

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**

**PROGETTO DELLA SICUREZZA
POZZI DI VENTILAZIONE
Simulazioni termofluidodinamiche estrazione fumi
Pozzo di interconnessione**

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.
 Consorzio Cociv Project Manager (Ing. Guagnozzi) Data: 31/07/2012	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 0	D	C V	S X	G N 0 0 0 X	0 0 4	F

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	 Dott. Ing. GHISLANDI ENRICO Sez. A - Settori: a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione n°A 16993 MILANO Data: 31/07/2012
F00	Istruttoria n. A30100D17ISGN000X012A del 03/05/2012	Prometeo engineering.it 	27/07/2012	Ing. I. Barilli 	27/07/2012	Ing. E. Pagani 	31/07/2012	

n. Elab.:	File: A301-00-D-CV-SX-GN00-0X-004-F00.DOC
-----------	---

CUP: F81H92000000008

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn00-0x-004-f00.doc</p> <p>Foglio 2 di 27</p>

INDICE

INDICE.....		2
1. INTRODUZIONE.....		3
2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI ESTRAZIONE FUMI.....		4
3. MODELLO TRIDIMENSIONALE DI SIMULAZIONE DI INCENDIO.....		5
4. GEOMETRIA DEL MODELLO		6
5. RISULTATI: PROPAGAZIONE DEI FUMI		8
6. RISULTATI: TEMPERATURE		19
7. CONCLUSIONI		27

<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-sx-gn00-0x-004-f00.doc</p> <p>Foglio 3 di 27</p>

1. Introduzione

E' stata condotta un'attività di simulazione aeraulica finalizzata alla verifica del sistema di estrazione fumi in presenza di incendio di un convoglio e quindi al raggiungimento del picco di potenza d'incendio di 50MW.

In particolare i temi di verifica sono i seguenti:

- a. *Il sistema di ventilazione in galleria deve essere dimensionato tenendo conto non solo dell'evacuazione dei passeggeri ma anche dell'azione dei soccorsi, pertanto la scelta delle strategie di attivazione e il dimensionamento del sistema di estrazione fumi devono tenere in conto la potenza massima del veicolo proposto.*
- b. *La ventilazione di galleria deve, quindi, garantire in tutti i possibili scenari e lungo tutta la linea, il confinamento dei fumi nella galleria incidentata per permettere l'esodo in sicurezza dei passeggeri nel ramo di galleria non incidentato e l'accesso dei soccorritori.*

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn00-0x-004-f00.doc
	Foglio 4 di 27

2. Descrizione del sistema di estrazione fumi

In linea con le strategie di ventilazione adottate per le gallerie ferroviarie italiane e con quanto previsto nell'Allegato II del DM 28/10/2005 – Requisito Integrativo 1.2.7 “Sistemi di estrazione fumi/sistema di ventilazione”: Idonei accorgimenti tecnici intesi in caso di incendio a limitare i possibili danni causati dallo sviluppo di fumi e agevolare l'esodo e l'intervento delle squadre di soccorso. Sono ricomprese in tali accorgimenti tecnici le predisposizioni realizzate nella costruzione delle gallerie (camini, pozzi, ecc.), nei punti di passaggio da una galleria a doppia canna ad una a singola canna (di norma gli imbocchi) saranno previsti degli accorgimenti al fine di evitare il ricircolo dei fumi dalla canna incidentata alla canna sana, realizzando pozzi di ventilazione.

I pozzi di ventilazione collegano i cameroni ferroviari, in cui la linea a doppio binario si sdoppia in due gallerie monobinario, con l'esterno attraverso un foro verticale a sezione circolare di adeguato diametro. In presenza di fumo proveniente da uno dei tre rami che si innestano nel camerone, vengono messi in funzione i ventilatori che aspirano aria dalla galleria incidentata esterna per impedire che i prodotti della combustione (aria calda e inquinata) si propaghino nei rami sani della linea. Pertanto, al fine di evitare il passaggio dei fumi dalla galleria Bretella di Voltri alle interconnessioni con la Galleria Di Valico e viceversa, è opportuno prevedere dei pozzi di ventilazione in corrispondenza dei punti di innesto delle suddette interconnessioni.

Il sistema di pozzi di ventilazione consente di “compartimentare” dal punto di vista aeraulico le due gallerie d'interconnessione, pari e dispari, prevenendo la diffusione di eventuali fumi provenienti dalle gallerie di piena linea che collegano la Bretella di Voltri e la Galleria di Valico e di evitare che i fumi generati da un eventuale incendio nelle stesse gallerie d'interconnessione invadano le citate gallerie di piena linea.

NUMERAZIONE POZZI DI INTERCONNESSIONE			
Galleria	Posizione	Altezza (m)	Numerazione
INTERCONNESSIONE DI VOLTRI	Binario dispari pk 0+550	387	Pozzo n.1
INTERCONNESSIONE DI VOLTRI	Binario pari pk 2+176	34	Pozzo n.3
INTERCONNESSIONE DI VOLTRI	Binario dispari pk 4+195	60	Pozzo n.4

I pozzi di tipo “A” comprendono 4 ventilatori assiali monostadio, 12 serrande di intercettazione motorizzate e camino in scavo naturale.

3. Modello tridimensionale di simulazione di incendio

Il modello di campo tridimensionale prodotto e le condizioni adottate per la simulazione del flusso del pericolo è stato risolto con codice libero di fluido-dinamica numerica tridimensionale Fire Dynamics Simulator. A partire dallo stesso modello sono state effettuate n.4 simulazioni che riproducono la propagazione dei fumi di un evento di incendio generato da un treno all'interno di una canna a circa 100m di distanza dal camerone di interconnessione.

La tabella seguente riassume le principali caratteristiche del modello adottato.

Caratteristiche del modello

Codice	FDS (Fire Dynamics Simulator)
Cardinalità	3D
Dimensioni cella	0.3x0.3x0.5m
Porzione di galleria simulata	200m camerone 2x400m galleria a singolo binario
Numero celle	
Sottomodello di turbolenza	Large Eddy Simulation
Sottomodello di combustione	Mixture fraction
Potenza termica generata	50 MW
Tempo di crescita	1 min
Regime	Transitorio
Durata simulazione	30 min

L'obiettivo delle simulazioni è costituito dalla verifica della funzionalità e delle prestazioni dei sistemi di sicurezza, in particolare del pozzo di estrazione fumi posizionato a circa 75m di distanza rispetto la fine del camerone stesso. La bocchetta di aspirazione, presente su una delle due gallerie a singolo binario, ha una superficie di 10 m² ed una portata differente per le quattro simulazioni eseguite: 200 m³/s; 220 m³/s; 250 m³/s; 300 m³/s. L'impianto di estrazione fumi è a pieno regime sin dall'inizio di ciascuna simulazione.

Le simulazioni effettuate mostrano il dettaglio dell'evoluzione del flusso del pericolo per i primi 15 minuti dall'inizio dell'evento, con scansione temporale pari a 1-3-5-7-10-15 minuti.

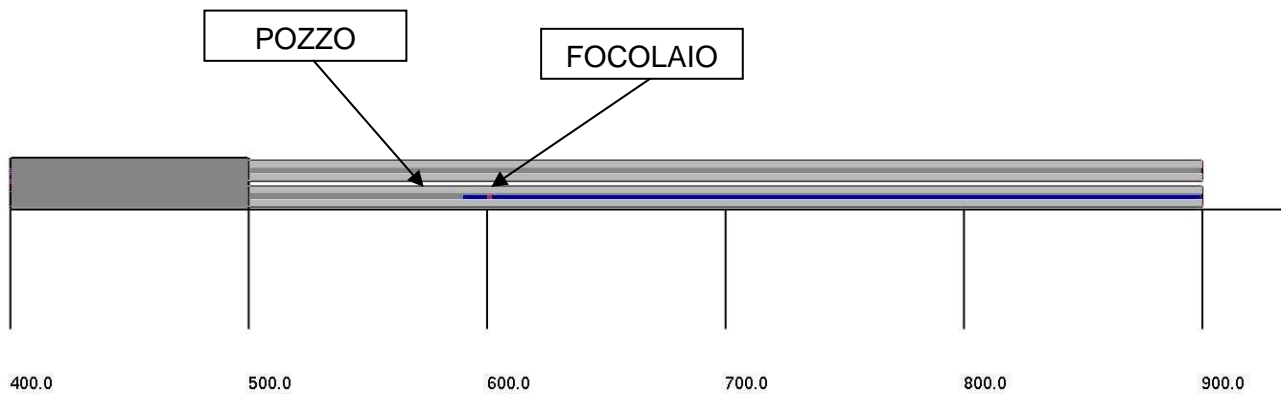
I risultati sono riportati attraverso una rappresentazione grafica tridimensionale dei fumi, supportati dall'utilizzo di mappe di concentrazione di temperatura (T).

4. Geometria del modello

Le successive figure mostrano le caratteristiche geometriche e dimensionali del modello formulato, dove è possibile distinguere in grigio il rivestimento in cls delle gallerie e del camerone, in blu il treno merci, in rosso la bocchetta di aspirazione dei fumi e in rosa il focolaio.

Pianta

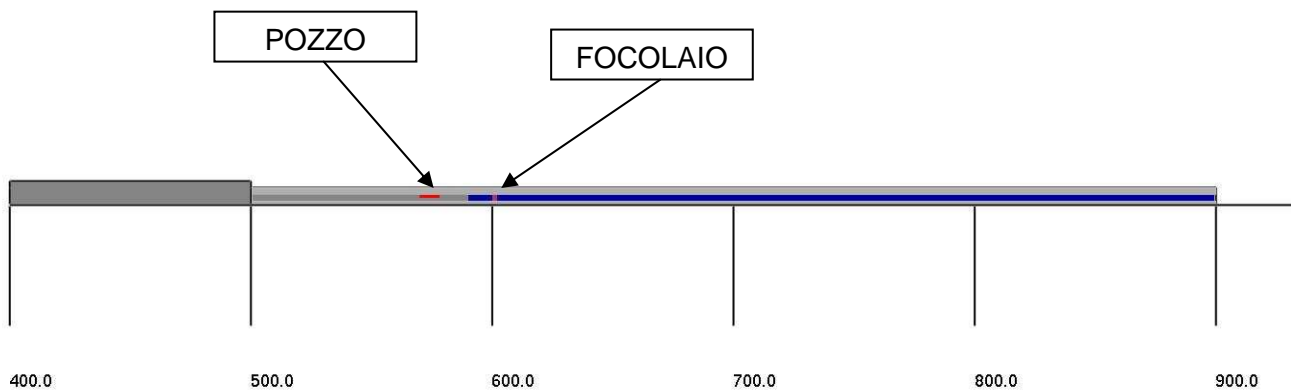
Smokeview 5.5.6 - Jun 22 2010



mesh: 1

Prospetto longitudinale

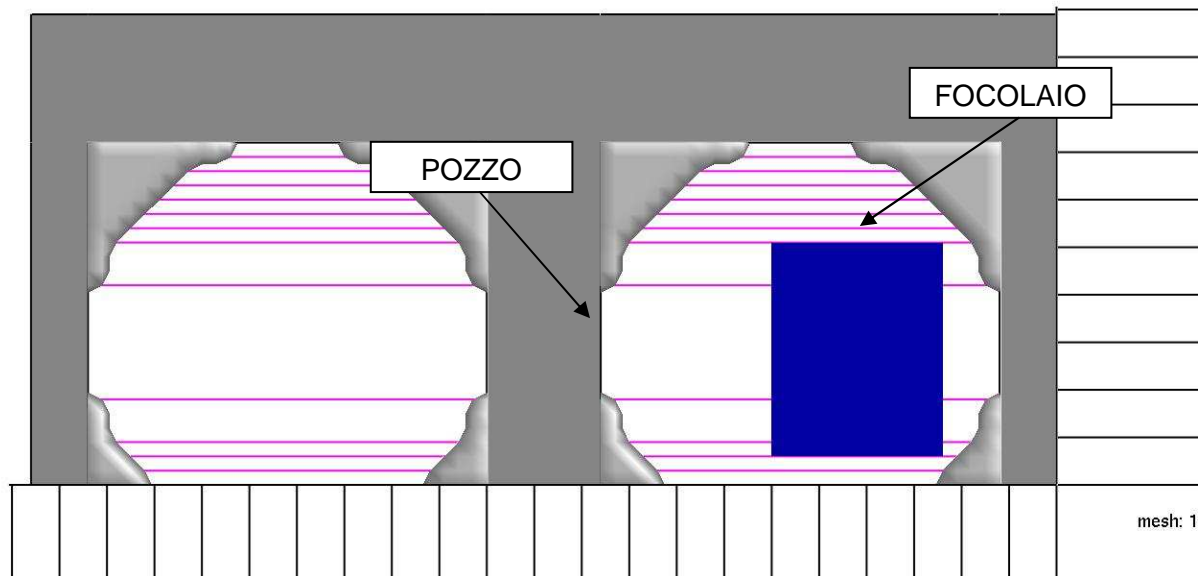
Smokeview 5.5.6 - Jun 22 2010



mesh: 1

Prospetto frontale

Smokeview 5.5.6 - Jun 22 2010



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn00-0x-004-f00.doc	Foglio 8 di 27

