

# COMUNE DI SCANDICCI

PROVINCIA DI FIRENZE

Servizio di progettazione di fattibilità, definitiva ed esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase progettuale degli interventi di adeguamento alla normativa antincendio dell'Istituto Sassetti Peruzzi via Ciseri 5 in Scandicci.

CIG: 7185939873

CUP: B74H17000980003

COMMITTENTE:

CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

PROGETTAZIONE :



**INNOVUS**  
ingegneria  
info@innovus.it - www.innovus.it

PROGETTAZIONE ANTINCENDIO

Ing. Luigi Mancini  
(Professionista Antincendio CE03653100894)



Arch. Pierluigi Del Villano  
(Giovane Professionista)

## PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO:	<b>PROGETTAZIONE ANTINCENDIO</b>	CODICE ELABORATO:	<b>PAE RCI</b>
ELABORATO:	<b>Relazione Calcolo Carico di Incendio</b>	SCALA:	-

Rev:	Data	Motivo della revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	21.11.2017	Prima emissione	GE	LM	GE

COMMESSA: 2017.050 - Città Metropolitana di Firenze

FILE: 2017 050 PAE RCI



INNOVUS S.r.l.  
Via Montano snc - Pal. Agi Center  
81059 Caianello (CE)

C.F. e P.IVA 04014770616  
REA CE 291746  
C.S. € 60.000,00 i.v.

T./Fax +39 0823 1830092  
e-mail: info@innovus.it  
Web www.innovus.it

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto né consegnato a terzi né utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza autorizzazione scritta da questa società di ingegneria che ne detiene la proprietà.

## PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di determinare la resistenza al fuoco della struttura in funzione del carico incendio, ai sensi del D.M. 09/03/2007 relativo al locale deposito collocato al Piano terra dell'Istituto Sasseti Peruzzi – Via Ciseri n.5.

Per i compartimenti è presentato il calcolo del carico incendio tenendo conto dei materiali combustibili, con relativa quantità di stoccaggio, presenti o previsti al loro interno.

La verifica alla resistenza è quindi ottenuta confrontando i valori progettuali o di realizzazione degli elementi costitutivi di ciascuna compartimentazione con quelli previsti dalla normativa vigente, tenendo conto della Classe R.E.I. richiesta in base al carico incendio ottenuto.

## Normativa di riferimento

1. *Decreto del Ministero dell'Interno del 09 marzo 2007, recante i criteri per determinare le prestazioni di resistenza al fuoco che devono possedere le costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco, ad esclusione delle attività per le quali le prestazioni di resistenza al fuoco sono espressamente stabilite da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.*
2. *Decreto del Ministero dell'Interno del 16 febbraio 2007, recante classificazione di resistenza al fuoco di prodotti e delle opere da costruzione per i casi in cui è prescritta tale classificazione al fine di conformare le stesse opere e le loro parti al requisito essenziale «Sicurezza in caso di incendio» della direttiva 89/106/CE.*
3. *Lettera Circolare Prot. n. 1968 del 15/02/2008 - Pareti di muratura portanti resistenti al fuoco.*

## Carico di Incendio specifico di Progetto

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ) è determinato secondo la seguente relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (1)$$

dove:

$\delta_{q1}$  è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento e i cui valori sono definiti in Tabella 1;

Superficie in pianta lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$	Superficie in pianta lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$
$A < 500$	1,00	$2500 \leq A < 5000$	1,60
$500 \leq A < 1000$	1,20	$5000 \leq A < 10000$	1,80
$1000 \leq A < 2500$	1,40	$A \geq 10000$	2,00

Tabella 1

$\delta_{q2}$  è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento ed i cui valori sono definiti in Tabella 2;

Classi di rischio	Descrizione	$\delta_{q2}$
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	,20

Tabella 2

$\delta_n = \prod_i \delta_{ni}$  è il fattore che tiene conto delle differenti misure di protezione e i cui valori sono definiti in Tabella 3;

$\delta_{ni}$ , Funzione delle misure di protezione													
Sistemi automatici di estinzione		Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore		Sistemi automatici di rilevazione, segnalazione e allarme di incendio		Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio <sup>1</sup>		Rete idrica antincendio		Percorsi protetti di accesso		Accessibilità ai mezzi di soccorso VVF	
ad acqua	altro					interna	interna e esterna						
$\delta_{n1}$	$\delta_{n2}$	$\delta_{n3}$	$\delta_{n4}$	$\delta_{n5}$	$\delta_{n6}$	$\delta_{n7}$	$\delta_{n8}$	$\delta_{n9}$					
0,60	0,80	0,90	0,85	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90					

