

GASBETON[®]

**fascicolo
tecnico
resistenza al fuoco
delle pareti non
portanti in AAC**



FASCICOLO TECNICO 01/2021

RESISTENZA AL FUOCO DELLE PARETI NON PORTANTI IN BLOCCHI DI CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO



Il presente documento è stato redatto e revisionato dalla società

 **FSC ENGINEERING SRL**
FIRE & STRUCTURE CONSULTING
per conto di EKORU S.r.l.

redatto da:

Ing. Mauro Madeddu



Rev.00 - Prima emissione

visto e approvato da:

Prof. Ing. Paolo Setti



Giugno 2021

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. OGGETTO | 3 |
| 2. RIFERIMENTI NORMATIVI | 5 |
| 3. DEFINIZIONI | 6 |
| 4. ELEMENTI DEL SISTEMA COSTRUTTIVO | 9 |
| 5. MODALITA' DI VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA AL FUOCO | 11 |
| 6. CLASSIFICAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO E APPLICAZIONE ESTESA | 13 |
| 7. RESISTENZA AL FUOCO DELLE PARETI | 14 |
| 7.1 TIPOLOGIA DI MATERIALE DEL BLOCCO | 14 |
| 7.2 DIMENSIONI DEL BLOCCO | 14 |
| 7.3 MASSA VOLUMICA LORDA A SECCO MEDIA | 14 |
| 7.4 TIPOLOGIA DI GIUNTI VERTICALI | 14 |
| 7.5 RESISTENZA A COMPRESIONE DEL BLOCCO | 15 |
| 7.6 TIPOLOGIA DI MALTA COLLANTE | 15 |
| 7.7 ALTEZZA DELLA PARETE | 15 |
| 7.8 LUNGHEZZA DELLA PARETE | 15 |
| 7.9 SIGILLATURA DEI GIUNTI TECNICI | 15 |
| 7.10 MODALITÀ DI ANCORAGGIO/CONNESSIONE ALLA STRUTTURA | 16 |
| 7.11 PRESENZA DI ARCHITRAVI ARMATI | 17 |
| 7.12 PRESENZA DI IRRIGIDIMENTI, ARMATURE DI RINFORZO NEI GIUNTI O DI ELEMENTI IN CARPENTERIA METALLICA | 17 |
| 7.13 FASCIATURE DEL BLOCCO CON FIBRE DI BASALTO | 26 |
| 7.14 RIDUZIONI DI SPESSORE PUNTUALI DELLA MURATURA | 26 |
| 7.15 TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTO SUPERFICIALE | 26 |
| 7.16 PRESENZA DI APERTURE NELLA MURATURA | 26 |
| 7.17 UTILIZZO COME CONTROPARETE | 26 |
| 8. SINTESI DELLE PRESTAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO DELLE PARETI | 27 |
| 9. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 28 |

CSI S.p.A.
Sede Legale

Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151

RESISTENZA AL FUOCO DELLE PARETI NON PORTANTI IN BLOCCHI IN CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO

I. OGGETTO

Il presente documento costituisce il fascicolo tecnico ai fini della classificazione di resistenza al fuoco delle pareti non portanti realizzate con blocchi in calcestruzzo areato autoclavato messo a disposizione dal produttore EKORU S.r.l. come previsto dalla legislazione nazionale di prevenzione incendi (rif. D.M. 16/02/2007 – D.M. 03/08/2015 e s.m.i.).

Il fascicolo tecnico è il documento che predispone il produttore in caso di variazioni del prodotto o dell'elemento costruttivo classificato non previste dal campo di diretta applicazione del risultato di prova.

Il presente documento raccoglie le certificazioni sperimentali e indica i criteri di certificazione e le estensioni possibili, al di fuori del campo di applicazione diretta del risultato di prova, per la realizzazione e certificazione di murature tagliafuoco in blocchi pieni non portanti di calcestruzzo aerato autoclavato di spessore variabile da 8 cm a 50 cm e densità non inferiore a 300 kg/m³.

I contenuti del presente documento sono riferiti esclusivamente a pareti non portanti realizzate con blocchi in calcestruzzo areato autoclavato prodotti da EKORU s.r.l. e distribuiti dalla società Bacchi S.p.A. o dalla stessa Ekoru S.r.l., conformi alla norma UNI EN 771-4:2015. Sono considerati blocchi con configurazione liscia o maschiata, con malta a giunti sottili o con malte di allettamento, eventualmente intonacati, con o senza irrigidimenti mediante l'utilizzo di pezzi speciali, con o senza armature diffuse nei giunti. I prodotti indicati nel presente documento sono commercializzati con i marchi GASBETON[®], AIRBETON[®], BETONCELL[®], tutti di produzione Ekoru S.r.l.

Fanno parte della gamma produttiva a marchio GASBETON[®] i blocchi con i seguenti nomi commerciali: Gasbeton ACTIVE; Gasbeton ACUSTIC; Gasbeton ENERGY; Gasbeton EVOLUTION; Gasbeton EVOLUTION IDRO; Gasbeton SYSMIC, Gasbeton SYSMIC IDRO.

Fanno parte della gamma produttiva a marchio AIRBETON[®] i blocchi con i seguenti nomi commerciali: AIRBETON 300; AIRBETON 480.

Si rimanda per completezza alle specifiche dichiarazioni di prestazione dei prodotti (DOP) citati nel presente fascicolo tecnico (v. DOP allegati al fascicolo tecnico).

La prestazione di resistenza al fuoco delle pareti di compartimentazione non portanti, come riportato nel presente documento, viene esplicitata mediante la prestazione di compartimentazione con la simbologia EI (tenuta ai fumi e gas caldi e isolamento termico dal lato opposto al fuoco prodotto durante l'incendio) è pertanto esclusa la classificazione R (capacità portante) utilizzata direttamente per pareti in muratura portanti e analogamente viene escluso anche il criterio M, inteso come resistenza all'azione meccanica a seguito di impatto di altri corpi contro la parete di compartimentazione.

Il documento non entra nel merito della reazione al fuoco della parete, si fa presente tuttavia che il tipo di materiale base (blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato - AAC) è per sua natura incombustibile (come dichiarato sulle DOP la classe di reazione al fuoco dei blocchi è A1).

Il documento fornisce al tecnico di prevenzione incendi, al professionista antincendio e a tutti i soggetti interessati, le necessarie informazioni in merito alla valutazione e certificazione della resistenza al fuoco di tali elementi. Il professionista antincendio utilizza tale documento ai fini delle sue valutazioni e certificazioni di resistenza al fuoco, tenuto conto che il fascicolo tecnico è stato validato dal laboratorio autorizzato¹ mediante specifico parere tecnico positivo, che se ne avvale per la certificazione.

Il presente Fascicolo Tecnico è stato redatto e revisionato dalla società FSC Engineering S.r.l. per conto del produttore EKORU s.r.l. e validato dal laboratorio CSI S.p.A. mediante parere tecnico

positivo.

Fanno parte del fascicolo tecnico, oltre alle certificazioni sperimentali di seguito citate nel documento, anche le specifiche tecniche del produttore (specifiche del sistema costruttivo, schede tecniche dei blocchi e dei pezzi speciali facenti parte del sistema costruttivo), disponibili sul sito www.gasbeton.it per i prodotti a marchio GASBETON[®], su richiesta al produttore EKORU s.r.l. o BACCHI S.p.A. per i prodotti a marchio AIRBETON[®], BETONCELL[®].

La responsabilità sui contenuti del presente Fascicolo Tecnico è del produttore EKORU s.r.l..

La responsabilità sull'uso dei contenuti è del tecnico che li utilizza e che certifica la classe di resistenza al fuoco della parete.

L'applicazione di criteri di estendibilità di un risultato di prova riportata nel Fascicolo Tecnico è soggetta a validazione da parte di un laboratorio di prova autorizzato¹.

Il presente Fascicolo Tecnico non può essere riprodotto parzialmente ai sensi di legge.

¹ Per laboratorio autorizzato si intende: il laboratorio di resistenza al fuoco dell'Area protezione passiva della Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del Dipartimento dei vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile del Ministero dell'interno, «DCPST», i laboratori italiani autorizzati ai sensi del decreto del Ministro dell'interno 26 marzo 1985 ovvero i laboratori di resistenza al fuoco di uno degli altri Stati della Unione europea o di uno degli Stati contraenti l'accordo SEE e la Turchia, cui viene riconosciuta dal Ministero dell'Interno l'indipendenza e la competenza dei laboratori di prova prevista dalla norma EN ISO/CEI 17025 o da equivalenti garanzie riconosciute in uno degli Stati stessi.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente documento è redatto nel rispetto del Regolamento Prodotti da Costruzione CPR 305/2011 facendo riferimento alle norme di prodotto, norme di prova, norme di progettazione, regolamenti di prevenzione incendi e al seguente stato delle normative nazionali ed europee:

- *Decreto Ministero dell'Interno 16 febbraio 2007*, "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" e s.m.i.
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018* "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i.
- *Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti* approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- *Decreto 3 agosto 2015* "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139" Codice di Prevenzione Incendi".
- *Decreto 18 ottobre 2019* "Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139»".
- *UNI EN 1996-1-1:2013 Eurocodice 6* – Progettazione delle strutture di muratura. Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- *UNI EN 1996-1-2:2005 Eurocodice 6* – Progettazione delle strutture di muratura. Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio.
- *Annesso nazionale a UNI EN 1996 -1-1:2013 e UNI EN 1996 -1-2:2005.*
- *UNI EN 15254-2:2009* Extended application of results from fire resistance tests - Non-loadbearing walls - Part 2: Masonry and gypsum blocks.
- *UNI EN 15725:2010* Extended application reports on the fire performance of construction products and building elements.

Sono inoltre citate le seguenti normative:

- UNI EN 771-4:2015 Specifica per elementi di muratura - Parte 4: Elementi per muratura di calcestruzzo areato autoclavato;
- EN 12602:2016 Componenti armati prefabbricati di calcestruzzo aerato autoclavato;
- UNI EN 845-2:2016 Specifica per elementi complementari per muratura – Architravi;
- UNI EN 845-3:2016 Specifica per elementi complementari per muratura – Armatura in acciaio per giunti orizzontali;
- UNI EN 998-1:2016 Specifiche per malte per opere murarie - Malte per intonaci interni ed esterni;
- UNI EN 998-2:2016 Specifiche per malte per opere murarie - Malte da muratura;
- UNI EN 1363-1:2020 Prove di resistenza al fuoco - Requisiti generali;
- UNI EN 1363-2:2001 Prove di resistenza al fuoco - Procedure alternative e aggiuntive;
- UNI EN 1364-1:2015 Prove di resistenza al fuoco per elementi non portanti – Muri.

