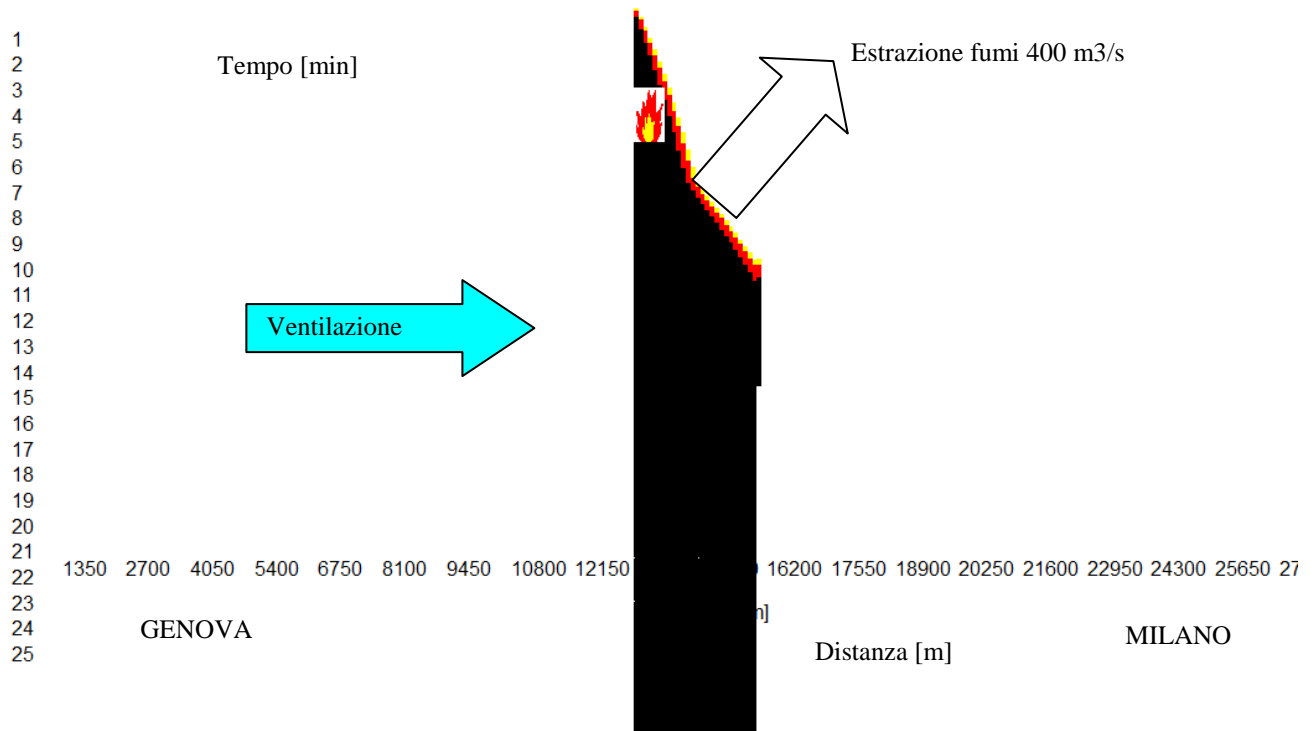
CONCENTRAZIONE CO



Concentrazione CO	<50 ppm
	50 ppm -300 ppm
	300 ppm -500 ppm
	> 500 ppm

Caso 3-170 MW, Pressione = 50 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m Estrazione dopo 7 min

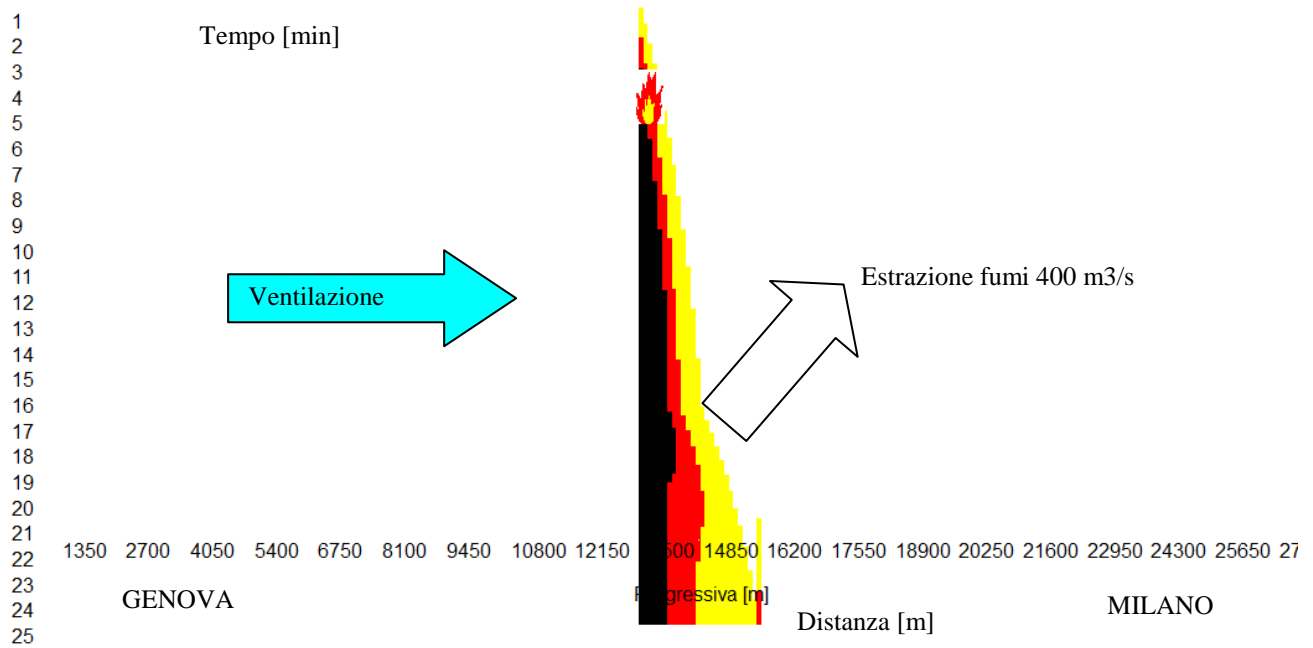
VISIBILITA'



