



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
THE MILAN ORDER OF ENGINEERS

Con il contributo incondizionato di



FIRE SAFETY ACADEMY

Fire Safety Engineering e design delle facciate

Ing. Samuele Sassi - FSC Engineering



Con il patrocinio di



OGGI

**CONTENIMENTO ENERGETICO
CONFORT CLIMATICO,
PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA, MEZZO DI
COMUNICAZIONE...**



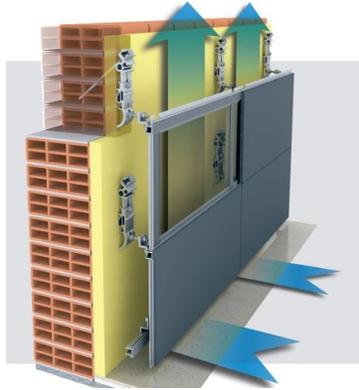
IERI

**PROTEZIONE DAGLI AGENTI
ATMOSFERICI, DECORO ESTETICO,
ARCHITETTONICO...**



Excelsior Hotel Gallia - Milano





COMPLESSITA' DEI SISTEMI ...

NUOVI MATERIALI ...

... NUOVI RISCHI

OBIETTIVI

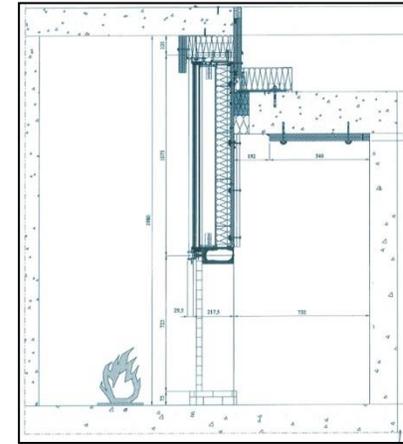
- Limitare la propagazione di un incendio all'interno dell'edificio per effetto dello sviluppo delle fiamme e della diffusione dei prodotti della combustione

- Limitare la probabilità di incendio di una facciata e la sua propagazione a edifici limitrofi e/o nelle aree circostanti

- Evitare e/o limitare la caduta di parti della facciata che possano compromettere l'esodo o la sicurezza dei soccorritori

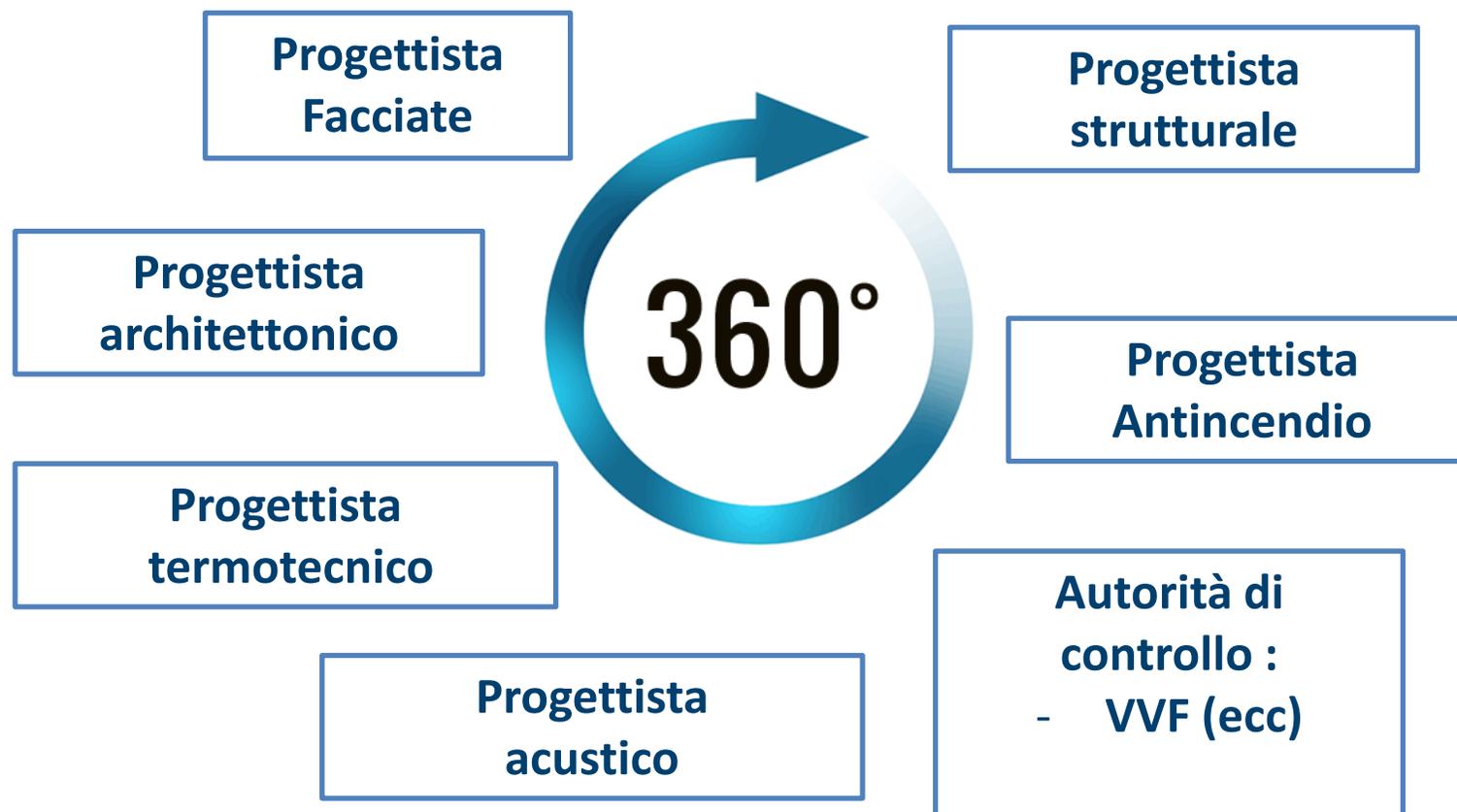
APPROCCIO METODOLOGICO

- applicazione della guida tecnica
- Ricorso agli strumenti e metodi della FSE (Fire Safe Engineering): approccio ingegneristico e/o prestazionale



LE FIGURE COINVOLTE NEL DEFINIRE LE PRESTAZIONI DI SICUREZZA AL FUOCO DELLE FACCIATE

Progettazione



LE FIGURE COINVOLTE NEL DEFINIRE LE PRESTAZIONI DI SICUREZZA AL FUOCO DELLE FACCIATE

COSTRUZIONE

DIREZIONE LAVORI

- Genarle
- Specialistica
- Antincendio
- ecc.



IMPRESE

- GC
- "Facciatista"
- "Cappotista"
- Sub appaltatori (posa, ecc.)

Autorità di controllo :

- VVF (ecc)

Incendi di facciata negli edifici



Atlantic City
2007



Busan
2010



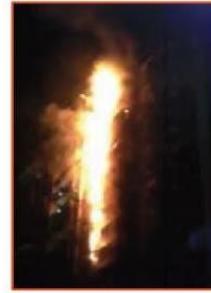
Roubaix
2012



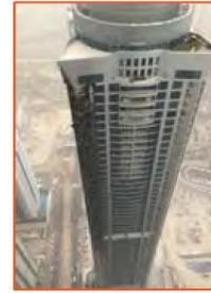
Sharjah
2012



Dubai
2012



Melbourne
2014



Marina Torch
2015, 2017



Ajman One
2016



Instabul 2018 Hospital

L'incendio della Grenfell tower ha comportato la morte di 72 persone: MA E' STATA SOLO LA FACCIATA RESPONSABILE DELLA TRAGEDIA?

APPROCCIO OLISTICO: VALUTAZIONE DEL RISCHIO DEL FABBRICATO E DELLE ATTIVITA'

**Grenfell
2017**



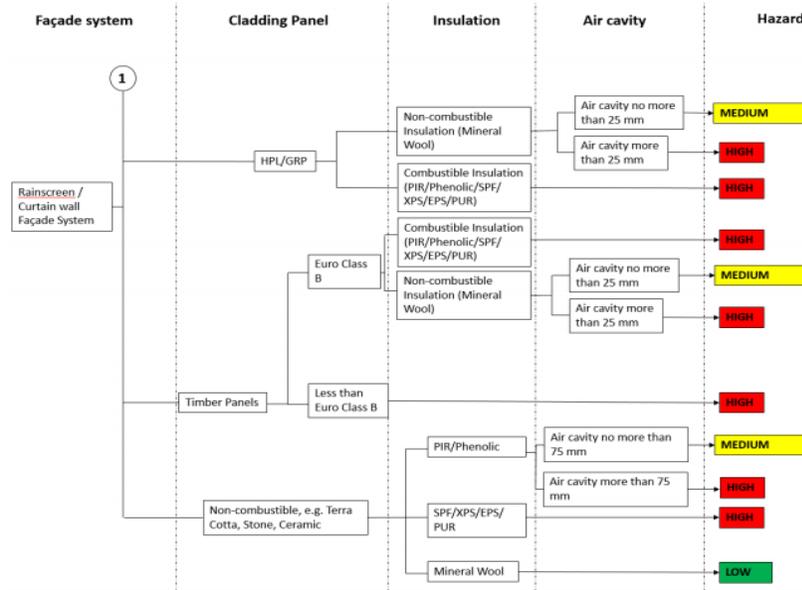
Address
2015



STRUMENTI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO SU BASE MATRICIALE



High Rise Buildings with Combustible Exterior Wall Assemblies: Fire Risk Assessment Tool



		OFFICE - TIER 1B					LIKELIHOOD OF MEANS OF EGRESS AND WARNING BEING COMPROMISED				
BUILDING HEIGHT	CONSEQUENCE	Very Low	Low	Medium	High	Very High					
≤ 8m Slight harm	External firefighting attack to some or all of the building elevations possible from the exterior. Some falling debris can be extinguished. Adjacent buildings can be cooled with water. Search and rescue times inside the building short. Fire fighters can assist occupants at the point of discharge and guide them to safety away from falling debris. Pre-movement time relatively short as occupant's awake, time to evacuate relatively short due to building height. Risk to life from a fire on the exterior façade is low.	A	A	B	C	F					
	External firefighting attack to some or all of the building elevations possible from the exterior. Some falling debris can be extinguished. Adjacent buildings can be cooled with water. Search and rescue times inside the building relatively short. Fire fighters can assist occupants at the point of discharge and guide them to safety away from falling debris. Pre-movement time relatively short as occupant's awake, time to evacuate relatively short as building height is increasing but still comparatively low. Risk to life from a fire on the exterior façade is low but increasing.	A	B	C	C	E					
10-50m Moderate harm	External firefighting attack to upper levels of the building likely to be difficult or not possible. Some falling debris can be extinguished. Adjacent buildings can be cooled with water unless they are also > 30m high. Search and rescue times inside the building relatively long. Fire fighters can assist occupants at the point of discharge and guide them to safety away from falling debris. Pre-movement time relatively short as occupant's awake, time to evacuate comparatively longer due to increased building height. Risk to life from a fire on the exterior façade is increasing.	A	B	C	D	F					
> 50m Moderate-Extreme harm	External firefighting attack to upper levels of the building not possible. Some falling debris can be extinguished. Adjacent buildings can be cooled with water unless they are also > 30m high. Search and rescue times inside the building long. Fire fighters can assist occupants at the point of discharge and guide them to safety away from falling debris. Pre-movement time relatively short as occupant's awake, time to evacuate is comparatively long due to increased building height. Risk to life from a fire on the exterior façade is high.	A	C	D	E	F					

Per la progettazione della sicurezza antincendio dell'intero edificio è necessario rivolgersi ad una SPECIFICA METODOLOGIA di valutazione del rischio

STRUMENTI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO SU BASE MATRICIALE



CAPPOTTO SICURO

Come progettare edifici con isolamento
a cappotto **riducendo il rischio di incendio?**

Linea guida



Il progetto è coordinato da www.idm-suedtirol.com



Il progetto è finanziato da:



Linea guida basata sullo studio sperimentale e tecnico effettuato da:

- FSC Engineering – Milano
(ing. Samuele Sassi, ing. Paolo Canzani)
- Politecnico di Milano – Dipartimento ABC
Architecture, Built environment and Construction engineering
(prof. ing. Angelo Lucchini)
- Laboratorio LSFire – Oltrona San Mamette (CO)
(dott. Silvio Messa, dott.ssa Eleonora Anselmi)

Hanno collaborato alla stesura:

- Arianna Villotti – Direttrice Ufficio Prevenzione Incendi Agenzia
Protezione Civile
- Ulrich Klammsteiner – Vicedirettore Agenzia Casaclima
- Piergiacomo Cancelliere – Direzione Centrale per la Prevenzione
e la Sicurezza Tecnica – Corpo Nazionale Vigili del fuoco

Coordinamento:

- Stefano Prosseda – Coordinatore Constructions –
Dipartimento Business Development - IDM Südtirol Altoadige

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

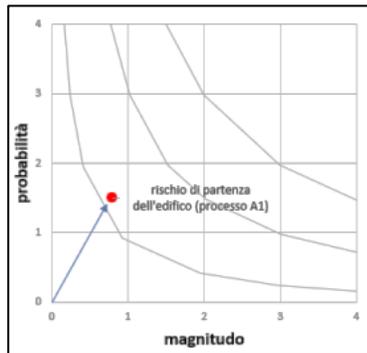
recenti studi condotti per adattare l'approccio matriciale proposto dall'NFPA alla realtà Italiana

BASSO

MEDIO

ALTO

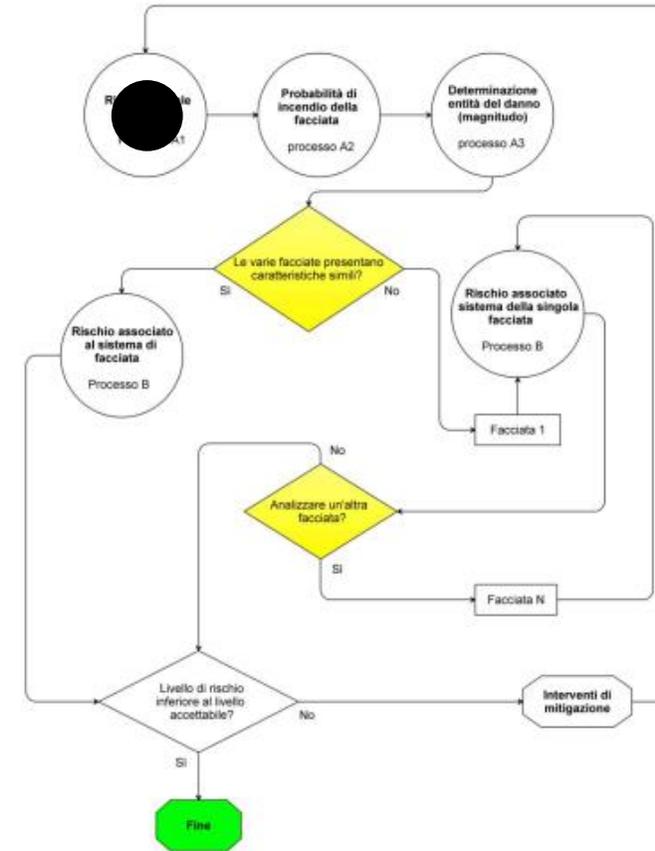
MOLTO ALTO



← RISCHIO INIZIALE DELL'EDIFICIO

PARAMETRI CONSIDERATI:

- dimensione dell'edificio
- carico di incendio
- tipologia strutturale
- sistema delle vie di esodo
- accessibilità ai Vigili del Fuoco
- compartimentazione
- sistema di rilevazione e allarme
- impianti per la «protezione attiva»



Processo di valutazione

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

PARAMETRI COSIDERATI:

- Probabilità di avere un determinato scenario di incendio
- Entità dell'eventuale danno (MAGNITUDO)

BASSO

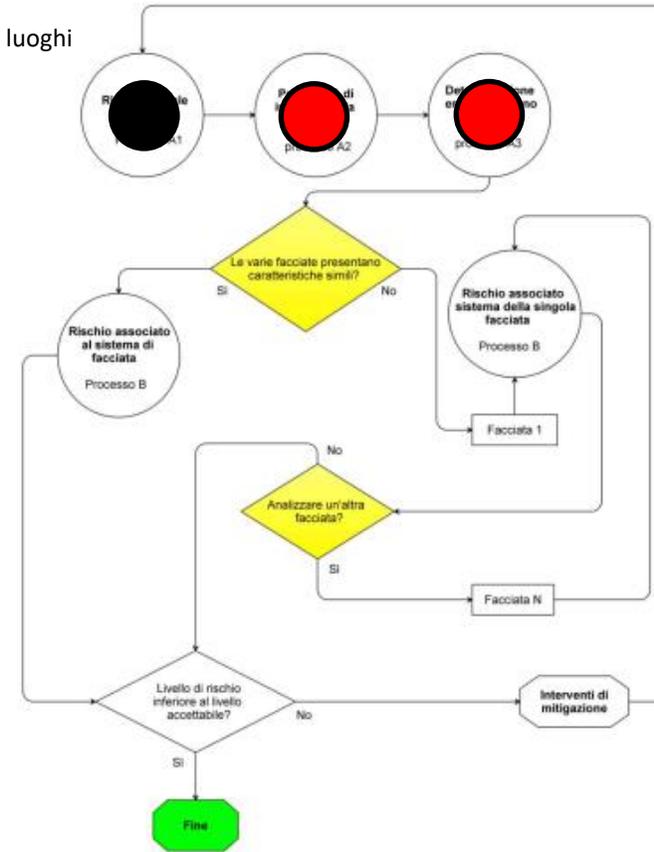
MEDIO

ALTO

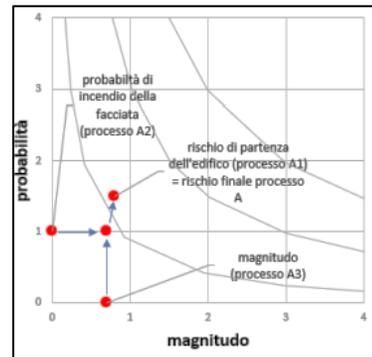
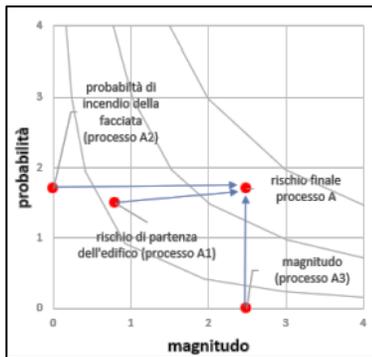
MOLTO ALTO

- stato di veglia/stato di sonno
- conoscenza/non conoscenza dei luoghi
- ecc.