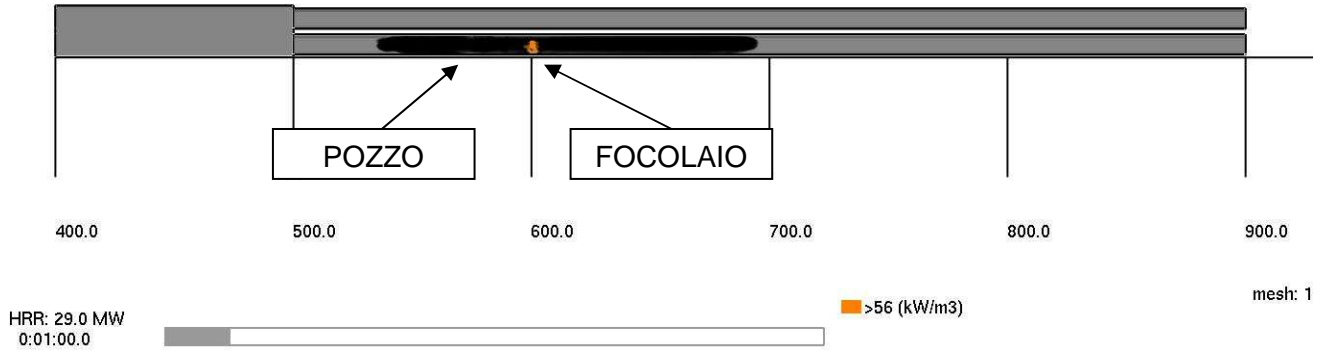
5. Risultati: propagazione dei fumi

Le simulazioni effettuate mostrano il dettaglio dell'evoluzione del flusso del pericolo per i primi 15 minuti dall'inizio dell'evento, con scansione temporale pari a 1-3-5-7-10-15 minuti.

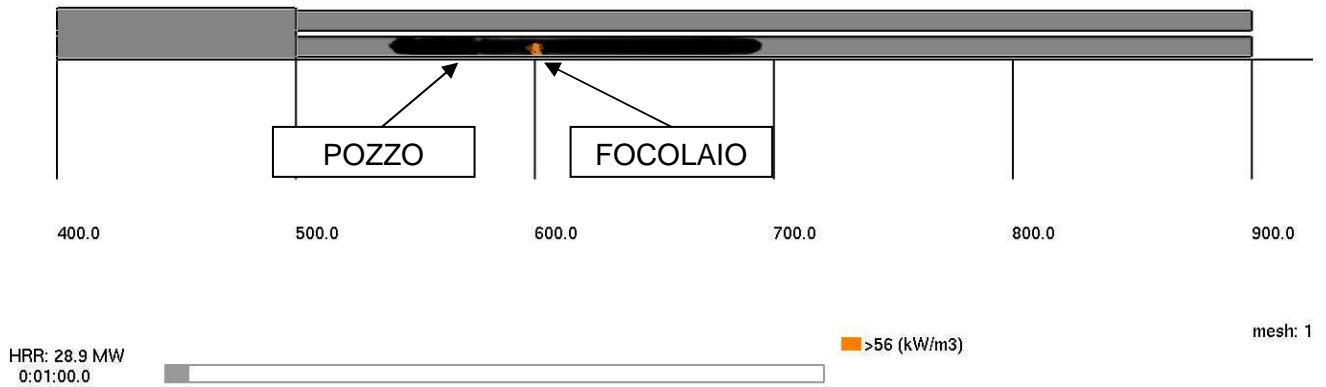
In ciascuna pagina sono messi a paragone i risultati ottenuti nel medesimo istante temporale per le quattro simulazione al fine di agevolarne il confronto.

Le successive figure mostrano i risultati in pianta.

