

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. SICUREZZA, MANUTENZIONE ED INTEROPERABILITÀ

PROGETTO DEFINITIVO

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE
LOTTO 1+2

Galleria Alia

SCALA:

Analisi Preliminare di Rischio

-

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

RS3Z 00 D 04 SR SC0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato /
A	Emissione esecutiva	P. Caiazzo <i>[Signature]</i> M. Ponte <i>[Signature]</i>	Gennaio 2020	M. Ciarniello <i>[Signature]</i>	Gennaio 2020	A. Barreca <i>[Signature]</i>	Gennaio 2020	A. Nardinocchi Gennalo 2020 ITALFERR S.p.A. Ordine degli Ingegneri della Provincia di La Spezia Dot. Ing. Andrea Nardinocchi Iscritto all'Albo Professionale COD. N. A1263

File: Analisi Preliminare di Rischio RS3Z00D04SRSC0001001A.doc n. Elab.: 04_1

INDICE

I	PREMESSA	3
II	INTRODUZIONE	3
III	SINTESI DEI DATI DI RIFERIMENTO PER L'ANALISI	5
	<i>III.1 INQUADRAMENTO DELLA TRATTA</i>	<i>5</i>
	<i>III.2 INQUADRAMENTO DELLA GALLERIA.....</i>	<i>7</i>
	<i>III.3 MODELLO DI ESERCIZIO.....</i>	<i>11</i>
IV	PRINCIPALI STEP METODOLOGICI E IPOTESI DI STUDIO	13
	<i>IV.1 EVENTI CRITICI INIZIATORI: DATI E IPOTESI PER IL CALCOLO DELLE FREQUENZE.....</i>	<i>13</i>
	<i>IV.2 ETA: DEFINIZIONE DELLE SEQUENZE E CALCOLO DELLE PROBABILITÀ</i>	<i>17</i>
	<i>IV.3 CONSEGUENZE DEGLI SCENARI INCIDENTALI.....</i>	<i>18</i>
	<i>IV.4 CALCOLO DEL RISCHIO</i>	<i>20</i>
	<i>IV.5 CONCLUSIONI</i>	<i>30</i>
V	APPENDICE.....	31

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia																		
Analisi Preliminare di Rischio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>3 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	3 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	3 di 34											

I PREMESSA

La presente analisi preliminare ha lo scopo di stimare il livello di rischio associato alla galleria Alia, che si sviluppa sulla tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione, secondo i criteri e nella configurazione che saranno nel seguito dettagliati. Tali valutazioni sono state sviluppate in via preliminare per la presentazione al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del progetto definitivo del raddoppio della suddetta tratta (Lotto 1+2), nell’ambito del nuovo collegamento Palermo – Catania lungo la direttrice ferroviaria Messina – Catania – Palermo. In particolare, è stato preso in esame ed analizzato il quadro complessivo del sistema sicurezza allo scopo di dare evidenza del livello di sicurezza garantito agli utenti.

II INTRODUZIONE

Come anticipato in premessa, la presente analisi ha lo scopo di determinare il profilo di rischio associato alla galleria Alia, ricadente nel lotto funzionale 1+2 di interesse, per valutare il livello di sicurezza associato alla configurazione prevista dal progetto.

A tale scopo, lo studio è stato condotto conformemente alla normativa nazionale verticale in vigore sulle gallerie ferroviarie (DM 28/10/2005 *Sicurezza nelle gallerie ferroviarie*, di seguito DM), ed alle indicazioni sulla sua applicazione da parte del Gestore dell’infrastruttura ferroviaria (Linea Guida RFI per *l’applicazione dell’analisi del rischio estesa alle gallerie ferroviarie - DM del 28/10/2005*, RFI DSR SIGS LG 01 10 del 08/02/2011, di seguito LG), che rappresentano il riferimento anche per la metodologia di analisi e per i limiti quantitativi di accettabilità del rischio.

La galleria Alia, di lunghezza pari a circa 20km, è stata, dunque, esaminata nella configurazione di progetto, sulla base del traffico previsto dallo studio trasportistico relativo all’itinerario Fiumetorto – Lercara Diramazione (seconda macrofase funzionale).

La metodologia adottata nell’analisi si struttura nei seguenti passi principali:

- 1) Inquadramento della galleria:

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia																		
Analisi Preliminare di Rischio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>4 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	4 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	4 di 34											

- descrizione della galleria, con focus sugli aspetti aventi impatto sull'analisi di sicurezza;
 - definizione dei dati di base e delle ipotesi di studio, derivanti dalla configurazione dell'infrastruttura e dalla tipologia / entità del traffico previsto;
- 2) analisi dell'incidentalità della rete ferroviaria italiana aggiornata con i dati attuali:
- studio delle cause di innesco dei singoli eventi iniziatori;
 - valutazione dei tassi incidentali e determinazione dei ratei degli eventi iniziatori individuati;
- 3) definizione delle sequenze incidentali relative agli eventi selezionati tramite ETA, al fine di individuare gli scenari finali ritenuti credibili, con conseguente:
- calcolo delle frequenze di accadimento, tramite valutazione delle probabilità associate ai "gate" degli alberi;
 - valutazione delle conseguenze (numero di fatalità attese), tramite utilizzo di "modelli di letalità" basati sullo sviluppo di studi deterministici, per la valutazione dei fenomeni in gioco, e su modelli probabilistici, per la valutazione degli effetti dei fattori di rischio sulle persone esposte;
- 4) stima del Rischio:
- calcolo del livello di Rischio Atteso Totale, Rischio Atteso Individuale e Rischio Cumulato (mediante lo sviluppo di curve F-N);
 - valutazioni di tipo ALARP.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia																		
Analisi Preliminare di Rischio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>5 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	5 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	5 di 34											

III SINTESI DEI DATI DI RIFERIMENTO PER L'ANALISI

Nel presente capitolo si riporta una sintesi dei dati desunti dagli elaborati del progetto definitivo, necessari per lo sviluppo delle attività di analisi della galleria.

III.1 INQUADRAMENTO DELLA TRATTA

Il collegamento ferroviario tra Palermo e Catania fa parte del Corridoio n.5 Helsinki – La Valletta della Rete Trans-Europea di trasporto. Tale collegamento si sviluppa nel territorio siciliano secondo la direttrice Messina-Catania-Enna-Palermo, per consentire di servire i principali nodi urbani dell'isola. L'itinerario Palermo – Catania è attualmente costituito dalle seguenti tratte:

1. Palermo – Fiumetorto a doppio binario per un'estesa di circa 43 km;
2. Fiumetorto – Caltanissetta Xirbi a singolo binario per un'estesa di circa 82 km;
3. Caltanissetta Xirbi – Bicocca a singolo binario per un'estesa di circa 108 km;
4. Bicocca – Catania Centrale, parte a doppio binario (Bicocca - Catania Acquicella) e parte a singolo binario (Catania Acquicella – Catania Centrale) per un'estesa complessiva di circa 7 km.

La linea è interessata da un ampio progetto di investimento denominato “Nuovo Collegamento Palermo – Catania” che prevede una serie di interventi sulla tratta Fiumetorto – Bicocca, suddivisi nei seguenti lotti funzionali:

- Lotto “1+2”: tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione di circa 30 km;
- Lotto 3: tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi di circa 47 km;
- Lotto 4a: tratta Caltanissetta Xirbi – Enna Nuova di circa 27 km;
- Lotto 4b: tratta Enna Nuova - Dittaino di circa 15 km;
- Lotto 5: tratta Dittaino – Catenanuova di circa 22 km;
- Lotto 6: tratta Catenanuova – Bicocca di circa 37 km.

