

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

### PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

### Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni

Stazione Taormina e camerone tecnologici in galleria di stazione

Impianto Controllo Fumi


Relazione di calcolo

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS2S 01 D 17 CL AI1709 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Iannuccilli	29.09.2017	S. Miceli	29.09.2017	P. Carlesimo	29.09.2017	A. Falaschi Gennaio 2018
B	Emissione esecutiva	V. Iannuccilli <i>V. Iannuccilli</i>	Gennaio 2018	S. Miceli <i>S. Miceli</i>	Gennaio 2018	P. Carlesimo <i>P. Carlesimo</i>	Gennaio 2018	 ITALFERR S.p.A. U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI Dott. Ing. ALFREDO FALASCHI Ordine Ingegneri di Viterbo N. 363

RS2S 01 D 17 CL AI1709 001 B

n. Elab.: 2553

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 CL	OPERA/DISCIPLINA AI1709 001	REV. B

## INDICE

<b>1) GENERALITÀ .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1) PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2) NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2) CALCOLO PORTATA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1) IMPIANTO DI ESTRAZIONE FUMI PER CREAZIONE DI UN'ALTEZZA MINIMA LIBERA DA FUMI.....</b>	<b>5</b>
<i>Modelli di incendi ed equazioni utilizzate .....</i>	<i>5</i>
<i>Criteri e calcoli di dimensionamento degli impianti per il controllo del fumo e del calore .....</i>	<i>7</i>
Calcolo della portata dei fumi .....	7
Calcolo di verifica del dimensionamento con diverse tipologie di incendio .....	13
Confronto con altre tipologie di carrozze.....	14
<b>2.2) IMPIANTO DISCONNESSIONE FUMI .....</b>	<b>15</b>
<i>Modelli di incendio ed equazioni utilizzate .....</i>	<i>15</i>
<b>2.3) CONDIZIONI DI BENESSERE .....</b>	<b>17</b>
<b>3) CALCOLO PREVALENZA.....</b>	<b>17</b>
<i>SCENARIO INCENDIO IN STAZIONE - SOPRABANCHINA .....</i>	<i>19</i>
<i>SCENARIO BENESSERE - SOPRABANCHINA.....</i>	<i>21</i>
<i>SCENARIO INCENDIO IN STAZIONE - SOTTOBANCHINA .....</i>	<i>23</i>
<i>SCENARIO BENESSERE - SOTTOBANCHINA .....</i>	<i>24</i>
<i>SCENARIO DISCONNESSIONE GALLERIA/STAZIONE – CENTRALE SOPRABANCHINA .....</i>	<i>25</i>
<i>SCENARIO DISCONNESSIONE GALLERIA DOPPIA CANNA TAORMINA – CENTRALE SOPRABANCHINA .....</i>	<i>25</i>
<i>SCENARIO DISCONNESSIONE GALLERIA/STAZIONE – CENTRALE SOTTOBANCHINA .....</i>	<i>26</i>
<b>4) RIEPILOGO RISULTATI .....</b>	<b>27</b>

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	3 di 27

## 1) GENERALITÀ

### 1.1) Premessa

La presente relazione riporta i calcoli di dimensionamento dell'impianto di estrazione e disconnessione fumi previsto nella stazione di Taormina della tratta Giampilieri-Fiumefreddo necessari a determinare le caratteristiche dell'impianto.

### 1.2) Normative di riferimento

Si elencano i principali riferimenti normativi per i vari impianti.

#### *Normative, leggi e bibliografia di riferimento*

- NFPA 92A - Recommended practice for smoke control system;
- NFPA 92B - Recommended practice for smoke management in halls atria and large areas.
- NFPA 204 M - Standard for smoke and heat venting;
- NFPA 90 A - Standard for the installation of air-conditioning and ventilating systems;
- NFPA 101 - Life safety code;
- NFPA1 - Fire Code and Handbook;
- NPFA 130 - Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems;
- UL 555 S - Leakage rated dampers for use in smoke control system.
- UNI 9494 - Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC);
- Design of smoke management system – J.H. Klote –J.A. Milke –Ashrae & Society of fire protection engineers;
- Kennedy, W.D. (1996) “Critical Velocity: Past, Present and Future”, Phil. Trans. R. Soc. London A, 356, pp. 2873-2906.
- Lee, C.K., Hwang, C.C., Chaiken, R.F. and Singer, J.M., 1979a, “Interaction Between Duct Fires and Ventilation Flow: An Experimental Study,” Combustion Science and Technology v. 20, pp. 59-72.
- Lee, C.K., Hwang, C.C., Singer, J.M. and Chaiken, R.F., 1979b, “Influence of Passageway Fires on Ventilation Flows,” International Mine Ventilation Congress, Reno, NV, Nov. 4-8, pp. 448-454.
- Large scale test to evaluate mass flow of smoke in line plumes – a. Porter – flow of smoke trough openings seminar, june 13, brehamwod – london: society of fire safety engineers.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione  
 Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	4 di 27