Tabella 3

$q_f$  è il valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (2)$$

dove:

$g_i$  massa dell'i-esimo materiale combustibile [kg];

$H_i$  potere calorifico inferiore dell'i-esimo materiale combustibile [MJ/kg],

i valori di  $H_i$  dei materiali combustibili possono essere determinati per via sperimentale in accordo con UNI EN ISO 1716:2002 ovvero essere mutuati dalla letteratura tecnica;

$m_i$  fattore di partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a 0,80 per il legno e altri materiali di natura cellulosica e 1,00 per tutti gli altri materiali combustibili;

$\psi_i$  fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a 0 per i materiali contenuti in contenitori appositamente progettati per resistere al fuoco; 0,85 per i materiali contenuti in contenitori non combustibili e non appositamente progettati per resistere al fuoco; 1 in tutti gli altri casi;

**A** superficie in pianta lorda del compartimento [m<sup>2</sup>].

Qualora, in alternativa alla formula suddetta, si pervenga alla determinazione di  $q_f$  attraverso una valutazione statistica del carico di incendio per la specifica attività, si deve far riferimento a valori con probabilità di superamento inferiore al 20%.

Lo spazio di riferimento generalmente coincide con il compartimento antincendio considerato e il carico di incendio specifico è quindi riferito alla superficie in pianta lorda del compartimento stesso, nell'ipotesi di una distribuzione sufficientemente uniforme del carico di incendio. In caso contrario il valore nominale  $q_f$  del carico d'incendio specifico è calcolato anche con riferimento all'effettiva distribuzione dello stesso.

## Richieste di Prestazione

1. Le prestazioni da richiedere ad una costruzione, in funzione degli obiettivi di sicurezza, sono individuate nei seguenti livelli:

- Livello I: Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile.
- Livello II: Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
- Livello III: Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza.

---

<sup>1</sup> Gli addetti devono aver conseguito l'attestato di idoneità tecnica di cui all'art. 3 della legge 28 novembre 1996, n. 609, a seguito del corso di formazione di tipo C di cui all'allegato IX del decreto ministeriale 10 marzo 1998.

- Livello IV: Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
  - Livello V: Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.
2. I livelli di prestazione comportano l'adozione di differenti classi di resistenza al fuoco secondo quanto stabilito ai punti successivi.
3. Le classi di resistenza al fuoco sono le seguenti: 15; 20; 30; 45; 60; 90; 120; 180; 240; 360. Esse sono di volta in volta precedute dai simboli indicanti i requisiti che devono essere garantiti, per l'intervallo di tempo descritto, dagli elementi costruttivi portanti e/o separanti che compongono la costruzione. Tali requisiti, individuati sulla base di una valutazione del rischio d'incendio, sono rappresentati con i simboli elencati nelle decisioni della Commissione dell'Unione Europea 2000/367/CE del 3 maggio 2000 e 2003/629/CE del 27 agosto 2003.

### **Livello I di prestazione**

Il livello I di prestazione non è ammesso per le costruzioni che ricadono nel campo di applicazione del decreto.

### **Livello II di prestazione**

Il livello II di prestazione può ritenersi adeguato per costruzioni fino a due piani fuori terra ed un piano interrato, isolate - eventualmente adiacenti ad altre purché strutturalmente e funzionalmente separate - destinate ad un'unica attività non aperta al pubblico e ai relativi impianti tecnologici di servizio e depositi, ove si verificano tutte le seguenti ulteriori condizioni:

1. le dimensioni della costruzione siano tali da garantire l'esodo in sicurezza degli occupanti;
2. gli eventuali crolli totali o parziali della costruzione non arrechino danni ad altre costruzioni;
3. gli eventuali crolli totali o parziali della costruzione non compromettano l'efficacia degli elementi di compartimentazione e di impianti di protezione attiva che proteggono altre costruzioni;
4. il massimo affollamento complessivo della costruzione non superi 100

persone e la densità di affollamento media non sia superiore a 0,2 pers/m<sup>2</sup>;

5. la costruzione non sia adibita ad attività che prevedono posti letto;
6. la costruzione non sia adibita ad attività specificamente destinate a malati, anziani, bambini o a persone con ridotte o impedito capacità motorie, sensoriali o cognitive.

2. Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello II di prestazione sono le seguenti, indipendentemente dal valore assunto dal carico di incendio specifico di progetto:

- 30** per costruzioni ad un piano fuori terra, senza interrati
- 60** per costruzioni fino a due piani fuori terra e un piano interrato

3. Sono consentite classi inferiori a quelle precedentemente indicate se compatibili con il livello III di prestazione.

### Livello III di prestazione

Il livello III di prestazione può ritenersi adeguato per tutte le costruzioni rientranti nel campo di applicazione del decreto fatte salve quelle per le quali sono richiesti i livelli IV o V.

1. Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello III sono indicate nella tabella 4, in funzione del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ) definito con la (1).

Carichi d'incendio specifici di progetto ( $q_{f,d}$ )	Classe
Non superiore a <b>100</b> MJ/m <sup>2</sup>	0
Non superiore a <b>200</b> MJ/m <sup>2</sup>	15
Non superiore a <b>300</b> MJ/m <sup>2</sup>	20
Non superiore a <b>450</b> MJ/m <sup>2</sup>	30
Non superiore a <b>600</b> MJ/m <sup>2</sup>	45
Non superiore a <b>900</b> MJ/m <sup>2</sup>	60
Non superiore a <b>1200</b> MJ/m <sup>2</sup>	90
Non superiore a <b>1800</b> MJ/m <sup>2</sup>	120
Non superiore a <b>2400</b> MJ/m <sup>2</sup>	180
Superiore a <b>2400</b> MJ/m <sup>2</sup>	240

## **Livelli IV e V di prestazione**

I livelli IV o V possono essere oggetto di specifiche richieste del committente o essere previsti dai capitolati tecnici di progetto. I livelli IV o V di prestazione possono altresì essere richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

1. Per i livelli IV e V resta valido quanto indicato nel decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 14 settembre 2005 e successive modifiche ed integrazioni.

## COMPARTIMENTI

Di seguito è riportato l'elenco dei compartimenti oggetto della relazione con relativa superficie (Area), livello di prestazione richiesto (L) e classe di resistenza determinata.

Compartimento	Area [m <sup>2</sup> ]	L	Classe
Deposito piano terra	18.08	Liv. III	20

Si riportano successivamente il calcolo e le verifiche in dettaglio di ciascun compartimento individuato.

### COMPARTIMENTO: Deposito piano terra

Nella tabella sottostante sono riportati i materiali combustibili presenti all'interno del compartimento, con le relative quantità, poteri calorifici e calore sviluppabile.

Materiale	m	ψ	Qnt	H	Calore totale [MJ]
Carta in pacchi	0.80	1.00	8 kg	17.00 MJ/kg	108.80
Detersivi - prodotto finito	1.00	1.00	0.3 m <sup>3</sup>	210.00 MJ/m <sup>3</sup>	63.00
Alcool denaturato	1.00	1.00	2 kg	27.60 MJ/kg	55.20
Carta - risme	1.00	1.00	0.5 m <sup>3</sup>	8400.00 MJ/m <sup>3</sup>	4200.00
Materiali incombustibili imballati in scaffalatura metallica	1.00	1.00	0.3 m <sup>3</sup>	101.00 MJ/m <sup>3</sup>	30.30
Sedia non imbottita	1.00	1.00	5 cad.	67.00 MJ/cad.	335.00
Banco da lavoro con piedi in metallo	1.00	1.00	2 cad.	837.00 MJ/cad.	1674.00

Il compartimento ha una superficie di 18.08 m<sup>2</sup>.

Il calore complessivamente sviluppabile è pari a 6466.3 MJ.

Il carico incendio specifico  $q_f$  determinato usando la (2) risulta pari a:

$$q_f = 357.65 \text{ MJ/m}^2.$$

Il fattore  $\delta_{q1}$  è pari a 1.

Il fattore  $\delta_{q2}$  è pari a 1.

### Misure di protezione

Le misure di protezione adottate sono:

- Sistemi automatici di estinzione: Non presente [1.00]
- Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore: Assente [1.00]
- Sistemi automatici di rilevazione, segnalazione e allarme antincendio: Presente [0.85]
- Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio: Assente [1.00]
- Rete idrica antincendio: Interna [0.90]
- Percorsi protetti di accesso: Presente [0.90]
- Accessibilità ai mezzi di soccorso VV.F.: Si [0.90]

Pertanto il fattore  $\delta_n$  è pari a **0.62**.

