



5 novembre 2024 - Istituto Superiore Antincendi

LA RESISTENZA AL FUOCO DELLE COSTRUZIONI DI ACCIAIO

ai sensi delle Norme Tecniche di Prevenzione Incendi
e delle Norme Tecniche per le Costruzioni

Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale, la direzione lavori, il collaudo strutturale e la SCIA antincendio

Ing. Chiara Crosti, Ph.D.

crosti.chiara@gmail.com

dipvvf.DIR-UMB.REGISTRO
UFFICIALE.I.0000768.12-02-2014.h.08:19



dipvvf.DCPREV.REGISTRO
UFFICIALE.U.0001681.11-02-2014

IL LAVORO

Ministero dell'Interno
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA
Area Protezione Passiva

LETTERA - CIRCOLARE

OGGETTO: Chiarimenti sull'uso della modulistica di prevenzione incendi in materia di resistenza al fuoco.

La presente lettera circolare intende fornire le indicazioni per il corretto utilizzo della modulistica inerente la resistenza al fuoco anche al fine di uniformare le modalità di presentazione delle *segnalazioni certificate di inizio attività* nel settore della prevenzione incendi.

In linea generale, il modello CERT.REI rappresenta il documento principale per comprovare, da parte del professionista antincendio, le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti da costruzione o degli elementi costruttivi, così come riscontrate in opera. In particolare, il CERT.REI deve essere prodotto in ogni circostanza in cui la prestazione di resistenza al fuoco riguarda un elemento costruttivo quale che sia il metodo di determinazione (sperimentale, analitico o tabellare) ivi inclusi i casi in cui si faccia ricorso al fascicolo tecnico di cui all'allegato B al DM 16/2/2007.

Rif. Pratica VV.F. n.

CERTIFICAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO DI
PRODOTTI/ELEMENTI COSTRUTTIVI IN OPERA
(CON ESCLUSIONE DELLE PORTE E DEGLI ELEMENTI DI CHIUSURA)

Il sottoscritto professionista antincendio

iscritto al

Titolo professionale

Cognome

Nome

con numero

ordine / collegio professionale

iscritto negli elenchi del Ministero dell'Interno di cui all'art. 16 comma 4 del DLgs 139/06

n° codice iscrizione M.I.

Codice fiscale

con ufficio in

via - piazza

n. civico

c.a.p.

comune

provincia

telefono

indirizzo di posta elettronica

indirizzo di posta elettronica certificata

ai sensi e per gli effetti dell'art.4 comma 4 del D.P.R. 01/08/2011 n. 151, nell'ambito delle competenze tecniche della propria qualifica professionale, dopo avere eseguito i necessari sopralluoghi e verifiche atti ad accertare le caratteristiche tecniche di prodotti/elementi costruttivi presenti presso l'attività:

identificazione dell'edificio, complesso, etc.

sito in

piano, locale, e quanto altro necessario per una corretta individuazione

via – piazza

n. civico

c.a.p.

comune

provincia

telefono

di proprietà di

ditta, società, ente, impresa, etc.

con sede in

via – piazza

n. civico

c.a.p.

comune

provincia

telefono

CERTIFICA LA RESISTENZA AL FUOCO

dei prodotti/elementi costruttivi portanti (principali e secondari) e/o separanti riscontrati **in opera**, nel seguito specificati, e per essi attesta che la resistenza al fuoco si estende anche alle loro unioni, ai rispettivi dettagli e particolari costruttivi. Gli elementi costruttivi di cui al presente certificato sono elencati nella tabella della pagina successiva assieme all'elenco di tutta la documentazione resasi necessaria per la valutazione suddetta.

Il sottoscritto dichiara che la presente certificazione si basa sulle **reali caratteristiche riscontrate in opera** e relative a:

- numero e posizione
- geometria
- materiali costitutivi
- condizioni di incendio
- condizioni di carico e di vincolo
- caratteristiche e modalità di posa di eventuali protettivi.

La presente certificazione è composta da n. pagine e da n. tavole grafiche riepilogative, siglate dal sottoscritto, nelle quali è indicata la specifica posizione di tutti gli elementi identificati nelle successive tabelle.

Data



Firma del professionista

Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale

Ogni elemento strutturale deve essere identificato, denominato, localizzato, sinteticamente descritto (geometria, materiali, protettivi, ecc.); inoltre va specificata la classe di resistenza al fuoco e la tipologia di valutazione condotta.

Si allegano :

- relazione di calcolo
- tavole grafiche per individuazione elementi

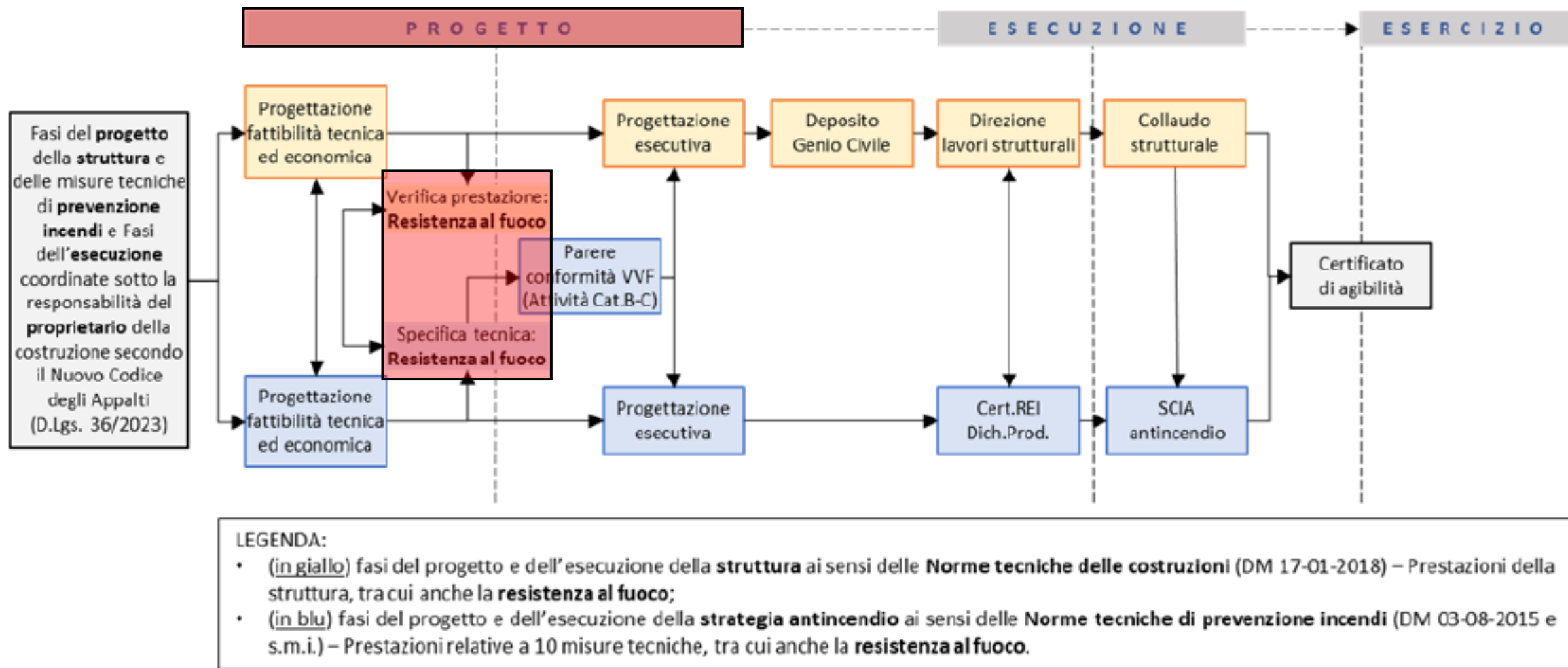
MOD.PIN 2.2 – 2023 _ CERT.REI

PAG. 2 DI 2

TABELLA DEGLI ELEMENTI CERTIFICATI AI FINI DELLA RESISTENZA AL FUOCO

numero identificativo	elemento tipo e sua posizione ¹	classe di resistenza al fuoco
sintetica descrizione dell'elemento tipo ²		
tipo di valutazione condotta		
☐ metodo sperimentale	☐ metodo tabellare	☐ metodo analitico
Elenco allegati ³ :		

ITER – PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO STRUTTURE

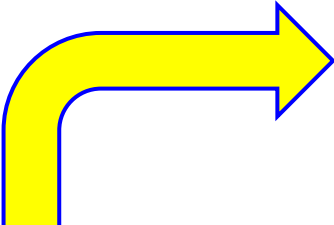
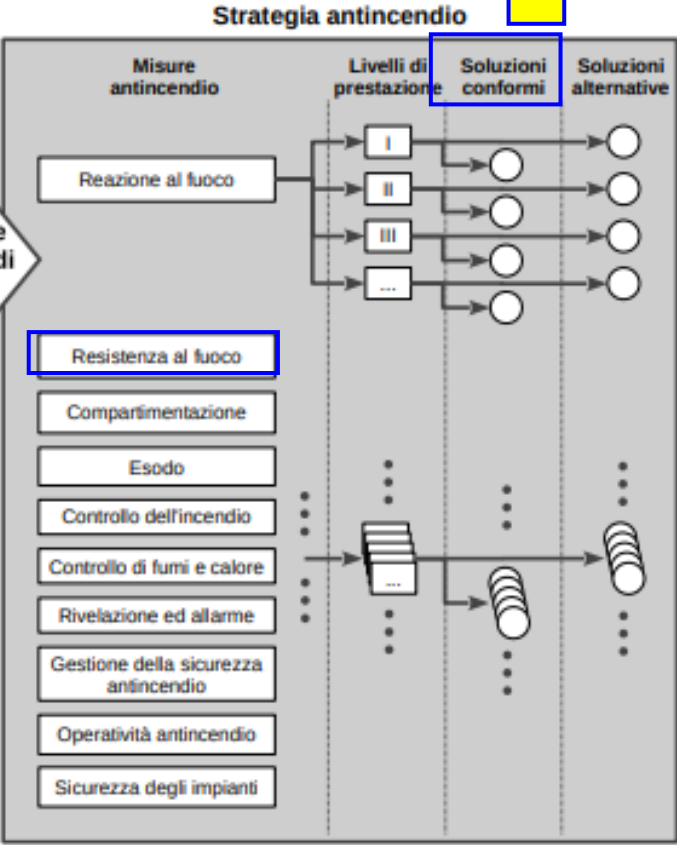


STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE:

Professionista antincendio



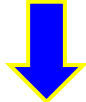
Valutazione del rischio di incendio



S.2.4.2

Soluzioni conformi per il livello di prestazione II

- 1. Deve essere interposta *distanza di separazione* su spazio a cielo libero come previsto per il livello di prestazione I.
- 2. Devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto come previsto al paragrafo S.2.5.
- 3. La classe minima di resistenza al fuoco deve essere pari almeno a 30 o inferiore, qualora consentita dal livello di prestazione III per il carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ del compartimento in esame.



