

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00

Analisi termo fluidodinamica - Modellazione e simulazione termo fluidodinamiche per la verifica della disconnessione fumi

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta)	Valido per costruzione Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	R O	G N 0 2 0 C	0 0 4	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	EMISSIONE	FUSTINONI	14.09.18	MERLINI	14.09.18	14.09.18	
B							
C							

CIG. 751447334A File: TNR11EE2ROGN020C004A_10.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	ELENCO ELABORATI	5
3.	SCOPO DELLA VENTILAZIONE PER LA GALLERIA IN ESAME.....	6
4.	TRENO DI PROGETTO.....	9
4.1.	<i>TRENO PASSEGGERI DI PROGETTO</i>	9
4.2.	<i>TRENO MERCI DI PROGETTO</i>	10
5.	INCENDIO DI PROGETTO	12
6.	CONDIZIONI AL CONTORNO.....	14
7.	SISTEMA DI VENTILAZIONE.....	15
8.	SCENARI DI SIMULAZIONE	18
8.1.	<i>SCENARIO 1 - L.3D.20.GDB</i>	18
8.2.	<i>SCENARIO 2 L.3D.100.GDB</i>	19
9.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	20
9.1.	<i>SCENARIO 1</i>	20
9.1.1.	<i>SMOKEVIEW – MECCANICA DEI FUMI IN FUNZIONE DEL TEMPO SCENARIO 1</i>	20
9.1.2.	<i>ANDAMENTO DELLA POTENZA TERMICA RILASCIATA DALL'INCENDIO SCENARIO 1</i>	28
9.1.3.	<i>ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA DEL CAMINO DI ESTRAZIONE SCENARIO 1</i> 29	
9.1.4.	<i>ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 1</i>	30
9.1.5.	<i>ANDAMENTO DELLA VISIBILITA' IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 1</i>	31
9.1.6.	<i>ANDAMENTO FLUSSO DI CALORE RADIANTE IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 1</i>	33
9.2.	<i>SCENARIO 2</i>	35
9.2.1.	<i>SMOKEVIEW – MECCANICA DEI FUMI IN FUNZIONE DEL TEMPO SCENARIO 2</i>	35
9.2.2.	<i>ANDAMENTO DELLA POTENZA TERMICA RILASCIATA DALL'INCENDIO SCENARIO 2</i>	44
9.2.3.	<i>ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA DEL CAMINO DI ESTRAZIONE SCENARIO 2</i> 45	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
3 di 53

9.2.4. ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 2	46
9.2.5. ANDAMENTO DELLA VISIBILITA' IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 2	48
9.2.6. ANDAMENTO FLUSSO DI CALORE RADIANTE IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 2	50
10. OSSERVAZIONI SULLA ZONA DI TRANSIZIONE CANNE GALLERIA	52
11. CONCLUSIONI	53

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito della progettazione esecutiva della linea ferroviaria Alta Velocità/ Alta Capacità Milano-Verona la galleria LONATO, costituisce il sistema tunnel più lungo della tratta, con una lunghezza complessiva di oltre 7 km. L'opera complessiva è suddivisa in tre parti d'opera distinte (WBS):

- LONATO OVEST, corrispondente ad una galleria artificiale di lunghezza complessiva pari a 1425 m, con un primo tratto monocanna, a doppio binario, con sezione scatolare, ed un secondo tratto a canne separate con sezione scatolare. (GA06);
- LONATO, corrispondente ad una galleria naturale a doppia canna a singolo binario, scavata in meccanizzato con lunghezze di 4782 m e 4748 m (GN02);
- LONATO EST, corrispondente ad una galleria artificiale di lunghezza complessiva pari a 1356 m (GA07).

Il presente documento riguarda la modellazione e simulazione termo fluidodinamica di incendio CFD 3D con codice di calcolo FDS per la verifica della disconnessione fumi per la galleria in oggetto, costituita da una zona di transizione da doppia canna con singolo binario a singola canna con doppio binario.

2. ELENCO ELABORATI

Nel seguito si riporta l'elenco elaborati della WBS GN02, relativamente alla parte impiantistica, di cui la presente relazione costituisce parte integrante.

	Impianti meccanici
IN0R11EE2CLGN020C002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Relazione tecnica e di calcolo della ventilazione in galleria
IN0R11EE2CLGN020C003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Relazione tecnica e di calcolo impianto di pressurizzazione by-pass
IN0R11EE2SPGN020C002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Specifiche tecniche dei materiali
IN0R11EE2DXGN020C002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Schema regolazione impianto di pressurizzazione
IN0R11EE2P4GN020C002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Schema planimetrico generale impianto di ventilazione
IN0R11EE2PAGN020C001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Locali ventilazione - planimetria di inquadramento
IN0R11EE2PBG020C002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Locali ventilazione binario pari - layout centrale
IN0R11EE2PBG020C003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Locali ventilazione binario dispari - layout centrale
IN0R11EE2PZGN020C001	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Bypass tipo 1 - piante e sezioni con layout apparecchiature
IN0R11EE2PZGN020C002	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Bypass tipo 2 - piante e sezioni con layout apparecchiature
IN0R11EE2PZGN020C003	GALLERIA NATURALE LONATO (GN02) - Da Pk 115+990.00 a Pk 120+772.00 - Impianti meccanici - Bypass tipo 3 - piante e sezioni con layout apparecchiature

3. SCOPO DELLA VENTILAZIONE PER LA GALLERIA IN ESAME

Il principale scopo dei pozzi di ventilazione per la galleria in esame è quello di garantire che in corrispondenza della transizione da doppia canna in singolo binario a singola canna in doppio binario la disconnessione aeraulica.

Questo principio ha validità generale, ossia anche in tutti quei casi in cui canne indipendenti adiacenti terminino in corrispondenza della medesima pk, per le quali occorre la presenza di un impianto di ventilazione meccanica in grado di impedire qualsiasi ricircolazione dell'aria tra le dette canne parallele.

Di fatto per la galleria in oggetto, sul lato est (lato Verona) è presente un prolungamento ai fini di quanto finora espresso.

La ventilazione in questo caso specifico, ha la finalità di garantire l'impossibilità di ricircolazione d'aria, ai fini della sicurezza sull'eventuale presenza di fumi generati dalla combustione di un incendio, e così assicurare la canna adiacente come luogo sicuro fino all'intervento dei mezzi di soccorso e del personale preposto per tutti quei casi in cui non sia possibile all'utente evacuare autonomamente o a seconda delle direttive all'esodo prescritte dal personale RFI a bordo, che ha l'onere di gestire l'evacuazione.

Inoltre si fa presente come espressamente descritto nelle Specifiche Tecniche di Interoperabilità SRT Regolamento UE 1303/2014, al paragrafo 4.2.1.5.2 relativo all'accesso all'area di sicurezza, lettera b) punto (2), viene riconosciuto che i collegamenti trasversali tra canne di gallerie indipendenti adiacenti, permettono di utilizzare la canna della galleria adiacente come area di sicurezza.

Quest'ultima prescrizione impone un impianto di disconnessione aeraulica.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
7 di 53

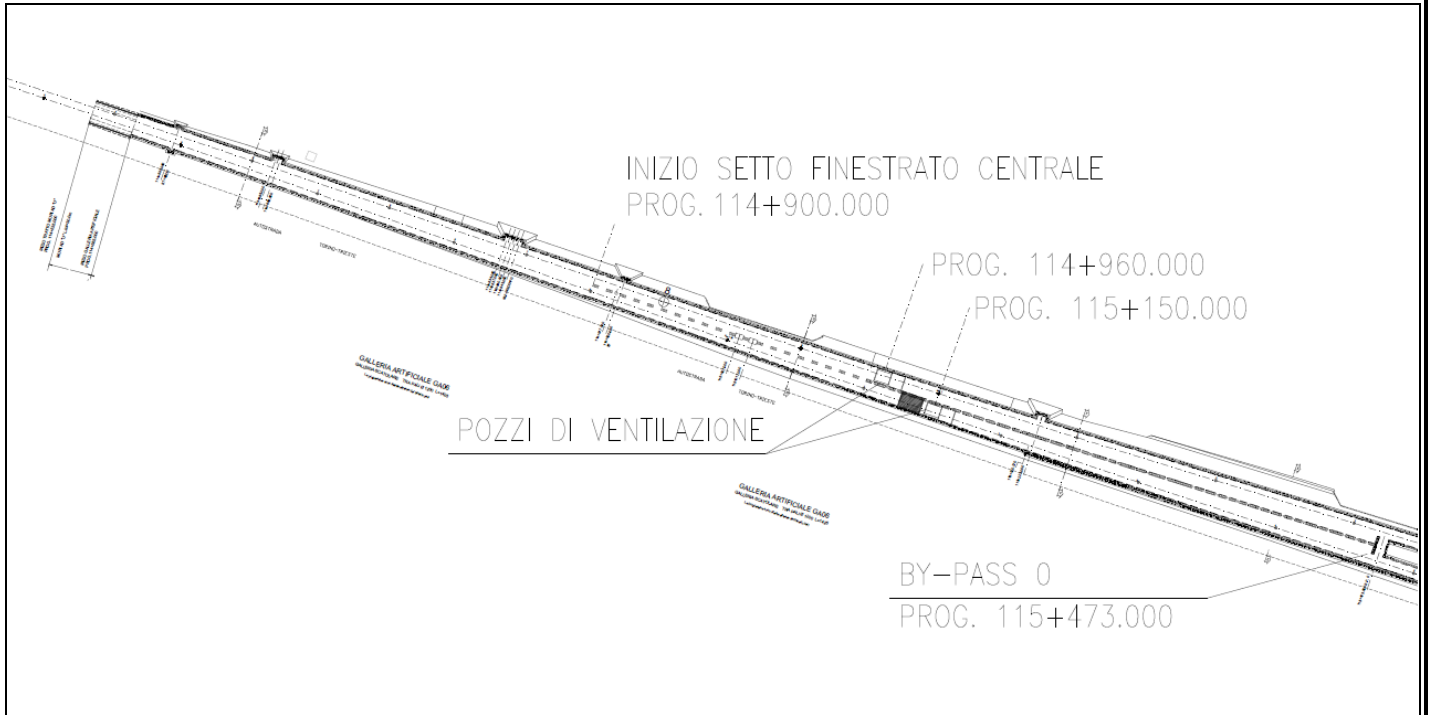


Fig. 1 - Stralcio di planimetria, zona interessata dalla disconnessione aeraulica

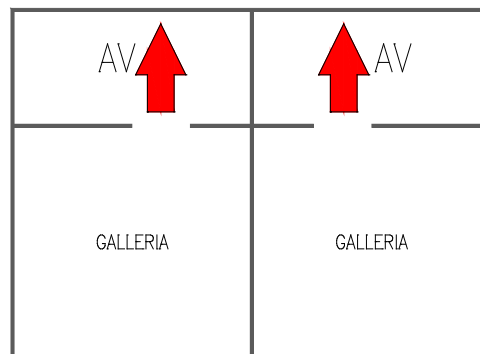


Fig. 2 - Schema di estrazione dei pozzi - principio di sola estrazione massiva

Nel seguito la cronologia degli eventi prevista dalla relazione di Analisi di Rischio ed usata nella relazione di calcolo di dimensionamento e verifica dei camini di estrazione da progetto definitivo,

Tabella – Cronologia di eventi in emergenza

Prog.	Tempi (min)	Azione
1	T0	Innesco incendio
2	T0+3	- arresto del treno (o treni in galleria nella posizione indicata dai diversi scenari considerati; - inizio del processo di evacuazione utenti.
3	T0+5	L'impianto di ventilazione è attivato dal Centro di controllo remoto.
4	T0+6	L'impianto di ventilazione raggiunge la condizione di esercizio a regime di emergenza.
5	T0+x(*)	L'ultimo utente ancora in grado di procedere all'autosalvataggio raggiunge l'uscita di sicurezza.

(*) "x" varia nei diversi scenari in relazione alle specifiche condizioni in cui si sviluppa il processo di esodo.

In particolare si assume che:

- entro 3 minuti dall'innescio dell'incendio, il treno si ferma ed inizia la fuoriuscita degli utenti, che nel frattempo si sono avvicinati alle porte delle uscite dalle carrozze;
- l'uscita degli utenti dal treno avviene da entrambe le porte di ogni carrozza, su un solo lato del treno, dove sono presenti le uscite di sicurezza;
- con l'apertura delle porte dei vagoni inizia la diffusione dei fumi all'esterno del treno, quando l'incendio è già cresciuto in potenza per 3 minuti.

L'impianto di ventilazione nella galleria Lonato è attivato entro 5 minuti dall'innescio e giunge a regime dopo 1 minuto.

Questi ultimi parametri risultano di fondamentale importanza nella simulazione termo-fluido dinamica.

4. TRENO DI PROGETTO

4.1. TRENO PASSEGGERI DI PROGETTO

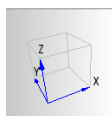
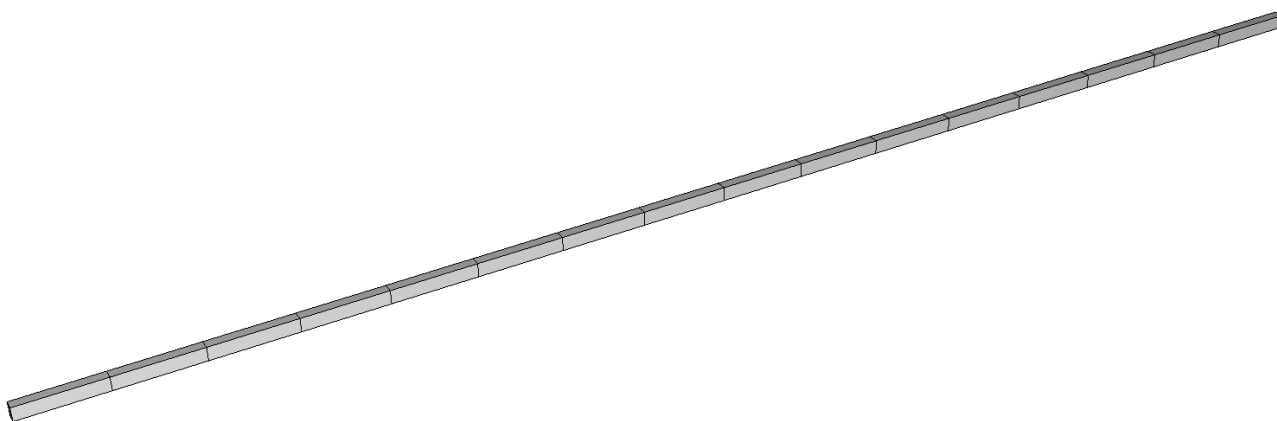
Ai fini della verifica dell'efficacia del solo impianto di ventilazione previsto in fase di PD, le carrozze del treno passeggeri non coinvolte dall'incendio vengono modellate come semplici parallelepipedi delle dimensioni come ne seguito descritte:

- Altezza carrozza: 4 metri
- Lunghezza carrozza: 25 metri
- Larghezza carrozza: 3 metri



Il treno passeggeri per intero è composto da n.14 carrozze e due locomotive, una in testa e l'altra in coda, aventi per semplicità del modello stesse dimensioni delle carrozze passeggeri.

Il modello del treno passeggeri per interno ha una lunghezza totale di 400 metri

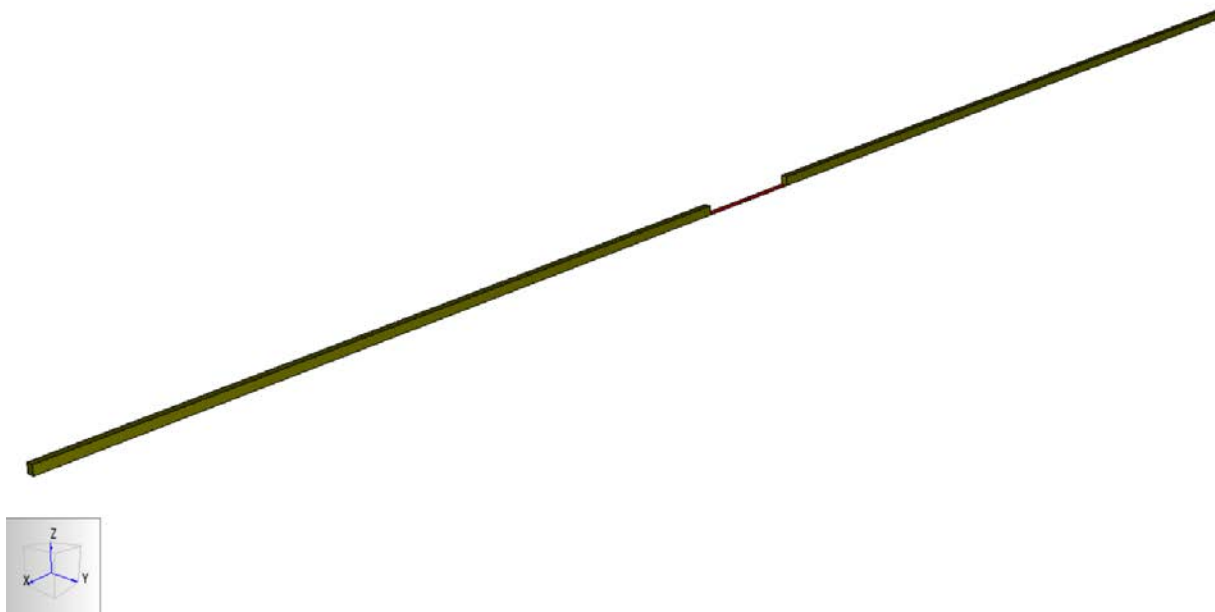


4.2. TRENO MERCI DI PROGETTO

Analogamente al treno passeggeri, ai fini della verifica dell'efficacia del solo impianto di ventilazione previsto in fase di PD, Il treno merci è costituito da un mezzo di trazione seguito da uno o più carri merce che vengono modellati come semplici parallelepipedi delle dimensioni come ne seguito descritte:

- Altezza carro merce: 4 metri
- Lunghezza carro merce: 25 metri
- Larghezza carro merce: 3 metri

Il modello del treno merci per interno ha una lunghezza totale di **750 metri**



Nel seguito parte del modello del treno merci interessato dall'incendio, modellato secondo due pianali della superficie totale di $3 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 150 \text{ m}^2$

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

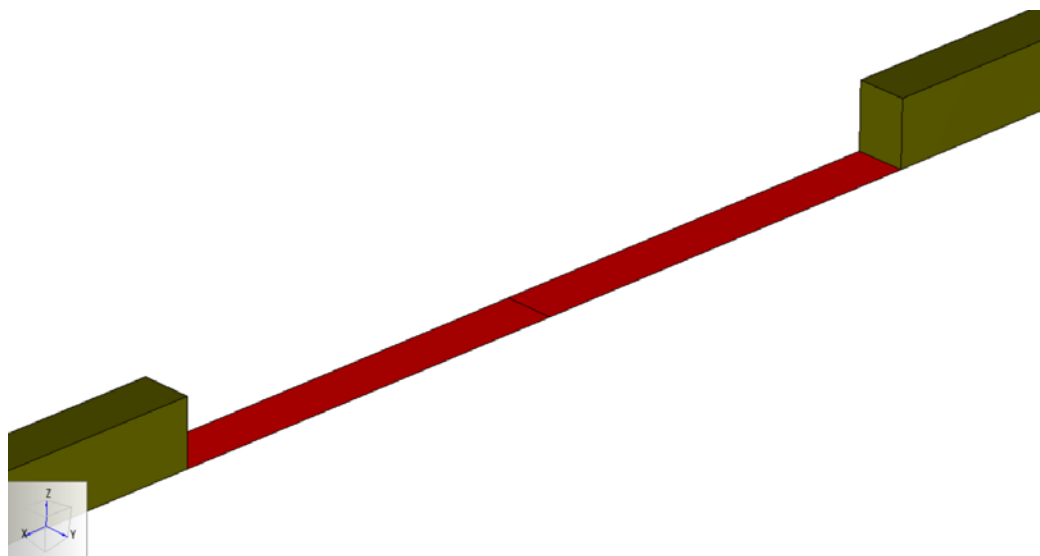
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
11 di 53



5. INCENDIO DI PROGETTO

In conformità a quanto richiesto dalle istruttorie RFI l'incendio di design sarà pari a 20 MW secondo le seguenti caratteristiche.

In termini di velocità di crescita, trattandosi di materiale combustibile poliuretano, valgono le prescrizioni del Codice di Prevenzione Incendi.