Visibilità	>25 m
	25 m - 5 m
	5 m - 1 m
	< 1 m

Caso 4-50 MW, Pressione = 50 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m Estrazione dopo 15 min

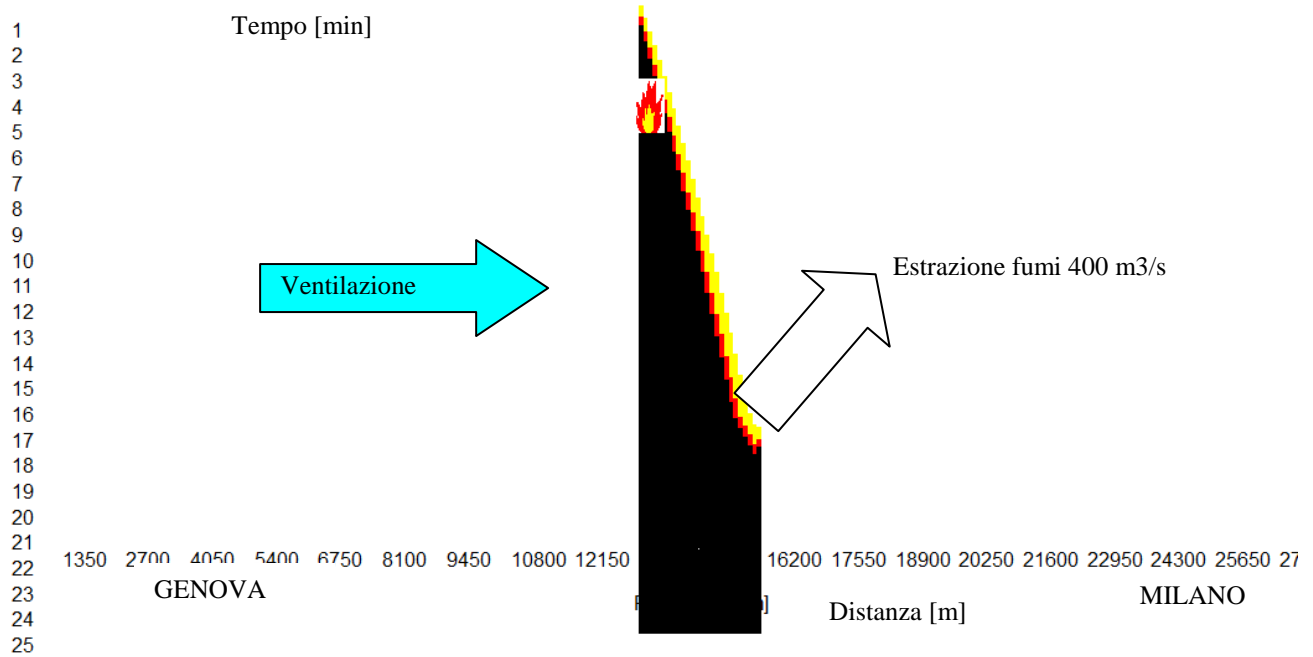
TEMPERATURA



Temperatura	<20 °C
	30 °C – 60 °C
	60 °C – 100 °C
	>100 °C

Caso 4-50 MW, Pressione = 50 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m Estrazione dopo 15 min

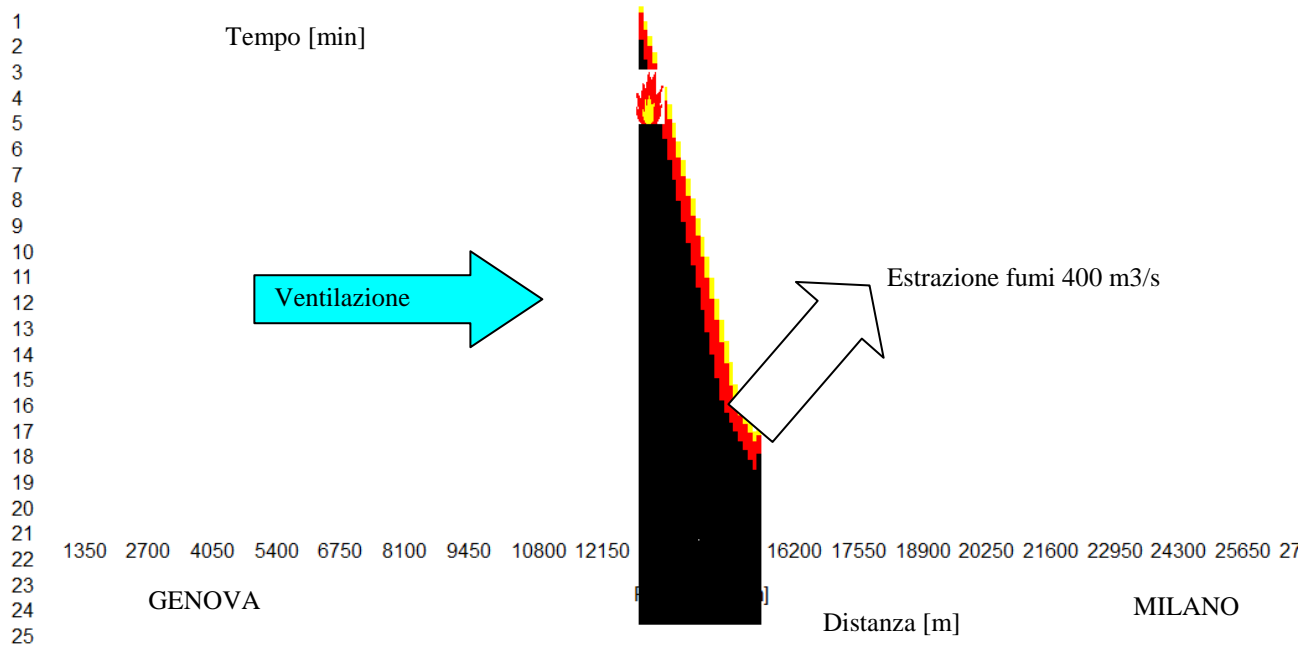
CONCENTRAZIONE CO



Concentrazione CO	<50 ppm
	50 ppm -300 ppm
	300 ppm -500 ppm
	> 500 ppm

Caso 4-50 MW, Pressione = 50 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m Estrazione dopo 15 min

