

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NODO DI CATANIA**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA  
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL  
TRATTO DI LINEA INTERESSATO**

**MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 2**

**Interramento Linea PA-CT – OPERE CIVILI**

*RELAZIONE TECNICO-SPECIALISTICA per la VERIFICA di RESISTENZA al FUOCO  
delle STRUTTURE PORTANTI della GALLERIA ARTIFICIALE\_GA01*

SCALA

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

**R S 3 H** **0 2** **D** **0 9** **R H** **G A 0 1 0 0** **0 0 1** **A**

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione Esecutiva	T. Alberini 	Mar. 2020	T. Alberini 	Mar. 2020	S. Vanfiori 	Mar. 2020	 ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Eraldo Vittozzi N° 4207/01 Provincia di Roma

File: RS3H.02.D.09.RH.GA0100.001.A

n. Elab.:

## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	3
2.	NORMATIVE E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	6
2.1	NORMATIVE .....	6
2.2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	7
3.	IPOTESI E CRITERI DI CALCOLO .....	8
4.	DATI DI BASE .....	10
5.	ESITO DELLE VALUTAZIONI E CONCLUSIONI.....	11

## 1. INTRODUZIONE

Nel presente documento vengono sintetizzate le risultanze delle valutazioni <sup>1</sup> condotte circa il comportamento alle alte temperature, in termini di *resistenza al fuoco*, delle strutture portanti della **Galleria Artificiale GA01**, di sviluppo complessivo pari a circa 915m, prevista nell'ambito del progetto di *Interramento della linea dal km 231+631 (tra le stazioni di Catania Acquicella e Bicocca) al km 237+139 (tra le stazioni di Bicocca e Lentini Diramazione) per il prolungamento della pista dell'aeroporto Vincenzo Bellini di Catania-Fontanarossa, Nodo di Catania<sup>2</sup>, Direttrice Ferroviaria Messina – Catania – Palermo.*

Ciò premesso le valutazioni di cui sopra, partendo dai *dati di base* rappresentati dagli elaborati di *progetto* di interesse (cfr. § 4.), vengono condotte con riferimento al requisito richiesto dalle **NTC2018** <sup>3</sup> [1], [2] (cfr. §§ 2.1. *Principi fondamentali* e 2.2.3. *Sicurezza antincendio* [1]) per “...le opere e le varie tipologie strutturali...” circa la “...sicurezza antincendio...”, definita come “...la capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto...” considerando che “...quando necessario, i rischi derivanti dagli incendi devono essere limitati progettando e realizzando le costruzioni in modo tale da garantire la resistenza e la stabilità degli elementi portanti...”.

Nel caso in esame, non ricadendo nella specifica regola tecnica rappresentata dal **D.M.2005** <sup>4</sup> [3], secondo il quale (in ottemperanza al relativo p.to 1.2.1 *Resistenza e reazione al fuoco* dell'Allegato II “Requisiti di sicurezza per le gallerie nel sistema ferroviario”) “...per le gallerie di lunghezza superiore a 2000m, le strutture delle opere in sotterraneo, dovranno avere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiore ad R120, da valutare con la curva di incendio (UNI11076)...”, occorre individuare il livello di prestazione da richiedere alle strutture portanti della **Galleria Artificiale** in oggetto.

<sup>1</sup> Proprie della fase di progettazione definitiva in essere.

<sup>2</sup> *Macrofase funzionale 1, Lotto 2.*

<sup>3</sup> Denominazione abbreviata per semplicità di esposizione di Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (cfr. rif. [1]) e relativa Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 (cfr. rif. [2]).

<sup>4</sup> Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28 Ottobre 2005 «Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie» (cfr. rif. [3]). Tale denominazione, nel presente documento, viene abbreviata con la dicitura **D.M.2005** per semplicità di esposizione.

In tale contesto, in assenza di specifiche determinazioni di merito da parte della Committenza, le valutazioni circa il comportamento alle alte temperature, in termini di *resistenza al fuoco*, delle strutture portanti della **Galleria Artificiale** in oggetto vengono condotte, anche in ragione di quanto indicato nel documento RS3H.00.D.16.RG.ES0001.001.A – *Relazione tecnica di esercizio*, nell'ipotesi in cui sia valido, anche per gallerie di lunghezza inferiore a 2000m, quanto richiesto dal **D.M.2005** di cui sopra.