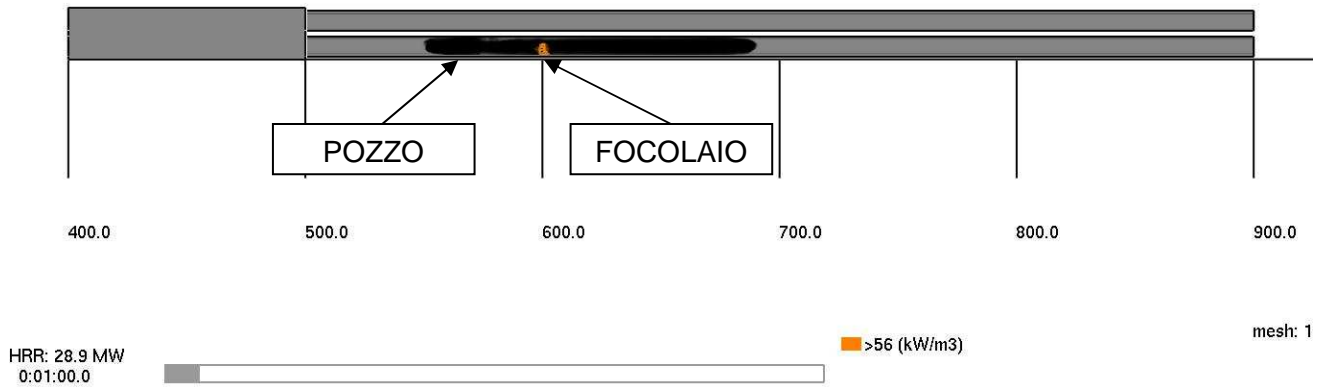
Aspirazione fumi portata 200m³/s



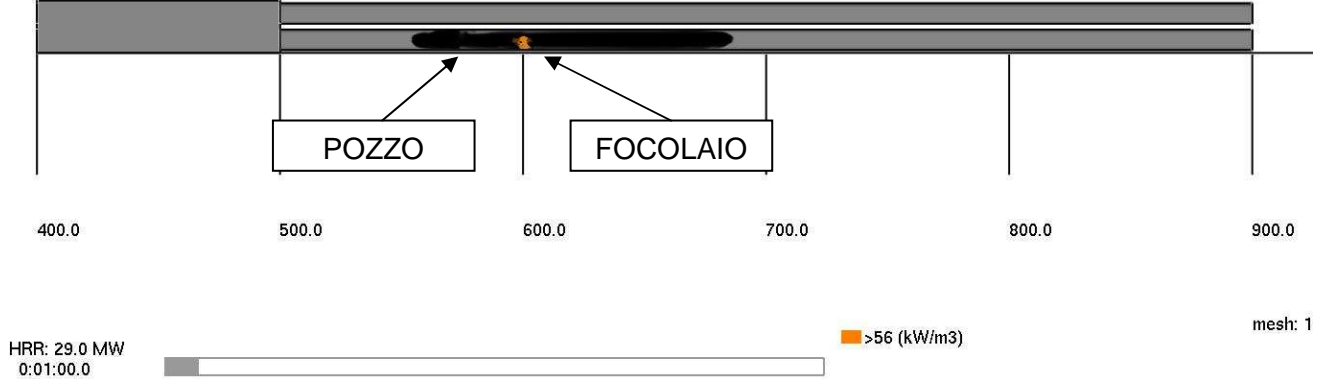
Aspirazione fumi portata 220m³/s



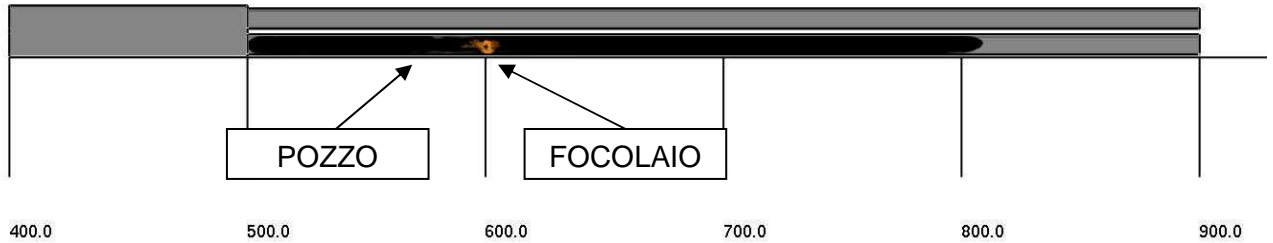
Aspirazione fumi portata 250m³/s



Aspirazione fumi portata 300m³/s



Aspirazione fumi portata 200m³/s

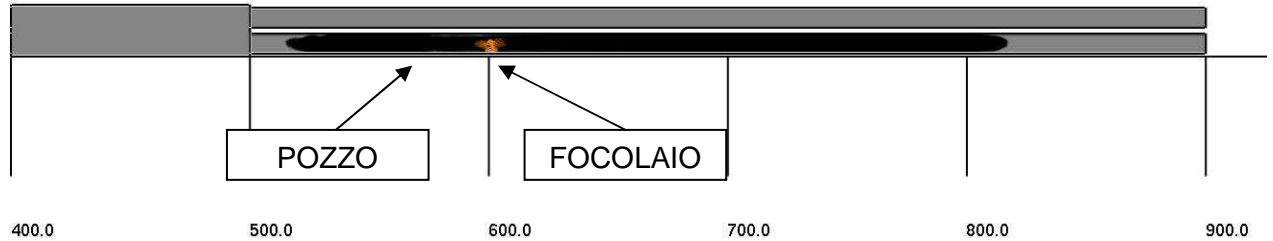


HRR: 50.2 MW
 0:03:00.0

>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 220m³/s

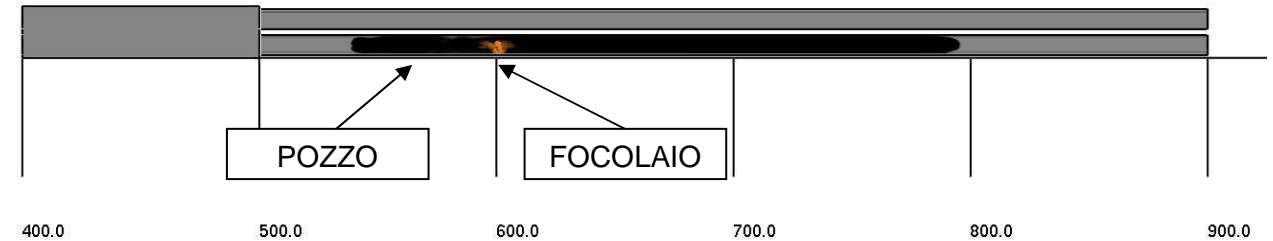


HRR: 49.5 MW
 0:03:00.0

>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 250m³/s

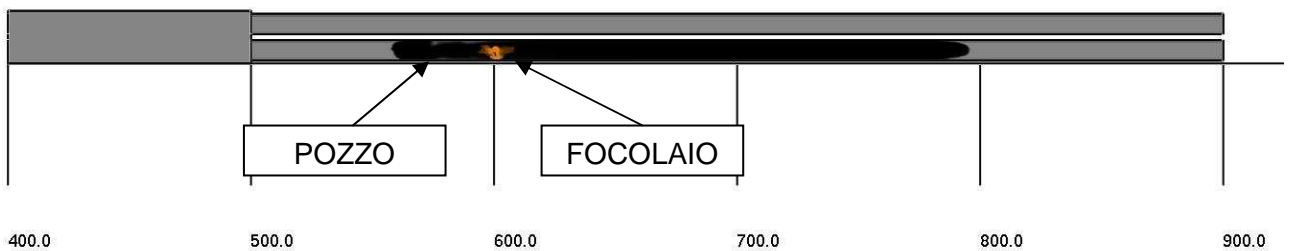


HRR: 49.2 MW
 0:03:00.0

>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 300m³/s

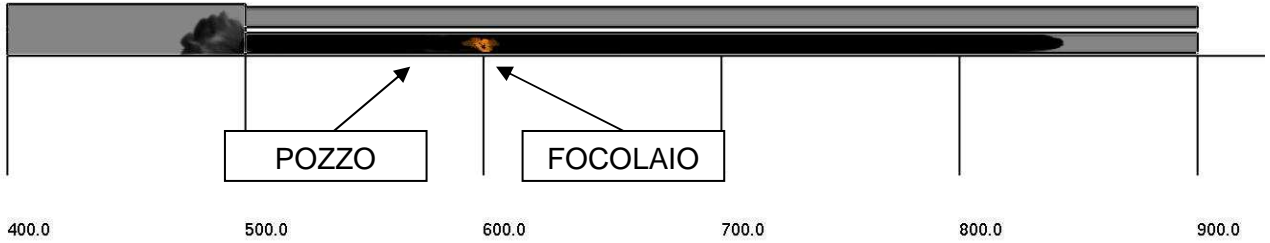


HRR: 51.2 MW
 0:03:00.0

>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 200m³/s

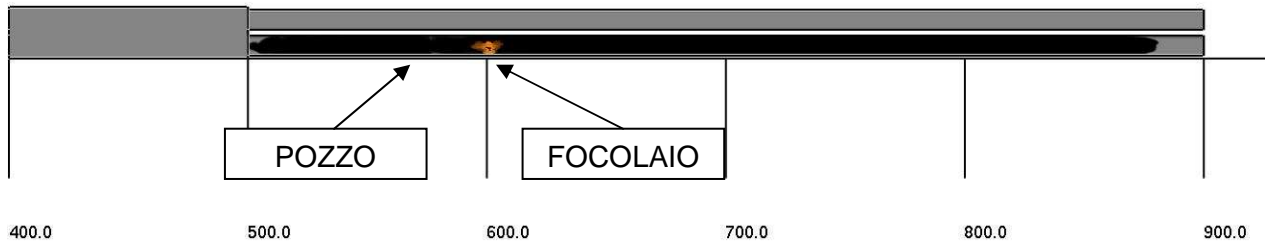


HRR: 51.6 MW
 0:05:00.0

>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 220m³/s

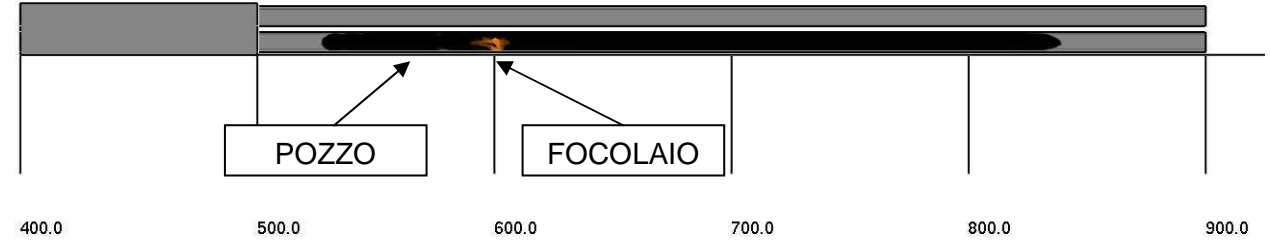


HRR: 50.3 MW
 0:05:00.0

>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 250m³/s

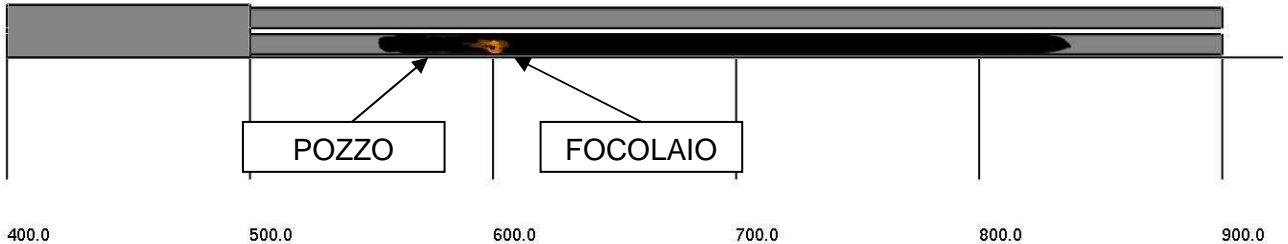


HRR: 49.6 MW
 0:05:00.0

>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 300m³/s

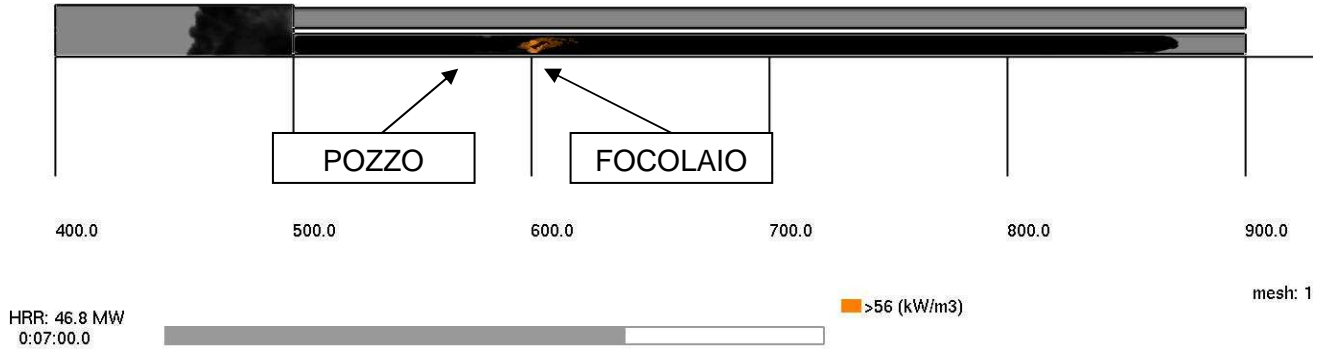


HRR: 51.6 MW
 0:05:00.0

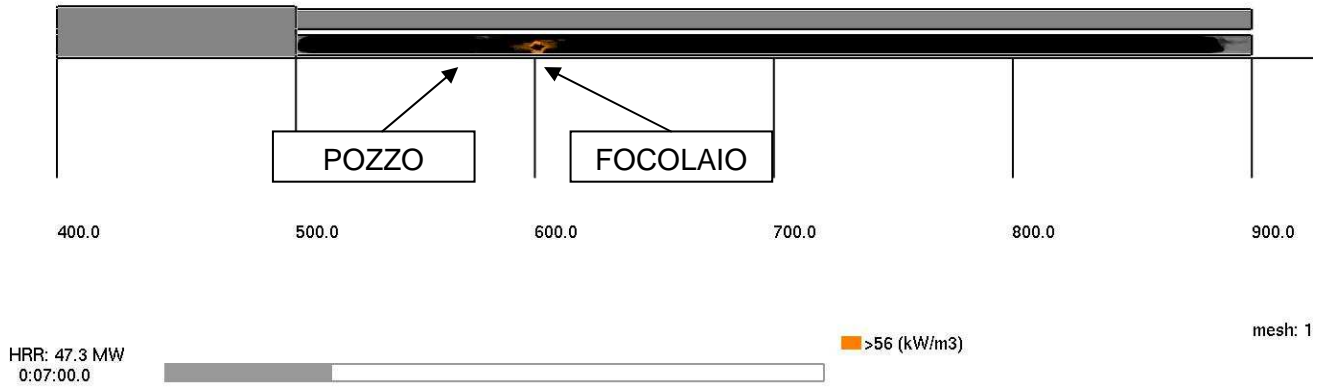
>56 (kW/m³)