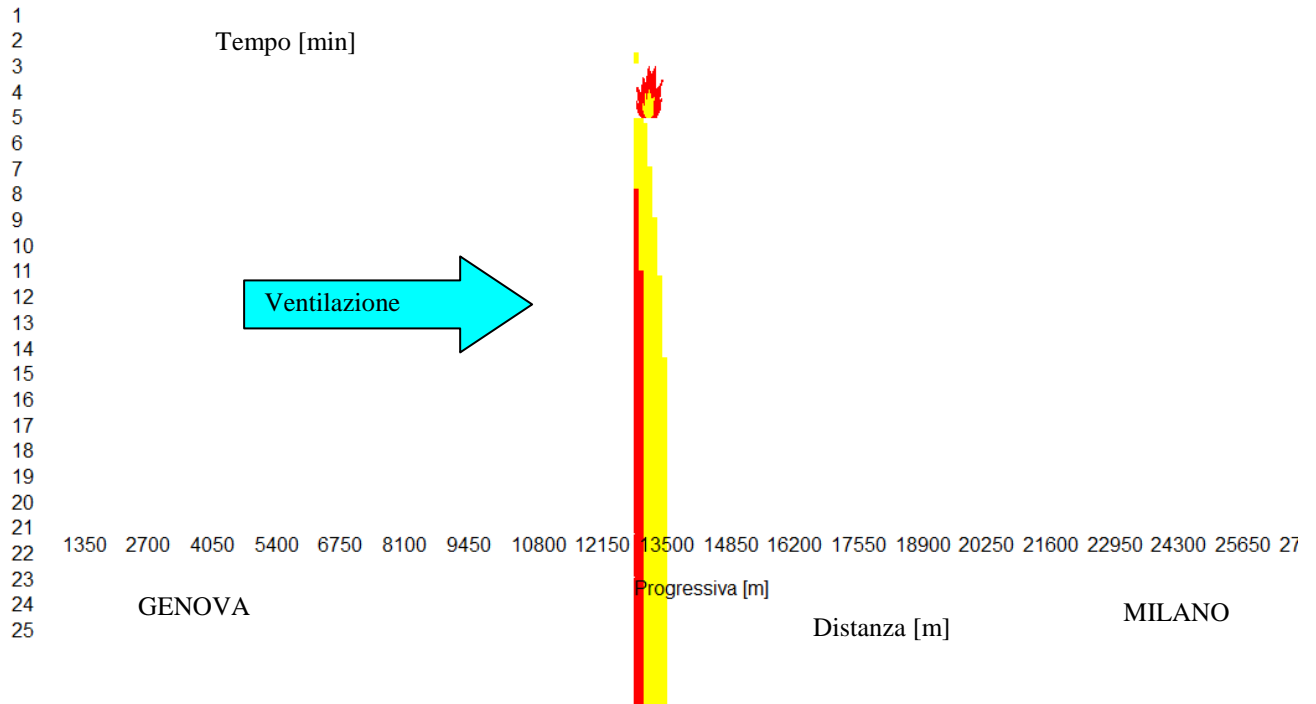
VISIBILITA'