- A simplified approach to smoke venting calculation – h. P. Morgan building research establishment information paper 19/95.
- Smoke control methods in enclosed shopping complexes of one or more stories: a design summary – h.p. morgan – building research establishment report.
- Smoke control in atrium building – hansell, g.o. 1988 – building standards – july/august pp. 14-23,35-37.
- Smoke control in atrium buildings using depressurization - g.o. hansell. And h.p. morgan 1988 – pd 66/88 barehamwood, herfordshire, uk: fire research station.
- Engineering relations for fire plumes – heskestad g. 1982 – sfpe tr 82-8 – boston: society of fire protection engineers.
- Note on maximum rise of fire plumes in temperature stratified ambients - heskestad g. 1989a – fire safety journal 15:271-276.
- Environments of fire detectors – phase i:effect of fire size, ceiling height and materials volume ii – heskestad g. And m.a. delichatsios 1977 – analysis (nbs-gcr-77-95) gaithersburg - md: national bureau of standards.
- Smoke control by stairwell pressurization – klote j.h. 1980 – engineering applications of fire technology workshop pp 137-158 – boston ma: society of fire protection engineers;
- Smoke control methods in enclosed shopping complexes of one or more storeyes: a design summary – morgan h.p. 1979 – borehamwood hertfordshire uk: fire research station;
- Comments on a note on smoke plumes from fires in multi-level shopping malls. – morgan h.p. 1987 – fire safety journal 12; 9-35;
- Atrium buildings: calculating smoke flows in atria for smoke-control design – morgan h.p. and g.o. hansell 1987 – fire safety journal 12: 9-35;
- Smoke control measure in a covered two-story shopping mall having balconies and pedestrian walkways – morgan h.p. and n.r. marshall 1979 – building research establishmet cp11/79 – borehamwood hertfordshire uk: fire research station;
- Present-day design fire scenarios and comparison with test - results and real fires: structures & equipment - dr. Ir. Kees both, tno building and construction research, centre for fire research, the netherlands - prof. Dr.-ing. Alfred haack, past president of ita - international tunnelling association, switzerland, executive board member of stuva e. V. – studien-gesellschaft für unterirdische verkehrsanlagen (research association for underground transportation facilities), germany

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	5 di 27

## 2) Calcolo portata

### 2.1) Impianto di estrazione fumi per creazione di un'altezza minima libera da fumi

#### Modelli di incendi ed equazioni utilizzate

Per determinare la potenza termica convettiva dell'incendio, la portata in volume del fumo, la temperatura dei gas all'interno dello strato di fumo e l'altezza delle fiamme dell'incendio sono state utilizzate le equazioni :

$$E_c = 0.7E(1)$$

$$V = \frac{m \cdot (T_s + 273)}{\rho_o \cdot (T_a + 273)} (2)$$

$$T_s - T_a = \frac{E_c}{m \cdot cp} (3)$$

$$z_f = C_1 \cdot E_c^{2/5} (4)$$

La portata in massa di fumo prodotto dall'incendio è stata calcolata utilizzando le equazioni che seguono. Ciascuna equazione è applicabile ad un modello di incendio ed al pennacchio di fumo caratteristico di quel modello.

#### a) Pennacchio con asse di simmetria verticale :

$$m = C_2 \cdot E_c^{1/3} \cdot z^{5/3} + C_3 \cdot E_c (5)$$

L'equazione (5) è applicabile per  $z_f < z$

$$m = C_4 \cdot E_c^{3/5} \cdot z (6)$$

L'equazione (6) è applicabile per  $z_f \geq z$

#### b) Window plume

$$m = C_2 (E_c)^{1/3} \cdot (Z_w + a)^{5/3} + C_3 \cdot E_c (7)$$

$$a = 2.4A_w^{2/5} \cdot H_w^{1/5} - 2.1H_w (8)$$



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
PROGETTO DEFINITIVO  
Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione  
Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	6 di 27

Nelle equazioni da (1) ad (8) :

$E_c$  è la potenza termica convettiva dell'incendio [kW]

$E$  è la potenza termica dell'incendio [kW]

$V$  è la portata volumetrica del fumo [m<sup>3</sup>/s]

$m$  è la portata massica del fumo [kg/s]

$T_s$  è la temperatura dei gas all'interno dello strato del fumo [°C]

$T_a$  è la temperatura ambiente [°C]

$\rho_o$  è la densità dell'aria in condizioni standard [1.22 kg/m<sup>3</sup>]

$c_p$  è il calore specifico dell'aria [1 kJ/kg K]

$z_f$  è l'altezza raggiunta dalla fiamma [m]

$C_1 = 0.166$

$z$  è l'altezza dell'interfaccia dello strato di fumo dal pavimento [m]

$C_2 = 0.071$

$C_3 = 0.0018$

$C_4 = 0.032$

$A_w$  è la superficie delle aperture di ventilazione [m<sup>2</sup>]

$H_w$  è l'altezza delle aperture di ventilazione [m]

$Z_w$  è l'altezza dell'interfaccia dello strato di fumo rispetto alla parte più alta dell'apertura di ventilazione [m]

$a$  è l'altezza caratteristica [m]

$g$  è l'accelerazione di gravità [9.81 m/s<sup>2</sup>]

$d$  è lo spessore dello strato di fumo [m]

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	7 di 27

Criteria e calcoli di dimensionamento degli impianti per il controllo del fumo e del calore

**Calcolo della portata dei fumi**

Il modello di incendio adottato per il dimensionamento del sistema di estrazione fumi è quello il cui pennacchio è definito “window plume”. Il pennacchio è determinato da un incendio che si sviluppa in un ambiente comunicante tramite aperture (porte, finestre ecc.) con l’ambiente da proteggere. In tale modello il rilascio di calore può essere inteso come governato dal flusso d’aria attraverso le aperture delle pareti rispetto all’ambiente da proteggere, ossia governato da una ventilazione controllata. Il rilascio di calore, pertanto, può essere relazionato alle caratteristiche delle aperture di ventilazione.