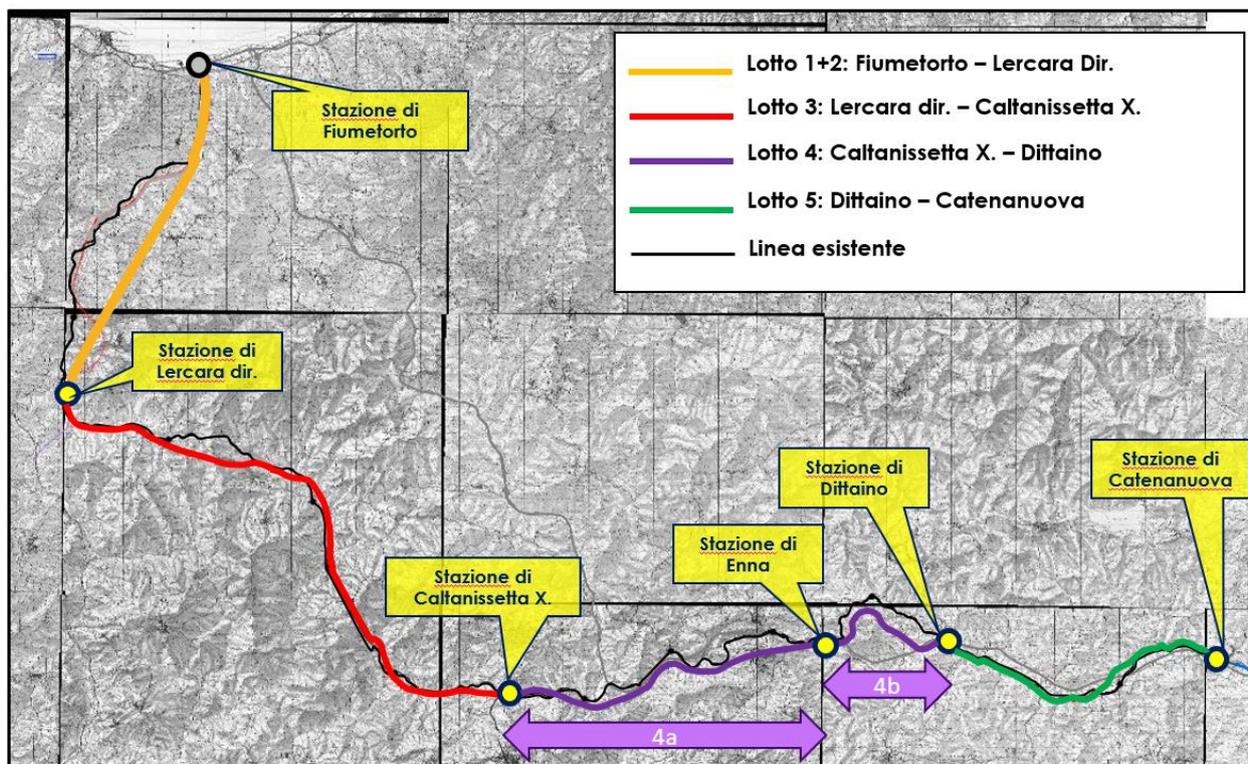


Figura 1- Inquadramento del nuovo collegamento Palermo - Catania

La presente relazione tiene conto dello sviluppo della progettazione definitiva dei lavori riguardanti il raddoppio della tratta Fiumetorto – Lercara diramazione (denominata anche lotto 1+2), ricompresa tra Fiumetorto e la stazione di Lercara (inclusa), dal km 0+000 al km 29+800 circa (pk BP).

L'intervento è realizzato in un unico lotto a doppio binario con un primo tratto allo scoperto di circa 8 km, una lunga galleria intermedia a doppia canna di circa 19,9 km (galleria Alia) e un secondo tratto allo scoperto di circa 2 km. È prevista la realizzazione sulla linea nuova delle stazioni di Cerda (pk BP 1+900 circa), Valle del Torto (pk BP 6+900 circa) e Lercara (pk BP 29+150 circa)

III.2 INQUADRAMENTO DELLA GALLERIA

Dati geometrici e dotazioni di sicurezza

La galleria Alia, ricadente nel lotto 1+2 della tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione, si estende tra le pk 28+046 BP. (imbocco lato Catania) e 8+092 BP (imbocco lato Palermo), per una lunghezza complessiva di 19.954 m. La galleria è a doppia canna, con una sezione realizzata in piccola parte in scavo tradizionale (dall’imbocco lato PA per circa 400 m) e per la restante prevalente parte in scavo meccanizzato (Figura 2):

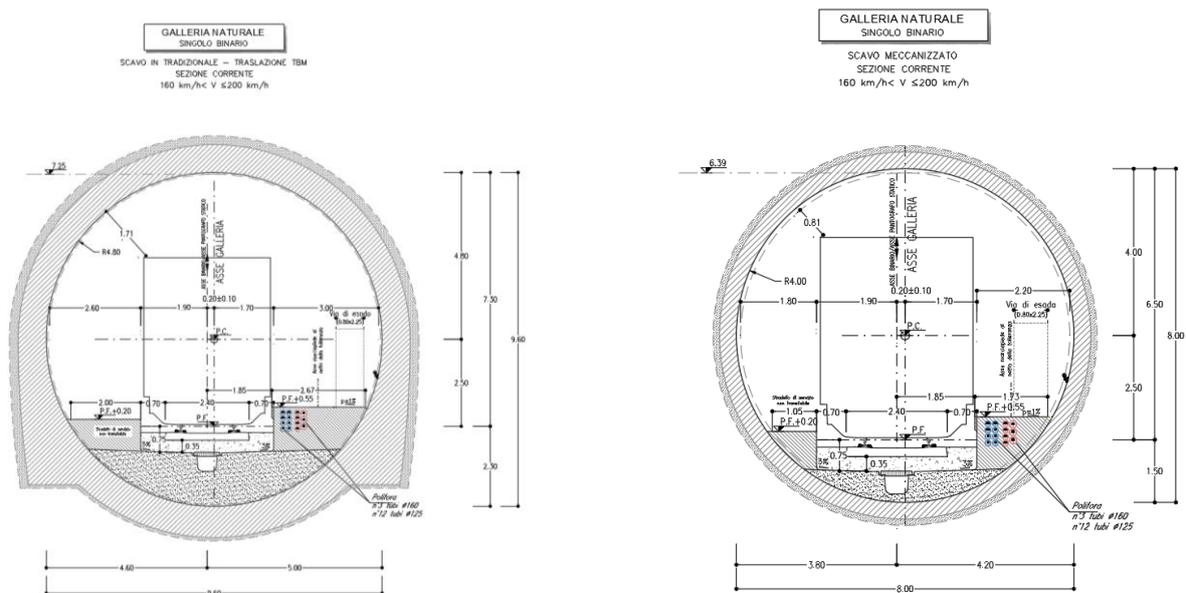


Figura 2- Sezioni di intradosso galleria naturale a singolo binario: scavo in tradizionale e scavo meccanizzato

L’area libera di riferimento per la presente analisi è di circa 43 m² per la sezione in scavo meccanizzato e 56 m² per quella in scavo tradizionale. Le sezioni di intradosso sono definite in accordo agli standard RFI per Gabarit C (PMO 5) e compatibilmente con le velocità di tracciato previste, ovvero fino a 200 km/h. Al loro interno è previsto l’alloggiamento dell’armamento tradizionale con traverse tipo “RFI-240” poggiate su ballast ed elettrificazione a c.c. a 3 kV.

Le sezioni di intradosso della galleria presentano un marciapiede d’esodo solo su un lato della galleria, con una larghezza non inferiore a 120 cm e corredato da corrimano posto

sul paramento interno della galleria ad una quota di 1m dal piano di calpestio del marciapiede.

La galleria presenta un andamento altimetrico senza inversione di pendenza, in salita dall'imbocco lato Fiumetorto, con pendenza del valore massimo del 16‰.

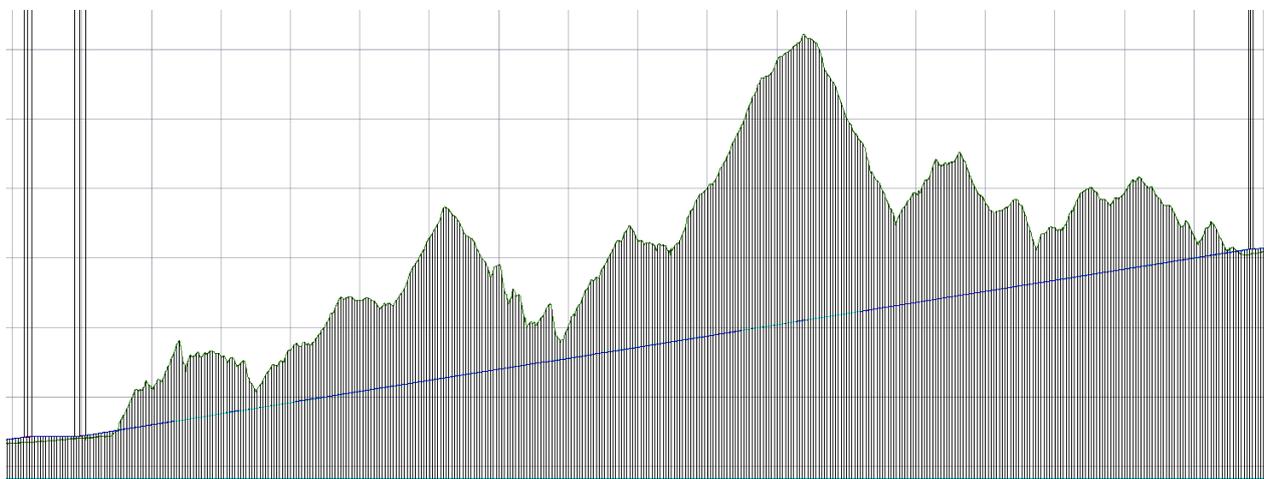


Figura 3- Profilo Galleria Alia

In considerazione del fatto che le opere in sotterraneo presentano una configurazione a doppia canna, la gestione della sicurezza in galleria è affidata alla realizzazione di collegamenti trasversali pedonali intermedi tra le due canne (by pass). Tali collegamenti sono predisposti ad interasse pari a 500 metri massimo. Coma da previsto dal Manuale di Progettazione RFI, le gallerie non saranno dotate di nicchie di ricovero del personale ma solo di nicchie tecnologiche.