3. DEFINIZIONI

Ai fini del presente Fascicolo Tecnico si applicano le seguenti definizioni:

Per quanto riguarda le caratteristiche del prodotto si considerano le definizioni tratte dalla norma di prodotto UNI EN 771-4:2015:

- **elemento per muratura:** componente preformato destinato all'utilizzo nelle costruzioni di muratura.
- **elemento per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato:** elemento per muratura fabbricato da legante cementizio, aggregati silicei e acqua.
- **calcestruzzo aerato autoclavato:** il calcestruzzo aerato autoclavato è costituito da leganti quali cemento e/o calce, combinati con materiale fine a base silicea, sostanze aeranti e acqua. Le materie prime vengono miscelate e gettate nelle casseforme dove l'impasto lievita e prende forma. Successivamente il prodotto viene tagliato nelle dimensioni desiderate e viene fatto maturare con vapore ad alta pressione in autoclave.
- **materie prime:** le materie prime sono i costituenti che combinati con additivi e opportuni agenti possono essere usati nel processo di fabbricazione.
- **rinforzo:** è generalmente composto da reti metalliche, gabbie e/o barre in acciaio. Si possono utilizzare altri tipi di rinforzo. In base alla funzione assolta dagli elementi armati, il rinforzo può essere strutturale o non-strutturale.
Il rinforzo strutturale è un'armatura che è necessaria per la capacità portante degli elementi armati come parte della struttura. È costituito da acciaio.
Il rinforzo non-strutturale è un'armatura che è necessaria per garantire un'adeguata resistenza dell'elemento armato durante la lavorazione, il trasporto e la costruzione. Qualsiasi tipo di rinforzo opportuno può essere utilizzato per questo scopo.
- **rivestimento protettivo dalla corrosione:** il rivestimento protettivo dalla corrosione è un rivestimento applicato sulla superficie dell'armatura degli elementi armati quali gli architravi per proteggerla dalla corrosione.
- **valore dichiarato:** valore che il fabbricante dichiara di raggiungere, tenendo presente la modalità di prova e la variabilità del processo di fabbricazione.
- **resistenza a compressione normalizzata degli elementi per muratura:** resistenza a compressione degli elementi per muratura convertita in base alla resistenza a compressione con essiccamento in aria di un elemento per muratura equivalente di 100 mm di larghezza per 100 mm di altezza; vedere il procedimento indicato nell'appendice a della en 771-4.
- **resistenza a compressione media degli elementi per muratura:** media aritmetica delle resistenze a compressione degli elementi per muratura. **resistenza a compressione caratteristica degli elementi per muratura:** resistenza a compressione corrispondente a un frattile minore del 5% della resistenza a compressione degli elementi per muratura.

Per quanto riguarda i criteri di calcolo e verifica sono state considerate le definizioni tratte dalle seguenti normative:

definizioni tratte dall'Eurocodice 6 parte 1-1

- **area lorda:** l'area di una sezione trasversale di un elemento senza riduzione per l'area di fori, vuoti e rientranze.
- **malta da muratura per strati sottili:** malta a prestazione con misura massima dell'aggregato minore o pari ad un dato valore (di norma minore di 5 mm) **muratura non armata:** muratura che non contiene armatura in quantità sufficiente da essere considerata muratura armata.
- **muratura armata:** muratura nella quale sono state collocate delle barre o delle reti, annegate nella malta o nel conglomerato cementizio, in modo che tutto il materiale fornisca un contributo comune alla resistenza ai carichi.

definizioni tratte dall'Eurocodice 6 parte 1-2

- **muro portante:** componente strutturale piano prevalentemente soggetto a sforzi normali per supportare carichi verticali, ad esempio dai solai, e anche per supportare carichi orizzontali, ad esempio carico del vento, sisma.

CSI S.p.A.
Sede Legale

Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151

- **muro non portante:** componente dell'edificio piano che è prevalentemente caricato dal suo solo peso proprio e non fornisce alcun contributo ai muriportanti. Può comunque essere soggetto al trasferimento di carichi orizzontali agenti sulla sua superficie a componenti strutturali dell'edificio come muri portanti, solai o pilastri.
- **criteri di resistenza all'incendio:** criterio R assunto come soddisfatto quando la capacità portante dell'elemento è mantenuta durante il tempo di esposizione⁽¹⁾; criterio I assunto soddisfatto quando la temperatura della faccia non esposta dell'elemento non supera i 140 K e la massima temperatura in un qualunque punto della stessa superficie non supera i 180 K; criterio E assunto come soddisfatto quando è impedito il passaggio di fiamme o gas caldi attraverso l'elemento; criterio M è assunto come soddisfatto quando l'elemento, con o senza funzioni portanti, è chiamato a resistere al requisito di resistenza all'impatto meccanico e resiste all'applicazione del carico orizzontale concentrato definito nella UNI EN 1363-2:2001.
- **fattore di utilizzo:** rapporto tra il carico di progetto applicato alla muratura e la resistenza di progetto della muratura (α).

definizioni tratte dal DM 16.02.07

- **campo di applicazione diretta del risultato di prova:** è l'ambito, previsto dallo specifico metodo di prova e riportato nel rapporto di classificazione, delle limitazioni d'uso e delle possibili modifiche apportabili al campione che ha superato la prova tali da non richiedere ulteriori valutazioni, calcoli e approvazioni per l'attribuzione del risultato conseguito
- **campo di applicazione estesa del risultato di prova:** è l'ambito, non compreso tra quelli previsti nel per il campo di applicazione diretta del risultato di prova, definito da specifiche norme di estensione

definizioni tratte dal DM 03.08.15

Soggetti:

- **Responsabile dell'attività:** soggetto tenuto agli obblighi di prevenzione incendi per l'attività.
- **Progettista:** tecnico abilitato o professionista antincendio, incaricato dal responsabile dell'attività della progettazione, ai fini antincendio, dell'attività stessa o di specifici ambiti di essa, nel rispetto delle competenze attribuite dalle disposizioni regolamentari.
- **Tecnico abilitato:** professionista iscritto in albo professionale, che opera nell'ambito delle proprie competenze.
- **Professionista antincendio:** tecnico abilitato iscritto negli appositi elenchi del Ministero dell'interno di cui all'articolo 16 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.

Opere e prodotti da costruzione:

- **Opere da costruzione:** edifici, opere di ingegneria civile ed industriale.
- **Prodotto da costruzione:** qualsiasi prodotto o kit fabbricato e immesso sul mercato per essere incorporato permanentemente in opere da costruzione o in parti di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere da costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse.
- **Uso previsto:** l'uso previsto del prodotto da costruzione come definito nella specifica tecnica armonizzata applicabile.
- **Elemento costruttivo:** parte o elemento di opere da costruzione, composto da uno o più prodotti da costruzione.
- **Kit:** un prodotto da costruzione immesso sul mercato da un singolo fabbricante come insieme di almeno due componenti distinti che devono essere assemblati per essere installati nelle opere da costruzione.
- **Caratteristiche essenziali:** le caratteristiche del prodotto da costruzione che si riferiscono ai requisiti di base delle opere da costruzione come definiti nel CPR.
- **Prestazione di un prodotto da costruzione:** la prestazione in relazione alle caratteristiche essenziali pertinenti, espressa in termini di livello, classe o mediante descrizione.

definizioni per questo documento

- **blocco:** elemento per muratura in AAC
- **condizioni "normali":** situazioni di verifica in condizioni di temperatura normali (assenza di elevate temperature da incendio)
- **pareti ordinarie:** murature che presentano altezze all'interno del campo di diretta applicazione del risultato di prova
- **pareti di grande altezza:** pareti che presentano altezze superiori al campo di diretta applicazione del risultato di prova
- **giunti tecnici:** giunti perimetrali verticali e orizzontali, intermedi, di movimento (per dilatazioni termiche e azioni sismiche) previsti nella realizzazione delle murature.




(1): si ricorda che il criterio R è applicabile unicamente ai muri portanti.

CSI S.p.A.
Sede Legale

Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151

4. ELEMENTI DEL SISTEMA COSTRUTTIVO

Le murature tagliafuoco in calcestruzzo aerato autoclavato oggetto del presente fascicolo tecnico sono composte dall'unione di blocchi, di tipo liscio o maschiato, con malta collante a strato sottile a prestazione garantita in classe M5 o M10, oppure malta di allettamento di classe non inferiore a M5. Nella seguente tabella si riportano i vari tipi di elementi (blocchi, pezzi speciali, armature, architravi che compongono il sistema costruttivo).

| | |
|--|--|
| <p>Blocchi sottili lisci e maschiati Spessori da 8 cm a 15 cm</p> |  |
| <p>Blocchi spessi lisci e maschiati Spessori da 20 cm a 50 cm</p> |  |
| <p>Blocchi Forati Spessori da 20 a 45 cm Elementi con foro circolare avente sagoma analoga a quella dei blocchi standard utilizzati per l'inserimento di armature e il riempimento in calcestruzzo al fine di realizzare irrigidimenti verticali.</p> |  |
| <p>Blocchi Canaletta Spessori da 20 a 50 cm Blocchi cassero con sezione a U e lunghezza di 60 cm utilizzati per la realizzazione di irrigidimenti orizzontali o architravi di aperture, mediante inserimento di armature e riempimento in calcestruzzo.</p> |  |
| <p>Architravi armati "sottili" Elementi prefabbricati armati in calcestruzzo aerato autoclavato aventi spessori di 7,5 cm e 10 cm altezza pari a 25 cm e lunghezza variabile da 125 cm a 250 cm</p> |  |
| <p>Architravi armati "ribassati" Elementi prefabbricati armati in calcestruzzo aerato autoclavato aventi spessori di 11,5 cm e 15 cm, altezza pari a 12,5 cm e lunghezza variabile da 150 cm a 300 cm</p> |  |
| <p>Architravi armati "spessi" per murature portanti e non portanti Elementi prefabbricati armati in calcestruzzo aerato autoclavato aventi spessori tra 20 cm e 30 cm, altezza pari a 25 cm e lunghezza variabile da 130 cm a 300 cm</p> |  |

CSPS.p.A.
Sede Legale

Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11/360160151

| | |
|--|--|
| <p>Armatura tipo “Murfor® EFS”</p> <p>Armatura in acciaio per murature a giunto sottile realizzata con un traliccio in acciaio costituito da una coppia di piattine parallele saldate tra loro da un filo sinusoidale continuo</p> |  |
| <p>Armatura tipo “Murfor® Compact A 40” – “Murfor® Compact A 80”</p> <p>Armatura in acciaio per murature a giunto sottile costituito da cavi di acciaio zincato ad alta resistenza e trama in fibra di vetro intrecciato</p> |  |
| <p>Collante/rasante Incollarasa M5 per murature GASBETON®</p> <p>Malta da muratura a prestazione garantita nella classe M5 (disponibile in versione M10 per solo incollaggio), premiscelata in polvere, per interni ed esterni, di colore bianco perlato, a ritenzione d’acqua calibrata, a base di leganti idraulici, specifica per l’incollaggio a giunto sottile e la successiva rasatura di murature in calcestruzzo aerato autoclavato.</p> |  |
| <p>Collante “MALTACOLLA M10 RS” per murature GASBETON®</p> <p>Malta da muratura a prestazione garantita nella classe M10, premiscelata in polvere per interni ed esterni, di colore bianco a ritenzione d’acqua calibrata, a base di leganti idraulici e speciali additivi che ne conferiscono una elevata resistenza ai solfati, specifica per l’incollaggio a giunto sottile di murature in calcestruzzo aerato autoclavato, ad elevato livello qualitativo costante, da applicarsi a mano.</p> |  |

Tabella 1: tipologie di blocchi, pezzi speciali, armature e malte che compongono il sistema costruttivo.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla scheda tecnica delle singole tipologie di blocchi, della malta collante, dei pezzi speciali e delle armature reperibili dal sito internet www.gasbeton.it e disponibili a richiesta dal produttore per gli altri prodotti.