δ_α	Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio t_α [s]	Esempi
1	600 Lenta	Materiali poco combustibili distribuiti in modo discontinuo o inseriti in contenitori non combustibili.
2	300 Media	Scatole di cartone impilate; pallets di legno; libri ordinati su scaffale; mobili in legno; automobili; materiali classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1)
3	150 Rapida	Materiali plastici impilati; prodotti tessili sintetici; apparecchiature elettroniche; materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco.
4	75 Ultra-rapida	Liquidi infiammabili; materiali plastici cellulari o espansi e schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

Dove δ_α è la velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio riferita al tempo t_α , in secondi, impiegato dalla potenza termica per raggiungere il valore di 1000 kW.

Segue che per il materiale in esame si ritiene adeguato considerare un tempo t_α pari a 150 secondi.

La potenza intesa come potenza totale di picco, sarà assunta pari a 20 MW espressa con una funzione temporale quadratica con coefficiente α pari a 0,04445, corrispondente al raggiungimento della potenza di 1000 kW in 150 secondi, la sua crescita quadratica fino al raggiungimento della potenza di picco viene espressa dalla seguente legge:

$$HRR_{crescita} = \alpha \cdot t^2$$

Segue che per raggiungere l'inizio del ramo di "incendio pienamente sviluppato" occorrono 670 secondi circa.

Nel seguito si riepilogano i dati previsti da Progetto Definitivo con riferimento alle caratteristiche del focolaio rielaborati in funzione della nuova taglia di potenza di 20 MW,

Crescita	$HRR_{crescita} = \alpha \cdot t^2$
Potenza di picco	20 MW
Coefficiente α	0,04445 kW/s ²
Radiative fraction	0,33
Combustibile	<i>Poliuretano</i>
Soot yield	0,131
CO yield	0,01
HCN yield	0,009

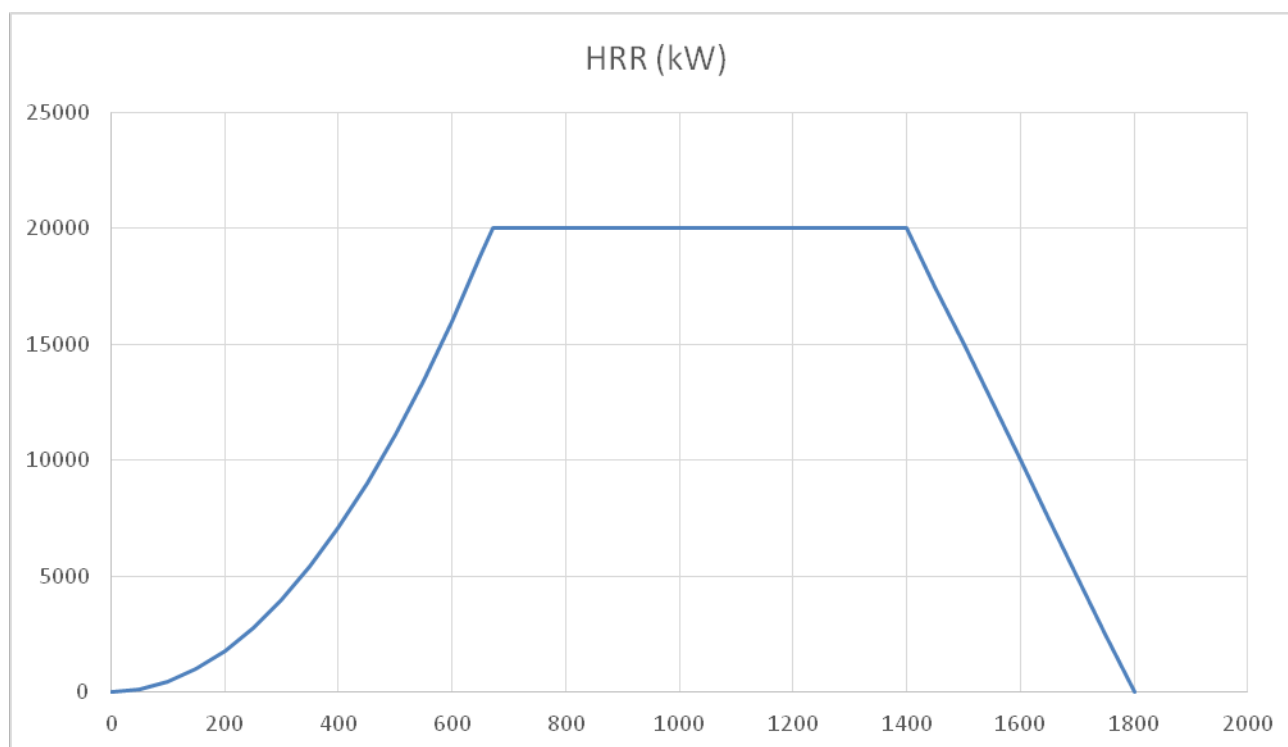


Fig. 3 – Curva di progetto della potenza termica rilasciata dall'incendio

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
14 di 53

6. CONDIZIONI AL CONTORNO

In fase di progetto definitivo vengono definite le condizioni al contorno nel sistema oggetto di studio e che riguardano basicamente i valori pressione barometrica agli imbocchi, la temperatura della roccia e del rivestimento della galleria, e la temperatura dell'aria nella galleria, proveniente dall'ambiente esterno in termini di bulbo umido e secco e condizionata dal periodo dell'anno, se estivo o invernale.

PORTALE LATO VERONA

Quota: 100 m slm – Pressione barometrica: 100,4 kPa

Valore di sovrappressione generata dal vento, lato portale Verona, assunta in assenza di dati pari 50 Pa.

PORTALE LATO BRESCIA

Quota: 138 m slm – Pressione barometrica: 100,0 kPa

Temperatura aria del bulbo secco: 18°C

Temperatura aria del bulbo umido: 20°C

Temperatura della roccia/rivestimento: 20°C

7. SISTEMA DI VENTILAZIONE

Il punto di lavoro assegnato nella relazione di dimensionamento delle centrali di ventilazione è di 200 m³/s a 1500 Pa di pressione totale per ciascun pozzo.

Nella relazione tecnica e di calcolo della centrale di ventilazione vengono prescritti ventilatori assiali delle seguenti caratteristiche:

- Ventilatore di tipo assiale a silenzianti cilindrici tubolari completo di serrande di regolazione
- 100% reversibile
- Pressione totale 1500 Pa
- Portata in estrazione/immissione 200 m³/s
- Frequenza 50 Hz
- Tensione 400 V
- Potenza meccanica all'asse 400 kW
- Potenza assorbita 450 kW
- Numero di poli 6
- Resistenza a temperatura 600°C/30min – 400°C/2h

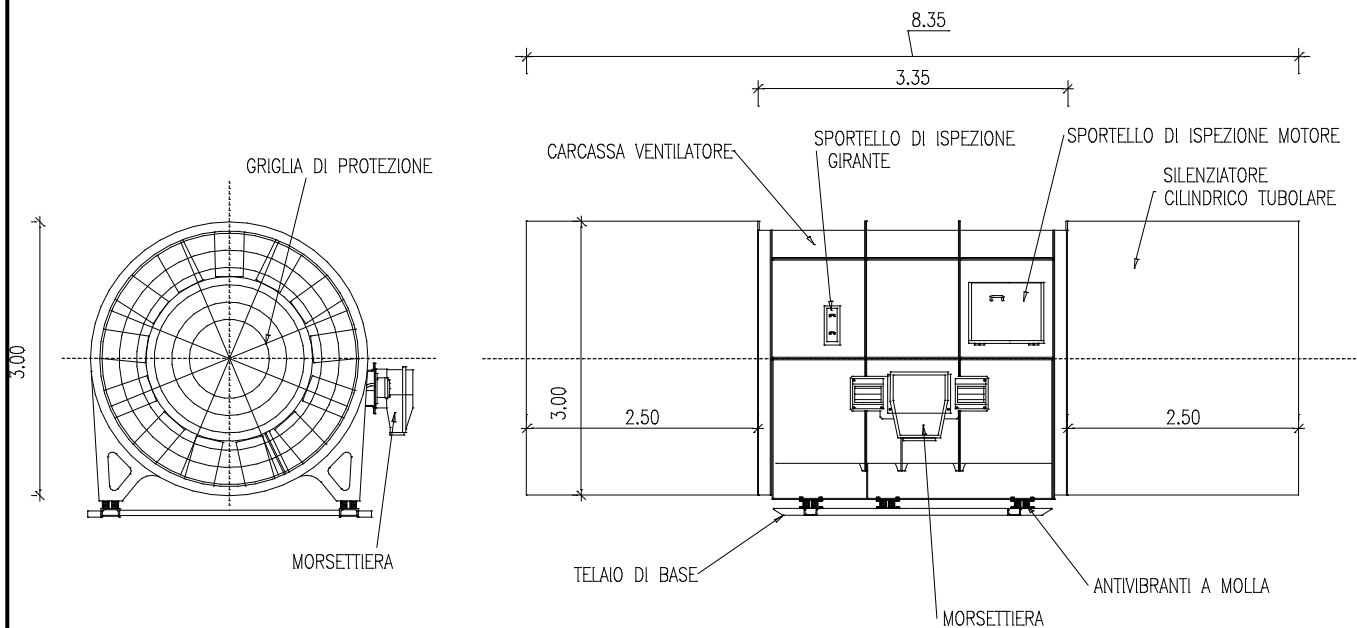


Fig. 4 – *Caratteristiche geometriche generali e nomenclatura base di un ventilatore assiale a base di progetto definitivo*

Ed in termini prestazionali la curva caratteristica prevista in fase di progetto definitivo.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
17 di 53

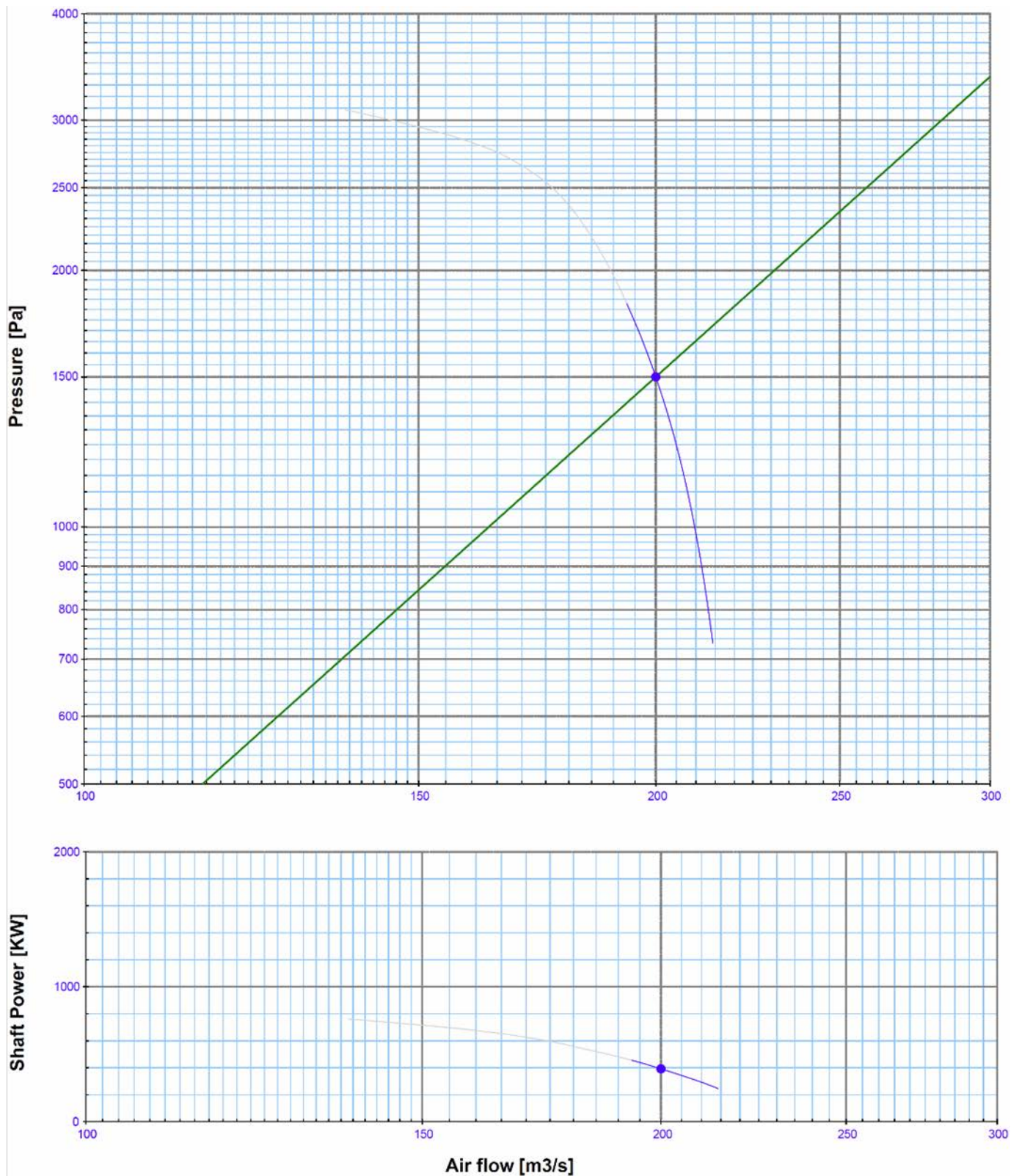
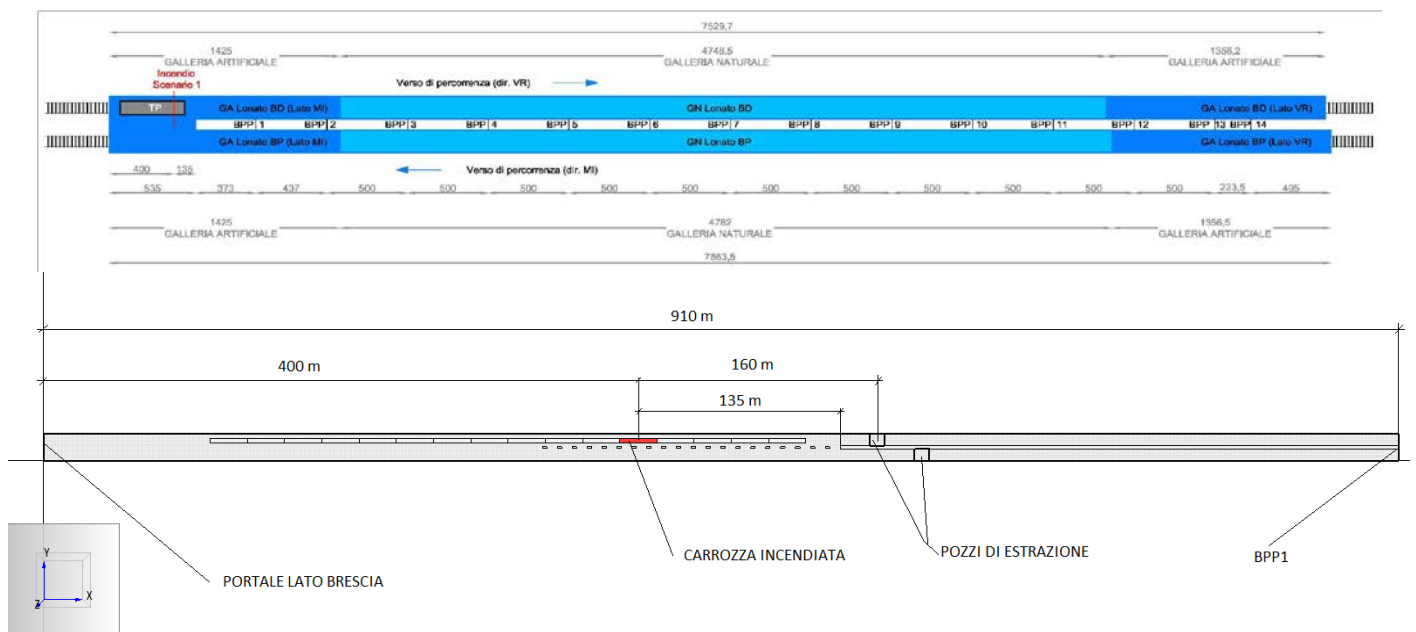


Fig. 5 – Curve caratteristiche tipo del ventilatore di design da Progetto Definitivo

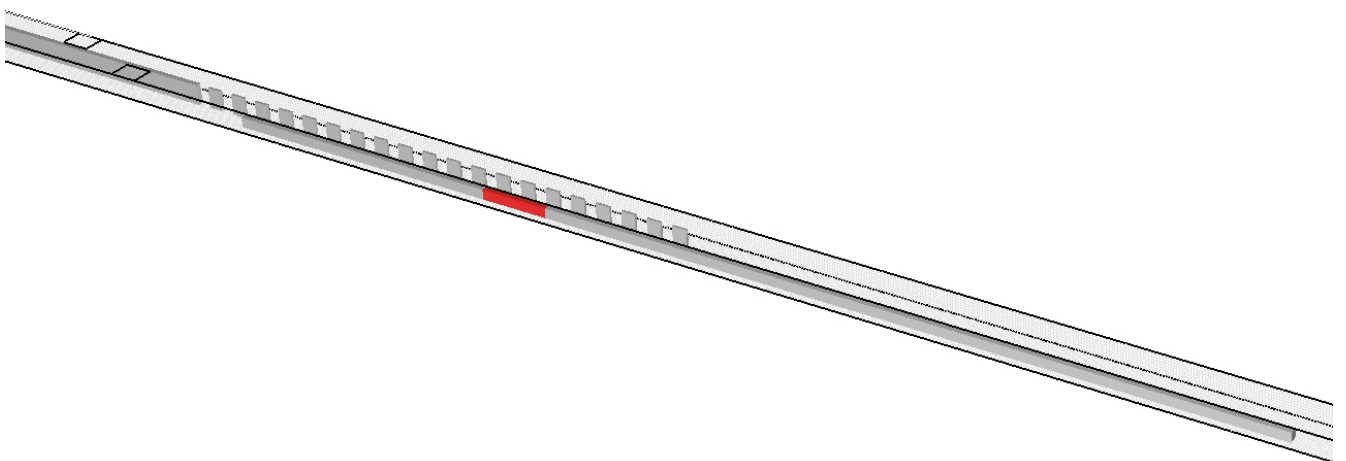
8. SCENARI DI SIMULAZIONE

La simulazione è stata realizzata con il codice di calcolo Fire Dynamics Simulator (FDS) sviluppato dal National Institute of Standard and Technology (NIST) e fra i più accreditati di codici di calcolo termofluidodinamici al mondo.

8.1. SCENARIO 1 - L.3D.20.GDB



I risultati delle simulazioni a seguire verranno in genere mostrati secondo la seguente prospettiva



Doc. N.