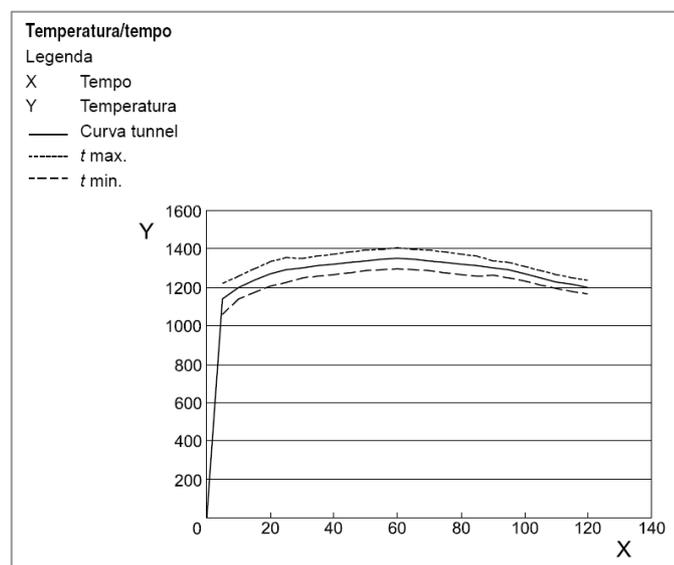


Figura 1 - Curva Temperatura/tempo "Tunnel" da UNI11076

Altresì, vengono contestualmente riscontrati anche i §§ 4.2.1.2 e 6.2.7.2 *Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria* del **REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014**<sup>5</sup> [5] modificati all'*Allegato V* del **REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/776**<sup>6,7</sup> [6]. Pertanto, dalla lettura congiunta dei due regolamenti anzidetti si rileva che, per tutte le gallerie<sup>8</sup>, occorre verificare il p.to a) del § 4.2.1.2 "...In caso di incendio, l'integrità del rivestimento della galleria deve mantenersi per un periodo di tempo sufficientemente lungo da

<sup>5</sup> REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Novembre 2014 relativo alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea (cfr. rif. [5]). Tale denominazione, nel presente documento, viene abbreviata con la dicitura **REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014** per semplicità di esposizione.

<sup>6</sup> REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/776 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabiliti nella decisione delegata (UE) 2017/1474 della Commissione (cfr. rif. [6]). Tale denominazione, nel presente documento, viene abbreviata con la dicitura **REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/776** per semplicità di esposizione.

<sup>7</sup> "...15) al punto 4.2.1.2, la lettera b) è soppressa...", "...43)...al punto 6.2.7.2, lettera a), il punto 2) è soppresso..." (cfr. rif. [6]).

<sup>8</sup> "...nell'ambito della presente STI una galleria ha una lunghezza non inferiore a 0,1km..." (cfr. rif. [5] § 2.4. p.to a)).

*consentire l'autosoccorso e l'evacuazione dei passeggeri e del personale nonché l'intervento delle squadre di emergenza. Tale periodo di tempo deve essere conforme agli scenari di evacuazione considerati e essere indicato nel piano di emergenza...*

La conformità a tale requisito deve essere valutata dall'organismo notificato “...utilizzando i risultati dei calcoli e/o delle prove effettuati dal richiedente o un metodo equivalente. (1) Per dimostrare che l'integrità del rivestimento della galleria si mantiene per un periodo sufficientemente lungo da consentire l'autosoccorso e l'evacuazione dei passeggeri e del personale nonché l'intervento delle squadre di emergenza, è sufficiente provare che il rivestimento della galleria può resistere a una temperatura di 450 °C a livello del soffitto per lo stesso periodo...” (cfr. p.to (1) § 6.2.7.2 Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria) “...Questa verifica non è necessaria per le gallerie in roccia senza un sostegno supplementare...”.