mesh: 1

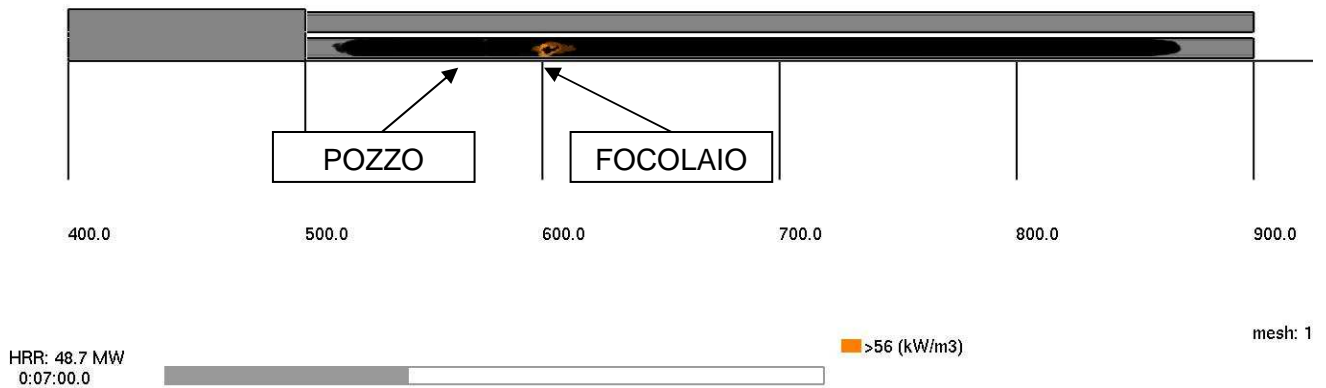
Aspirazione fumi portata 200m³/s



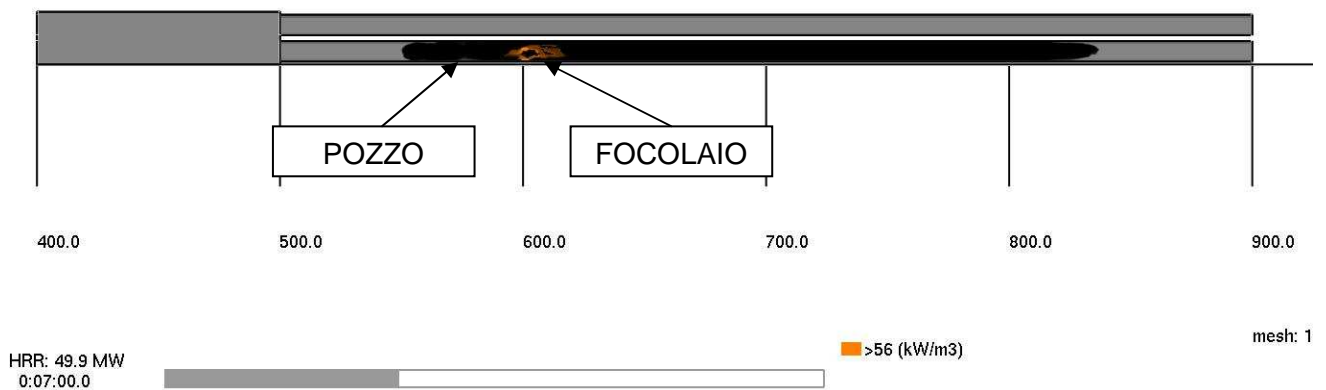
Aspirazione fumi portata 220m³/s



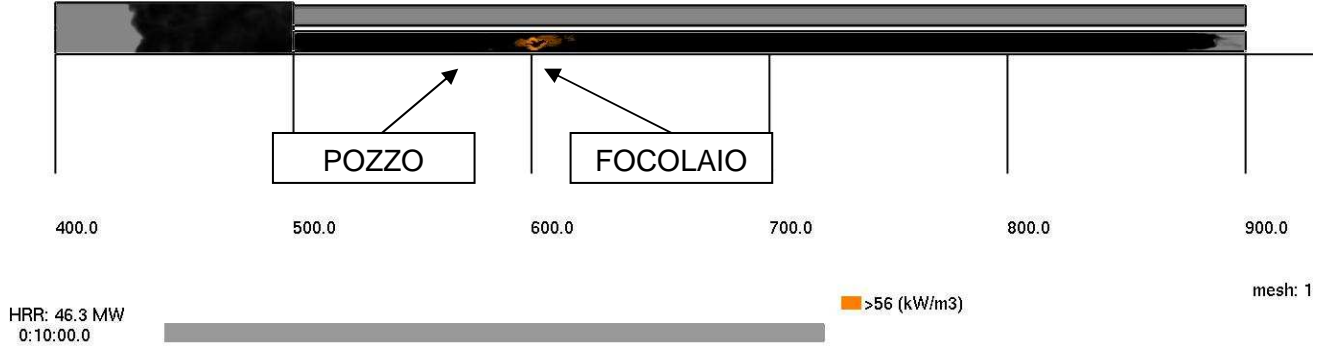
Aspirazione fumi portata 250m³/s



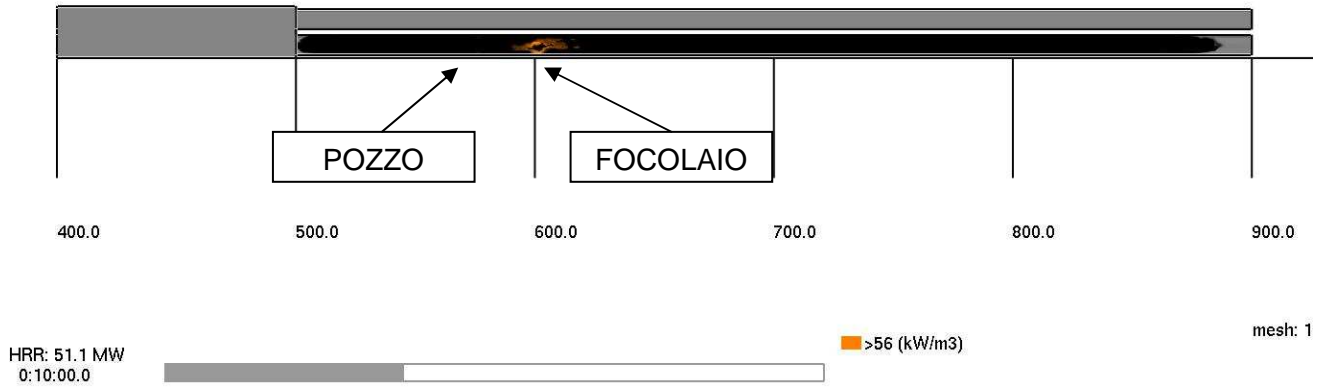
Aspirazione fumi portata 300m³/s



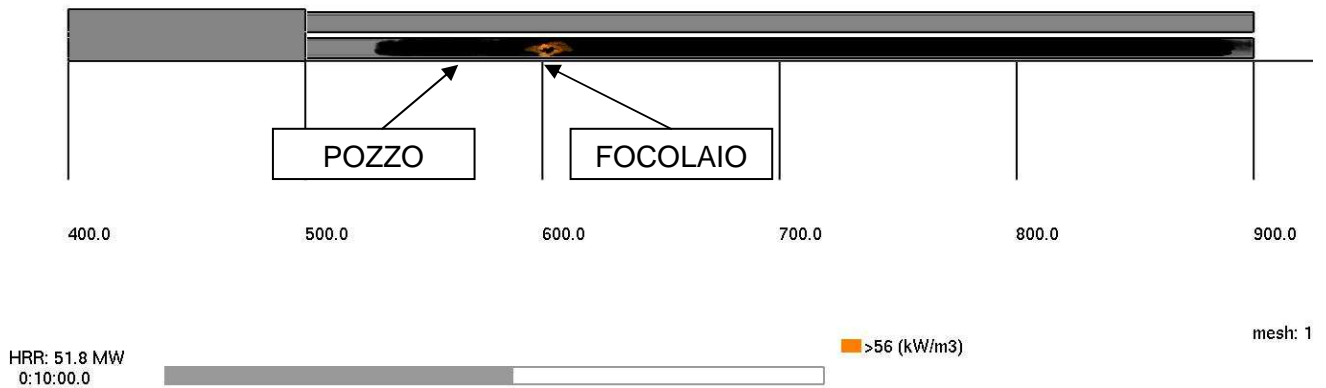
Aspirazione fumi portata 200m³/s



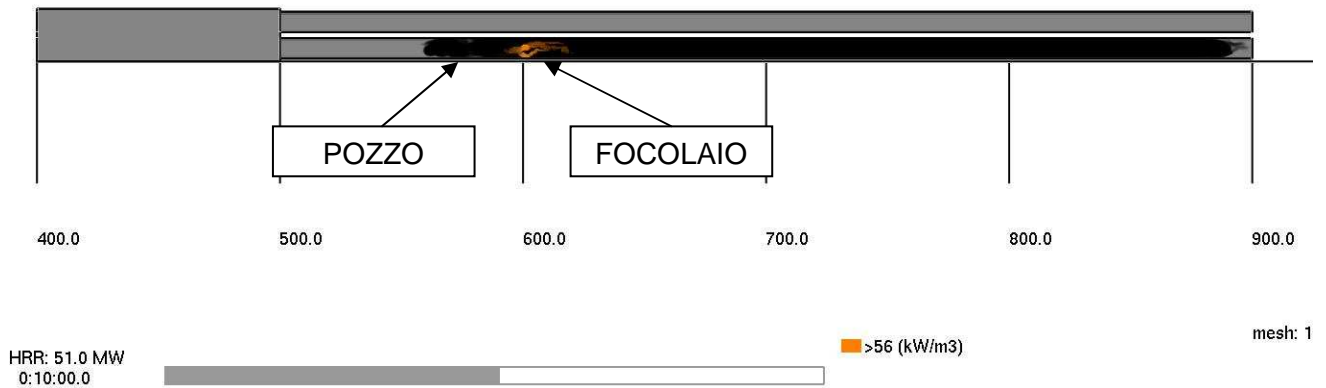
Aspirazione fumi portata 220m³/s



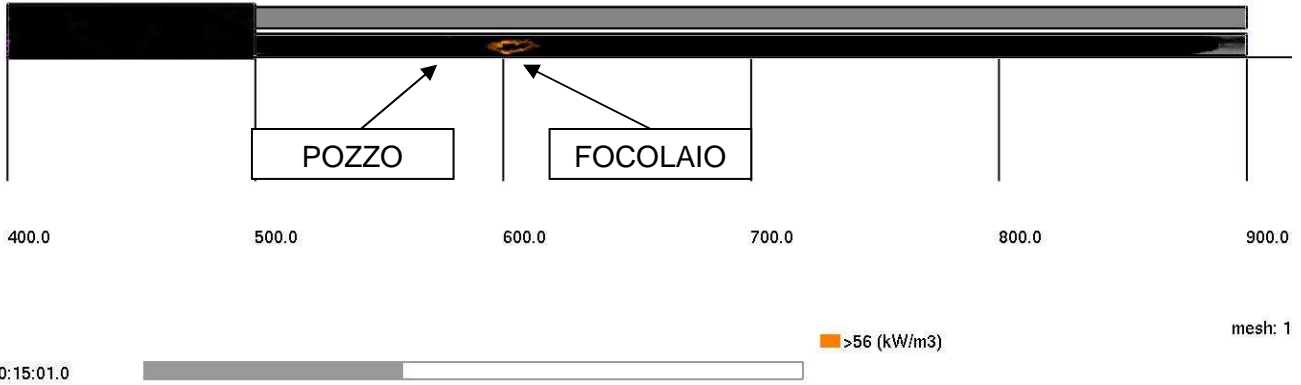
Aspirazione fumi portata 250m³/s



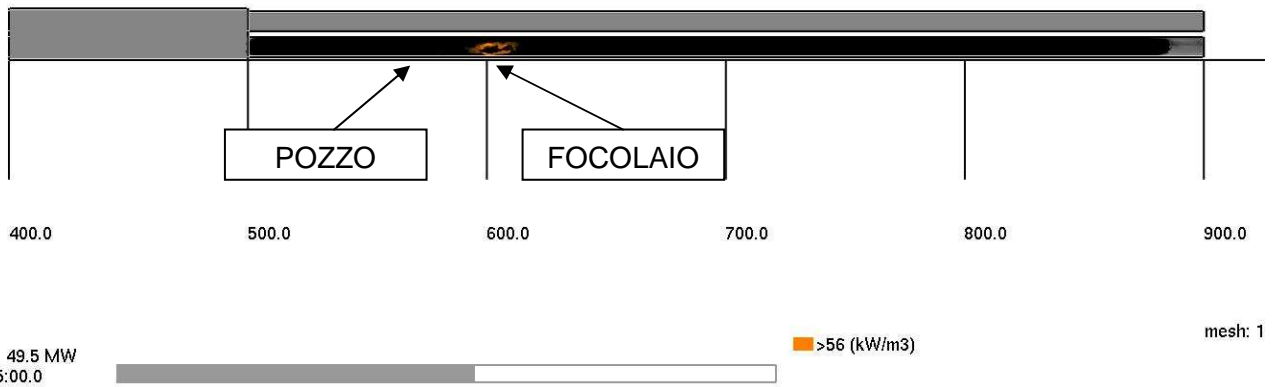
Aspirazione fumi portata 300m³/s



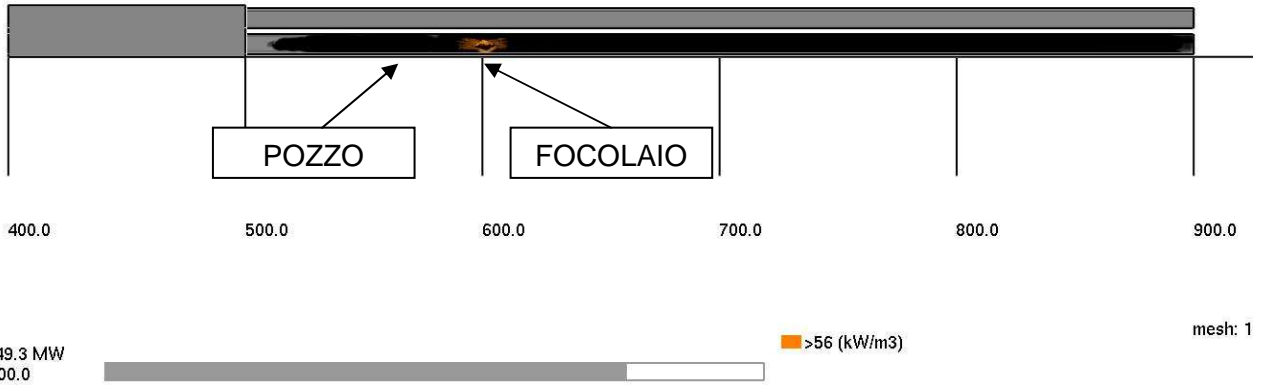
Aspirazione fumi portata 200m³/s