5. MODALITA' DI VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA AL FUOCO

L'attuale panorama normativo nazionale (rif. § 2) prevede che la valutazione e la certificazione della resistenza al fuoco di una parete di compartimentazione realizzata in blocchi si possa effettuare:

- per via sperimentale;
- per via tabellare;
- per via analitica.

Le valutazioni di resistenza al fuoco sono valide nell'ipotesi in cui la muratura sia stata verificata/progettata per le condizioni di carico previste in condizioni di esercizio e di stato limite ultimo (azione del vento, azione sismica, carico orizzontale lineare) in accordo al D.M. 17.01.2018 e s.m.i..

La verifica per via sperimentale è condotta sulla base di rapporti di classificazione di resistenza al fuoco e di rapporti di estensione (rilasciati dal laboratorio autorizzato dal Ministero degli Interni). Questi rapporti prevedono un campo di applicazione diretta ed un campo di applicazione estesa qualora siano rispettati i parametri dall'apposita norma di prova.

Il produttore, in caso di variazioni del prodotto o dell'elemento costruttivo classificato, non previste dal campo di diretta applicazione del risultato di prova, può predisporre un fascicolo tecnico che raccoglie i diversi rapporti di classificazione e di estensione ed eventualmente li integra con altre considerazioni di natura tecnica basate su calcoli, prove sperimentali e o valutazioni tecniche.

La verifica per via tabellare è condotta mediante confronto con le tabelle contenute nel D.M. 03.08.2015 e s.m.i. (v. *Tabella S.2-42: Murature non portanti in blocchi di calcestruzzo leggero o aerato autoclavato - Requisiti E, I*) che richiamano per le murature in blocchi alleggeriti in calcestruzzo aerato autoclavato quanto già indicato nelle tabelle del D.M. 16.02.2007 e nelle relative successive lettere circolari con ulteriori integrazioni per quanto riguarda i requisiti M per le pareti in murature portanti in blocchi.

La verifica per via analitica è condotta in conformità alla norma UNI EN 1996-1-2:2005 relativa alla *Progettazione delle strutture di muratura. Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio*, all'annessi nazionali come da specifiche del D.M. 16.02.2007 e al D.M.17.01.2018. In accordo a quanto indicato nella norma UNI EN 1996-1-2005, per l'utilizzo dei parametri termofisici di caratterizzazione a caldo delle murature in calcestruzzo aerato autoclavato è consentito l'utilizzo della norma di prodotto EN 12602:2016 "*Componenti armati prefabbricati di calcestruzzo aerato autoclavato*".

Si riportano di seguito i principali parametri termofisici di caratterizzazione a caldo estratti dalla norma di prodotto EN 12602:2016:

- La resistenza caratteristica a compressione della muratura in calcestruzzo aerato autoclavato $f_{ck}(\theta)$ viene espressa in funzione della temperatura secondo la seguente equazione:

$$f_{ck}(\theta) = k_c(\theta) f_{ck}(20^\circ\text{C})$$

CSI S.p.A.

Sede Legale

**Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151**

Il coefficiente $k_c(\theta)$ può essere dedotto dal seguente diagramma in funzione della temperatura:

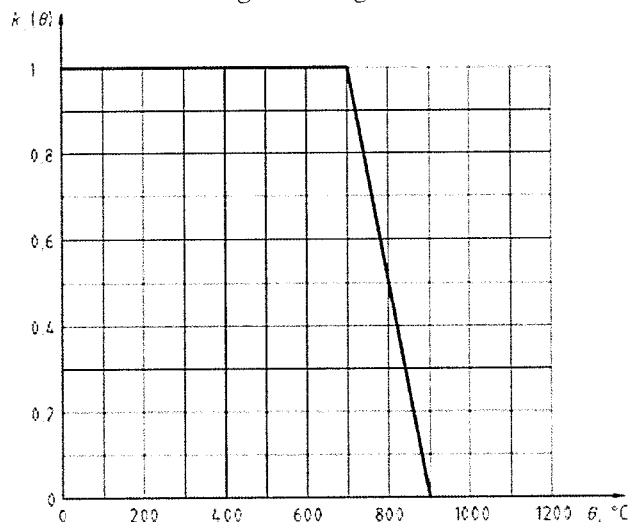


Figura 1: estratto da norma EN 12602-2016 – annex C – coefficiente $k_c(\theta)$ – decadimento della resistenza a compressione del calcestruzzo cellulare in funzione della temperatura.

La dilatazione termica ($\varepsilon_c = \Delta l/l$, dove Δl è la variazione di lunghezza e l è la lunghezza) del calcestruzzo aerato autoclavato ad alte temperature può essere dedotto dal seguente diagramma in funzione della temperatura:

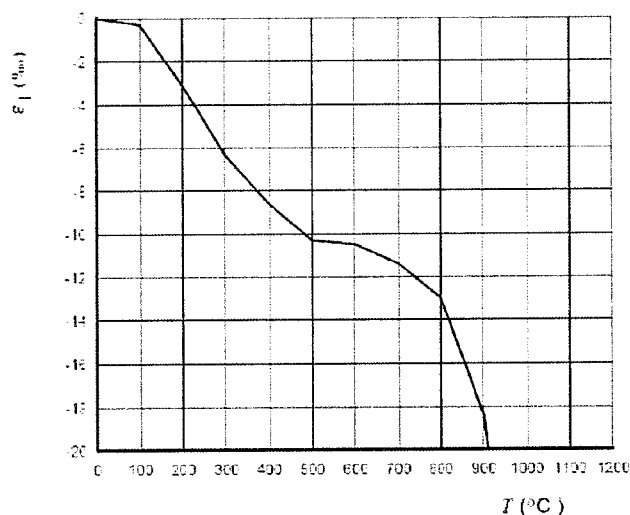


Figura 2: estratto da norma EN 12602-2016 – annex C – coefficiente ε_T – andamento della deformazione termica del calcestruzzo cellulare in funzione della temperatura.

Il calore specifico (capacità termica) del calcestruzzo aerato autoclavato può essere considerato indipendente dalla temperatura e può essere considerato pari a 1050 J/kgK per gli elementi armati e 1000 J/kgK per gli elementi non armati.

La conduttività termica del calcestruzzo aerato autoclavato ad alte temperature $\lambda(\theta)$ in W/mK può essere determinata dalla seguente tabella (v. tab. C.1 – annex C norma EN 12602:2016):

| Temperatura °C | Massa volumica lorda a secco media [kg/m ³] | | | |
|-------------------|--|------|------|------|
| | 300 | 400 | 500 | 600 |
| 20 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.15 |
| 300 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.17 |
| 600 | 0.18 | 0.19 | 0.20 | 0.20 |
| 900 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |

NOTA: valori intermedi possono essere determinati per interpolazione.

6. CLASSIFICAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO E APPLICAZIONE ESTESA

Per le murature in esame sono disponibili differenti rapporti di classificazione in funzione delle dimensioni del blocco, della resistenza al fuoco, della massa volumica lorda a secco media, del marchio e del tipo di profilo verticale (liscio o maschiato). In tabella 2 si riporta l'elenco dei rapporti di classificazione emessi da laboratori autorizzati¹.

In tabella 3 viene riportato un rapporto di classificazione aggiuntivo.

Tabella 2: Elenco rapporti di classificazione.

| Rapporto di prova e di classificazione | Data di emissione del rapporto di classificazione | Laboratorio | Richiedente | Nome commerciale del prodotto | Dimensioni nominali blocco [LxWxH] [mm] | Massa volumica lorda a secco media [kg/m ³] | Resistenza al fuoco |
|--|---|------------------|-----------------|---|--|---|---------------------|
| CSI 2383 FR | 23/07/21 | C.S.I. S.p.A. | Ekoru S.r.l. | Gasbeton® Evolution sp. 8 cm Airbeton 480 sp. 8 cm Betoncell sp. 8 cm | 600x80x250 Blocco liscio | 480 | EI120 |
| CSI2438F R | 20/07/22 | C.S.I. S.p.A. | Ekoru S.r.l. | Gasbeton® Evolution sp. 10 cm Airbeton 480 sp. 10 cm Betoncell sp. 10 cm | 600x100x250 Blocco maschiato | 480 | EI240 |
| CSI 2388 FR | 23/07/21 | C.S.I. S.p.A. | Ekoru S.r.l. | Gasbeton® Energy sp. 24 cm | 600x240x250 Blocco maschiato | 350 | EI240 |

Tabella 3: Rapporti di classificazione aggiuntivi.

| Rapporto di prova e di classificazione | Data di emissione del rapporto di classificazione | Laboratorio | Richiedente/ produttore | Nome commerciale del prodotto | Dimensioni nominali blocco [LxWxH] [mm] | Massa volumica lorda a secco media [kg/m ³] | Resistenza al fuoco |
|--|---|------------------|----------------------------|----------------------------------|---|---|---------------------|
| CSI 2389 FR | 23/07/21 | C.S.I. S.p.A. | Ekoru S.r.l. | Gasbeton® Active sp. 30 cm | 600x300x250 Blocco liscio fasciato con fibre di basalto e giunti incollati con colla poliuretanic | 300 | EI 240 |

¹ Per laboratorio autorizzato si intende: il laboratorio di resistenza al fuoco dell'Area protezione passiva della Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del Dipartimento dei vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile del Ministero dell'interno, «DCPST», i laboratori italiani autorizzati ai sensi del decreto del Ministro dell'interno 26 marzo 1985 ovvero i laboratori di resistenza al fuoco di uno degli altri Stati della Unione europea o di uno degli Stati contraenti l'accordo SEE e la Turchia, cui viene riconosciuta dal Ministero dell'interno l'indipendenza e la competenza dei laboratori di prova prevista dalla norma EN ISO/CEI 17025 o da equivalenti garanzie riconosciute.

CSI S.p.A.