## 2. NORMATIVE e DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVE

Per le valutazioni di cui al successivo § 4. sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali:

- ✓ *Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» [1]*
- ✓ *Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 [2]*
- ✓ *Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28 Ottobre 2005 «Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie» [3]*
- ✓ *UNI 11076/2003 - Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendio [4]*
- ✓ *REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Novembre 2014 relativo alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea [5]*
- ✓ *REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/776 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabiliti nella decisione delegata (UE) 2017/1474 della Commissione [6]*
- ✓ *Guida per l'applicazione della STI SRT in forza del mandato di riferimento C(2007)3371 definitivo del 13/07/2007 del 28 Maggio 2014 [7]*
- ✓ *Guide for the application of the SRT TSI - In accordance with Article 19(3) of Regulation (EU) 2016/796 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 [8]*
- ✓ *UNI EN 1991-1-2 - Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture – Parte 1-2 – Azioni in generale – Azioni sulle strutture esposte al fuoco [9] e relativa Appendice Nazionale*

	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA</p> <p>INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO</p> <p><i>Galleria Artificiale GA01</i></p>												
<p>RELAZIONE TECNICO-SPECIALISTICA per la VERIFICA di RESISTENZA al FUOCO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>02</td> <td>D 09 RH</td> <td>GA0100 001</td> <td>A</td> <td>7 di 11</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	02	D 09 RH	GA0100 001	A	7 di 11
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	02	D 09 RH	GA0100 001	A	7 di 11								

- ✓ UNI EN 1992-1-2 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2 – Regole generali – *Progettazione strutturale contro l'incendio* [10] e relativa *Appendice Nazionale*

## 2.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per le valutazioni di cui al successivo § 4. sono stati presi a riferimento i seguenti studi specifici condotti sul tema resistenza al fuoco delle gallerie ferroviarie:

- ✓ *Verifiche in condizione di incendio secondo la norma STI SRT 20/12/2007 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" delle sezioni di rivestimento di alcune opere in sotterraneo delle tratte AV/AC Firenze-Bologna, Gricignano-Napoli, Novara-Milano - Considerazioni sul fenomeno dello "spalling" ai fini dell'esecuzione delle verifiche in condizioni di incendio delle strutture di rivestimento di opere in sotterraneo - Prof. Ing. Enzo Cartapati - Roma, 7 Maggio 2012 [11]*

### 3. IPOTESI E CRITERI DI CALCOLO

Con riferimento alle normative ed alla documentazione di riferimento di cui ai §§ 2.1 e 2.2, le valutazioni sul comportamento strutturale alle alte temperature, per la peculiarità delle due *Sezioni Tipo* indagate (cfr. § 4.) nel loro complesso e le relative condizioni al contorno, vengono condotte, in sintesi, analizzando, per la combinazione di carico incendio, il comportamento meccanico delle strutture portanti all'azione incendio di verifica individuata (*curva Temperatura/tempo "Tunnel"* da UNI11076/2003 - cfr. *Figura 1* e § 1. -), per tutta la durata di resistenza individuata ( $t=120$ minuti - cfr. § 1. -), partendo dall'analisi dell'evoluzione della temperatura all'interno delle sezioni strutturali<sup>9</sup>.

Secondo tali criteri, la risposta strutturale di entrambe le *Sezioni Tipo* indagate viene valutata sia ipotizzando l'integrità delle sezioni strutturali per tutta la durata di resistenza al fuoco individuata, sia tenendo conto del verificarsi di fenomeni di "spalling" in ragione dell'impossibilità, date le condizioni al contorno, di poterli escludere a priori (a tal proposito si cita la *Sezione 4 Procedure di progettazione p.to 4.1 Generalità* della UNI EN 1992-1-2 - Eurocodice 2 - *Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2 -Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio* (cfr. rif. [10]) in cui viene richiesto che "...il distacco del calcestruzzo deve essere evitato per mezzo di misure appropriate oppure si deve tenere conto della sua influenza sui requisiti prestazionali (R e/o E I)..."). Per effettuare ciò, ci si riferisce ad uno studio condotto per *Rete Ferroviaria Italiana* (cfr. rif. [11]) che, sulla base di evidenze sperimentali e di incendi realmente avvenuti, ha portato ad individuare un criterio attendibile di quantificazione dei fenomeni di "spalling" con il quale, caso per caso, condurre le valutazioni (cfr. anche *Figura 2*).