Aggravio (P X M)



Processo di valutazione



scala di probabilità (P)	molto alta				n.a.
	alta				
	media				
	bassa				
matrice	bassa	media	alta	molto alta	
	scala di magnitudo (M)				

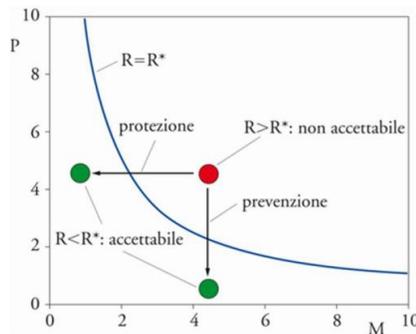
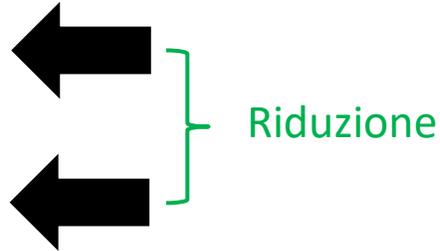
VALUTAZIONE DEL RISCHIO

BASSO

MEDIO

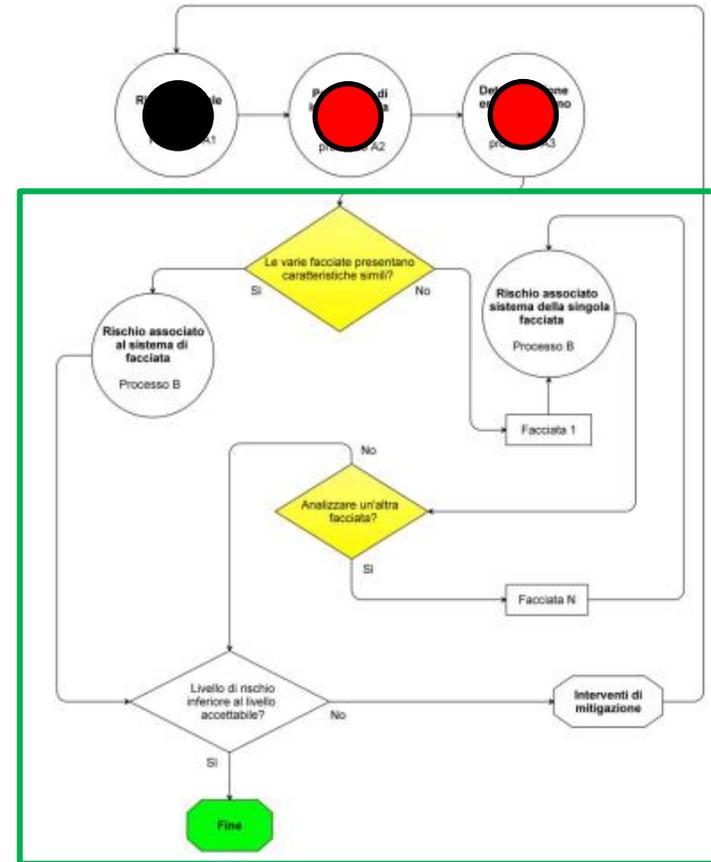
ALTO

MOLTO ALTO



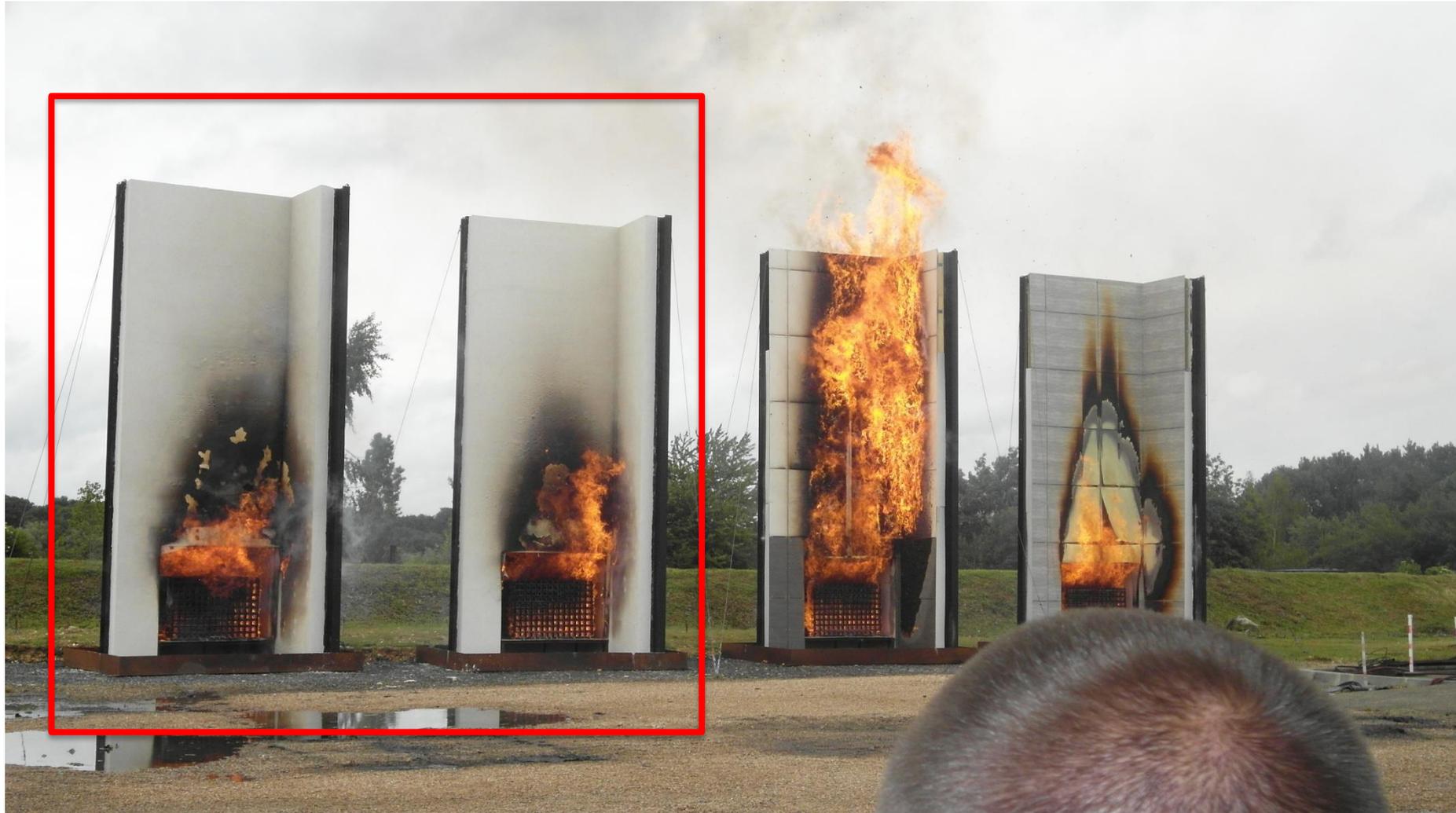
PARAMETRI CONSIDERATI:

- Reazione al fuoco dei materiali del sistema di facciata
- **Comportamento al fuoco del sistema (tramite test sperimentali)**
- Conformità con riferimento a soluzioni in grado di evitare la propagazione del fuoco
- Ecc.

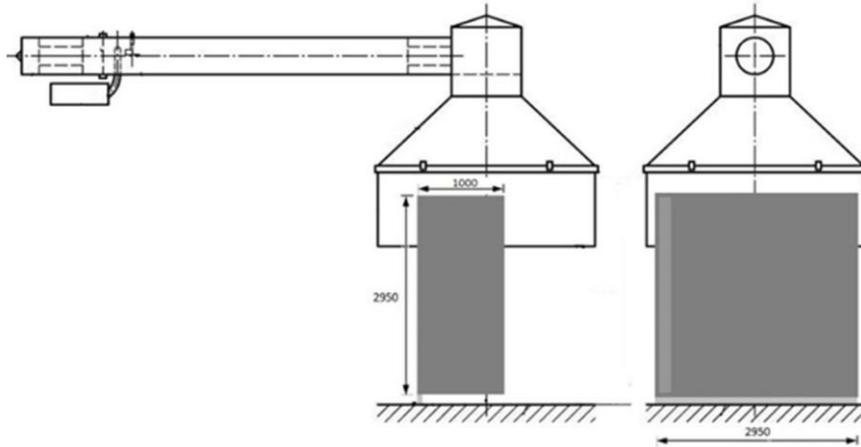


Processo di valutazione

REAZIONE AL FUOCO FACCIATE



SPERIMENTAZIONE – SISTEMI A CAPPOTTO (ETICS)



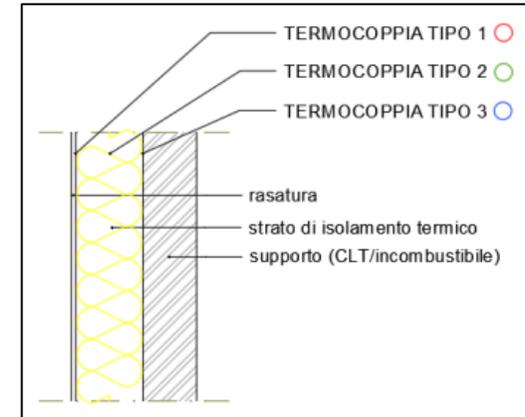
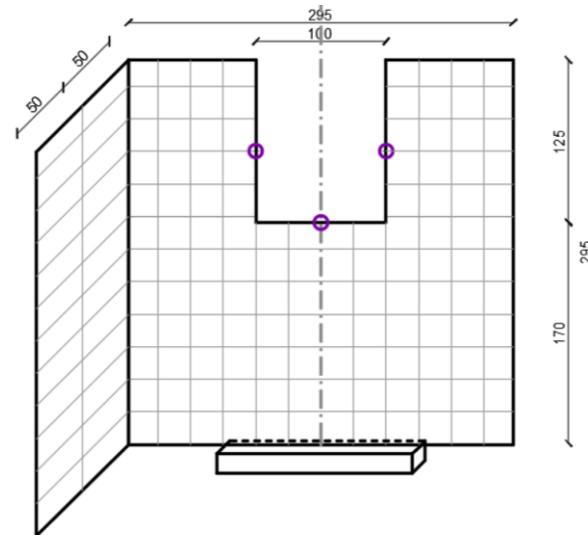
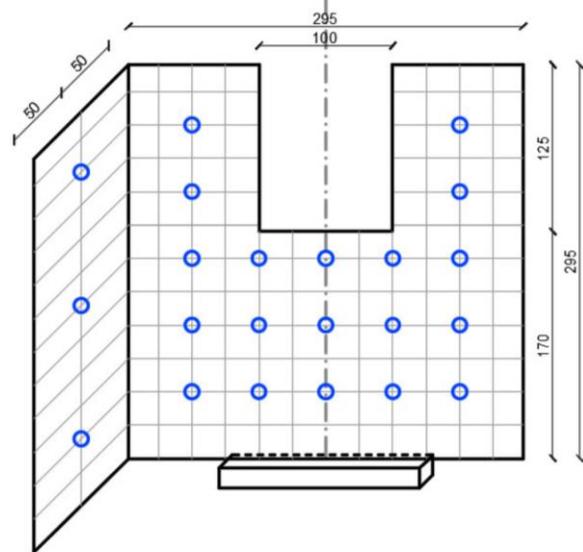
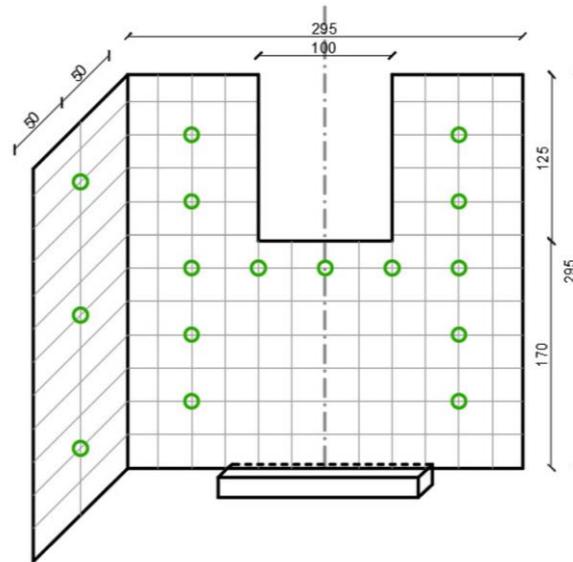
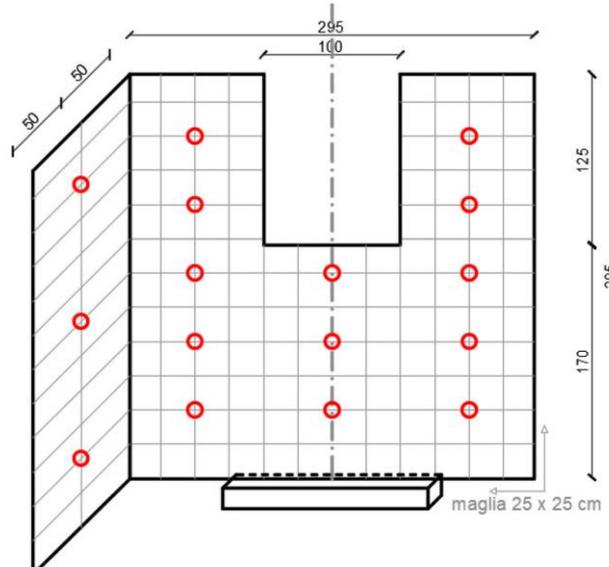
test number	Support frame	Insulating material	plaster layer thickness	Reaction to fire insulation material
1	Autoclaved aerated concrete blocks	Mineral insulation boards	7 mm	A1
2	Cross Laminated Timber	Rock wool	7 mm	A1
3	Autoclaved aerated concrete blocks	Wood fibres	7 mm	E
4	Cross Laminated Timber	Wood fibres	7 mm	E
5	Autoclaved aerated concrete blocks	EPS	7 mm	E
6	Cross Laminated Timber	EPS	7 mm	E
7	Concrete blocks	EPS with graphite	20 mm	E
8	Autoclaved aerated concrete blocks	PIR (low performance)	7 mm	BS2d0
9	Cross Laminated Timber	PIR (high performance)	7 mm	BS2d0
10	Cross Laminated Timber	PUR (generic)	7 mm	F
11	Autoclaved aerated concrete blocks	PUR (for ETICS)	7 mm	E
12	Cross Laminated Timber	PUR (for ETICS)	7 mm	E