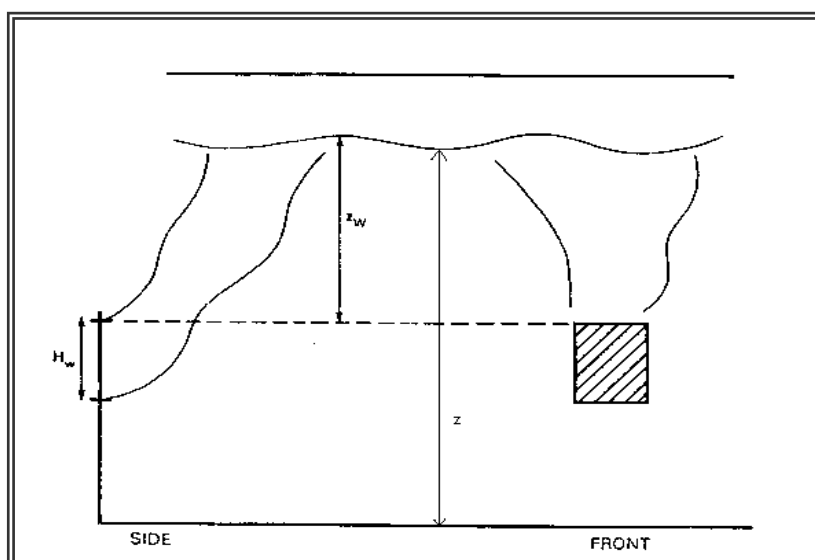
Nel caso in esame l’ambiente da proteggere sono le banchine di stazione in adiacenza delle quali si trova il treno interessato dall’incendio, l’ambiente in cui si sviluppa l’incendio è un vagone ferroviario.

L’incendio all’interno del vagone è considerato in completo sviluppo ed in condizioni di ventilazione controllata. L’incendio è, in altre parole, condizionato dalla limitazione dell’aria di combustione che fluisce solo attraverso i finestrini rotti e attraverso i quali fuoriesce anche il fumo, il che è appunto rappresentato dal modello di incendio “window plume”.

Le equazioni utilizzate per calcolare la portata in massa del fumo sono la (7) e la (8). Le dimensioni caratteristiche del modello sono indicate in

Figura - 1.

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	8 di 27



**Figura - 1**

Per l'impianto in oggetto la potenza termica dell'incendio di progetto, in accordo con quanto indicato nella relazione di sicurezza, è stata assunta pari a 20 MW, valore tipicamente previsto per carrozze ferroviarie viaggiatori e derivato da test d'incendio di moderne carrozze ferroviarie, realizzate prevalentemente in acciaio ed alluminio, effettuati da enti internazionali quali :

- Centre for Fire Research - Olanda
- ITA - International Tunnelling Association - Svizzera
- Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen - Germania

Lo scenario di cui in precedenza è rappresentativo di una carrozza ferroviaria (viaggiatori) incendiata ferma in stazione.

Come indicato nella relazione tecnica, tuttavia, l'impianto di controllo fumi dovrà svolgere sia la funzione di estrazione fumi (oggetto del presente paragrafo) che quella di disconnessione fumi (descritta nella relazione tecnica e dimensionata nel seguito della presente relazione); quest'ultima risulta caratteristica di uno scenario di un treno (carrozza ferroviaria viaggiatori oppure merci) incendiato fermo in galleria. In questo caso, data la presenza di un treno merci, la potenza di incendio di riferimento è stata assunta pari a 20 MW, in linea con quanto tipicamente



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 CL	OPERA/DISCIPLINA AI1709 001	REV. B

previsto nel caso di treni merci incendiati e coerentemente con quanto indicato nella relazione di sicurezza, ed il modello di riferimento non sarà il window plume ma quello del pennacchio ad asse di simmetria verticale, descritto nel seguito.

Dal momento che, come riportato nel seguito della presente relazione, lo scenario dimensionante dell'impianto di controllo fumi sarà quello di disconnessione fumi, l'impianto verrà dimensionato su di esso; è stata pertanto effettuata anche una verifica delle potenzialità dell'impianto nel caso di un treno merci incendiato fermo in caso di emergenza in stazione (ad esempio in caso di impossibilità di raggiungere il luogo previsto dal piano di esercizio), utilizzando pertanto il modello del pennacchio ad asse di simmetria verticale.

Al fine di contemplare inoltre anche altre tipologie di incendi, nel caso di una carrozza ferroviaria viaggiatori, è stata effettuata una verifica considerando anche il modello di incendio con pennacchio a simmetria verticale (per un treno merci, invece, data la configurazione stessa del treno il modello d'incendio window plume non può essere in alcun modo applicabile).

I valori utilizzati per la geometria della carrozza ferroviaria viaggiatori sono quelli dell'ETR500 attualmente in circolazione : numero 18 finestrini della larghezza di 1,3 m e di altezza di 0,7 m più numero due finestrini della larghezza di 0,75m ed altezza di 0,55m ( $A_w = 17,20 \text{ m}^2$  ;  $H_w = 0,7 \text{ m}$ ). L'altezza del bordo superiore del finestrino rispetto alle banchine è di 2,5 m.

Il vagone in questione è chiuso alle estremità da porte REI 30. Nel calcolo della superficie finestrata non si sono considerati i vetri delle porte del vagone.

L'altezza dell'interfaccia dello strato di fumo rispetto alla parte più alta dell'apertura di ventilazione ( $Z_w$ ) è quindi variabile in funzione dell'altezza dello strato di fumo.

Questi sono i valori che sono stati utilizzati nelle equazioni (1), (2), (3), (7) ed (8) ed i cui risultati vengono riportati nel prospetto che segue.

Nel prospetto vengono riportati i seguenti 3 casi:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione  
 Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	10 di 27

Caso A             $Z = 2,5$  m            e quindi             $Z_w = 0,0$  m

Caso B             $Z = 3,0$  m            e quindi             $Z_w = 0,5$  m

Caso C             $Z = 3,5$  m            e quindi             $Z_w = 1,0$  m

Nel prospetto sono indicati i valori di Portata in massa del fumo (m), Temperatura dello strato di fumo (Ts) e di Portata in volume del fumo (V).