Visibilità	>25 m
	25 m - 5 m
	5 m - 1 m
	< 1 m

Caso 5-13 MW, Pressione = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m

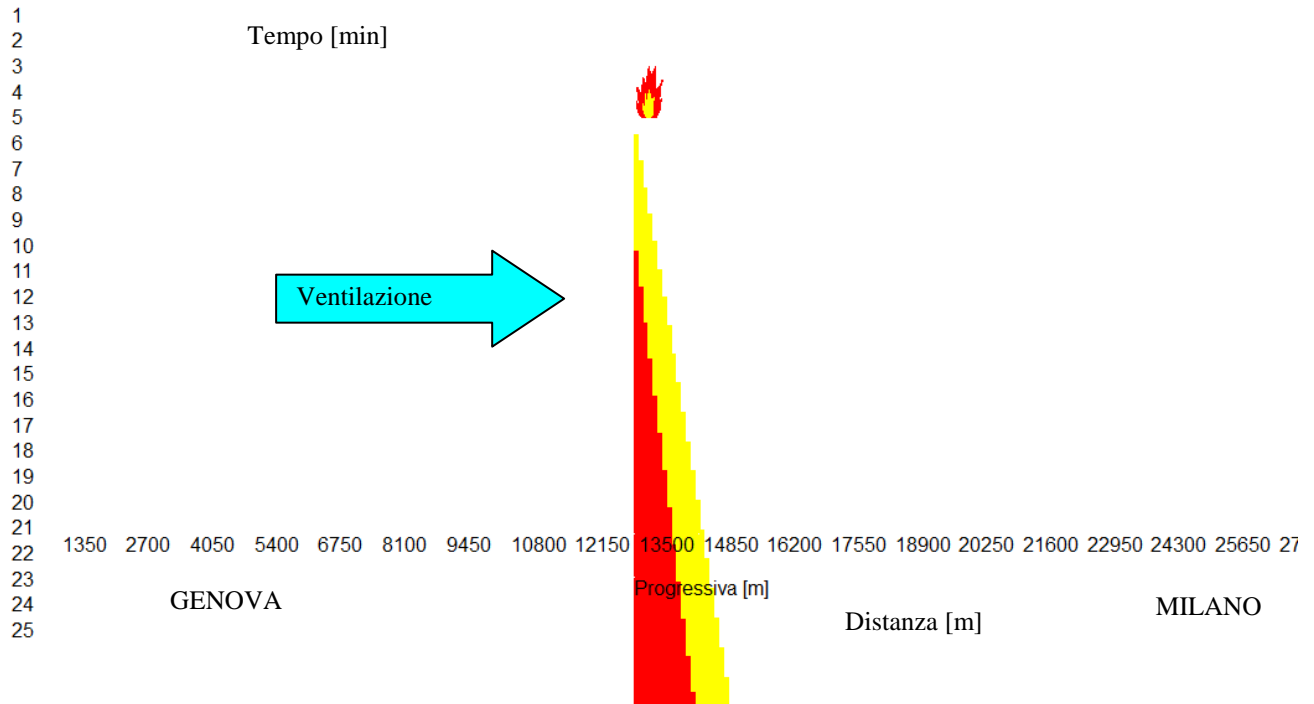
TEMPERATURA



Temperatura	<20 °C
	30 °C – 60 °C
	60 °C – 100 °C
	>100 °C

Caso 5-13 MW, Pressione = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m

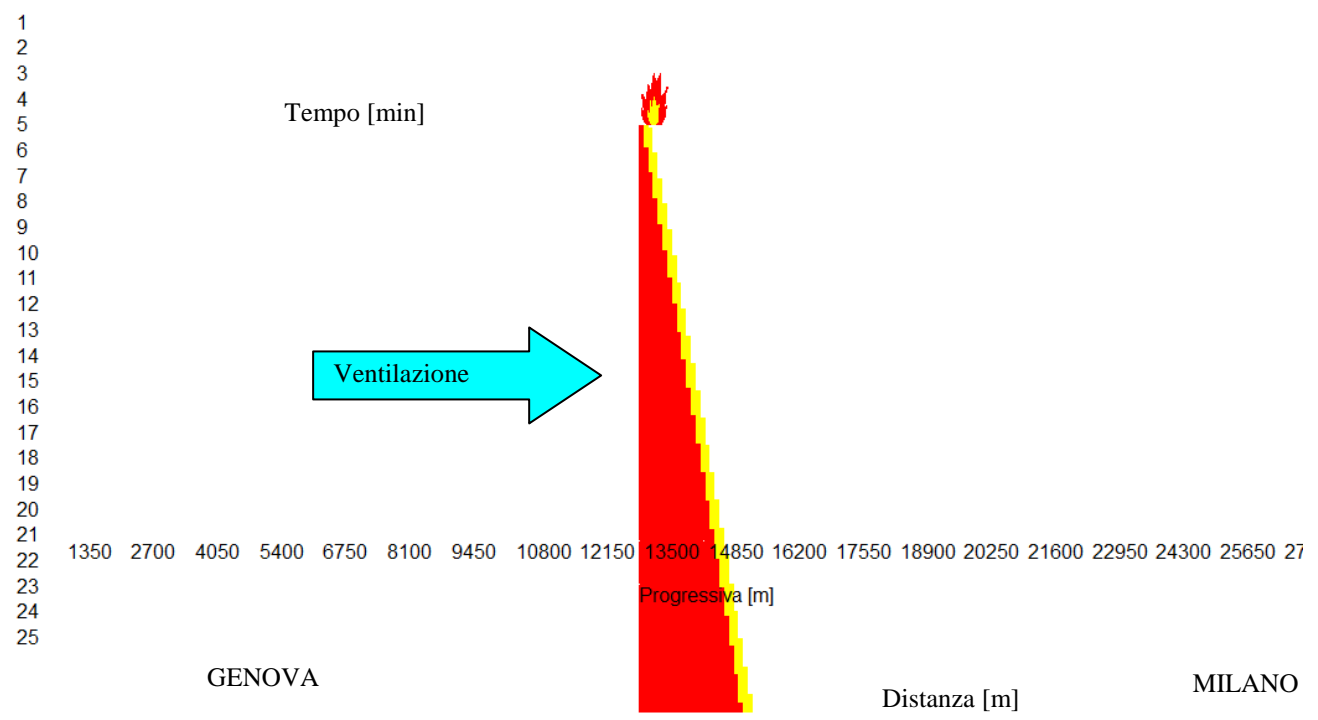
CONCENTRAZIONE CO



Concentrazione CO	<50 ppm
	50 ppm -100 ppm
	100 ppm -150 ppm
	> 150ppm

Caso 5-13 MW, Pressione = 100 Pa, Varia = 2 m/s, Posizione Focolaio: 13500 m

VISIBILITA''