Specifiche tecniche

Ingegnere strutturista

6	ANALISI DEI CARICHI
6.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA.....
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....
6.3	CARICHI VARIABILI
6.4	AZIONE TERMICA
6.5	SCARICHI TRAVE MEC.....
6.6	CARICO DELLA NEVE SULLA COPERTURA.....
6.7	AZIONE DEL VENTO SULLA PENSILINA
6.8	PRESSIONE AERODINAMICA DOVUTA AL PASSAGGIO DEI TRENI
6.9	AZIONE SISMICA
6.10	AZIONE INCENDIO.....

Illustrazione G.2-1: Schematizzazione della metodologia generale

STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE:

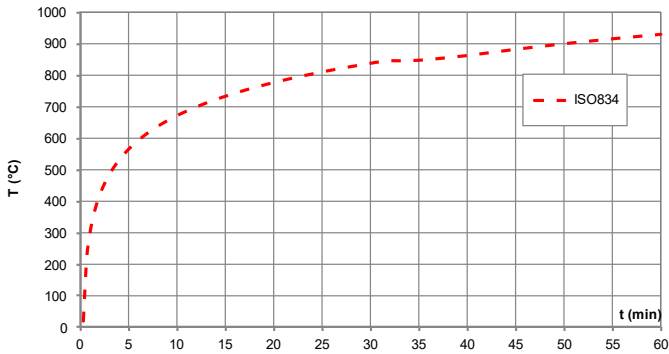
Ingegnere strutturista

Valutazione della resistenza al fuoco di una struttura in acciaio in soluzione conforme

S.2.10 Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione

- 1. I prodotti e gli elementi costruttivi sono classificati in base alle loro caratteristiche di resistenza al fuoco, secondo i simboli e le classi indicate nelle tabelle del presente capitolo, in conformità alle decisioni della Commissione dell'Unione europea 2000/367/CE del 3 maggio 2000, 2003/629/CE del 27 agosto 2003 e 2011/232/UE dell'11 aprile 2011. Ai contenuti di tali decisioni il presente documento aggiunge i richiami ad ulteriori norme.
- 2. Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono essere determinate in base ai risultati di:
 - a. prove,
 - b. calcoli,**
 - c. confronti con tabelle.
- 3. Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo sono descritte nel paragrafo S.2.13.
- 4. Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di calcoli sono descritte nel paragrafo S.2.14.
- 5. Le modalità per la classificazione di elementi costruttivi in base a confronti con tabelle sono descritte nel paragrafo S.2.15.

CLASSE DI RESISTENZA RICHIESTA: **R30**



NORMA EUROPEA	Eurocodice 3 Progettazione delle strutture di acciaio Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio	UNI EN 1993-1-2
	Eurocode 3 Design of steel structures Part 1-2: General rules - Structural fire design	LUGLIO 2005
	La norma definisce i criteri di calcolo delle strutture metalliche a fronte delle sollecitazioni indotte dall'azione del fuoco.	

4.2 Simple calculation models

4.2.1 General

(1) The load-bearing function of a steel member should be assumed to be maintained after a time t in a given fire if:

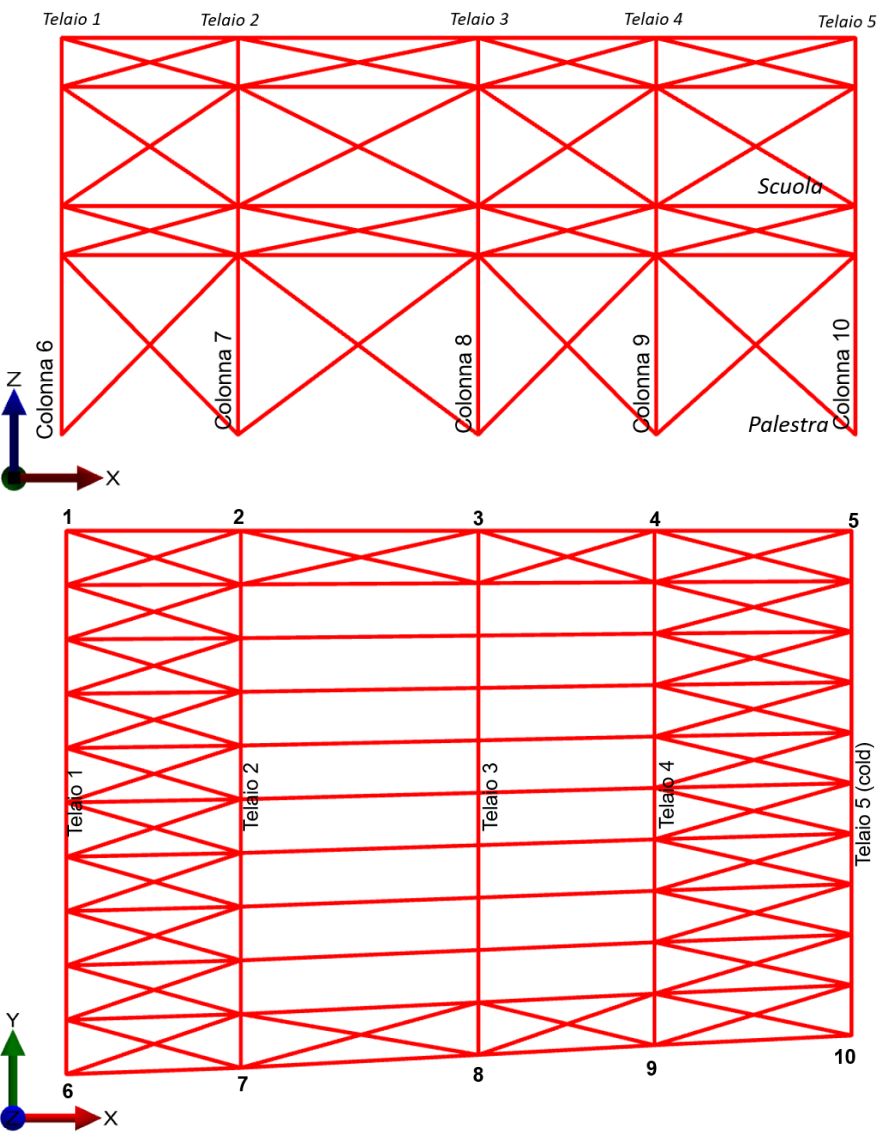
$$E_{fi,d} \leq R_{fi,d,t} \tag{4.1}$$

where:

$E_{fi,d}$ is the design effect of actions for the fire design situation, according to EN 1991-1-2;
 $R_{fi,d,t}$ is the corresponding design resistance of the steel member, for the fire design situation, at time t .

(2) The design resistance $R_{fi,d,t}$ at time t should be determined, usually in the hypothesis of a uniform temperature in the cross-section, by modifying the design resistance for normal temperature design to EN 1993-1-1, to take account of the mechanical properties of steel at elevated temperatures, see 4.2.3.

STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE: esempio soluzione conforme



V.7.4.2 Resistenza al fuoco¹¹

- 1. La classe di resistenza al fuoco dei compartimenti (capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella V.7-1.
- 2. Qualora l'attività scolastica si sviluppi al solo piano terra, in opere da costruzione destinate esclusivamente a tale attività e non adiacenti ad altre opere da costruzione, e tutte le aree TA e TO dispongano di uscite dirette su luogo sicuro, è ammesso il livello di prestazione I per la misura antincendio resistenza al fuoco (capitolo S.2).

Compartimenti	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
Fuori terra	30	60			90
Interrati	60				90

TABELLA V.7-1: CLASSI DI RESISTENZA AL FUOCO

	SEZIONI	T crit (°C)	t crit (min)	CLASSE R
COLONNE	HEB400	548	21,63	15
CORRENTI SUP.	2UPN200	1055,8	127,8	120
CORRENTI INF.	2UPN200	838,7	36,73	30
DIAGONALI	2UPN140	553,7	13,67	Nessuna prestazione
MONTANTI	2UPN140	787,6	30,27	30
CONTR. VERT.	2UPN100	461	10,05	Nessuna prestazione

Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale

ELEFIR-EN report colonna telaio 2

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,00$$

Temperatura valutata utilizzando l'interpolazione sulla tab. 3.1 della EN 1993-1-2

Profilo HEB400 (classe 1)

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$t = 13,5 \text{ mm}$$

$$t_w = 24 \text{ mm}$$

$$t_f = 27 \text{ mm}$$

$$A = 19780 \text{ mm}^2$$

$$P = 1,93 \text{ m}^2/\text{m}$$

Acciaio al carbonio, S355 - Modulo Young: 210 GPa

Elemento sottoposto a flessione e compressione

Funzione temporale di resistenza al fuoco dei carichi

Lunghezza del sistema: $L_y = 7000 \text{ mm}$; $L_z = 7000 \text{ mm}$

Coefficienti di instabilità: $i_{y,fi}/L_y = 0,7$; $i_{z,fi}/L_z = 0,7$

Carico di compressione assiale di progetto: $N_{b,fi,Ed} = 463 \text{ kN}$

Rispetto all'asse maggiore - Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano e momenti finali

$$M_1 = 0 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 62,18 \text{ kNm}$$

$$M_Q = 483 \text{ kNm}$$

$$M_{max} = 514,09 \text{ kNm}$$

Carico concentrato: $F = 276 \text{ kN}$

L'instabilità torsionale laterale non è consentita.

Esposizione al fuoco

- Fuoco su tre lati
- Protezione antincendio: nessuna protezione

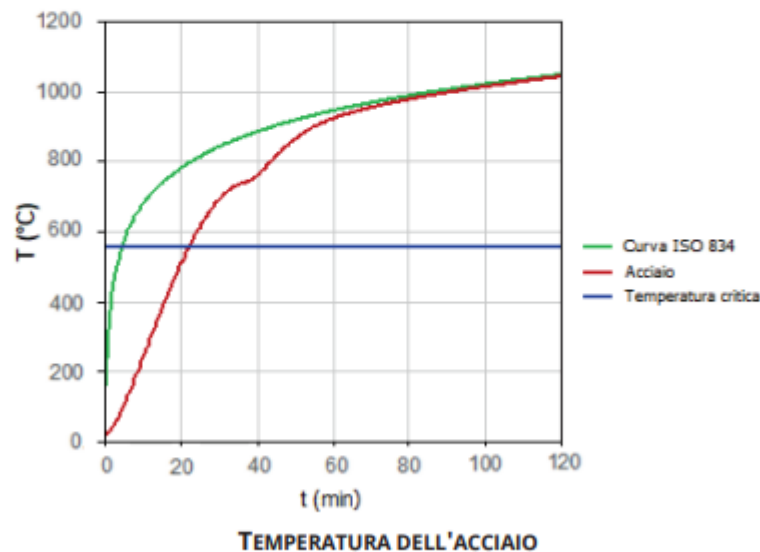
Risultati

Curva nominale d'incendio standard ISO 834

Fattore di sezione: $(A_m/V) = 82,2 \text{ m}^{-1}$

Fattore di sezione modificato: $k_{sh} (A_m/V) = 50,1 \text{ m}^{-1}$

La temperatura critica risulta pari a 557 °C e viene raggiunta dopo 22 min.