*Tabella 1 : scenari incendio*

<b>CONDIZIONI</b>			<b>caso A</b>	<b>Caso B</b>	<b>Caso F</b>
Altezza dello strato di fumo	$Z$	m	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>
Temperatura ambiente	$T_a$	$^{\circ}\text{C}$	20,0	20,0	20,0
Calore specifico dell'aria	$C_p$		1,01	1,01	1,01
Densità dell'aria condiz. standard	$\rho$		1,2	1,2	1,2
Superficie aperture di ventilazione	$A_w$	$\text{m}^2$	17,20	17,20	17,20
Altezza aperture di ventilazione	$H_w$	m	0,70	0,70	0,70
Altezza tra lo strato di fumo ed il punto più alto dell'apertura di vent.	$Z_w$	m	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>
<b>SCENARIO CARROZZA FERROVIARIA VIAGGIATORI 20 MW</b>					
Potenza termica dell'incendio		kW	20000	20000	20000
Percentuale potenza convettiva			70	70	70
Potenza termica convettiva incendio	$E_c$	kW	14000	14000	14000
<b>MODELLO : WINDOW PLUME</b>					
Portata in massa del fumo	$m$	Kg/s	54,55	59,13	63,97
Temperatura dello strato di fumo	$T_s$	$^{\circ}\text{C}$	274,08	254,41	236,68
Portata in volume del fumo	$V$	$\text{m}^3/\text{s}$	84,60	88,41	92,43

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	11 di 27

SCENARIO TRENO MERCI 50 MW					
<b>Potenza termica dell'incendio</b>	<b>kW</b>	50000	50000	50000	
<b>Percentuale potenza convettiva</b>		70	70	70	
<b>Potenza termica convettiva incendio Ec</b>	<b>kW</b>	35000	35000	35000	
MODELLO : PENNACCHIO SIMMETRIA VERTICALE					
<b>Portata in massa del fumo</b>	<b>m</b>	<b>Kg/s</b>	42,61	51,13	59,66
<b>Temperatura dello strato di fumo</b>	<b>T<sub>s</sub></b>	<b>°C</b>	833,23	697,70	600,88
<b>Portata in volume del fumo</b>	<b>V</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	133,62	140,70	147,78

L'altezza (massima) del soffitto rispetto alla banchina è di circa 8,7 m, le griglie di estrazione si trovano ad un'altezza superiore a 4,50 m rispetto alla banchina

E' stata assunta un'altezza di stratificazione di 3,0 m rispetto al piano banchine.

Come riscontrabile dalle tabelle di cui in precedenza, per un incendio della potenza termica di 20 MW che si sviluppa all'interno di una carrozza della tipologia ETR500 è necessaria, per mantenere l'interfaccia dello strato di fumo ad un'altezza di 3,0 metri sulla banchina, una portata di estrazione di circa 88 m<sup>3</sup>/s (modello incendio windows plume), mentre con il modello a pennacchio con simmetria verticale sarebbero richiesti circa 64; ne deriva che il modello window plume risulta maggiormente conservativo.

Oltre a ciò, inoltre, nel caso di un incendio della potenza termica di 50 MW, tipico di un treno merci in accordo con quanto indicato nella relazione di sicurezza, è necessaria, per mantenere l'interfaccia dello strato di fumo ad un'altezza di 3,0 metri sulla banchina, una portata di estrazione di circa 141 m<sup>3</sup>/s (modello pennacchio simmetria verticale).

Alla luce, di quanto sopra, pertanto, e considerando un coefficiente di sicurezza pari a circa il 10 % la portata di dimensionamento dell'impianto sarà pari a  $141 \cdot 1.10 = 155$  mc/s approssimati a 160 mc/s.

L'impianto è un impianto di ventilazione di tipo trasversale.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	12 di 27

Si è detto dei ventilatori di espulsione dei fumi caldi. Questo “impianto” sarà completato da un impianto “simmetrico” per l’immissione dell’aria di make-up.

L’impianto è previsto con canali correnti sotto banchina.

Con questa configurazione sarà facilitata la stratificazione dei fumi caldi a soffitto e migliorato il ricambio d’aria così da limitare l’aumento di temperatura e tossicità nello strato inferiore.

Per la differenza di densità dell’aria dovuta all’incendio la portata in massa e la portata in volume dell’aria estratta non sono equivalenti. I ventilatori di immissione avranno quindi una portata in volume inferiore a quella dei ventilatori di estrazione.

I ventilatori di immissione avranno una portata totale di 96 m<sup>3</sup>/s, pari al 60% della portata di fumi estratta.

La situazione può essere così sintetizzata:

- portata in volume da estrarre per mantenere l’interfaccia dello strato di fumo generato da un incendio da 50 MW ad un altezza di 3.0 metri sulle banchine 160 m<sup>3</sup>/s
- portata in volume di fumo estraibile meccanicamente 160 m<sup>3</sup>/s
- portata d’aria di make-up immessa meccanicamente 96 m<sup>3</sup>/s

A servizio della Stazione opereranno:

- una centrale di ventilazione per l’estrazione dei fumi caldi;
- due centrali di ventilazione per l’immissione dell’aria di make-up.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	13 di 27

### Calcolo di verifica del dimensionamento con diverse tipologie di incendio

Il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato considerando il modello window plume nel caso di una carrozza ferroviaria viaggiatori ed il modello con pennacchio a simmetria verticale per un treno merci.

Mentre per un treno merci, a causa della stessa conformazione stessa di questo, il modello window plume non è in alcun modo applicabile, per una carrozza ferroviaria viaggiatori (per la quale è stato ipotizzato il modello di incendio window plume) potrebbe svilupparsi una tipologia di incendio analoga a quella prevista dal modello con simmetria verticale.

Per tenere conto di diverse tipologie di incendio che potrebbero verificarsi nella stazione, pertanto, con riferimento alla carrozza ferroviaria viaggiatori, è stata effettuata una verifica utilizzando anche il modello del pennacchio a simmetria verticale.