Sede Legale

**Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151**

7. RESISTENZA AL FUOCO DELLE PARETI

Per la valutazione della resistenza al fuoco al di fuori del campo di diretta applicazione del rapporto di classificazione si riportano di seguito i casi delle possibili estensioni per le pareti in esame. I parametri che occorre prendere in considerazione ai fini delle verifiche di una muratura in calcestruzzo areato autoclavato sono i seguenti:

- tipologia di materiale del blocco
- dimensioni del blocco
- massa volumica lorda a secco media del blocco
- tipologia di giunti verticali tra blocchi
- resistenza a compressione del blocco
- tipologia di malta collante
- altezza della parete
- lunghezza della parete
- sigillatura di giunti tecnici
- modalità di ancoraggio / connessione alla struttura
- presenza di architravi
- presenza di irrigidimenti, armature di rinforzo nei giunti orizzontali tra blocchi o di elementi in carpenteria metallica
- fasciature del blocco con fibre di basalto
- riduzioni di spessore puntuale della muratura
- rivestimento superficiale della parete
- presenza di aperture nella muratura
- utilizzo come controparete

7.1 TIPOLOGIA DI MATERIALE DEL BLOCCO

Per tutti i blocchi riportati in tabella 1 oggetto del presente fascicolo tecnico, i risultati di prova sono estendibili a pareti in muratura realizzate con elementi di calcestruzzo aerato autoclavato dello stesso tipo di materiale di quelle sottoposte a prova. La gamma di blocchi con nome commerciale GASBETON® EVOLUTION IDRO appartiene alla tipologia di blocchi sottoposti a prova in quanto mantiene sempre gli stessi parametri termo-meccanici dichiarati per il prodotto.

7.2 DIMENSIONI DEL BLOCCO

Per la classificazione ai fini dei criteri EI (tenuta-isolamento), E (tenuta) i risultati di prova sono estendibili anche a blocchi con dimensioni maggiori in altezza, lunghezza e spessore. Risultati di prova su blocchi con lunghezza compresa tra 200 e 1000 mm sono estendibili a tutti i blocchi con lunghezza compresa nello stesso intervallo 200 - 1000 mm.

7.3 MASSA VOLUMICA LORDA A SECCO MEDIA

I risultati di prova sono estendibili a pareti in muratura realizzate con blocchi in calcestruzzo autoclavato di massa volumica lorda a secco media nominale variabile da un minimo di 350 kg/m³±10% con possibilità di arrotondamento per difetto ai più prossimi 50 kg/m³ quindi fino a un minimo di 300 kg/m³.

7.4 TIPOLOGIA DI GIUNTI VERTICALI

I risultati di prova sono estendibili a pareti in muratura di blocchi in calcestruzzo autoclavato, per tutti i tipi di giunti verticali (lisci o maschiati) riempiti con malta con uno spessore del giunto uguale o inferiore a quello utilizzato in prova, oppure per giunti maschiati senza malta con uno spessore del giunto uguale o inferiore a quello utilizzato in prova.

CSI S.p.A.

Sede Legale

Cascina Traversagna, 21

20030 SENAGO (MI)

P. IVA 11360160151

Nel caso di giunti verticali lisci non riempiti con malta, di spessore del giunto non superiore a quello utilizzato in prova, i risultati di prova sono estendibili a pareti intonacate o rasate da ambo i lati.

Nel caso di blocchi in calcestruzzo autoclavato maschiati si consiglia comunque di prevedere il riempimento dei giunti verticali con malta collante.

7.5 RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL BLOCCO

I risultati di prova sono estendibili a pareti in muratura realizzate con blocchi in calcestruzzo autoclavato di resistenza media a compressione, secondo UNI EN 772-1:2011, uguale o superiore a quella del blocco testato, arrotondabile al MPa inferiore.

7.6 TIPOLOGIA DI MALTA COLLANTE

I risultati di prova sono estendibili a pareti in muratura di blocchi in calcestruzzo autoclavato assemblate con malta collante, come richiamato nella tabella 1, per giunti sottili, con resistenza media a compressione uguale o superiore a 5 N/mm² (classe M5) oppure con malta di allettamento con resistenza media a compressione uguale o superiore a 5 N/mm² (classe M5).

7.7 ALTEZZA DELLA PARETE

I risultati di prova sono estendibili secondo il campo di applicazione diretta del rapporto di classificazione per l'aumento delle dimensioni in altezza.

Tenuto conto che nelle prove sperimentali, laddove è stata registrata una deflessione a metà altezza inferiore alla metà dello spessore della parete, fatte salve le verifiche statiche di resistenza ai carichi orizzontali e al sisma, è possibile estendere l'altezza considerando la condizione più restrittiva tra il limite di snellezza fino a 40 h/t (dove h è l'altezza del muro e t è lo spessore del blocco) o fino a 8 m di altezza (nelle conclusioni si riporta la tabella di sintesi di estensione in altezza in funzione dello spessore della parete).

L'altezza di una muratura realizzata con blocchi in calcestruzzo autoclavato può anche essere estrapolata mediante l'utilizzo di un appropriato modello di calcolo analitico definito in accordo alla norma UNI EN 1996-1-2:2005.

Le valutazioni di resistenza al fuoco sono valide nell'ipotesi in cui la muratura sia stata verificata/progettata per le condizioni previste in condizioni di esercizio e di stato limite ultimo (azione del vento, azione sismica, carico orizzontale lineare) in accordo al D.M. 17.01.2018 e s.m.i.. Per pareti oltre i limiti indicati nel presente fascicolo tecnico sarà necessario predisporre un progetto e una specifica valutazione della resistenza al fuoco.

7.8 LUNGHEZZA DELLA PARETE

I risultati di prova sono estendibili a pareti di muratura di qualsiasi lunghezza, nel rispetto delle verifiche di stabilità previste dal D.M. 17.01.2018 e s.m.i., e da quanto previsto dall'allegato F della norma UNI EN 1996-1-1. Per murature non armate si suggerisce di realizzare giunti di dilatazione con un interasse non superiore a 50 volte lo spessore della muratura e comunque non superiore a 10 m.

In caso di muratura armata si rimanda ai criteri di progettazione dati dalla norma UNI EN 1996-2:2006.

7.9 SIGILLATURA DEI GIUNTI TECNICI

I giunti perimetrali possono essere sigillati con malte di classe $M \geq 2,5$ (tipo SIGILMALT o INCOLLARASA) per spessori fino a 1 cm, in alternativa per giunti perimetrali si consiglia di adottare altre tipologie di sistemi di sigillatura elastica indipendentemente dallo spessore del giunto, ad esempio mediante soluzioni certificate e qualificate sperimentalmente di giunti lineari (cordoni in lana minerale o sigillanti resistenti al fuoco con retrostanti lane minerali) oppure con lana di roccia e

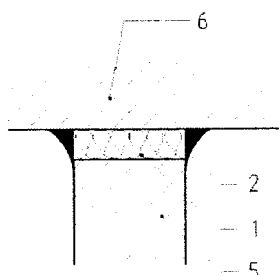
CSI S.p.A.

Sede Legale

**Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151**

prodotti sigillanti adeguati (vedi ad esempio lo schema di fig. 3 tratto dalla norma EN 1996-1.2), purché non vengano compromessi i requisiti di tenuta (E) ed isolamento (I) della parete.

Nel caso di presenza di giunti tecnici quali ad esempio giunti sismici o di dilatazione dovranno essere adottati sistemi di sigillatura idonei opportunamente qualificati in accordo al D.M. 16.02.2007 e s.m.i..



Key

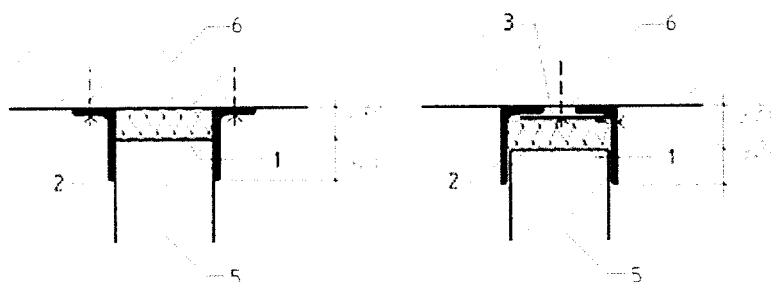
- 1 Insulating layer - mineral wool, material class A (noncombustible), melting point $\geq 1000^{\circ}\text{C}$, or mortar
- 2 Joint seal (optional)
5. Masonry
6. Concrete

Figura 3: estratto dalla norma EN 1996-1.2 annex E – Dettaglio tipologico di sigillatura del giunto tra parete e supporto.

7.10 MODALITÀ DI ANCORAGGIO/CONNESSIONE ALLA STRUTTURA

Le prove sono state condotte con condizioni di vincolo su tre lati. Il giunto verticale libero consente di non limitare la lunghezza della parete. Per quanto riguarda i vincoli a terra è consigliabile l'ancoraggio alla base mediante opportuni sistemi in funzione delle reali dimensioni della parete e delle prestazioni che deve garantire (si potranno realizzare ad esempio mediante malte o con barre di inghisaggio in corrispondenza degli irrigidimenti in c.a. – si rimanda alla documentazione tecnica del produttore).

Il giunto orizzontale in sommità, ove necessario, deve consentire i movimenti relativi con gli elementi della struttura posti al contorno della parete impedendo al tempo stesso il ribaltamento della parete nei confronti di azioni orizzontali. Si riporta di seguito un esempio tratto dalla norma EN 1996-1.2.



Key

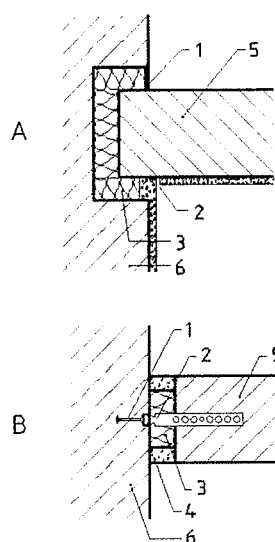
- 1 Insulating layer - mineral wool, material class A (noncombustible), melting point $\geq 1000^{\circ}\text{C}$
- 2 Steel angle
- 3 Flat steel 65x5mm, a>600mm
5. Masonry
6. Concrete

Figura 4: estratto dalla norma EN 1996-1.2 annex E – Dettaglio tipologico di ancoraggio tra parete e supporto.

Il giunto verticale laterale, ove necessario, deve consentire la dilatazione termica della muratura e della struttura confinante nonché i movimenti della stessa in caso di sisma, impedendo al tempo stesso il ribaltamento nei confronti di eventuali azioni orizzontali. Si riporta di seguito un esempio

tratto dalla norma EN 1996-1.2.

Per ulteriori dettagli e soluzioni tecniche si rimanda alla documentazione del produttore.