Agli imbocchi della galleria sono previsti FFP, per la progettazione dei quali sono stati seguiti i seguenti criteri generali di sicurezza:

- o da ogni marciapiede di FFP è garantito il raggiungimento di un piazzale di emergenza da 500 m² evitando, per quanto possibile in relazione all'impatto tecnico economico delle soluzioni, l'utilizzo da parte degli esodanti di attraversamenti pedonali a raso dei binari;

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia																		
Analisi Preliminare di Rischio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>9 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	9 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	9 di 34											

- da ogni marciapiede di FFP è garantita la possibilità di esodare in due direzioni opposte (in relazione all'eventualità di un incendio al centro del treno) verso un piazzale di emergenza.

Gli accessi per i soccorritori (Figura 4) saranno previsti in corrispondenza degli imbocchi, dove sarà installato un piano a raso carrabile per l'ingresso in galleria dei mezzi bimodali. Di seguito si riporta uno schematico della galleria con l'indicazione delle uscite/accessi, dei by-pass e degli FFP previsti:

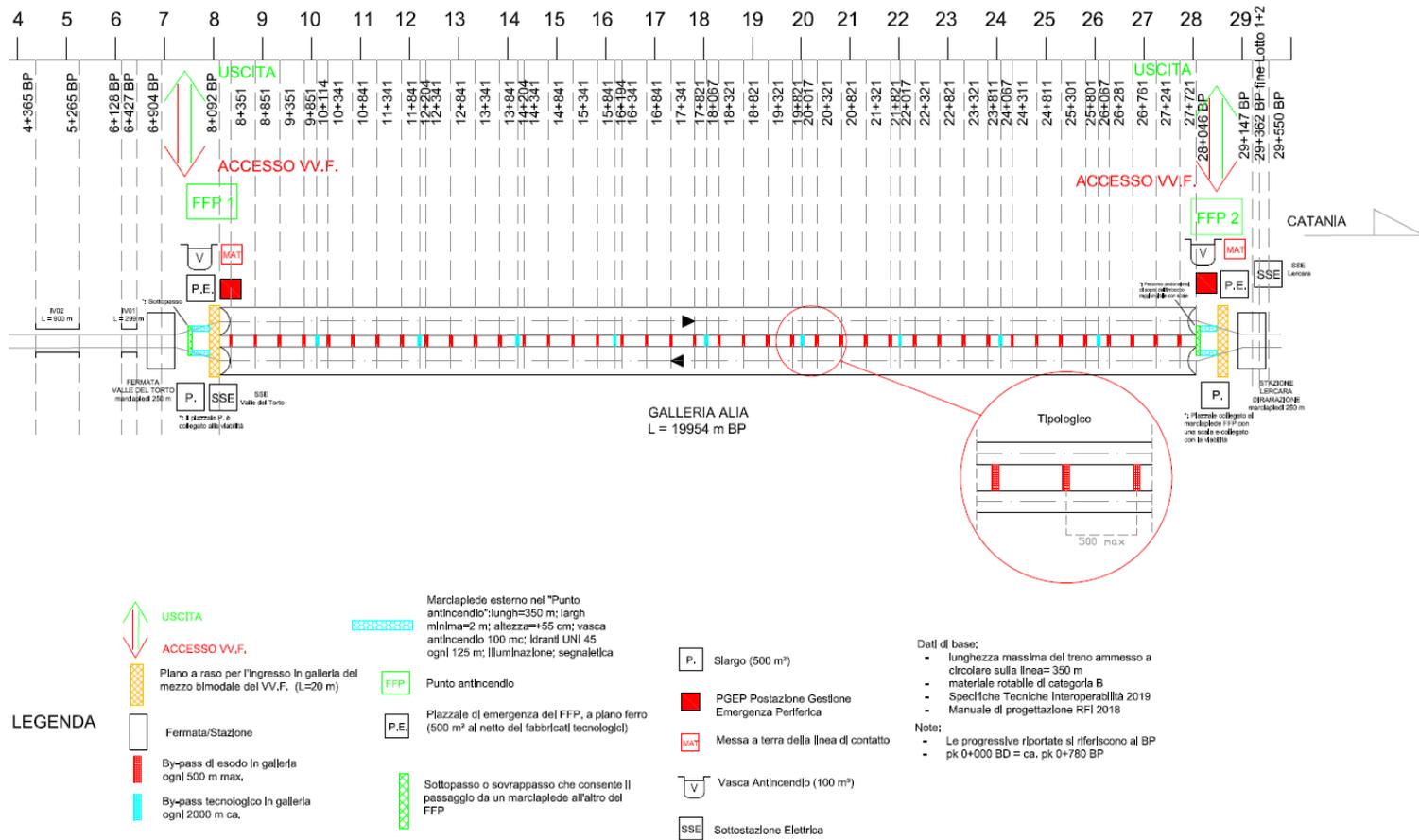


Figura 4- Schema Generale Uscite/Accessi

Segnalamento

In relazione al sistema di distanziamento, considerando che sull'intero corridoio Palermo-Catania sarà previsto un servizio con materiale rotabile con velocità fino a 200 km/h, ne consegue che la tratta di linea a doppio binario banalizzata Fiumetorto-Lercara Diramazione e la tratta a semplice binario (linea veloce) Lercara Dir. – PM Maracatobianco saranno attrezzate (quindi anche il lotto specifico 1+2), con BAcf con emulazione RSC a 9 codici del tipo reversibile a due aspetti¹; pertanto, dai segnali di partenza dei posti di servizio nei due sensi marcia (Lercara e Cerda), è possibile ipotizzare il posizionamento dei segnali di blocco lungo linea a distanza di circa 5400m ed in particolare in galleria ricadranno segnali alle seguenti pk, distinti per binario:

	pk BP		pk BD
imbocco lato Fiumetorto	8092		8092
PBA	11230		8555
PBA	16630		13955
PBA	22030		19355
Protezione Lercara	27850		24755
imbocco lato Lercara	28046		28046

III.3 MODELLO DI ESERCIZIO

La tratta in oggetto sarà interessata da traffico a lunga percorrenza, regionale e merci. Di seguito (Tabella 1) sono elencate le tipologie di traffico previste, per complessivi 103 treni al giorno:

¹ Cfr. RS3Z00D67ROIS0000001A - Relazione Tecnica IS-SCMT-CTC- SCCM (§5.3)

Tabella 1 – Dati di Traffico

Tipologia di servizio	Treni/giorno	Diurni	Notturni
Treni Passeggeri	96	86	10
<i>di cui LP</i>	12	10	2
<i>di cui REG</i>	84	76	8
Treni Merci	7	5	2
<i>Totale</i>	103	91	12

I suddetti treni sono stati considerati equiripartiti per binario.

In assenza di un dato specifico per la tratta in esame, si è assunta una percentuale di treni merci pericolose pari al 10% sul totale treni merci (percentuale desunta dal CNT).

Per il numero di passeggeri a bordo treno si è fatto riferimento alla Linea Guida RFI che prevede un numero di viaggiatori pari a 420 per i treni a lunga percorrenza (LP) e 180 per i treni regionali, corrispondenti rispettivamente ad una capienza di 700 passeggeri per treni LP e di 300 per treni regionali (coefficiente di riempimento pari a 0,6). La capacità dei treni merci è invece posta pari a 2 (i macchinisti).

La linea è progettata per una velocità di tracciato fino a 200 Km/h. La velocità dei treni al momento dell'incidente è stata posta pari alla velocità di rango (sempre come da LG RFI) riferita a treni passeggeri e merci.

I valori di riferimento per la galleria Alia della tratta Fiumetorto – Lercara diramazione sono di seguito riportati:

		Velocità (km/h)
Treni LP	<i>Rango C</i>	200
Treni REG	<i>Rango B/C</i>	180
Treni Merci	<i>Rango A</i>	140

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia																		
Analisi Preliminare di Rischio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>13 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	13 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	13 di 34											

IV PRINCIPALI STEP METODOLOGICI E IPOTESI DI STUDIO

La metodologia impiegata per le valutazioni di rischio per la galleria è stata elaborata in accordo con i principali step metodologici individuati dall'Allegato III al DM e si sviluppa come segue:

- sulla base dei dati incidentali disponibili, sono stati individuati i principali eventi iniziatori e valutate le frequenze in relazione al sistema oggetto di analisi, tenendo conto dei dati di traffico e di tutti i dati di base;
- sono stati sviluppati alberi degli eventi e valutate le probabilità associate ai *gate* per rappresentare le sequenze considerate come applicabili al sistema;
- sono stati applicati modelli di calcolo delle conseguenze per valutare le letalità associate agli scenari incidentali finali;
- è stata elaborata una curva del rischio relativa al sistema, rappresentata nel piano F-N e confrontata con gli obiettivi di sicurezza indicati dal suddetto DM.

IV.1 EVENTI CRITICI INIZIATORI: DATI E IPOTESI PER IL CALCOLO DELLE FREQUENZE

In generale, al fine di identificare gli eventi critici iniziatori, è necessaria un'analisi incrociata tra i dati provenienti dal campo (monitoraggio, *reporting*) e i risultati dell'applicazione di metodi creativi e/o empirici al sistema in esame.

Le analisi condotte nell'ultimo ventennio, ed in particolare le valutazioni quantitative elaborate dalla pubblicazione del DM sulla sicurezza delle gallerie ferroviarie, hanno evidenziato che i principali pericoli e i possibili eventi indesiderati derivanti individuati per una generica linea ferroviaria sono in generale applicabili al sistema galleria, a meno di alcune classi di eventi che possono verificarsi solo in presenza di determinate condizioni (tipo di traffico, collocazione geografica, fattori ambientali, etc.) e/o caratteristiche strutturali dell'infrastruttura (tipo di configurazione, profilo plano-altimetrico, presenza di stazioni in sotterraneo, etc.).