Temperatura massima dell'acciaio: 1043 °C a 120 min.

STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE:

Professionista antincendio

Resistenza al fuoco di una struttura in acciaio in **soluzione conforme**

RELAZIONE ANTINCENDIO

1. PREMESSA..... 3

ALLEGATI 3

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO..... 4

3. INFORMAZIONI GENERALI 4

4. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL FABBRICATO 5

5. ATTIVITÀ SOGGETTE A CONTROLLO PERIODICO DI PREVENZIONE INCENDI..... 6

5.1 Attività svolte 6

5.2 Macchine apparecchiature ed attrezzi 7

6. CARICO DI INCENDIO 7

7. ATTRIBUZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO 10

8. STRATEGIA ANTINCENDIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO..... 12

S.1 - REAZIONE AL FUOCO 12

S.2 - RESISTENZA AL FUOCO..... 13

S.3 – COMPARTIMENTAZIONE 14

S.4 – ESODO 24

S.5 – GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO..... 35

S.6 – CONTROLLO DELL'INCENDIO 36

S.7 – RIVELAZIONE ALLARME 41

S.8 – CONTROLLO FUMI E CALORE..... 43

S.9 – OPERATIVITA' ANTINCENDIO..... 47

S.10 – SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO 49

CONCLUSIONI..... 51

S.2 - RESISTENZA AL FUOCO

La resistenza al fuoco è una misura antincendio di protezione passiva che esplica i suoi principali effetti nella fase di completa propagazione dell'incendio, con la finalità di garantire la capacità portante delle strutture in condizioni di incendio nonché la capacità di compartimentazione, per un tempo minimo necessario al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza di prevenzione incendi.

Al fabbricato oggetto di studio si può applicare il livello di prestazione II in quanto sono verificate TUTTE le condizioni elencate nella seguente tabella.

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Opere da Costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate tutte le seguenti condizioni: - compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti e strutturalmente separate da esse e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni ad altre opere da costruzione; - adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con i seguenti profili di rischio: - R_{pes} pari a 1; - R_{pers} non significativo; - non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale adibito.
II	Opere da Costruzione e porzioni di opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate tutte le seguenti condizioni: - compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti; - strutturalmente separate da altre opere da costruzione e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni alle stesse ovvero, in caso di assenza di separazione strutturale, tali che l'eventuale cedimento della porzione non arrechi danni al resto dell'opera da costruzione; - adibite ad attività afferenti ad un solo responsabile dell'attività e con i seguenti profili di rischio: - R_{pes} compresi in A1, A2, A3, A4; - R_{pes} pari a 1; - R_{pers} non significativo; - densità di affollamento non superiore a 0,2 persone/m²; - non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità; - aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV, V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitoli tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Il che implica il "mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione"

Livello di prestazione	Descrizione
I	Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale
II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la durata dell'incendio.
IV	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
V	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

Tabella S.2-1: Livelli di prestazione per la resistenza al fuoco

La soluzione conforme per il livello di prestazione II richiede una classe minima di resistenza al fuoco di 30 minuti.

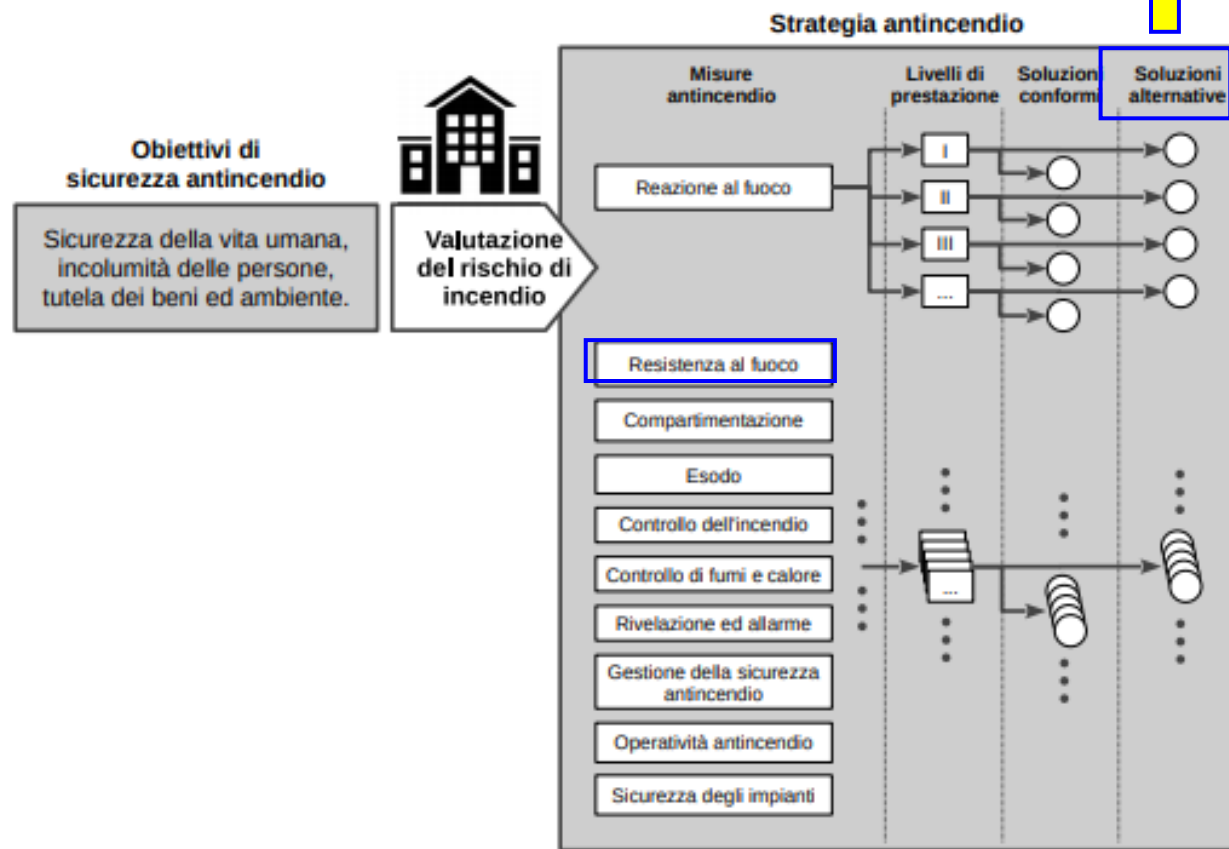
- Normativa di riferimento
- Tipologia di materiale
- Scelta del metodo di verifica scelto: metodo analitico semplificato...
- Curva di incendio utilizzata: ISO834

.....

Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale

STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE:

Professionista antincendio



S.2.4.8 Soluzioni alternative per il livello di prestazione III

1. Sono ammesse *soluzioni alternative*.
2. Le soluzioni alternative per il livello di prestazione III si ottengono verificando le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli scenari di incendio di progetto ed ai relativi incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali di incendio secondo il paragrafo S.2.6.
3. Per la verifica della *capacità di compartimentazione* all'interno dell'attività sono possibili soluzioni alternative.
4. Al fine di dimostrare il raggiungimento del collegato *livello di prestazione* il progettista deve impiegare uno dei metodi di cui al paragrafo G.2.7.
5. In tabella S.2-5 sono riportate alcune modalità *generalmente accettate* per la progettazione di soluzioni alternative. Il progettista può comunque impiegare modalità diverse da quelle elencate.

Ingegnere strutturista

METODI Capitolo M.1 Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

Premessa

Fasi della metodologia

Prima fase: analisi preliminare

Definizione del progetto
Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio
Definizione delle soglie di prestazione
Individuazione degli scenari di incendio di progetto

Seconda fase: analisi quantitativa

Elaborazione delle soluzioni progettuali
Valutazione delle soluzioni progettuali
Selezione delle soluzioni progettuali idonee

Documentazione di progetto

Sommario tecnico

Relazione tecnica

Requisiti aggiuntivi per la gestione della sicurezza antincendio

Criteri di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo

Riferimenti

Illustrazione G.2-1: Schematizzazione della metodologia generale

STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE:

Ingegnere strutturista

Valutazione della resistenza al fuoco di una struttura in acciaio in **soluzione alternativa**

M.1.9

Criteri di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo

1. Il professionista antincendio può optare tra i modelli di calcolo che le conoscenze tecniche di settore mettono a disposizione, sulla base di valutazioni inerenti la complessità del progetto.
2. Il professionista antincendio che adotta modelli di calcolo sofisticati, deve possedere una particolare competenza nel loro utilizzo, nonché un'approfondita conoscenza sia dei fondamenti teorici che ne sono alla base che della dinamica dell'incendio.
3. Allo stato attuale i modelli più frequentemente utilizzati sono:

a. modelli analitici,

Nota Ad esempio, le correlazioni per i modelli di incendio localizzati o *fire plumes* di Zukoski, Heskestad, McCaffrey, Thomas, Hasemi e Nishiata, Alpert, ...

b. modelli numerici tra cui:

i. modelli di simulazione dell'incendio a zone per ambienti confinati,

Nota Ad esempio, codici di calcolo CFAST, Ozone, ...