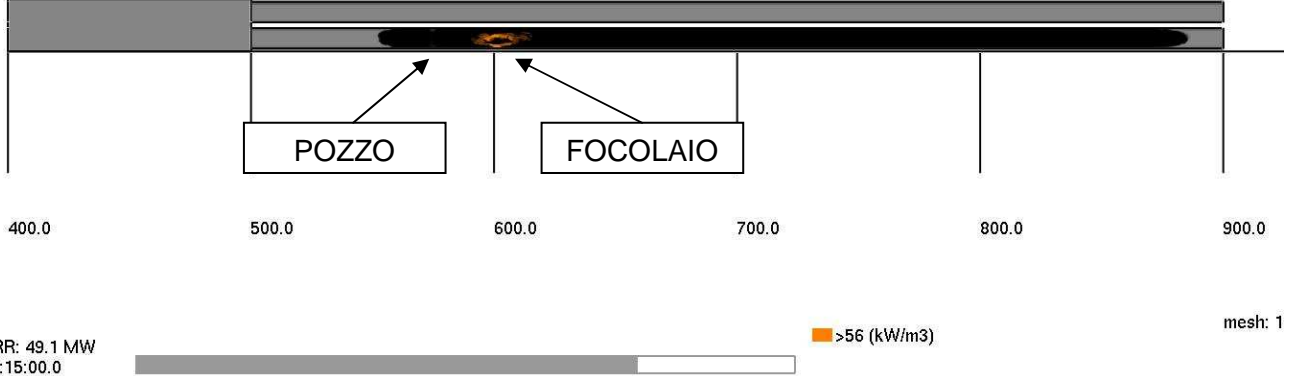
Aspirazione fumi portata 220m³/s



Aspirazione fumi portata 250m³/s



Aspirazione fumi portata 300m³/s



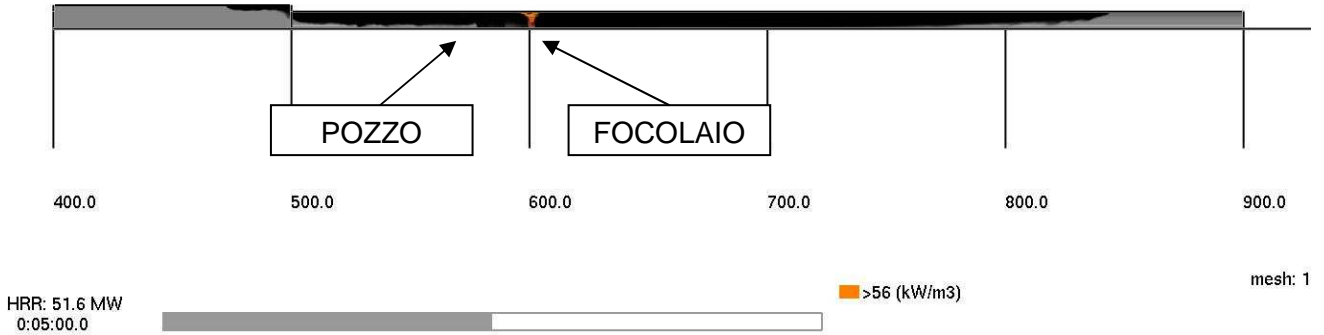
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn00-0x-004-f00.doc</p>	<p>Foglio 15 di 27</p>

Le simulazioni effettuate mostrano il dettaglio dell'evoluzione del flusso del pericolo per i primi 15 minuti dall'inizio dell'evento, con scansione temporale pari a 5-10-15 minuti.

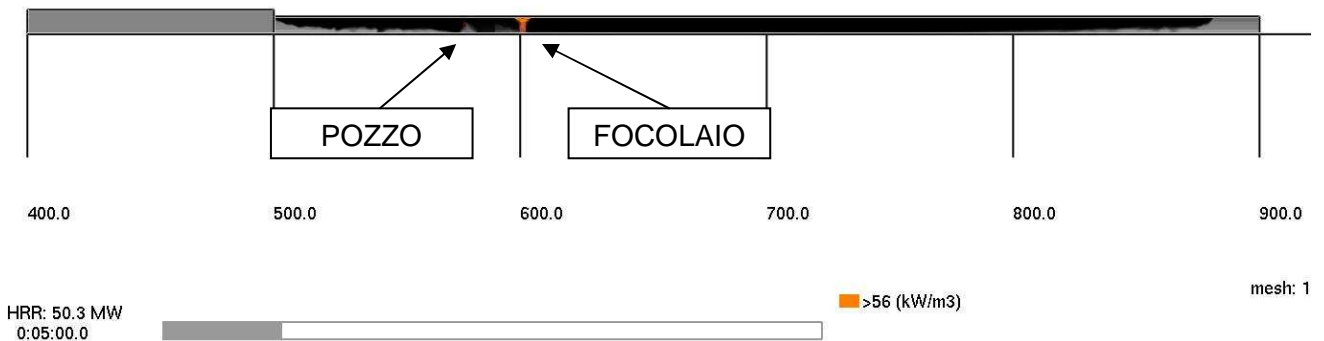
In ciascuna pagina sono messi a paragone i risultati ottenuti nel medesimo istante temporale per le quattro simulazione al fine di agevolarne il confronto.

Le successive figure mostrano i risultati in prospetto.