Progetto
INOR

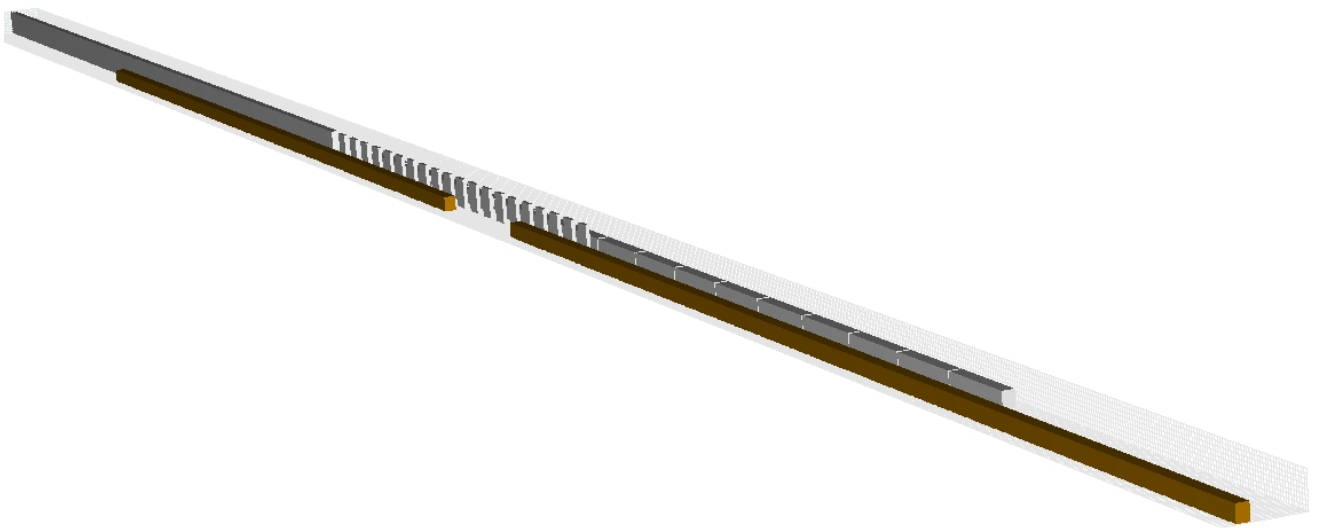
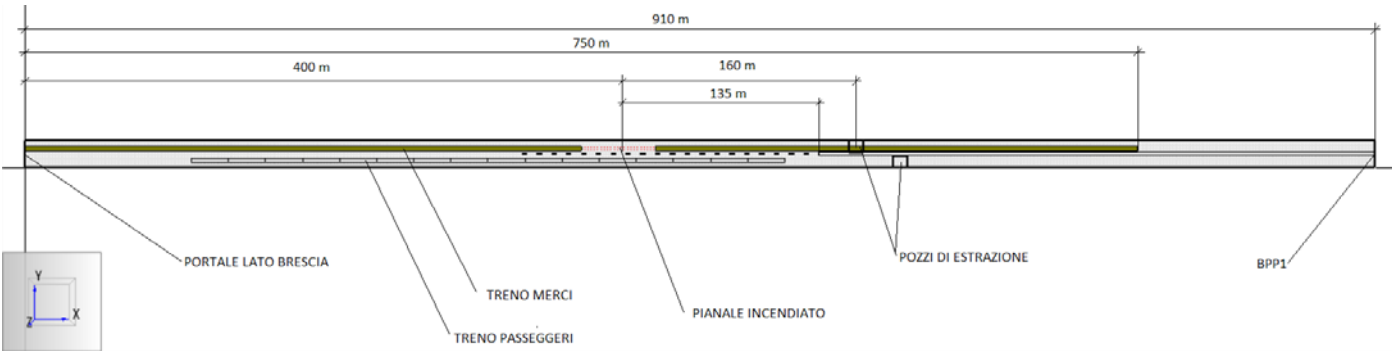
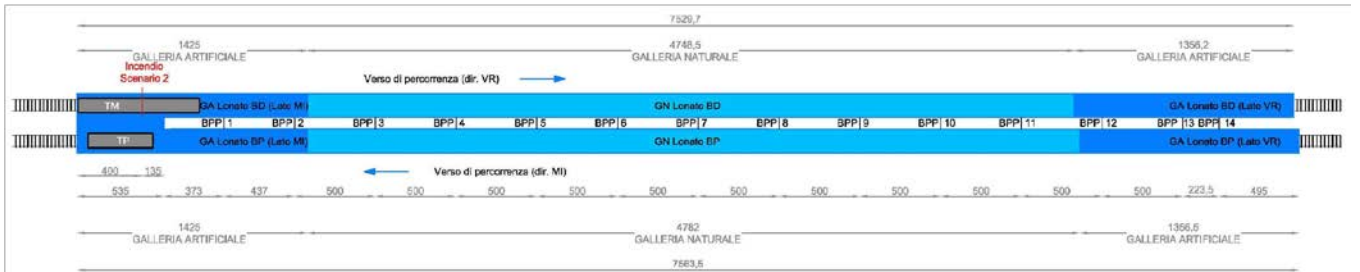
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
19 di 53

8.2. SCENARIO 2 L.3D.100.GDB

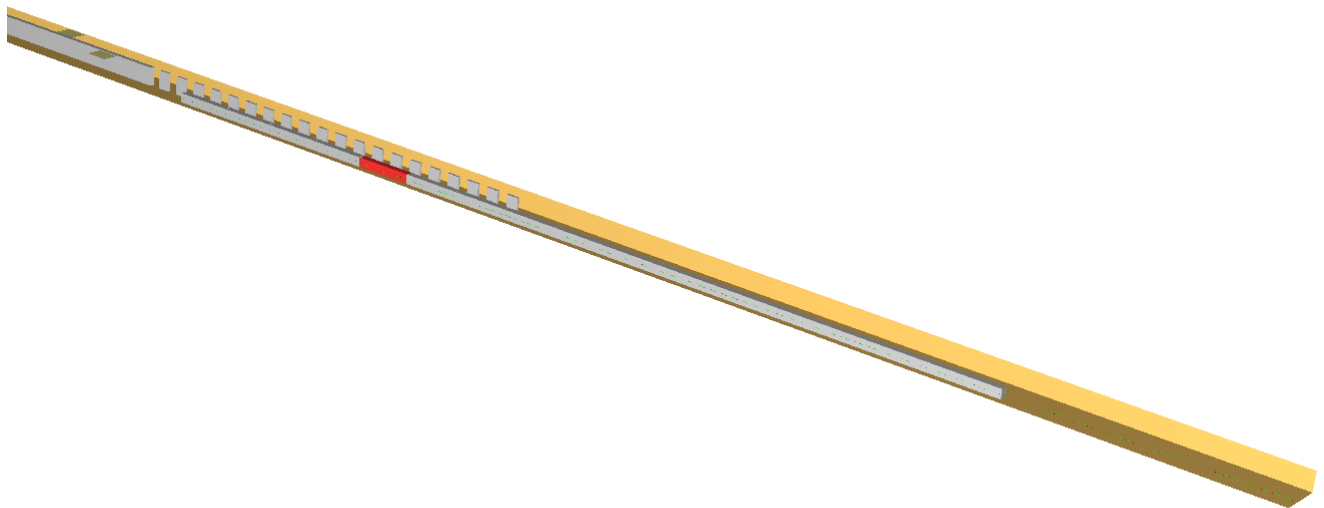


9. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

9.1. SCENARIO 1

9.1.1. SMOKEVIEW – MECCANICA DEI FUMI IN FUNZIONE DEL TEMPO SCENARIO 1

Nel seguito si riporta la meccanica dei fumi e del calore agli istanti caratteristici lo scenario.



0,0

T0 - Istante iniziale – 0 secondi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
21 di 53



120,0

2 minuti dall'inizio incendio – 120 secondi



180,0

T0+3 – inizio del processo di esodo dei passeggeri – 180 secondi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
22 di 53



240,0

4 minuti dall'inizio incendio – 240 secondi



300,0

T0+5 – l'impianto di ventilazione è attivato dal centro di controllo remoto – 300 secondi



360,0

*T0+6 – l'impianto di ventilazione raggiunge le condizioni di esercizio a regime di emergenza
(800 rpm / 6 poli – 200 m³/s a 1500 Pa) – 360 secondi*



420,0

4 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 7 minuti dall'inizio dell'incendio – 420 secondi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

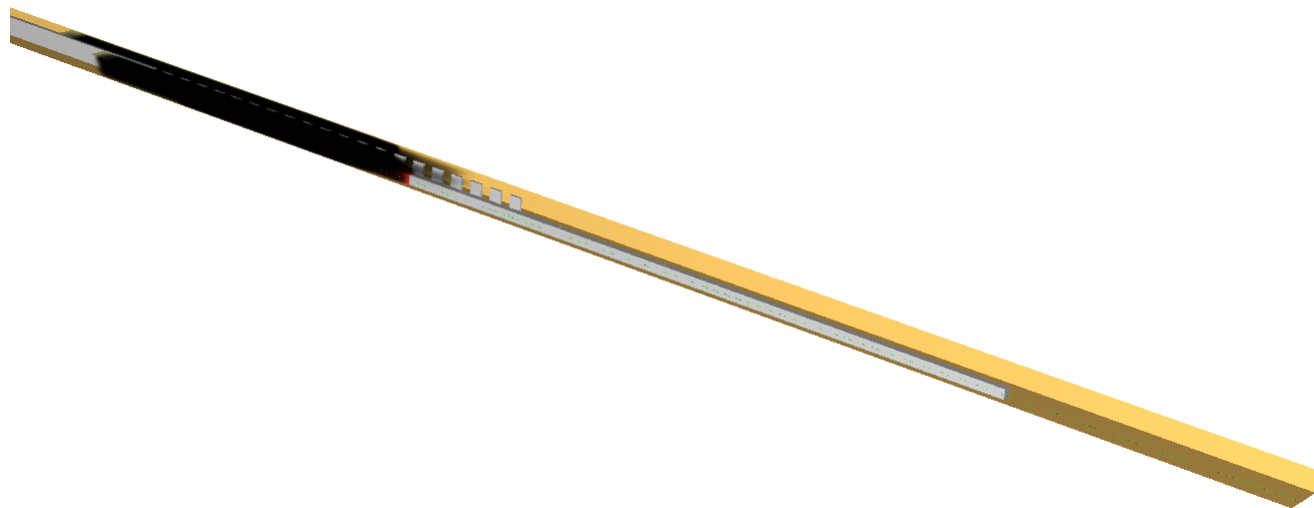
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
24 di 53



480,0

5 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 8 minuti dall'inizio dell'incendio – 480 secondi



540,0

6 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 9 minuti dall'inizio dell'incendio – 540 secondi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
25 di 53



600,0

7 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 10 minuti dall'inizio dell'incendio – 600 secondi



670,0

Istante di raggiungimento della potenza termica massima rilasciata dall'incendio – 670 secondi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

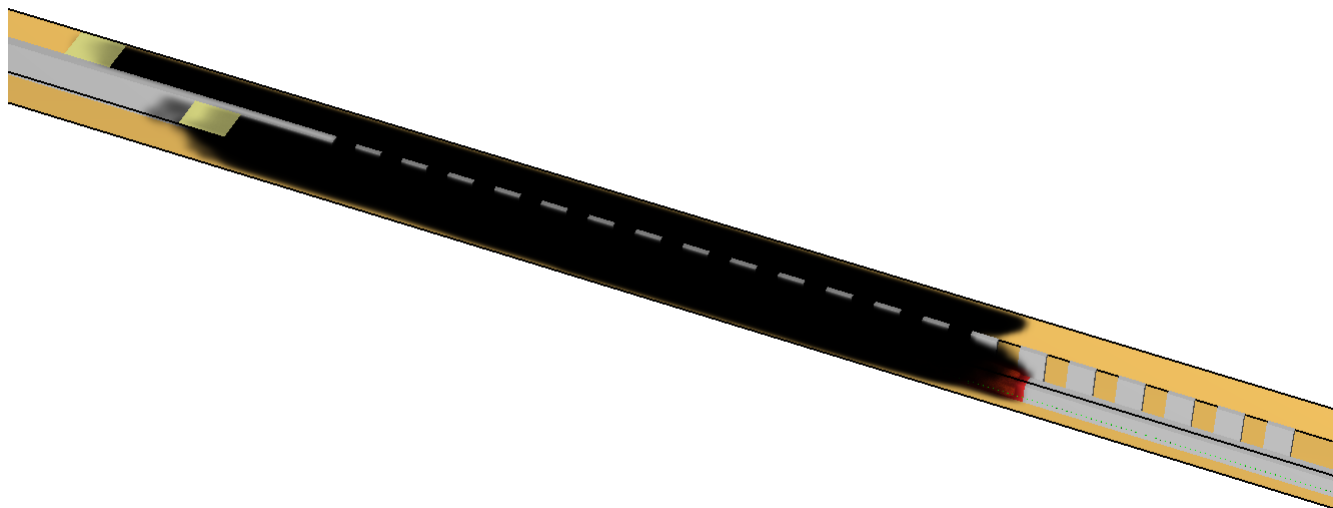
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

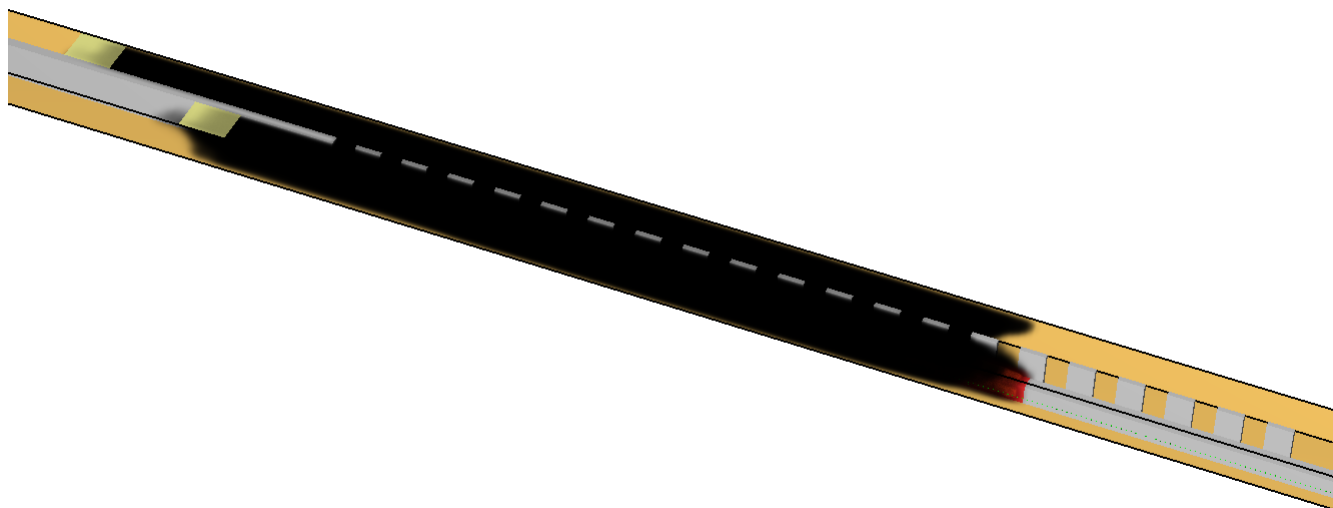
Rev.
A

Foglio
26 di 53



720,0

9 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 12 minuti dall'inizio dell'incendio – 720 secondi



900,0

12 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 15 minuti dall'inizio dell'incendio – 900 secondi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

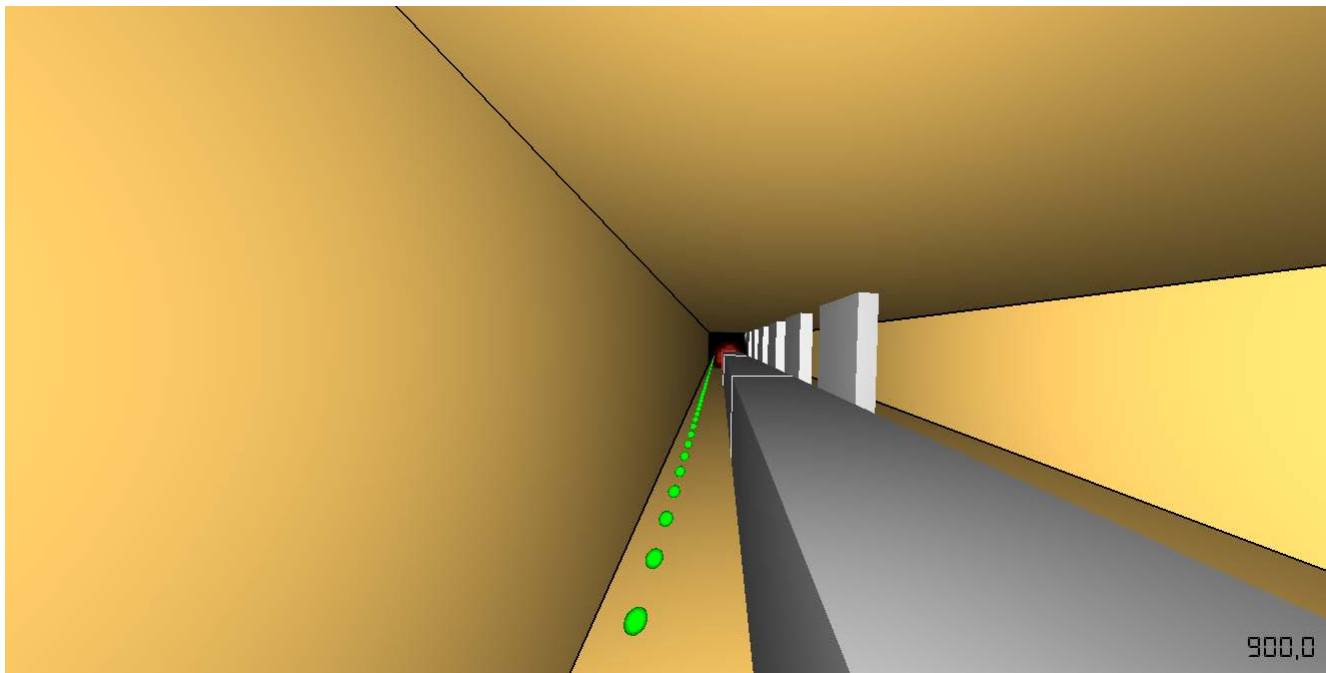
Progetto
INOR

Lotto
11

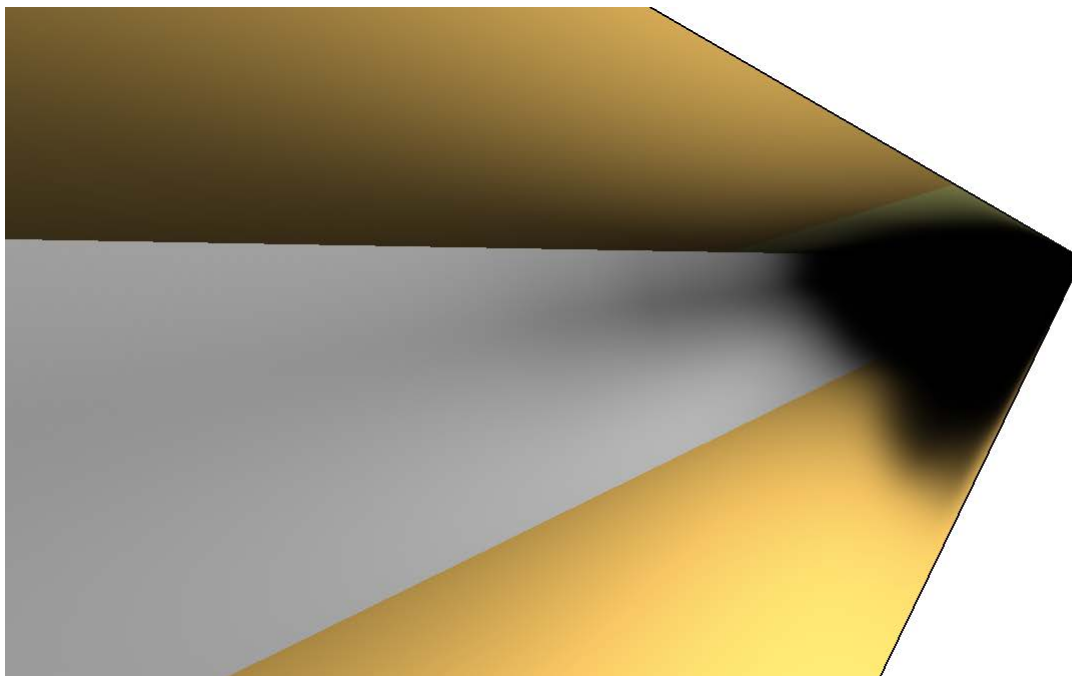
Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

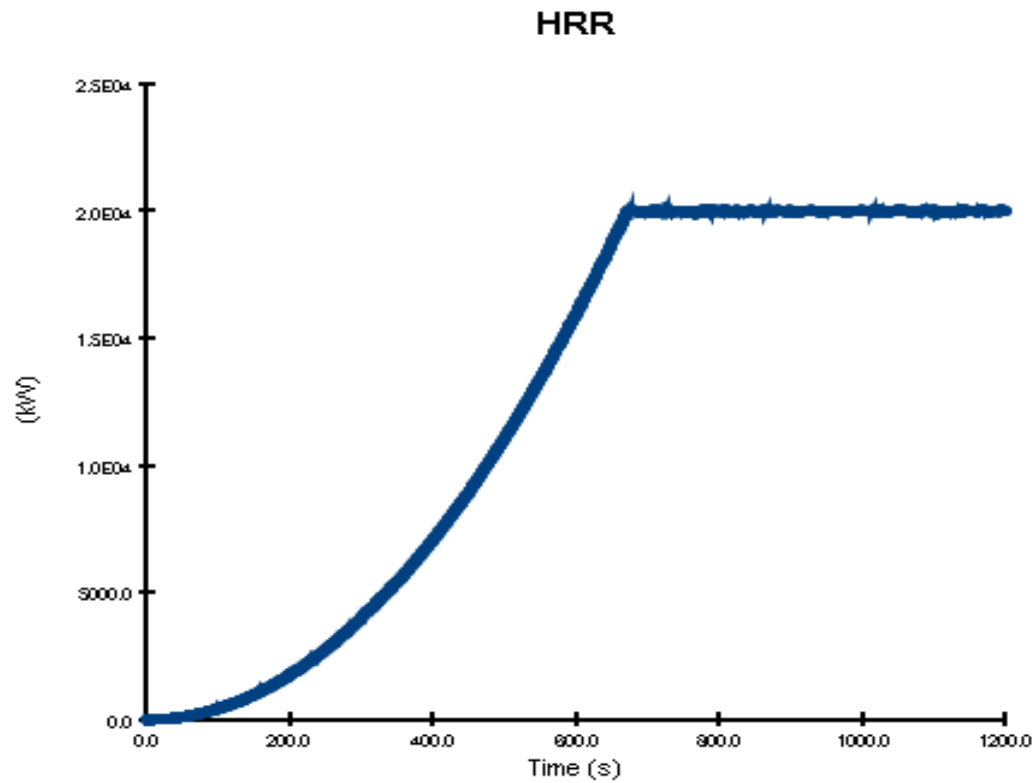
Foglio
27 di 53



Situazione del treno su Binario Dispari – 900 secondi dall’innescio incendio



Situazione in corrispondenza del camino di estrazione su Binario Dispari – 900 secondi dall’innescio incendio