Utilizzando le stesse ipotesi già adottate per il modello window plume, si ottiene quanto segue :

*Tabella 2 : scenari incendio pennacchio simmetria verticale*

<b>CONDIZIONI</b>			<b>caso A</b>	<b>Caso B</b>	<b>Caso F</b>
Altezza dello strato di fumo	Z	m	2,5	3,0	3,5
Temperatura ambiente	T <sub>a</sub>	°C	20,0	20,0	20,0
Calore specifico dell'aria	C <sub>p</sub>		1,01	1,01	1,01
Densità dell'aria condiz. standard	ρ		1,2	1,2	1,2
<b>SCENARIO CARROZZA FERROVIARIA VIAGGIATORI 20 MW</b>					
Potenza termica dell'incendio		kW	20000	20000	20000
Percentuale potenza convettiva			70	70	70
Potenza termica convettiva incendio	E <sub>c</sub>	kW	14000	14000	14000
<b>MODELLO : PENNACCHIO SIMMETRIA VERTICALE</b>					
Portata in massa del fumo	m	Kg/s	24,59	29,51	34,43
Temperatura dello strato di fumo	T <sub>s</sub>	°C	583,69	489,74	422,64
Portata in volume del fumo	V	m <sup>3</sup> /s	59,72	63,80	67,89

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	14 di 27

Appare subito chiaro che, a parità di altezza dello strato di fumi, con il modello window plume risulta necessaria estrarre un portata maggiore di quanto necessario con il modello con pennacchio a simmetria verticale e pertanto il modello window plume risulta maggiormente cautelativo.

Riassumendo ora il tutto, tra gli scenari proseptati quello peggiore è rappresentato da un treno merci fermo in stazione, ossia un incendio di 50 MW (con modello a pennacchio con simmetria verticale).

Risulta altresì evidente che, in caso di carrozza ferroviaria viaggiatori ferma in stazione, l'impianto è in grado di fronteggiare incendi con potenza di incendio anche maggiore dei 20 MW considerati : a titolo di esempio, uguagliando la portata a 160 mc/s e considerando il modello conservativo window plume ed una carrozza tipo ETR500, ne deriva che l'impianto sarà in grado di garantire un'altezza libera da fumi di 3,0 fino ad incendi di circa 40 MW.

### **Confronto con altre tipologie di carrozze**

Al fine di non limitare lo studio degli effetti di un ipotetico incendio ad una sola tipologia di treno, qui di seguito si riporta, analogamente a quanto già fatto per l'ETR500, il calcolo della portata di fumi da estrarre nel caso in cui l'incendio interessi la tipologia di treno ETR600.

Il treno in questione presenta le seguenti caratteristiche : numero 20 finestrini della larghezza di 1,3 m e di altezza di 0,75 m più numero due finestrini della larghezza di 0,75m ed altezza di 0,45m ( $A_w = 20,17 \text{ m}^2$  ;  $H_w = 0,75 \text{ m}$ ). L'altezza del bordo superiore del finestrino rispetto alle banchine è di 2,2 m.

Il vagone in questione è chiuso alle estremità da porte REI 30. Nel calcolo della superficie finestrata non si sono considerati i vetri delle porte del vagone.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 CL	OPERA/DISCIPLINA AI1709 001	REV. B

I risultati ottenuti sono pertanto i seguenti :

**Tabella 3 : scenari incendio ETR600**

<b>CONDIZIONI</b>			<b>caso A</b>	<b>Caso B</b>	<b>Caso F</b>
Altezza dello strato di fumo	Z	m	2,5	3,0	3,5
Temperatura ambiente	T <sub>a</sub>	°C	20,0	20,0	20,0
Calore specifico dell'aria	C <sub>p</sub>		1,01	1,01	1,01
Densità dell'aria condiz. standard	ρ		1,2	1,2	1,2
Superficie aperture di ventilazione	A <sub>w</sub>	m <sup>2</sup>	20,17	20,17	20,17
Altezza aperture di ventilazione	H <sub>w</sub>	m	0,75	0,75	0,75
Altezza tra lo strato di fumo ed il punto più alto dell'apertura di vent.	Z <sub>w</sub>	m	0,3	0,8	1,3
<b>SCENARIO CARROZZA FERROVIARIA VIAGGIATORI 20 MW</b>					
Potenza termica dell'incendio		kW	20000	20000	20000
Percentuale potenza convettiva			70	70	70
Potenza termica convettiva incendio	E <sub>c</sub>	kW	14000	14000	14000
<b>MODELLO : WINDOW PLUME</b>					
Portata in massa del fumo	m	Kg/s	61,59	66,56	71,78
Temperatura dello strato di fumo	T <sub>s</sub>	°C	245,06	228,25	213,10
Portata in volume del fumo	V	m <sup>3</sup> /s	90,45	94,58	98,91

Si può pertanto facilmente osservare come la portata di fumi da estrarre, con tale tipologia di treno, aumenti di circa il 7% rispetto all'ETR500, restando tuttavia ben al di sotto del valore di dimensionamento di 160 MW.

## 2.2) Impianto disconnessione fumi

### Modelli di incendio ed equazioni utilizzate

La funzionalità in oggetto è realizzata garantendo la propagazione dei fumi in modo unidirezionale verso un unico punto di aspirazione ed evitando fenomeni di back-layering dei fumi, ossia l'effetto che fa risalire i fumi caldi nella direzione opposta al flusso di aspirazione; per realizzare ciò è necessario generare una velocità di movimentazione della miscela aria/fumi maggiore di una determinata velocità critica, per la cui determinazione sono state utilizzate le equazioni :

$$V_c = K_1 \cdot K_2 \cdot \left( \frac{g \cdot H \cdot E_c}{\rho \cdot c_p \cdot A_T \cdot T_f} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

$$T_f = \frac{\dot{Q}_c}{\rho_0 \cdot c_p \cdot A_T \cdot v_c} + T_a \quad (10)$$

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	16 di 27

dove :

Vc velocità critica dell'aria (m/s)