Key

A

- 1 Joint seal
- 2 Trowel cut or plaster cut (optional)
- 3 Insulating layer - mineral wool, material class A (noncombustible), melting point $\geq 1000^{\circ}\text{C}$
- 5. Masonry
- 6. Concrete

B

- 1 Anchor
- 2 Vertical sliding anchor
- 3 Insulating layer - mineral wool, material class A (noncombustible), melting point $\geq 1000^{\circ}\text{C}$, or mortar
- 4 Joint seal
- 5. Masonry
- 6. Concrete

Figura 5: estratto dalla norma EN 1996-1.2 annex E -- Dettaglio tipologico di ancoraggio tra parete e supporto.

7.11 PRESENZA DI ARCHITRAVI ARMATI

Per la realizzazione di aperture nella muratura, è consentito l'impiego di architravi armati prefabbricati o di blocchi canaletta con posa di armatura in acciaio e getto integrativo di calcestruzzo in opera. Si rimanda alla specifica relazione di calcolo di verifica analitica della resistenza al fuoco degli architravi allegata al presente documento, che riporta una casistica di esempi di verifiche analitiche condotte su alcune tipologie di architravi comunemente utilizzati per la realizzazione delle murature in esame. Per i casi che esulano dalle casistiche richiamate dalla relazione di verifica allegata dovrà essere effettuata una specifica valutazione analitica di resistenza al fuoco.

7.12 PRESENZA DI IRRIGIDIMENTI, ARMATURE DI RINFORZO NEI GIUNTI O DI ELEMENTI IN CARPENTERIA METALLICA

Per la realizzazione delle pareti in blocchi è possibile che sia necessario inserire, ai fini della stabilità delle stesse, degli opportuni sistemi di irrigidimento verticale e orizzontale, come richiamato dalla documentazione tecnica del produttore quali:

- irrigidimenti verticali e orizzontali gettati in c.a. per murature con blocchi aventi spessori a partire da 20 cm (ad esempio irrigidimenti composti da barre d'armatura in acciaio e getto in calcestruzzo all'interno di blocchi speciali forati e canaletta) utilizzate per pareti di grandi dimensioni;
- armature di rinforzo annegate nel giunto orizzontale di malta collante (quali tralicci e nastri metallici);
- elementi in carpenteria metallica di irrigidimento e barre longitudinali per murature con blocchi aventi spessori fino a 15 cm.

CSI S.p.A.
Sede Legale

Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151

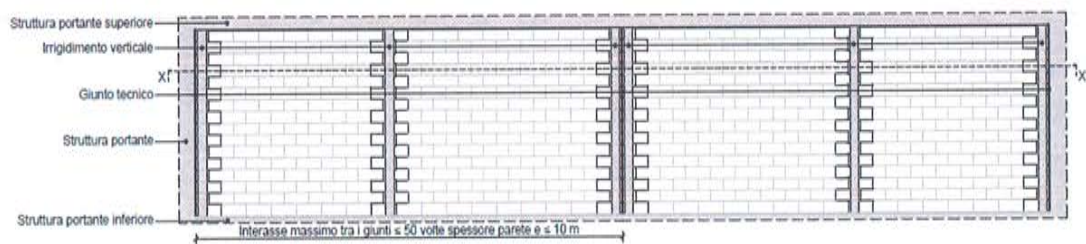
Ai fini della resistenza al fuoco la presenza degli irrigidimenti sopra citati non altera la resistenza al fuoco della parete.

Tali sistemi di irrigidimento dovranno essere opportunamente dimensionati e progettati ai sensi del D.M. 17/01/2018 in funzione delle reali condizioni di carico, schema statico, modalità di vincolo ecc..(spinta orizzontale, azione del vento, azione sismica...).

Si rimanda alla documentazione tecnica del produttore per ulteriori dettagli sulle modalità di irrigidimento delle murature.

Nelle figure sotto riportate si riportano degli estratti della documentazione del produttore per le tipologie di irrigidimento sopra indicate.

PROSPETTO PARETE



SEZIONE X-X'

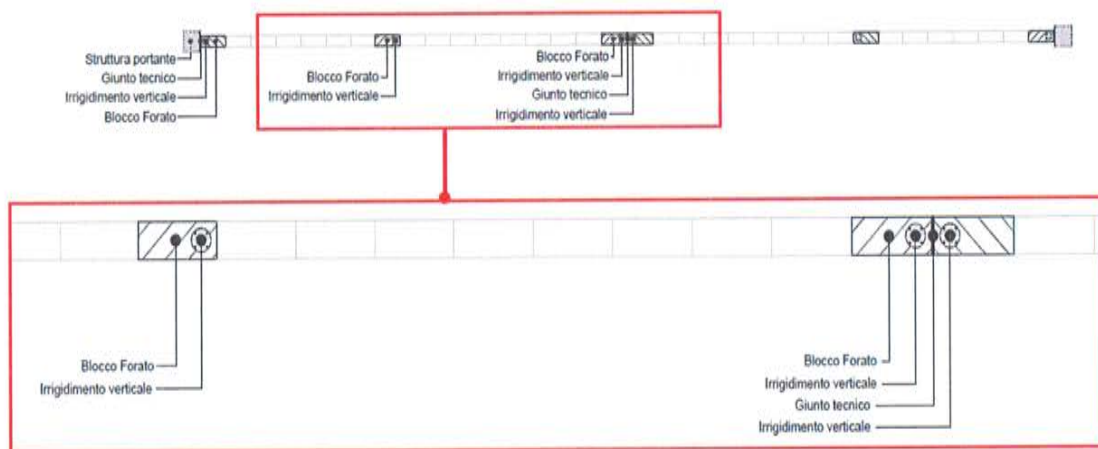
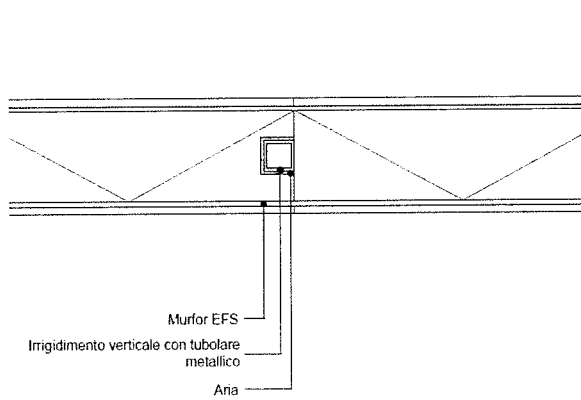


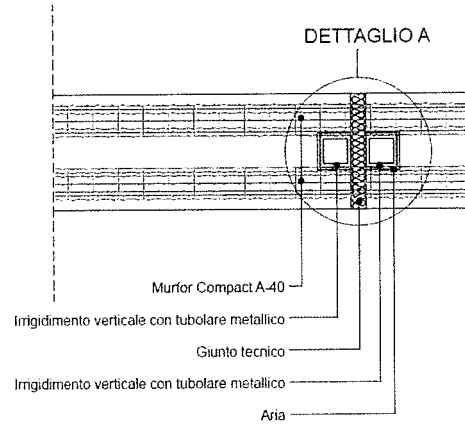
Figura 6: Irrigidimento con blocco forato mediante inserimento di armatura e getto in calcestruzzo, per pareti di grande spessore e grandi dimensioni (a partire dallo spessore 20 cm).

SEZIONE ORIZZONTALE

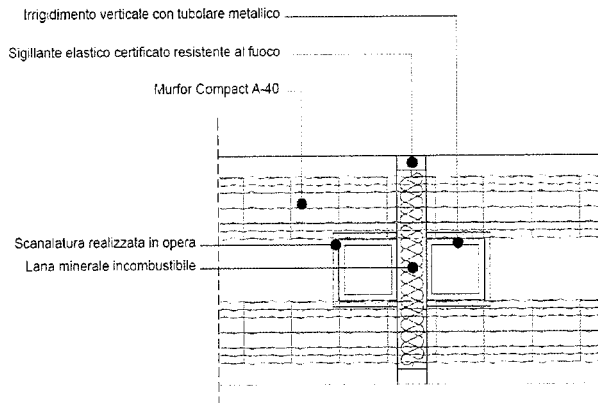
OPZIONE CON TRALICCI MURFOR EFS



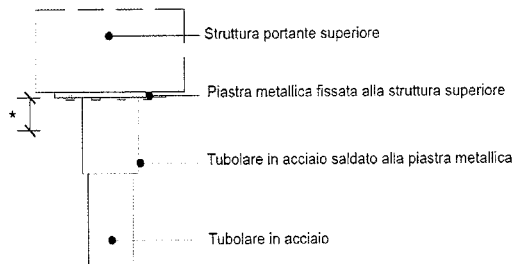
OPZIONE CON NASTRI METALLICI MURFOR COMPACT A40



DETTAGLIO A



COLLEGAMENTO IN TESTA DELL'IRRIGIDIMENTO



* > massima flessione della struttura superiore e massima dilatazione lineare del tubolare

Figura 7: Irrigidimento con tubolare nello spessore del blocco, spessore medio (spessore tra 15 cm e 20 cm)

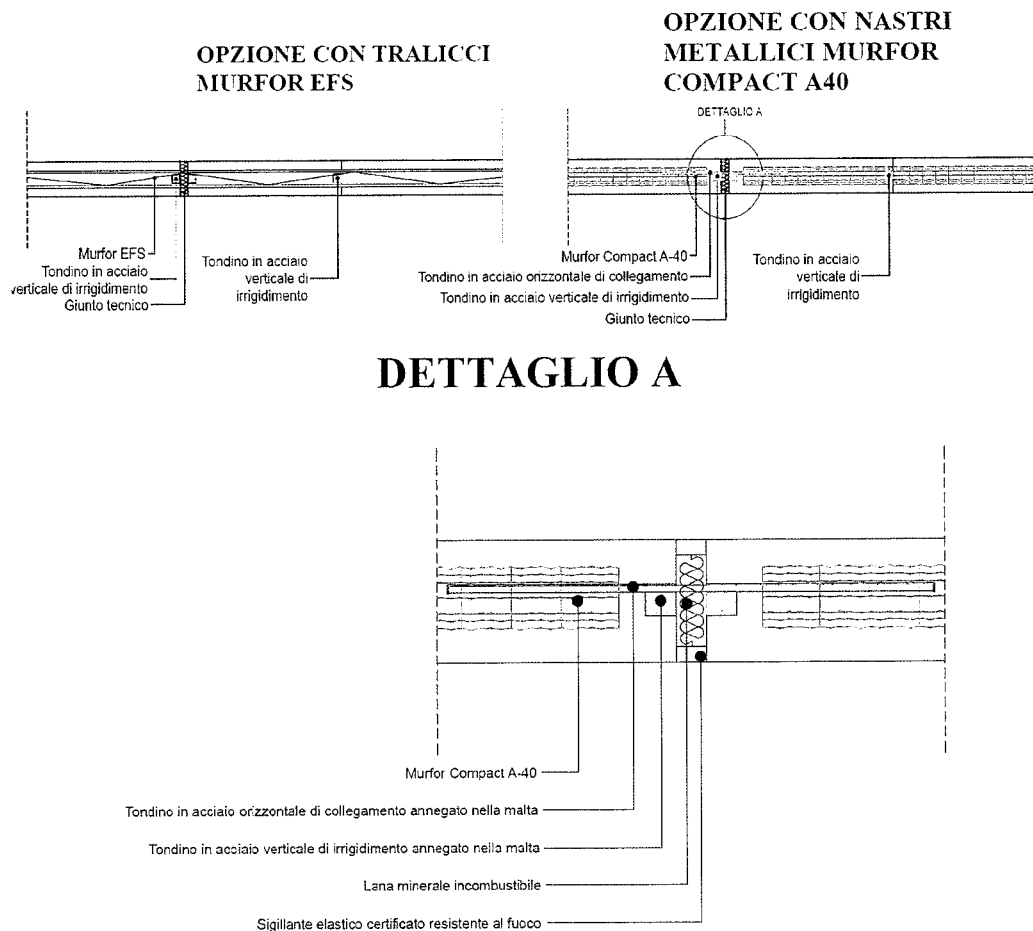


Figura 8: Irrigidimento con tondino inserito nello spessore del blocco nella posizione centrale per pareti in blocchi di piccolo spessore (blocchi spessore da 8 a 15 cm).