	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2</p> <p>Galleria Alia</p>																		
<p>Analisi Preliminare di Rischio</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>14 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	14 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	14 di 34											

Sulla base dell'analisi statistica dei dati storici incidentali italiani dal **2001** al **2018**, ultimo aggiornamento disponibile (BDS, Banca Dati di Sicurezza e BDP, Banca Dati Pericoli) si possono definire gli eventi critici iniziatori, tenendo presente gli scenari incidentali di riferimento (DM, Allegato III):

- Deragliamento
- Collisioni / urti
- Incendio di materiale rotabile
- Incidenti relativi al trasporto di merci pericolose (emissioni gas/liquidi, ecc.)

Gli eventi iniziatori selezionati assicurano una copertura delle tipologie plausibili di incidenti che possono presentarsi durante l'esercizio di una galleria ferroviaria.

Per valutare le frequenze associate, si calcolano i tassi incidentali (eventi/treno-km) e successivamente le frequenze associate al sistema in esame, moltiplicando i tassi su scala nazionale per lunghezza e traffico annuo di riferimento della galleria (ratei degli eventi iniziatori).

Al fine di avere una stima affidabile dei tassi è stata sviluppata la seguente analisi:

- analisi della qualità della base statistica (interpretazione critica dei dati);
- stima di eventuali *trend* dei tassi incidentali (eventi/treno-km);
- stima dell'incertezza dei tassi.

Per il calcolo dei tassi sono stati utilizzati dati incidentali della rete ferroviaria italiana relativi al periodo 2001-2018 (BDS-BDP), riferiti ad eventi classificabili come incidenti UIC/Significativi tipici accaduti in circolazione.

L'analisi dei dati storici e l'individuazione di una linea di tendenza dei valori dei tassi incidentali ha consentito l'estrapolazione del valore del tasso dell'evento incidentale considerato, riferito al solo anno successivo (2019), al fine di contenere l'errore.

Le percorrenze utilizzate per rapportare il numero di incidenti ai treno-km sono riportate nella tabella seguente (fonte BDSTAT-Trenitalia per gli anni 2001-2010 e PIC per gli anni 2011-2018).



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA
 DIRAMAZIONE LOTTO 1+2**

Galleria Alia

Analisi Preliminare di Rischio

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	15 di 34

Tabella 2: Percorrenze Italia 2001-2018 (Treni-km, valori in migliaia)

	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
Viaggiatori	307.847	298.094	294.481	286.668	279.772	281.052	263.572	267.253	267.383	264.568	264.845	265.516	266.533	262.658	260.056	255.584	253.925	252.296
- di cui media/lunga percorrenza	111.464	103.533	98.961	93.125	91.354	90.541	75.708	76.783	78.097	77.428	77.359	79.678	81.207	82.144	82.946	82.574	82.550	82.473
- di cui trasporto regionale	193.817	194.495	195.520	193.542	188.418	190.511	187.864	190.470	189.286	187.140	187.485	185.838	185.326	180.514	177.110	173.010	171.375	169.823
Viaggiatori Cisalpino (100% Nazionale)/altro		66								1.797	2.771	2.708	2.445	1.830				
Merci	52.041	51.724	51.472	50.115	40.818	40.298	39.932	40.398	30.750	36.110	52.214	58.679	60.099	58.309	62.270	58.805	61.700	62.420
Servizio	3.646	3.793	3.726	11.190	10.271	10.854	11.130	10.426	3.681	4.702	6.532	6.484	9.450	8.408	9.953	7.177	3.541	10.325
<i>Nel complesso</i>	363.534	353.611	349.678	347.972	330.861	332.204	314.633	318.078	301.815	307.177	326.361	333.387	338.527	331.206	332.279	321.566	319.166	325.041

Fonte: BDSTAT-Trenitalia, per i dati fino al 2010, e PIC, per gli anni 2011-2018.

Deragliamento

Per ogni anno è stato calcolato il valore del tasso di deragliamento, espresso in eventi/treno-km, e si è individuato il *trend* dei dati ottenuti. Dall'analisi dei dati incidentali disponibili si evince che il tasso di deragliamento dipende dal tipo di servizio (passeggeri o merci).

I tassi calcolati mostrano un andamento decrescente nel tempo, sia per l'evento deragliamento di treni passeggeri che per quello di treni merci, per cui si è valutata una linea di tendenza di tipo esponenziale (al netto degli zeri).

Il valore del tasso ottenuto estrapolando la linea di tendenza al 2019 viene dunque moltiplicato per lunghezza e traffico annuo, al fine di valutare la frequenza (rateo di deragliamento) riferita alla galleria.

Collisione

Per ogni anno è stato calcolato il numero delle collisioni tra treni espresso in relazione ai treni-km; dal 2007 il numero di collisioni tra treni classificate come incidenti significativi in circolazione è pari a zero. Dalle elaborazioni risulta che l'evento può essere considerato trascurabile.

Incendio

Per ogni anno, è stato calcolato il valore del tasso di incendio di materiale rotabile/treno-km e si è individuato il *trend* dei dati ottenuti. Dall'analisi dei dati incidentali disponibili, si evince che il tasso di incendio dipende dal tipo di servizio (passeggeri o merci).

Il tasso di incendio di treno passeggeri mostra un andamento decrescente nel tempo, per cui si è valutata una linea di tendenza di tipo esponenziale (al netto degli zeri). Il valore del tasso ottenuto estrapolando la linea di tendenza al 2019 viene dunque moltiplicato per lunghezza e traffico annuo, al fine di valutare la frequenza (rateo di deragliamento) riferita alla galleria.

Il tasso di incendio treno merci, invece, non presenta un marcato *trend* decrescente e pertanto, viene preso a riferimento un valore medio.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2</p> <p>Galleria Alia</p>																		
<p>Analisi Preliminare di Rischio</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>17 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	17 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	17 di 34											

IV.2 ETA: DEFINIZIONE DELLE SEQUENZE E CALCOLO DELLE PROBABILITÀ

L'analisi per la determinazione degli scenari incidentali finali "credibili", a partire dagli eventi iniziatori selezionati, è sviluppata utilizzando la tecnica degli Alberi degli Eventi (ETA – Event Tree Analysis). In particolare, per i treni passeggeri vengono studiati separatamente gli eventi di deragliamento con diretto pericolo per i viaggiatori (deragliamento grave), rispetto agli svii in grado di provocare danni solo in seguito a successivi sviluppi e viene definita la sequenza incidentale di incendio a partire dagli eventi "gravi" (incendio pienamente sviluppato che può potenzialmente comportare feriti gravi e/o fatalità e/o danni severi al materiale rotabile).

Definite le sequenze incidentali sulla base dello sviluppo degli alberi degli eventi, la frequenza degli scenari finali individuati viene valutata combinando le probabilità associate a ciascuna biforcazione ("gate" dell'albero) caratterizzante le sequenze stesse.

Tali biforcazioni (e le relative probabilità) vengono generalmente determinate sulla base delle caratteristiche della galleria in esame (ad es. tratto a singola/doppia canna), presenza di segnali (ad es. accodamenti), del traffico considerato (passeggeri/merci, fascia diurna/notturna) e di assunzioni di carattere generale che sono anche il risultato di un'analisi di dettaglio della banca dati incidentale utilizzata (ad es. incendio a seguito di svio).

Le sequenze considerate per la galleria Alia sono rappresentate nella sezione di calcolo del rischio tramite alberi degli eventi, da cui si evincono le biforcazioni ritenute applicabili, la frequenza dell'evento iniziatore e le probabilità associate ai *gate*, nonché le conseguenze associate ai singoli rami (scenari base e scenari complessi).

Nello studio del deragliamento, in particolare, solo in presenza di treni trasportanti merci pericolose viene presa in esame anche la probabilità di incendio successivo allo svio.

Nello studio dell'incendio viene valutato il possibile arresto in galleria del treno.

Nello sviluppo delle sequenze incidentali, in generale, in presenza di un treno incendiato viene preso in considerazione, laddove possibile, il coinvolgimento di ulteriori treni passeggeri sopraggiungenti sullo stesso binario (accodamento).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia																		
Analisi Preliminare di Rischio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>18 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	18 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	18 di 34											

IV.3 CONSEGUENZE DEGLI SCENARI INCIDENTALI

La valutazione delle conseguenze di eventi complessi necessita di un approccio sistematico e si basa, pertanto, su “modelli di letalità”.

Per ogni evento iniziatore (deragliamento, collisione, incendio di materiale rotabile), il modello stima il numero atteso di fatalità utilizzando come dati in input i seguenti:

- tipologia di treni coinvolti;
- occupazione dei convogli²;
- velocità al momento dell'incidente;
- sviluppo degli eventi consecutivi.

Le conseguenze di “deragliamento” e collisione” sono influenzate principalmente dall'esercizio della galleria (velocità dei convogli), mentre le conseguenze relative agli “incendi” dipendono fortemente dalle caratteristiche della galleria e dalla tipologia di materiale rotabile.