9.1.2. ANDAMENTO DELLA POTENZA TERMICA RILASCIATA DALL'INCENDIO SCENARIO 1

9.1.3. ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA DEL CAMINO DI ESTRAZIONE SCENARIO 1

Il volume di misure corrisponde ad il seguente rappresentato nell'immagine a seguire:

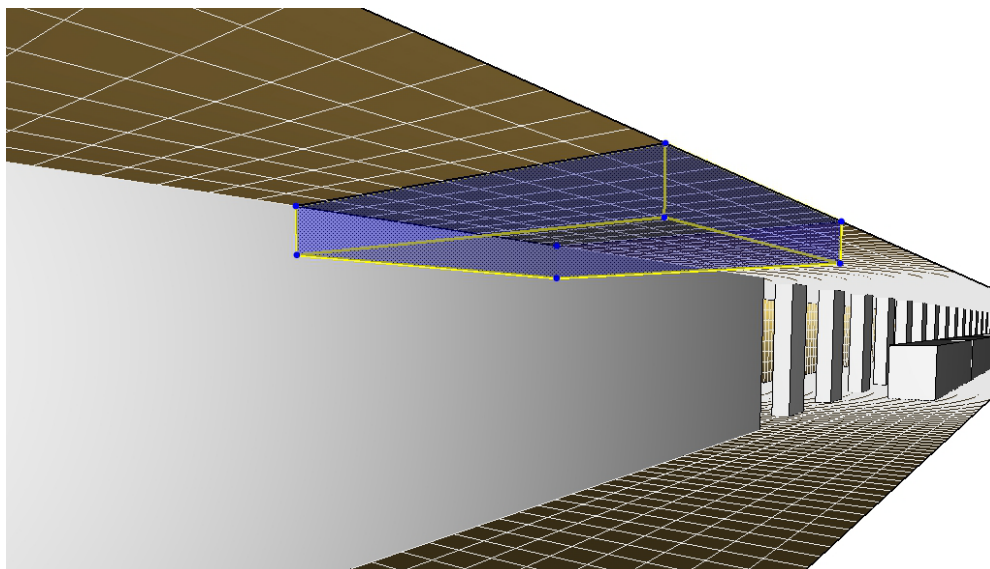
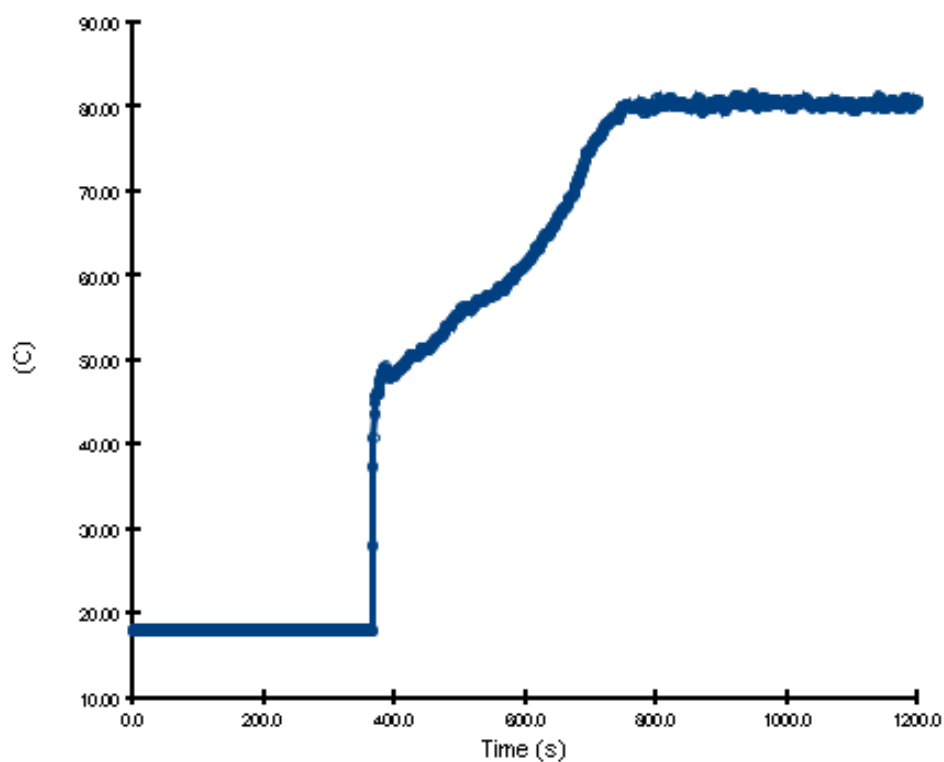


Fig. 6 – Volume di misura andamento temperatura per camino di ventilazione ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = 10 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)

Temperatura POZZO VENTILAZIONE_MAX



9.1.4. ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 1

Il volume di misure corrisponde ad il seguente rappresentato nell'immagine a seguire:

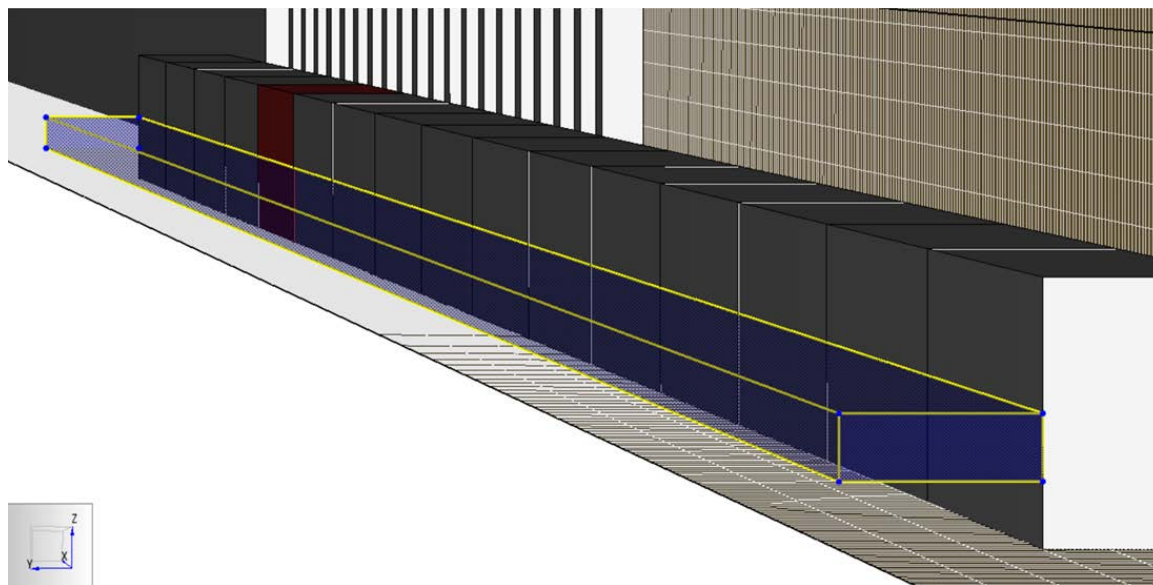
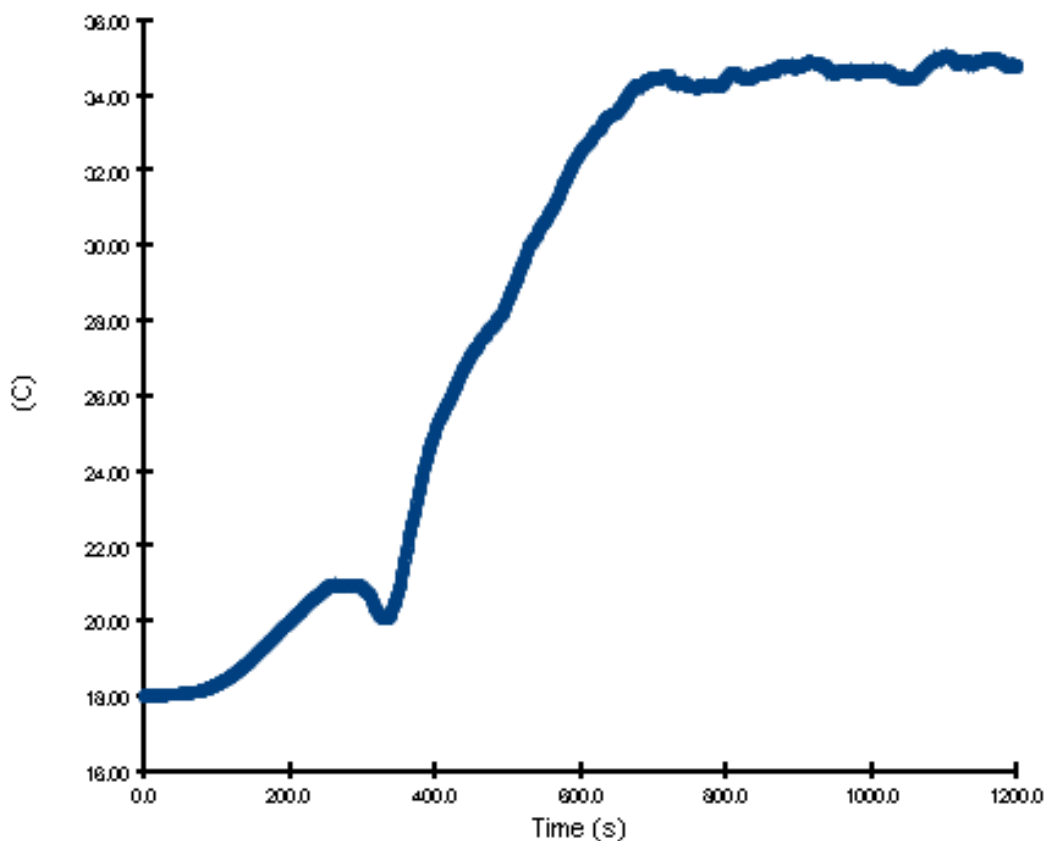


Fig. 7 – Volume di misura andamento temperatura ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = 3 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)

Temperature_MEAN



9.1.5. ANDAMENTO DELLA VISIBILITA' IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 1

Il volume di misure corrisponde ad il seguente rappresentato nell'immagine a seguire:

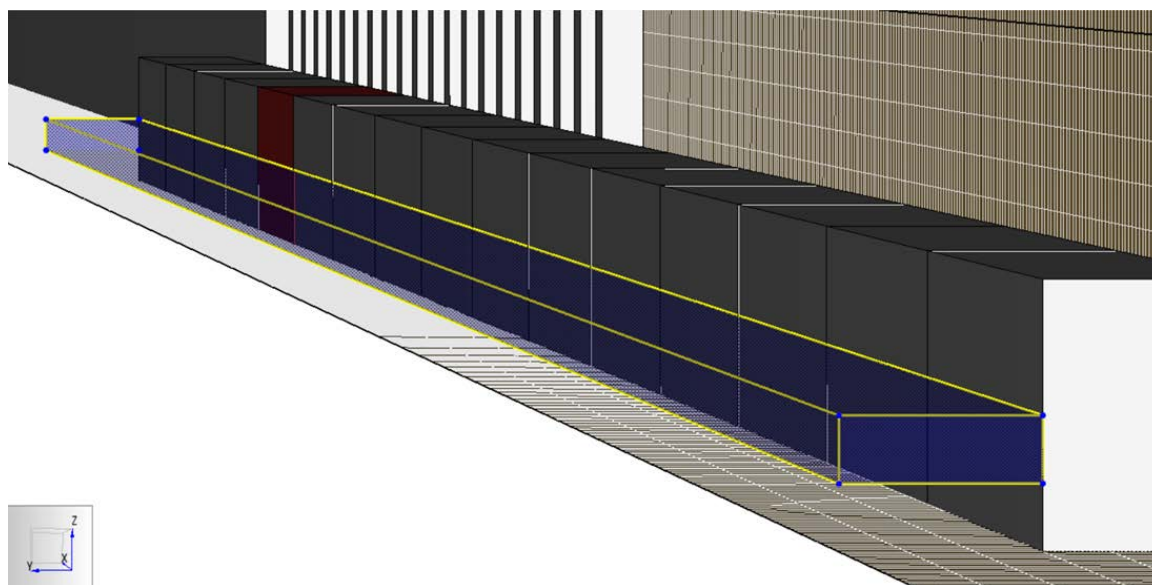
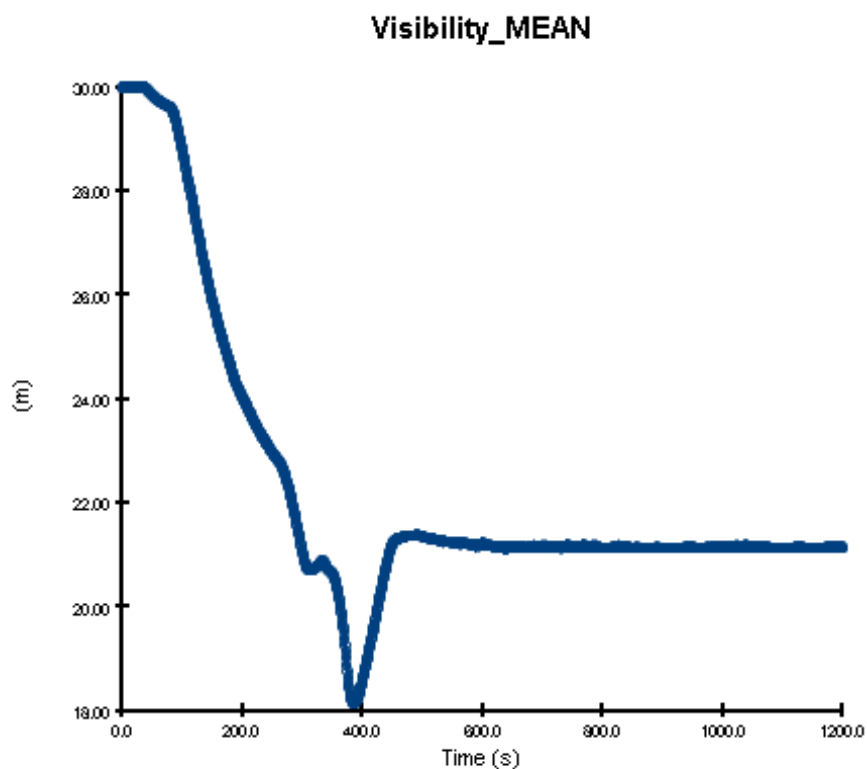


Fig 8. – Volume di misura andamento visibilità ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = 3 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

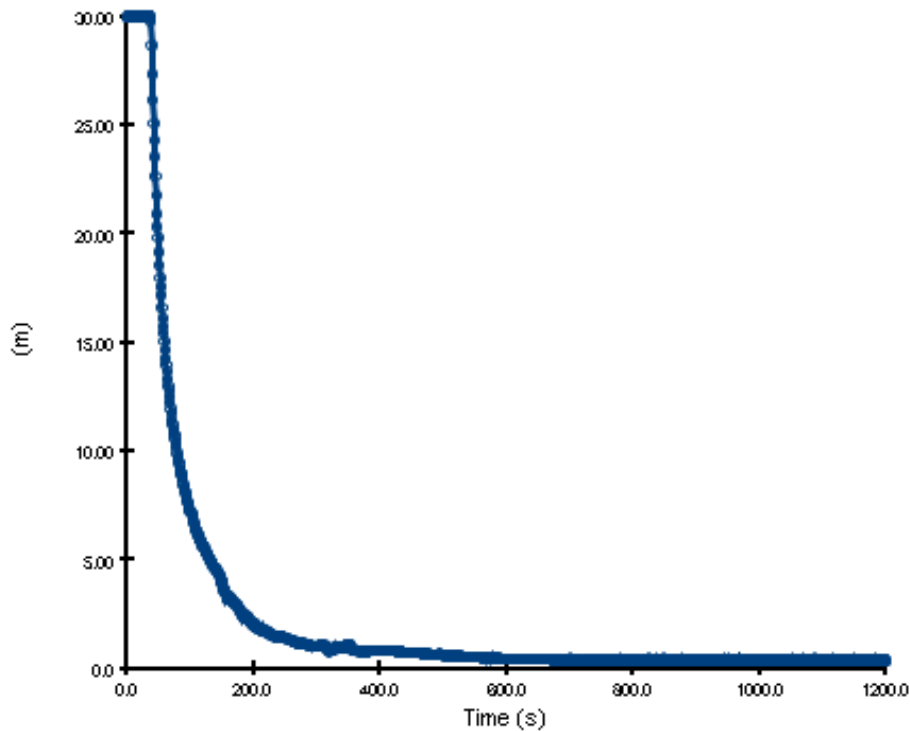
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
32 di 53

Visibility_MIN



9.1.6. ANDAMENTO FLUSSO DI CALORE RADIANTE IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 1

Il volume di misure corrisponde ad il seguente rappresentato nell'immagine a seguire:

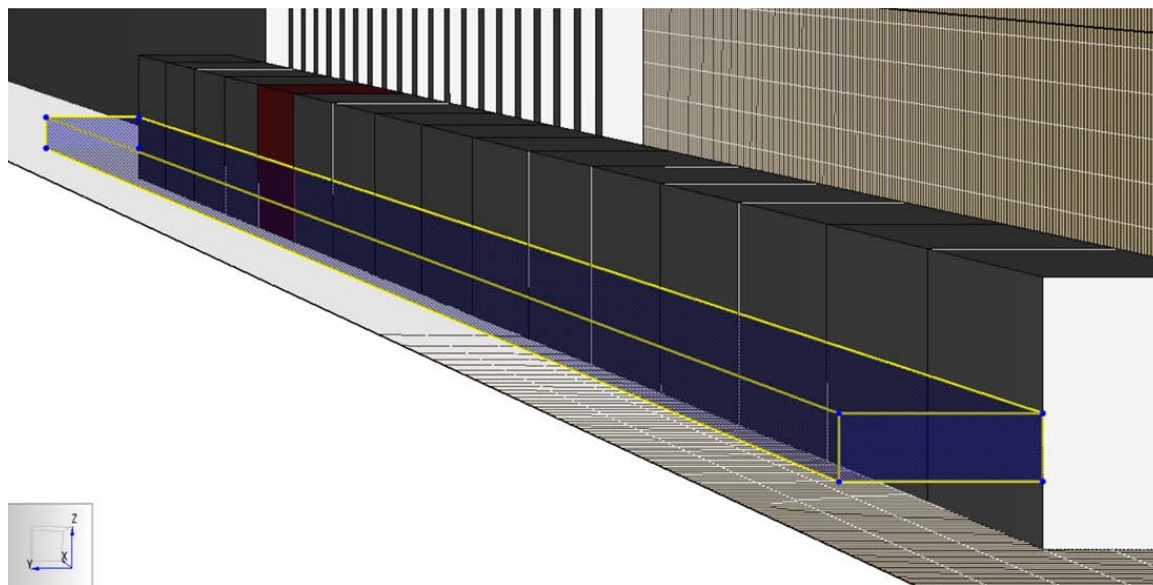
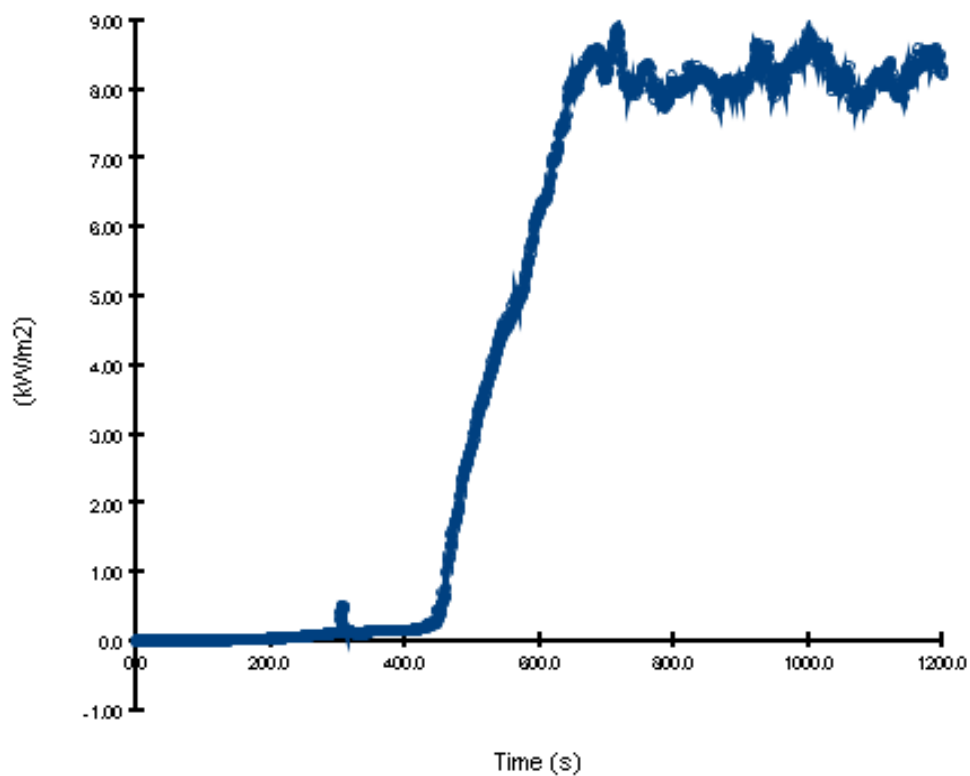