Ai fini della valutazione della resistenza al fuoco, come si evince dai dati registrati nelle prove al fuoco, il materiale per sua natura isolante nei confronti del calore, consente di assorbire in pochi cm di spessore del blocco il gradiente di temperatura dal lato esposto al fuoco, pertanto la presenza di armature di rinforzo o di irrigidimenti in carpenteria metallica posizionati nello spessore della parete, come ad esempio indicato nel manuale del produttore e negli schemi tipologici sopra riportati, non sono tali da determinare un decadimento termomeccanico ai fini della prestazione di resistenza al fuoco della muratura ovvero si mantengono temperature al di sotto del limite di temperatura critica dell'armatura che solitamente si possono considerare non inferiori a 500°C.

A supporto di quanto sopra citato si riportano i diagrammi delle termocoppie con l'andamento delle temperature registrato durante le prove, rispettivamente:

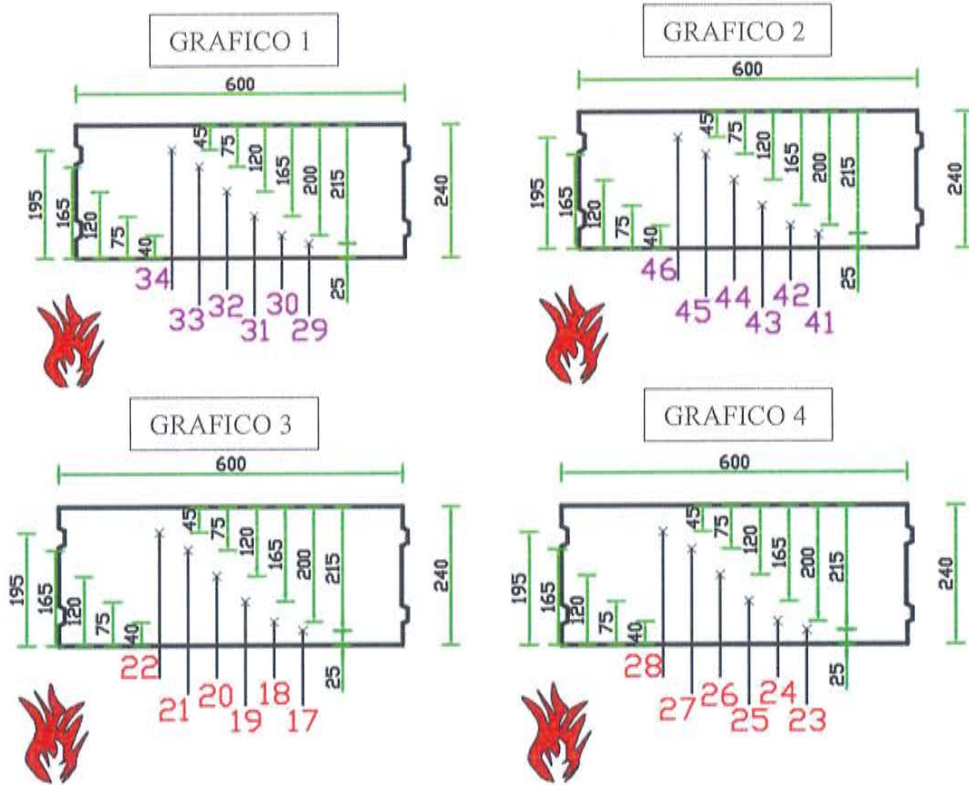
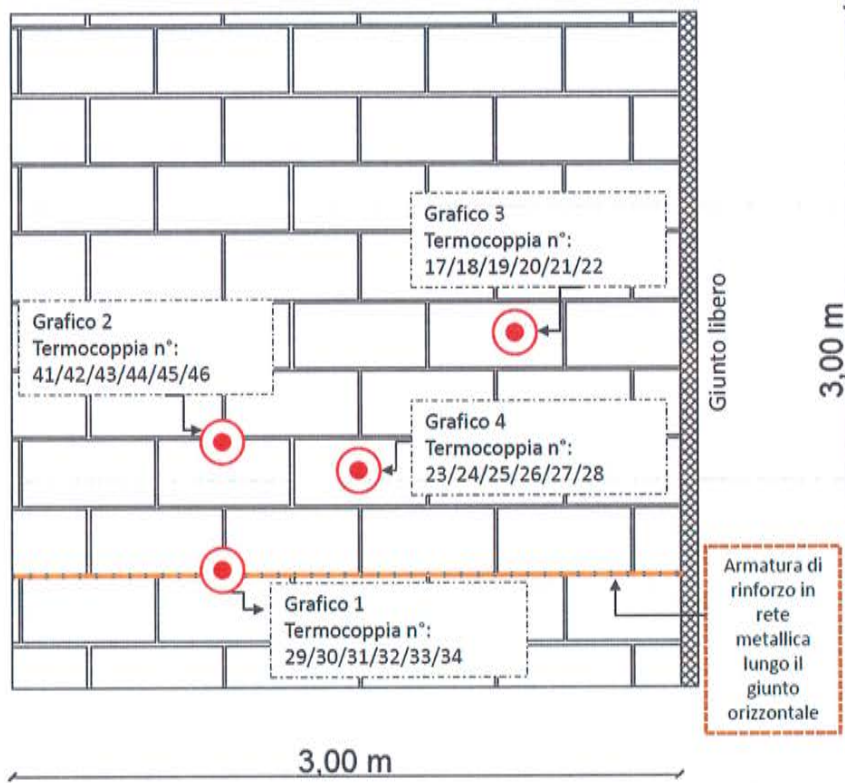
- nel giunto orizzontale, con e senza armatura di rinforzo, per la muratura con blocco sp. 24 cm di densità 350 Kg/m³;
- all'interno del blocco sp. 24 cm di densità 350 Kg/m³;
- all'interno del blocco sp. 8 cm di densità 480 Kg/m³.

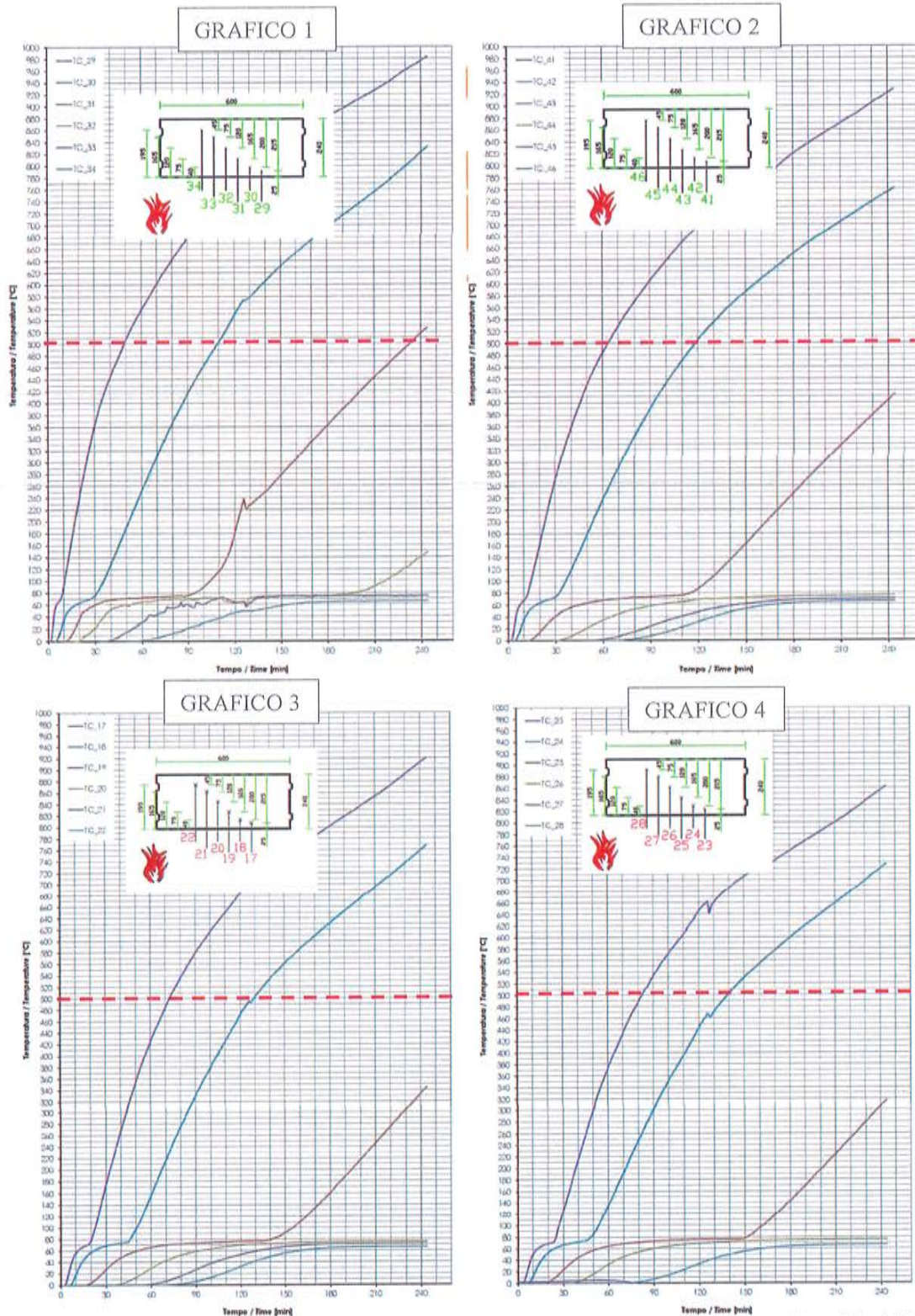
CSI S.p.A.