Per la stima delle conseguenze di un incendio si valutano, tramite l'utilizzo di codici CFD (FDS) e modelli di esodo:

- evoluzione della potenza termica;
- flussi dei fumi e concentrazioni delle specie chimiche tossiche/irritanti;
- evacuazione dal tunnel delle persone.

In generale, in base ai risultati di studi deterministici effettuati, gli incendi originati su treni passeggeri/ treni merci sono caratterizzati da un tempo di sviluppo del picco di potenza, nel range 10÷50 MW, pari a 10 min dall'innescò e da una durata del fenomeno nell'ordine dell'ora. Per i treni trasportanti merci pericolose i tempi di sviluppo considerati sono pari a 5 min e le potenze di picco possono arrivare fino a 200 MW, con durata nell'ordine dell'ora. Per incendi di locomotori diesel le potenze di picco sono dell'ordine dei 100 MW, con durata nell'ordine dei minuti.

La tabella riportata di seguito sintetizza le caratteristiche degli scenari incidentali: la prima colonna riporta il numero di riferimento associato alla simulazione, la seconda ne descrive

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia								
	Analisi Preliminare di Rischio	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.
	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	19 di 34

gli obiettivi, mentre la terza e l'ultima indicano rispettivamente lo scenario preso in esame e le principali ipotesi della modellazione utilizzata:

N°	Descrizione Scenari	Obiettivi delle simulazioni	Modellazione
1	Incendio di treno merci (con merce coinvolta)	Calcolo dei fattori di rischio nella galleria lungo il percorso di esodo e valutazione del raggio di azione del flusso di pericolo	Curva di incendio con picco nominale pari a 50 MW, tempo di crescita di 600 s e durata ≥ 1 ora Reazione: PVC
2	Incendio di treno passeggeri	Calcolo dei fattori di rischio nella galleria lungo il percorso di esodo e valutazione del raggio di azione del flusso di pericolo	Curva di incendio con picco nominale pari a 10 MW, tempo di crescita di 600 s e durata ≥ 1 ora Reazione: PVC
3	Incendio di treni merci pericolose (con merce coinvolta)	Calcolo dei fattori di rischio nella galleria valutazione del raggio di azione del flusso di pericolo	Curva di incendio con picco pari a 150-200 MW, raggiunto in 5 minuti, con durata dell'incendio ≥ 1 ora. Reazione: Ottano

Nello studio dell'incendio, per la definizione dei parametri in gioco, si è tenuto conto del traffico previsto nella galleria in esame e delle sue caratteristiche geometriche.

In appendice si riportano gli andamenti della concentrazione di CO ottenuti dalle simulazioni di incendio sviluppate per il Treno Passeggeri, il Treno Merci ed il Treno trasportante Merci Pericolose. Inoltre, si riportano le temperature registrate in galleria per le diverse tipologie di incendio (da Figura 18 a Figura 20).

Per quel che riguarda l'esodo, in generale per gallerie lunghe a sezione ridotta (30-35 mq fino a 40-45mq) le condizioni di visibilità sono tali da comportare velocità di esodo prossime a 0,3 m/s nelle vicinanze del focolaio. Sulla base della larghezza del marciapiede, dell'affollamento treni e quindi della densità di persone lungo il percorso di evacuazione, tali velocità possono subire incrementi, nel range 0,3 m/s e 0,6 m/s, in allontanamento dal focolaio, tanto più significativi in ragione dell'ampiezza dell'area libera della sezione.

Per la galleria Alia è stata implementata la correlazione velocità di esodo/visibilità sulla base dei risultati delle simulazioni di incendio elaborate mediante il codice FDS/NIST. Di seguito si riportano le curve di visibilità/tempo a diverse distanze dal focolaio (Figura 5):

² Cfr. Linea Guida per l'applicazione dell'analisi di rischio estesa alle gallerie ferroviarie – DM 28/10/2005 – RFI, 2011

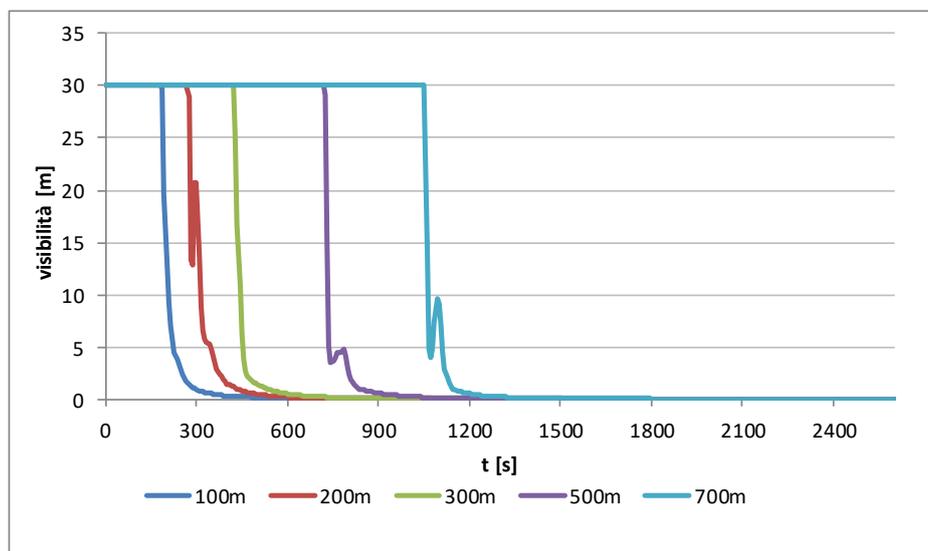


Figura 5: Andamento della visibilità nel tempo a diverse distanze dal focolaio (incendio TP)

IV.4 CALCOLO DEL RISCHIO

I risultati dei precedenti step dell'analisi, in particolare la determinazione di frequenze e conseguenze degli scenari incidentali finali, consentono la valutazione del livello di rischio, che viene espresso mediante indicatori misurabili:

- Rischio Atteso Totale (R);
- Rischio Atteso Individuale (IR);
- Rischio Cumulato (CR).

Il DM fissa un livello di accettabilità del rischio individuale, espresso in fatalità/(passeggeri-km-anno):

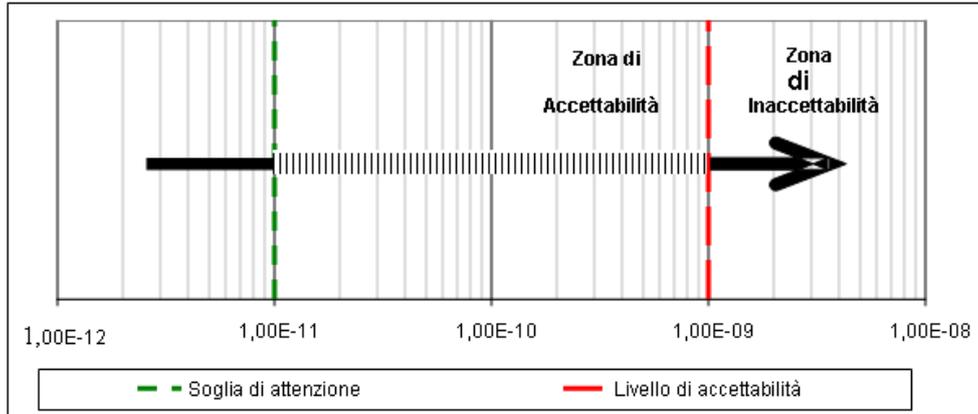


Figura 6: Livelli di accettabilità del Rischio Individuale nelle gallerie ferroviarie

L'indicatore di rischio cumulato consente di valutare gli effetti dell'evoluzione degli eventi pericolosi sui passeggeri esposti.

Il DM stabilisce una soglia di accettabilità introducendo un criterio di limitazione sul piano F-N:

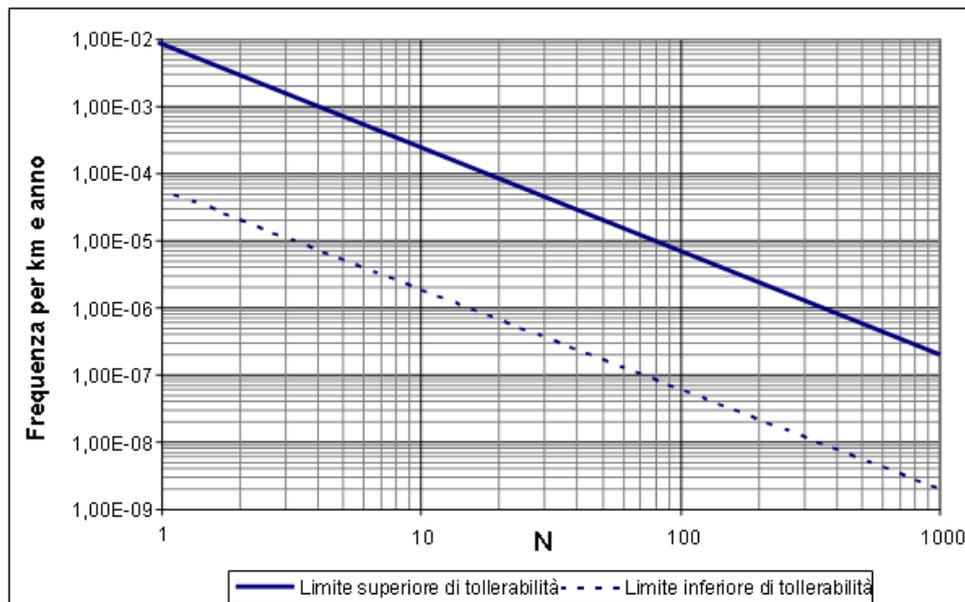


Figura 7: Livelli di accettabilità del Rischio Cumulato nelle gallerie ferroviarie

Il limite superiore ed il limite inferiore (o soglia di attenzione) di tollerabilità definiscono, al loro interno, la regione ALARP. Qualora il rischio calcolato ricadesse in tale zona,

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia																		
Analisi Preliminare di Rischio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>22 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	22 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	22 di 34											

dovrebbero essere compiuti sforzi, se ragionevolmente praticabili, per ricondurre il profilo di rischio nella zona di accettabilità.