Visibilità	>25 m
	25 m - 5 m
	5 m - 1 m
	< 1 m

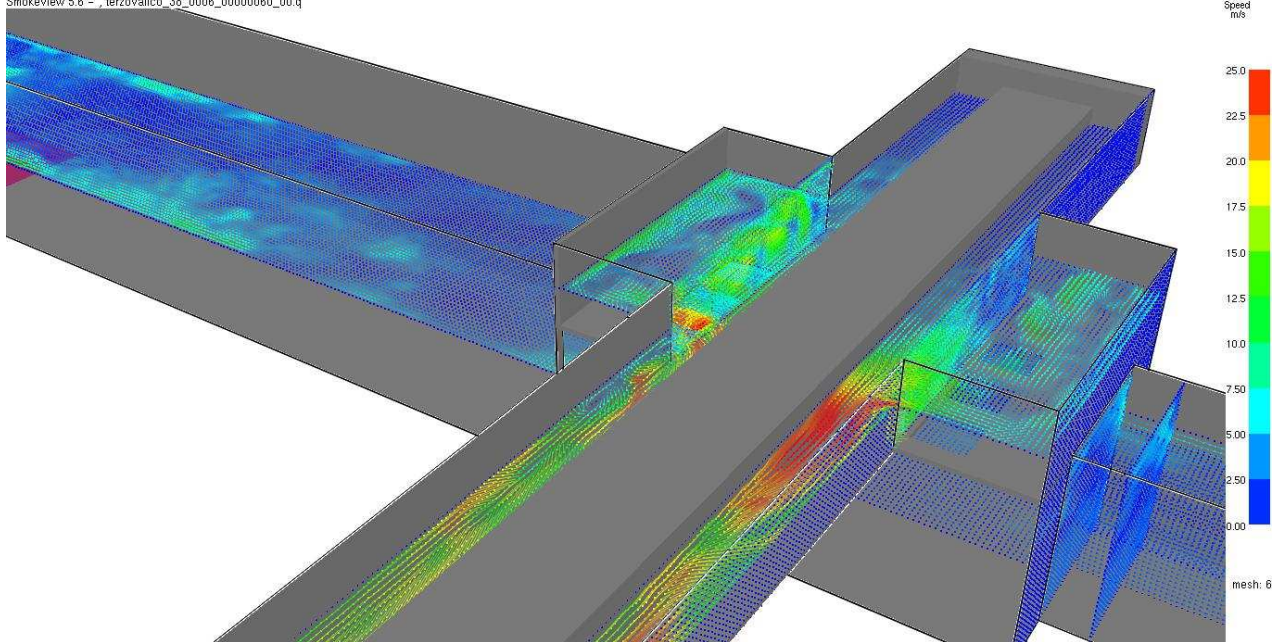
4.4 Modelli tridimensionali

Le successive figure sintetizzano le analisi tridimensionali effettuate per la verifica dell'impianto di estrazione in corrispondenza della finestra utilizzando il codice FDS basato sull'approssimazione Low Mach Number che adotta la Large Eddy Simulation per la definizione dei vortici a larga scala.

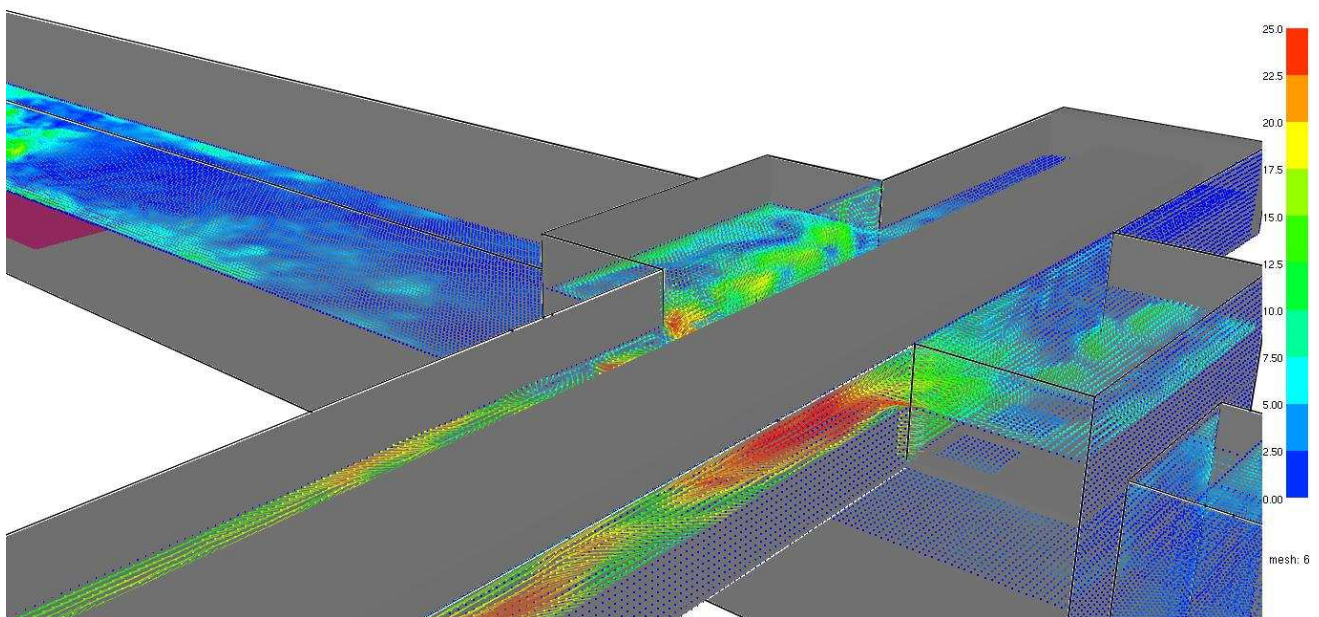
L'incendio adottato per le simulazioni ha una potenza termica generata pari a 150 MW e tempi di crescita pari a 3 minuti localizzato in posizione sfavorevole a 100 m dall'innesto della finestra.