← I TEST ESEGUITI

- Diversi materiali isolanti

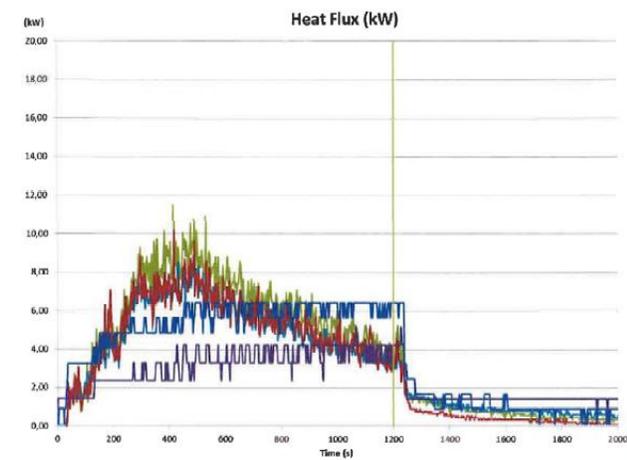
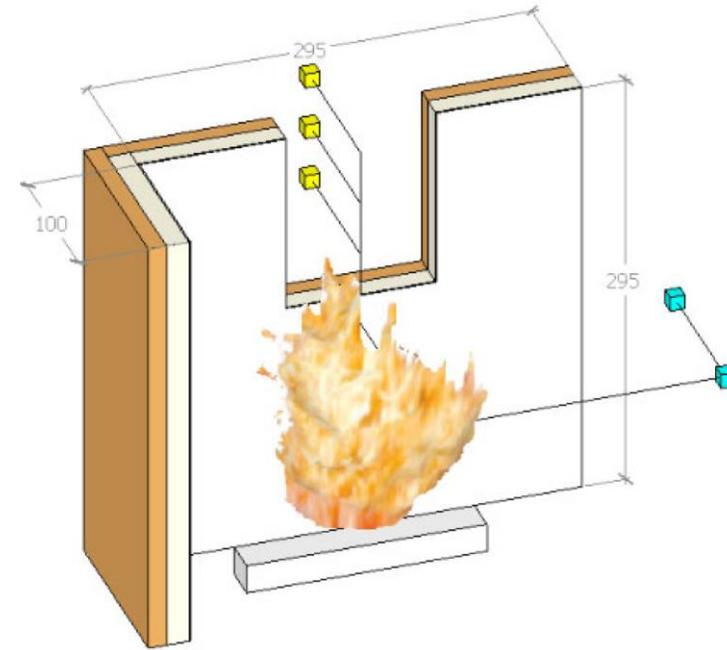
- Supporti sia combustibili (X-lam) sia incombustibili (blocchi AAC e blocchi in CLS)

POSIZIONAMENTO DELLE TERMOCOPPIE



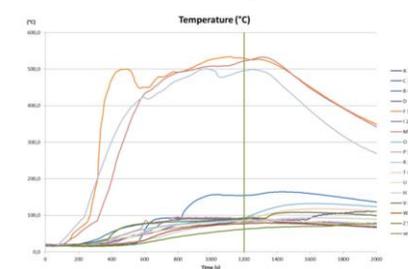
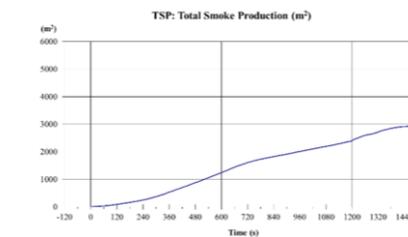
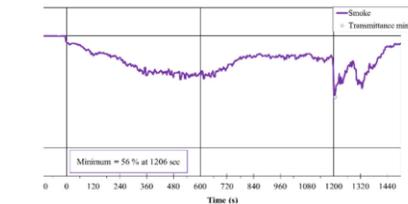
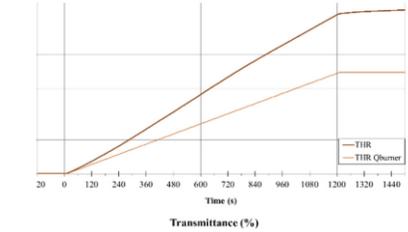
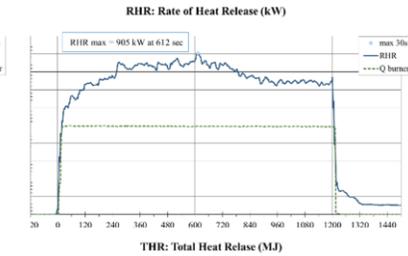
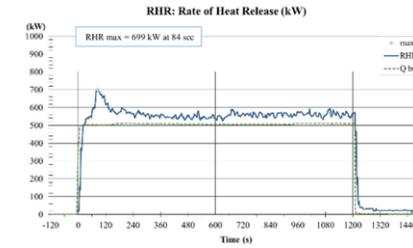
POSIZIONAMENTO DEI RADIOMETRI

- Flusso attraverso l'apertura
- Flusso laterale



CONFRONTO TRA I DIVERSI SISTEMI

Test number	Δ RHR		Δ THR	Trasmittance (%)	TSP (m2)	Interested area	Additional notes
	Maximum value	Average value					
1	199	50	70	54	4850		no post-combustion
2	175	80	70	51	5000		no post-combustion
3	150	100	110	57	4600		protract post-combustion, difficulty in extinguishing
4	175	100	130	54	4850		protract post-combustion, difficulty in extinguishing, damage to the support
5	190	110	110	36	5800		important post-combustion, sudden re-ignition, falling of flaming droplets
6	208	90	110	48	5000		important post-combustion, falling of flaming droplets
7	245	90	100	56	4500		very limited post-combustion, cracks in the plaster
8	359	250	300	59	3000		post-combustion, explosion of small portions of the plaster
9	337	200	235	76	1750		post-combustion, explosion of small portions of the plaster
10	405	260	330	56	2400		post-combustion, explosion of small portions of the plaster
11	210	105	130	82	1650		post-combustion, explosion of small portions of the plaster
12	160	100	100	83	1400		post-combustion, explosion of small portions of the plaster



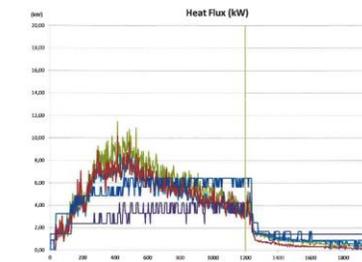
cappotto con isolanti incombustibili

cappotto con fibra di legno

← cappotto in EPS con classica rasatura da 7 mm

← cappotto in EPS protetto con 2 cm di intonaco

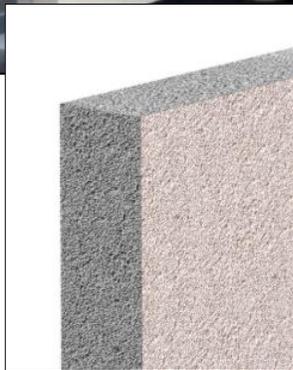
cappotto con poliuretani (PIR / PUR)



ANALISI DEL DANNO RESIDUO – test di taratura della strumentazione



← ISOLAMENTO MINERALE IN CALCESTRUZZO
MULTIPOROSO SU BLOCCHI DI CALCESTRUZZO AERATO
AUTOCLAVATO



LANA DI ROCCIA
SU X-LAM →



ANALISI DEL DANNO RESIDUO



← FIBRA DI LEGNO SU BLOCCHI DI CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO



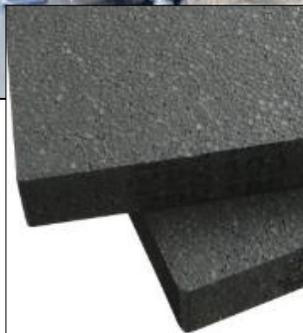
FIBRA DI LEGNO SU X-LAM →



EPS SU BLOCCHI DI CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO →



ANALISI DEL DANNO RESIDUO



← EPS ADDITTIVATO CON GRAFITE SU
BLOCCHI IN CALCESTRUZZO CON
2 cm DI INTONACO



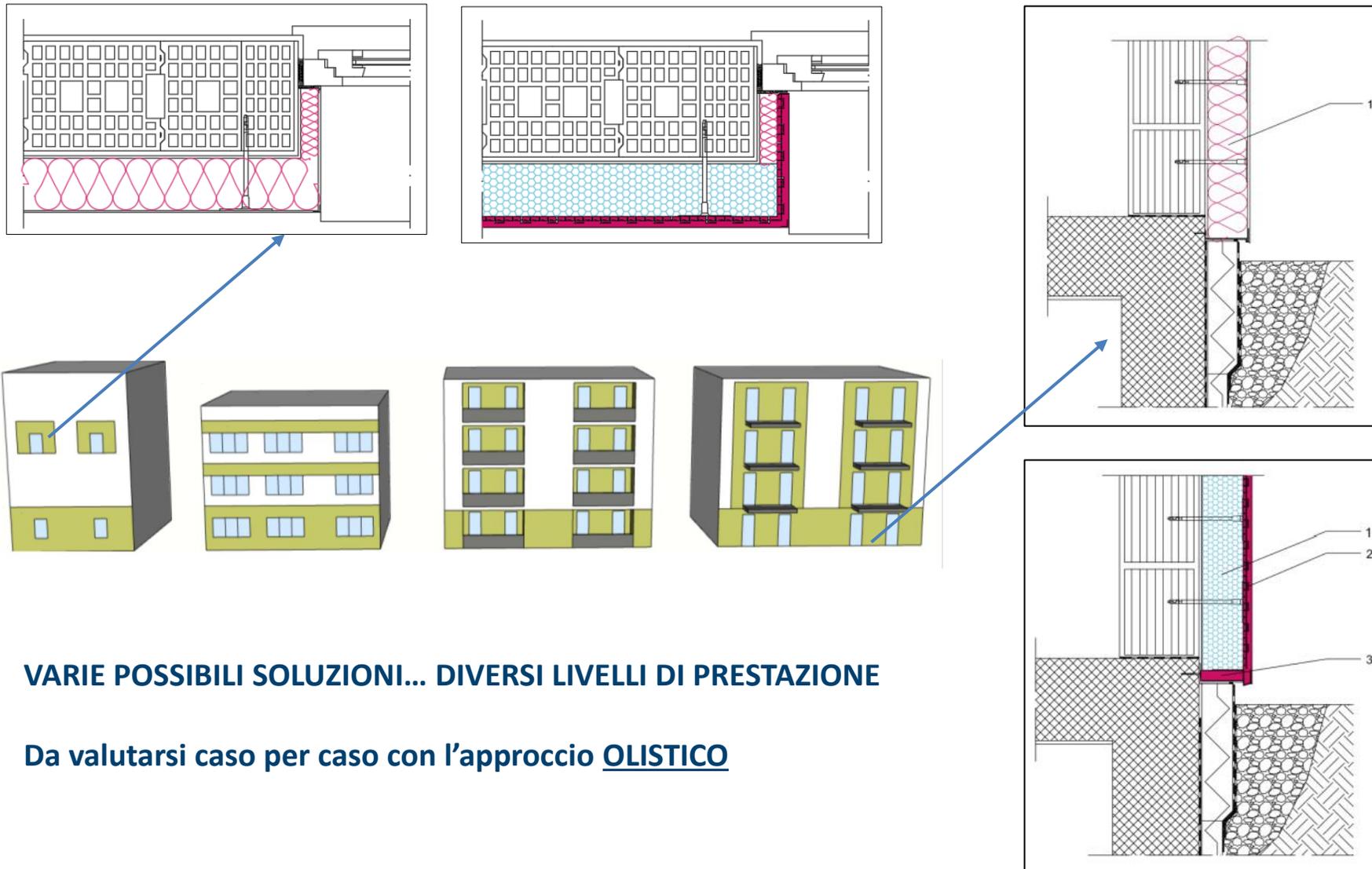
EPS SU X-LAM →

REALIZZAZIONE DELLE PARTI VULNERABILI DELLE FACCIATE A CAPPOTTO

Legenda	Scenario di incendio	Es. di fonte di innesco
Sistema a cappotto non combustibile per il primo piano fuori terra	Incendio alla base dell'edificio	Veicolo in fiamme
		Cassonetto dell'immondizia in fiamme
		Barbecue
		Atto vandalico
Sistema a cappotto non combustibile per evitare la propagazione dell'incendio su più piani	Incendio in un compartimento che attraverso le aperture propaga sulla facciata	Cortocircuito
		Disattenzione degli utenti (sigarette accese, candele, ecc.)
		Elettrodomestici
		Lampadine a incandescenza
Sistema a cappotto non combustibile per evitare la propagazione dell'incendio da un compartimento all'altro dello stesso edificio attraverso la facciata	Incendio in un compartimento che raggiunge un altro compartimento attraverso il sistema di facciata	Corto circuito
		Disattenzione degli utenti (sigarette accese, candele, ecc.)
		Elettrodomestici
		Lampadine a incandescenza
Sistema a cappotto non combustibile per evitare la propagazione di incendi esterni in quota	Incendio su un balcone, su un terrazzo, su una scala esterna, su una copertura praticabile a quote inferiore	Disattenzione degli utenti (sigarette accese, candele, ecc.)
Sistema a cappotto non combustibile per evitare la propagazione dell'incendio tra edifici adiacenti	Incendio che propaga dall'edificio in questione a quello adiacente attraverso la facciata o viceversa	Varie
Sistema a cappotto non combustibile per evitare la propagazione dell'incendio dalla facciata all'eventuale copertura combustibile	Incendio che propaga dalla facciata alla copertura	Varie



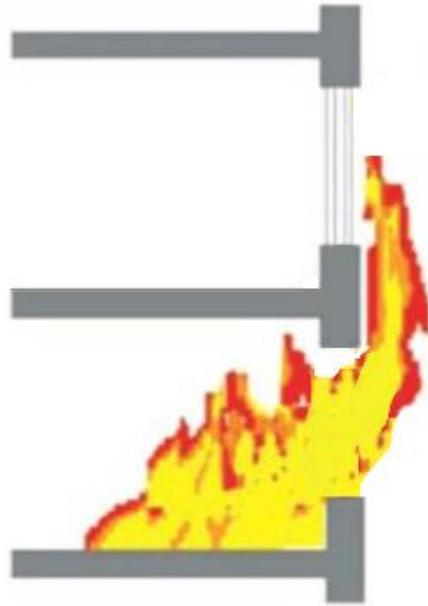
REALIZZAZIONE DELLE PARTI VULNERABILI DELLE FACCIATE A CAPPOTTO



VARIE POSSIBILI SOLUZIONI... DIVERSI LIVELLI DI PRESTAZIONE

Da valutarsi caso per caso con l'approccio OLISTICO

ESEMPI PRATICI - BARRIERE CONTRO LA PROPAGAZIONE TRA I PIANI (ETICS)



Isolante combustibile
(es. EPS, poliuretani,
fibra di legno, ecc.)

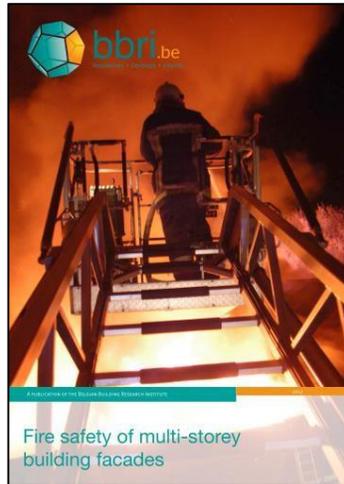
Isolante combustibile
(lane minerali, pannelli
in calcestruzzo
multiporoso, ecc.)



REAZIONE AL FUOCO FACCIATE



LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO IN FACCIATA- quadro normativo internazionale



BELGIO: identificazione delle modalità di diffusione del fuoco attraverso le facciate e i relativi accorgimenti da adottare

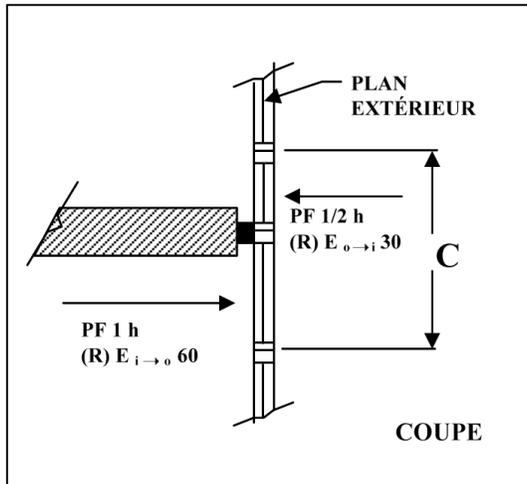


CROAZIA e GERMANIA: soluzioni progettuali per sistemi di facciata combustibili, ottimizzate dal punto di vista energetico



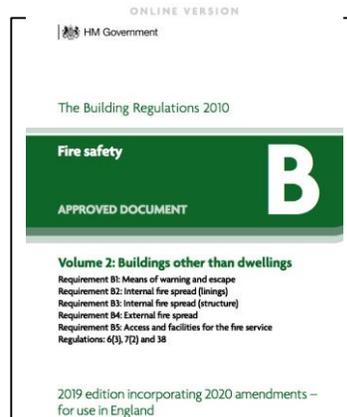
SPAGNA: informare i professionisti del settore delle costruzioni, gli utenti e gli altri attori coinvolti nella costruzione e nella riabilitazione degli edifici, circa la reazione al fuoco del sistema di isolamento termico esterno.

LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO IN FACCIATA- quadro normativo internazionale



FRANCIA : identificazione delle modalità di diffusione del fuoco attraverso le facciate e i relativi accorgimenti da adottare

- Limitazione carico di incendio
- C+d anche in funzione del carico di incendio
- Soluzioni predefinite sulla base di test sperimentali (LEPIR 2)



INGHILTERRA

- *Problema della cavity barrier (TG 19)*
- *Limitazione reazione al fuoco dei componenti in funzione dell'altezza dell'edificio*
- *Specifici test BS 8414*

LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO IN FACCIATA- quadro normativo internazionale

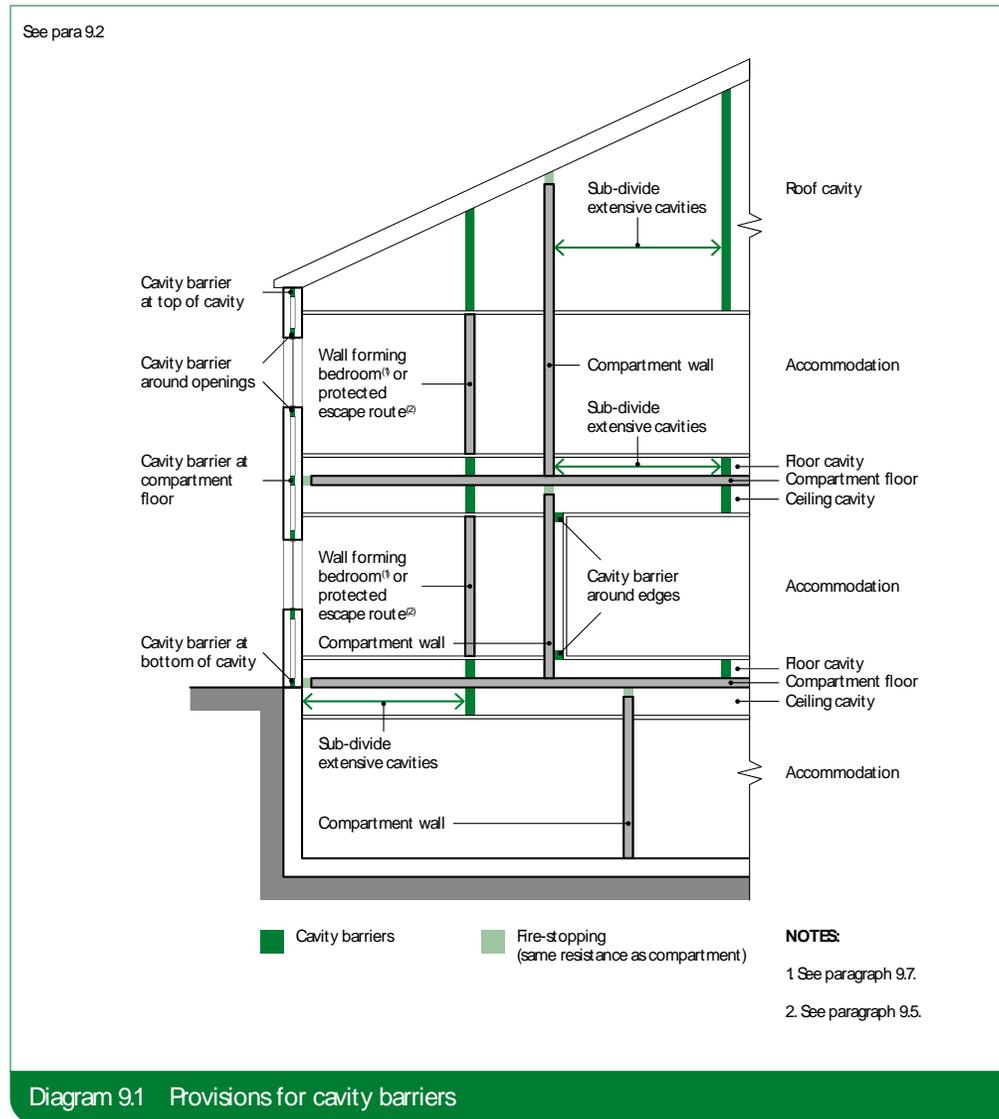


Diagram 9.1 Provisions for cavity barriers

LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO IN FACCIATA- quadro normativo internazionale

Double-skinned corrugated or profiled roof sheeting

9.8 Cavity barriers are not required between double-skinned corrugated or profiled insulated roof sheeting if the sheeting complies with all of the following.

- The sheeting is rated class A2-s3, d2 or better.
- Both surfaces of the insulating layer are rated class C-s3, d2 or better.
- Both surfaces of the insulating layer make contact with the inner and outer skins of cladding (Diagram 9.4).

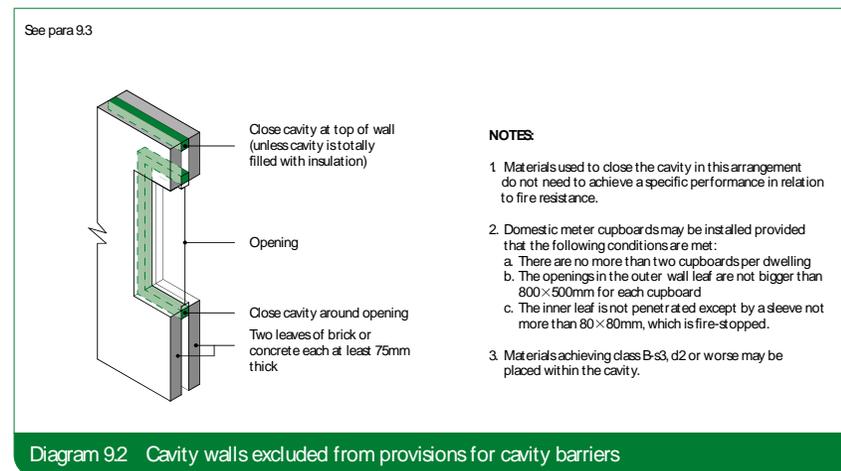


Figure A1 Example of a typical test facility

BS 8414

Maximum dimensions of cavities

9.9 Cavity barriers should be used to divide any cavity (including roof spaces). Table 9.1 sets out maximum dimensions for undivided cavities.

Table 9.1 Maximum dimensions of cavities in buildings other than dwellings (purpose groups 2 to 7)

Location of cavity	Class of surface/product exposed in cavity (excluding the surface of any pipe, cable or conduit, or any insulation to any pipe)	Maximum dimension in any direction (m)
Between roof and a ceiling	Any	20
Any other cavity	Class C-s3, d2 or better	20
	Worse than Class C-s3, d2	10

LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO IN FACCIATA- quadro normativo internazionale

Table 12.1 Reaction to fire performance of external surface of walls

Building type	Building height	Less than 1000mm from the relevant boundary	1000mm or more from the relevant boundary
'Relevant buildings' as defined in regulation 7(4) (see paragraph 12.11)		Class A2-s1, d0 ²¹ or better	Class A2-s1, d0 ²¹ or better
Assembly and recreation	More than 18m	Class B-s3, d2 ²¹ or better	From ground level to 18m: class C-s3, d2 ¹⁴ or better From 18m in height and above: class B-s3, d2 ²¹ or better
	18m or less	Class B-s3, d2 ²¹ or better	Up to 10m above ground level: class C-s3, d2 ¹⁴ or better Up to 10m above a roof ⁴ or any part of the building to which the public have access: class C-s3, d2 ²¹ or better ⁴¹ From 10m in height and above: no minimum performance
Any other building	More than 18m	Class B-s3, d2 ²¹ or better	From ground level to 18m: class C-s3, d2 ¹⁴ or better From 18m in height and above: class B-s3, d2 ²¹ or better
	18m or less	Class B-s3, d2 ²¹ or better	No provisions

NOTES:

In addition to the requirements within this table, buildings with a top occupied storey above 18m should also meet the provisions of paragraph 12.6.

In all cases, the advice in paragraph 12.4 should be followed.

1. The restrictions for these buildings apply to all the materials used in the external wall and specified attachments (see paragraphs 12.10 to 12.13 for further guidance).
2. Profiled or flat steel sheet at least 0.5 mm thick with an organic coating of no more than 0.2mm thickness is also acceptable.
3. Timber cladding at least 9mm thick is also acceptable.
4. 10m is measured from the top surface of the roof.

LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO IN FACCIATA- quadro normativo internazionale

Cavities and cavity barriers

12.8 Cavity barriers should be provided in accordance with Section 9.

12.9 In the case of an external wall construction of a building which, by virtue of paragraph 9.10d (external cladding system with a masonry or concrete inner leaf), is not subject to the provisions of Table 9.1, the surfaces which face into cavities should also meet the provisions of Table 12.1 and provisions in Section 9, but where regulation 7(2) applies, that regulation prevails over the guidance provided in Table 12.1 and Section 9.

12.16 Particular attention is drawn to the following points.

- a. Membranes used as part of the external wall construction above ground level should achieve a minimum of class B-s3, d0.

RTV CHISURE D'AMBITO

REGOLE TECNICHE VERTICALI

Capitolo V.14 Chiusure d'ambito degli edifici civili

V.14.4

Strategia antincendio

1. Nei paragrafi che seguono sono riportate *soluzioni conformi*.
2. Sono comunque ammesse *soluzioni alternative* (capitolo G.2), ad esempio relative alla valutazione del comportamento al fuoco dell'intero sistema di chiusure d'ambito, che limiti la probabilità di propagazione dell'incendio attraverso le chiusure d'ambito stesse.

V.14.3

Classificazione

1. Ai fini della presente regola tecnica, le chiusure d'ambito sono classificate come segue in relazione alle *caratteristiche dell'edificio* su cui sono installate:

SA: chiusure d'ambito di:

- i. edifici aventi le quote di tutti i piani comprese tra $-1 \text{ m} < h \leq 12 \text{ m}$, affollamento complessivo ≤ 300 occupanti e che non includono compartimenti con R_{vita} pari a D1, D2;
- ii. edifici fuori terra, ad un solo piano;

SB: chiusure d'ambito di edifici aventi quote di tutti i piani ad $h \leq 24 \text{ m}$ e che non includono compartimenti con R_{vita} pari a D1, D2;

SC: chiusure d'ambito di altri edifici.

Nota Ad esempio, la chiusura d'ambito di un edificio avente massima quota dei piani $h = 10 \text{ m}$ con affollamento pari a 400 occupanti è classificata SB; qualsiasi edificio in cui sono inclusi compartimenti con R_{vita} pari a D1, D2 è classificato SC.

V.14.4.1

Reazione al fuoco

1. I seguenti componenti delle *facciate* di tipo SB ed SC, comunque realizzate, devono possedere i requisiti di reazione al fuoco (capitolo S.1) di cui alla tabella V.14-1:
 - a. isolanti termici (es. cappotti non in kit, ...);
 - b. sistemi di isolamento esterno in kit (es. ETICS, cappotti in kit, ...);
 - c. guarnizioni, sigillanti e materiali di tenuta, qualora occupino complessivamente una superficie > 10% dell'intera superficie lorda della chiusura d'ambito;
 - d. gli altri componenti, ad esclusione dei componenti in vetro, qualora occupino complessivamente una superficie > 40% dell'intera superficie lorda della chiusura d'ambito.

Nota Sono inclusi gli elementi in vetro rivestiti da materiali combustibili (es. pellicole filtranti, ...).

Nota Nel caso in cui la funzione isolante della facciata sia garantita da un insieme di elementi unitamente commercializzati come kit, la classe di reazione a fuoco è riferita al kit nelle sue condizioni finali di esercizio e considerato il *materiale di rivestimento*. Negli altri casi gli elementi sono considerati *materiali per l'isolamento*, ai fini della prestazione di reazione al fuoco secondo il capitolo S.1.

2. Non sono richiesti requisiti di reazione al fuoco per le *coperture* e per le *facciate* di tipo SA.

Nota In relazione alla valutazione del rischio, può essere consigliato l'impiego di materiali classificati per reazione al fuoco almeno del gruppo GM3.

Chiusura d'ambito	Gruppo di materiali
SB	GM2
SC	GM1

Tabella V.14-1: Gruppi di materiali per la reazione al fuoco degli elementi delle chiusure d'ambito

V.14.4.23

Facciata a doppia pelle ventilata

1. Per le *facciate a doppia pelle ventilata* sono ammesse le soluzioni conformi di cui alla tabella V.14-2.

Facciata	Caratteristiche intercapedine	Caratteristiche delle pelli
Non ispezionabile, con pelle esterna chiusa	In corrispondenza di ogni piano [1], l'intercapedine è interrotta da setti di compartimentazione E 30, o E 60 per chiusure d'ambito di tipo SC.	Per la <i>pelle intema</i> devono essere applicate le stesse prescrizioni previste per le <i>facciate semplici</i> .
	Qualsiasi	Per l'intera altezza e per tutti i piani [1], la <i>pelle intema</i> deve essere EW 30, o EW 60 per chiusure d'ambito di tipo SC.
Non ispezionabile, con pelle esterna aperta	In corrispondenza di ogni piano [1], l'intercapedine è interrotta da setti di compartimentazione E 30, o E 60 per chiusure d'ambito di tipo SC.	Per la <i>pelle intema</i> devono essere applicate le stesse prescrizioni previste per le <i>facciate semplici</i> .
	Qualsiasi	Per l'intera altezza e per tutti i piani [1], la <i>pelle intema</i> deve essere EW 30, o EW 60 per chiusure d'ambito di tipo SC.
Ispezionabile, con pelle esterna chiusa	In corrispondenza di ogni piano [1], l'intercapedine è interrotta da setti di compartimentazione E 30, o E 60 per chiusure d'ambito di tipo SC.	Per le <i>pellì intema</i> ed <i>estema</i> devono essere applicate le stesse prescrizioni previste per le <i>facciate semplici</i> .
	Qualsiasi	Per l'intera altezza e per tutti i piani [1], la <i>pelle intema</i> deve essere EW 30 (i→o), o EW 60 (i→o) per chiusure d'ambito di tipo SC. [2]
Ispezionabile, con pelle esterna aperta	Qualsiasi	Per le <i>pellì intema</i> ed <i>estema</i> devono essere applicate le stesse prescrizioni previste per le <i>facciate semplici</i> .
Ispezionabile, con pelle esterna aperta o chiusa	L'intercapedine è provvista di sistema automatico di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio esteso a tutta la facciata [3] (capitolo S.6) e dotata di smaltimento di fumi e calore [4].	Nessuna

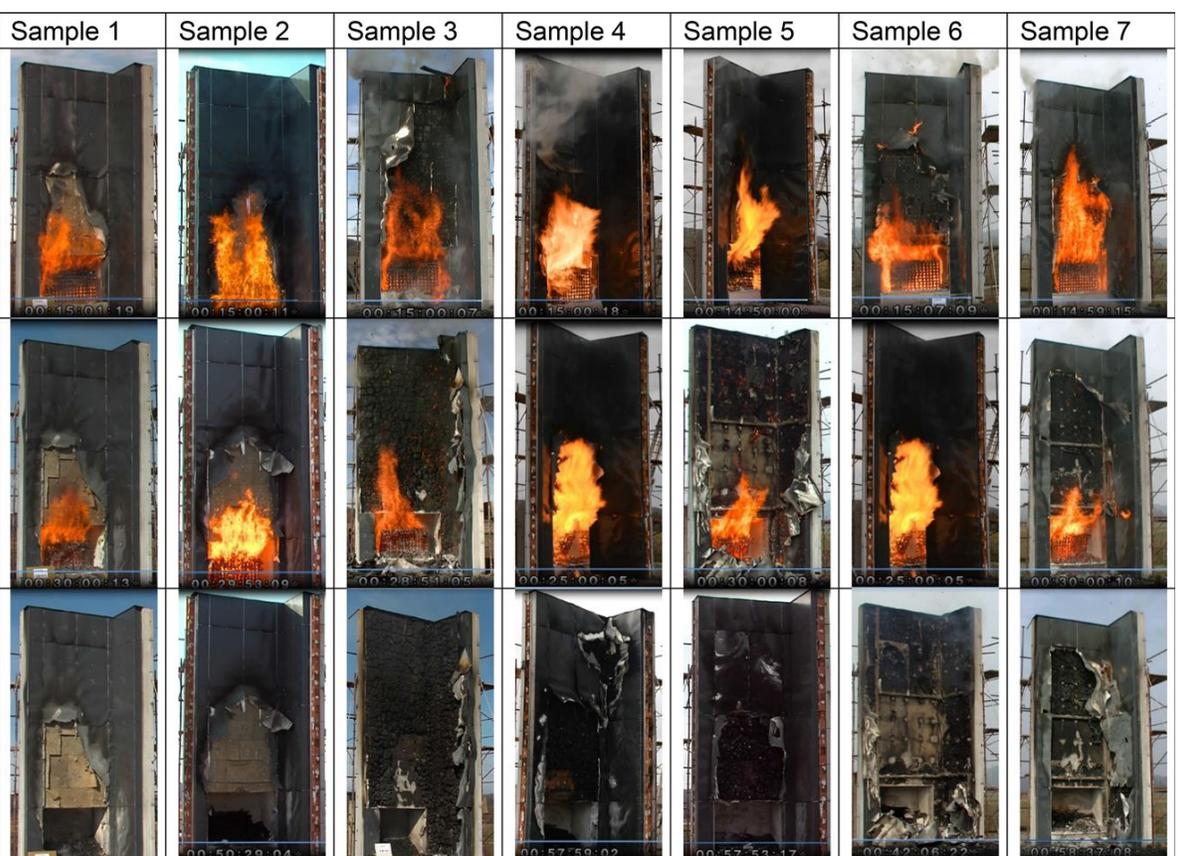
[1] Sono ammesse aperture nella compartimentazione se provviste di serranda tagliafuoco o sistema equivalente a chiusura automatica in caso di incendio, con i medesimi requisiti di resistenza al fuoco della facciata.