ii. modelli di simulazione dell'incendio di campo,

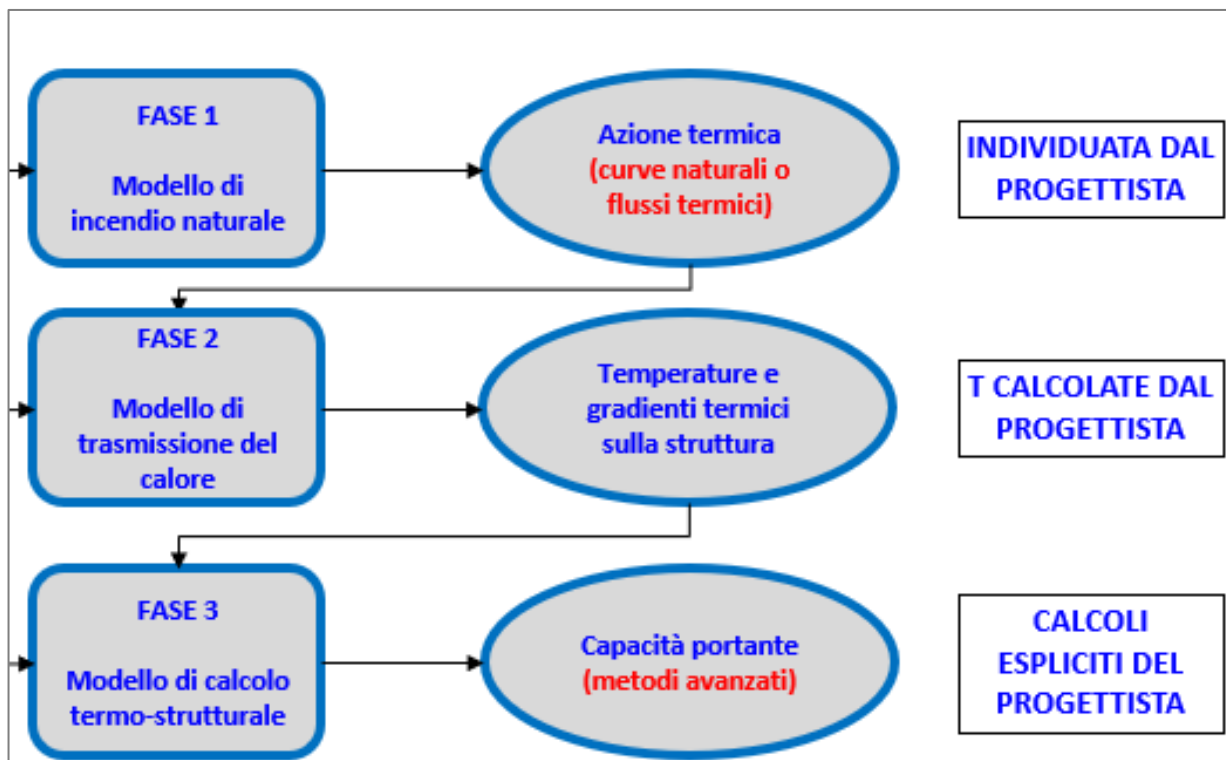
Nota Ad esempio, codici di calcolo CFX, FDS, Fluent, ...

iii. modelli di simulazione dell'esodo,

Nota Ad esempio, codice di calcolo FDS+EVAC, ...

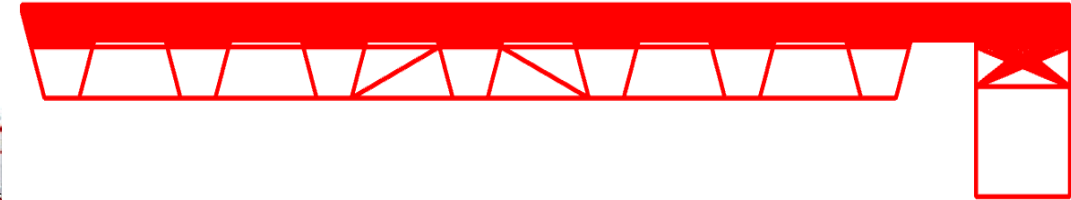
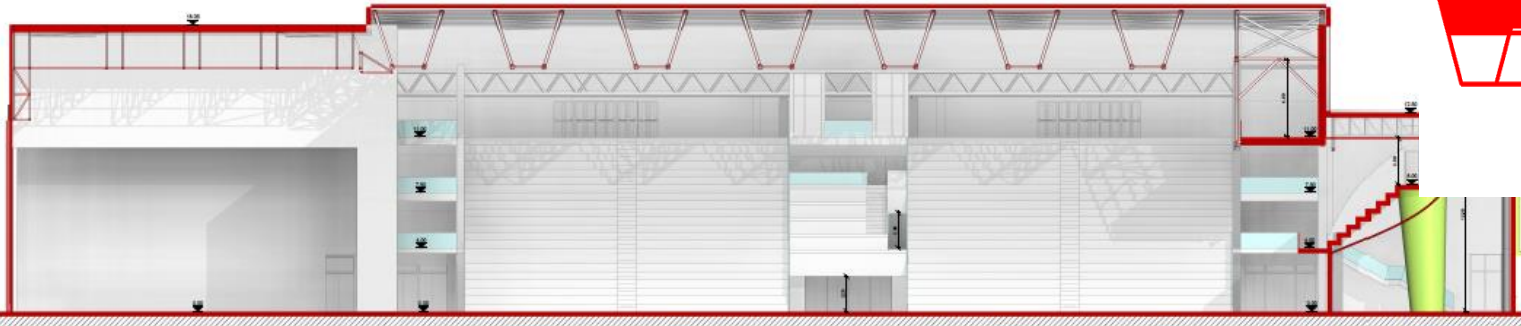
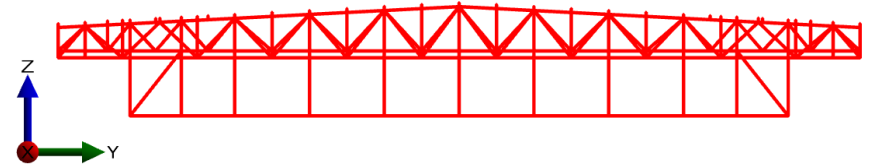
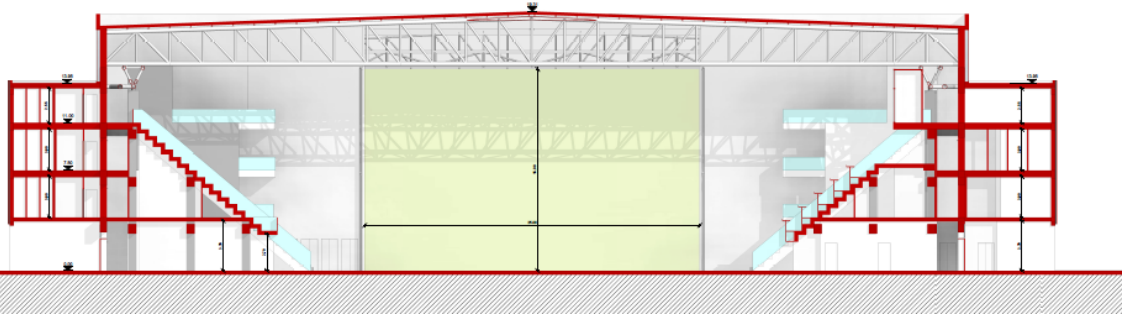
iv. modelli di analisi termostrutturale.

Nota Ad esempio, codici di calcolo Abaqus, Adina, Ansys, Diana, Safir, ...

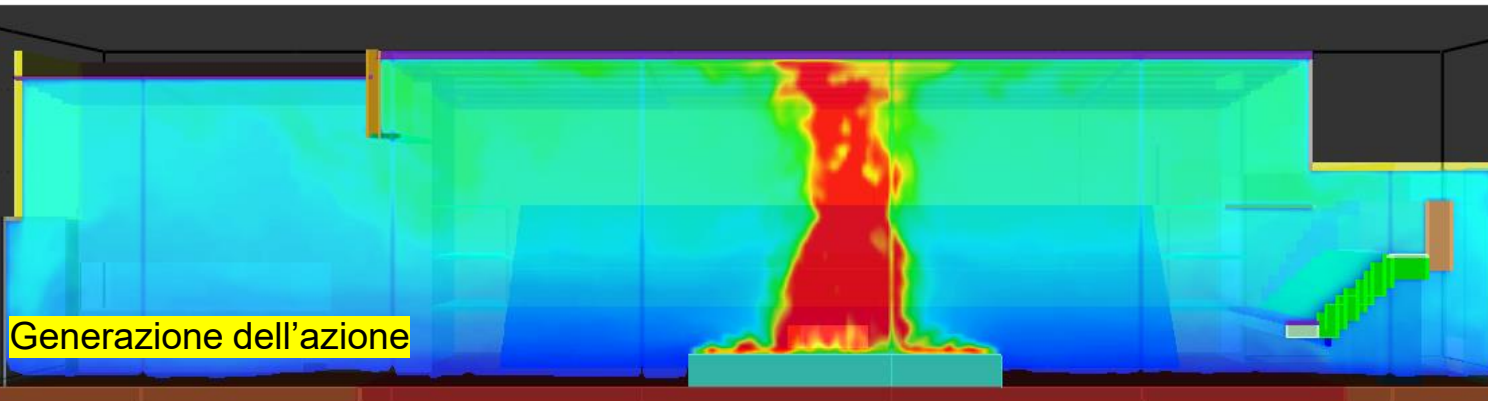


Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale

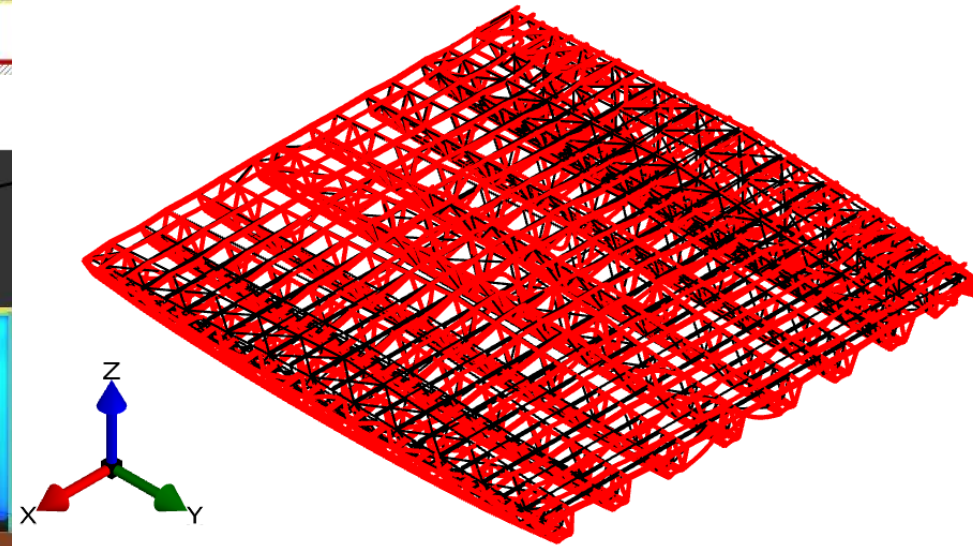
STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE: esempio soluzione alternativa



Valutazione della capacità portante

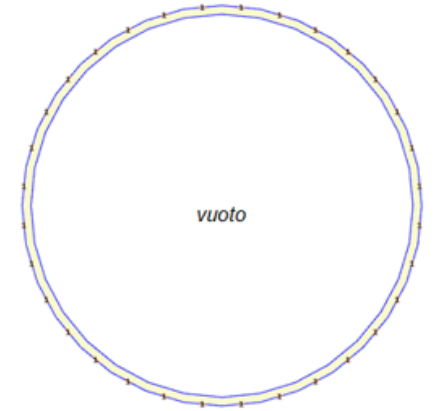
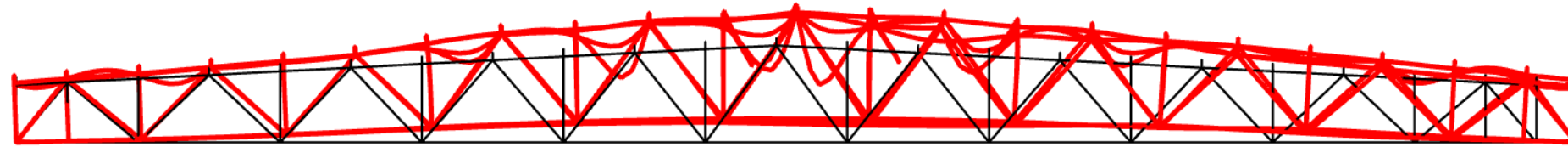


Generazione dell'azione



NON SEMPRE LA VERIFICA DI REISTENZA CON APPROCCIO INGEGNERISTICO RISULTA SODDISFATTA....