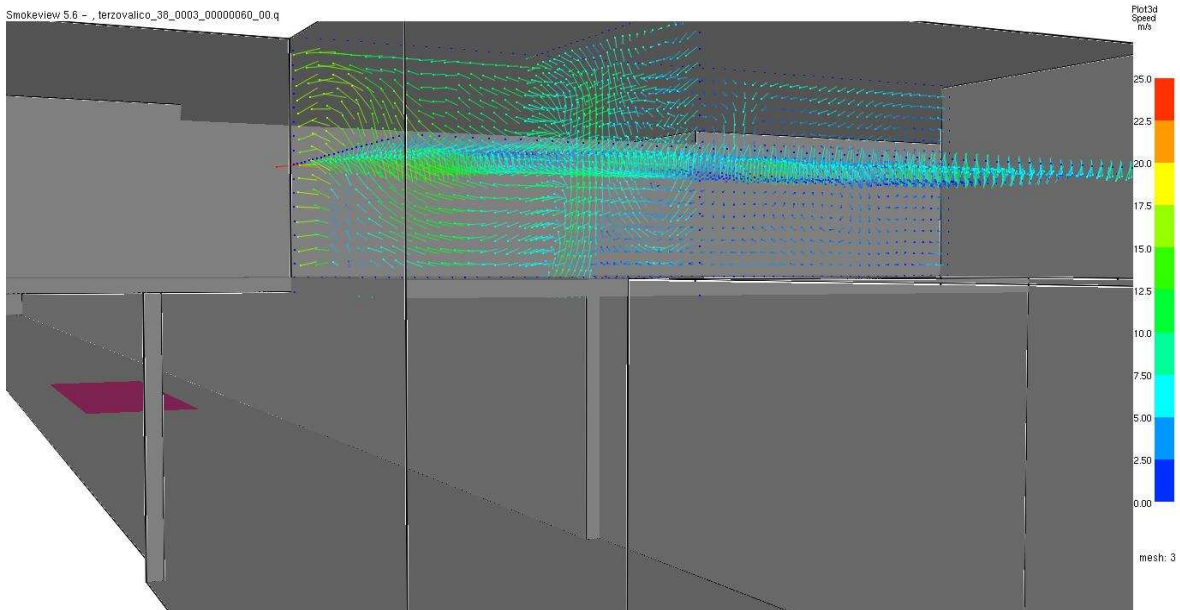
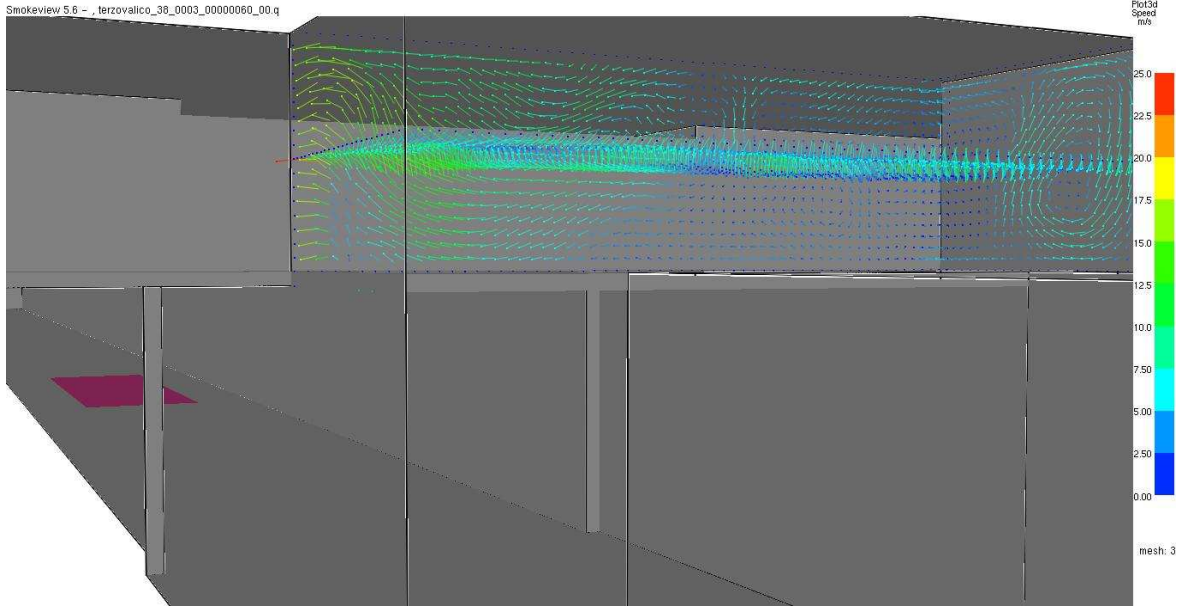
Campi di velocità

Smokeview 5.6 - ,terzovalico_38_0006_00000060_00.q



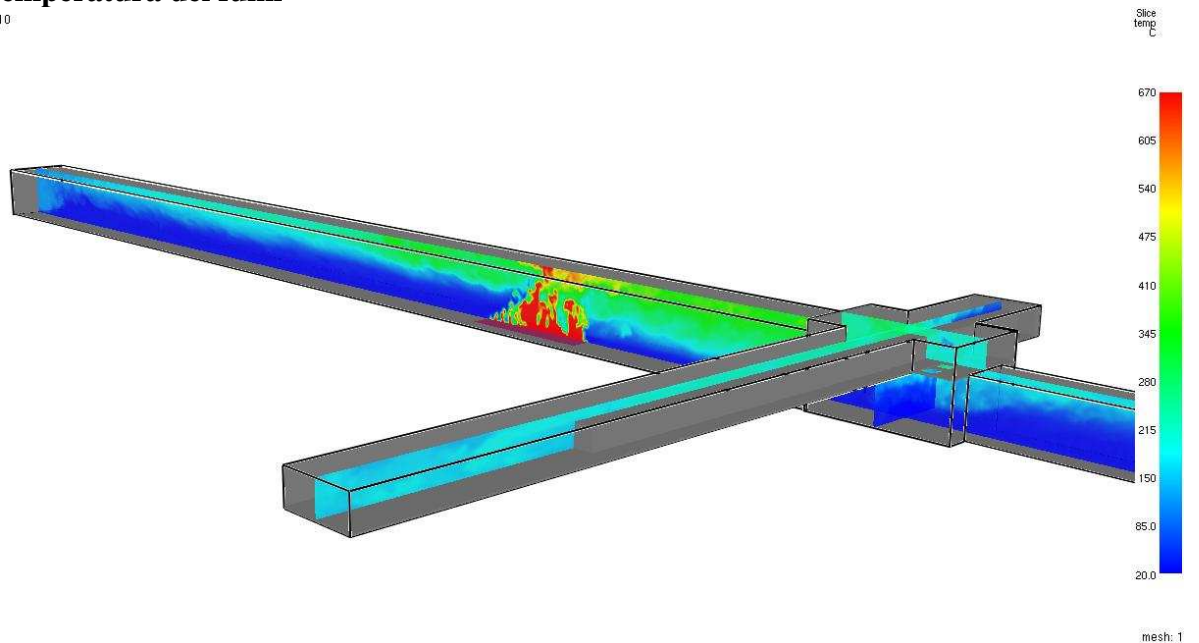
Smokeview 5.6 - ,terzovalico_38_0006_00000060_00.q