Il rischio cumulato ed il rischio atteso individuale costituiscono, insieme, le grandezze di riferimento per l'accettabilità del livello di sicurezza del passeggero associato alla specifica galleria.

Al fine di calcolare il valore di tali indicatori di rischio sono stati valutati gli scenari incidentali possibili e calcolate le relative frequenze/conseguenze, così come rappresentato negli alberi degli eventi di seguito riportati:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA
 DIRAMAZIONE LOTTO 1+2

Galleria Alia

Analisi Preliminare di Rischio

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	23 di 34

Deragliamento TP [eventi/anno]	Deragliamento con fatalità			
		Frequenza	Conseguenze	ID
2,56E-03				
	0,167	4,27E-04	6	Dg1
	0,833	2,13E-03	0	D1

Figura 8: Galleria Alia - Albero di deragliamento treno passeggeri



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA
 DIRAMAZIONE LOTTO 1+2**

Galleria Alia

Analisi Preliminare di Rischio

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	24 di 34

**Deragliamenti TM
[eventi/anno]**

1,09E-03

Frequenza	Conseguenze	ID
1,09E-03	0	D2

Figura 9: Galleria Alia - Albero di deragliamenti treno merci



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA
 DIRAMAZIONE LOTTO 1+2

Galleria Alia

Analisi Preliminare di Rischio

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	25 di 34

Deragliamento TMP [eventi/anno]	Rilascio/incendio	accodamentoTP	Frequenza	Conseguenze	ID
1,21E-04					
	0,2	0,00002	4,24E-10	68	D2MP-I-acc
	0,8	0,99998	2,43E-05	1	D2MP-I
			9,70E-05	0	D2MP

Figura 10: Galleria Alia - Albero di deragliamento treno merci pericolose

Incendio TP [eventi/anno]	Incendio locomotore/ materiale rimorchiato	Arresto in galleria	accodamento altro TP	Frequenza	Conseguenze	ID
				7,56E-05	0,769	0,500
	0,231	0,500	0,999997	2,91E-05	0	I1A
		0,438	0,000003	2,45E-11	0	I1A-acc
		0,563	0,999997	7,63E-06	0	I1A
				9,81E-06	0	I1

Figura 11: Galleria Alia - Albero di incendio treno passeggeri

Incendio TM [eventi/anno]	Incendio locomotore/ materiale rimorchiato	Tipologia treno TMP/TM	Arresto in galleria	accodamento altro TP	Frequenza	Conseguenze	ID
					4,73E-04	0,889	0,500
	0,111		0,500	0,999997	2,10E-04	0	I2locA
					2,10E-04	0	I2loc
		0,100	0,0071	0,00002	6,53E-13	69	I2MPA-acc
		0,900	0,9929	0,99998	3,73E-08	1	I2MPA
					5,22E-06	0	I2mr
			0,0391	0,00001	1,65E-11	6	I2mrA-acc
			0,9610	0,99999	1,85E-06	0	I2mrA
					4,54E-05	0	I2mr

Figura 12: Galleria Alia - Albero di incendio treno merci/merci pericolose

Sulla base delle sequenze individuate e delle frequenze/conseguenze associate agli scenari finali, il profilo di rischio della galleria Alia è rappresentato nel seguente grafico, evidenziando separatamente il rischio comportato da deragliamenti ed incendio di materiale rotabile:

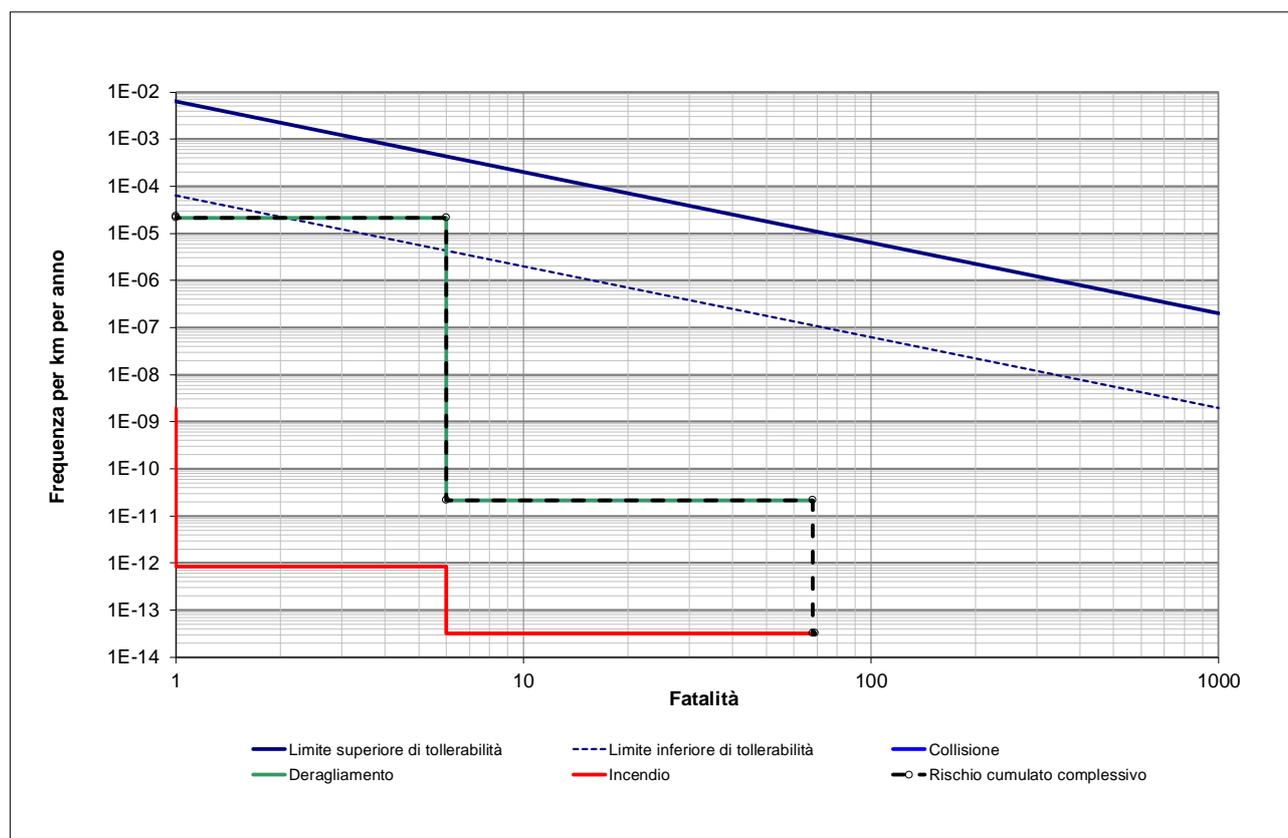


Figura 13: Rischio Cumulato per la galleria Alia

La curva di rischio cumulato ricade in zona ALARP solo in corrispondenza del tratto compreso tra 2 e 6 fatalità. La posizione nel piano F-N è sostanzialmente riconducibile agli scenari freddi, in particolare allo svio di treni passeggeri.

In tal senso, si fa presente che i dati utilizzati per la stima delle frequenze:

- sono relativi all'intera rete ferroviaria, comprendente stazioni, piazzali di manovra, tratti in linea aperta e tratti in galleria;

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2								
	Galleria Alia								
Analisi Preliminare di Rischio	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO
	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	29 di 34

- coprono circa un ventennio, in cui il sistema si è evoluto da un punto di vista infrastrutturale e tecnologico;
- sono associati a linee caratterizzate da attrezzaggi ed equipaggiamenti differenti, oltre che da un traffico diverso per entità e tipologia (*i.e.* linee tradizionali o di recente realizzazione, linee lente e linee AV, linee scarso traffico o alta capacità, etc.);
- associati a linee ricadenti in aree con caratterizzazione idrogeologica potenzialmente differente.

Il contributo degli scenari caldi, residuale, ricade in piena accettabilità. Tale risultato è ancora più significativo se si considera che nell'analisi è adottato un approccio conservativo, non considerando l'apporto del FFP in galleria (in termini mitigativi) né il contributo della "running capability" che avrebbe impatto sulle frequenze di arresto di un treno incendiato in galleria (misura preventiva).