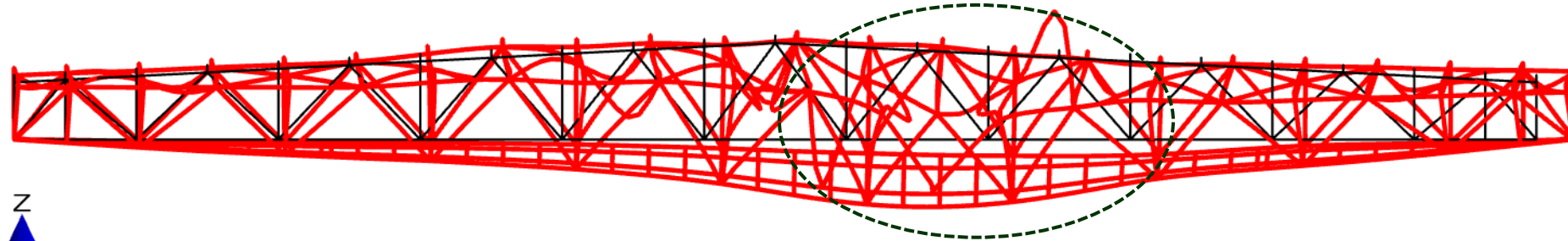
$t = 1670 \text{ sec}$



!!!!!!ATTENZIONE!!!!!!

CLASSE 2 A FREDDO
CLASSE 4 A CALDO

$t = 1672 \text{ sec} < \text{DURATA DELL'INCENDIO (2500 sec)}$



SOLUZIONI?

CLASSE 4 CLASSE 1

AUMENTO SPESSORE

RIEMPIMENTO SEZIONE CON CLS

STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE:

Professionista antincendio

Resistenza al fuoco di una struttura in acciaio in **soluzione alternativa**

RELAZIONE ANTINCENDIO

1. PREMESSA.....	3
ALLEGATI	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3. INFORMAZIONI GENERALI	4
4. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL FABBRICATO	5
5. ATTIVITÀ SOGGETTE A CONTROLLO PERIODICO DI PREVENZIONE INCENDI.....	6
5.1 Attività svolte	6
5.2 Macchine apparecchiature ed attrezzi	7
6. CARICO DI INCENDIO	7
7. ATTRIBUZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO	10
8. STRATEGIA ANTINCENDIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO.....	12
S.1 - REAZIONE AL FUOCO	12
S.2 - RESISTENZA AL FUOCO.....	13
S.3 – COMPARTIMENTAZIONE	14
S.4 – ESODO	24
S.5 – GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO.....	35
S.6 – CONTROLLO DELL'INCENDIO	36
S.7 – RIVELAZIONE ALLARME	41
S.8 – CONTROLLO FUMI E CALORE.....	43
S.9 – OPERATIVITA' ANTINCENDIO.....	47
S.10 – SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO	49
CONCLUSIONI.....	51

S.2.4.8 Soluzioni alternative per il livello di prestazione III

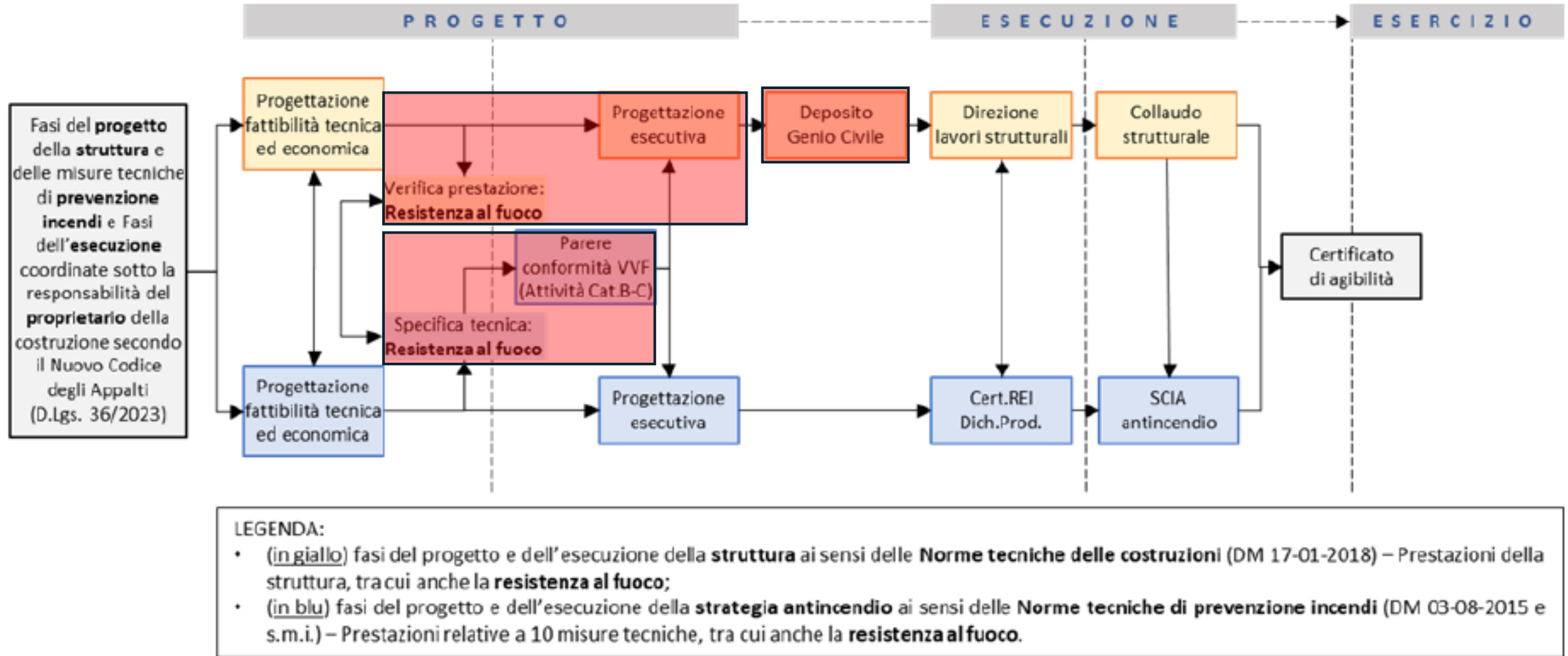
1. Sono ammesse *soluzioni alternative*.
2. Le soluzioni alternative per il livello di prestazione III si ottengono verificando le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli scenari di incendio di progetto ed ai relativi incendi convenzionali di progetto rappresentati da curve naturali di incendio secondo il paragrafo S.2.6.
3. Per la verifica della *capacità di compartimentazione* all'interno dell'attività sono possibili soluzioni alternative.
4. Al fine di dimostrare il raggiungimento del collegato *livello di prestazione* il progettista deve impiegare uno dei metodi di cui al paragrafo G.2.7.
5. In tabella S.2-5 sono riportate alcune *modalità generalmente accettate* per la progettazione di soluzioni alternative. Il progettista può comunque impiegare modalità diverse da quelle elencate.

«Si è scelto di affrontare la misura S.2 di resistenza al fuoco tramite soluzione alternativa, verificando il raggiungimento della prestazione richiesta mediante l'uso dei metodi dell'ingegneria antincendio.

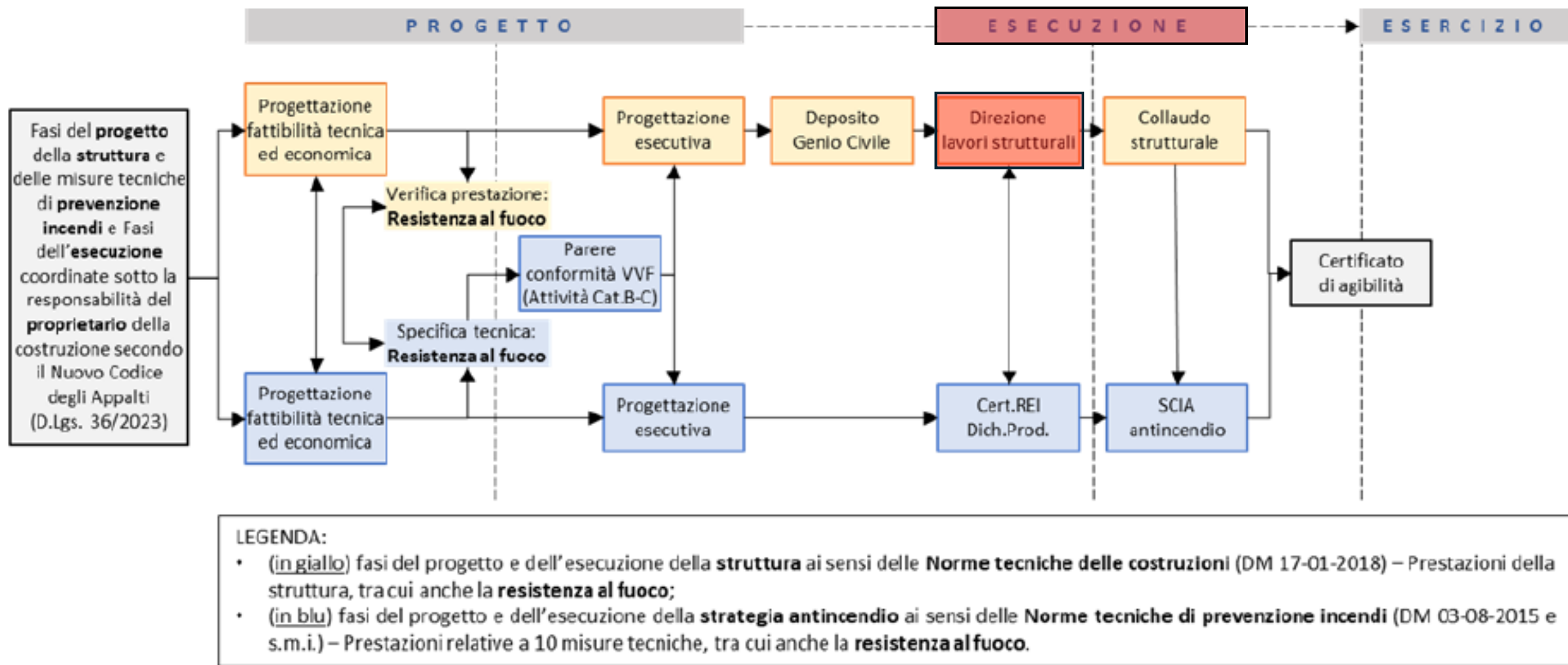
La relazione a firma dell' Ing. ----- viene allegata al progetto, di seguito si riportano le principali scelte di progetto e i relativi risultati ottenuti.»