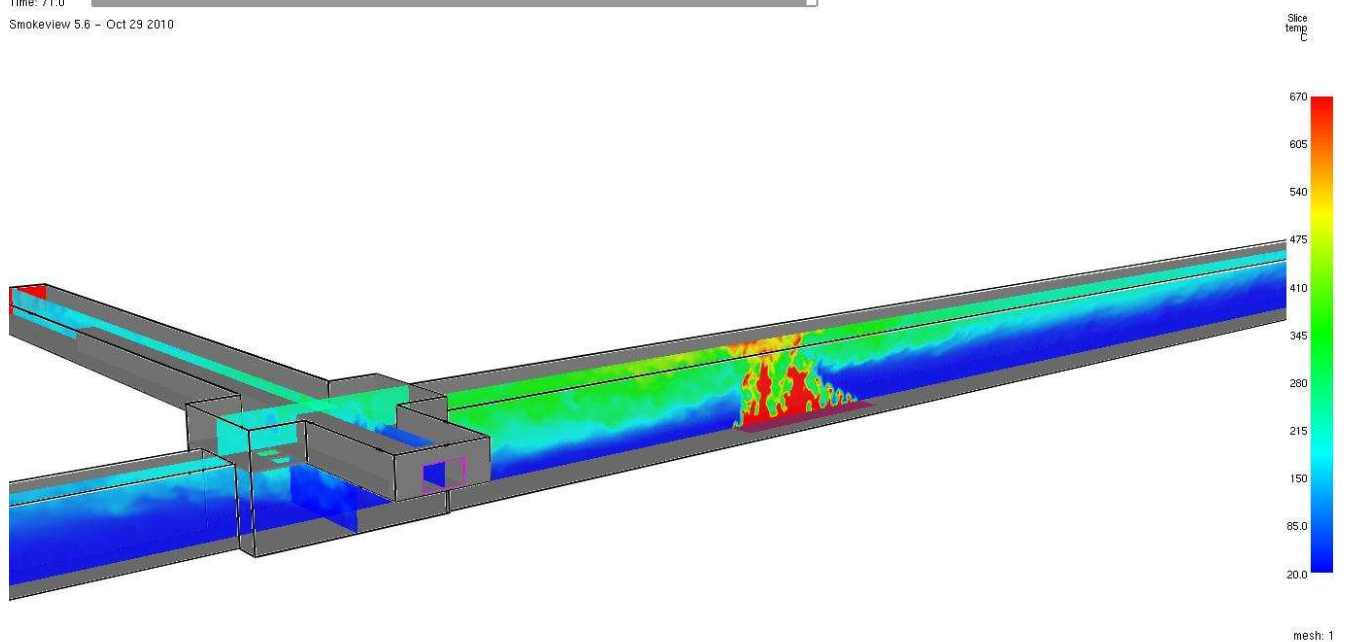


Campi di Temperatura dei fumi

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



HRR: 147.4 MW
 Time: 71.0
 Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 69
 Time: 69.0

I risultati delle simulazioni hanno evidenziato come la zona di estrazione fumi sia caratterizzata da flussi che determinano elevate perdite di carico a giustificazione delle elevate prestazioni dei ventilatori necessarie per il funzionamento dell'impianto. Sono tuttavia possibili ulteriori ottimizzazioni ottenibili mediante l'affinamento dei modelli che richiedono elevati tempi di messa a punto calcolo ed analisi.

5. CALCOLO DEI VENTILATORI DI PRESSURIZZAZIONE RAMI DI COLLEGAMENTO

- Nella prima tabella vengono riepilogate le caratteristiche di progetto dei ventilatori dei by-pass di collegamento, valide per tutti i by-pass d'emergenza della linea principale (collegamenti fra galleria binario pari e galleria binario dispari).
- Innanzitutto vengono definite le grandezze fisiche di riferimento, i dati e le simbologie adottati nei calcoli e precisamente:

293,15	Temperatura ambiente T_a	=	K
1,204	Densità aria ambiente ρ_a	=	kgm^{-3}
C_o	Coefficiente adimensionale perdita di carico localizzata		
	Superficie porta Ω_p		$[\text{m}^2]$
Ω_b	Superficie bocca di decompressione $[\text{m}^2]$		
$[\text{mm}]$	Diametro componenti impianto D_c		
Δp_{\min}	Sovrappressione minima garantita $[\text{Pa}]$		
Δp_{\max}	Sovrappressione massima accettata $[\text{Pa}]$		
Δp_{gal}	Sovrappressione massima in galleria $[\text{Pa}]$ per condizioni di emergenza incendio		
$[\text{ms}^{-1}]$	Velocità attraversamento porta V_p		
$[\text{ms}^{-1}]$	Velocità attraversamento bocca V_b di decompressione		
V_c	Velocità attraversamento componenti $[\text{ms}^{-1}]$		

impianto

[m ³ s ⁻¹]	Portata massima di calcolo	Q _{max}
[m ³ s ⁻¹]	Portata massima ventilatore	Q _{vmax}
[m ³ s ⁻¹]	Portata minima di calcolo	Q _{min}
[m ³ s ⁻¹]	Portata minima ventilatore	Q _{vmin}
[Pa]	Perdita di carico (resistenza)	Δp _o
	localizzata generica dei componenti impianto	
	Coefficiente di attrito nei canali	f _c
[Pa]	Perdita di carico per attrito	Δp _{fc}
	nei canali	
[Pa]	Pressione statica circuito	P _{sc}
[Pa]	Pressione statica ventilatore	P _{sv}
[Pa]	Pressione dinamica ventilatore	P _{dv}
[Pa]	Pressione totale ventilatore	P _{tv}
(adimensionale)	Rendimento ventilatore	η _v
[kW]	Potenza assorbita ventilatore	W _w

5.1

calcolo in condizioni di massimo carico

- Nella condizione di massimo carico (porta aperta – bocca di decompressione chiusa) si impone che la velocità da garantire attraverso le porte sia di 2 m/s.
- La relazione adottata per il calcolo della portata massima è la seguente:

$$Q_{\max} = n_p \times \Omega_p \times V_p \quad [m^3s^{-1}] \quad \text{ove } n_p \text{ (numero porte aperte)} = 1$$