Pertanto, nell'arco dei 120minuti di esposizione al cimento termico fornito dalla *curva Temperatura/tempo "Tunnel"* da UNI11076/2003 vengono considerate le seguenti due condizioni di verifica:

- a) *in assenza di fenomeni di "spalling"*
- b) *in presenza di fenomeni di "spalling"*

riferendo l'esito alla condizione risultata peggiore.

<sup>9</sup> Vengono considerate direttamente esposte al fuoco, per le due *Sezioni Tipo* indagate, tutte le sezioni strutturali del solettone di copertura, dei cordoli di coronamento e le rifodere a ridosso delle paratie di diaframmi (nonché altresì la configurazione con il setto nel caso della *Sezione Tipo B*) fino al marciapiede.

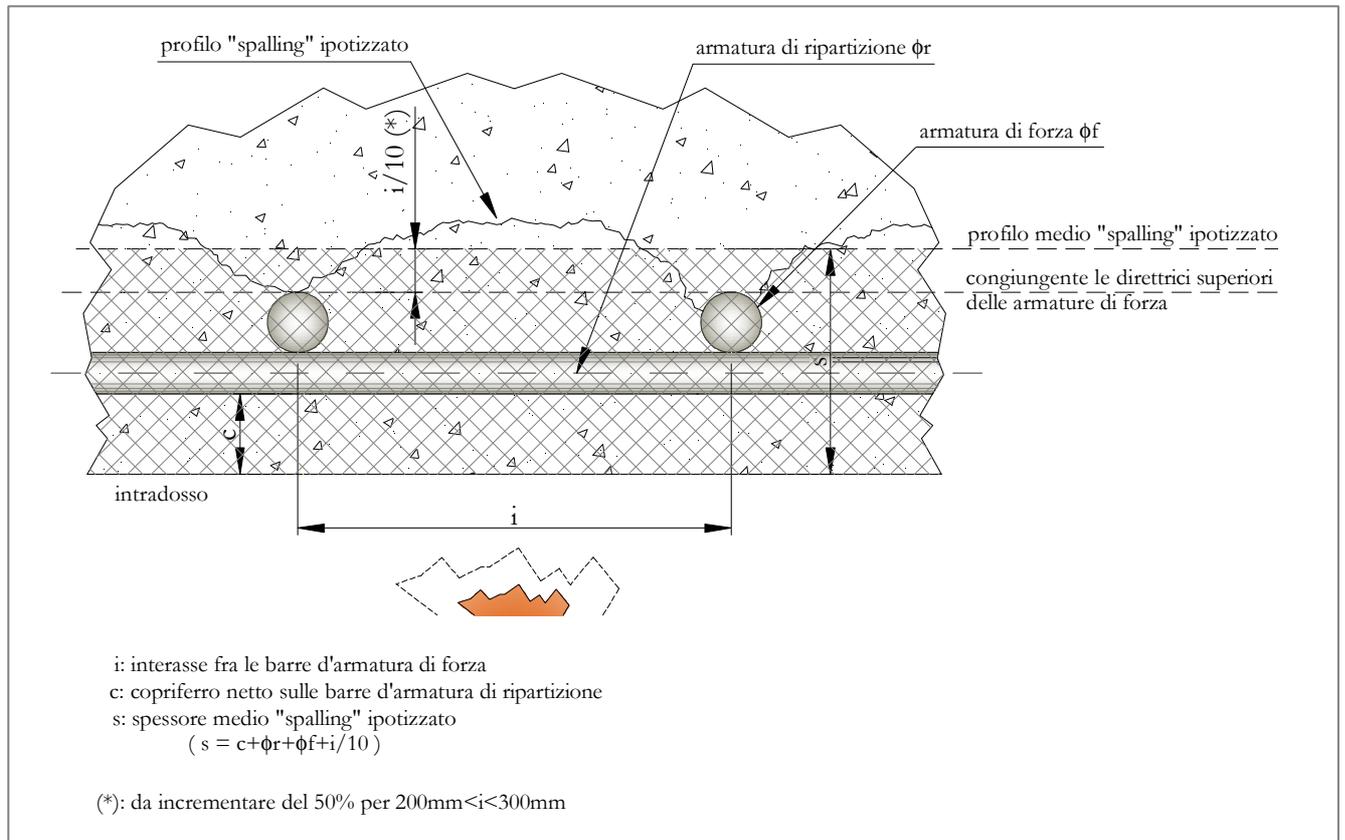


Figura 2 - Stralcio schematico sezione strutturale per quantificazione fenomeno "spalling" da cfr. rif. [11]