Sede Legale

Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151

SCHEMA DI DISPOSIZIONE TERMOCOPPIE





I grafici sopra riportati riportano l'andamento delle temperature delle termocoppie nello spessore del blocco sp. 24 cm di densità 350 Kg/m³ (vedi schema posizionamento sopra riportato). - I dati sono stati estratti dal rapporto di prova CSI2388FR.

Grafico 1: andamento delle temperature nello spessore del giunto orizzontale con la presenza di armatura di rinforzo

Grafico 2: andamento delle temperature nello spessore del giunto orizzontale senza armatura di rinforzo.

Grafico 3 e 4: andamento delle temperature nello spessore del blocco rilevate in due differenti posizioni della parete.

La linea rossa tratteggiata rappresenta la temperatura di 500°C al di sotto della quale si devono trovare i rinforzi metallici all'interno del blocco. Le curve dei grafici da 1 a 4 rappresentano l'andamento delle temperature a diverse distanze dalla superficie esposta al fuoco, e rispettivamente:

- la curva di colore viola è posizionata a 25 mm di profondità
- la curva di colore blu è posizionata a 40 mm di profondità
- la curva di colore marrone è posizionata a 75 mm di profondità

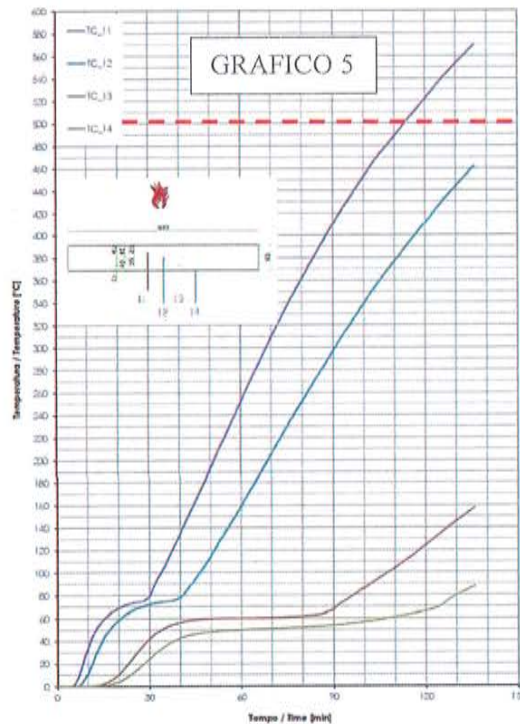
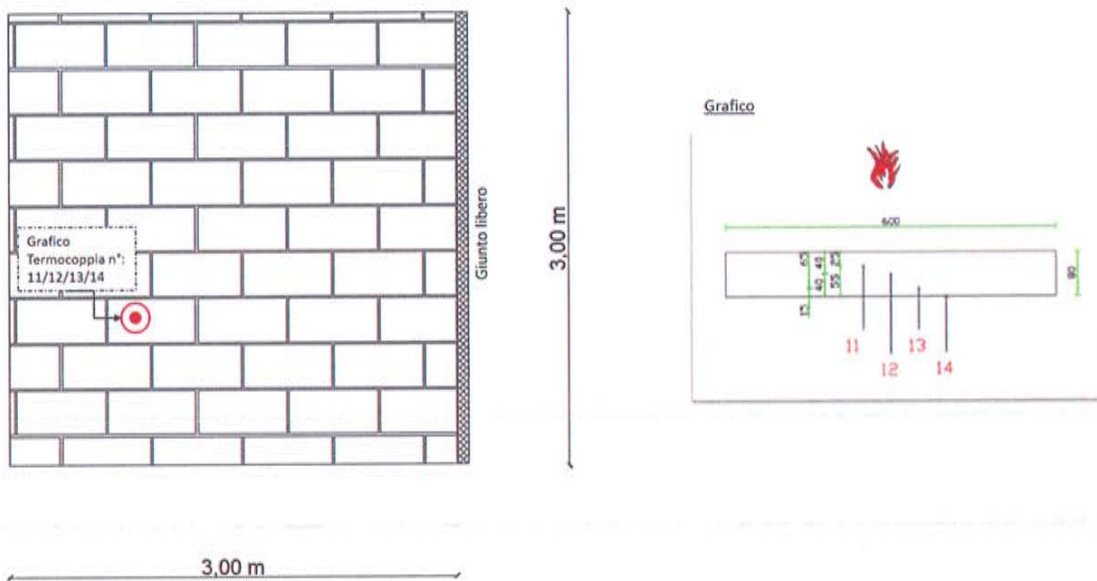


Grafico 5 - Andamento delle temperature delle termocoppie posizionate nello spessore nel blocco sp. 8 cm di densità 480 Kg/m³ (vedi schema posizionamento sopra riportato). - I dati sono stati estratti dal rapporto di prova CSI2383FR. La curva viola è posizionata a 25 mm di profondità dalla faccia esposta al fuoco, quella blu a 40 mm di profondità e quella rossa a 65 mm di profondità dal lato esposto al fuoco.

Come si evince dalle prove condotte, non si hanno scostamenti sostanziali nell'andamento della temperatura con e senza presenza di armatura posizionata nello spessore della parete e il risultato di prova conferma che la presenza di armatura nel giunto orizzontale tra i blocchi non è significativa nei confronti della tenuta del giunto e della parete.

Oltre alle considerazioni sopra riportate è possibile valutare la temperatura in corrispondenza degli irrigidimenti verticali mediante criterio analitico considerando la sezione del blocco ed effettuando l'analisi termica del blocco.

A titolo di esempio e per avere un raffronto con i dati sperimentali si riporta di seguito la verifica mediante mappatura termica di una parete con blocco sp. 8, sp. 10 cm e sp. 12 cm.

Si utilizza come confronto sperimentale il rapporto di classificazione sulla parete in blocchi sp. 8 cm che attesta la classe di resistenza al fuoco EI 120 (rif. CSI 2383FR) per l'analisi della parete sp. 8 cm e il rapporto di classificazione sulla parete in blocchi sp.10 cm che attesta la classe di resistenza al fuoco EI 240 (rif. CSI 2438FR) per l'analisi delle pareti sp. 10 cm e 12 cm.

Per la stabilità della parete vengono ipotizzati degli irrigidimenti in carpenteria metallica posizionati al centro della parete composti da barre longitudinali in acciaio come riportato in figura 8 nel dettaglio tipologico per blocchi di piccolo spessore.

Relativamente alle dilatazioni si ricorda che considerando la temperatura limite di 500°C in corrispondenza dell'irrigidimento dovranno essere consentite le dilatazioni termiche mediante idonei sistemi di ancoraggio in corrispondenza dell'attacco superiore della parete (per esempio mediante un giunto superiore scorrevole a manicotto o pattino).

Al fine di garantire la resistenza al fuoco della parete si deve verificare che le temperature in corrispondenza degli irrigidimenti / carpenterie metalliche inserite nello spessore del blocco siano mediamente a temperature inferiore a 500°C.

Mediante un'opportuna analisi termica della sezione della parete, è necessario verificare, ipotizzando un incendio da un lato della parete, che la temperatura si mantenga al di sotto della temperatura critica di 500°C fino al tempo di resistenza al fuoco richiesto e che siano consentite le dilatazioni verticali tramite un ancoraggio in sommità assimilabile a un vincolo ideale tipo carrello o pattino.

Dalla mappatura (sotto riportata) ottenuta dall'analisi termica si evince che la temperatura al centro del blocco è inferiore al limite di 500°C in funzione dello spessore dei blocchi come di seguito riportato.

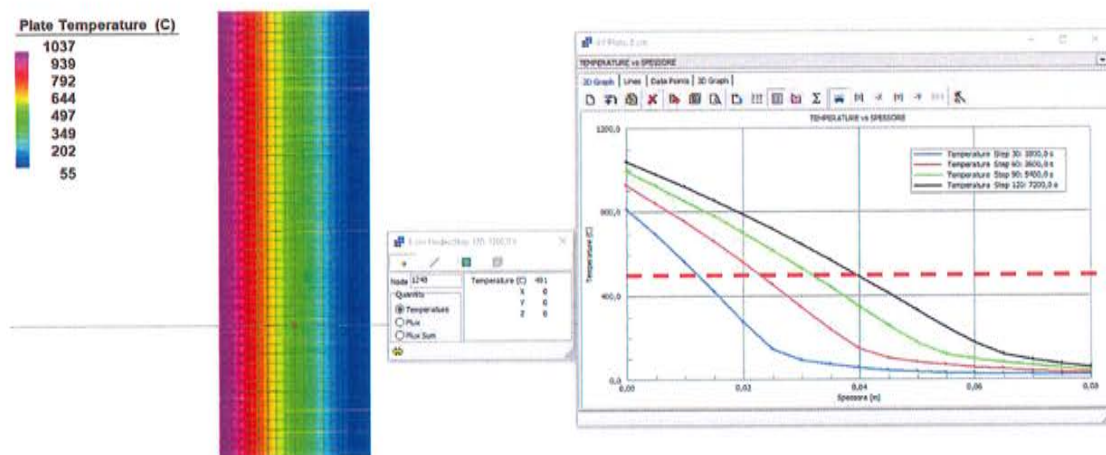


Figura 9: Andamento delle temperature per il blocco spessore 8 cm (a sinistra si riporta l'istante al tempo di 120' minuti e a destra si riporta il grafico con l'andamento delle temperature in funzione dello spessore per i vari istanti di tempo a step di 30' minuti in rosso tratteggiata la temperatura limite di 500°C).

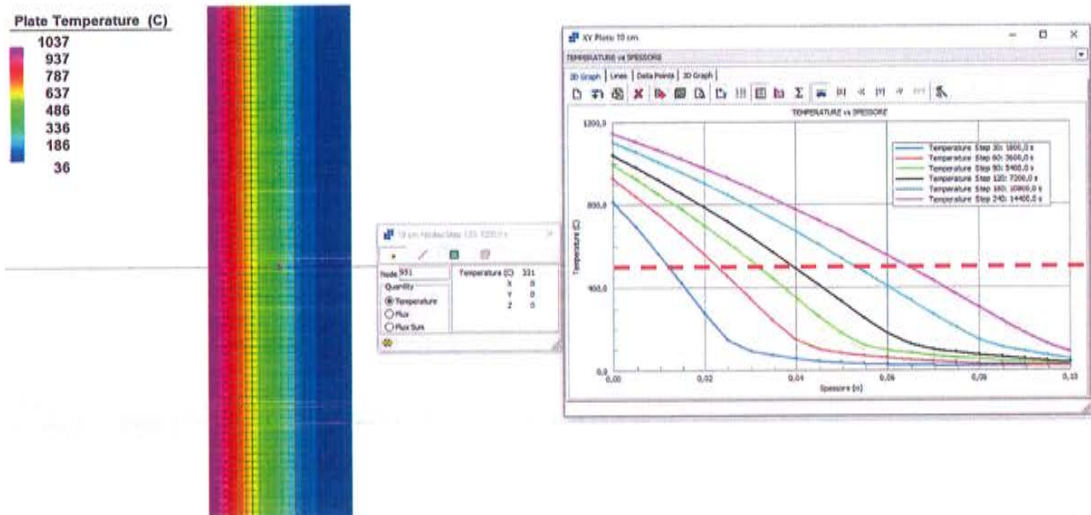


Figura 10: Andamento delle temperature per il blocco spessore 10 cm (a sinistra si riporta l'istante al tempo di 120' minuti e a destra si riporta il grafico con l'andamento della temperature in funzione dello spessore per i vari istanti di tempo a step di 30' minuti, la linea tratteggiata di colore rosso indica la temperatura limite di 500°C).