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ ), applicando la (1),  
risulta:

$$q_{f,d} = 221.62 \text{ MJ/m}^2.$$

Essendo il livello di prestazione richiesto pari a Liv. III, la classe dell'ambiente risulta essere:

**CLASSE = 20.**

### Verifica Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 1

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di laterizio
Percentuale foratura blocco	< 55%
Presenza intonaco	Presente sul lato esposto al fuoco
Tipo intonaco	Normale
Spessore parete	250 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **240**. L'altezza della parete fra i due solai o la distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai sarà non superiore a 4 m. Lo spessore dell'elemento è da considerarsi ad esclusione dell'intonaco. Per questa tipologia l'intonaco sarà di almeno 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco.

### Verifica Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 2

10

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di laterizio
Percentuale foratura blocco	< 55%
Presenza intonaco	Presente sul lato esposto al fuoco
Tipo intonaco	Normale
Spessore parete	250 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **240**. L'altezza della parete fra i due solai o la distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai sarà non superiore a 4 m. Lo spessore dell'elemento è da considerarsi ad esclusione dell'intonaco. Per questa tipologia l'intonaco sarà di almeno 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco.

### Verifica Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 3

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di laterizio
Percentuale foratura blocco	< 55%
Presenza intonaco	Presente sul lato esposto al fuoco
Tipo intonaco	Normale
Spessore parete	250 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **240**. L'altezza della parete fra i due solai o la distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai sarà non superiore a 4 m. Lo spessore dell'elemento è da considerarsi ad esclusione dell'intonaco. Per questa tipologia l'intonaco sarà di almeno 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco.

### Verifica Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 4

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di laterizio
Percentuale foratura blocco	< 55%
Presenza intonaco	Presente sul lato esposto al fuoco
Tipo intonaco	Normale
Spessore parete	250 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **240**. L'altezza della parete fra i due solai o la distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai sarà non superiore a 4 m. Lo spessore dell'elemento è da considerarsi ad esclusione dell'intonaco. Per questa tipologia l'intonaco sarà di almeno 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco.

### Verifica Elemento ORIZZONTALE: Solaio

Parametro	Valore
Tipologia elementi	Solai a travetti con alleggerimento
Spessore totale Solaio (H)	300 mm
Tipo armatura	Lenta
Distanza dall'asse delle armature (a)	10 mm
Presenza intonaco	Si, intonaco normale
Tipo Intonaco	Normale
Spessore intonaco	20 mm
Spessore strato materiale isolante (h)	300 mm
Spessore strato c.a. (d)	40 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **240** e il requisito R per la classe **60**. Si è tenuto conto in (H) della presenza di intonaco normale considerando lo spessore dell'intonaco come 20 mm di calcestruzzo. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento.

### Verifica Elemento PORTANTE: Travi

Parametro	Valore
Tipo struttura	Trave in cemento armato
Larghezza della sezione (b)	300 mm
Distanza dall'asse (a)	30 mm
Larghezza d'anima (bw)	270 mm
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Normale
Spessore intonaco	20 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura portante

ha un R pari a **90**. Il valore di (a) non sarà inferiore ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. Si è tenuto conto in (a) e (b) della presenza di intonaco normale considerando lo spessore dell'intonaco come 20 mm di calcestruzzo. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento.

#### **Verifica** Elemento PORTANTE: Pilastri

<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>
Tipo struttura	Pilastro in cemento armato
Tipo sezione	Rettangolare
Lato piccolo (B)	300 mm
Distanza dall'asse (a)	30 mm
Esposizione al fuoco	Su più lati
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Normale
Spessore intonaco	20 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura portante ha un R pari a **60**. Il valore di (a) non sarà inferiore ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. Si è tenuto conto in (a) della presenza di intonaco normale considerando lo spessore dell'intonaco come 20 mm di calcestruzzo. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento. Il pilastro, posizionato in un piano intermedio, avrà una lunghezza effettiva (da nodo a nodo) di 3.00 m. L'area complessiva di armatura ( $A_s$ ) sarà minore o uguale a 0,04 volte l'area efficace della sezione trasversale del pilastro ( $A_c$ ).