- Scenari di incendio
- Determinazione curva HRR
- Codici di calcolo utilizzati
- Principali risultati analisi fluidodinamiche
- Principali risultati analisi termo-strutturali
- Conclusioni

ITER – PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO STRUTTURE



ITER – PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO STRUTTURE



ITER – PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO STRUTTURE

Il **Direttore dei lavori** ha il compito di verificare l'esatta esecuzione delle opere, di verificare la qualità dei materiali e delle lavorazioni. Di fatto rappresenta un coordinatore per l'esecuzione, in quanto dovrà verificare le lavorazioni eseguite dalle diverse imprese e pianificare e gestire correttamente le attività.

Il Direttore dei lavori troverà nel progetto strutturale anche la prestazione al fuoco che la struttura deve possedere.

Il Direttore dei lavori può non essere un professionista antincendio ed è pertanto un bene che ci sia coordinamento e sinergia con il professionista antincendio al fine di rendere coerenti tra loro la relazione strutture ultimate (da depositare a cura del direttore dei lavori presso il genio civile) e la certificazione dell'ambito della scia antincendio.

Per la direzione e il controllo dell'esecuzione dei contratti relativi a lavori le stazioni appaltanti nominano, prima dell'avvio della procedura per l'affidamento, su proposta del RUP, un direttore dei lavori che può essere coadiuvato, in relazione alla complessità dell'intervento, da un ufficio di direzione dei lavori, costituito da uno o più direttori operativi e da ispettori di cantiere, ed eventualmente dalle figure previste nell'allegato I.9.

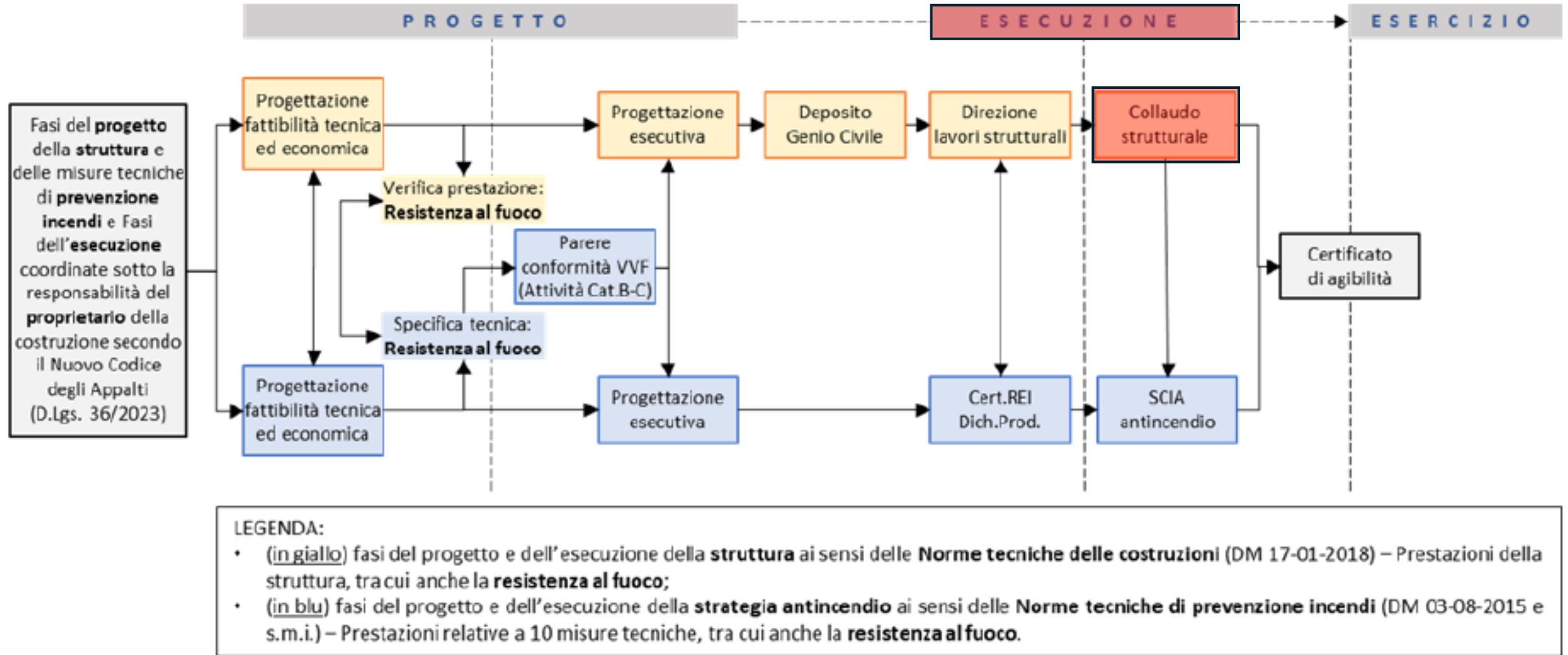
PRODOTTI/ELEMENTI COSTRUTTIVI IN OPERA

(CON ESCLUSIONE DELLE PORTE E DEGLI ELEMENTI DI CHIUSURA)

ritto professionista antincendio				
	Titolo professionale	Cognome	Nome	
	della Provincia di	con numero		
	ordine / collegio professionale			
gli elenchi del Ministero dell'Interno di cui all'art. 16 comma 4 del DLgs 139/06	n° codice iscrizione M.I.			
scale				
o in				
	via - piazza		n. civico	
	comune	provincia	telefono	
	indirizzo di posta elettronica		indirizzo di posta elettronica certificata	

per gli effetti dell'art.4 comma 4 del D.P.R. 01/08/2011 n. 151, nell'ambito delle competenze tecniche della
alifica professionale, dopo avere eseguito i necessari **sopralluoghi e verifiche** atti ad accertare le caratteristiche
tecniche di prodotti/elementi costruttivi presenti presso l'attività:

ITER – PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO STRUTTURE



ITER – PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO STRUTTURE

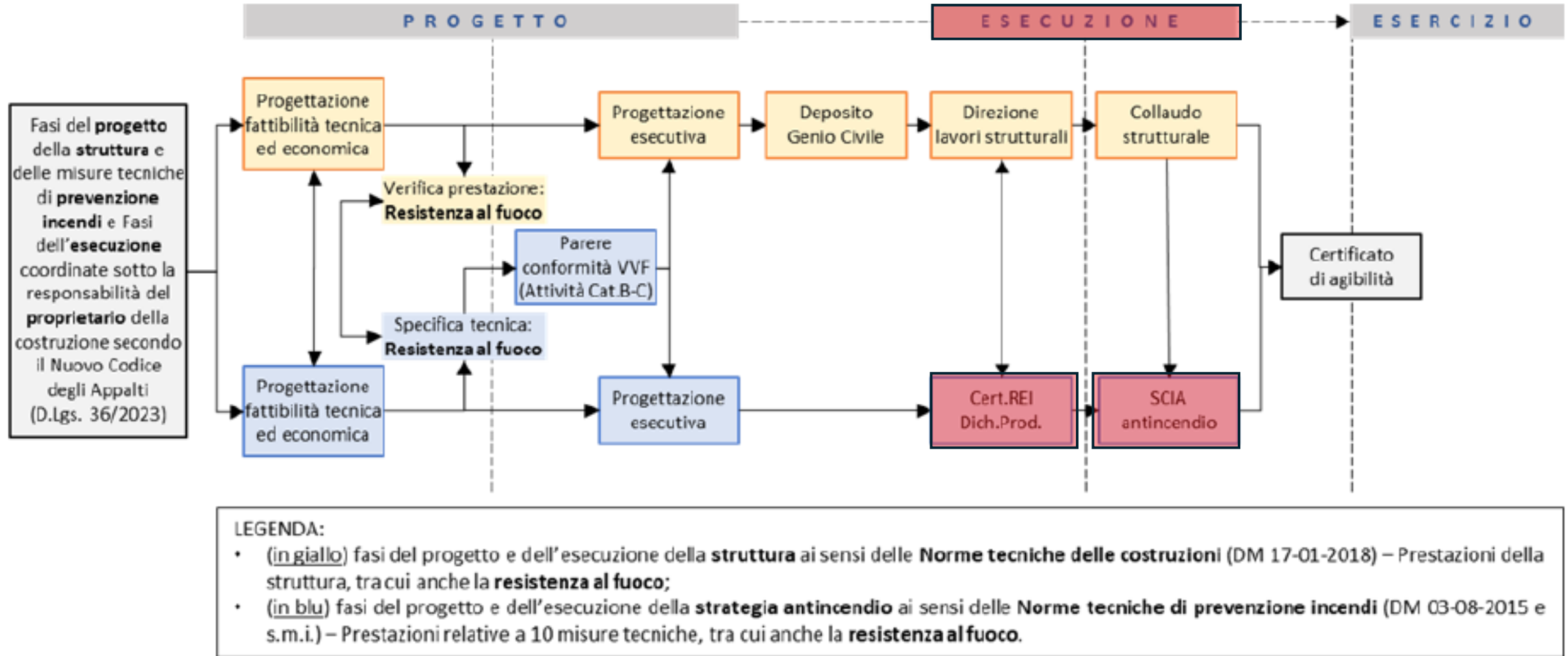
A questo punto si ha il **collaudo delle strutture** che attesterà la **conformità del progetto e dell'esecuzione** delle strutture con riferimento a tutte le azioni di progetto e quindi anche ai fini delle prestazioni di resistenza al fuoco.

La **documentazione del collaudo strutturale** deve essere **acquisita dal professionista antincendio** che si occuperà di certificare la resistenza al fuoco ovvero di compilare il **Cert. REI**.

Pertanto il professionista antincendio deve essere coinvolto durante l'esecuzione dei lavori riguardanti la struttura!!!

Il **collaudo strutturale**, quindi, deve essere **allegato alla scia antincendio** e deve essere di riferimento per il professionista antincendio che redige il Cert. REI.