[2] Se l'elemento di facciata non poggia direttamente sul solaio e nelle facciate *curtain walling*, l'elemento di giunzione tra la facciata e le compartimentazioni, orizzontali e verticali, deve avere classe di resistenza al fuoco EI 30, o EI 60 per chiusure d'ambito di tipo SC.

[3] Se ad acqua, dimensionato per densità di scarica ≥ 10 l/min-m². Sono ammesse superfici vetrate in vetro temperato. La portata dell'impianto è aggiuntiva a quella di altri eventuali impianti di spegnimento previsti. Deve essere garantito il funzionamento contemporaneo in erogazione degli ugelli del piano immediatamente superiore a quello interessato dall'incendio, per una durata pari a 60 minuti. I dispositivi di erogazione devono essere orientati verso la pelle interna.

[4] Ad esempio tramite superfici di ventilazione naturale, alla base ed in sommità della facciata, ciascuna di area pari al 10% della sezione orizzontale dell'intercapedine stessa.

Tabella V.14-2: Caratteristiche di resistenza al fuoco per facciate a doppia pelle ventilate



operation and Time of Overhaul (15 min)

single component Level 2/3/4 Level 5/6/7 1a

Category 1B* 1B** 1B*** 1B**** 1B***** 1B***** 1B***** 1B***** 1B*****

ACM NO NO 35 710 (910) 325 717 (910) 280

(A2)

2 1 36 712 (910) 305 7120 (910) 95

NO NO 84 714 (910) 95 717 (910) 65

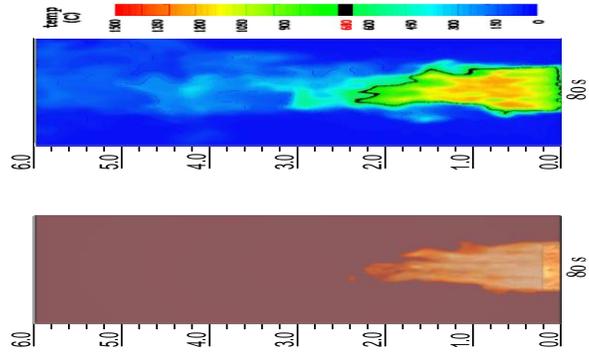
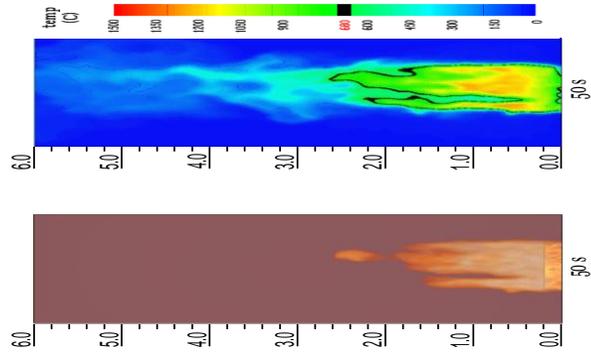
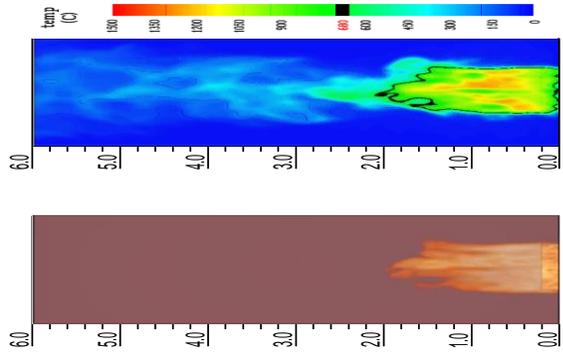
2 1 35 719 (910) 40 717 (910) 30

4 3 39 711 (910) 29 719 (910) 18

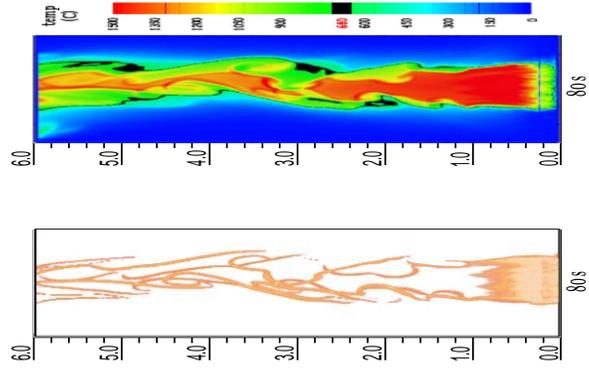
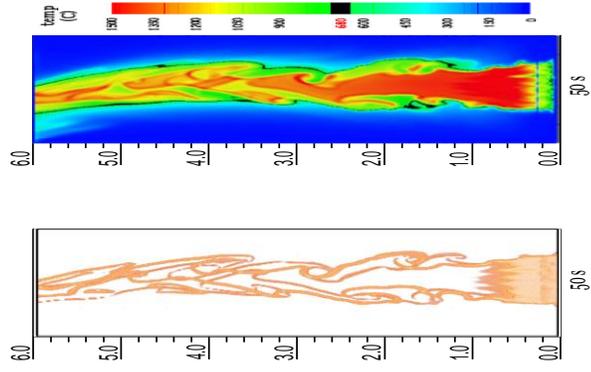
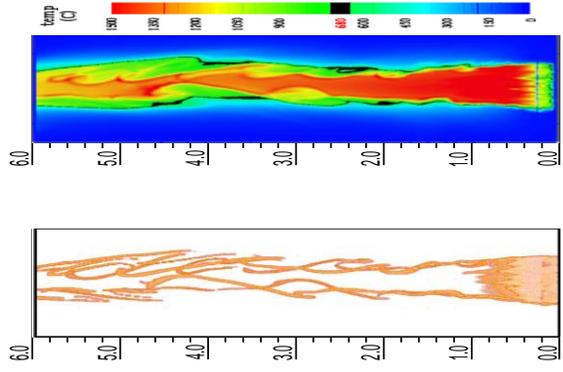
2 1 85 710 (910) 89 719 (910) 65

4 4 49 711 (910) 30 718 (910) 20

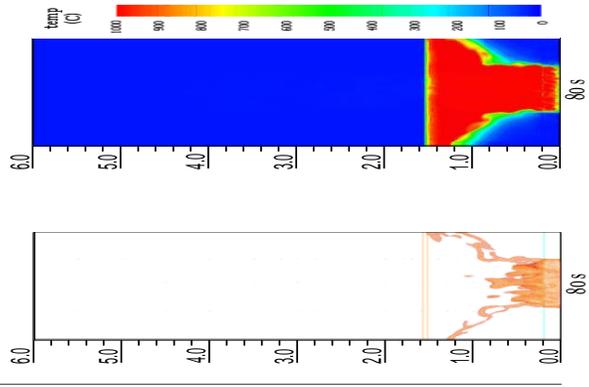
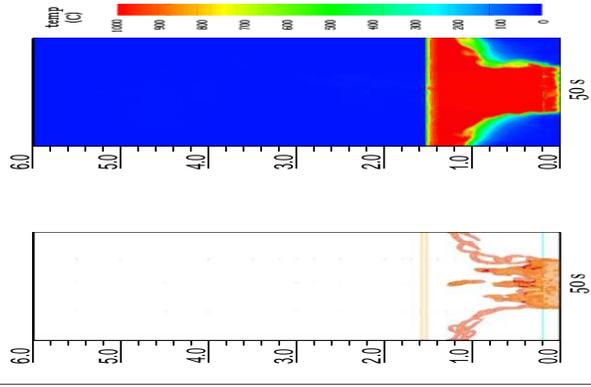
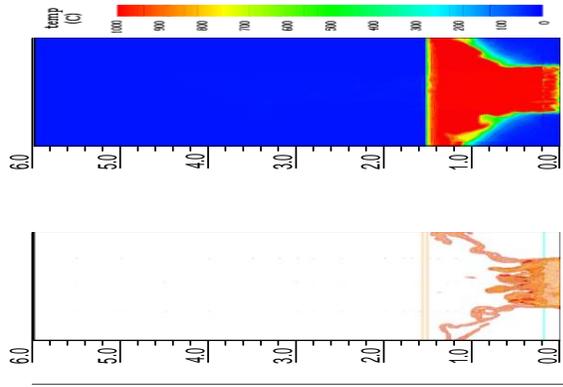
MODELLO BASE



VENTILATA 5 CM SENZA CAVITY BARRIER

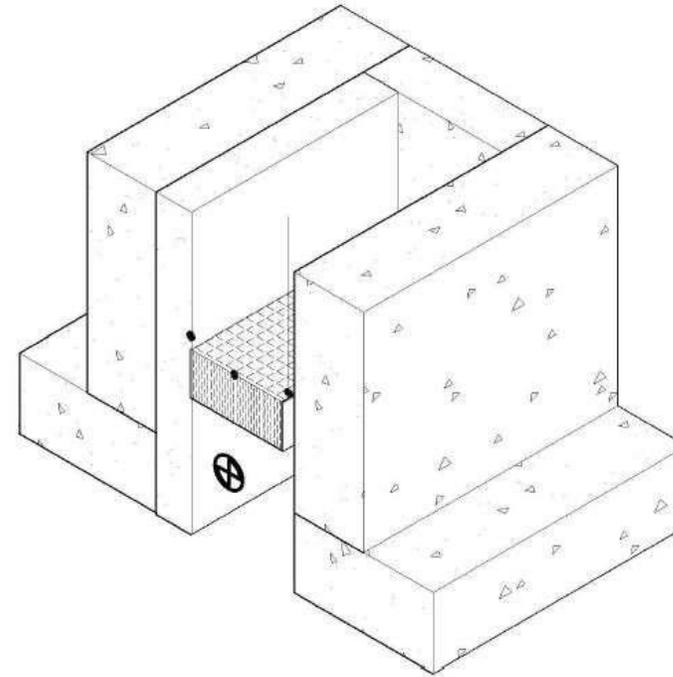
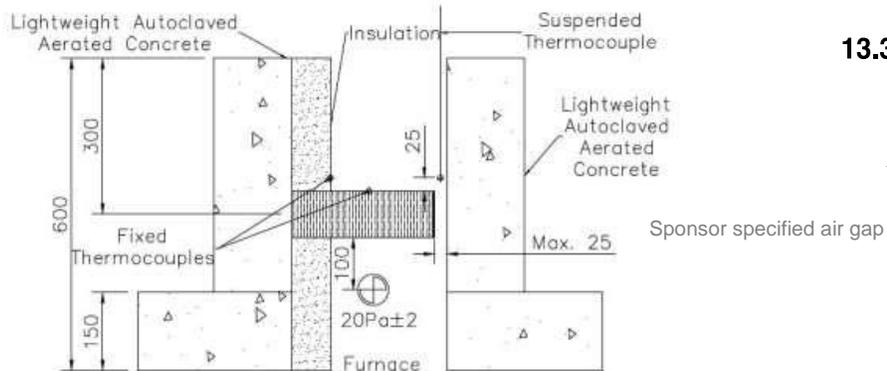
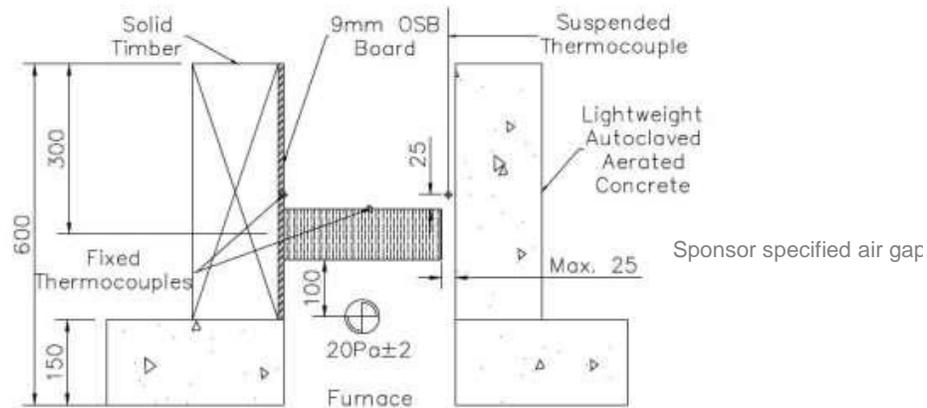
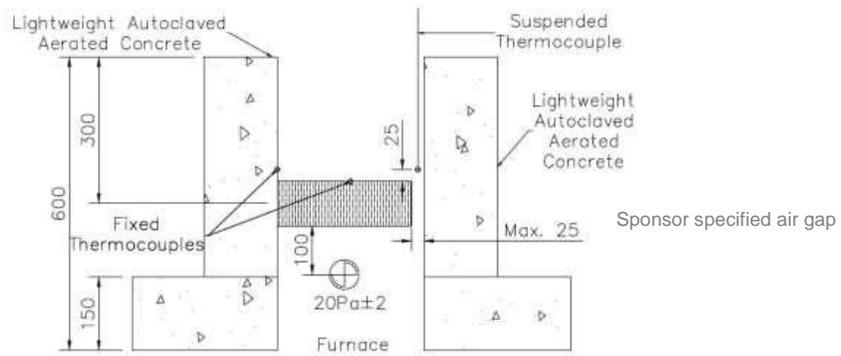


VENTILATA 5 CM CON CAVITY BARRIER



ASFP Technical Guidance Document - TGD 19

**Fire Resistance Test for 'Open-State' Cavity
Barriers used in the external envelope or fabric
of buildings**



13.3 Insulation

1. Test on insulation running behind the cavity will cover interrupted insulation
2. For **continuous** insulation the following insulation hierarchy is used:
Best – stone wool, phenolic, PIR, glass wool, PUR, EPS – Worst
3. For **interrupted** insulation the following insulation hierarchy is used:
Best – stone wool, glass wool, phenolic, PIR, PUR, EPS – Worst

LA PROPAGAZIONE DEL FUOCO IN FACCIATA- quadro normativo internazionale

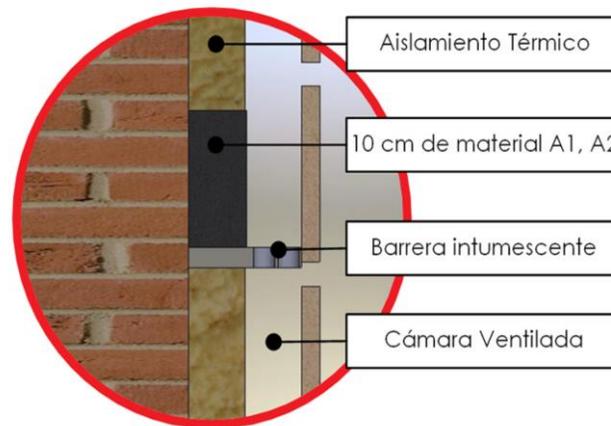
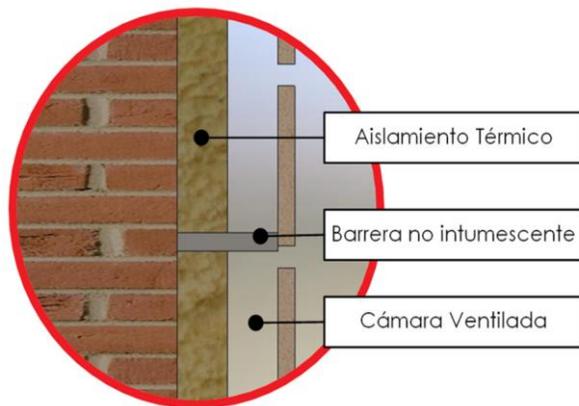
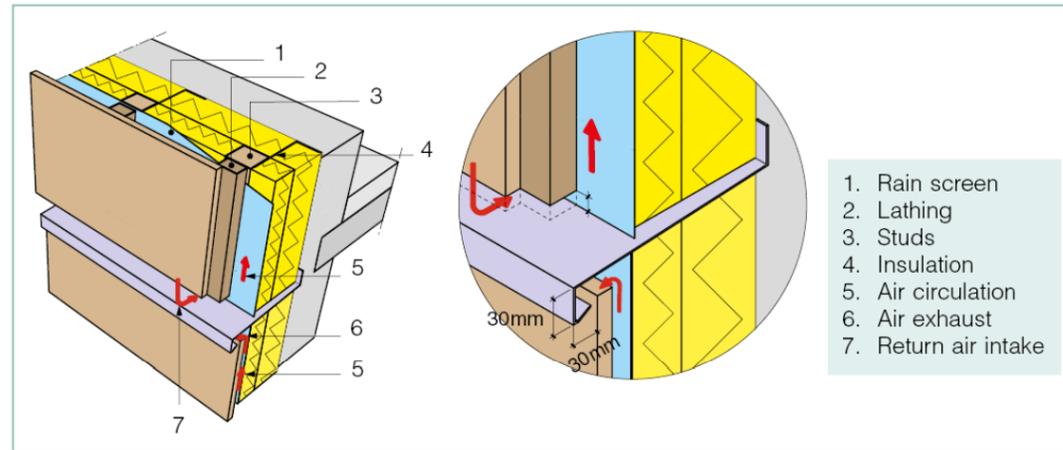
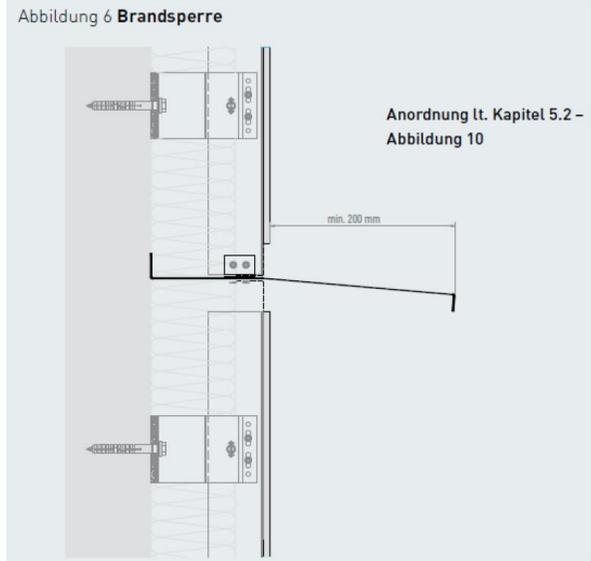


Figure A1 Example of a typical test facility

BS 8414

'Open state' horizontal cavity barriers

fischer FFB VS VentiStop

Can provide up to a 50 mm ventilation gap behind the façade panel. In the event of a fire, the gap will be closed by a powerful and specially formulated intumescent strip expanding.