Il Rischio Individuale (fatalità/(passeggeri-km-anno) per la galleria in esame è accettabile, anche se di poco oltre la soglia di attenzione:

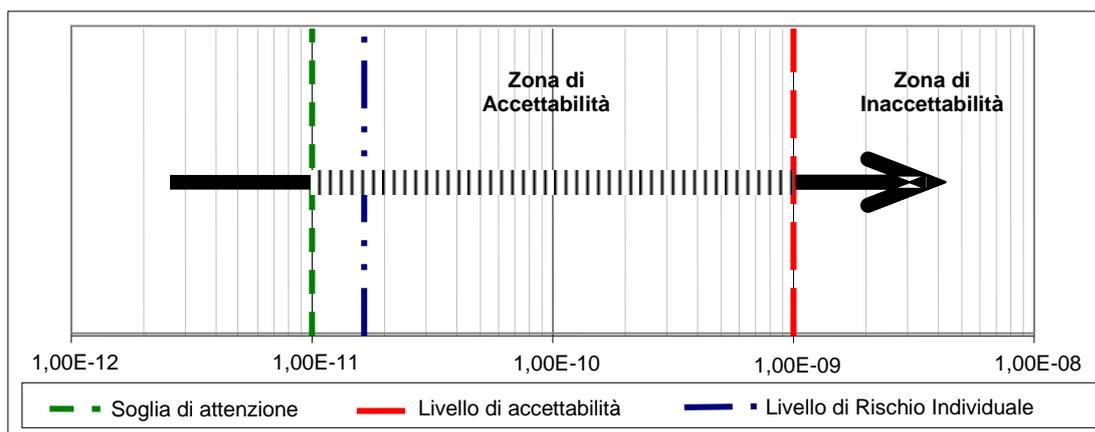


Figura 14: Rischio Individuale per la galleria Alia pari a $1,76E-11$ (Rischio totale: $2,58E-03$ fat/anno)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2 Galleria Alia																		
Analisi Preliminare di Rischio	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>OPERA/DISCIPLINA</th> <th>PROG.</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Z</td> <td>00</td> <td>D</td> <td>04</td> <td>SR</td> <td>SC0001</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>30 di 34</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO	RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	30 di 34
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS3Z	00	D	04	SR	SC0001	001	A	30 di 34											

IV.5 CONCLUSIONI

L'analisi di rischio preliminare elaborata per la galleria Alia, nelle ipotesi e sulla base dei dati sintetizzati al § III, presenta in esito un profilo di rischio ricadente in zona ALARP solo per un breve tratto (Figura 13).

La posizione del profilo nel piano F-N è riconducibile a scenari freddi, in particolare allo svio di treno passeggeri. Data l'eterogeneità del sistema monitorato, il rischio calcolato sulla base dei dati registrati può ritenersi valutato in ipotesi cautelative, oltre che normalmente gestito in virtù dell'applicazione dei codici di buona pratica e delle procedure in uso (esercizio, manutenzione, ecc.).

Relativamente all'aliquota di rischio associata all'incendio di materiale rotabile, questa si attesta in zona di accettabilità, fornendo un contributo residuale al rischio complessivo guidato dagli scenari freddi, confermando il corretto dimensionamento del sistema e la bontà delle scelte progettuali operate dal punto di vista della sicurezza.

V APPENDICE

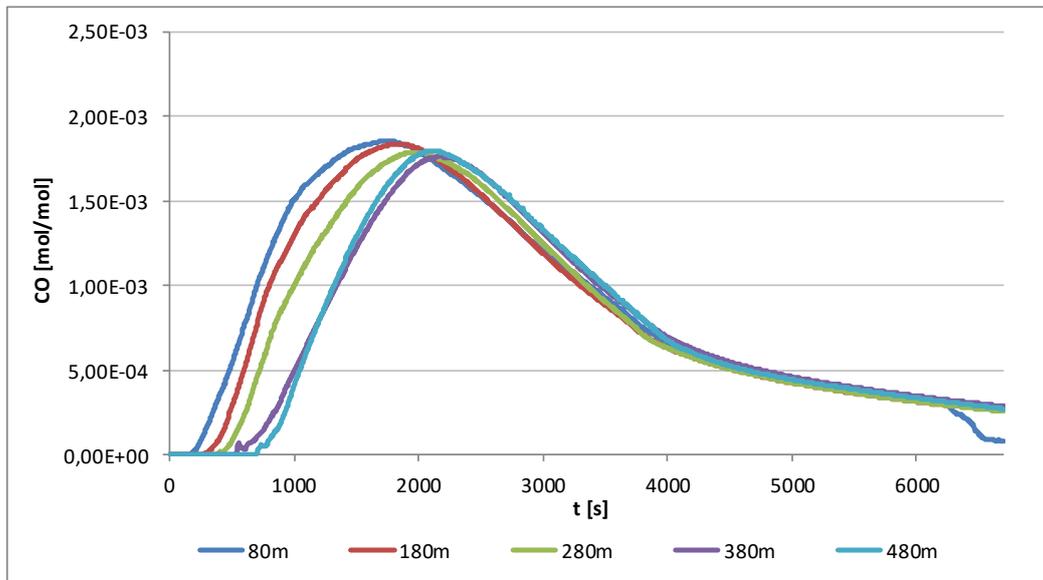


Figura 15: Andamento della concentrazione di CO per incendio con potenza di picco pari a 10 MW

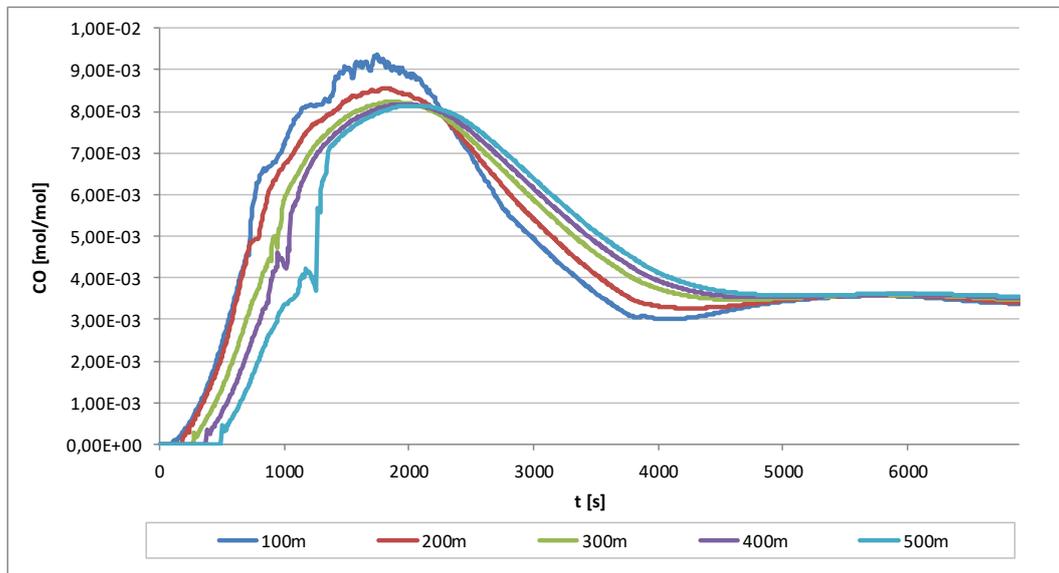


Figura 16: Andamento della concentrazione di CO per incendio con potenza di picco pari a 50 MW

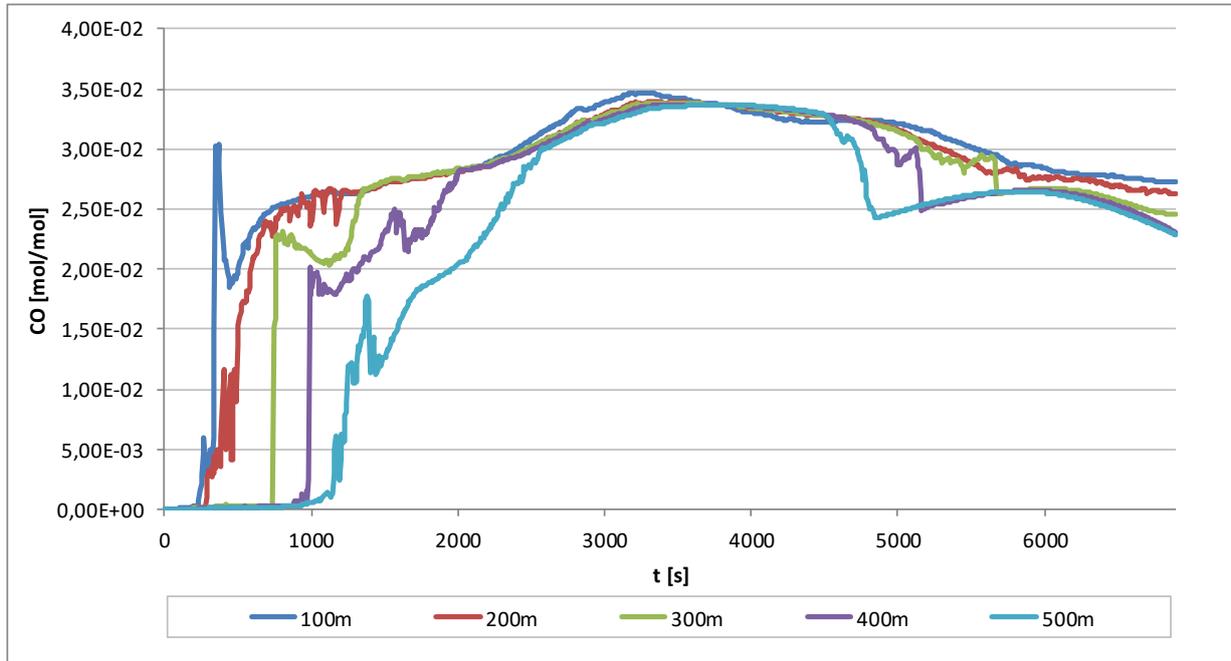


Figura 17: Andamento della concentrazione di CO per incendio con potenza di picco pari a 150-200 MW