ITER – PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO STRUTTURE alla luce delle norme attuali



DOCUMENTAZIONE SCIA

CERT. REI

SOLUZIONI **CONFORMI**

Per le strutture portanti di ogni edificio vanno prodotte:

- CERT.REI per ogni elemento (raggruppabili per tipologie simili in funzione del metodo di valutazione)
- relazioni di calcolo (metodo analitico o tabellare) – NON ALLEGATE ALLA SCIA
- rapporti di classificazione per elementi portanti testati sperimentalmente (metodo sperimentale)
- tavole grafiche (piante, sezioni, viste 3D, ecc.) con l'individuazione di tutti gli elementi strutturali
- in caso di applicazione delle NTC (es. edifici nuovi, edifici esistenti oggetto di valutazioni o interventi di cui al cap. 8, ecc.), documentazione progettuale e realizzativa prevista (progetto, relazione a struttura ultimata, collaudo, ecc.)

SOLUZIONI **ALTERNATIVE**

Per le strutture portanti di ogni edificio vanno prodotte:

- CERT.REI per ogni sottostruttura o per l'intera struttura
- relazioni di calcolo (metodo analitico) – documentazione da produrre in fase di VALUTAZIONE PROGETTO
- tavole grafiche (piante, sezioni, viste 3D, ecc.) con l'individuazione di tutti gli elementi strutturali
- in caso di applicazione delle NTC (es. edifici nuovi, edifici esistenti oggetto di valutazioni o interventi di cui al cap. 8, ecc.), documentazione progettuale e realizzativa prevista (progetto, relazione a struttura ultimata, collaudo, ecc.)

IN ROSSO I DOCUMENTI DA ALLEGARE ALLA SCIA INSIEME AL CERT.REI

Ing. Andrea Marino

Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale

CERT.REI
SOLUZIONI CONFORME

numero identificativo	elemento tipo e sua posizione ¹	classe di resistenza al fuoco
C01	Colonna HEB500	30
sintetica descrizione dell'elemento tipo ²		
Colonna HEB500 in acciaio S355		
tipo di valutazione condotta		
☐ metodo sperimentale	☐ metodo tabellare	☒ metodo analitico
Elenco allegati ³ :		

Relazione di calcolo per valutazione T critica
Tavole grafiche identificative della posizione degli elementi strutturali
Collaudo strutturale ex NTC 2018

CERT.REI
SOLUZIONI ALTERNATIVE

numero identificativo	elemento tipo e sua posizione ¹	classe di resistenza al fuoco
A	Struttura metallica	
sintetica descrizione dell'elemento tipo ²		
Struttura intelaiata in carpenteria metallica realizzata in acciaio S355 con elementi in classe di duttilità 1, 2 e 3, verificata rispetto agli scenari d'incendio di progetto a, b, c, con livello di prestazione II e tempo di resistenza al fuoco pari a 20 minuti e 30 secondi (RSET = 6,5 minuti). Verifica collasso implosivo come da progetto approvato con nota COM-PG n. 000 del 00/00/0000		
tipo di valutazione condotta		
☐ metodo sperimentale	☐ metodo tabellare	☒ metodo analitico
Elenco allegati ³ :		
Relazione di calcolo (vedasi progetto approvato con nota COM-PG n. 000 del 00/00/0000		
Identificazione opere da costruzione denominate «A», «B», «C» e «D»		
Collaudo strutturale ex NTC 2018		

E nel caso di **strutture esistenti** invece cosa cambia?

Nel caso invece di strutture esistenti si salta il passaggio in cui professionista antincendio e ingegnere strutturista possono «permettersi di decidere» come progettare la struttura.

Soluzione conforme: calcolo della classe di resistenza della struttura

Se $>$ alla richiesta, si certifica.

Se $<$ alla richiesta si hanno due possibilità: l'uso di protettivi o la soluzione alternativa.



TIPOLOGIA	SEZIONE	CLASSE
ARCARECCI	OMEGA180x80x40x3,5	4
CORRENTE SUPERIORE	IPE240	3
COLONNA CENTRALE TELAI ESTERNI	IPE220	3
COLONNA	HEA220	3
DIAGONALI RETICOLARI	HEA120	1
TRAVE DI COLLEGAMENTO	HEA160	1
CONTROVENTO	ANG 60x60x6	4
TRAVATURA RETICOLARE	2ANG60x60x6	4
TRAVATURA RETICOLARE	2ANG45x45x4	4

4.2.3.6 Members with Class 4 cross-sections

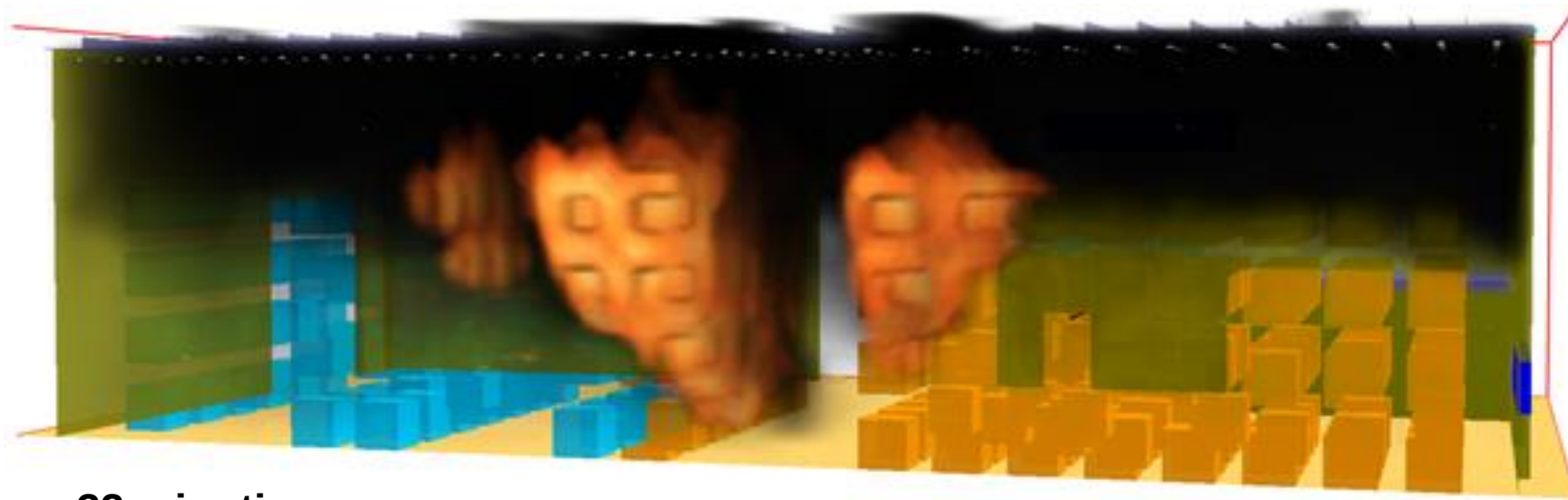
(1) For members with class 4 cross-sections other than tension members it may be assumed that 4.2.1(1) is satisfied if at time t the steel temperature θ_a at all cross-sections is not more than θ_{crit} .

NOTE 1 : For further information see annex E.

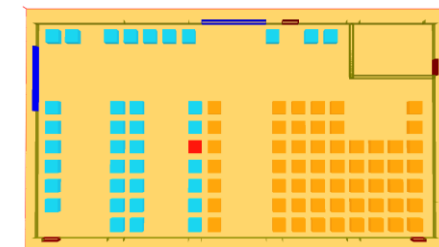
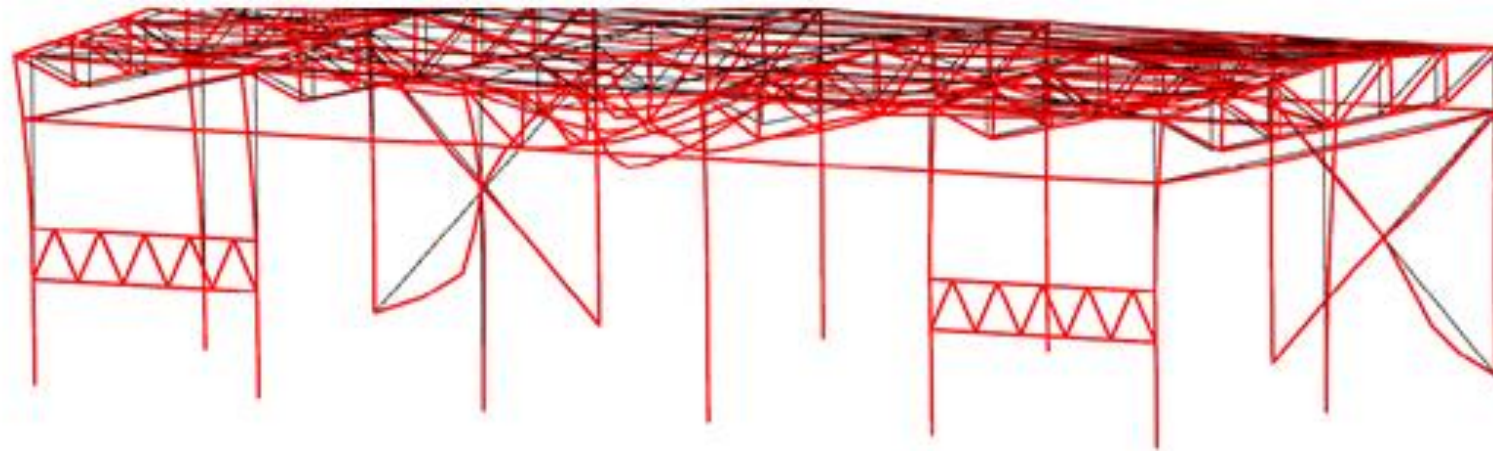
NOTE 2 : The limit θ_{crit} may be chosen in the National Annex. The value $\theta_{crit} = 350^\circ\text{C}$ is recommended.

Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale

STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE: soluzione **alternativa**

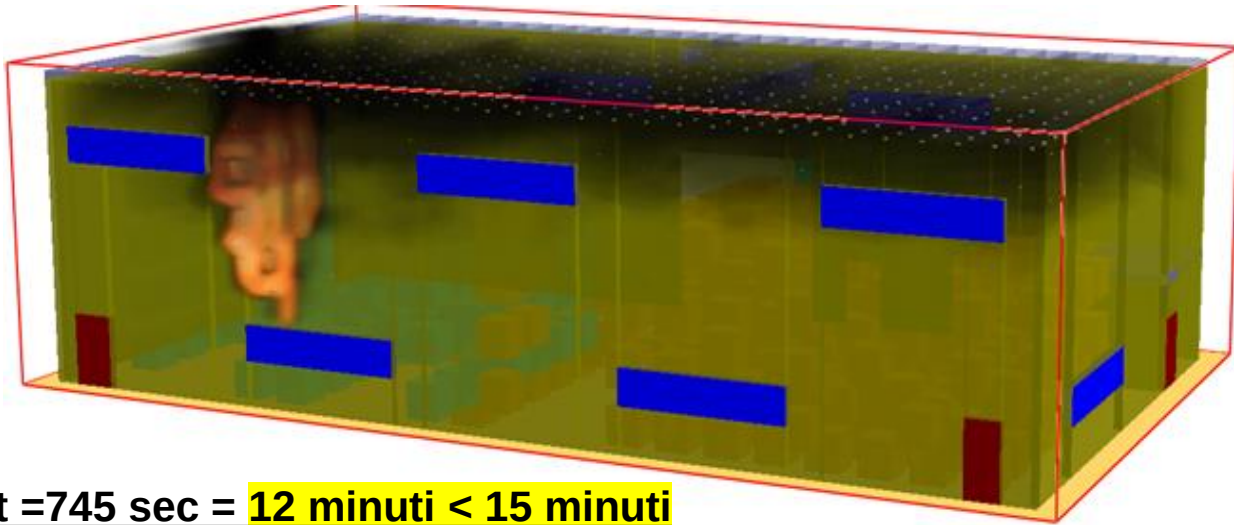


$t_{\text{collasso}} = 1921 \text{ sec} = 32 \text{ minuti}$



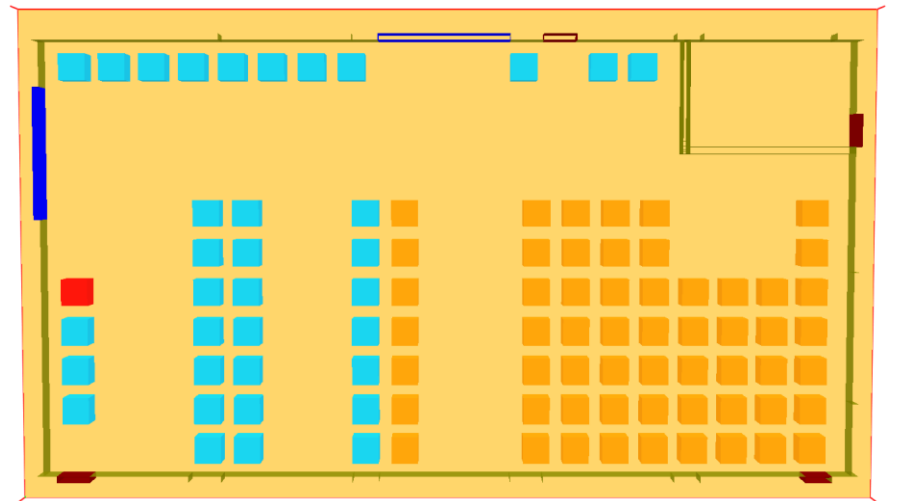
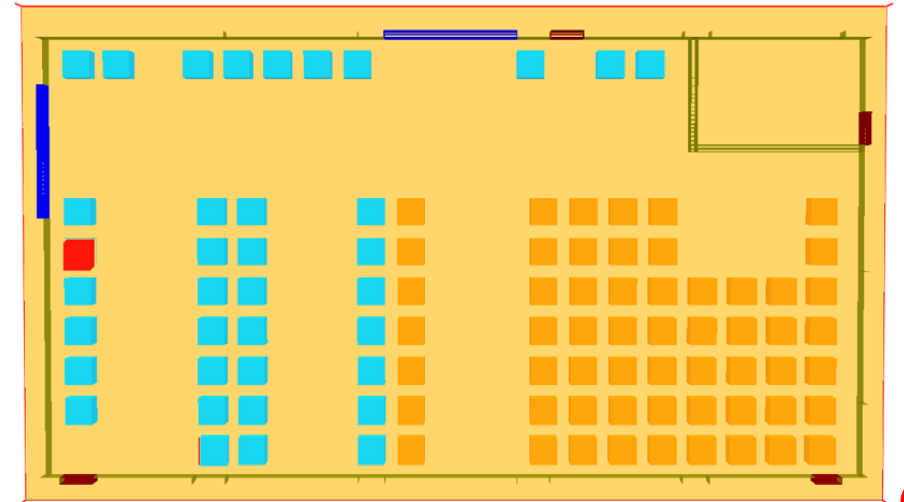
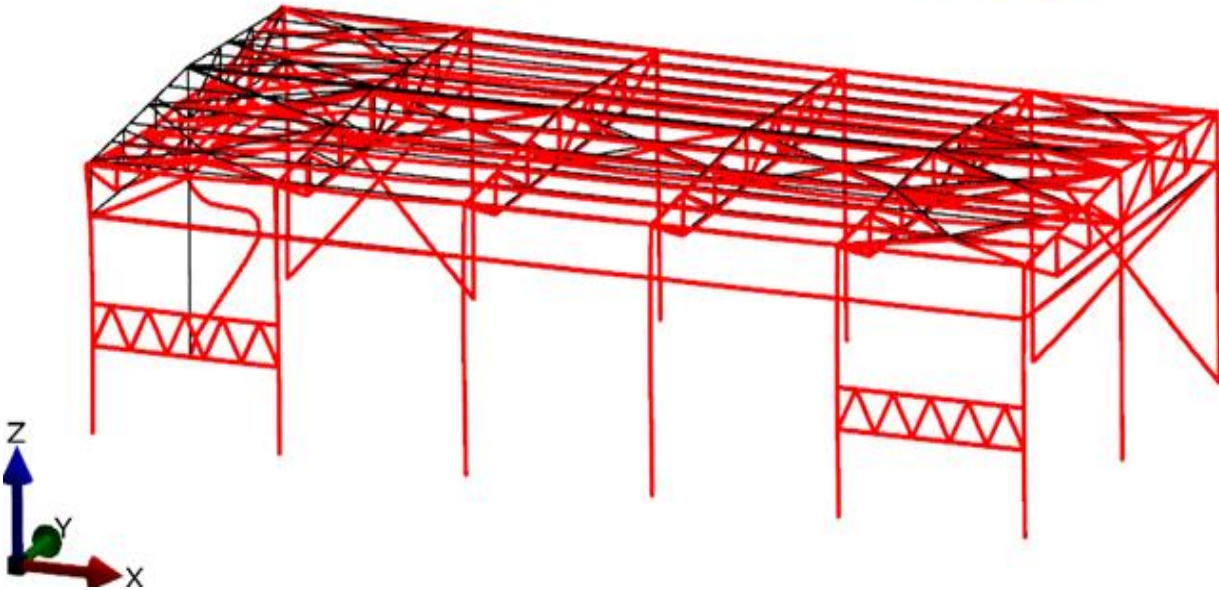
Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale

STRUTTURE DI NUOVA REALIZZAZIONE: soluzione **alternativa**



$t = 745 \text{ sec} = 12 \text{ minuti} < 15 \text{ minuti}$

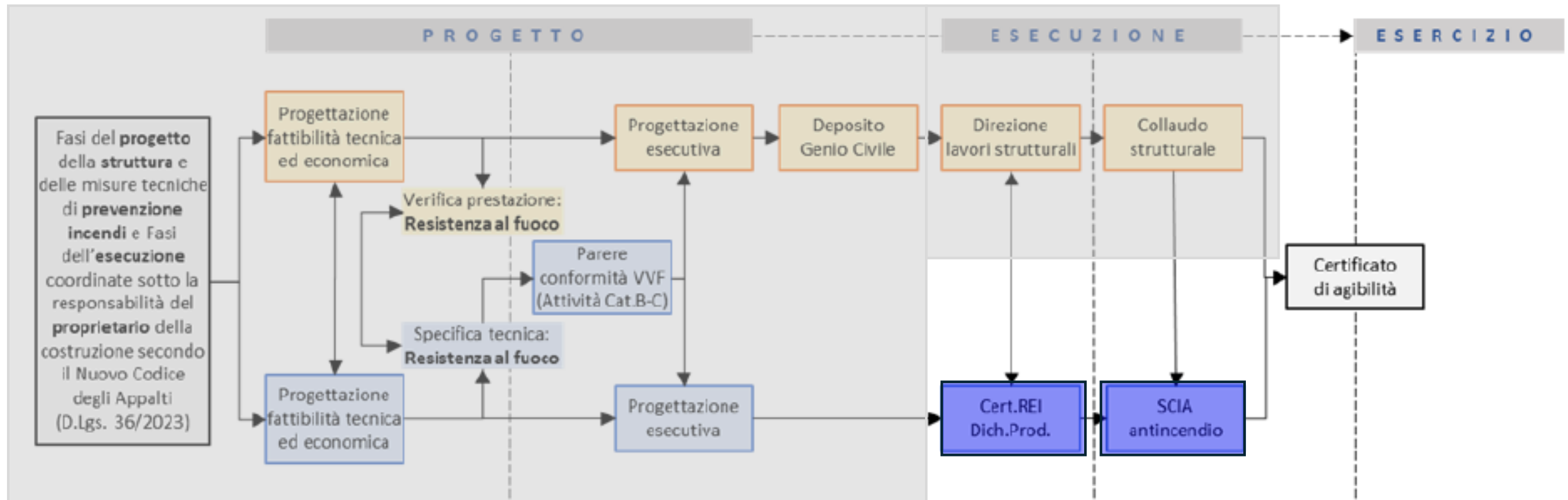
?!



GSA

Il Cert. REI: collegamenti necessari con il progetto antincendio e strutturale

ITER – PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO STRUTTURE alla luce delle norme attuali



LEGENDA:

- (in giallo) fasi del progetto e dell'esecuzione della **struttura** ai sensi delle **Norme tecniche delle costruzioni** (DM 17-01-2018) – Prestazioni della struttura, tra cui anche la **resistenza al fuoco**;
- (in blu) fasi del progetto e dell'esecuzione della **strategia antincendio** ai sensi delle **Norme tecniche di prevenzione incendi** (DM 03-08-2015 e s.m.i.) – Prestazioni relative a 10 misure tecniche, tra cui anche la **resistenza al fuoco**.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE:

Sebbene ci siano attività di formazione e di divulgazione **l'azione incendio** viene considerata **solo a posteriori del progetto strutturale**, la interconnessione con il professionista antincendio e lo strutturista avviene di rado.

Le vigenti NTC 2018 non sono completamente slegate dal codice di P.I. ed in particolare dalla problematica della resistenza al fuoco delle strutture. Difatti nelle stesse sono esplicitamente affrontate le problematiche relative alla sicurezza antincendio, alla robustezza strutturale, alla modellazione dell'azione incendio (ed anche esplosioni, che però nulla hanno a che fare con la resistenza al fuoco), nonché ai criteri di progettazione e verifiche di sicurezza, fino ad arrivare al collaudo statico.

Il **progetto delle strutture** deve **contenere la verifica di resistenza al fuoco**, di conseguenza anche le fasi di esecuzione e di collaudo delle strutture devono comprendere le attività relative alla prestazione di resistenza al fuoco.

Se inquadrato correttamente fin dalla fase del progetto strutturale, questo modus operandi ha anche il vantaggio di includere la **prestazione di resistenza al fuoco nel collaudo statico delle strutture**.