Horizontal Cavity Barrier
To all compartment floors

External Corner
300 mm max.

Vertical Cavity Barrier
At max. 6 m centres
(NB: max. 300 mm from corners)

Internal Corner
300 mm max.



Vertical Cavity Barrier
At edge of cavity

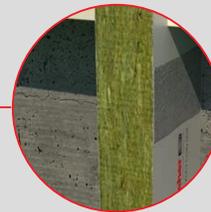
Barrier
To surround all openings

'Closed state' verticle cavity barrier

fischer FCFcl Cavity Clad

Compartmentalizes vertically. It assists by helping ventilated facades to function by maintaining air-pressurization and compartmentation.

The above is an example of barrier placement. Local or national building codes should be consulted in design.



Note: Stated positions are examples and subject to actual design and building codes

OBBIETTIVI

- Limitare la propagazione di un incendio all'interno dell'edificio per effetto dello sviluppo delle fiamme e della diffusione dei prodotti della combustione
- Limitare la probabilità di incendio di una facciata e la sua propagazione a edifici limitrofi e/o nelle aree circostanti
- Evitare e/o limitare la caduta di parti della facciata che possano compromettere l'esodo o la sicurezza dei soccorritori

APPROCCIO METODOLOGICO

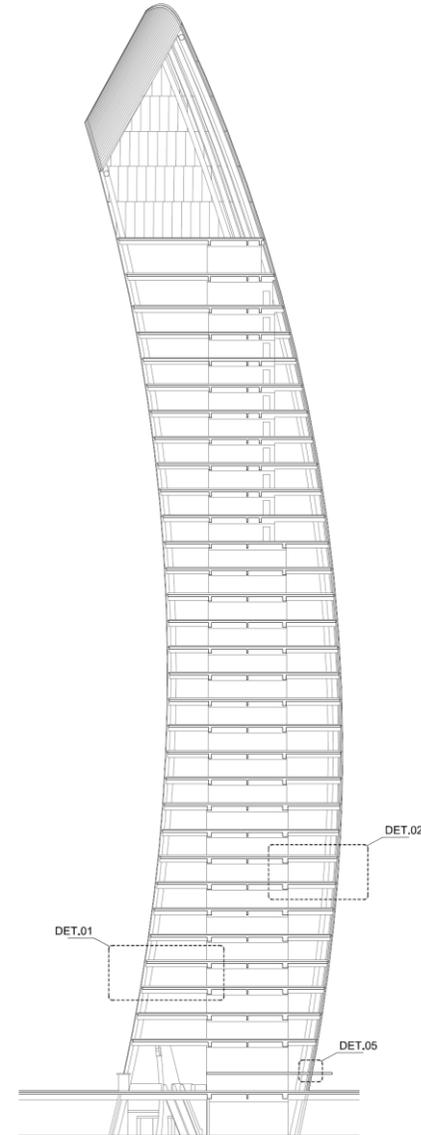
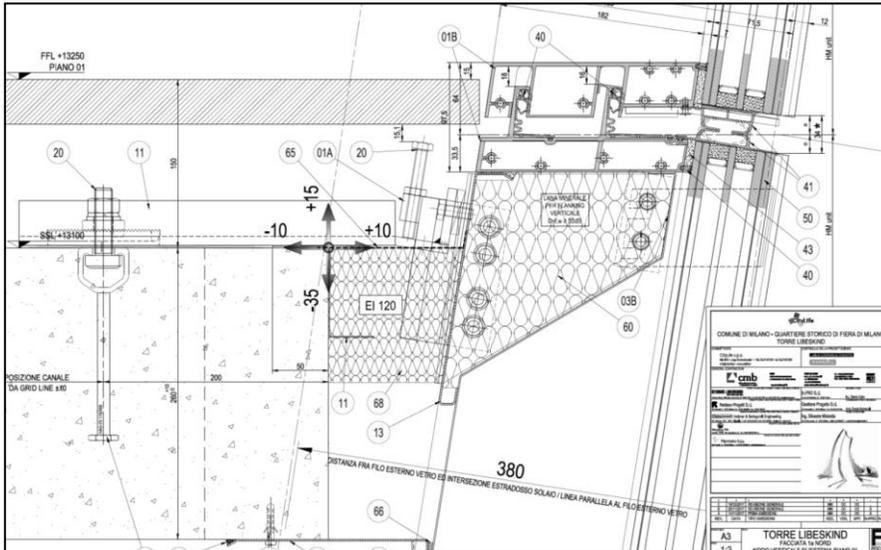
- applicazione della guida tecnica
- Ricorso agli strumenti e metodi della FSE (Fire Safe Engineering): approccio ingegneristico e/o prestazionale



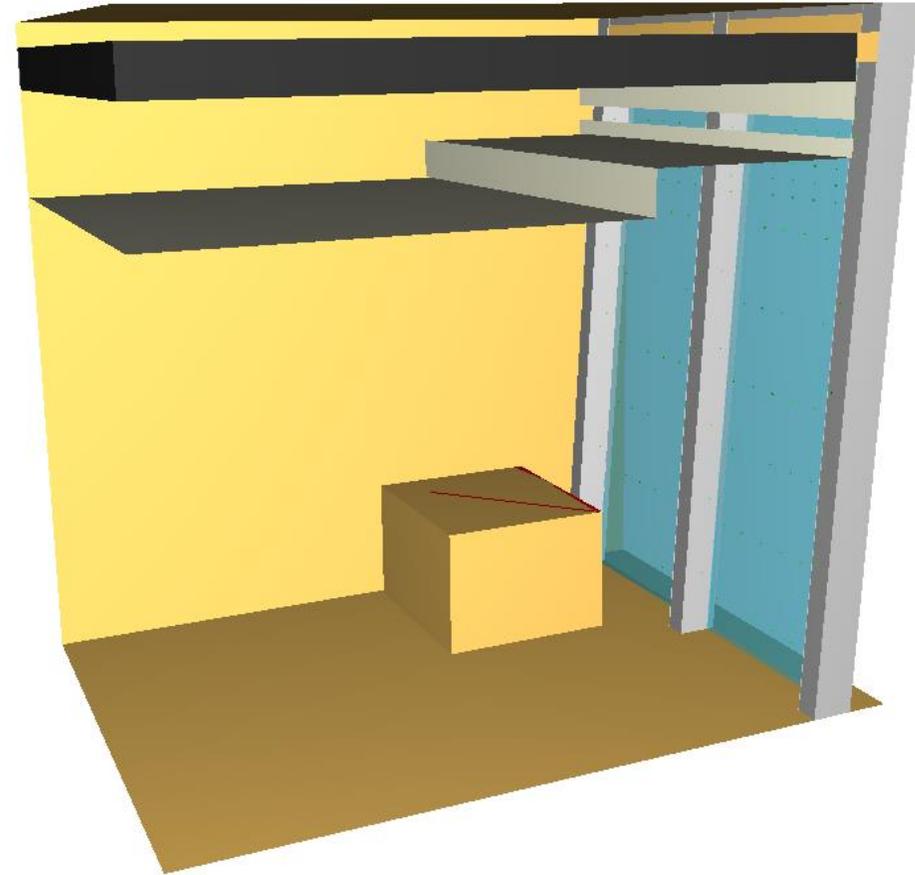
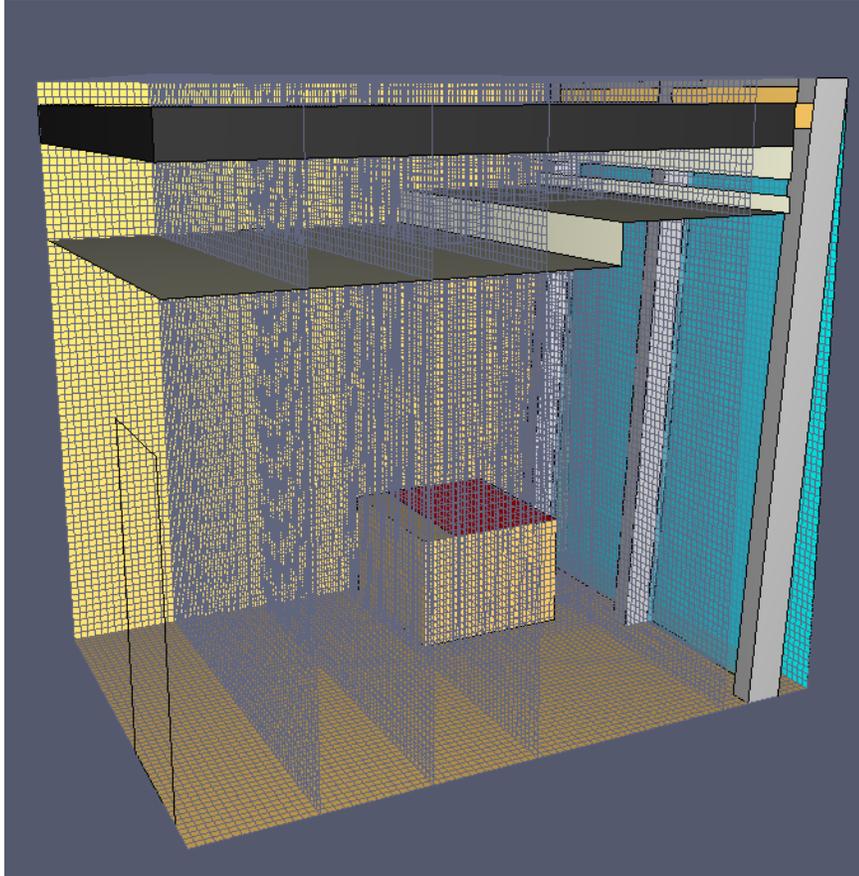
Life safety