Fig. 9 – Volume di misura andamento flusso di calore radiante ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = 3 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)

Radiative Heat Flux_MAX



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

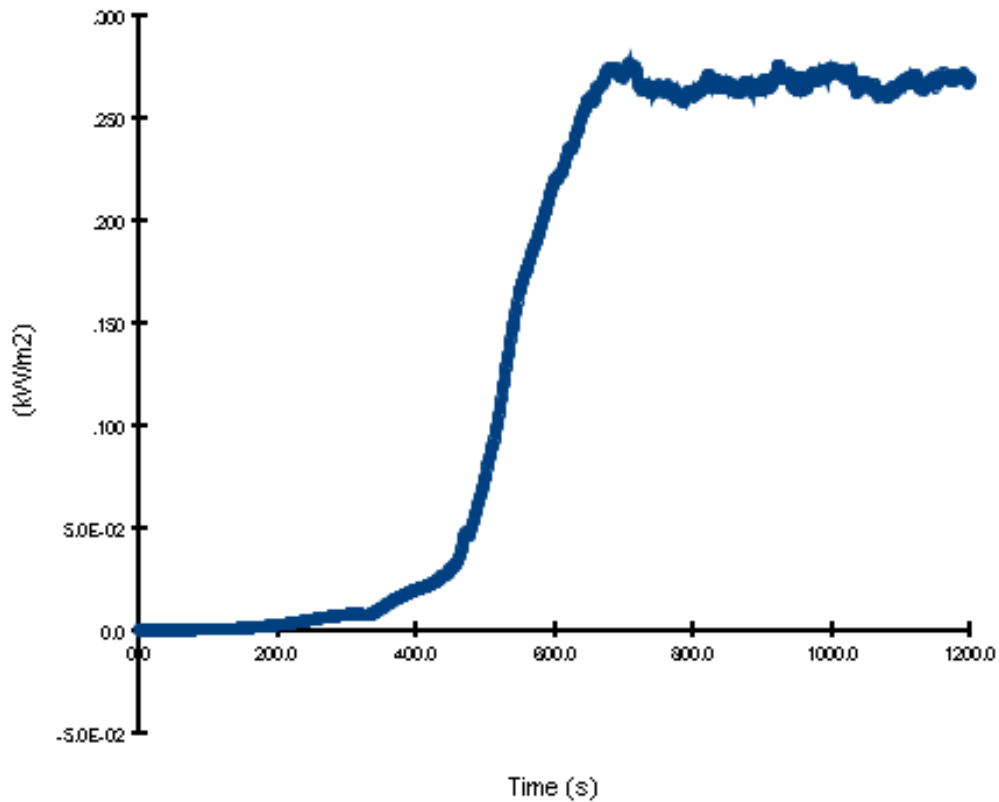
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

Rev.
A

Foglio
34 di 53

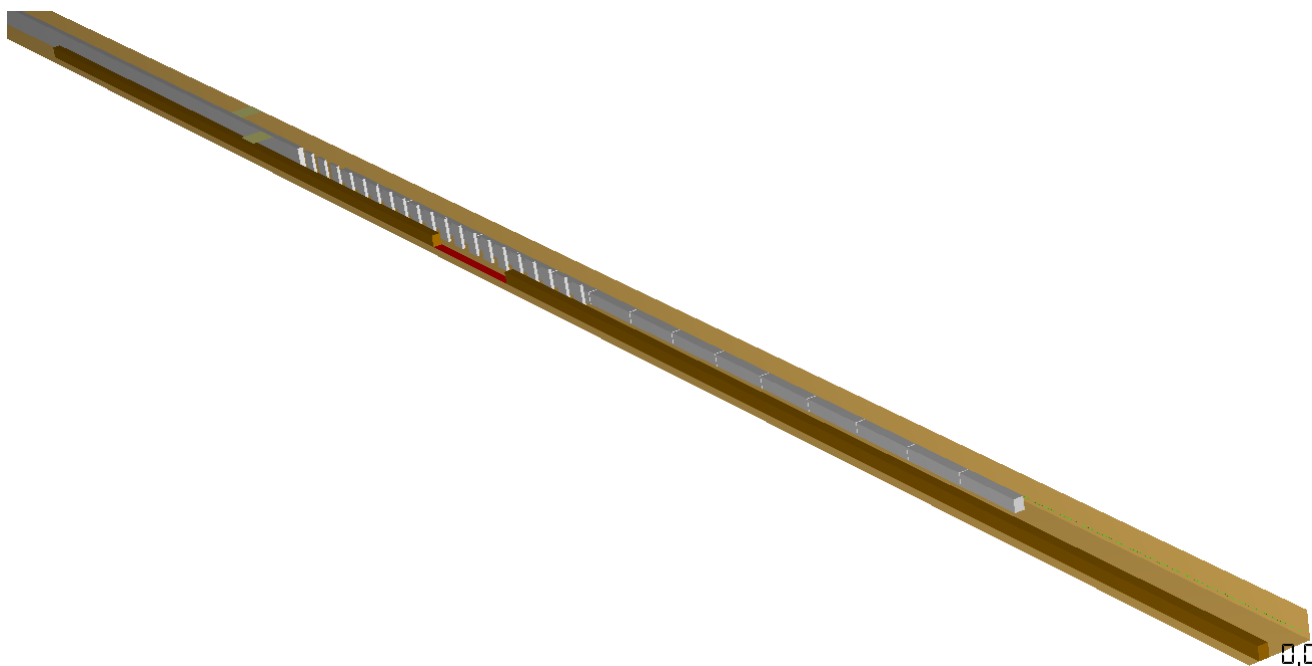
Radiative Heat Flux_MEAN



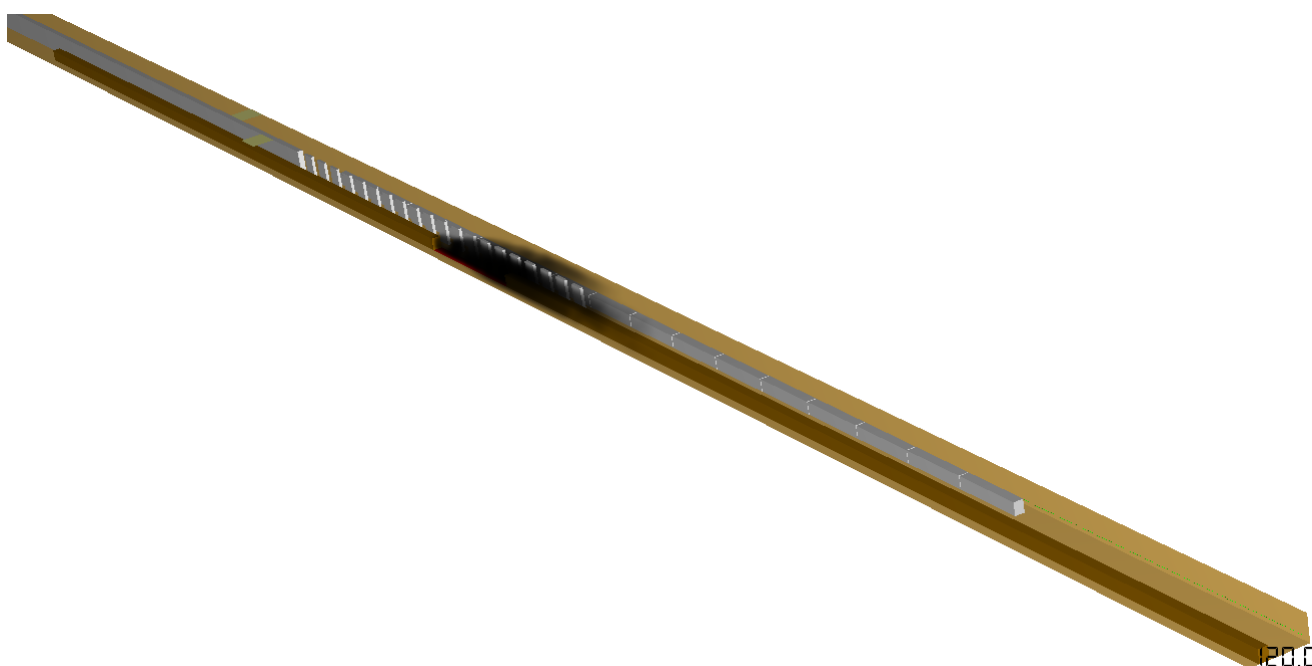
9.2. SCENARIO 2

9.2.1. SMOKEVIEW – MECCANICA DEI FUMI IN FUNZIONE DEL TEMPO SCENARIO 2

Nel seguito si riporta la meccanica dei fumi e del calore agli istanti caratteristici lo scenario.



T0 - Istante iniziale – 0 secondi



2 minuti dall'inizio incendio – 120 secondi



T0+3 – inizio del processo di esodo dei passeggeri – 180 secondi



4 minuti dall'inizio incendio – 240 secondi



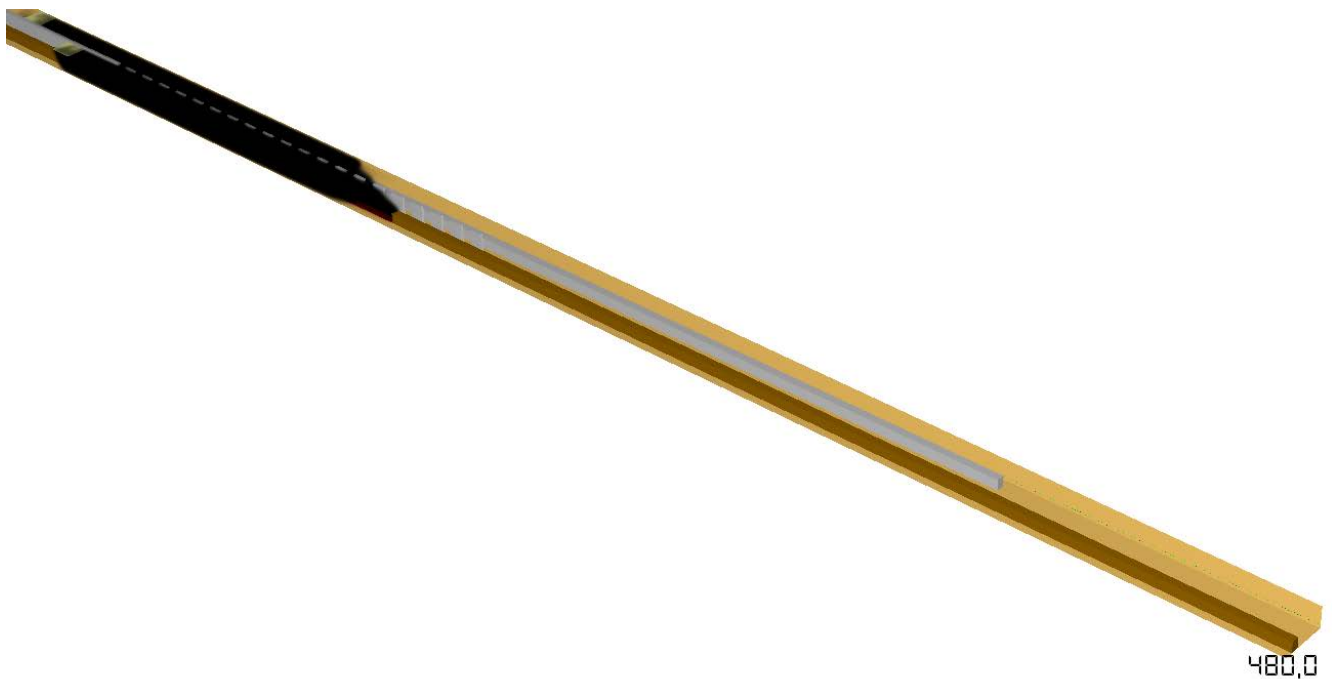
T0+5 – l'impianto di ventilazione è attivato dal centro di controllo remoto – 300 secondi



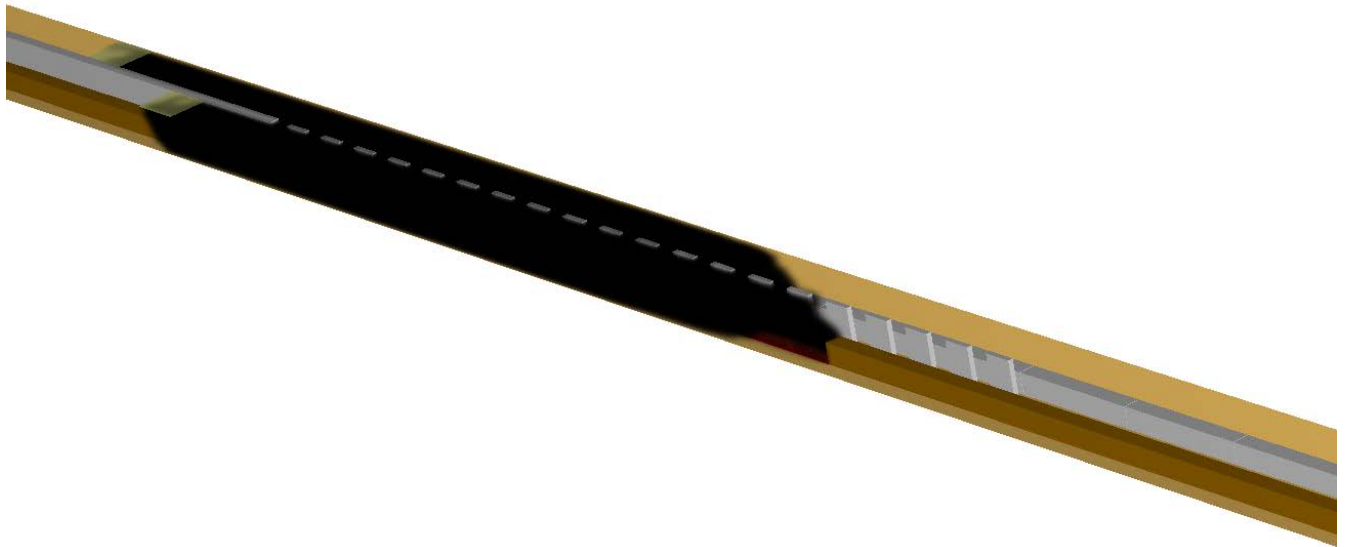
*T0+6 – l'impianto di ventilazione raggiunge le condizioni di esercizio a regime di emergenza
(800 rpm / 6 poli – 200 m³/s a 1500 Pa) – 360 secondi*



4 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 7 minuti dall'inizio dell'incendio – 420 secondi

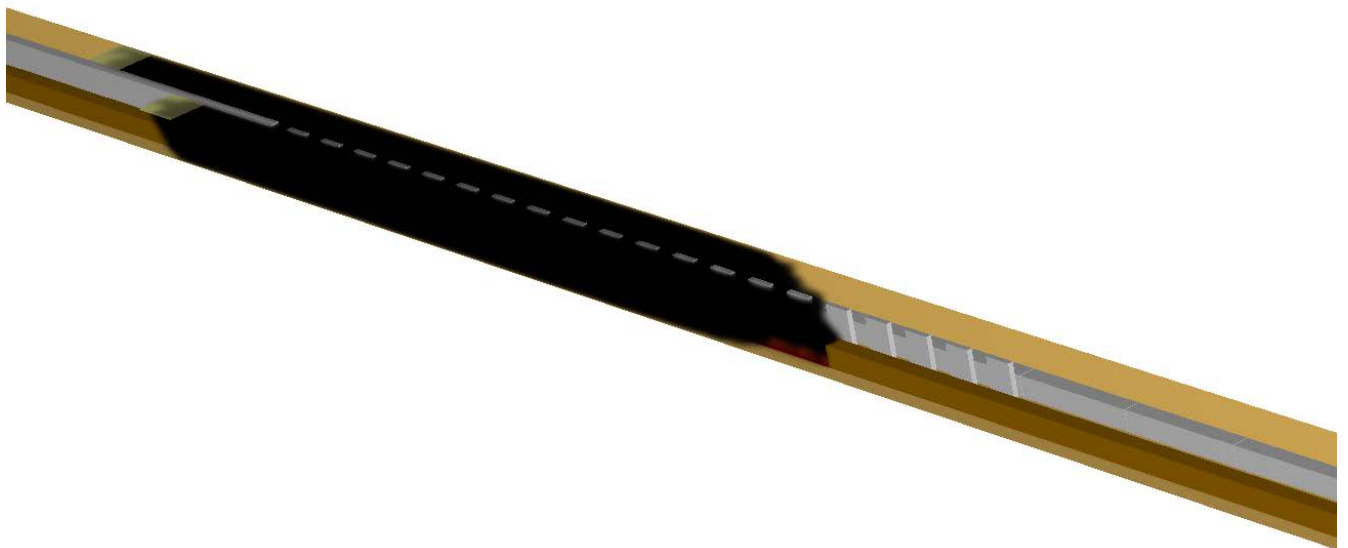


5 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 8 minuti dall'inizio dell'incendio – 480 secondi



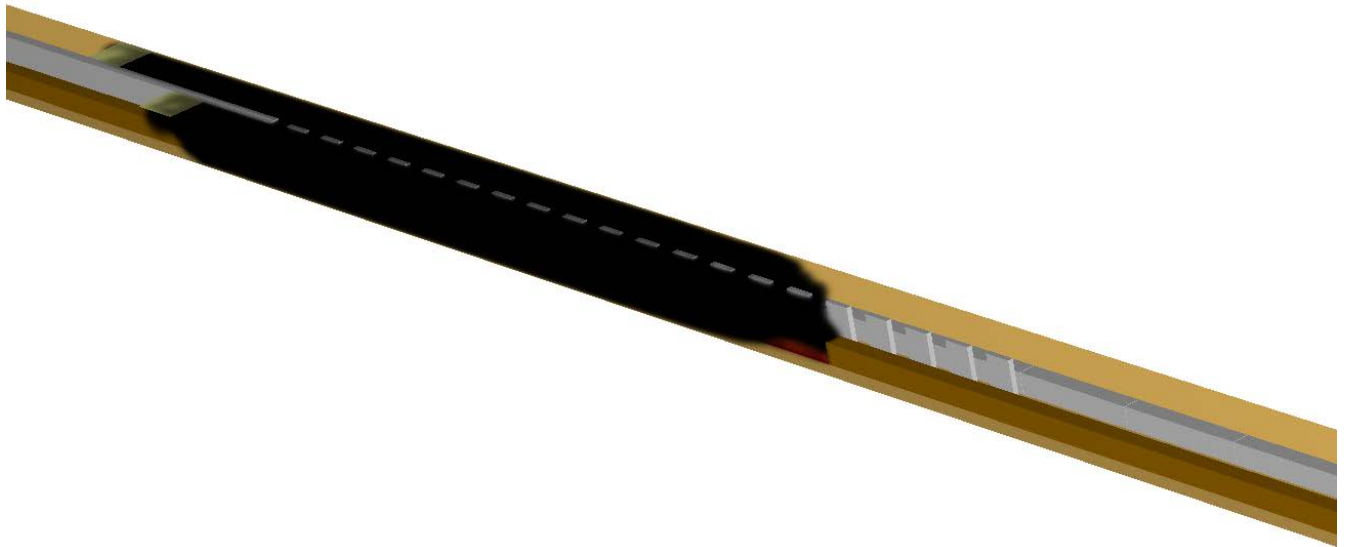
540,0

6 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 9 minuti dall'inizio dell'incendio – 540 secondi