K1 Costante di Froude= $Fr^{-1/3}=0,53$ (per $Fr=6,7$ ,num Froude)

K2 Fattore di pendenza=1 per  $i=0$

g accelerazione gravità [ $m/s^2$ ] = 9.81

i pendenza galleria

H Altezza da base fiamma a punto più alto soffitto [m] = 6,62 m (considerata a partire dalla base del carrello)

Ec Calore riasciato dal fuoco per convezione [kW] = 50000 kW

$\rho$  densità media aria [ $kg/m^3$ ] = 1.20  $kg/m^3$

cp calore specifico dell'aria [ $kJ/kg K$ ] = 1.01  $kJ/kgK$

AT Sezione netta tunnel ortogonale al flusso [ $m^2$ ] = 61  $m^2$

Tf Temperatura media gas in zona incendio [K]

Alla luce delle relazioni soprariportate, la velocità critica dell'aria Vc risulta pari a 2.1 m/s con temperatura gas Tf pari a 507°C. Al fine di ridurre le prestazioni dell'impianto in prossimità degli imbocchi nord e sud di stazione sono stati realizzati dei restringimenti di sezione tale da far sì che la sezione AT raggiunga un valore pari a circa 61  $m^2$ . In questa zona verrà realizzata l'aspirazione della miscela aria/fumi che, in funzione della velocità critica di cui prima e considerando che l'aspirazione richiamerà aria da entrambe le direzioni si ha una portata totale di aspirazione pari a circa 260  $mc/s$ .

Quanto in precedenza riportato è relativo alla disconnessione fumo galleria stazione; la centrale soprabanchina, tuttavia, dovrà essere in grado di svolgere anche la funzione di disconnessione nel passaggio monocanna-doppiacanna della galleria Taormina (pk 12+805).

In tal caso, in modo analogo a quanto fatto per la disconnessione fumi galleria-stazione Taormina, al fine di ridurre le prestazioni richieste all'impianto, sono stati effettuati dei restringimenti di sezione tali da portare la sezione in questo punto ad un valore pari a circa 38.6  $m^2$  con una altezza massima di fiamma (dalla base del carrello) pari a circa 6 m.



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 CL	OPERA/DISCIPLINA AI1709 001	REV. B

Con queste condizioni la velocità critica dell'aria  $V_c$  risulta pari a 2.2 m/s con temperatura gas  $T_f$  pari a 624°C; ne deriva una portata di aspirazione pari a circa 170 mc/s.

### 2.3) Condizioni di benessere

L'impianto sarà in grado di garantire, in condizioni di benessere, anche un ricambio igienico-sanitario di aria nelle banchine di stazione.

Il dimensionamento è stato effettuato considerando un ricambio orario di 10 volumi/h, il volume degli ambienti di banchina è pari a circa 40.775 mc; ne deriva che la portata richiesta sarà pari a circa 114 mc/s.

### 3) Calcolo prevalenza

Le prevalenze necessarie sono state determinate sulla base delle perdite di carico distribuite delle canalizzazioni e di quelle concentrate di serrande, griglie, bocchette e raccordi.

Le perdite di carico distribuite sono state calcolate a partire dall'equazione di Darcy-Weisbach :

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove :

$h_f$  [Pa] = Perdite di carico dovute all'attrito = Perdite di carico distribuite

$f$  = Coefficiente adimensionale, chiamato coefficiente d'attrito di Darcy, il quale può essere ricavato dall'equazione di Colebrook o, più semplicemente, dall'abaco di Moody, a partire però dal numero di Reynolds ( $Re$ ) e dalla scabrezza relativa ( $\frac{\varepsilon}{D_{equiv}}$ ), tipici del trinomio fluido, condotta, portata volumetrica in questione

$L$  [m] = Lunghezza della condotta

$D$  [m] = Diametro idraulico della condotta, dato genericamente da  $4S/P$ , dove a sua volta  $S$  è la sezione della condotta e  $P$  il perimetro

$v$  [ $\frac{m}{s}$ ] = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \frac{m}{s} =$  accelerazione di gravità

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria di stazione Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	18 di 27

Per calcolare le perdite di carico concentrate, invece, si è applicato, direttamente derivato dall'equazione di Bernoulli, il concetto di proporzionalità all'energia cinetica nel punto, il che si traduce nella seguente formula :

$$h_c = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove :

$h_c$  [Pa] = Perdita di carico concentrata dell'elemento considerato

$\rho$   $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$  = Densità del fluido alla temperatura in considerazione

$\xi$  = Coefficiente adimensionale tipico dell'elemento in questione e/o della sua interconnessione con le parti adiacenti dell'impianto

$v$   $\left[ \frac{m}{s} \right]$  = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \frac{m}{s} =$  accelerazione di gravità

Premesso quanto sopra, sono state determinate le perdite di carico, denominate statiche in quanto rappresentano tutte le perdite statiche e dinamiche dell'impianto, ad eccezione delle perdite dinamiche dello stesso ventilatore (considerato di diametro pari a 2600 mm).

I condotti sopra e sottobanchina sono comuni sia per lo scenario di funzionamento “incendio in stazione” che per quello “benessere”; nello scenario “disconnessione”, invece, partendo dalle stesse centrale, i condotti saranno diverso.

I condotti sopra e sotto banchina, partendo da un unico condotto si dirameranno in 4 rami, 2 per banchina; ciascun ramo di banchina sarà posto a servizio di una porzione di questa e la portata di transito (e conseguentemente il numerot di bocchette) di ciascuno di essi è derivata da un bilanciamento dei circuiti aeraulici.