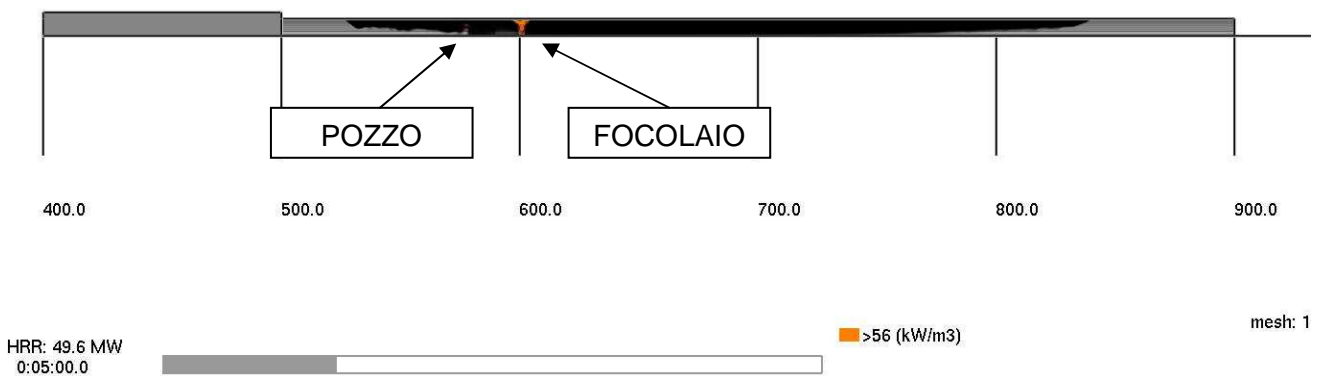
Aspirazione fumi portata 200m³/s



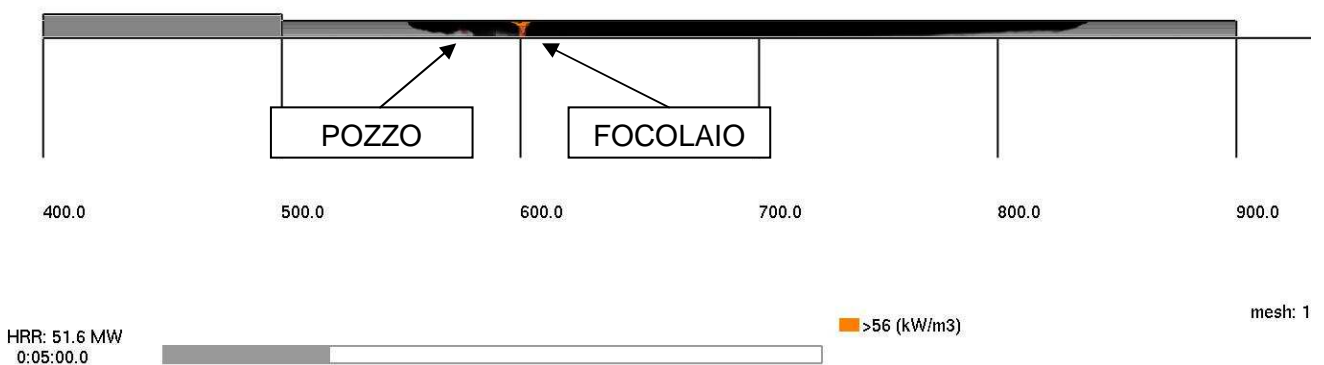
Aspirazione fumi portata 220m³/s



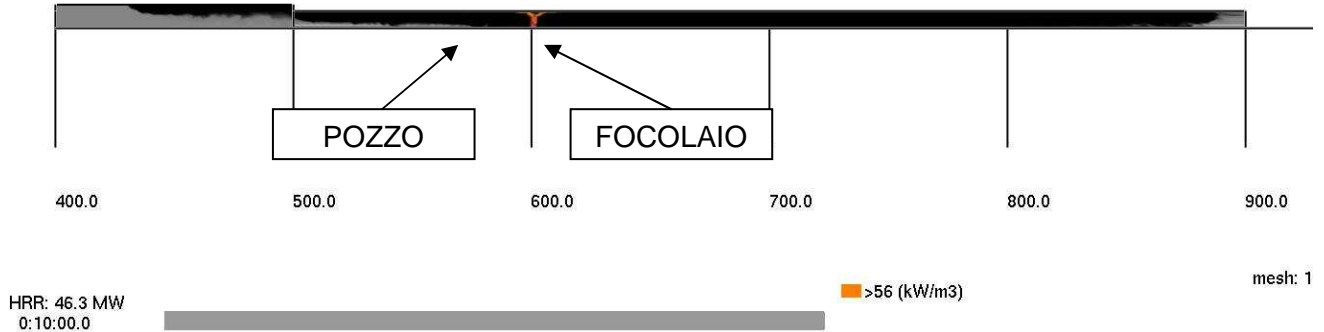
Aspirazione fumi portata 250m³/s



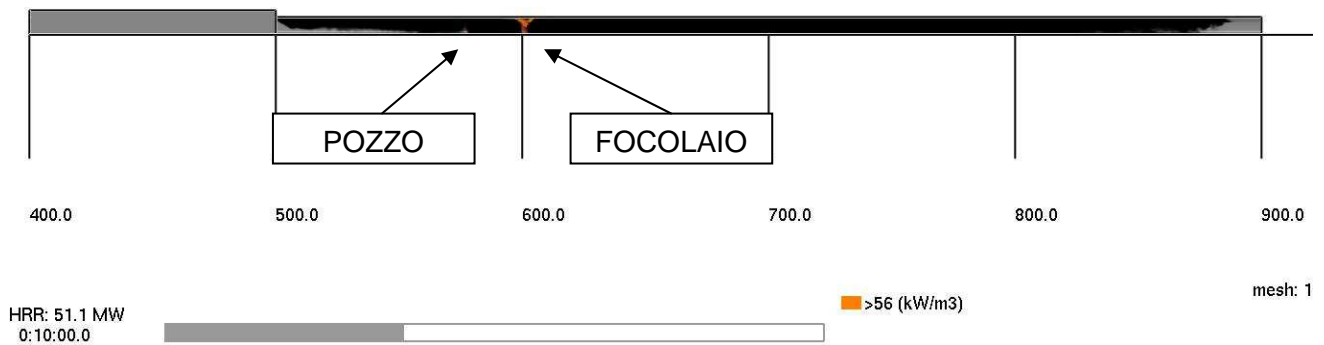
Aspirazione fumi portata 300m³/s



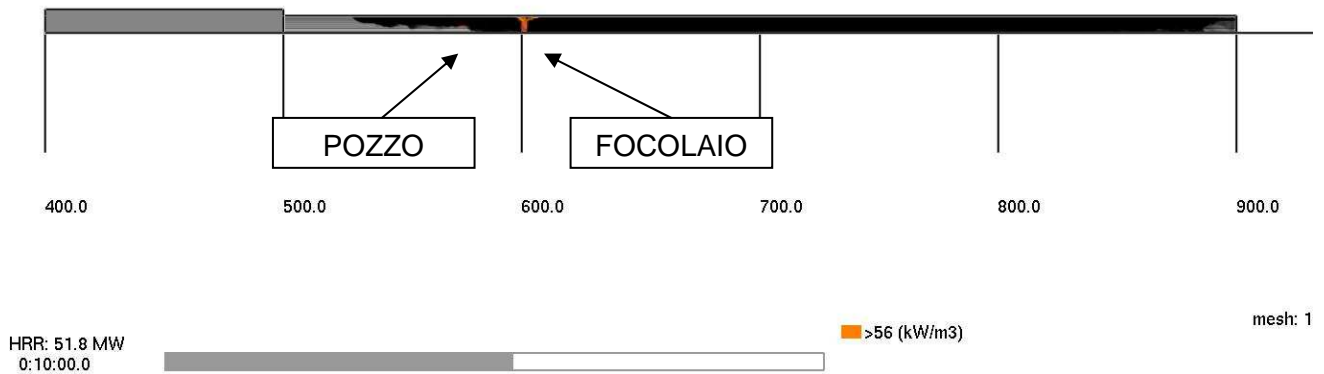
Aspirazione fumi portata 200m³/s



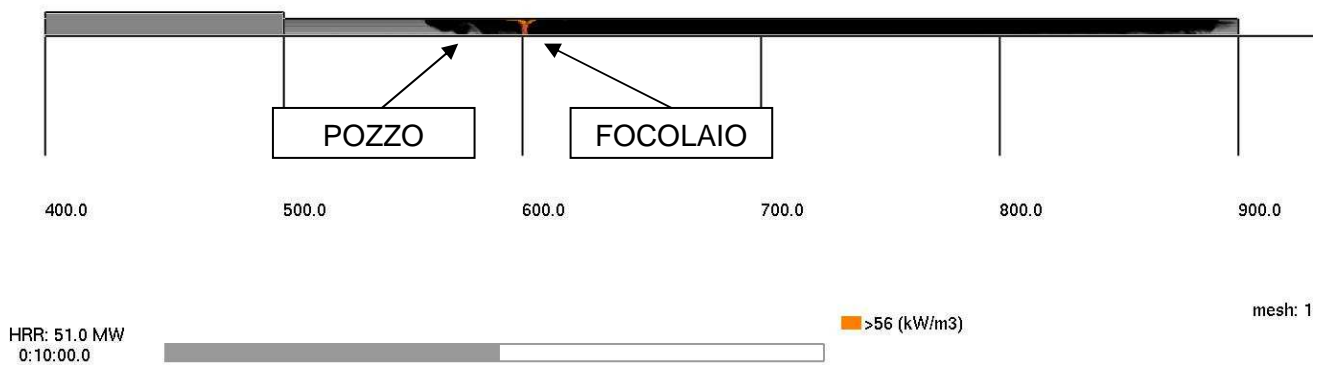
Aspirazione fumi portata 220m³/s



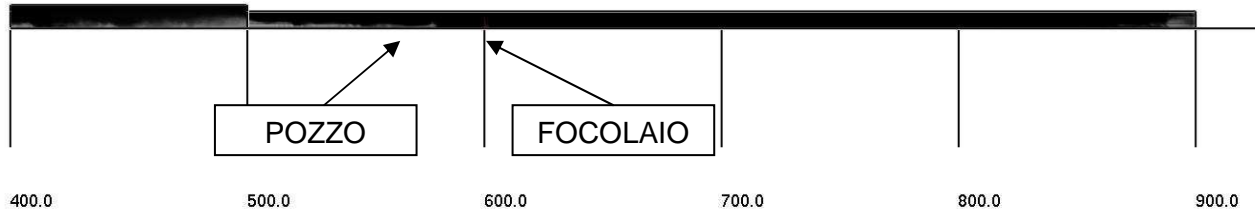
Aspirazione fumi portata 250m³/s



Aspirazione fumi portata 300m³/s



Aspirazione fumi portata 200m³/s

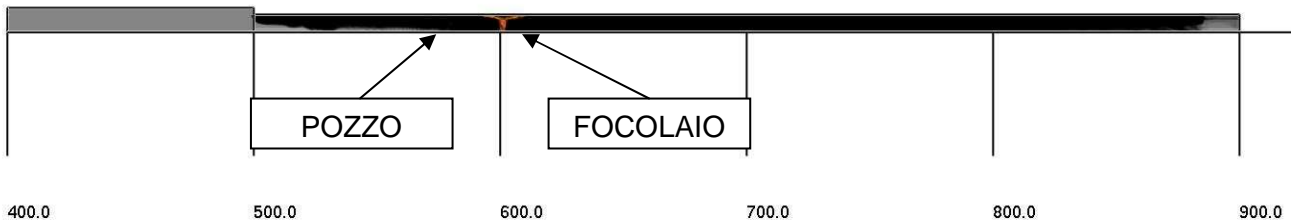


HRR: 50.3 MW
0:15:01.0



mesh: 1

Aspirazione fumi portata 220m³/s



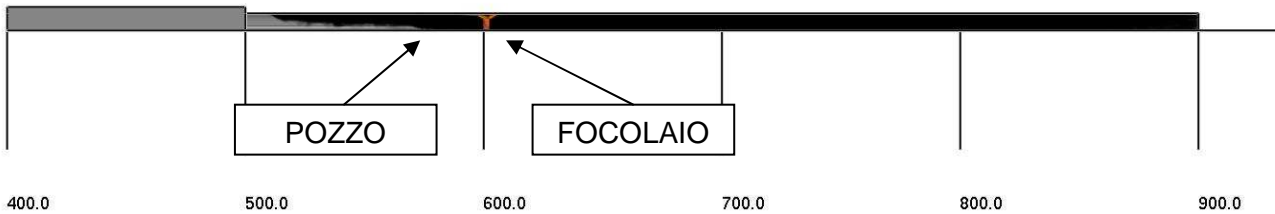
HRR: 49.5 MW
0:15:00.0



>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 250m³/s



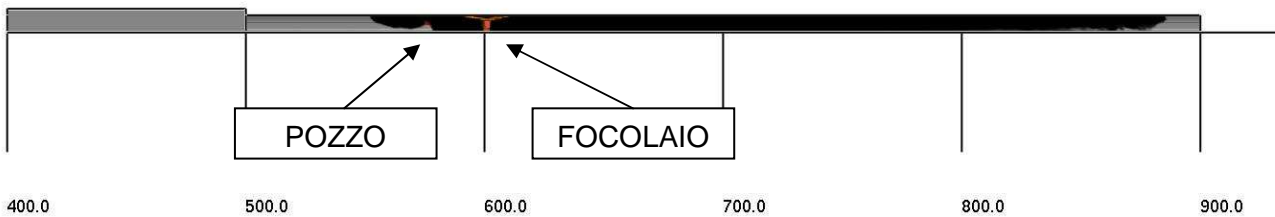
HRR: 49.3 MW
0:15:00.0



>56 (kW/m³)

mesh: 1

Aspirazione fumi portata 300m³/s



HRR: 49.1 MW
0:15:00.0



>56 (kW/m³)

mesh: 1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn00-0x-004-f00.doc	Foglio 19 di 27

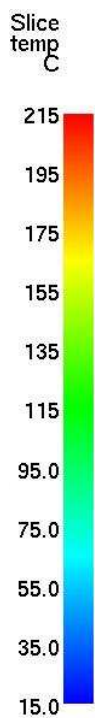
6. Risultati: temperature

Le simulazioni effettuate mostrano il dettaglio dell'evoluzione del flusso del pericolo per i primi 15 minuti dall'inizio dell'evento, con scansione temporale pari a 5-10-15 minuti.

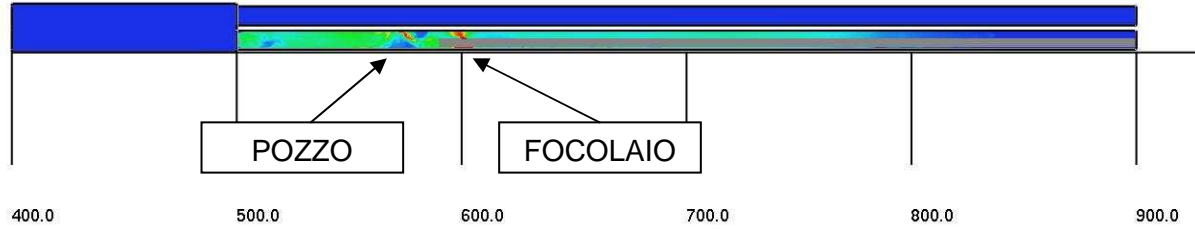
In ciascuna pagina sono messi a paragone i risultati ottenuti nel medesimo istante temporale per le quattro simulazione al fine di agevolarne il confronto.

Le successive figure mostrano la mappa delle temperature sul piano z=4.8.