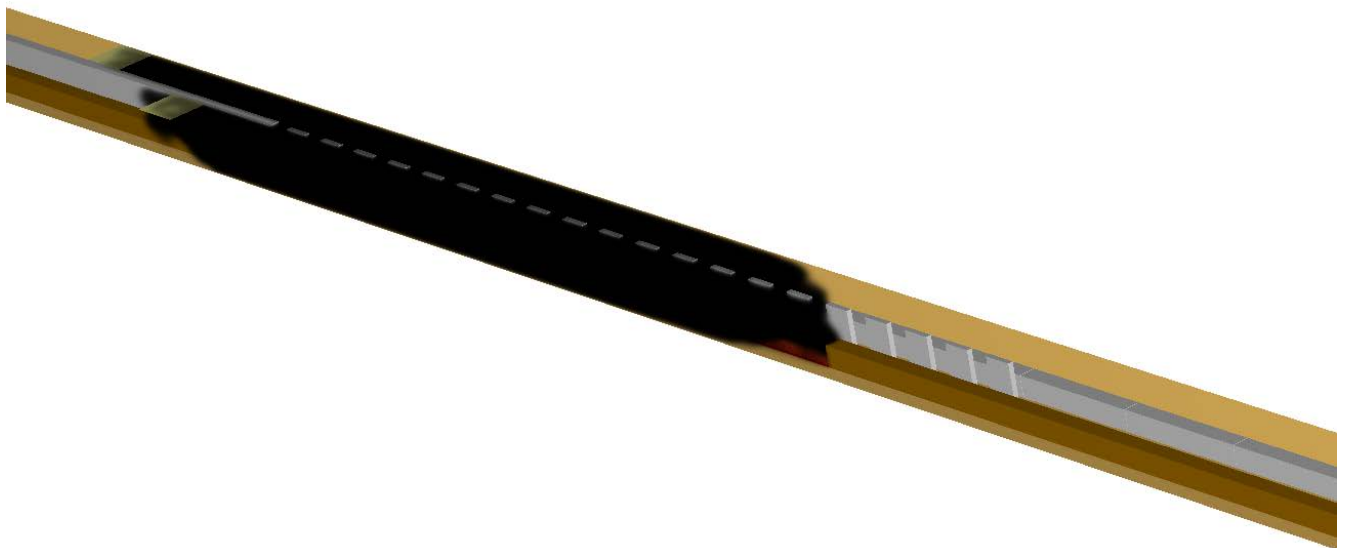
600,0

7 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 10 minuti dall'inizio dell'incendio – 600 secondi



670,0

Istante di raggiungimento della potenza termica massima rilasciata dall'incendio – 670 secondi



720,0

9 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 12 minuti dall'inizio dell'incendio – 720 secondi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

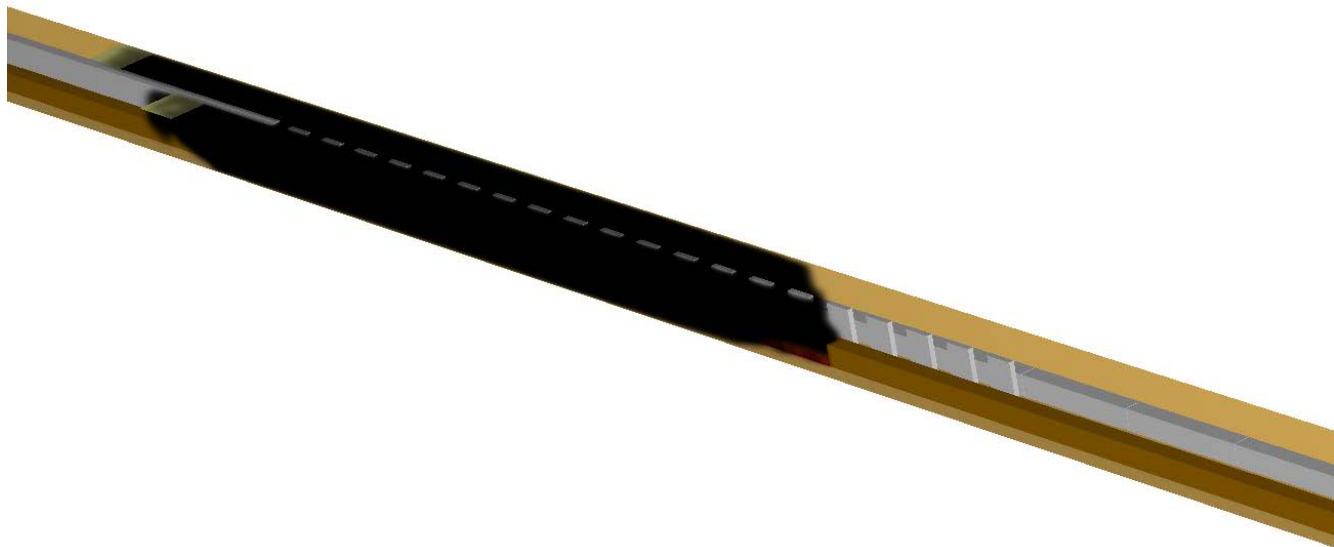
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

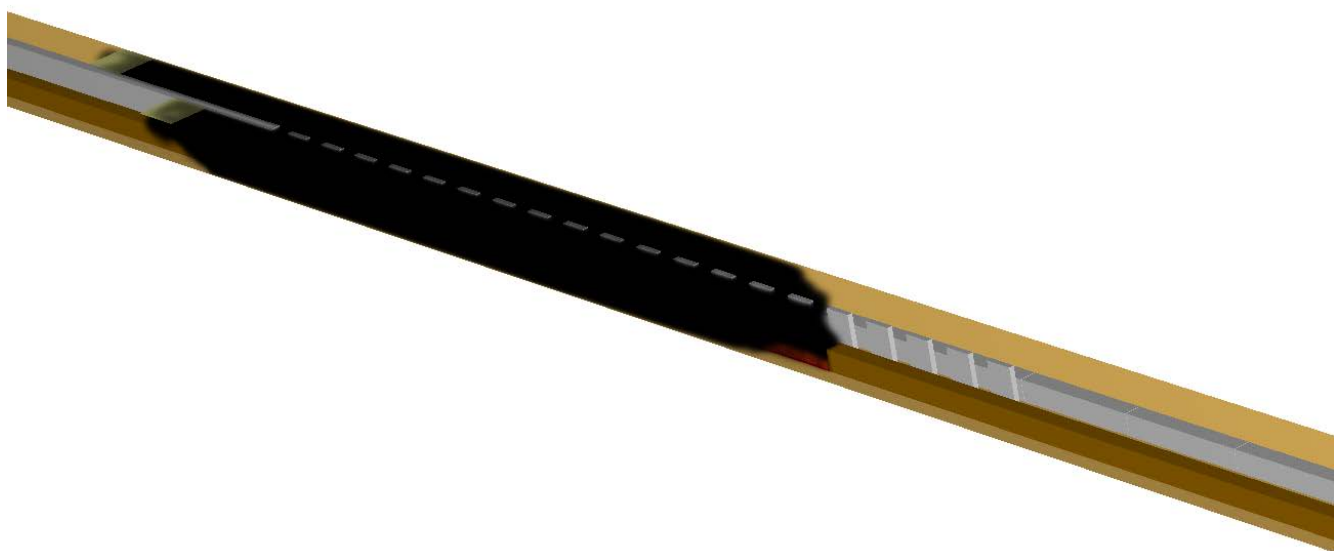
Rev.
A

Foglio
41 di 53



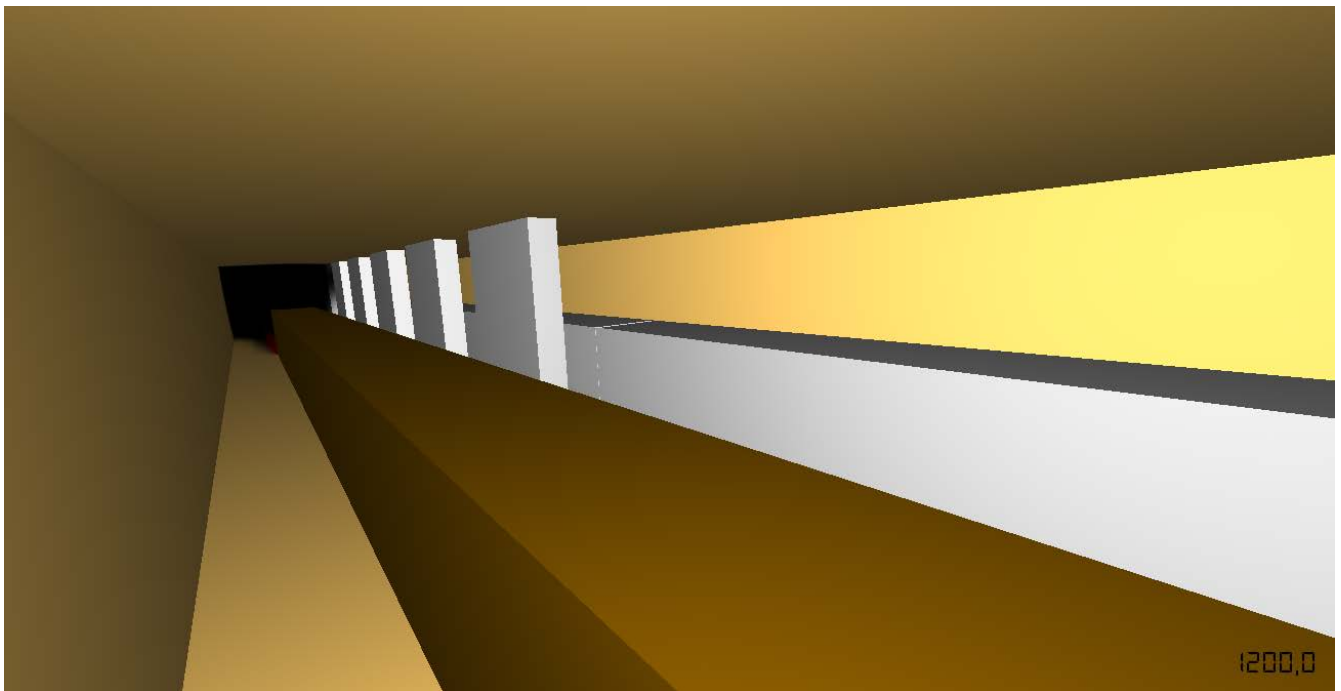
900,0

12 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 15 minuti dall'inizio dell'incendio – 900 secondi

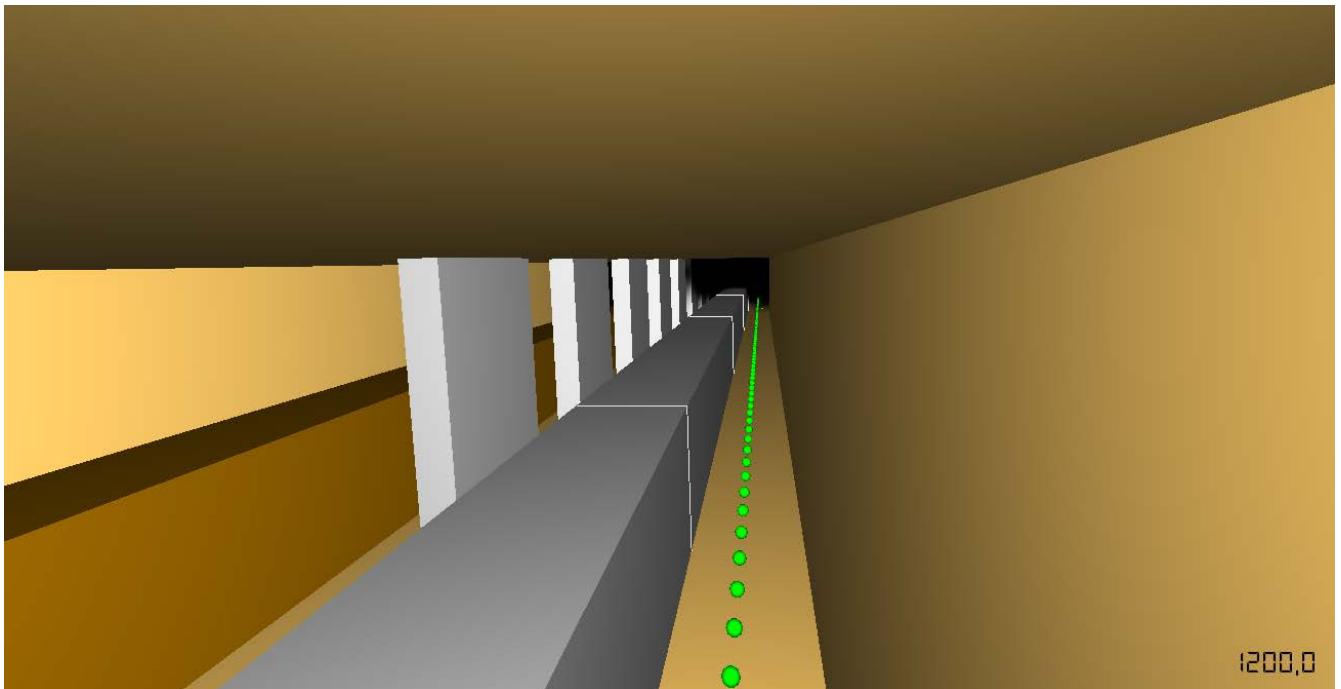


1200,0

17 minuti trascorsi dall'inizio dell'esodo e 20 minuti dall'inizio dell'incendio – 1200 secondi



Situazione del treno su Binario Dispari – 1200 secondi dall’innescò incendio



Situazione del treno passeggeri su Binario Pari – 1200 secondi dall’innescò incendio

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

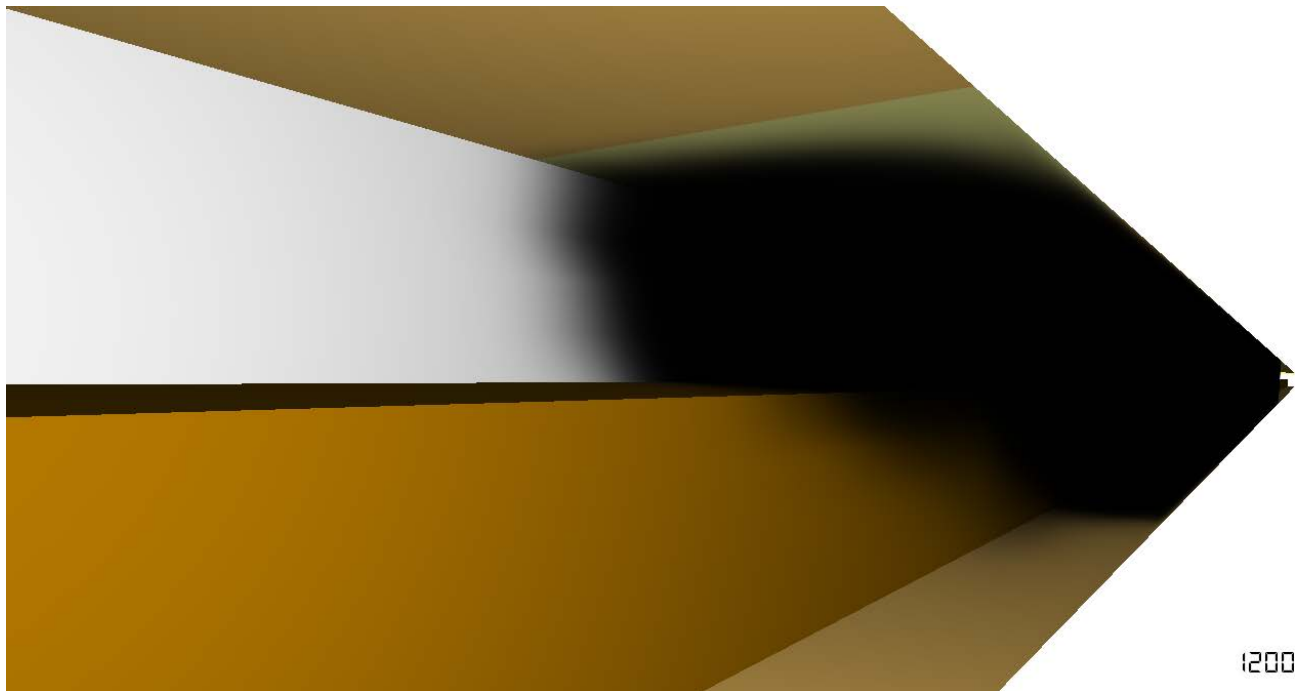
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO GN 020 C 004

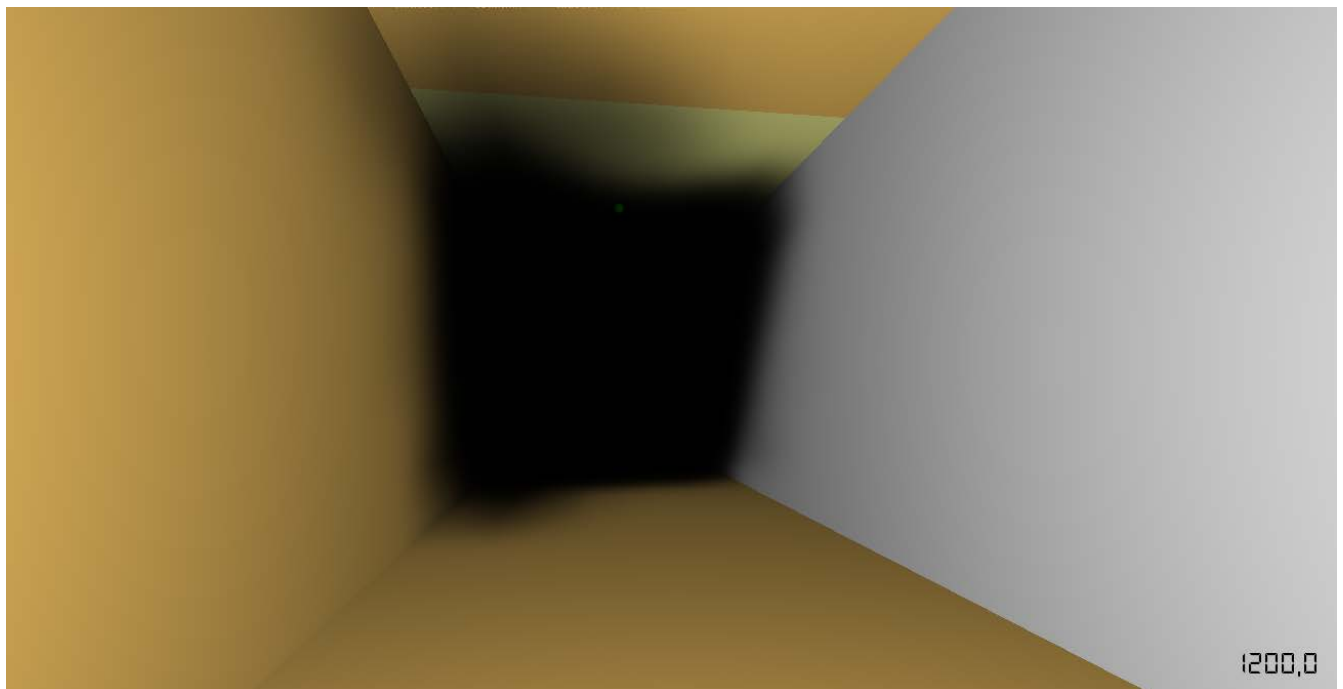
Rev.
A

Foglio
43 di 53



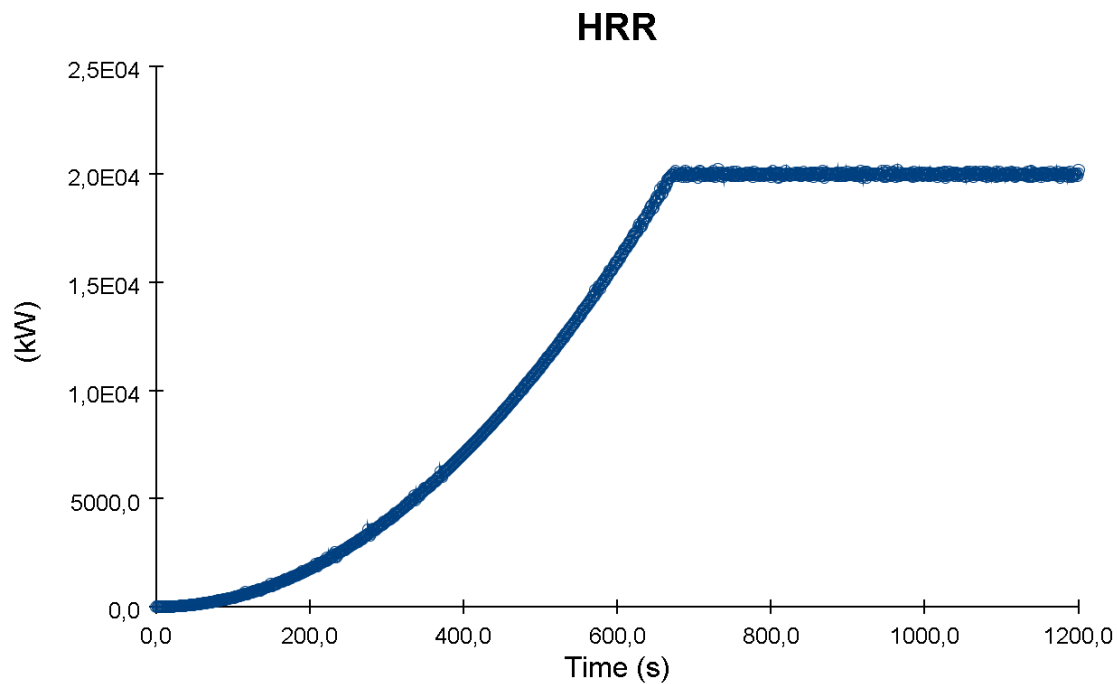
1200,0

Situazione in corrispondenza del camino di estrazione su Binario Dispari – 1200 secondi dall’innescò incendio