- TCC -

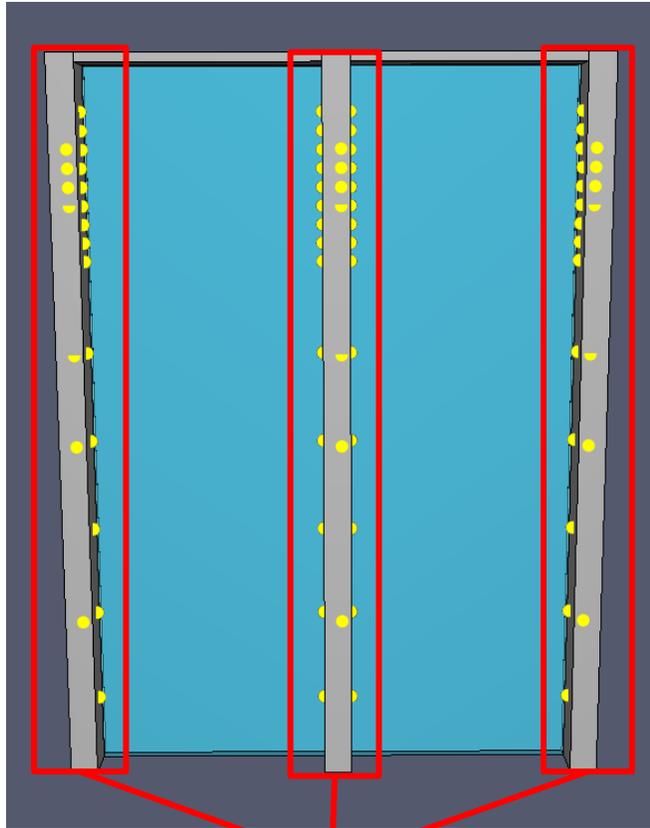


MODELLO CFD

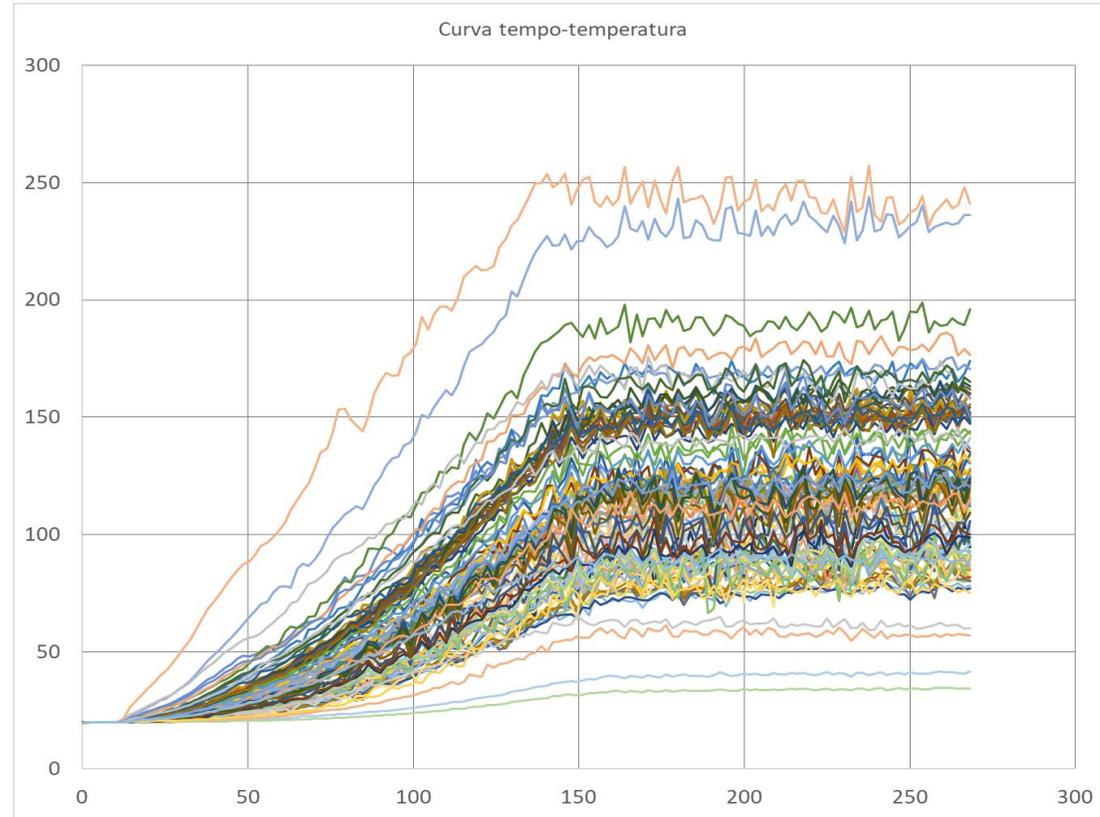


Viste del modello CFD

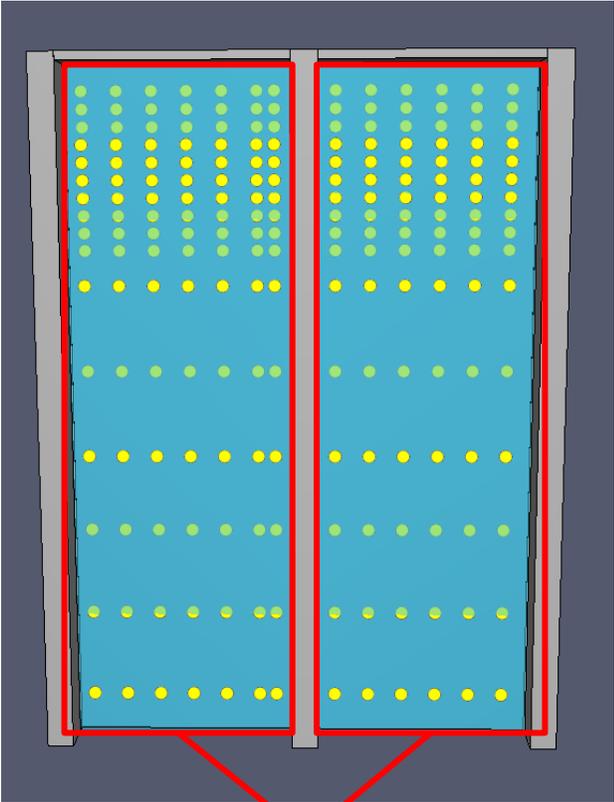
Sprinkler quick response - montanti



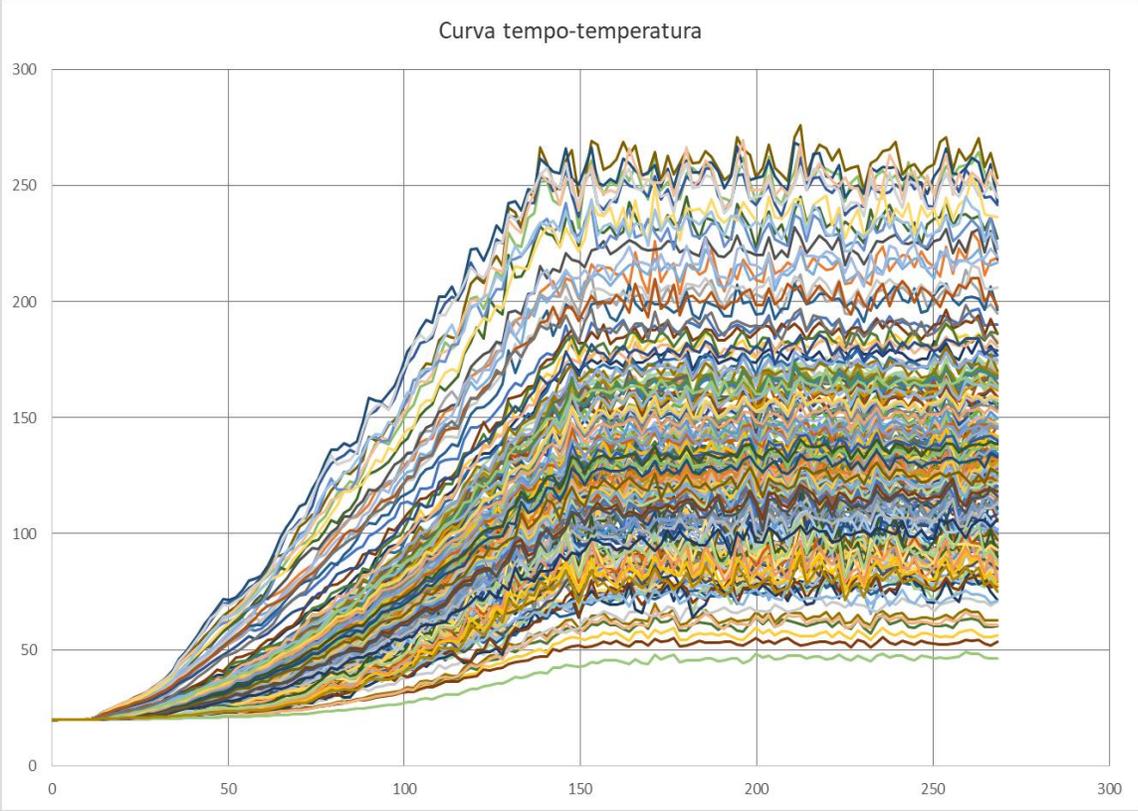
Montanti



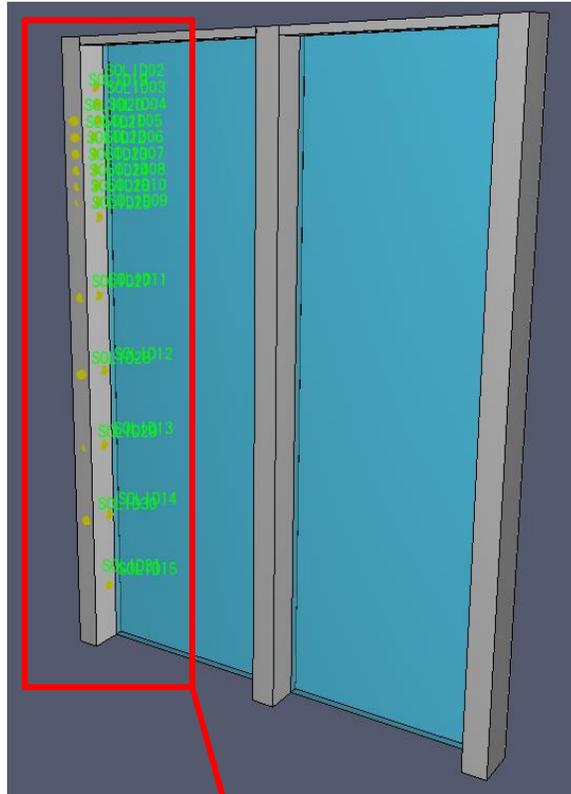
Sprinkler quick response - vetri



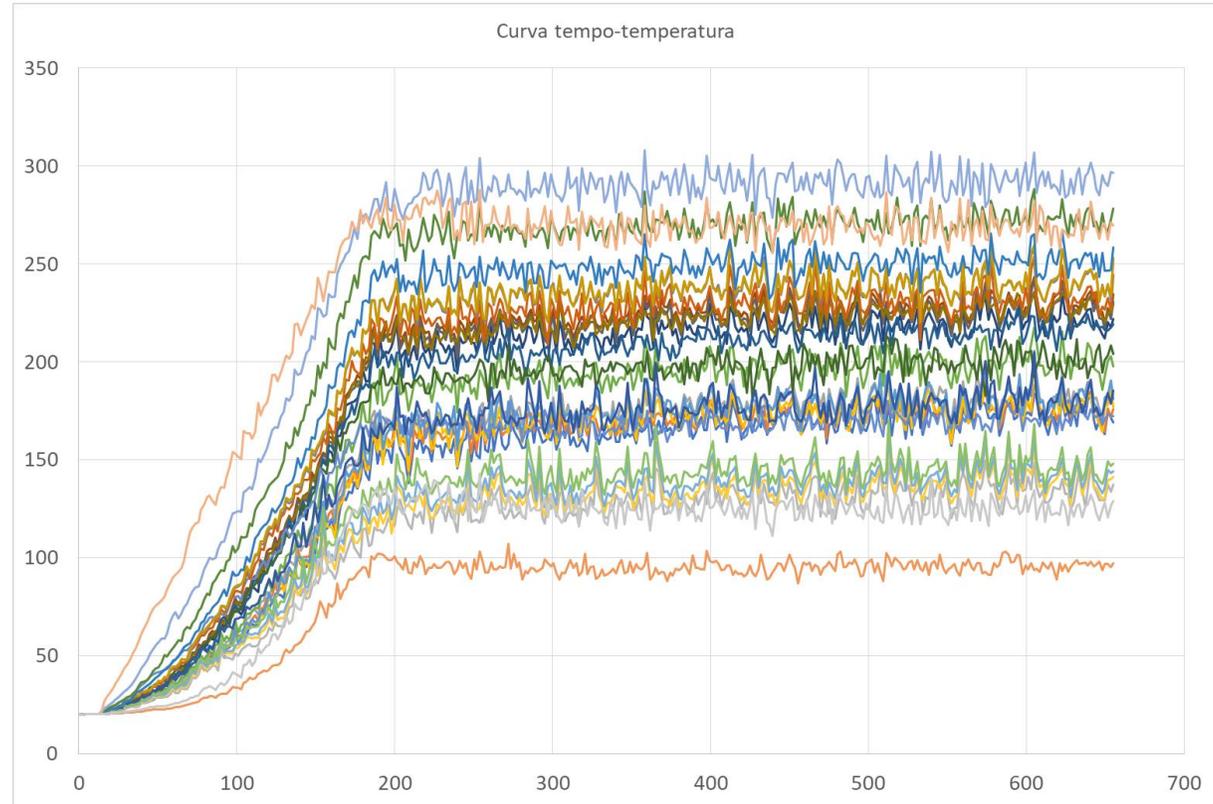
Vetri



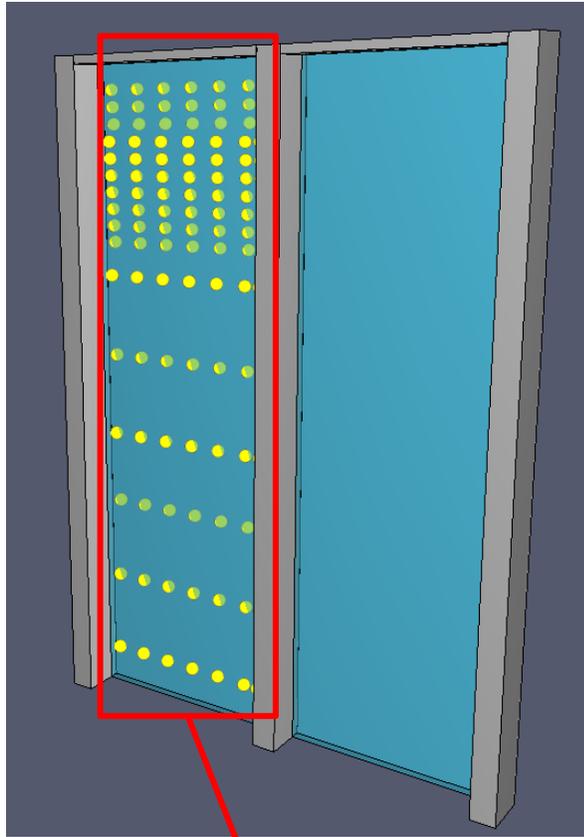
Sprinkler standard response – montante 1



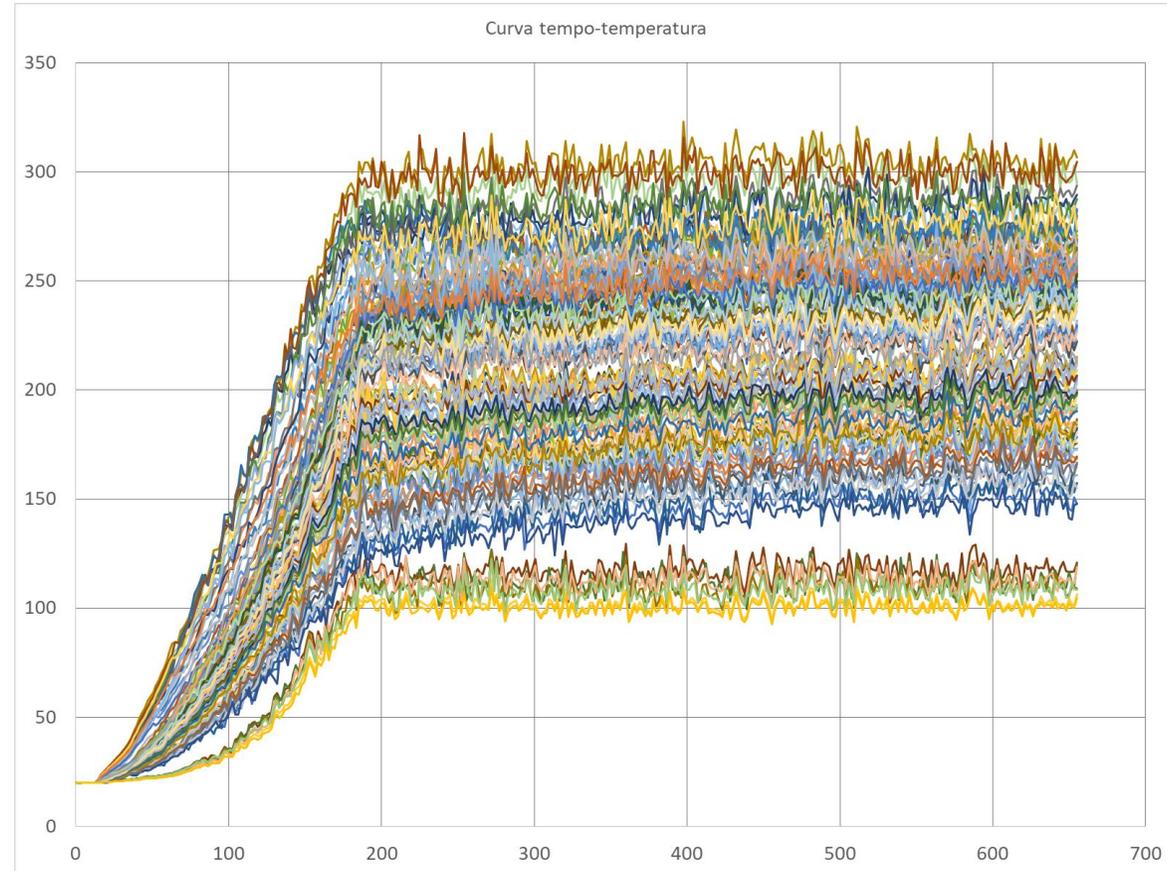
Montante 1



Sprinkler standard response – vetro sinistro



Vetro sinistro



Montante di facciata – mappatura termica - EPDM

Plate Temperature (C)

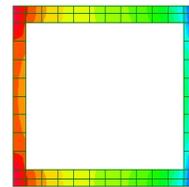
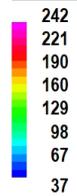


Table 15 — Autoignition Test Temperature at 3.4 MPa (°C)

Material	Percent Oxygen				
	21	25	50	75	100
Teflon TFE [®]	417	424	429	419	418
Noryl [®]	364	364	348	356	362
Vespel SP-21	406	422	381	363	354
Kel-F 81 [®]	342	348	344	349	341
Neoprene [®]	342	333	312	303	315
Buna N [®]	333	324	312	320	309
Viton A [®]	322	323	306	288	284
Silicone	271	272	263	253	259
Tefzel [®]	266	262	256	249	245
Zytel 42 [®]	322	264	252	242	238
EPDM	279	205	191	183	184
Delrin [®]	196	189	183	177	175
Polyethylene	181	182	176	176	169
Buna S [®]	321	316	155	145	147



Montante di facciata – mappatura termica - alluminio

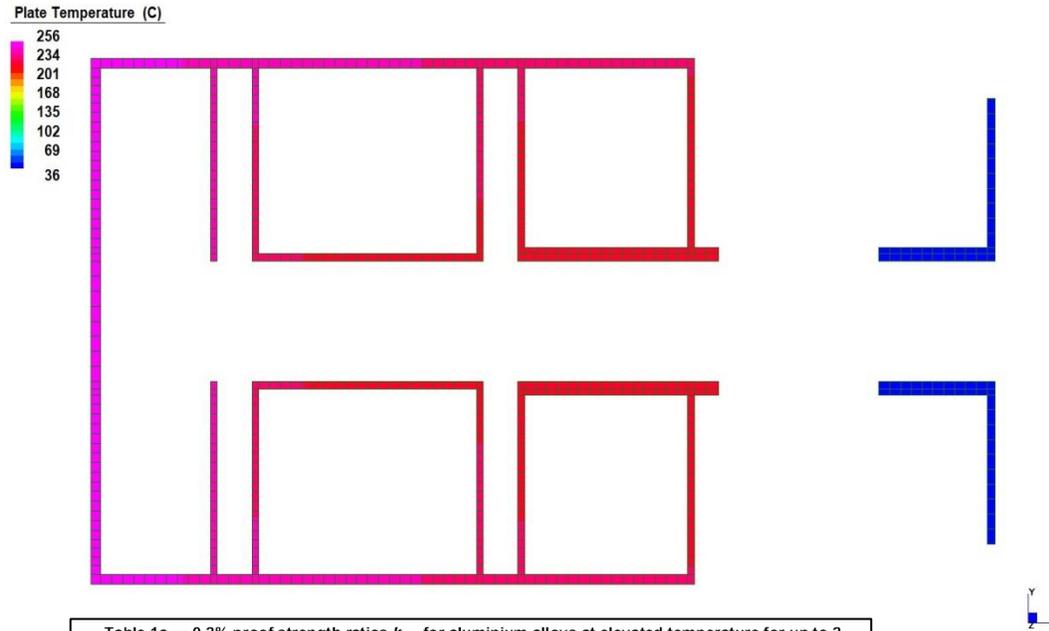


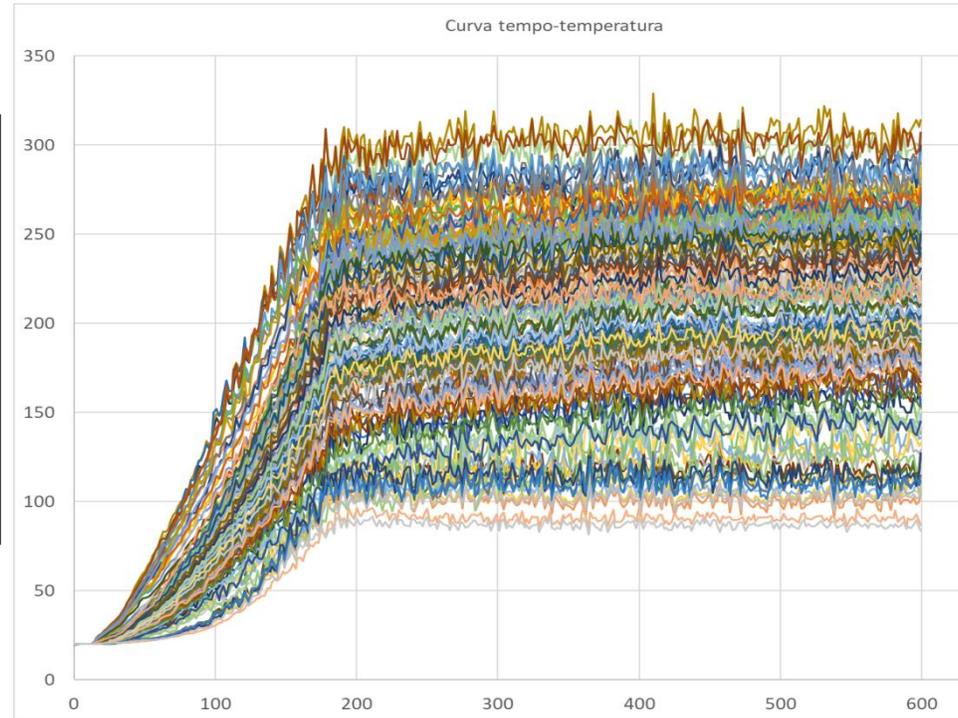
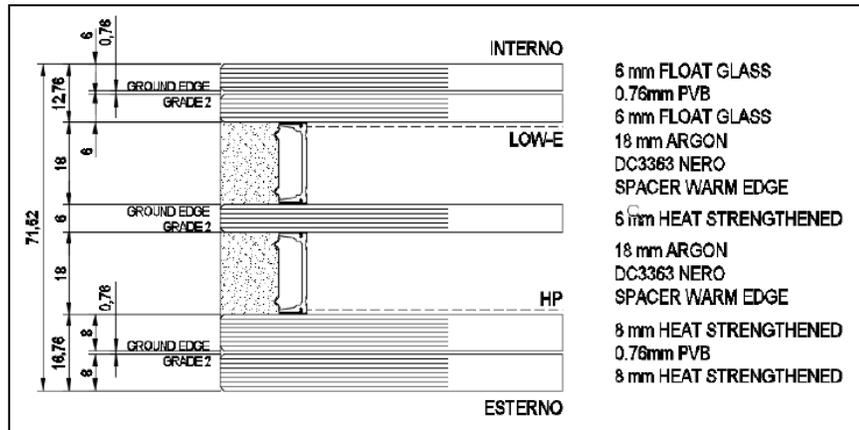
Table 1a — 0.2% proof strength ratios k_{σ} for aluminium alloys at elevated temperature for up to 2 hours thermal exposure period