La scala dei colori utilizzata è la seguente:

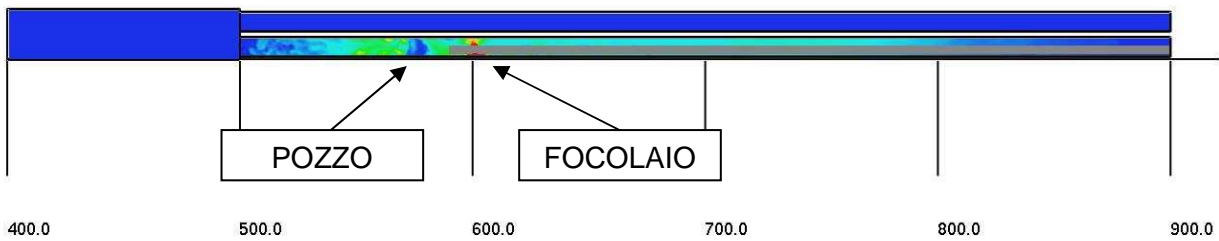


Aspirazione fumi portata 200m³/s



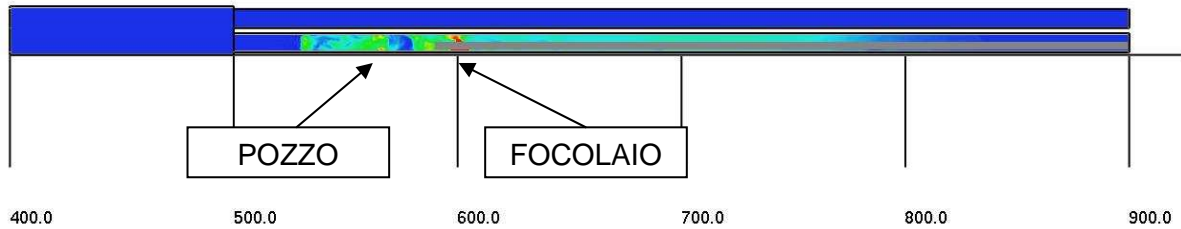
0:05:00.0

Aspirazione fumi portata 220m³/s



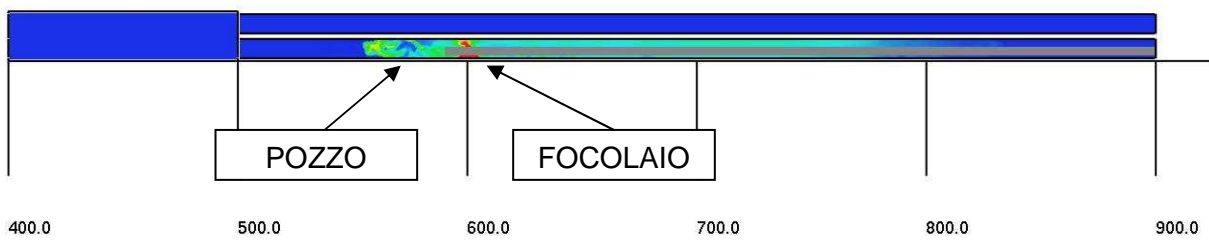
0:05:00.0

Aspirazione fumi portata 250m³/s



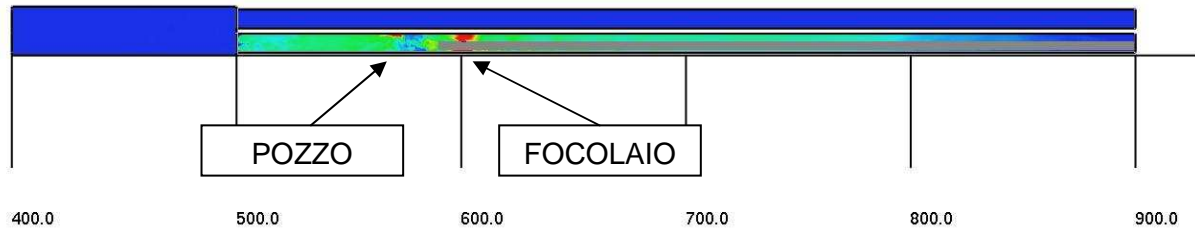
0:05:00.0

Aspirazione fumi portata 300m³/s



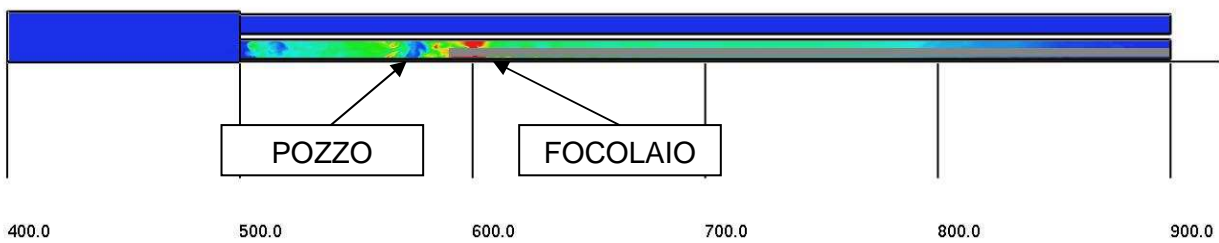
0:05:00.0

Aspirazione fumi portata 200m³/s



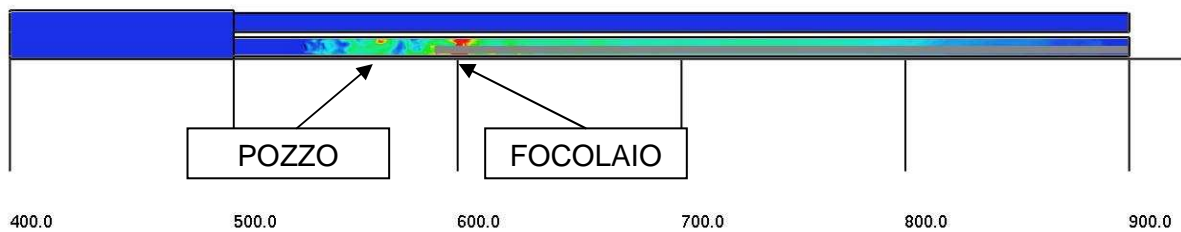
0:10:00.0

Aspirazione fumi portata 220m³/s



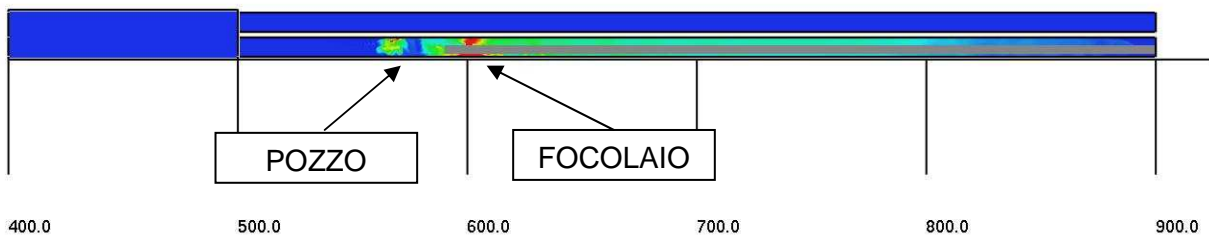
0:10:00.0

Aspirazione fumi portata 250m³/s



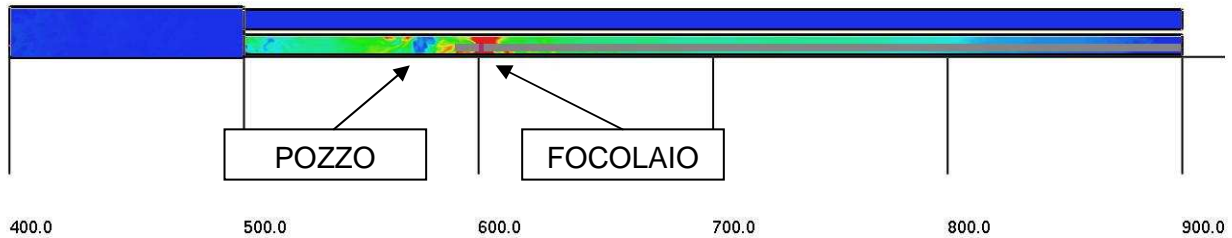
0:10:00.0

Aspirazione fumi portata 300m³/s



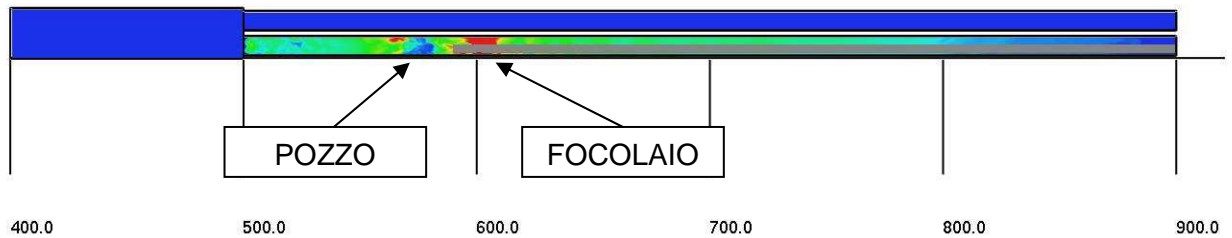
0:10:00.0

Aspirazione fumi portata 200m³/s



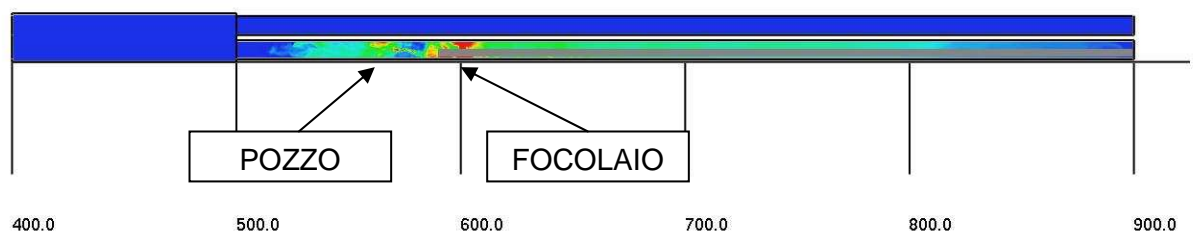
0:15:02.0

Aspirazione fumi portata 220m³/s



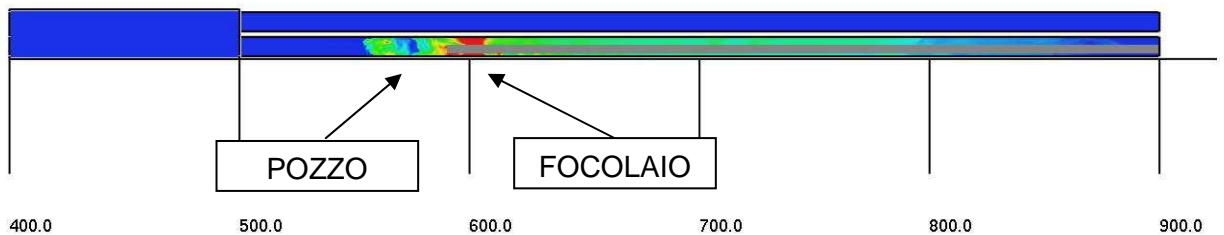
0:15:00.0

Aspirazione fumi portata 250m³/s



0:15:00.0

Aspirazione fumi portata 300m³/s



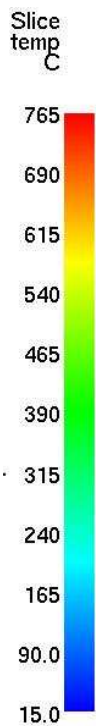
0:15:00.0

Le simulazioni effettuate mostrano il dettaglio dell'evoluzione del flusso del pericolo per i primi 15 minuti dall'inizio dell'evento, con scansione temporale pari a 5-10-15 minuti.

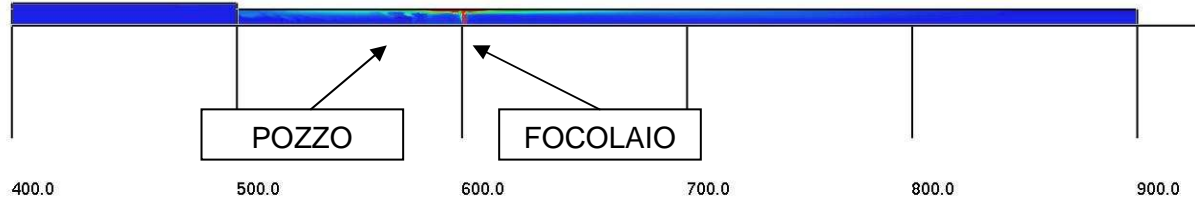
In ciascuna pagina sono messi a paragone i risultati ottenuti nel medesimo istante temporale per le quattro simulazione al fine di agevolarne il confronto.