1200,0

Situazione in corrispondenza del camino di estrazione su Binario Pari – 1200 secondi dall’innescò incendio

9.2.2. ANDAMENTO DELLA POTENZA TERMICA RILASCIATA DALL'INCENDIO SCENARIO 2

9.2.3. ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA DEL CAMINO DI ESTRAZIONE SCENARIO 2

Il volume di misure corrisponde ad il seguente rappresentato nell'immagine a seguire:

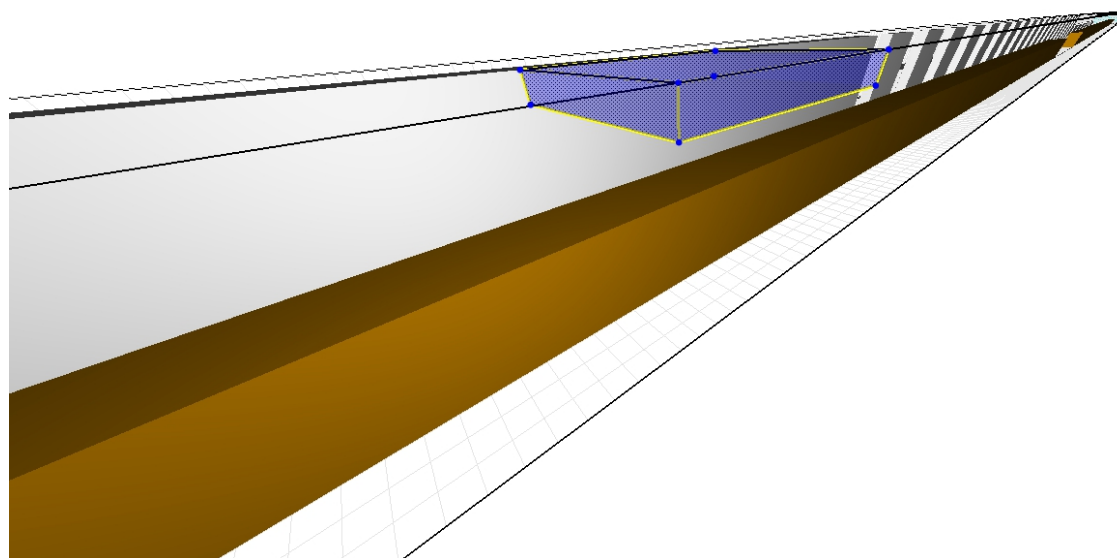
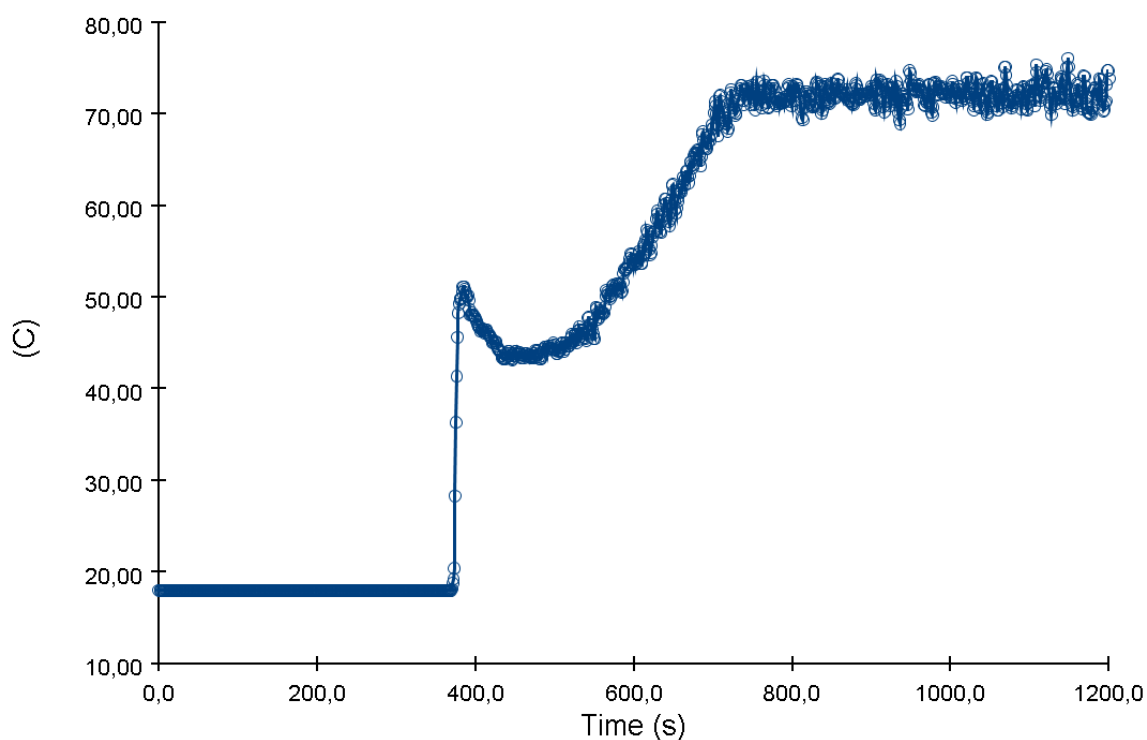


Fig. 10 – Volume di misura andamento temperatura per camino di ventilazione ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = 10 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)

Temperatura POZZO VENTILAZIONE_MAX



9.2.4. ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 2

Il volume di misure corrisponde ad il seguente rappresentato nell'immagine a seguire:

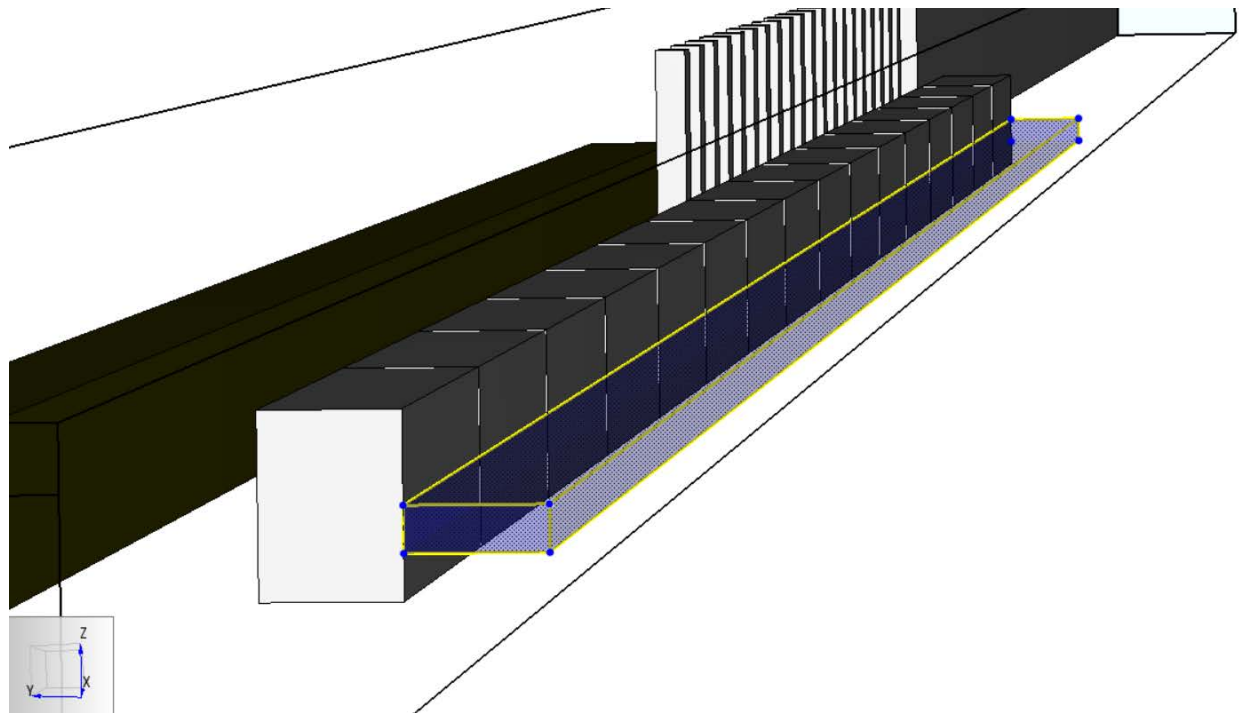
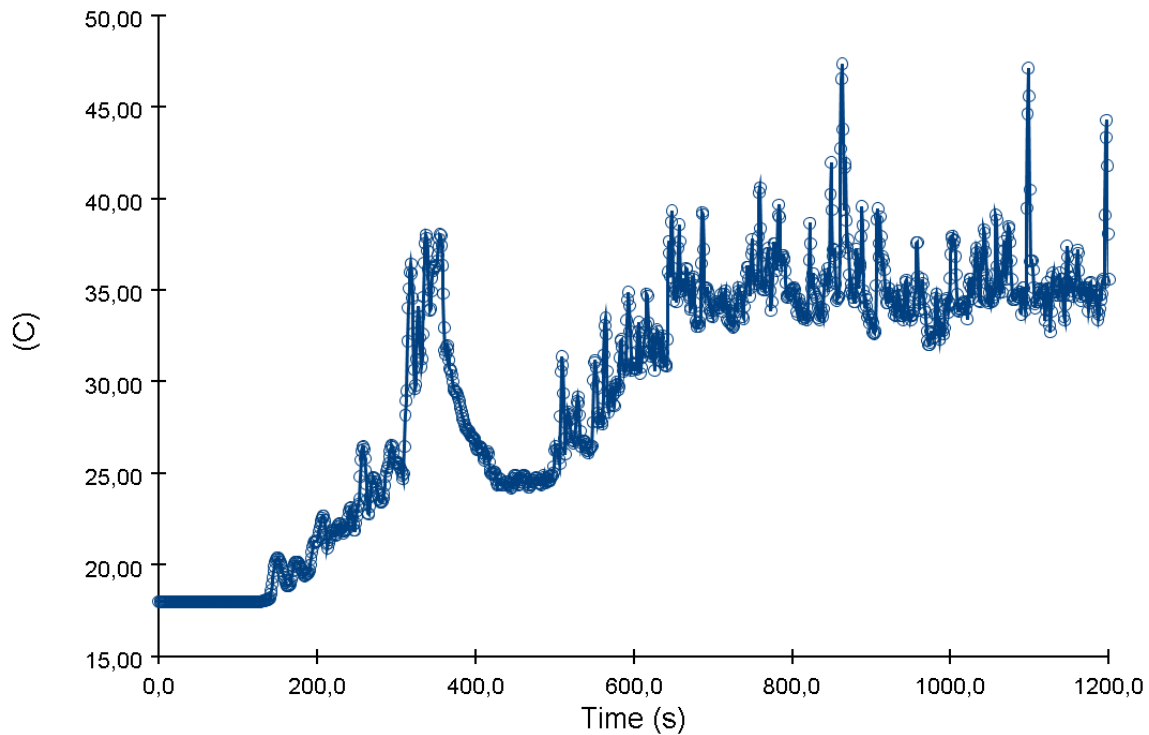
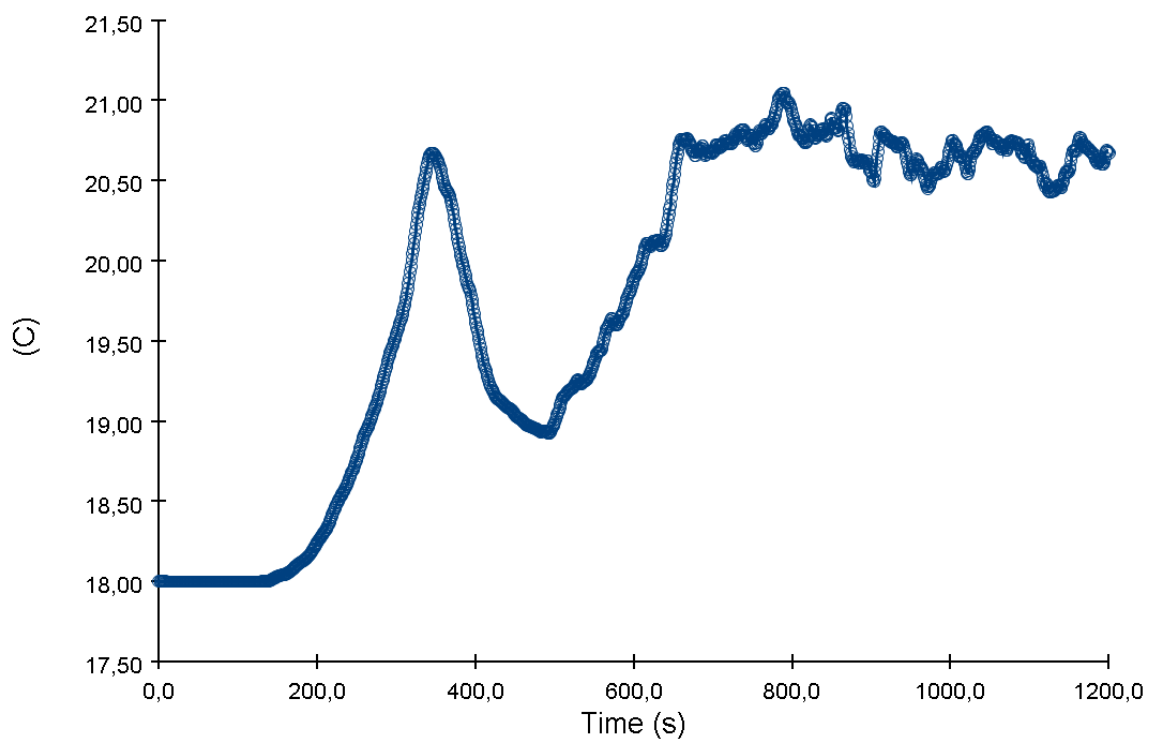


Fig. 11 – Volume di misura andamento temperatura ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = 3 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)

Temperature_MAX



Temperature_MEAN



9.2.5. ANDAMENTO DELLA VISIBILITA' IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 2

Il volume di misure corrisponde ad il seguente rappresentato nell'immagine a seguire:

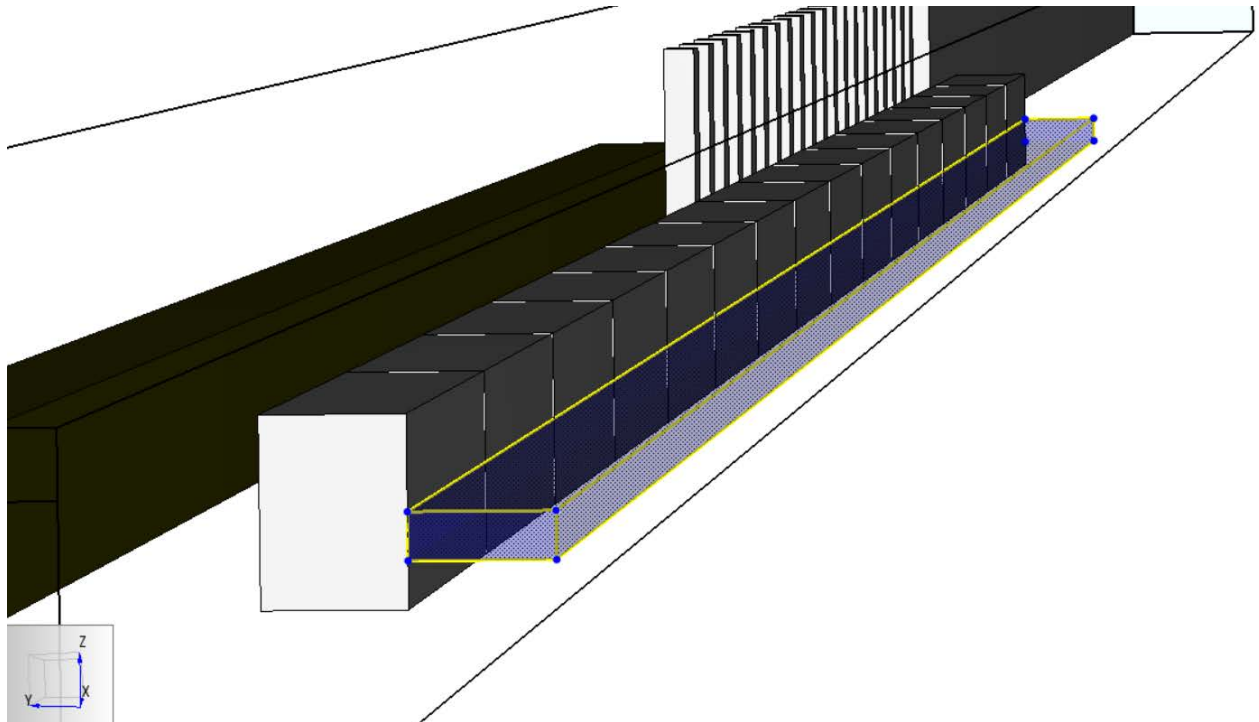
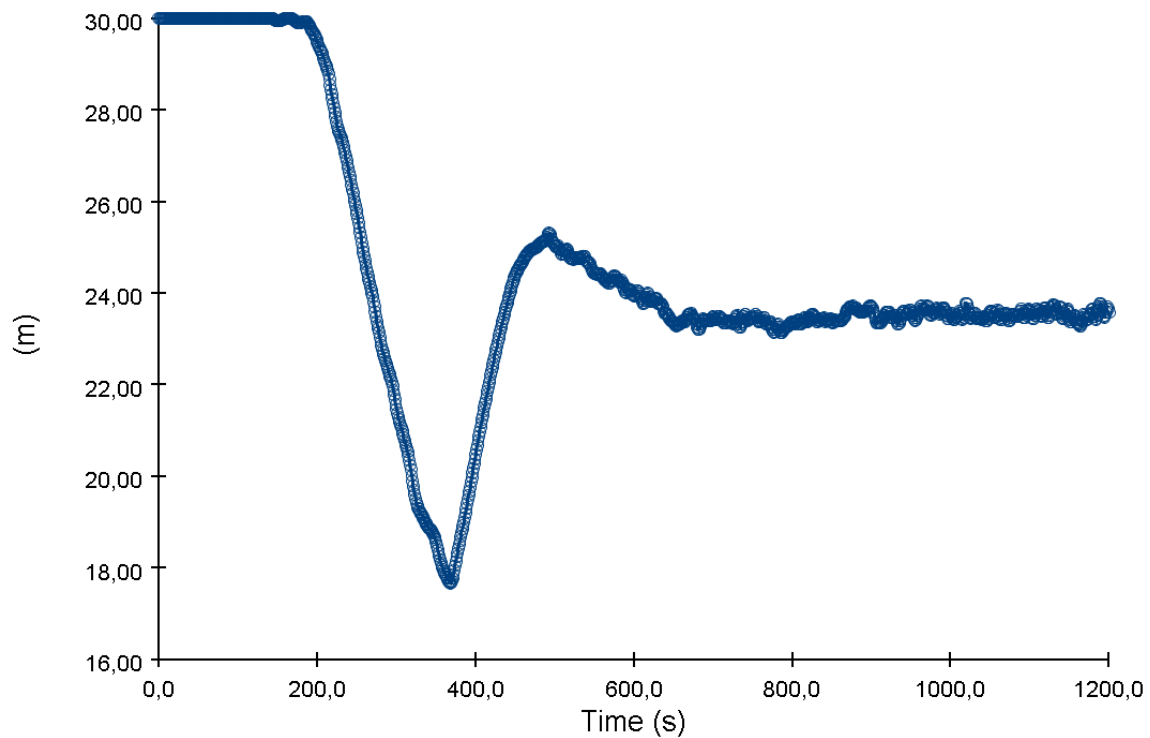
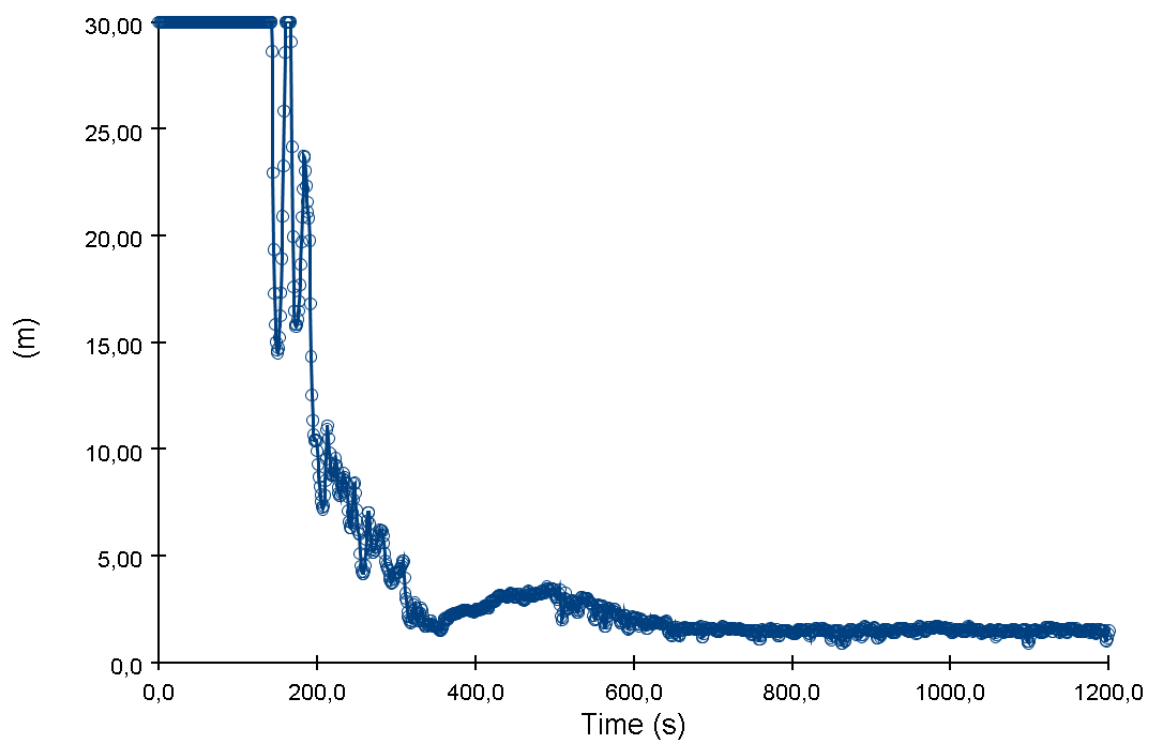