- Introducendo i valori $\Omega_p = 2,8 \text{ m}^2$ (porta da 140x200 cm) e $C_{Op} = 1,2$ per porta aperta si ottengono i valori:

$$Q_{\max} = 5,6 \text{ m}^3s^{-1}$$

- La scelta dei componenti circolari è stata effettuata con $D_v = 710 \text{ mm}$ la velocità di attraversamento della portata d'aria massima è:

$$V_v = \frac{4 Q_{v\max}}{\pi D_v^2} = 14,15 [ms^{-1}]$$

- Il calcolo procede con la determinazione delle perdite di carico localizzate dei componenti dell'impianto con la relazione:

$$\Delta p_o = C_o \times \rho_a \times \frac{V^2}{2} \quad [Pa]$$

La tabella seguente riporta i coefficienti di calcolo utilizzati per le singole perdite di carico:

raccordo fra serranda e canale	C_{Osc}	0.1
raccordo fra ventilatore e serranda	C_{Ovs}	0.1
serranda quadrangolare	C_{osm}	0.5
plenum di diffusione	C_{Opd}	2
silenziatore e sbocco	C_{Ou}	1.3

e di quelle per attrito nel canale di collegamento fra raccordo serranda – canale e raccordo a T al ventilatore con la relazione:

$$\Delta p_{fc} = f_c \times \frac{L_c}{D_c} \times \rho_a \times \frac{V_c^2}{2}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc Foglio 33 di 37

- La pressione statica del circuito è data dalla sommatoria delle perdite di carico dei componenti con la sovrappressione minima garantita e la sovrappressione massima d'emergenza in galleria.
- Il valore della pressione dinamica del ventilatore è dato dalla relazione:

$$P_{dv} = \rho_a \times \frac{V_v^2}{2} \text{ [Pa]}$$

mentre quello della pressione totale è:

$$P_{tv} = P_{sv} + P_{dv} \text{ [Pa]}$$

- Viene calcolata infine la potenza assorbita dal ventilatore, con $\eta_v = 0,66$, con la seguente formula:

$$W_v = \frac{P_{tv} \times Q_{vmax}}{\eta_v \times 10^3} \text{ [kW]}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc

5.2 calcolo in condizioni di minimo carico

Nella condizione di minimo carico (porta aperta – bocca di decompressione chiusa) si impone che la velocità da garantire attraverso le porte sia di 1 m/s.

- La relazione adottata per il calcolo della portata massima è la seguente:

$$Q_{\max} = n_p \times \Omega_p \times V_p \quad [m^3s^{-1}] \quad \text{ove } n_p \text{ (numero porte aperte)} = 1$$

- Introducendo i valori $\Omega_p = 2,8 \text{ m}^2$ (porta da 140x200 cm) e $C_{Op} = 1,2$ per porta aperta si ottengono i valori:

$$Q_{\max} = 2,8 \text{ m}^3s^{-1}$$

- In condizioni di minimo carico la massima sovrappressione accettata fra by-pass e galleria ferroviaria è:

$$\Delta p_{\max} = 40 \text{ Pa}$$

- Tramite la relazione che lega portata, sovrappressione, area di passaggio e coefficiente di perdita di carico localizzata, si deve ricercare una bocca di decompressione (serranda tagliafuoco) avente le seguenti caratteristiche:

$$\frac{\Omega_b^2}{C_{Ob}} = \frac{Q_{\min}^2 \times \rho_a}{2 \Delta p_{\max}} = 0,122$$

- La ricerca ha condotto ad una serranda con dimensioni 450x700 mm, area di passaggio netta $\Omega_b = 0,23 \text{ m}^2$, coefficiente di perdita localizzata $C_{Ob} = 0,43$.

Allegato I Risultati dei modelli aerulici

Estrazione Vallemme senza vento

project: TerzovalicoCaminospostato2

Wed Mar 21 13:37:57 2012

description: 3Valico

simulation date: Jan01
simulation time: 00:00:00
ambient temperature: 20.0 °C
barometric pressure: 101325.0 Pa
wind speed: 10.0 m/s
wind direction: 0.0 deg

level: <1> elevation: 0.0 m

zone	P	T	path	from	dP	Flow1	Flow2
camino	-5547.8	23.0	ex	Ambt	5373.2	-450.6593	
			duct terminal		450.6593		
Left	-154.8	23.0	Connession1	Areasic/<1>	-11.2	26.0391	-195.1315
			duct terminal		169.0924		
Areasic	-198.6	400.0	Connession1	Left/<1>	11.2	-26.0391	195.1315
			connessione1 torino/<1>		15.3	281.5670	
			duct terminal		-450.6593		
torino	-137.6	23.0	connessione1	Areasic/<1>	-15.3	-281.5670	
			duct terminal		281.5670		

Note:

flows in kg/s
pressures in Pa
temperatures in °C
* indicates limit exceeded

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-cl-ai93-c7-001_g00.doc</p> <p>Foglio 36 di 37</p>

Estrazione Vallemme con vento

project: TerzovalicoCaminospostato2

Wed Mar 21 13:33:47 2012

description: 3Valico

simulation date: Jan01
simulation time: 00:00:00
ambient temperature: 20.0 °C
barometric pressure: 101325.0 Pa
wind speed: 10.0 m/s
wind direction: 0.0 deg

level: <1> elevation: 0.0 m

zone	P	T	path	from	dP	Flow1	Flow2
camino	-5601.6	23.0	ex	Ambt	5425.5	-450.4062	
			duct terminal		450.4062		
Left	-210.1	23.0	Connessione1	Areasic/<1>	-12.7	21.0659	-208.3789
			duct terminal		187.3130		
Areasic	-255.4	400.0	Connessione1	Left/<1>	12.7	-21.0659	208.3789
			connessione1 torino/<1>		14.3	263.0933	
			duct terminal		-450.4062		
torino	-195.4	23.0	connessione1	Areasic/<1>	-14.3	-263.0933	
			duct terminal		263.0933		

Note:

flows in kg/s
pressures in Pa
temperatures in °C
* indicates limit exceeded