Nel seguito si riportata i principali risultati ottenuti.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**

PROGETTO DEFINITIVO

Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria

Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	19 di 27

**Scenario incendio in stazione - Soprabanchina**

Scenario incendio in stazione – condotti soprabanchina – ramo 1 banchina									
Tipologia	Settore	Portata (mc/s)	A (mq)	v (m/s)	Lunghezza (m)	Tipo perdite concentrate	Perdite distribuite (Pa)	Perdite concentrate (Pa)	Prevalenza totale (Pa)
Pozzo		160	15,4	10,4	128	Variazioni sezione - Griglie espulsione – Sbocco - Curve	50	30	80
Centrale		160	91,0	1,8	22	Variazioni sezione – Silenziatori – Serrande	1	344	345
Uscita centrale		160	35,4	4,5	30	Variazioni sezione – Innesti/diramazioni	3	10	13
Imbocco stazione		160	61,8	2,6	5	Variazioni sezione - Serrande	1	175	176
Galleria		160	43,8	3,6	5334	Curve – Imbocco	97	28	125
Ramo 1 soprabanchina – 38 bocchette							648	343	991
	XXXVIII	35,4	1,8	20,0	250	Variazioni sezione – Curve			
	XXXVII	34,4	1,8	19,5	4	Innesti/diramazioni			
	XXXVI	33,5	1,8	18,9	4	Innesti/diramazioni			
	XXXV	32,6	1,8	18,4	4	Innesti/diramazioni			
	XXXIV	31,6	1,8	17,9	4	Innesti/diramazioni			
	XXXIII	30,7	1,8	17,4	4	Innesti/diramazioni			
	XXXII	29,8	1,8	16,8	4	Innesti/diramazioni			
	XXXI	28,8	1,8	16,3	4	Innesti/diramazioni			
	XXX	27,9	1,8	15,8	4	Innesti/diramazioni			
	XXIX	27,0	1,8	15,3	4	Innesti/diramazioni			
	XXVIII	26,1	1,8	14,7	4	Innesti/diramazioni			
	XXVII	25,1	1,8	14,2	4	Innesti/diramazioni			
	XXVI	24,2	1,8	13,7	4	Innesti/diramazioni			
	XXV	23,3	1,8	13,2	4	Innesti/diramazioni			
	XXIV	22,3	1,8	12,6	4	Innesti/diramazioni			
	XXIII	21,4	1,8	12,1	4	Innesti/diramazioni			
	XXII	20,5	1,8	11,6	4	Innesti/diramazioni			
	XXI	19,5	1,5	12,7	4	Innesti/diramazioni			
	XX	18,6	1,5	12,1	4	Innesti/diramazioni			



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**

PROGETTO DEFINITIVO

Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria

Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	20 di 27

	XIX	17,7	1,5	11,5	4	Innesti/diramazioni			
	XVIII	16,7	1,5	11,0	4	Innesti/diramazioni			
	XVII	15,8	1,3	11,9	4	Innesti/diramazioni			
	XVI	14,9	1,3	11,2	4	Innesti/diramazioni			
	XV	14,0	1,3	10,5	4	Innesti/diramazioni			
	XIV	13,0	1,1	11,5	4	Innesti/diramazioni			
	XIII	12,1	1,1	10,7	4	Innesti/diramazioni			
	XII	11,2	1,1	9,9	4	Innesti/diramazioni			
	XI	10,2	0,9	10,8	4	Innesti/diramazioni			
	X	9,3	0,9	9,8	4	Innesti/diramazioni			
	IX	8,4	0,8	10,7	4	Innesti/diramazioni			
	VIII	7,4	0,8	9,5	4	Innesti/diramazioni			
	VII	6,5	0,6	10,2	4	Innesti/diramazioni			
	VI	5,6	0,5	11,1	4	Innesti/diramazioni			
	V	4,6	0,5	9,2	4	Innesti/diramazioni			
	IV	3,7	0,4	9,7	4	Innesti/diramazioni			
	III	2,8	0,4	7,2	4	Innesti/diramazioni			
	II	1,9	0,3	6,6	4	Innesti/diramazioni			
	I	0,9	0,2	4,7	4	Bocchetta - Sbocco			
Totale parziale							800	930	1.730
Coefficiente sicurezza									10%
<b>Toatale</b>									<b>1.900</b>

Il ramo 2 di banchina presenterà, in conseguenza del bilanciamento effettuato, la stessa prevalenza del ramo 1 ma al contempo anche una portata maggiore (44,6 mc/s a cui corrispondono 48 bocchette) ed una lunghezza minore (pari ad un totale di 264 m).

La portata totale elaborata dai 2 rami di banchina sarà pari a 80 mc/s (a servizio di 86 bocchette) mentre la portata totale di stazione sarà pari a 160 mc/s con un totale di 172 bocchette soprabanchina.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**

PROGETTO DEFINITIVO

Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria

Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	21 di 27

**Scenario benessere - Soprabanchina**

<b>Scenario incendio in stazione – condotti soprabanchina – ramo 1 banchina</b>									
Tipologia	Settore	Portata (mc/s)	A (mq)	v (m/s)	Lunghezza (m)	Tipo perdite concentrate	Perdite distribuite (Pa)	Perdite concentrate (Pa)	Prevalenza totale (Pa)
Pozzo		114	15,4	7,4	128	Variazioni sezione - Griglie espulsione – Sbocco - Curve	17	8	25
Centrale		114	91,0	1,2	22	Variazioni sezione – Silenziatori – Serrande	1	175	176
Uscita centrale		114	35,4	3,2	30	Variazioni sezione – Innesti/diramazioni	2	6	8
Imbocco stazione		114	61,8	1,8	5	Variazioni sezione - Serrande	1	88	89
Galleria		114	43,8	2,6	5334	Curve – Imbocco	49	15	64
Ramo 1 soprabanchina – 38 bocchette							358	180	538
	XXXVIII	25,2	1,8	14,2	250	Variazioni sezione – Curve			
	XXXVII	24,5	1,8	13,9	4	Innesti/diramazioni			
	XXXVI	23,9	1,8	13,5	4	Innesti/diramazioni			
	XXXV	23,2	1,8	13,1	4	Innesti/diramazioni			
	XXXIV	22,5	1,8	12,7	4	Innesti/diramazioni			
	XXXIII	21,9	1,8	12,4	4	Innesti/diramazioni			
	XXXII	21,2	1,8	12,0	4	Innesti/diramazioni			
	XXXI	20,5	1,8	11,6	4	Innesti/diramazioni			
	XXX	19,9	1,8	11,2	4	Innesti/diramazioni			
	XXIX	19,2	1,8	10,9	4	Innesti/diramazioni			
	XXVIII	18,6	1,8	10,5	4	Innesti/diramazioni			
	XXVII	17,9	1,8	10,1	4	Innesti/diramazioni			
	XXVI	17,2	1,8	9,7	4	Innesti/diramazioni			
	XXV	16,6	1,8	9,4	4	Innesti/diramazioni			
	XXIV	15,9	1,8	9,0	4	Innesti/diramazioni			
	XXIII	15,2	1,8	8,6	4	Innesti/diramazioni			
	XXII	14,6	1,8	8,2	4	Innesti/diramazioni			