Fig. 12 – Volume di misura andamento visibilità ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = 3 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)

Visibility_MEAN



Visibility_MIN



9.2.6. ANDAMENTO FLUSSO DI CALORE RADIANTE IN CORRISPONDENZA DEL MARCIAPIEDE ADIBITO ALL'ESODO PASSEGGERI SCENARIO 2

Il volume di misure corrisponde ad il seguente rappresentato nell'immagine a seguire:

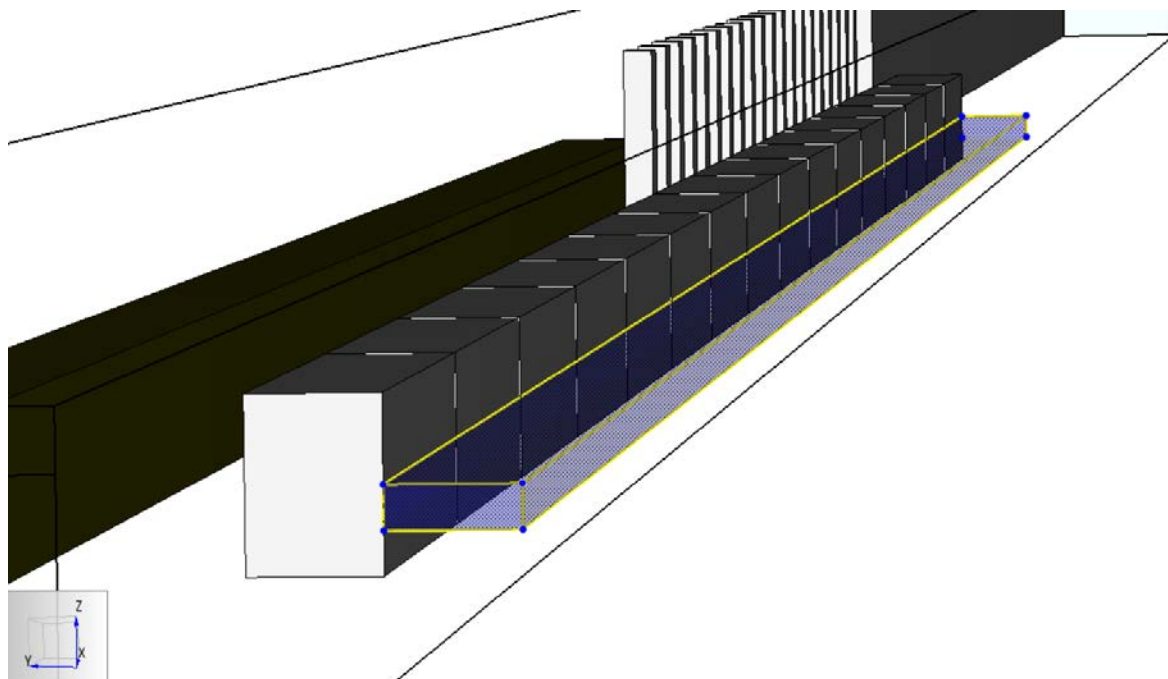
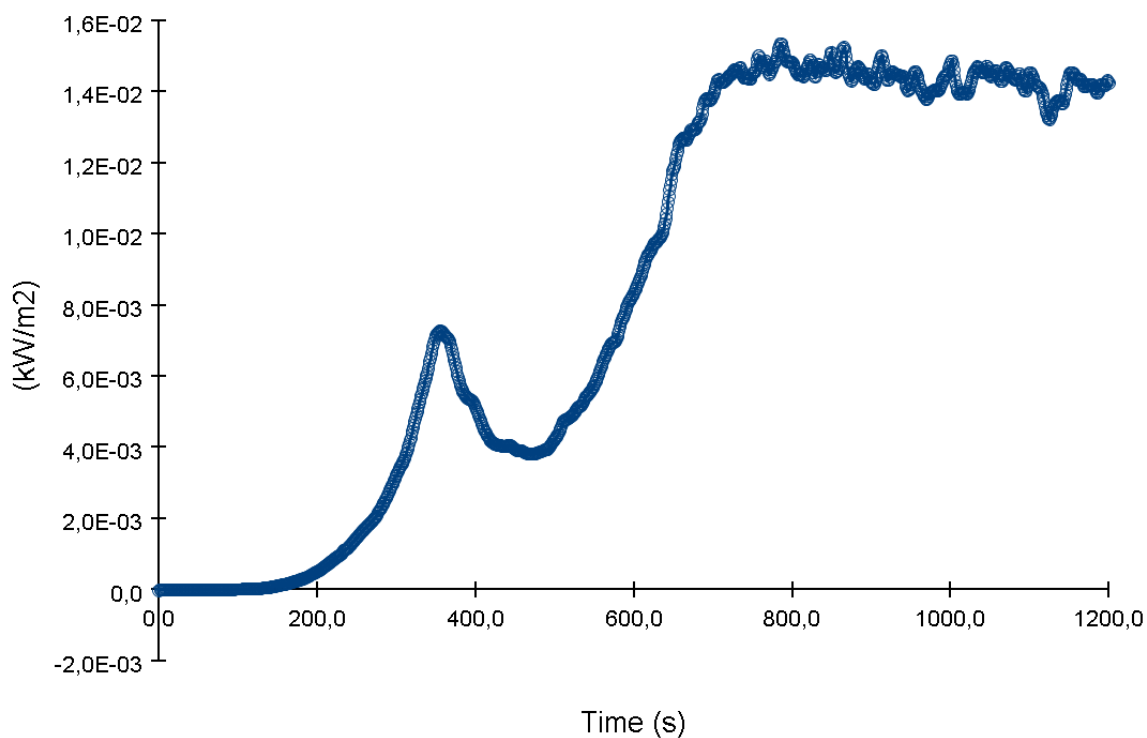
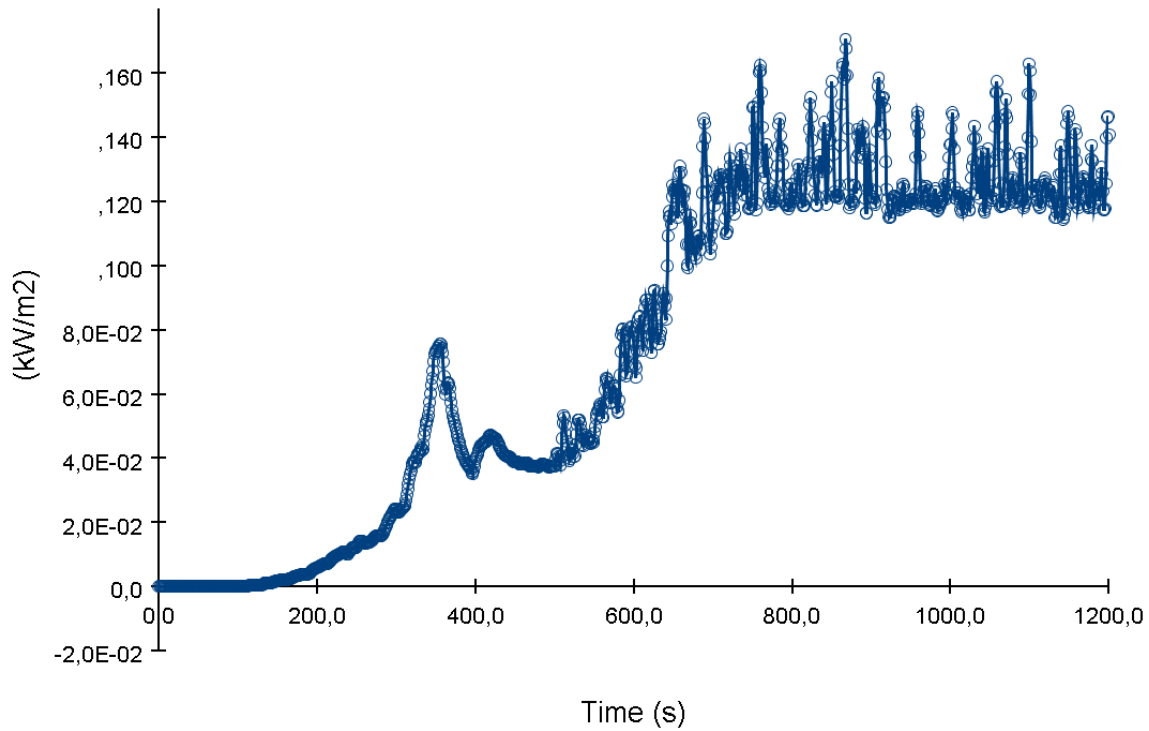


Fig.13 – Volume di misura andamento calore radiante ($\Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = 3 \text{ m} \times 400 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)

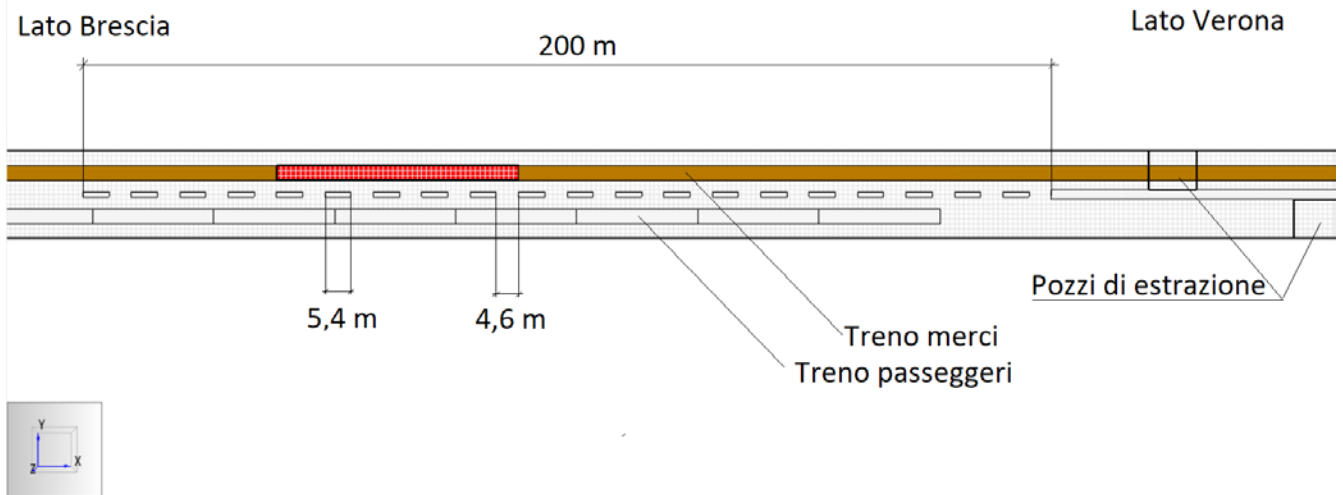
Radiative Heat Flux_MEAN



Radiative Heat Flux_MAX

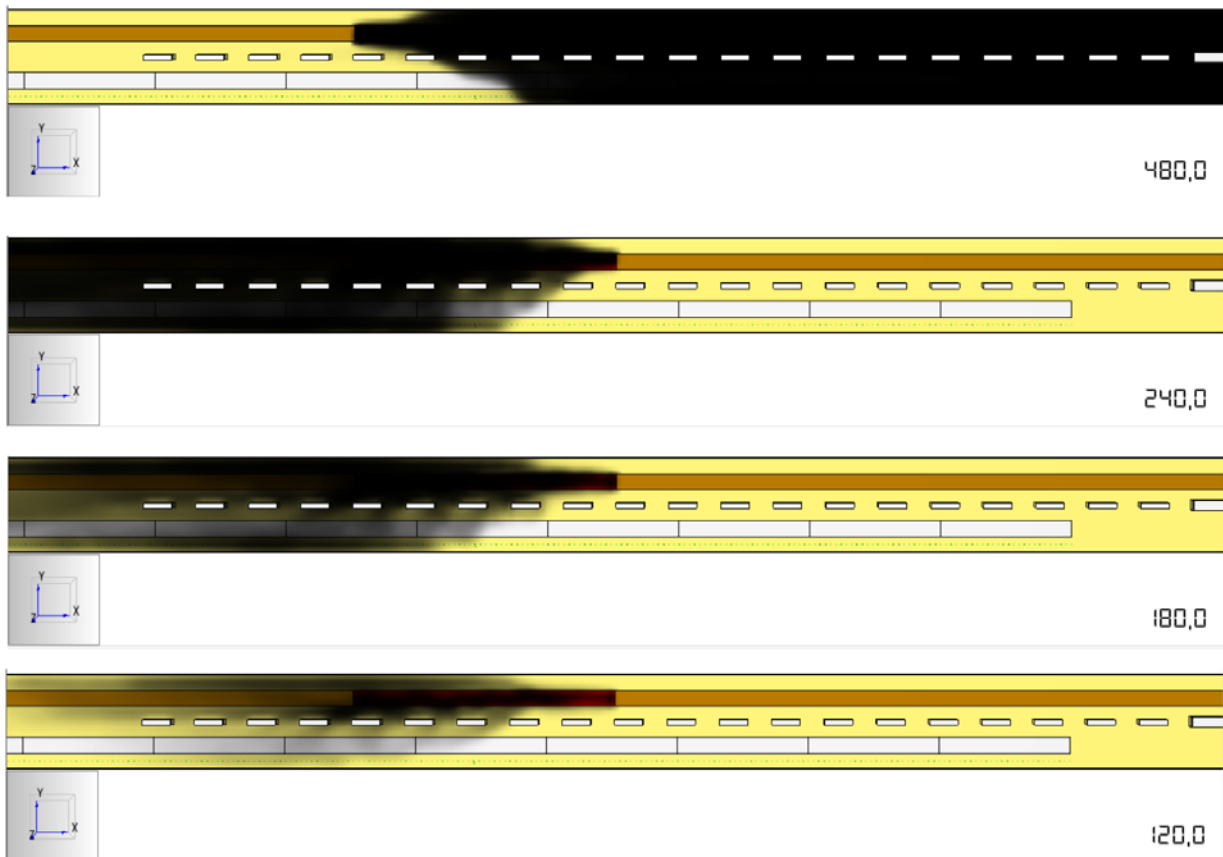


10. OSSERVAZIONI SULLA ZONA DI TRANSIZIONE CANNE GALLERIA



Il setto finestrato o la serie discreta di pilastri delle dimensioni sopra descritte, consentono in maniera sufficiente la comunicazione aerea fra le canne adiacenti, garantendo una transizione tra singola canna in doppio binario a doppia canna in singolo binario, tale da non impedire il passaggio del fumo nella canna in transizione immediatamente adiacente e così garantire il corretto funzionamento di entrambi i pozzi di estrazione, per il fine prefissato.

Nel seguito alcune immagini che mostrano la resistenza offerta dal setto finestrato all'attraversamento dei fumi.



11. CONCLUSIONI

La presente relazione, come descritto nella parte introduttiva, si è posta lo scopo di verificare l'efficacia del funzionamento del sistema di ventilazione per l'opera in esame, alle condizioni ambientali ed al contorno ipotizzate ed assunte come base per la verifica di determinati scenari incendio fino a qui descritti e sviluppati.

Il sistema di ventilazione, operante in sola estrazione, soddisfa i principi base della sicurezza termofluidodinamica anticendio, quali contenimento dei fumi per un tempo indefinito nella zona interessata ed adeguato controllo del backlayering, nel caso specifico, il non propagarsi dei fumi oltre i pozzi di ventilazione per effetto dell'azione di trascinamento dovuta all'estrazione. Inoltre nei volumi di misura, in relazione al parametro di visibilità, il sistema di ventilazione garantisce riguardo la visibilità media mantenuta, valori al di sopra dei 15 metri (riferimento caratteristico delle verifiche sullo stato critico per la vita umana).

Si ricorda, come già descritto nel primo paragrafo della presente relazione, che lo scopo dei pozzi di ventilazione per la galleria in esame è quello di garantire che in corrispondenza della transizione da doppia canna in singolo binario a singola canna in doppio binario vi sia disconnessione aeraulica.

Come detto questo principio ha validità generale, ossia anche in tutti quei casi in cui canne indipendenti adiacenti terminino in corrispondenza della medesima pk, per le quali occorre la presenza di un impianto di ventilazione meccanica in grado di impedire qualsiasi ricircolazione dell'aria tra dette canne parallele.

Di fatto per la galleria in oggetto, sul lato est (lato Verona) è presente un prolungamento di una delle due gallerie ai fini di quanto finora espresso.

La ventilazione in questo caso specifico, ha la finalità di garantire l'impossibilità di ricircolazione d'aria, ai fini della sicurezza sull'eventuale presenza di fumi generati dalla combustione di un incendio, e così poter considerare la canna adiacente come luogo sicuro fino all'intervento dei mezzi di soccorso e del personale preposto.

Inoltre come già premesso, le Specifiche Tecniche di Interoperabilità SRT Regolamento UE 1303/2014, al paragrafo 4.2.1.5.2 relativo all'accesso all'area di sicurezza, lettera b) punto (2), riconoscono che i collegamenti trasversali tra canne di gallerie indipendenti adiacenti, permettono di utilizzare la canna della galleria adiacente come area di sicurezza.

Si conclude che la verifica è soddisfatta nelle ipotesi e condizioni espresse nella presente relazione.