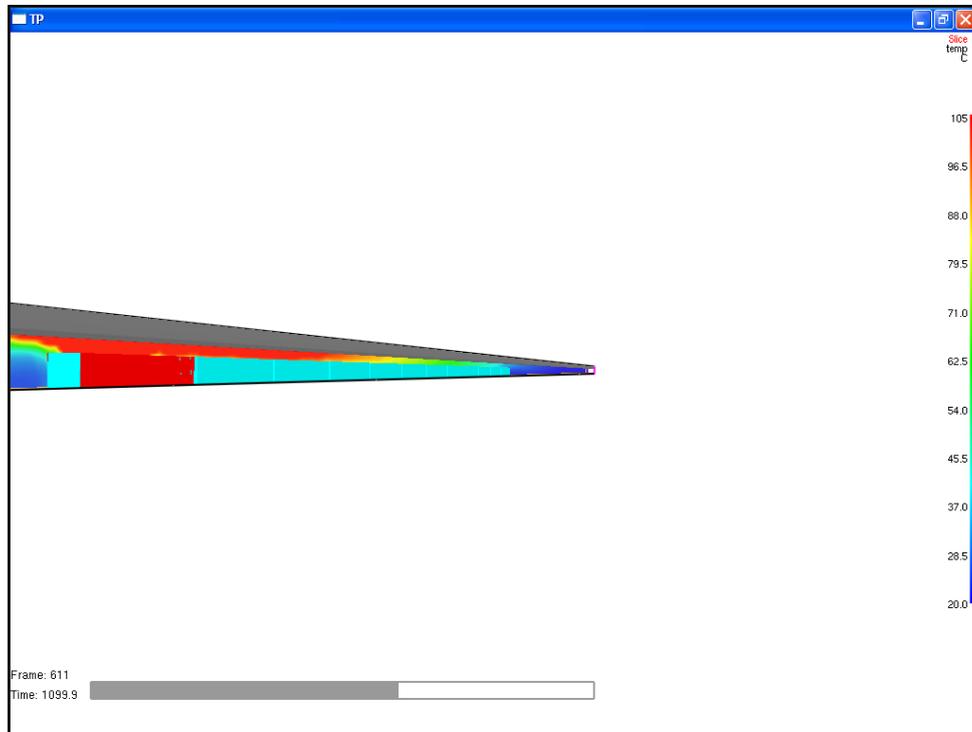


Figura 18: Andamento della T per incendio con potenza di picco pari a 10 MW dopo circa 1000 s

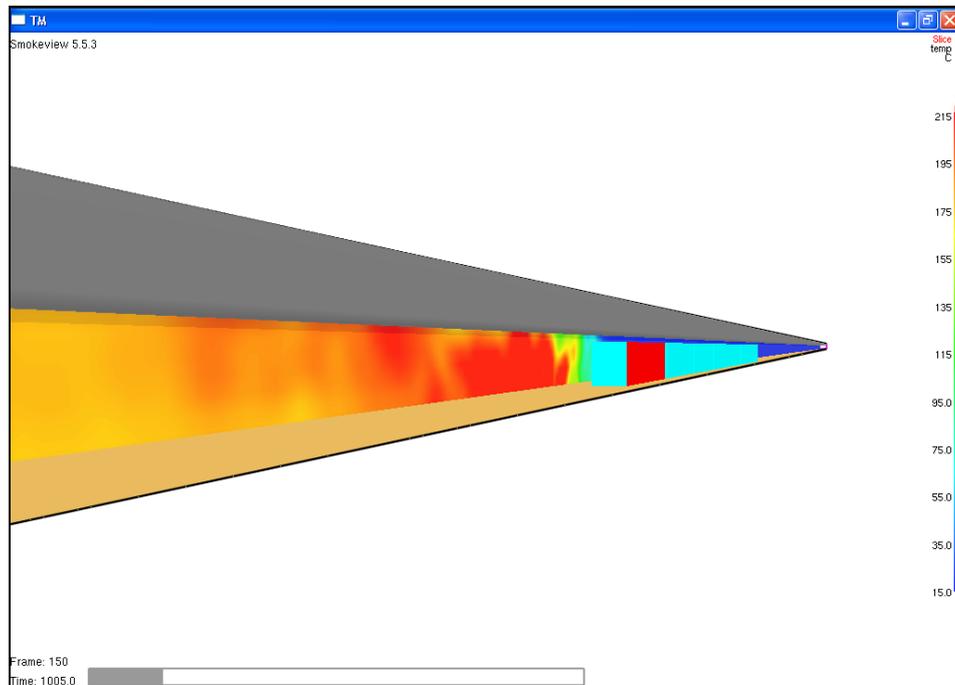


Figura 19: Andamento della T per incendio con potenza di picco pari a 50 MW dopo circa 1000 s

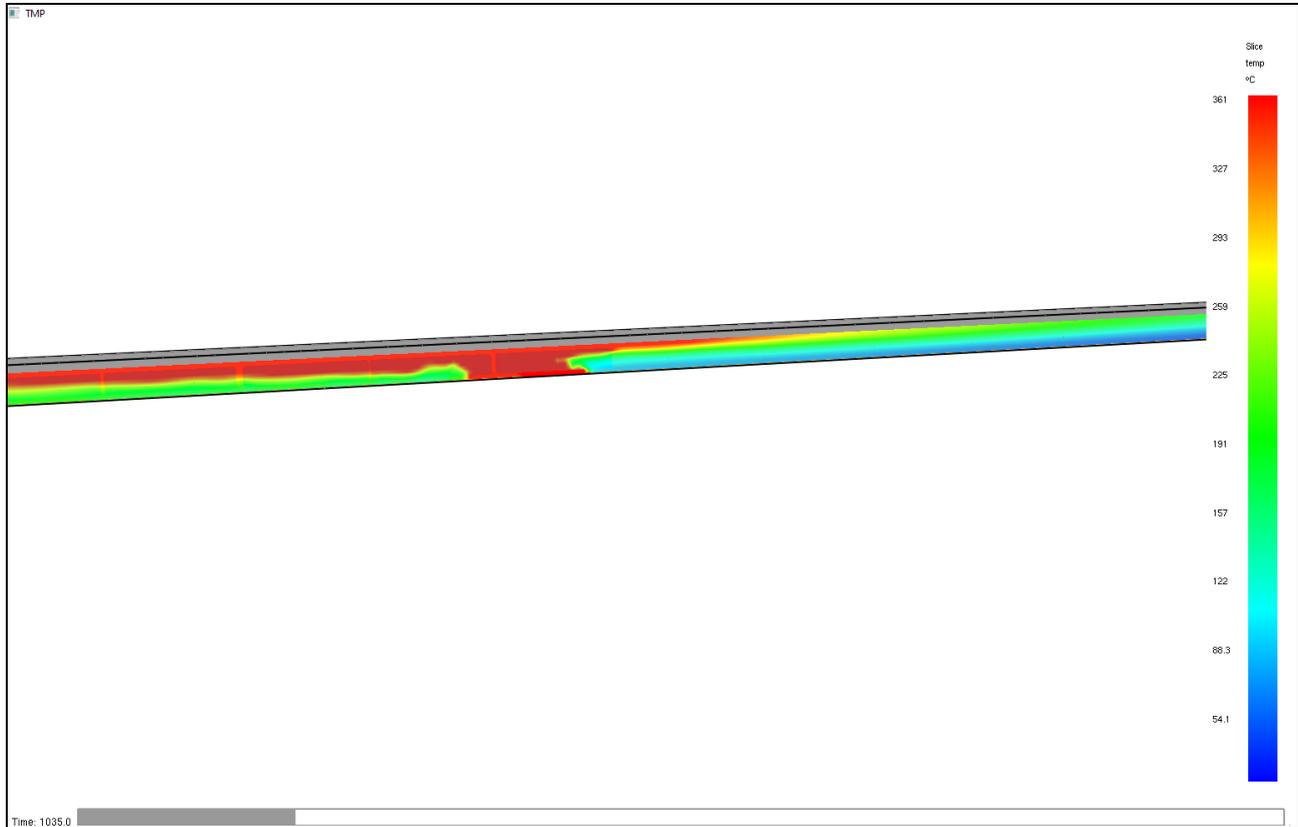


Figura 20: Andamento della T per incendio con potenza di picco pari a 150-200 MW dopo circa 1000 s