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**

PROGETTO DEFINITIVO

Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria

Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	22 di 27

	XXI	13,9	1,5	9,0	4	Innesti/diramazioni			
	XX	13,3	1,5	8,6	4	Innesti/diramazioni			
	XIX	12,6	1,5	8,2	4	Innesti/diramazioni			
	XVIII	11,9	1,5	7,7	4	Innesti/diramazioni			
	XVII	11,3	1,3	8,5	4	Innesti/diramazioni			
	XVI	10,6	1,3	8,0	4	Innesti/diramazioni			
	XV	9,9	1,3	7,5	4	Innesti/diramazioni			
	XIV	9,3	1,1	8,2	4	Innesti/diramazioni			
	XIII	8,6	1,1	7,6	4	Innesti/diramazioni			
	XII	7,9	1,1	7,0	4	Innesti/diramazioni			
	XI	7,3	0,9	7,7	4	Innesti/diramazioni			
	X	6,6	0,9	7,0	4	Innesti/diramazioni			
	IX	6,0	0,8	7,6	4	Innesti/diramazioni			
	VIII	5,3	0,8	6,7	4	Innesti/diramazioni			
	VII	4,6	0,6	7,3	4	Innesti/diramazioni			
	VI	4,0	0,5	7,9	4	Innesti/diramazioni			
	V	3,3	0,5	6,6	4	Innesti/diramazioni			
	IV	2,6	0,4	6,9	4	Innesti/diramazioni			
	III	2,0	0,4	5,2	4	Innesti/diramazioni			
	II	1,3	0,3	4,7	4	Innesti/diramazioni			
	I	0,7	0,2	3,4	4	Bocchetta - Sbocco			
Totale parziale							428	472	900
Coefficiente sicurezza									10%
<b>Toatale</b>									<b>990</b>



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**

PROGETTO DEFINITIVO

Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria

Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	23 di 27

**Scenario incendio in stazione - Sottobanchina**

<b>Scenario incendio in stazione – condotti soprabanchina – ramo 1 banchina</b>									
Tipologia	Settore	Portata (mc/s)	A (mq)	v (m/s)	Lunghezza (m)	Tipo perdite concentrate	Perdite distribuite (Pa)	Perdite concentrate (Pa)	Prevalenza totale (Pa)
Pozzo		96	15,4	6,2	30	Variazioni sezione - Griglie espulsione – Sbocco - Curve	5	8	13
Centrale		96	90,0	1,1	28	Variazioni sezione – Silenziatori – Serrande	1	91	92
Uscita centrale		96	35,4	2,7	35	Variazioni sezione – Innesti/diramazioni	1	4	5
Imbocco stazione		96	61,8	2,6	5	Variazioni sezione - Serrande	1	62	63
Galleria		96	43,8	2,2	5741	Curve – Imbocco	38	10	48
Ramo 1 soprabanchina – 38 bocchette		20,6			402	Variazioni sezione – Curve – Innesti/diramazioni	615	224	839
<b>Totale parziale</b>							661	399	1.060
<b>Coefficiente sicurezza</b>									10%
<b>Toatale</b>									<b>1.170</b>

In modo analogo a quanto descritto per il soprabanchina, il ramo 2 di banchina presenterà, in conseguenza del bilanciamento effettuato, la stessa prevalenza del ramo 1 ma al contempo anche una portata maggiore (27,4 mc/s, a cui corrispondono 48 bocchette) ed una lunghezza minore (pari ad un totale di 276 m).

La portata totale elaborata dai 2 rami di banchina sarà pari a 48 mc/s (a servizio di 86 bocchette) mentre la portata totale di stazione sarà pari a 96 mc/s con un totale di 172 bocchette soprabanchina.











**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Stazione Taormina e cameroni tecnologici in galleria  
 Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1709 001	B	27 di 27

#### 4) Riepilogo risultati

Nel seguito si riporta un riepilogo dei risultati di dimensionamento :

<b>Centrale 1 Soprabanchina</b>					
Punto	Scenario	Portata totale (mc/s)	n° ventilatori in parallelo	Portata per ventilatore (mc/s)	Prevalenza (Pa)
A	Disconnessione stazione/galleria	260	2	130	1.800
B	Disconnessione galleria doppia canna Taormina	170	2	85	1.380
C	Incendio in stazione	160	2	80	1.900
D	Benessere	114	1	114	990

<b>Centrale 2 Sottobanchina</b>					
Punto	Scenario	Portata totale (mc/s)	n° ventilatori in parallelo	Portata per ventilatore (mc/s)	Prevalenza (Pa)
A	Disconnessione stazione/galleria	260	2	130	1.450
B	Incendio in stazione	96	1	96	1.170
C	Benessere	114	1	114	1.650