## 5. ESITO DELLE VALUTAZIONI E CONCLUSIONI

Tenuto conto di tutto quanto sopra esposto (cfr. §§ 1., 2., 2.1, 2.2, 3. e 4.) è possibile sintetizzare quanto a seguire in relazione agli esiti delle valutazioni <sup>1</sup> condotte circa il comportamento alle alte temperature, in termini di *resistenza al fuoco*, delle strutture portanti della **Galleria Artificiale\_GA01** prevista nell'ambito del progetto di *Interramento della linea dal km 231+631 (tra le stazioni di Catania Acquicella e Bicocca) al km 237+139 (tra le stazioni di Bicocca e Lentini Diramazione) per il prolungamento della pista dell'aeroporto Vincenzo Bellini di Catania-Fontanarossa, Nodo di Catania, Direttrice Ferroviaria Messina – Catania – Palermo.*

Con riferimento alle configurazioni progettuali di cui al § 4. ed ai relativi dati di *progetto* “a freddo”, utilizzando le *ipotesi* ed i *criteri di calcolo* di cui al precedente § 3., è emerso che l'iperstaticità di entrambe le Sezioni Tipo adottate e la garanzia di effettiva ed inderogabile realizzazione delle condizioni di vincolo di incastro in corrispondenza dei nodi strutturali hanno portato al soddisfacimento <sup>10</sup> del requisito di *resistenza al fuoco* da parte delle strutture portanti, afferenti alle *sezioni correnti di galleria artificiale*, della **Galleria Artificiale\_GA01** anche considerando la formazione di *cerniere plastiche* <sup>11</sup>, nel rispetto del requisito di “...sicurezza antincendio...” di cui alle **NTC2018**; tutto questo, con riferimento alla “curva di incendio” di verifica (*curva Temperatura/tempo “Tunnel”* da UNI11076/2003) e per tutta la durata di esposizione (t=120minuti) individuati (cfr. § 1.), sia *in assenza* che *in presenza di fenomeni di spalling*. E' inteso che qualsiasi modifica alle configurazioni progettuali di cui al § 4. rende tale esito privo di validità.

In ultimo, si evidenzia che con riferimento al **REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014**, da leggere unitamente all'*Allegato V* del **REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/776**, non vengono effettuate specifiche valutazioni di tipo analitico per le strutture portanti <sup>12</sup> della **Galleria Artificiale** in oggetto anche in ragione di quanto esposto al precedente capoverso. Chiarito ciò, è inteso che qualora nell'ambito dello sviluppo del *Progetto Esecutivo* dovessero presentarsi situazioni tali da richiedere specifiche analisi di merito con riferimento ai regolamenti anzidetti, queste dovranno essere condotte.

<sup>10</sup> E' necessario che in fase realizzativa vengano presi tutti gli accorgimenti necessari al fine di garantire per le rifodere, sempre ed ovunque, gli spessori relativi indicati nelle carpenterie di progetto: tali spessori, quindi, sono da intendersi, ai fini del soddisfacimento delle *verifiche di resistenza al fuoco*, come spessori non minorabili.

<sup>11</sup> Con danneggiamenti irreversibili.

<sup>12</sup> Le strutture portanti della **Galleria Artificiale** in oggetto (cfr. § 4.) sono progettualmente tali da non poter essere compromesse nella loro funzione strutturale da cimenti termici quali quelli definiti dal **REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014** per la verifica di cui al p.to a) § 4.2.1.2 *Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria/p.to (1) § 6.2.7.2 Resistenza al fuoco delle strutture dalla galleria* dello stesso.