Le successive figure mostrano la mappa delle temperature sul piano y=6.6.

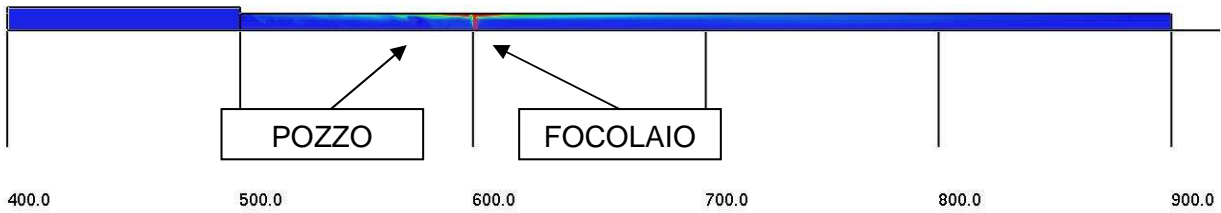
La scala dei colori utilizzata è la seguente:



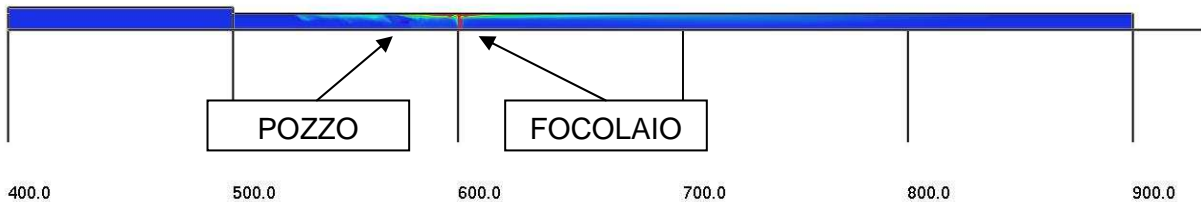
Aspirazione fumi portata 200m³/s



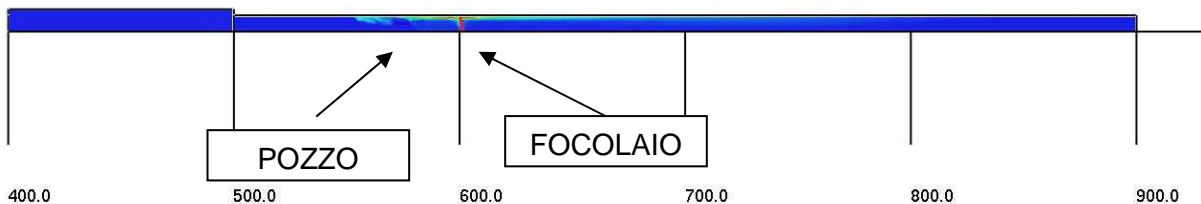
Aspirazione fumi portata 220m³/s



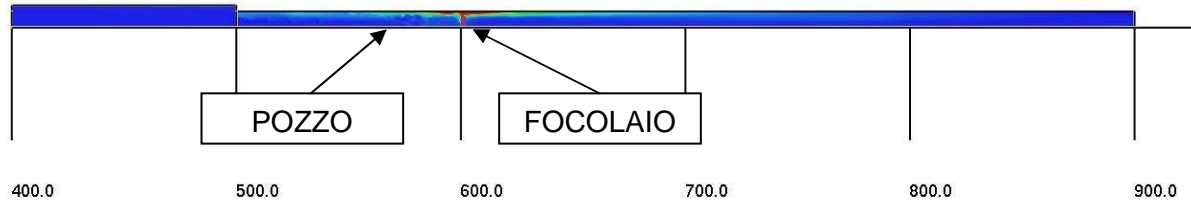
Aspirazione fumi portata 250m³/s



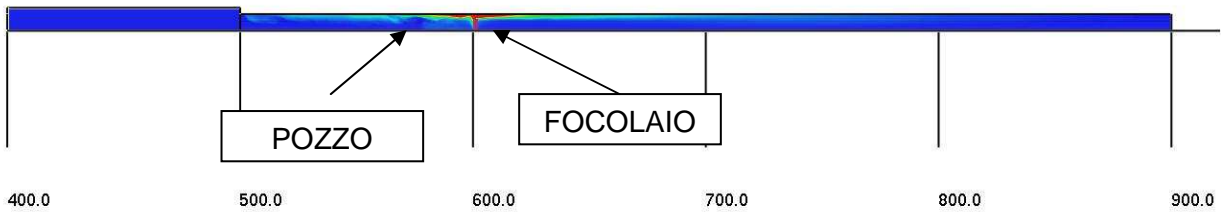
Aspirazione fumi portata 300m³/s



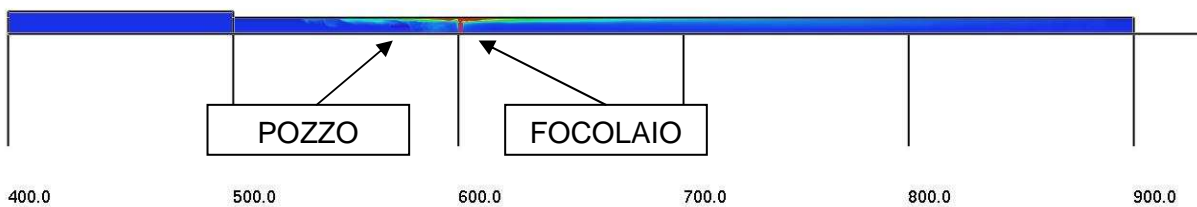
Aspirazione fumi portata 200m³/s



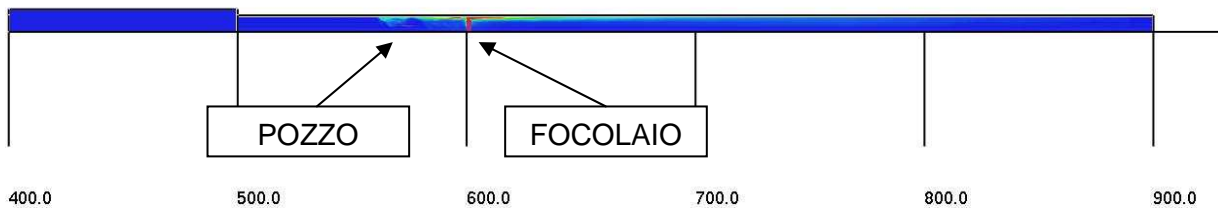
Aspirazione fumi portata 220m³/s



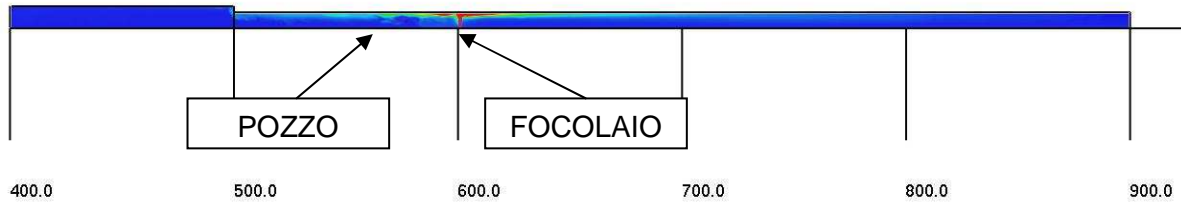
Aspirazione fumi portata 250m³/s



Aspirazione fumi portata 300m³/s

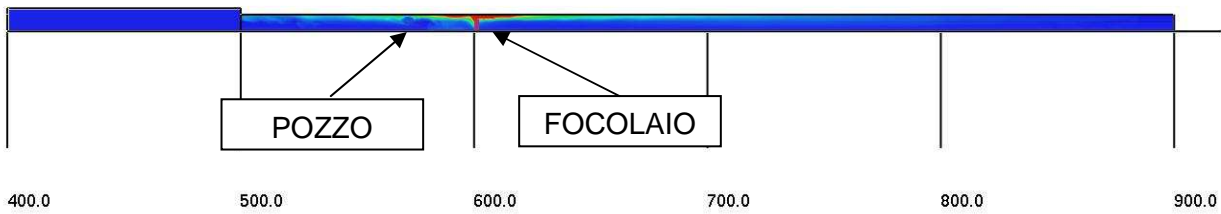


Aspirazione fumi portata 200m³/s



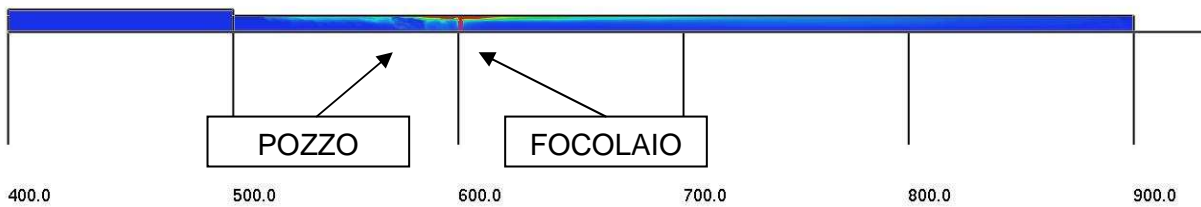
0:15:02.0

Aspirazione fumi portata 220m³/s



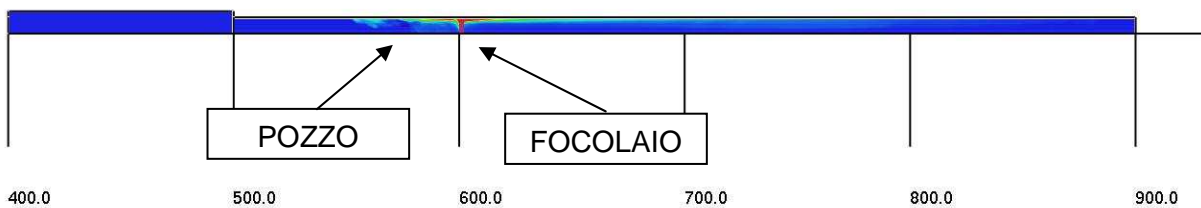
0:15:00.0

Aspirazione fumi portata 250m³/s



0:15:00.0

Aspirazione fumi portata 300m³/s



0:15:00.0

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn00-0x-004-f00.doc</p> <p>Foglio 27 di 27</p>

7. Conclusioni

L'analisi di scenari incidentali è stata condotta mediante la simulazione della propagazione dei fumi di un evento di incendio generato da un treno passeggeri fermo in galleria, tramite il codice di calcolo tridimensionale Fire Dynamics Simulator.

La presente simulazione d'incendio di un treno passeggeri fermo in un tratto di galleria presso un pozzo di interconnessione, condotta sulla base del modello ipotizzato e descritto nei paragrafi precedenti, dimostra che l'impianto di estrazione fumi previsto, con portata di estrazione maggiore o uguale a $220\text{m}^3/\text{s}$, garantisce il confinamento dei fumi prodotti da un incendio di potenza massima di 50MW nel ramo di galleria incidentata per un tempo minimo di 15 min, tempo sufficiente a permettere l'esodo in sicurezza dei passeggeri come si evince dalla relazione delle "simulazioni di esodo dei passeggeri in galleria presso pozzo di interconnessione" elaborato n. A30100DCV SXGN000X006F.