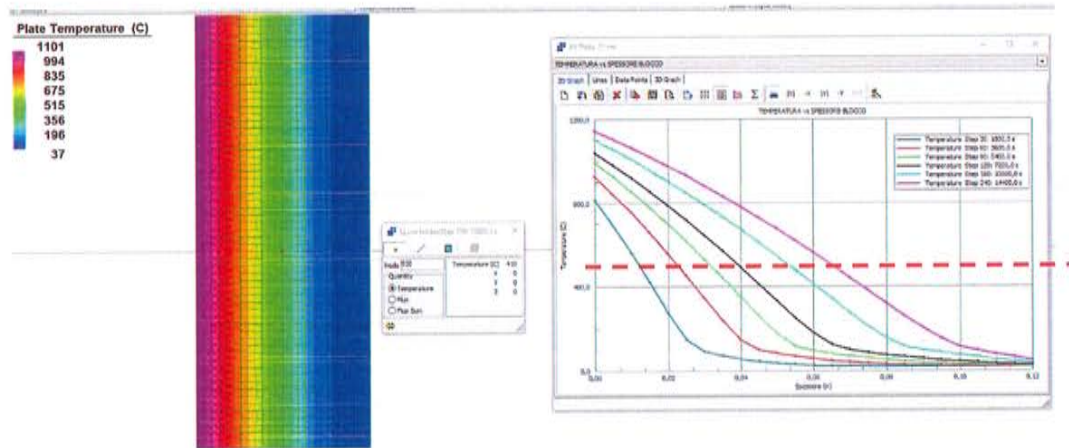


Figura 11: Andamento delle temperature per il blocco spessore 12 cm (a sinistra si riporta l'istante al tempo di 180' minuti e a destra si riporta il grafico con l'andamento della temperature in funzione dello spessore per i vari istanti di tempo a step di 30' minuti, la linea tratteggiata di colore rosso indica la temperatura limite di 500°C).

La dilatazione termica lineare dell'irrigidimento verticale (ipotizzando l'altezza della parete pari a 4 m e ricavando dall'analisi termica la temperatura media in mezzeria pari a 400°C per il blocco sp. 12 cm al tempo di 180' minuti e pari a 500°C per il blocco sp. 8 cm al tempo di 120' minuti) è pari rispettivamente a circa 16 mm e 20 mm, pertanto il giunto di dilatazione in sommità deve essere dimensionato in modo da consentire questo allungamento oltre che la stabilità ai fini del ribaltamento della parete.

Pertanto considerando la temperatura limite di 500°C come temperatura critica di riferimento per le eventuali armature di irrigidimento o per elementi in carpenteria metallica posti nello spessore del blocco, si ricava la seguente classificazione di resistenza al fuoco in presenza di irrigidimenti:

| SPESSORE PARETE IN BLOCCHI | RESISTENZA AL FUOCO DELLA PARETE CON IRRIGIDIMENTO (*) |
|----------------------------|--|
| Spessore fino a 10 cm | Verificato fino al tempo di 120' minuti |
| Spessore da 12 cm a 20 cm | Verificato fino al tempo di 180' minuti |
| Spessore superiore a 20 cm | Verificato fino al tempo di 240' minuti |

(*) previa verifica delle condizioni di vincolo / altezza della parete e relativo irrigidimento.

7.13 FASCIATURE DEL BLOCCO CON FIBRE DI BASALTO

Come si evince dalla prova aggiuntiva (rif. CSI 2389 FR) condotta su una parete realizzata con blocchi sp. 30 cm di densità 300 Kg/m^3 fasciati con fibre di basalto e con giunti incollati con colla poliuretanic, il risultato è analogo come prestazioni di resistenza al fuoco a quello di una parete realizzata con blocchi di spessore a 24 cm di densità 350 Kg/m^3 e pertanto si ritiene che la riduzione di densità del blocco fino a 300 kg/m^3 in presenza di fasciatura con fibre di basalto non inficia la prestazione di resistenza al fuoco complessiva della parete.

7.14 RIDUZIONI DI SPESSORE PUNTUALI DELLA MURATURA

È consentita la riduzione di spessore puntuale o lineare in senso non trasversale della parete (per inserimento di impianti, tracce per impianti o scatole elettriche), mantenendo uno spessore minimo della stessa pari a $2/3$ dello spessore del blocco e con uno spessore residuo minimo di almeno 60 mm, in accordo al paragrafo 5.3 (2) della norma EN 1996-1.2.

Le tracce impiantistiche che rispondono a tali criteri dimensionali, ai fini della certificazione al fuoco, possono essere lasciate aperte oppure possono essere sigillate con Sigilmalt, Multicem o Incollarsa.

7.15 TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTO SUPERFICIALE

I risultati di prova sono estendibili a pareti in muratura intonacate e/o rasate o rifinite con altri tipi di rivestimento incombustibile.

7.16 PRESENZA DI APERTURE NELLA MURATURA

La parete di compartimentazione può presentare aperture per varchi di passaggio quali porte o altri tipologie di passaggi ad esempio per attraversamenti di impianti.

Nel caso di presenza di porte e portoni nella muratura dovrà essere valutata la resistenza al fuoco della muratura tenuto conto che la porta o il portone non devono inficiare il comportamento meccanico globale della parete. Per ripristinare la compartimentazione delle aperture presenti nella muratura (per varchi ad esempio lasciati per il passaggio di impianti) si dovranno utilizzare appositi prodotti e sistemi di sigillatura opportunamente qualificati in accordo al D.M. 16.02.2007 e s.m.i. per tali impieghi.

7.17 UTILIZZO COME CONTROPARETE

E' consentita l'applicazione di contropareti tagliafuoco con i blocchi indicati nel presente documento mantenendo la stessa classificazione di resistenza al fuoco. Tale utilizzo consente inoltre nei limiti del campo di applicazione del rapporto di classificazione di valutare indirettamente una protezione su altri elementi costruttivi, fatto salvo quanto richiamato nelle verifiche per gli elementi strutturali.

8. SINTESI DELLE PRESTAZIONI DI RESISTENZA AL FUOCO DELLE PARETI

Ai fini della valutazione della resistenza al fuoco, tenuto conto delle considerazioni sopra riportate, si riassumono nella seguente tabella le principali prestazioni di resistenza al fuoco delle pareti in funzione dello spessore, per tutte le altre casistiche di estensione si rimanda al capitolo 7.

| Spessore parete in blocchi (*) t [cm] | Resistenza al fuoco EI | Altezza limite (****) H [m] | |
|--|---------------------------|-----------------------------------|--------|
| 8 | EI 120 | 4,0 | (**) |
| 10 | EI 240 | 4,0 | (**) |
| 12 | EI 240 | 4,8 | (***) |
| 15 | EI 240 | 6,0 | (***) |
| 20 | EI 240 | 8,0 | (****) |
| 24 | EI 240 | 8,0 | (****) |
| 30 | EI 240 | 8,0 | (****) |
| 35 | EI 240 | 8,0 | (****) |
| 37,5 | EI 240 | 8,0 | (****) |
| 40 | EI 240 | 8,0 | (****) |
| 45 | EI 240 | 8,0 | (****) |
| 50 | EI 240 | 8,0 | (****) |

Note:

(*) si riferisce alla larghezza del blocco al netto dell'eventuale intonaco

(**) per altezze inferiori o uguali a 4 m vale il campo di applicazione diretta del rapporto di classificazione - (vedi paragrafo 7.7)

(***) si estende l'altezza della parete in muratura non portante considerando la snellezza limite di 40 (H/t) - (vedi paragrafo 7.7)

(****) valori massimi riferiti all'applicabilità della certificazione al fuoco. Il produttore può suggerire limiti più restrittivi alla snellezza della parete (consultare schede tecniche sul sito www.gasbeton.it)

Si ricorda di valutare in fase di progettazione/verifica/certificazione delle pareti la modalità di sigillatura dei giunti tecnici (v. paragrafo 7.9), la modalità di ancoraggio (v. paragrafo 7.10), la modalità di esecuzione di eventuali irrigidimenti (v. paragrafo 7.12).

La tabella di sintesi delle prestazioni fa riferimento esclusivo ai prodotti indicati nel presente documento che sono commercializzati con i marchi GASBETON, AIRBETON, BETONCELL tutti di produzione Ekoru S.r.l.

Fanno parte della gamma con marchio GASBETON i blocchi con nomi commerciali ACTIVE; ACUSTIC; ENERGY; EVOLUTION; EVOLUTION IDRO; SYSMIC, SYSMIC IDRO.

Si rimanda alle specifiche DOP dei prodotti citati nel presente fascicolo tecnico.

9. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Certificazioni sperimentali:

- Rapporti di prova e di classificazione:
- CSI 2383 FR del 23/07/21
- CSI2438 FR del 20/07/22
- CSI 2388 FR del 23/07/21

Documenti integrativi:

Esempio di valutazione della resistenza al fuoco per l'impiego di architravi nelle murature non portanti realizzate con blocchi in calcestruzzo areato autoclavato.

Specifiche tecniche del produttore:

- Dichiarazioni di prestazione (DOP) ai sensi del CPR 305/2011 dei prodotti sottoposti a prove di resistenza al fuoco
- Dichiarazione del Richiedente del Parere Tecnico
- Dichiarazione del richiedente del Parere Tecnico sui marchi commercializzati.
- Catalogo tecnico del produttore
- Guida alla progettazione del produttore

CSI S.p.A.
Sede Legale

Cascina Traversagna, 21
20030 SENAGO (MI)
P. IVA 11360160151

GASBETON[®]

Sede commerciale:

BACCHI S.p.A.

Via Argine Cisa, 19 - 42022 Boretto (RE) Italy

Tel. +39 0522 68 60 80

commerciale@bacchispa.it

www.gasbeton.it

Sede legale e produttiva:

EKORU s.r.l.

Via Lufrano, 72 - 80040 Volla (NA) Italy

Tel. +39 081 77 46 611

info@ekoru.it