Alloy	Temper	Aluminium alloy temperature °C							
		20	100	150	200	250	300	350	550
EN AW-3004	H34	1,00	1,00	0,98	0,57	0,31	0,19	0,13	0
EN AW-5005	O	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,58	0,39	0
EN AW-5005	H14 ¹⁾	1,00	0,93	0,87	0,66	0,37	0,19	0,10	0
EN AW-5052	H34 ²⁾	1,00	1,00	0,92	0,52	0,29	0,20	0,12	0
EN AW-5083	O	1,00	1,00	0,98	0,90	0,75	0,40	0,22	0
EN AW-5083	H12 ³⁾	1,00	1,00	0,80	0,60	0,31	0,16	0,10	0
EN AW-5454	O	1,00	1,00	0,96	0,88	0,50	0,32	0,21	0
EN AW-5454	H34	1,00	1,00	0,85	0,58	0,34	0,24	0,15	0
EN AW-6061	T6	1,00	0,95	0,91	0,79	0,55	0,31	0,10	0
EN AW-6063	T5	1,00	0,92	0,87	0,76	0,49	0,29	0,14	0
EN AW-6063	T6 ⁴⁾	1,00	0,91	0,84	0,71	0,38	0,19	0,09	0
EN AW-6082	T4 ⁵⁾	1,00	1,00	0,84	0,77	0,77	0,34	0,19	0
EN AW-6082	T6	1,00	0,90	0,79	0,65	0,38	0,20	0,11	0

- 1) The values may be applied also for temper H24/H34/H12/H32
- 2) The values may be applied also for temper H12/H22/H32
- 3) The values may be applied also for temper H22/H32
- 4) The values may be applied also for EN AW-6060 T6 and T66
- 5) The values do not include an increase in strength due to aging effects. It is recommended to ignore such effects.

Montante					
Tipo	Aluminio				
Grado / Lega	EN - AW 6063 / T6				
$f_o =$	170	N/mm ²			
$f_u =$	215	N/mm ²	$\gamma =$	1,25	
$f_{0,e} =$	60,7	N/mm ²	$\gamma_{fi} =$	1,00	
Azioni agenti in caso d'incendio					
$N_{ed,tot} =$	3423,0	N			
$M_{ed,tot} =$	950,0	Nm			
$V_{ed,tot} =$	1803,0	N			
Verifica a trazione					
$N_{Rd,tot} =$	200389,0	N		a freddo	
$N_{Rd,fi} =$	89473,7	N		a caldo	
$N_{Rd,fi} >$	$N_{ed,tot}$				
89473,7	>	3423,0			OK
Verifica a flessione					
$M_{Rd,tot} =$	8047,0	Nm		a freddo	
$M_{Rd,fi} =$	3593,0	Nm		a caldo	
$M_{Rd,fi} >$	$M_{ed,tot}$				
3593,0	>	950,0			OK
Verifica a tensoflessione					
$\left(\frac{N_{ed}}{N_{Rd}}\right)^{1,3} + \left[\left(\frac{M_{ed}}{M_{Rd}}\right)^{1,7}\right]^{0,6} < 1$					
0,271834475	<	1			OK
Verifica a taglio					
$V_{Rd,tot} =$	35726,0	N		a freddo	
$V_{Rd,fi} =$	15951,7	N		a caldo	
$V_{Rd,fi} >$	$V_{ed,tot}$				
15951,7	>	1803,0			OK

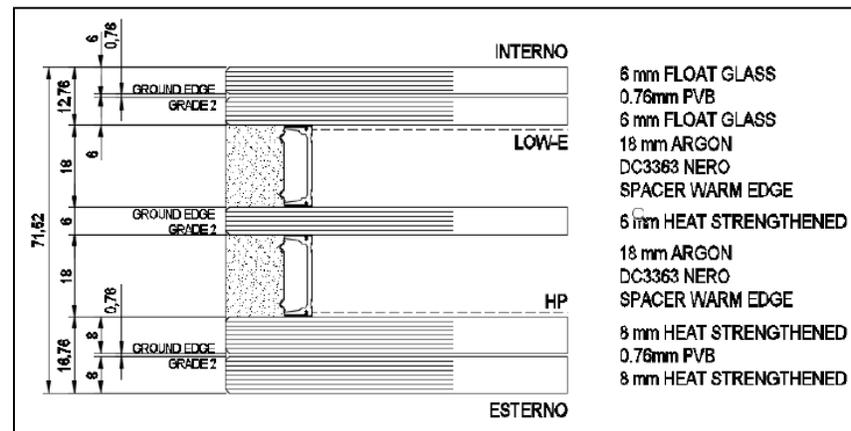
Verifica elementi vetrati



Verifica elementi vetrati

Valori delle caratteristiche generali

Caratteristica	Simbolo	Valore numerico e unità di misura
Densità (a 18 °C)	ρ	2 500 kg/m ³
Durezza (Knoop)	$HK_{0,1/20}$	6 Gpa
Modulo di Young (modulo di elasticità)	E	7×10^{10} Pa
Coefficiente di Poisson	μ	0,2
Resistenza a flessione caratteristica	$f_{g,k}$	45×10^6 Pa ^{a)}
Capacità termica specifica	C	$0,72 \times 10^3$ J/(kg · K)
Coefficiente medio di espansione lineare tra 20 °C e 300 °C	α	9×10^{-6} K ⁻¹
Resistenza contro il differenziale di temperatura e la variazione improvvisa di temperatura		40 K ^{b)}
Conduktività termica	λ	1 W/(m · K)
Indice di rifrazione medio alle radiazioni visibili (da 380 nm a 780 nm)	N	1,5
Emissività (corretta)	ϵ	0,837
a)	La resistenza a flessione caratteristica deve essere utilizzata congiuntamente al metodo di progettazione fornito nel prEN 13474.	
b)	Valore generalmente accettato che è influenzato dalla qualità del bordo e dal tipo di vetro.	



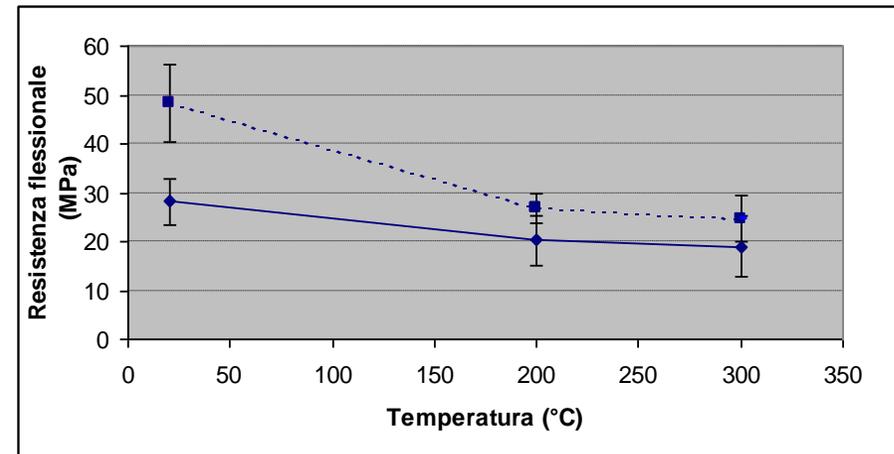
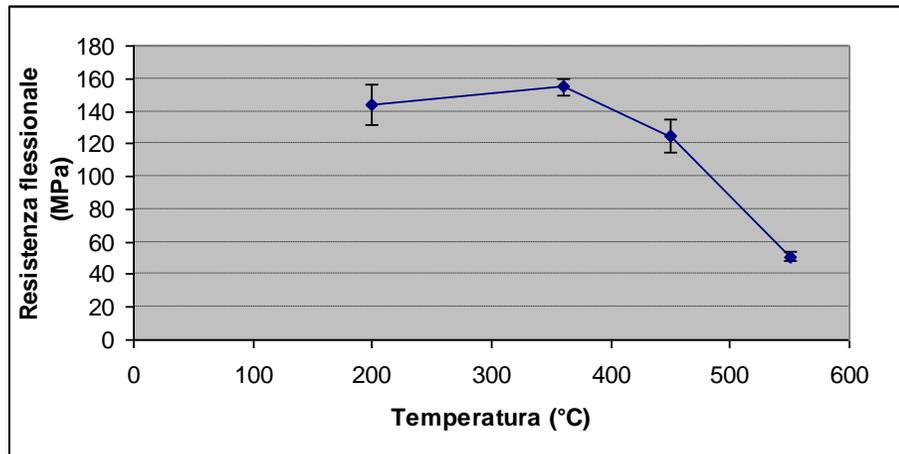
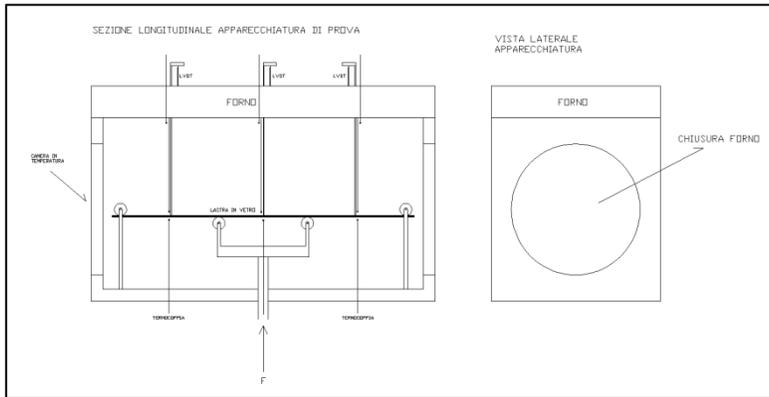
Valori di resistenza meccanica del vetro di silicato sodio-calcico indurito termicamente

Tipo di vetro	Valori minimi N/mm ²
Float: chiaro colorato con rivestimento	70
Float smaltato (basato sulla superficie smaltata in tensione)	45
Vetro stampato e vetro tirato	55

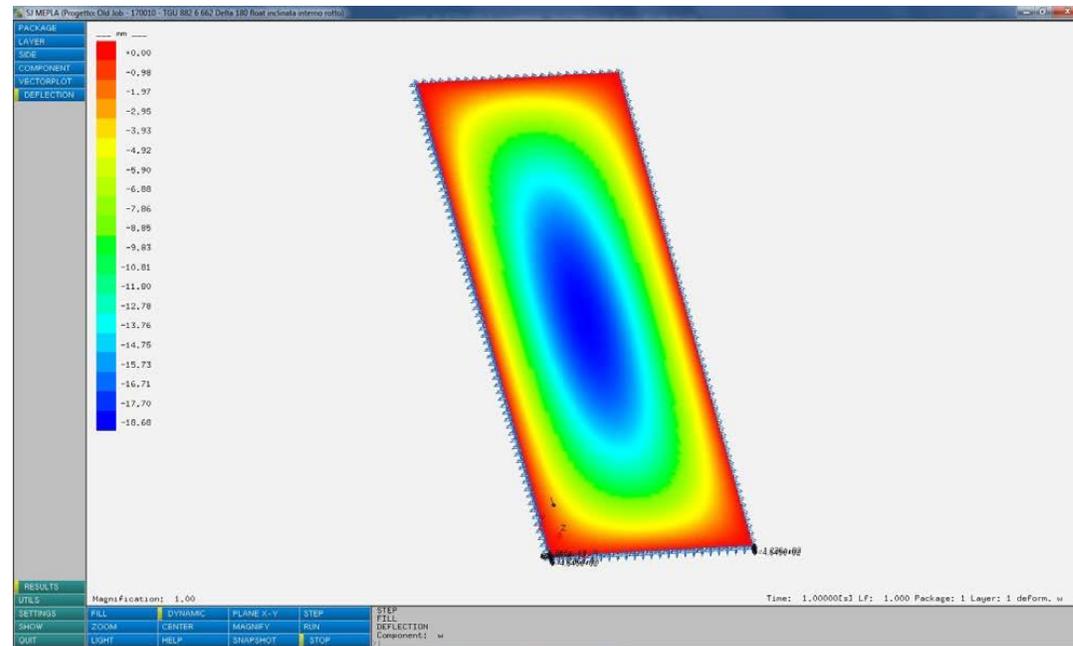
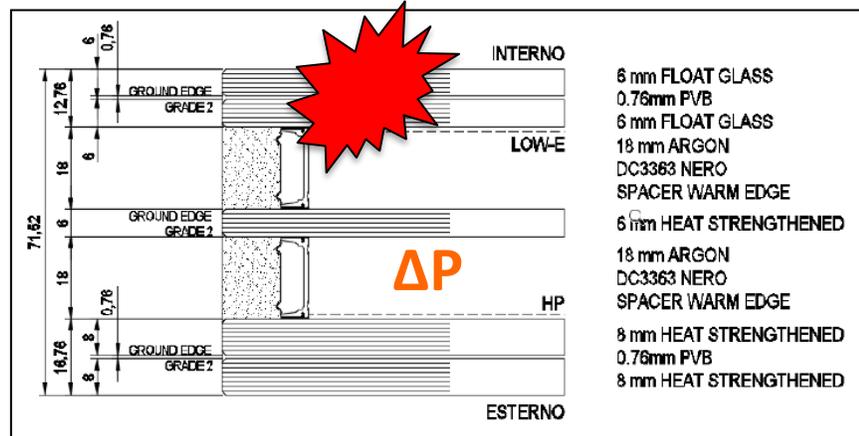
Durabilità termica

Le proprietà meccaniche del vetro di silicato sodio-calcico indurito termicamente rimangono inalterate nel tempo a temperature sino a 200 °C e non subiscono alcun effetto dalle temperature sotto zero. Il vetro di silicato sodio-calcico indurito termicamente è in grado di resistere sia a variazioni improvvise di temperatura sia a differenziali di temperatura fino a 100 K.

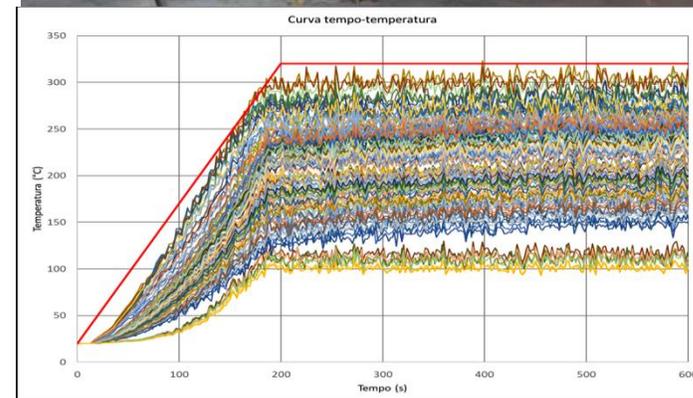
Verifica elementi vetrati



Verifica elementi vetrati



TEST IN SCALA REALE





Fotografia della faccia esposta al fuoco del campione prima della prova. Fotografia della faccia non esposta al fuoco del campione prima della prova.



Fotografia della faccia esposta al fuoco del campione dopo la prova. Fotografia della faccia non esposta al fuoco del campione dopo la prova.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE