



ENEA



La Casa NZEB



in Laterizio

La Direttiva europea 2010/31/UE, meglio nota come direttiva per la progettazione di edifici ad energia quasi zero (**NZEB**), si pone l'obiettivo di avere al 2020 (2018 per la P.A.) edifici ad "altissima" prestazione energetica con fabbisogno energetico quasi nullo e/o coperto in misura significativa da fonti rinnovabili.

Il progetto ANDIL muove dalla valutazione in chiave energetica, antisismica e di sostenibilità di un edificio esistente di housing sociale, realizzato da ACER Reggio Emilia.

ANTISISMICA, SOSTENIBILE
E CONFORTEVOLE



Il recepimento della direttiva EPBD2, che disciplina la prestazione energetica in edilizia, costituisce un primo passaggio fondamentale per il futuro delle costruzioni in Italia, orientato al contenimento dei consumi energetici e delle emissioni climalteranti.

Obiettivi che trovano la piena condivisione di **ANDIL – Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi**, nella consapevolezza che il laterizio, espressione del *'costruire italiano'*, sia in grado di offrire il proprio contributo al contenimento dei consumi energetici, sia invernali che estivi, particolarmente significativi per il nostro clima.

Il conseguente restyling dell'attuale normativa in materia energetica, con la "rivoluzione" dell'edificio di riferimento, potrà creare finalmente le condizioni per affrontare il tema dell'efficienza energetica in edilizia nella sua complessità, **dando il giusto rilievo anche alla questione "estiva", che rappresenta, in alcuni casi, la componente prioritaria.**

Per ridurre significativamente e 'realmente' i consumi in edilizia è fondamentale contenere quelli estivi, finora sottostimati; numerosi sono, infatti, gli studi che dimostrano come la spinta all'isolamento eccessivo sul modello dei Paesi del nord Europa, comporti nel contesto mediterraneo condizione di insalubrità e di disagio; un discomfort termico, a cui l'utente tende, troppo spesso, a contrastare con l'ausilio di impianti energivori.

Altro aspetto da considerare, ai sensi della EPBD2, è l'analisi costi-benefici associata alle valutazioni di tipo energetico: **le soluzioni con bassissime trasmittanze si caratterizzano per costi di investimenti più elevati in fase di costruzione, non compensati dalla riduzione dei costi energetici di gestione.**

DATI GENERALI

Località: BOLOGNA
 Altitudine: 54 m s.l.m.
 Latitudine: 40° 30' 27"
 Longitudine: 11° 21' 05"
 Gradi giorno: 2259
 Zona climatica: E
 Destinazione d'uso: Residenziale
 Tipologia: Piccolo condominio
 Intervento: Nuova costruzione



Volume lordo riscaldato	3.827 m ³
Sup. esterna che delimita lo spazio riscaldato	2.013 m ²
S/V	0,526
Sup. calpestabile	922 m ²
N. piani climatizzati	3
altezza interna netta	2,70 m
N. unità immobiliari	14

DATI COSTRUTTIVI

	24 stratigrafie caratterizzate da:
Chiusura verticale opaca	<ul style="list-style-type: none"> • pareti monostrato in laterizio portanti e non • pareti multistrato in laterizio con isolamento in intercapedine • pareti multistrato in laterizio con isolamento a cappotto • una parete in legno
Chiusura verticale trasparente	Superfici finestrate a trasmittanza termica media pari a 1,4 W/m ² K e la cui trasmissione solare è di 0,67 e prive di schermature se non quelle dovute agli aggetti dell'edificio
Chiusura orizzontale superiore	Solaio in latero-cemento con trasmittanza termica pari a 0,297 W/m ² K
Copertura	Tetto a falde in laterocemento e coppi con trasmittanza pari a 0,623 W/m ² K
Chiusura orizzontale inferiore	Solaio in latero-cemento con trasmittanza termica pari a 0,210 W/m ² K
Ponti termici	Trascurati
Partizioni interne	Parete in laterizio sp. 11 cm
Divisione verticale tra ambienti riscaldati	Parete multistrato in laterizio con interposto isolante termico con trasmittanza pari a 0,393 W/m ² K
Divisione orizzontale tra ambienti riscaldati	Solaio in latero-cemento di trasmittanza pari a 0,576 W/m ² K



a consumo nullo

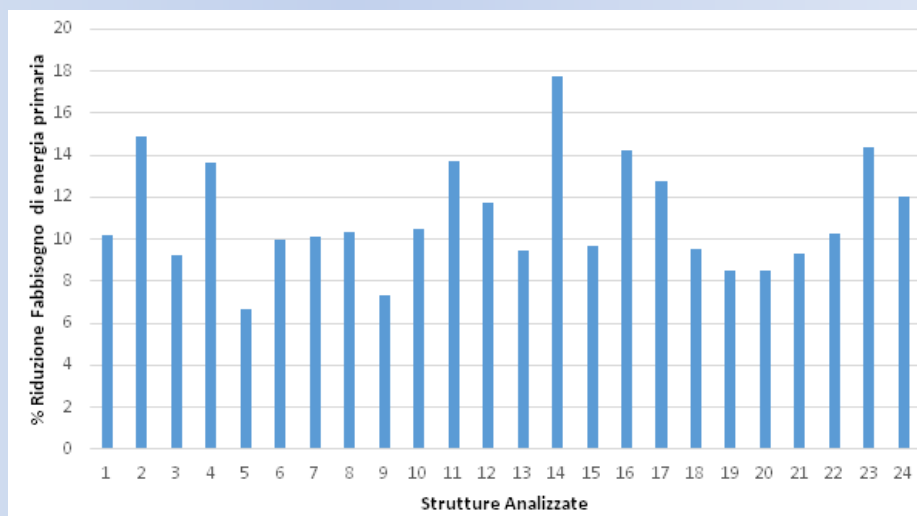
Risparmio e comfort sia d'inverno che d'estate

La EPBD2 impone agli Stati Membri il calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica.

Il percorso progettuale prevede l'identificazione di un edificio NZEB con basso consumo, per poi associare un sistema impiantistico ad alta efficienza e fonti rinnovabili (ad es. impianto fotovoltaico associato ad una pompa di calore, solare termico per l'acqua calda sanitaria, ecc.) per annullare il fabbisogno energetico, tenendo sempre ben presente il costo globale.

La casa NZEB in laterizio opera su un modello per edilizia economico popolare (*housing sociale*, proposto da ACER RE) realizzato nel 2005 (antecedente al D.Lgs. 192/05) ed avente un consumo di poco superiore ai 70 kWh/m²a, ovvero in classe D.

Sono stati eseguiti, quindi, alcuni interventi progettuali migliorativi della "qualità energetica" dell'edificio che hanno portato il consumo invernale dell'edificio da oltre 70 a valori compresi tra 32-40 kWh/m²a, utilizzando 24 nuove ed altamente performanti stratigrafie d'involucro. Tale consumo risulta, quindi, annullato utilizzando sia la ventilazione meccanica controllata che le fonti rinnovabili (coperture fotovoltaiche, geotermico, ecc.), secondo diversi scenari.



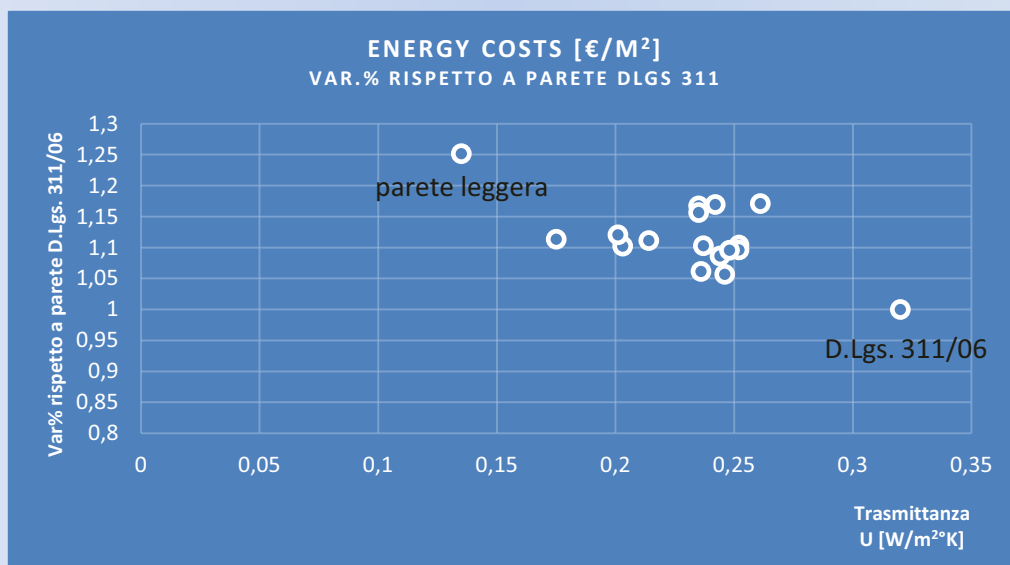
Riduzione % del fabbisogno di energia primaria per differenti 24 stratigrafie d'involucro.

Ottimale rapporto costi-benefici delle soluzioni energetiche in laterizio

Non necessariamente la soluzione a minore trasmittanza è quella più conveniente; soluzioni a bassissima "U" si caratterizzano normalmente per costi di investimento più elevati in costruzione, non compensati dalla riduzione dei costi di gestione (consumi energetici).

Con lo spostamento verso soluzioni massive a minore trasmittanza, si generano costi energetici maggiori, rispetto ad un edificio realizzato tenendo a riferimento il D.Lgs. 311/06, del 5-15%, a fronte di quasi il 25% di extracosto per la parete leggera.

È importante osservare anche che appaiano del tutto equivalenti all'analisi costi-benefici anche soluzioni che distano tra loro più del 30% in termini di trasmittanza.



Variazione dei costi energetici globali rispetto alla superficie utile dell'edificio, in rapporto alla parete conforme al D.Lgs. 311/06.

con costi minimi



La durabilità del laterizio è la chiave della sua sostenibilità

Tutte le stratigrafie e soluzioni costruttive della casa NZEB in laterizio sono state analizzate con il software **LATERLIFE** (messo a punto dall'Università di Firenze e disponibile gratuitamente su www.laterizio.it) che, sulla base della banca dati LCA dei laterizi, consente la valutazione delle caratteristiche prestazionali ambientali di sistemi costruttivi in laterizio, secondo la metodologia **Life Cycle Assessment**.

Inoltre il **concept della casa NZEB in laterizio**, intesa come modellazione di edifici con caratteristiche antisismiche, sostenibili, confortevoli ed a consumo zero ha ricevuto il riconoscimento **'Make it sustainable'**, lo schema di certificazione



sviluppato secondo protocolli internazionali da ICMQ (Organismo di certificazione che opera nel settore dei prodotti e dei servizi delle costruzioni e dell'edilizia).

Nel concept della “casa NZEB in laterizio” sono stati infatti valutati sistemi costruttivi in laterizio tra quelli maggiormente diffusi, orientando la scelta su quelli caratterizzati da ottime prestazioni energetiche, elevata inerzia termica e comportamento strutturale antisismico. I dati utilizzati per le valutazioni derivano da uno specifico studio LCA, dalla “culla al cancello”, per analizzare gli impatti ambientali dell'intera soluzione e delle singole componenti. È previsto l'uso di sistemi per l'approvvigionamento di energia da fonti rinnovabili per limitare al massimo l'utilizzo di energia fossile nella fase di gestione. Dal punto di vista degli aspetti sociali, inoltre, è stata premiata l'attenzione dedicata all'edilizia economica popolare per il raggiungimento degli standard della sostenibilità e del comfort per le fasce più deboli, cui sono destinati gli edifici, cosiddetti, di *social housing*, adottando principalmente sistemi passivi, caratterizzati da bassi costi di gestione e da limitati interventi dell'utente.

sostenibile

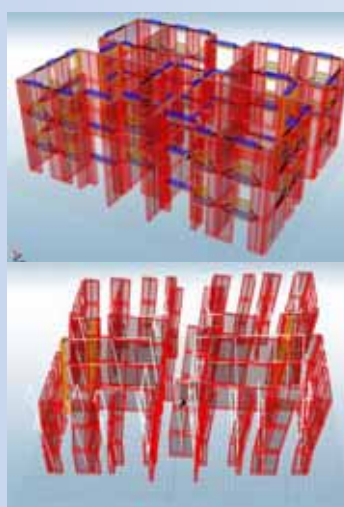
Progettazione sismica con ANDILWall3

La casa NZEB in laterizio è stata progettata anche nel rispetto delle regole fissate dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni* (D.M. 14/01/2008), al fine di verificare la sicurezza della costruzione nella zona sismica di riferimento.

A partire dalla pericolosità sismica locale, le analisi lineari e statiche non lineari sono state svolte con l'ultimissima release 3 del software di calcolo **ANDILWall** (www.andilwall.it).

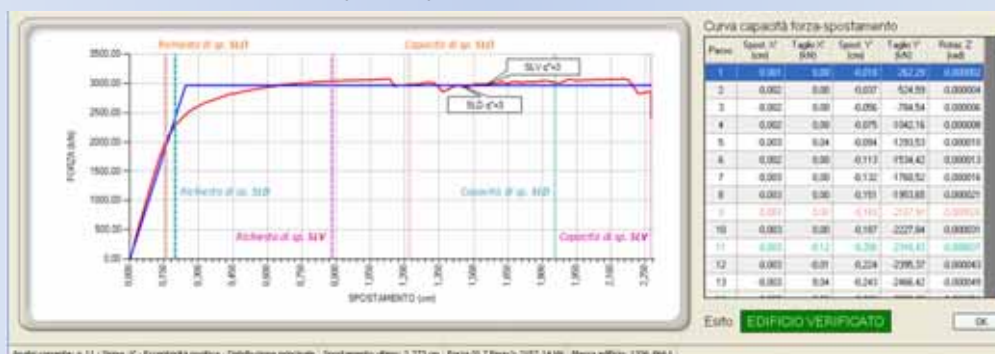
Dati principali del progetto strutturale, ai sensi delle NTC.

Parametri del sito "pericolosità sismica di base"	Comune	Bologna
	accelerazione orizzontale a_g/g ($T_R=50$) SLD	0,066
	fattore di amplificazione F_0 ($T_R=50$) SLD	2,482
	Periodo di inizio del tratto $v=cost$ T^*_c ($T_R=50$) SLD	0,272
	accelerazione orizzontale a_g/g ($T_R=475$) SLV	0,166
	fattore di amplificazione F_0 ($T_R=475$) SLV	2,404
	Periodo di inizio del tratto $v=cost$ T^*_c ($T_R=475$) SLV	0,31
	Coefficiente di amplificazione topografica	$S = 1$
	Tipo di suolo	C



ANDILWall 3: modello e deformato.

L'edificio analizzato, con 3 livelli (circa 450 m² per piano) fuori terra, ha una struttura portante in muratura ordinaria di laterizio. Gli elementi resistenti sono blocchi semipieni ($f_{bk}=10\text{MPa}$) con percentuale di foratura < 45%, assemblati con malta M10. I muri perimetrali presentano uno spessore pari a 40 cm e quelli interni e di controvento uguale a 25 cm. Tutti i solai sono in latero-cemento con un'altezza di 24 cm (20+4).



ANDILWall 3: Analisi non lineare, push-over.

Le soluzioni costruttive in laterizio della casa NZEB, antisismica, sostenibile e confortevole

Le schede

- Tamponamento monostrato con blocchi a incastro a setti sottili
- Tamponamento monostrato con blocchi rettificati con isolante integrato e listelli faccia a vista
- Tamponamento monostrato con blocchi rettificati con isolante integrato
- Tamponamento monostrato con blocchi rettificati a setti sottili
- Tamponamento monostrato con blocchi con inserti in EPS
- Tamponamento pluristrato con forati e mattone faccia a vista

- Muratura termoacustica con paramento in mattoni faccia a vista

- Muratura portante per zona sismica ad elevato isolamento
- Muratura portante monostrato ad alte prestazioni termiche con isolante integrato
- Muratura portante con blocchi a incastro con tasca di malta

- Muratura armata con isolante e paramento interno con tramezze a fori verticali e setti preincisi
- Muratura portante armata con cappotto
- Muratura portante armata pluristrato

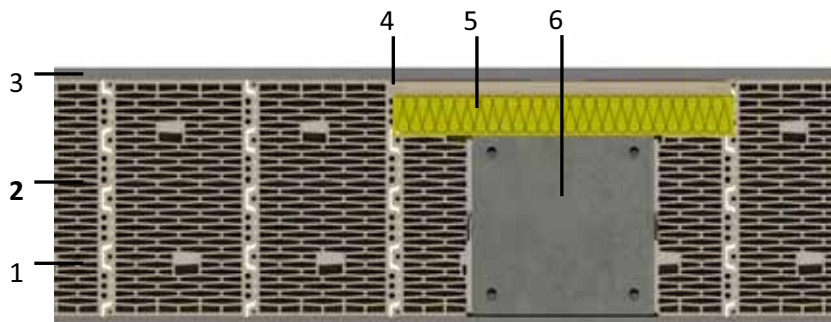
- Muratura pluristrato con tramezze preincise a incastro per divisori tra unità abitative
- Tramezza a fori verticali con giunti ad incastro

- Solaio in pannelli prefabbricati precompressi in latero-cemento
- Solaio con travetti tralicciati in latero-cemento
- Solaio bidirezionale con travetti tralicciati in latero-cemento
- Solaio in pannelli prefabbricati tralicciati in latero-cemento

- Parete ventilata con tavella in laterizio

- Copertura ventilata con solaio in latero-cemento
- Copertura con tegole in laterizio e impianto fotovoltaico integrato
- Copertura in laterizio con tegole/coppi solari

Tamponamento monostrato con blocchi a incastro a setti sottili



La casa NZEB in laterizio,
antisismica, sostenibile e
confortevole



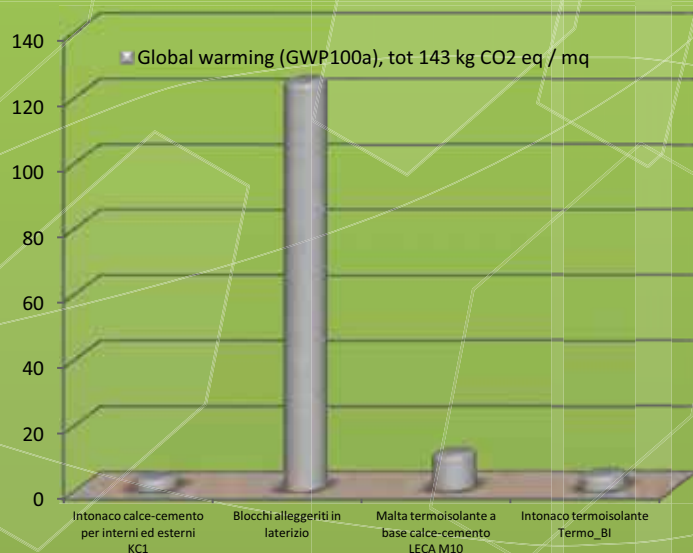
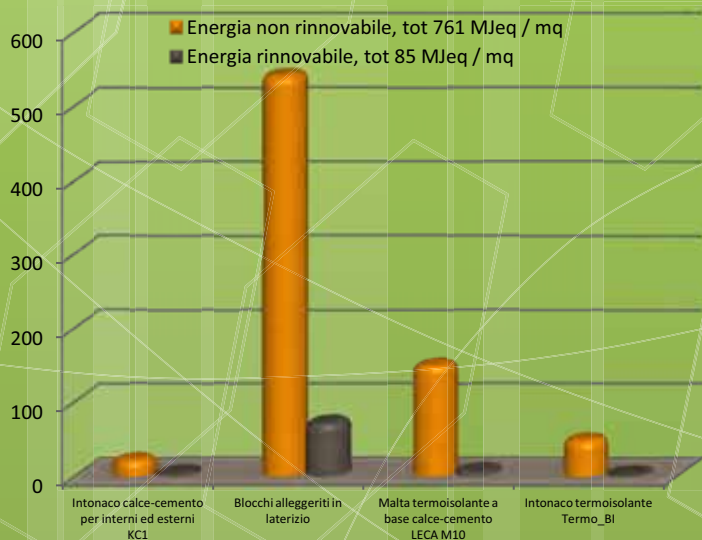
Legenda:

1. Intonaco interno sp. 1 cm
2. Blocco a incastro a setti sottili in laterizio alleggerito in pasta (foratura 53%) sp. 40 cm
3. Intonaco esterno termoisolante sp. 2 cm
4. Tavellina in laterizio sp. 3 cm
5. Strato di materiale isolante in poliuretano sp. 7 cm
6. Pilastro in c.a. sp. 30 cm

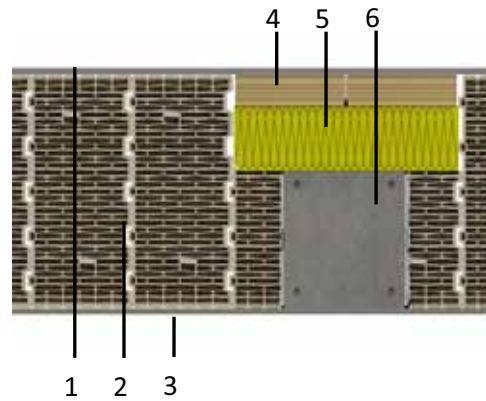
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete di tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	43 cm
Trasmittanza U	0,236 W/(m ² K)
Massa areica	306 kg/m ²
Attenuazione	0,029
Sfasamento	21h 33'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,007 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	34,7 kJ/m ² K
EI	240
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	49,7 dB

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Tamponamento monostrato multincastro a setti sottili



La casa NZEB in laterizio,
antisismica, sostenibile e
confortevole



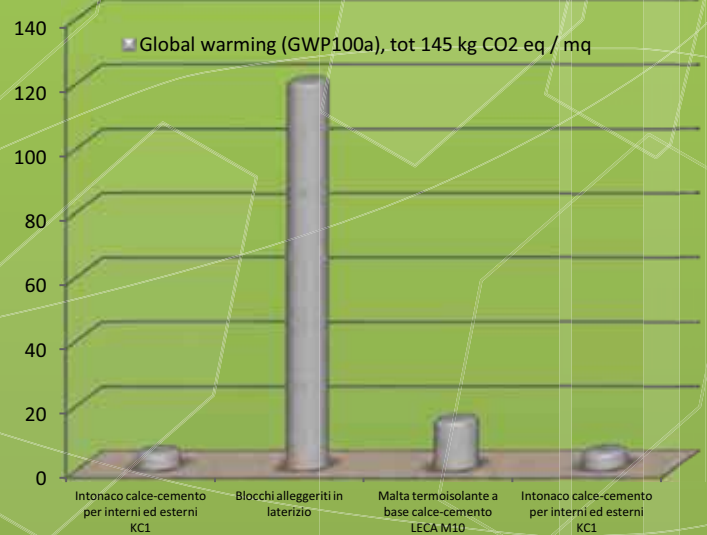
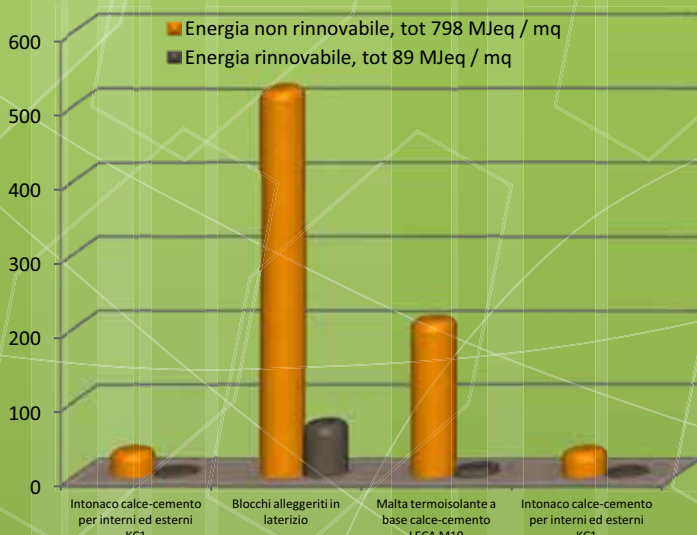
Legenda:

1. Intonaco interno sp. 1,5 cm
2. Blocco a incastro a setti sottili in laterizio alleggerito in pasta (foratura 59%) sp. 50 cm
3. Intonaco esterno sp. 1,5 cm
4. Foratella in laterizio sp. 6 cm
5. Strato di materiale isolante in lana di roccia sp. 14 cm
6. Pilastro in c.a. sp. 30 cm

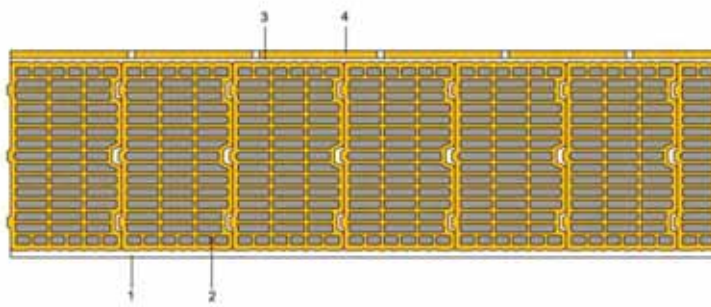
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete di tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	53 cm
Trasmittanza U	0,203 W/(m ² K)
Massa areica	404 kg/m ²
Attenuazione	0,007
Sfasamento	24h+4h 54'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,001 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	38,60 kJ/m ² K
EI	240
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	52,1 dB

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Tamponamento monostrato con blocchi rettificati con isolante integrato e listelli faccia a vista



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

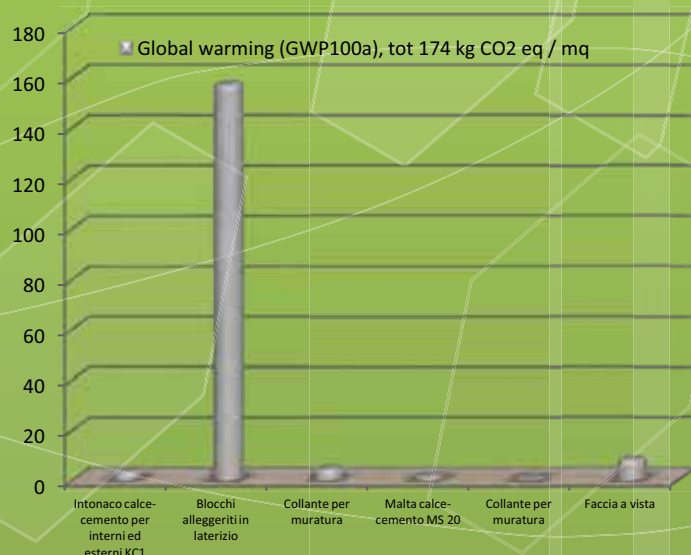
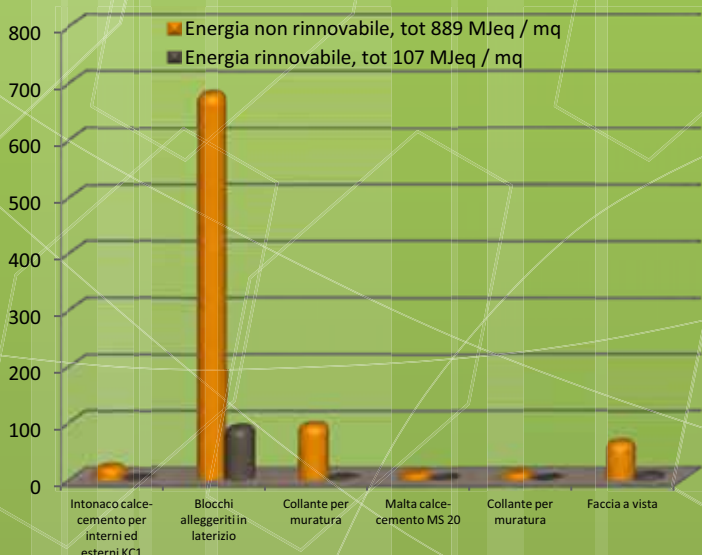
1. Intonaco calce-cemento interno sp. 1,0 cm
2. Blocchi rettificati con isolante integrato (foratura < 55%) sp. 40 cm
3. Intonaco di rinzafo sp. 0,5 cm
4. Listello faccia a vista in laterizio sp. 1,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

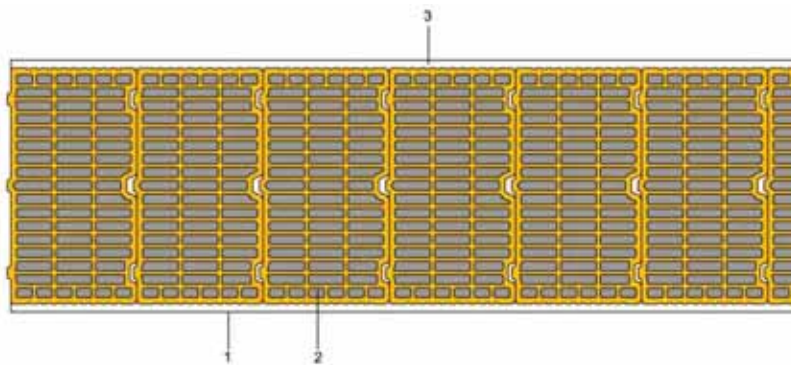
Tipologia	Parete tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	43 cm
Trasmittanza U	0,201 W/(m ² K)
Massa areica	377 kg/m ²
Attenuazione	0,008
Sfasamento	>27h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,012 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	33,10 kJ/m ² K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	51,5 dB

**Il campione dimostrativo è stato realizzato con un blocco da 40 cm di spessore anziché 45 cm*

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Tamponamento monostrato con blocchi rettificati con isolante integrato



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Intonaco calce-cemento interno sp. 1,5 cm
2. Blocchi rettificati con isolante integrato (foratura < 55%) sp. 45 cm
3. Intonaco calce-cemento esterno sp. 1,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	48 cm
Trasmittanza U	0,175 W/(m ² K)
Massa areica	419 kg/m ²
Attenuazione	0,003
Sfasamento	>31h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,001 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	36,09 kJ/m ² K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	52,4 dB

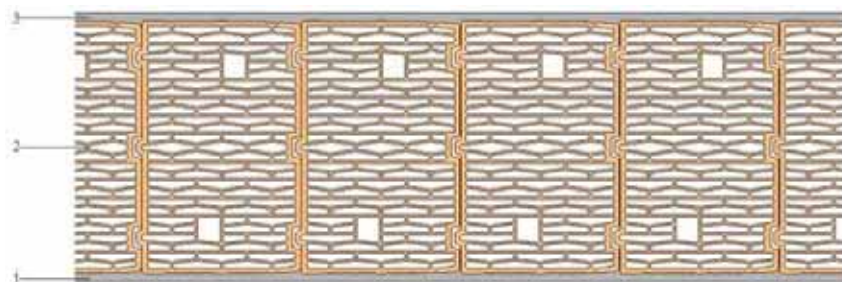
I blocchi rettificati con isolante integrato sono ottenuti sottoponendo i blocchi in laterizio ad un processo meccanizzato di rettifica che, con alta precisione e ristrettissima tolleranza, rende le facce di posa piane e parallele. Grazie a questa precisione dimensionale, la posa degli elementi viene effettuata non più con uno strato di malta tradizionale ma con uno strato di collante cementizio ad elevate prestazioni termiche dello spessore di 1-2 mm. Inoltre, come ultima fase del processo produttivo, all'interno delle cavità dei blocchi viene sinterizzato polistirene additivato di grafite.

Il sistema proposto permette quindi di realizzare pareti monostrato capaci di elevati valori di isolamento termico ed inerzia termica per garantire edifici a basso consumo energetico.

I principali vantaggi del sistema costruttivo sono:

- tempi di posa dimezzati, grazie alla perfetta planarità dei blocchi, all'incastro a secco verticale e all'utilizzo dell'apposito rullo per l'applicazione del collante;
- incremento dell'isolamento termico, garantito dal polistirene ad alte prestazioni all'interno dei fori del blocco e dall'eliminazione dei ponti termici generati dai giunti di malta ;
- sicurezza e pulizia in cantiere con il passaggio da un sistema costruttivo ad umido ad una a secco;
- riduzione dei costi dovuta alla semplificazione delle lavorazioni di cantiere.

Tamponamento monostrato con blocchi a incastro a setti sottili



La casa NZEB in laterizio,
antisismica, sostenibile e
confortevole



Legenda:

1. Intonaco interno sp. 1,5 cm
2. Blocchi a setti sottili in laterizio alleggerito in pasta (foratura > 60%) sp. 40 cm
3. Intonaco esterno sp. 1,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

	Parete tamponamento
Tipologia	Verticale
Disposizione	Verticale
Spessore	43 cm
Trasmittanza U	0,310 W/(m ² K)
Massa areica	374 kg/m ²
Attenuazione	0,05
Sfasamento	>19h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,016 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	25,60 kJ/m ² K
EI	240
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	>50dB
Resistenza meccanica f _{bk}	15 MPa

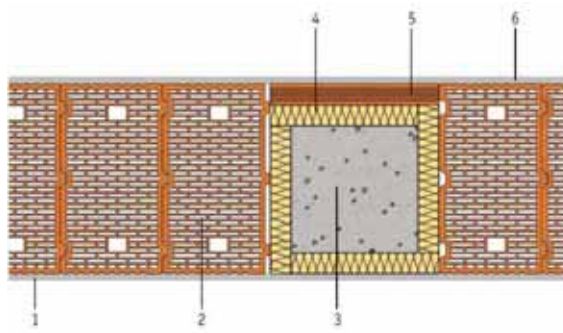
La soluzione proposta consiste in un tamponamento monostrato con blocchi in laterizio alleggerito in pasta a fori verticali a incastro a Setti Sottili.

E' noto a tutti che l'aria in quiete è un eccellente isolante. Realizzare blocchi in laterizio con setti di spessore ridotto permette di ottenere un elevato numero di file di fori nel senso perpendicolare a quello del flusso termico in modo da sfruttare al meglio le proprietà isolanti dell'aria in quiete.

La cospicua massa superficiale della muratura consente di ottenere valori ottimali di sfasamento ed attenuazione dell'onda termica, caratteristica di primaria importanza nelle zone con clima mediterraneo. I valori di trasmittanza termica stazionaria U, estremamente contenuti, permettono di realizzare un involucro adatto a tutte le fasce climatiche senza ricorrere all'applicazione di strati di materiale isolante.

La prestazione è ottenuta senza ricorrere ad inserimenti o riempimenti con materiali isolanti di sintesi o simili, in modo da garantirne la costanza nel tempo, la stabilità dei materiali costituenti l'involucro ed evitando eventuali problematiche legate al fine ciclo di vita dei manufatti (necessità di separazione dei componenti per un corretto smaltimento e/o recupero).

Tamponamento monostrato con blocchi rettificati a setti sottili



La casa NZEB in laterizio,
antisismica, sostenibile e
confortevole



Legenda:

1. Intonaco calce-cemento interno sp. 1,5 cm
2. Blocchi rettificati a incastro a setti sottili (foratura 50 %) sp. 45 cm
3. Pilastro in c.a. dimensioni 30 x 30 cm
4. Pannello isolante in sughero sp. 5 cm
5. Tavella in laterizio sp. 5 cm
6. Intonaco esterno calce-cemento sp. 1,5 cm

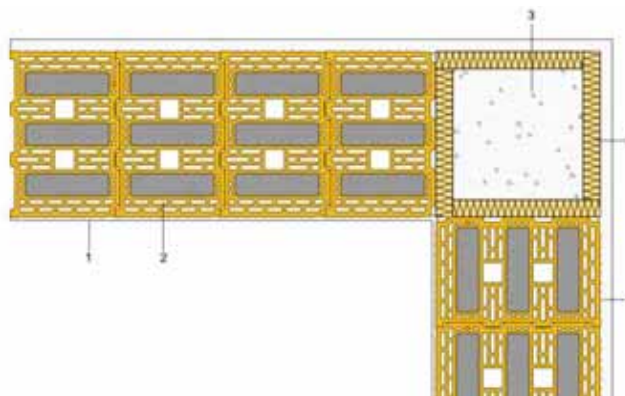
Caratteristiche e prestazioni

	Parete tamponamento
Tipologia	Verticale
Disposizione	Verticale
Spessore	48 cm
Trasmittanza U	0,244 W/(m ² K)
Massa areica	419 kg/m ²
Attenuazione	0,010
Sfasamento	>26h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,002 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	39,20 kJ/m ² K
EI	240
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	52,4 dB
Resistenza meccanica f _{bk}	9 MPa

I blocchi rettificati a incastro a setti sottili sono ottenuti sottoponendo gli elementi in laterizio ad un processo meccanizzato di spianatura che, con alta precisione e ristrettissima tolleranza, rende le facce di posa piane e parallele. Grazie a questa precisione dimensionale, la posa degli elementi viene effettuata non più con malta tradizionale ma con uno strato di collante cementizio ad elevate prestazioni termo-isolanti con spessore pari a 1-2 mm. I principali vantaggi del sistema costruttivo sono:

- tempi di posa dimezzati, grazie alla perfetta planarità dei blocchi, all'incastro a secco verticale e all'utilizzo dell'apposito rullo per l'applicazione del collante;
- incremento dell'isolamento termico, garantito dalla porizzazione dell'impasto, dalla particolare geometria del blocco e dall'eliminazione dei ponti termici generati dai giunti di malta;
- sicurezza e pulizia in cantiere;
- riduzione dei costi dovuta alla semplificazione delle lavorazioni di cantiere.

Tamponamento monostrato con blocchi con inserti in EPS



La casa NZEB in laterizio,
antisismica, sostenibile e
confortevole



Legenda:

1. Intonaco calce-cemento interno sp. 1,5 cm
2. Blocchi in laterizio con isolante integrato (foratura 60%) sp. 38 cm
3. Intonaco esterno termico sp. 3,5 cm

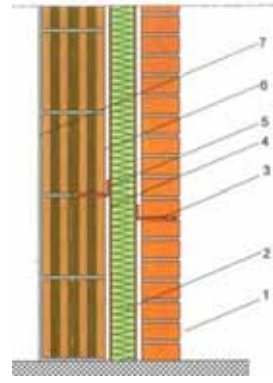
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	43 cm
Trasmittanza U	0,214 W/(m ² K)
Massa areica	321 kg/m ²
Attenuazione	0,013
Sfasamento	>25h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,013 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	37,00 kJ/m ² K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	50,1 dB
Resistenza meccanica f _{bk}	7 MPa

I blocchi in laterizio con isolante integrato presentano una particolare geometria che sviluppa 3 appositi fori nei quali, come ultima fase di un processo produttivo qualitativamente garantito, vengono posizionati inserti in polistirene espanso additivato con grafite. Il risultato è una linea di blocchi in laterizio porizzato ad elevate prestazioni termo-acustiche, ideale per la realizzazione di pareti di tamponamento capaci di coniugare traspirabilità, naturalità e durata nel tempo. I principali vantaggi del sistema costruttivo sono:

- isolamento termo acustico in un'unica posa, con conseguente riduzione delle fasi di lavorazione ed abbattimento dei costi di realizzazione;
- elevata sicurezza sismica rispetto alle azioni fuori piano che si possono innescare durante un evento sismico ;
- elevata traspirabilità;
- ottima inerzia termica a vantaggio del comfort abitativo sia invernale che estivo.

Tamponamento pluristrato con forati e mattone faccia a vista



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



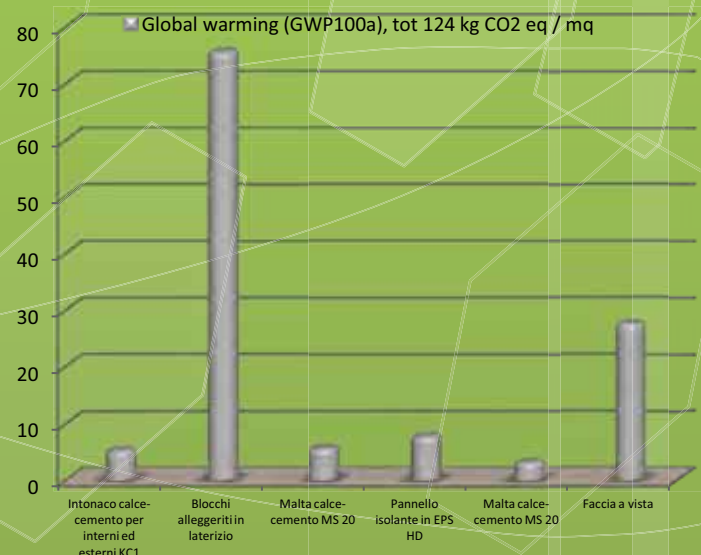
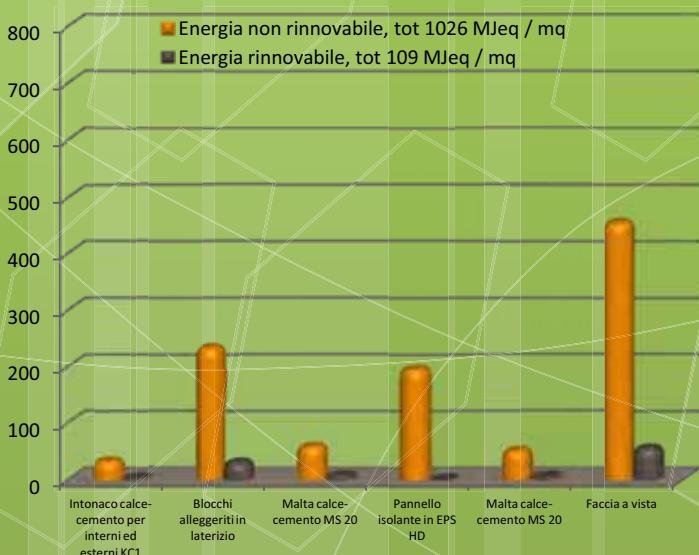
Legenda:

1. Muratura con mattone a mano 12 cm
2. Pannello coibente in EPS con grafite (tipo Neopor), sp. 8 cm
3. Profilo ad "L" per ancoraggio mattone a mano
4. Profilo a "C" strutturale del sistema di ancoraggio
5. Profilo ad "L" per ancoraggio blocco termico tamponamento
6. Blocco di laterizio di tamponamento (foratura 49%) sp. 20 cm
7. Intonaco di calce e gesso per interni (sp. 1,5 cm)

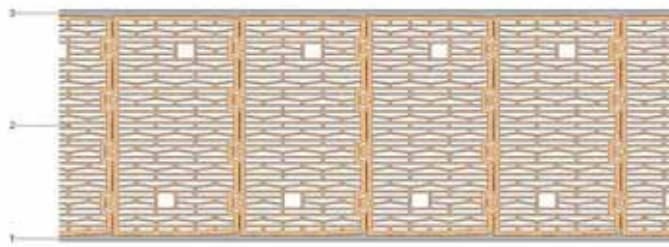
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Muratura portante
Disposizione	Verticale
Spessore	44,5 cm
Trasmittanza U	0,232 W/(m²K)
Massa areica	392 kg/m²
Attenuazione	0,054
Sfasamento	>16h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,013 W/(m²K)
Resistenza meccanica del mattone a vista f _{bK}	29 MPa

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Tamponamento monostrato con blocchi ad incastro a setti sottili



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Intonaco interno sp. 1,5 cm
2. Blocchi a setti sottili in laterizio alleggerito in pasta (foratura > 60%) sp. 50 cm
3. Intonaco esterno sp. 1,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

	Parete tamponamento
Tipologia	Verticale
Disposizione	Verticale
Spessore	53 cm
Trasmittanza U	0,214 W/(m ² K)
Massa areica	424 kg/m ²
Attenuazione	0,010
Sfasamento	>26h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,003 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	38,70 kJ/m ² K
El	240
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	>52 dB

La soluzione proposta consiste in un tamponamento monostrato con blocchi in laterizio alleggerito in pasta a fori verticali a incastro a setti sottili.

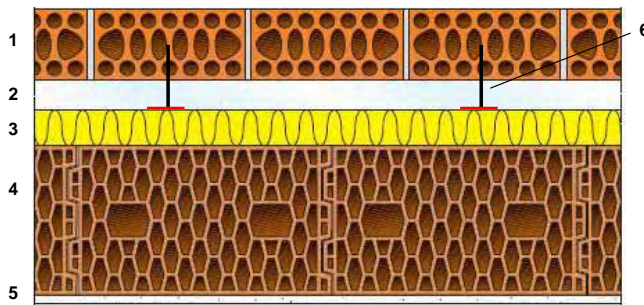
È noto a tutti che l'aria in quiete è un eccellente isolante. Realizzare blocchi in laterizio con setti di spessore ridotto permette di ottenere un elevato numero di file di fori nel senso perpendicolare a quello del flusso termico in modo da sfruttare al meglio le proprietà isolanti dell'aria in quiete.

La cospicua massa superficiale della muratura consente di ottenere valori ottimali di sfasamento ed attenuazione dell'onda termica, caratteristica di primaria importanza nelle zone con clima mediterraneo.

I valori di trasmittanza termica stazionaria U, estremamente contenuti, permettono di realizzare un involucro adatto a tutte le fasce climatiche senza ricorrere all'applicazione di strati di materiale isolante.

La prestazione è ottenuta senza ricorrere ad inserimenti o riempimenti con materiali isolanti di sintesi o simili, in modo da garantirne la costanza nel tempo, la stabilità dei materiali costituenti l'involucro ed evitando eventuali problematiche legate al fine ciclo di vita dei manufatti (necessità di separazione dei componenti per un corretto smaltimento e/o recupero).

Muratura termo-acustica con paramento in mattoni faccia a vista



La casa NZEB in laterizio, antisimica, sostenibile e confortevole



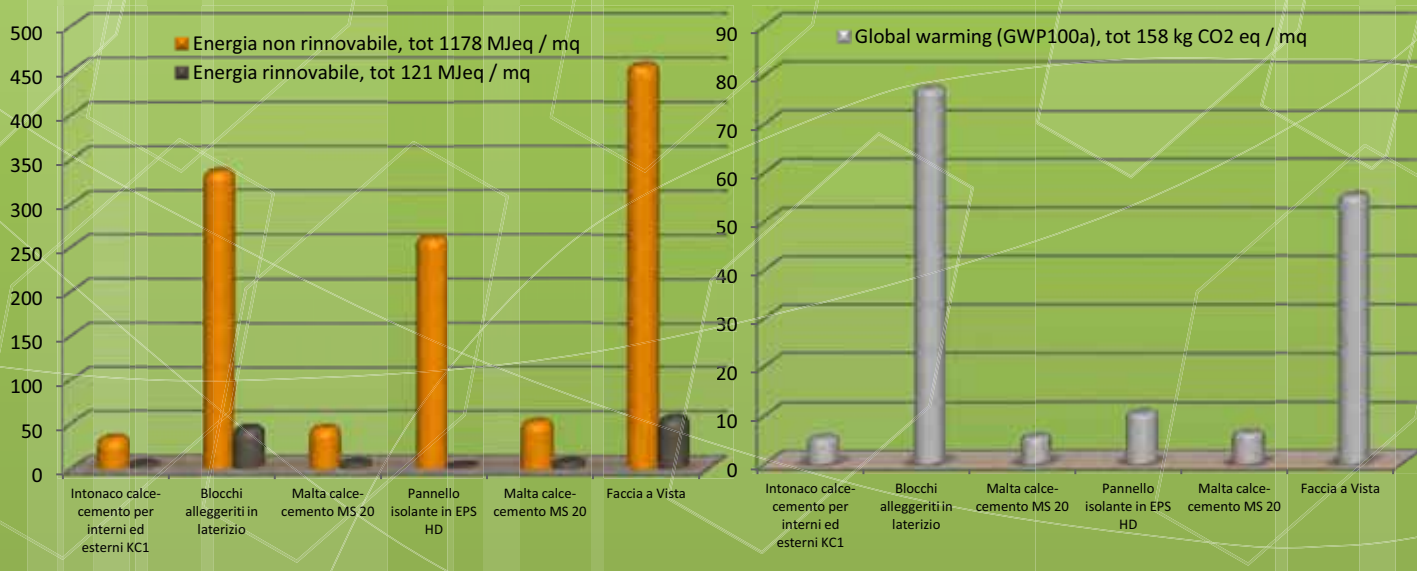
Legenda:

1. Mattone estruso faccia a vista, sp. 12 cm
2. Intercapedine d'aria non ventilata, sp. 3 cm
3. Isolante EPS Neopor, sp. 8 cm
4. Blocco alleggerito foratura 50%, sp. 20 cm
5. Intonaco di calce e gesso, sp. 2 cm
6. Graffaggi

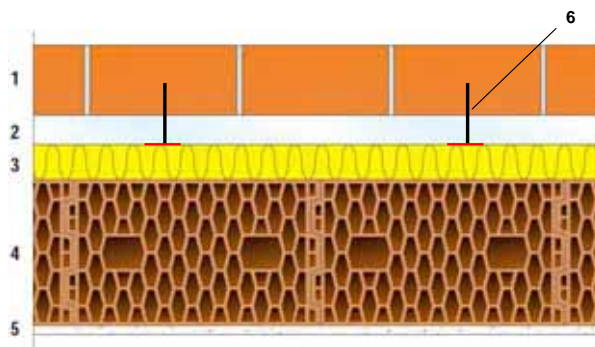
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete di tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	45 cm
Trasmittanza U	0,237 W/(m ² K)
Massa areica	363 kg/m ²
Attenuazione	0,077
Sfasamento	16h 32'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,018 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	42,00 kJ/m ² K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	53,5 dB

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Muratura termo-acustica con paramento in mattoni faccia a vista pieni



La casa NZEB in laterizio, antisimica, sostenibile e confortevole



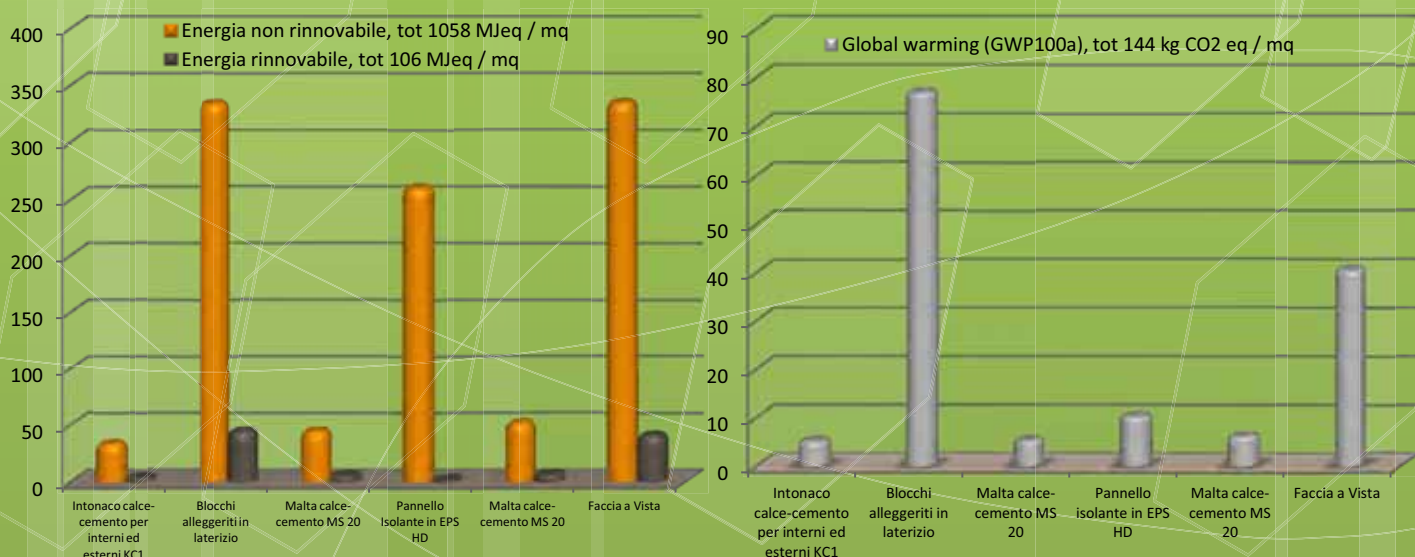
Legenda:

1. Mattone pasta molle faccia a vista, sp. 12 cm
2. Intercapedine d'aria non ventilata, sp. 3 cm
3. Isolante EPS Neopor, sp. 8 cm
4. Blocco alleggerito foratura 50%, sp. 20 cm
5. Intonaco di calce e gesso, sp. 2 cm
6. Graffaggi

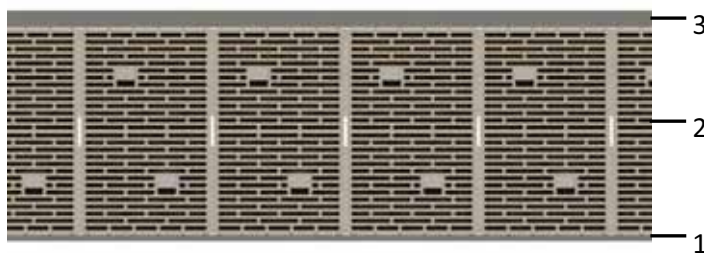
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete di tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	45 cm
Trasmittanza U	0,234 W/(m ² K)
Resistenza R (senza intonaci)	4,273 (m ² K)/W
Massa areica	391 kg/m ²
Attenuazione	0,061
Sfasamento	17h 23'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,018 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	42,00 kJ/m ² K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	52,1 dB

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Muratura portante per zona sismica ad elevato isolamento



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



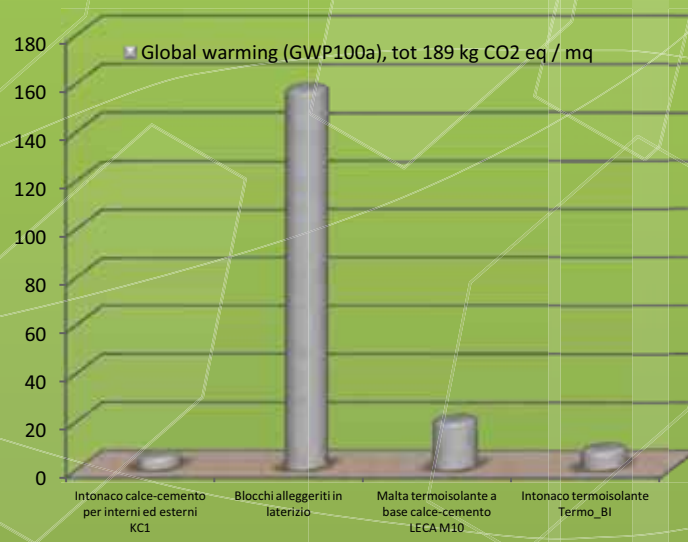
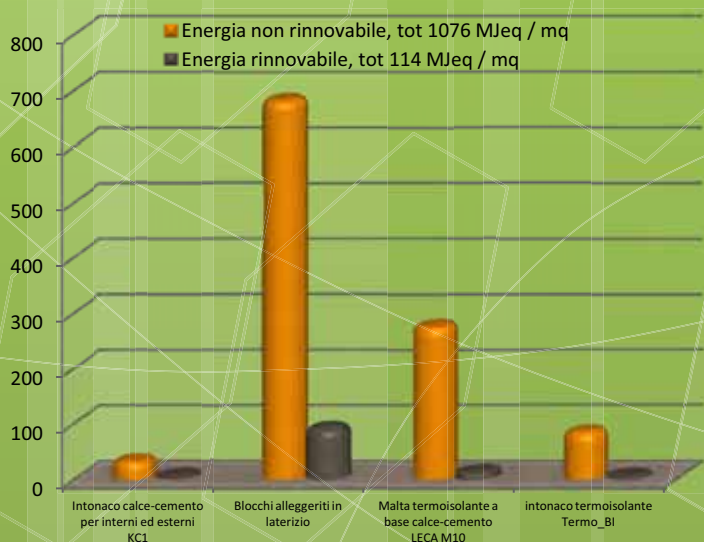
Legenda:

1. Intonaco interno sp. 1,5 cm
2. Blocco portante per zona sismica in laterizio alleggerito in pasta (foratura 45%) sp. 40 cm
3. Intonaco esterno termoisolante sp. 3,5 cm

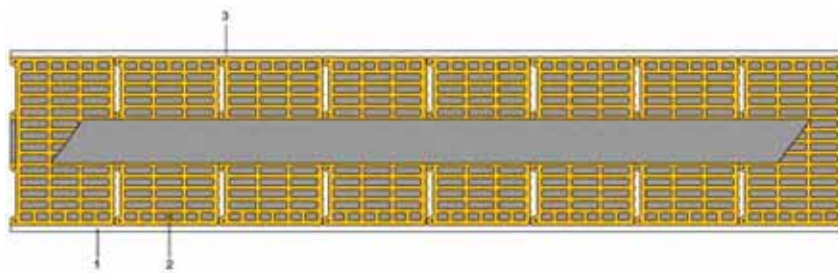
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete portante
Disposizione	Verticale
Spessore	45 cm
Trasmittanza U	0,246 W/(m²K)
Massa areica	405 kg/m²
Attenuazione	0,014
Sfasamento	>24h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,003 W/(m²K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	21,90 kJ/m²K
REI	240
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	52,2 dB
Resistenza meccanica f _{bk}	19,1 MPa

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Muratura portante monostrato ad alte prestazioni termiche con isolante integrato



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Intonaco calce-cemento interno sp. 1,5 cm
2. Blocchi in laterizio con isolante integrato (foratura < 45%) sp. 40 cm
3. Intonaco calce-cemento esterno sp. 1,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

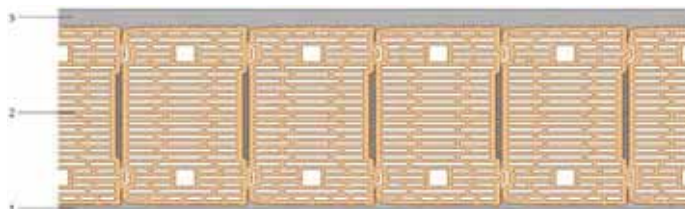
Tipologia	Muratura portante
Disposizione	Verticale
Spessore	43 cm
Trasmittanza U	0,242 W/(m²K)
Massa areica	432 kg/m²
Attenuazione	0,009
Sfasamento	>27h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,002 W/(m²K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	39,40 kJ/m²K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	52,5 dB
Resistenza meccanica f _{bk}	10 MPa

Blocchi ad alte prestazioni per murature portanti monostrato. Sono ottenuti inserendo, grazie ad un apposito processo produttivo, polistirene caricato di grafite all'interno delle cavità degli elementi di laterizio. Si ottengono pareti dalle ottime performance mediante la realizzazione, con malta tradizionale, di un unico paramento murario, ottimizzando e riducendo i costi di cantiere.

Gli elevati valori di resistenza meccanica, permettono di realizzare strutture portanti adatte a tutte le zone sismiche, in perfetto accordo con quanto stabilito dal D.M. 14/01/2008.

Le pareti realizzate, intonacate tradizionalmente, raggiungono una trasmittanza di 0,24 W/m²K. Lo strato esterno in laterizio protegge e mantiene inalterate nel tempo le prestazioni del materiale isolante contenuto nelle cavità del blocco. Inoltre, le fasce orizzontali e verticali di materiale isolante interrompono il giunto di malta, annullando i ponti termici. L'elevata inerzia termica oltre a generare un ottimale comfort abitativo, porta ad una sensibile riduzione dei consumi energetici per il raffrescamento estivo. I blocchi offrono un elevato comfort acustico, rispettando ampiamente i requisiti acustici passivi di facciata previsti dal D.P.C.M. 05/12/1997. Posa in opera normalizzata. Le fasce orizzontali e verticali di materiale isolante presenti sul blocco semplificano la posa in opera e permettono di realizzare giunti di malta di altezza costante, in quanto offrono un riscontro al corso di blocchi successivo.

Muratura portante con blocchi a incastro con tasca di malta



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. termintonaco interno sp. 1,0 cm
2. blocchi semipieni in laterizio alleggerito in pasta (foratura $\leq 45\%$) a incastro con tasca di malta sp. 40 cm
3. termintonaco esterno sp. 4,0 cm

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete portante
Disposizione	Verticale
Spessore	45 cm
Trasmittanza U	0,266 W/(m ² K)
Resistenza R (senza intonaci)	3,754 (m ² K)/W
Massa areica	422 kg/m ²
Attenuazione	0,015
Sfasamento	>24h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,001 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	25,60 kJ/m ² K
El	240
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	>54 dB

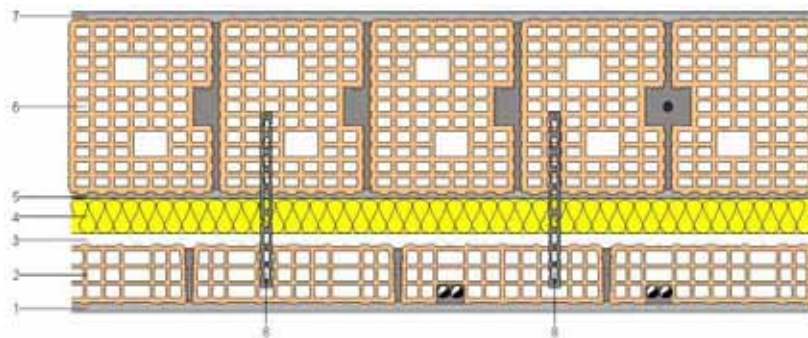
La soluzione proposta rappresenta una valida alternativa all'utilizzo del telaio in cemento armato. Il blocco rettificato a incastro, con la tasca opportunamente riempita dalla stessa malta speciale utilizzata nei corsi orizzontali, garantisce infatti elevate resistenze meccaniche per realizzare edifici in muratura portante anche in zone ad alta sismicità.

Si tratta di un'alternativa al telaio in cemento armato che consente di accelerare notevolmente i tempi di esecuzione in cantiere, nonché evitare tutti i ponti termici generati dai pilastri, ottenendo così un involucro termicamente omogeneo e più facile da coibentare.

L'elevata massa della muratura, inoltre, garantisce un confortevole benessere durante la stagione estiva, mentre la porizzazione e il disegno delle cartelle dei blocchi assicurano un involucro ben isolato anche nella stagione invernale.

L'intonaco a base calce apporta un ulteriore miglioramento delle prestazioni termiche, nonché un'elevata traspirabilità del pacchetto murario, evitando così il rischio di condense interstiziali.

Muratura armata con isolante e paramento interno con tramezze a fori verticali e setti preincisi



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Intonaco interno sp. 1,5 cm
2. Tramezze pre-incise a fori verticali sp. 10 cm
3. Intercapedine d'aria non ventilata sp. 3 cm
4. Strato di materiale isolante termico in fibra minerale sp. 6 cm con barriera vapore lato interno
5. Intonaco di rinaffo sp. 1 cm
6. Blocchi semipièni (foratura $\leq 45\%$) sp. 30 cm
7. Intonaco esterno sp. 1,5 cm
8. Graffaggi

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete portante
Disposizione	Verticale
Spessore	53 cm
Trasmittanza U	0,246W/(m ² K)
Resistenza R (senza intonaci)	3,846 (m ² K)/W
Massa areica	472 kg/m ²
Attenuazione	0,028
Sfasamento	>20h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,007 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	47,30 kJ/m ² K
REI	180
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	>50dB
Resistenza meccanica f _{bk}	20 MPa

La "muratura armata" è entrata a far parte dei sistemi costruttivi ammessi con il D.M. 16/01/1996 ed ha trovato conferma anche con le successive evoluzioni normative (O.P.C.M. 3274/2003, D.M. 14/09/2005, D.M. 14/01/2008), dimostrando la sua validità grazie ai suoi numerosi vantaggi prestazionali ed economici.

Essa è stata infatti impiegata con successo in numerosi cantieri su tutto il territorio nazionale, tra cui il Veneto, il Trentino Alto Adige, l'Umbria, le Marche, l'Abruzzo e l'Emilia Romagna, in zone ad alto rischio sismico, sia per edilizia residenziale che scolastica.

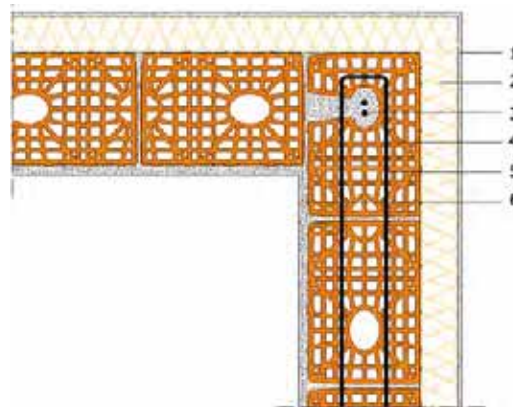
Tutti gli interventi hanno evidenziato la semplicità costruttiva decisamente superiore alle strutture intelaiate in cemento armato, aspetto questo che si traduce anche in risparmio economico. La posa dei ferri non aumenta le difficoltà di cantiere, né incrementa in modo significativo i tempi di realizzazione della muratura; inoltre, scompaiono quasi del tutto gli oneri dovuti alla realizzazione della carpenteria.

La soluzione con paramento interno con tramezze pre-incise consente la protezione dell'isolante minerale e la realizzazione agevole delle cavità per gli alloggiamenti impiantistici senza intaccare la parte strutturale della muratura.

Portante armata con cappotto



La casa NZEB in laterizio,
antisismica, sostenibile e
confortevole



Legenda:

1. Rasante esterno – sp. 0,5 cm
2. Pannello isolante in lana di roccia – sp. 10 cm
3. Ferro d'armatura verticale – diam. 16 mm
4. Blocchi per muratura armata in laterizio microalveolato – sp. 30 cm
5. Ferro d'armatura orizzontale – diam. 8 mm
6. Intonaco interno – sp. 2,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

	Parete portante armata
Tipologia	Verticale
Disposizione	Verticale
Spessore	43 cm
Trasmittanza U	0,235 W/(m ² K)
Massa areica	366 kg/m ²
Attenuazione	0,049
Sfasamento	16,56h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,012 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	48,4 kJ/m ² K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	57,5 dB
Resistenza meccanica f _{bk}	10,4 MPa

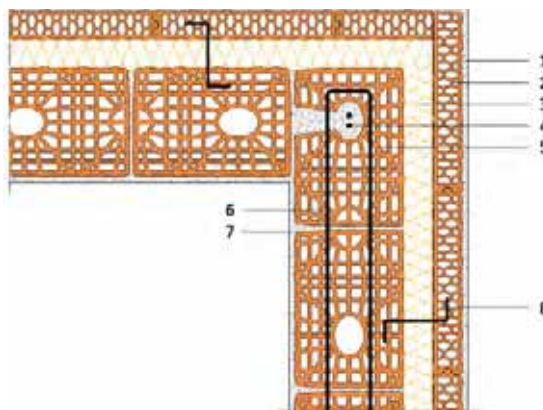
Il sistema costruttivo proposto contraddistinto da una marcata libertà distributiva (elevate luci di solaio) senza l'ausilio di pilastri in c.a., permette la realizzazione di murature di laterizio portanti armate in qualsiasi zona sismica (NTC 2008).

I vantaggi continuano con la totale eliminazione dei ponti termici strutturali, i ridotti tempi di esecuzione (testati in cantiere) ed un comfort degli spazi abitati legato ad una maggiore (minore in estate) temperatura superficiale di parete. A parità di temperatura operante (20°C), la massività della soluzione costruttiva permette di aumentare (diminuire in estate) la temperatura interna dell'aria, con una conseguente diminuzione dei consumi energetici (inerzia termica).

Il pacchetto murario a cappotto presenta uno strato interno portante (elemento di laterizio con foratura < 45%) ed un pannello isolante esterno in lana di roccia fissato con idonea malta adesiva e tasselli meccanici.

La stratigrafia raggiunge una trasmittanza termica di 0,235 W/m²K con valori di sfasamento (circa 17 h) e di attenuazione (0,049) che garantiscono un efficace rallentamento e smorzamento dell'onda termica, assicurando condizioni di comfort ottimali tutto l'anno.

Portante armata pluristrato



La casa NZEB in laterizio,
antisismica, sostenibile e
confortevole



Legenda:

1. Intonaco sp. 1,5 cm
2. Blocchi ad incastro a fori verticali di laterizio alveolato – sp. 8 cm
3. Pannello isolante in fibra di legno – sp. 10 cm
4. Ferro d'armatura verticale – diam. 16 mm
5. Blocchi per muratura armata in laterizio microalveolato – sp. 25 cm
6. Ferro d'armatura orizzontale – diam. 8 mm
7. Intonaco sp. 1,5 cm
8. Staffa di ancoraggio

Caratteristiche e prestazioni

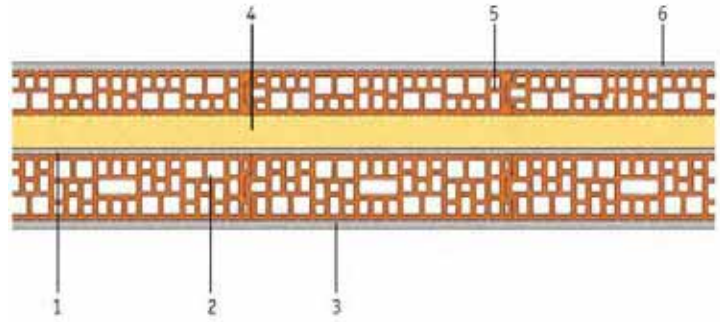
	Parete portante armata
Tipologia	Verticale
Disposizione	Verticale
Spessore	46 cm
Trasmittanza U	0,234 W/(m ² K)
Massa areica	358 kg/m ²
Attenuazione	0,052
Sfasamento	19,90 h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,012 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	42,20 kJ/m ² K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	56,5 dB
Resistenza meccanica f _{bk}	10,4 MPa

Il sistema costruttivo, contraddistinto da una marcata libertà distributiva (elevate luci di solaio) senza l'ausilio di pilastri in c.a., permette la realizzazione di murature di laterizio portanti armate in qualsiasi zona sismica (NTC 2008). Ulteriori vantaggi sono: totale eliminazione dei ponti termici strutturali, ridotti tempi di esecuzione (testati in cantiere) e comfort degli spazi abitati legato ad una maggiore (minore in estate) temperatura superficiale di parete.

A parità di temperatura operante (20°C), la massività della soluzione costruttiva permette di aumentare (diminuire in estate) la temperatura interna dell'aria, con una conseguente riduzione dei consumi energetici (inerzia termica).

Il pacchetto murario completo presenta uno strato interno portante (elemento di laterizio con foratura inferiore al 45%), un pannello isolante intermedio in fibra di legno ed un elemento di laterizio esterno, sempre con foratura minore di del 45%.

Muratura pluristrato con tramezze preincise a incastro per divisori tra unità abitative



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



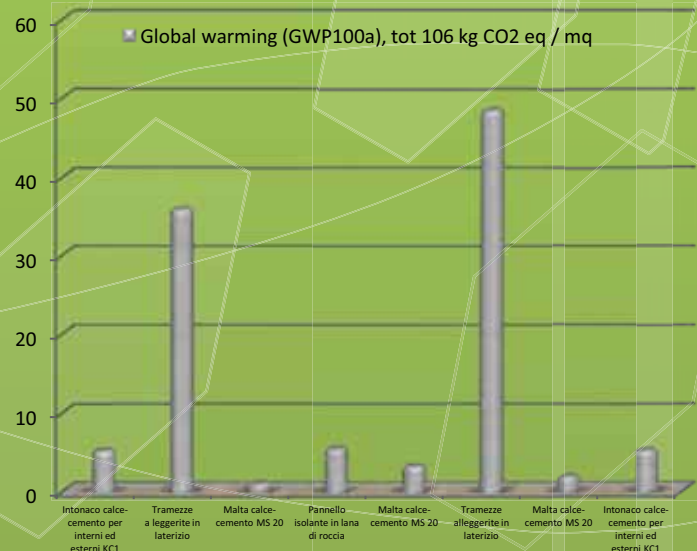
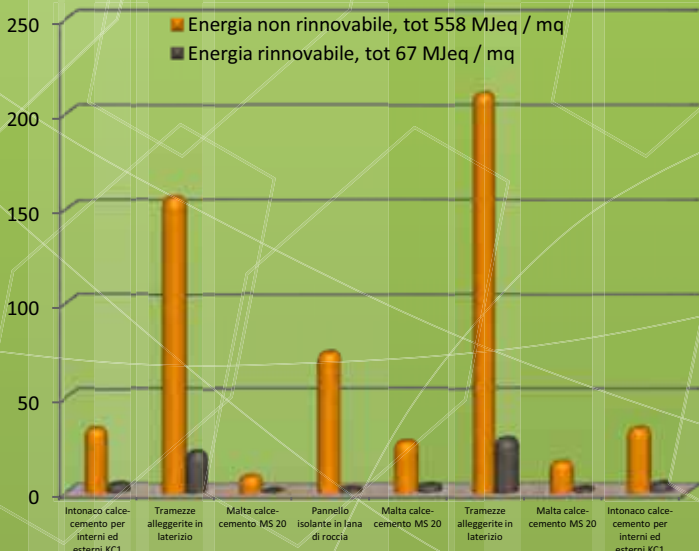
Legenda:

1. Intonaco interno calce-cemento sp. 1,5 cm
2. Tramezze preincise a incastro (foratura 45%) sp. 12 cm
3. Intonaco di rinzafo sp. 1 cm
4. Pannello isolante in lana di roccia sp. 6 cm
5. Tramezze preincise a incastro (foratura 45%) sp. 8 cm
6. Intonaco esterno calce-cemento sp. 1,5 cm

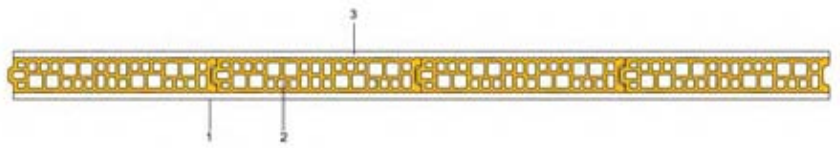
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Divisorio
Disposizione	Verticale
Spessore	30 cm
Trasmittanza U	0,340 W/(m²K)
Massa areica	258 kg/m²
Attenuazione	0,190
Sfasamento	12 h 50'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,065 W/(m²K)
EI	180
Capacità termica periodica lato interno K ₁	50,00 kJ/m²K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	55 dB

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Tramezza a fori verticali con giunti ad incastro



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



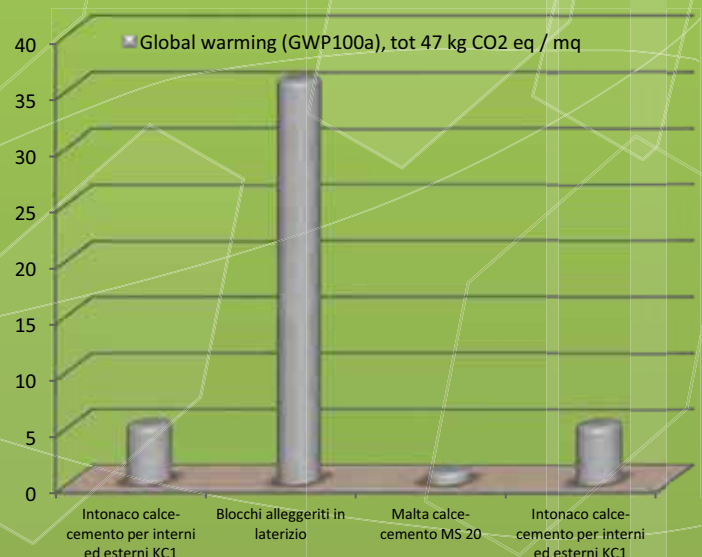
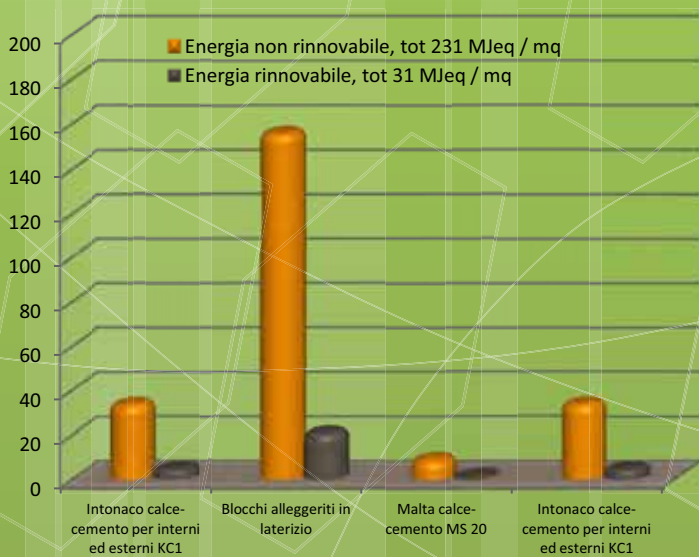
Legenda:

1. Intonaco calce-cemento sp. 1,5 cm
2. Tramezze a fori verticali (foratura < 45%) sp. 8,0 cm
3. Intonaco calce-cemento sp. 1,5 cm

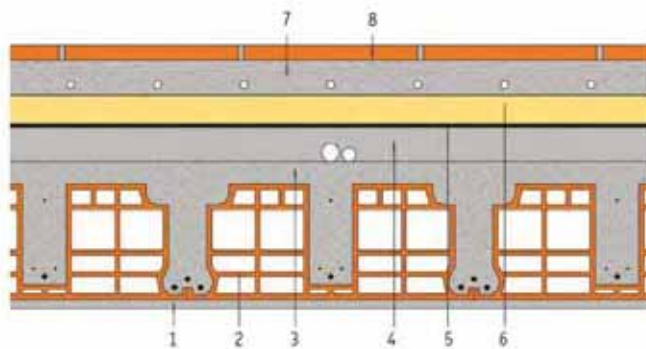
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Divisorio
Disposizione	Verticale
Spessore	11 cm
Trasmittanza U	1,462 W/(m ² K)
Massa areica	130 kg/m ²
Attenuazione	0,738
Sfasamento	>4h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	1,079 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	49,50 kJ/m ² K
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	42 dB

Life Cycle Assessment – cradle to gate



Solaio in pannelli prefabbricati precompressi in latero-cemento



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Strato di rivestimento: intonaco calce-cemento sp. 1,5 cm
2. Pannello prefabbricato in latero-cemento precompresso sp. 20 cm
3. Cappa collaborante in calcestruzzo con rete elettrosaldata di ripartizione sp. 4 cm
4. Massetto alleggerito per l'alloggiamento dell'impianto idraulico ed elettrico sp. 6 cm
5. Membrana anticalpestio sp. 0,7 cm
6. Isolante termico con foglio protettivo in polietilene in sommità sp. 5 cm
7. Massetto flottante in calcestruzzo con riscaldamento a pavimento sp. 6 cm
8. Pavimentazione in piastrelle piene in "cotto" pretrattate sp. 2,6 cm

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Solaio
Disposizione	Orizzontale
Spessore	45,8 cm
Trasmittanza U	0,380 W/(m ² K)
Massa areica	680 kg/m ²
Attenuazione	0,040
Sfasamento	18 h 30'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,015 W/(m ² K)
Indice di valutazione del livello di rumore di calpestio L _{rw}	≤ 60 dB
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	>54 dB

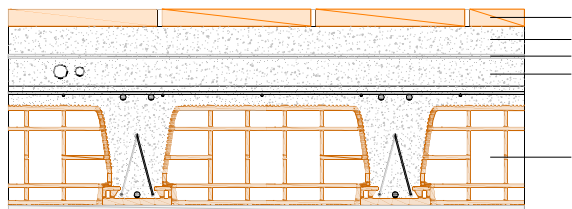
I pannelli precompressi in latero-cemento, leggeri e robusti, sono particolarmente idonei ad essere utilizzati in zona sismica. Sicuri nella movimentazione, autoportanti fino a 3,50 m, vengono prevalentemente impiegati per costruzioni di edilizia civile o per strutture di copertura piana.

Caratterizzati da una larghezza di 50 cm e altezze di 16, 20 e 24 cm, sono armati con barre in acciaio e con trecce da precompressione. Queste ultime sporgono di 15 cm da entrambe le estremità, permettendo così di realizzare un corretto ammorsamento dei pannelli con le travi ed i cordoli.

Inoltre, nel caso in cui l'armatura sia insufficiente rispetto al momento positivo, la stessa può essere integrata in opera con barre collocate tra un pannello e l'altro.

Il solaio viene poi completato con massetto alleggerito, membrana anticalpestio, eventuale sistema di riscaldamento a pavimento e pavimentazione, secondo le specifiche scelte progettuali, ottenendo in ogni caso un manufatto ad elevate prestazioni strutturali, acustiche, termiche e di resistenza al fuoco. La pavimentazione in "cotto", grazie ad igroscopicità e massa, contribuisce al comfort interno degli ambienti, fornendo un utile contributo al controllo dei rumori da impatto.

Solaio con travetti tralicciati in latero-cemento



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Strato di rivestimento: intonaco per interni sp. 1,5 cm
2. Solaio in travetti tralicciati in latero-cemento: interasse nervature 52 cm – altezza pignatta = 20 cm e sovrastante cappa collaborante in calcestruzzo con rete elettrosaldata sp. 4 cm
3. Massetto alleggerito per l'alloggiamento degli impianti sp. 6 cm
4. Membrana anticalpestio
5. Massetto con impianto di riscaldamento a pavimento sp. 6 cm
6. Pavimentazione in piastrelle a mano in laterizio sp. 3,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

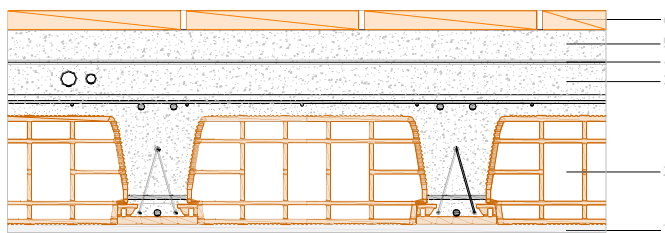
Tipologia	Solaio
Disposizione	Orizzontale
Spessore	41,7 cm
Trasmittanza U	0,620 W/(m ² K)
Massa areica	427 kg/m ²
Attenuazione	0,013
Sfasamento	14 h 30'
Indice di valutazione del livello di rumore di calpestio L _{nw}	51 dB
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	52 dB

I solai in travetti tralicciati costituiscono una tipologia di impalcato con materiale di alleggerimento costituito da blocchi in laterizio (pignatte) di altezze diverse tali da creare delle nervature in c.a.o. che, con la soletta di estradosso, costituiscono la sezione in calcestruzzo reagente. L'interasse è pari a 52 cm, mentre l'altezza può variare in funzione delle pignatte in commercio (generalmente da 12 a 30 cm).

I vantaggi associati a questa tipologia di solai sono molteplici (versatilità nelle lavorazioni di cantiere e di impiego, leggero, continuità di materiale all'intradosso, ecc) hanno fatto sì che diventasse il solaio maggiormente utilizzato nel mondo delle costruzioni civili.

Il solaio strutturale viene poi completato con massetto alleggerito, membrana anticalpestio, eventuale sistema di riscaldamento a pavimento e pavimentazione, secondo le specifiche scelte progettuali, ottenendo in ogni caso un manufatto ad elevate prestazioni strutturali, acustiche, termiche e di resistenza al fuoco. La pavimentazione in "cotto", grazie ad igroscopicità e massa, contribuisce al comfort interno degli ambienti, fornendo un utile contributo al controllo dei rumori da impatto.

Solaio bidirezionale con travetti tralicciati in latero-cemento



La casa NZEB in laterizio, antisimica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Strato di rivestimento: intonaco per interni sp. 1,5 cm
2. Solaio in travetti tralicciati in latero-cemento: interasse travetti 52 cm – interasse nervature ortogonali variabile – altezza pignatta = 20 cm e sovrastante cappa collaborante in calcestruzzo con rete elettrosaldata sp. 4 cm
3. Massetto alleggerito per l'alloggiamento degli impianti sp. 6 cm
4. Membrana anticalpestio
5. Massetto con impianto di riscaldamento a pavimento sp. 6 cm
6. Pavimentazione in piastrelle a mano in laterizio sp. 3,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

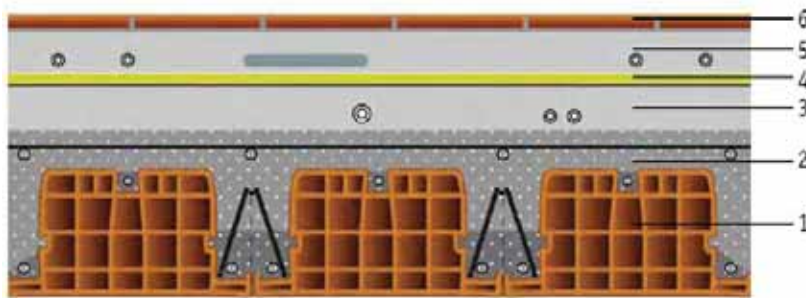
Tipologia	Solaio
Disposizione	Orizzontale
Spessore	41,7 cm
Trasmittanza U	0,640 W/(m ² K)
Massa areica	497 kg/m ²
Attenuazione	0,011
Sfasamento	14 h 28'
Indice di valutazione del livello di rumore di calpestio L _{nw}	52 dB
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	53 dB

Il solaio in travetti tralicciati bidirezionale rappresenta un'innovazione nella categoria degli impalcati con materiale di alleggerimento costituito da blocchi in laterizio (pignatte) di altezze diverse: in questo tipo di solaio si creano delle nervature incrociate in c.a.o. che, con la soletta di estradosso, costituiscono la sezione in calcestruzzo reagente. L'interasse dei travetti tralicciati è pari a 52 cm, ortogonalmente può essere ottimizzato in funzione delle luci, mentre l'altezza può variare in funzione delle pignatte (da 12 a 30 cm).

I vantaggi associati a questa nuova tipologia di solaio (rispetto alla soluzione monodirezionale) sono molteplici a cominciare da una migliore ripartizione dei carichi di progetto sulle strutture verticali, riduzione dell'altezza a parità di luce e carico portato, riduzione della deformabilità, ecc.

Il solaio strutturale viene poi completato con massetto alleggerito, membrana anticalpestio, eventuale sistema di riscaldamento a pavimento e pavimentazione, secondo le specifiche scelte progettuali, ottenendo in ogni caso un manufatto ad elevate prestazioni strutturali, acustiche, termiche e di resistenza al fuoco. La pavimentazione in "cotto", grazie ad igroscopicità e massa, contribuisce al comfort interno degli ambienti, fornendo un utile contributo al controllo dei rumori da impatto.

Solaio in pannelli prefabbricati tralicciati in latero-cemento



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Pannello prefabbricato in latero-cemento tralicciato: interasse nervature 40 cm, pignatta h = 20 cm
2. Getto di completamento in calcestruzzo
3. Massetto portaimpanti
4. Sistema di isolamento anticalpestio in fibra minerale
5. Massetto con impianto di riscaldamento a pavimento
6. Rivestimento con piastrelle in laterizio formate a mano sp. 1,8 cm

Caratteristiche e prestazioni

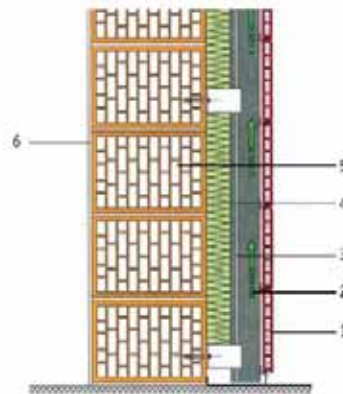
Tipologia	Solaio
Disposizione	Orizzontale
Spessore	41 cm
Trasmittanza U	0,620 W/(m ² K)
Massa areica	545 kg/m ²
Attenuazione	0,130
Sfasamento	14 h 30'
REI	180
Indice di valutazione del livello di rumore di calpestio L _{nw}	44 dB

Il sistema a pannelli prefabbricati rappresenta un sistema costruttivo per realizzare solai all'insegna della sicurezza in cantiere, della velocità e flessibilità di posa. Con una modesta attrezzatura di sollevamento e limitato personale rende agevole, quindi economica, l'esecuzione. I pannelli vengono direttamente posti in opera affiancandoli l'uno all'altro a mezzo di apposito bilancino.

L'impalcato, una volta eseguito, si presenta come una superficie continua, semplicemente puntellata: garantisce, pertanto, la massima sicurezza degli operatori escludendo rischi di caduta. Il getto di completamento richiede quantità minime di calcestruzzo assicurando un evidente risparmio. I pannelli vengono prodotti con particolari blocchi in laterizio di conformazione idonea a formare nervature portanti più larghe (10 cm) rispetto alle soluzioni correnti, poste ad interasse di 40 cm, in grado di resistere meglio alle sollecitazioni da taglio, in ottemperanza al D.M. del 14.1.2008. Inoltre, i tralicci spaziali, in acciaio, delle nervature garantiscono un miglior collegamento tra le file di laterizi rispetto ai pannelli

tradizionali e una perfetta aderenza tra il calcestruzzo del prefabbricato ed il successivo getto di completamento. Ogni pannello presenta una larghezza standard di 120 cm, con lunghezza variabile a seconda dell'orditura delle travi di carpenteria, fino ad una luce massima di 8,50 m.

Parete ventilata con tavella in laterizio



La casa NZEB in laterizio,
antisimica, sostenibile e
confortevole



Legenda:

1. Rivestimento con tavella estrusa in laterizio faccia a vista sp. 3 cm
2. Profili in acciaio inox per montaggio a secco della tavella estrusa in laterizio
3. Intercapedine d'aria sp. 9 cm
4. Pannelli coibenti di legno accoppiato a lana di roccia 1+5,5+1 cm (densità 200 kg/m³)
5. Blocchi in laterizio alleggerito (foratura 60%) sp. 30 cm
6. Intonaco di calce e gesso per interni sp. 1,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Involucro
Disposizione	Verticale
Spessore	51 cm
Trasmittanza U	0,271 W/(m ² K)
Massa areica	299 kg/m ²
Attenuazione	0,050
Sfasamento	17h 12'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,014 W/(m ² K)

Il sistema di parete ventilata in laterizio si rivela adatto a molteplici applicazioni, sia nel campo della nuova produzione edilizia che nella riqualificazione del patrimonio esistente. L'involucro edilizio non è più semplice elemento di separazione tra interno ed esterno, ma diviene contenitore di funzioni articolate e complesse (ventilazione, comfort abitativo, impianti tecnici ispezionabili, protezione dagli agenti atmosferici, qualificazione e riqualificazione estetica, contenimento dei costi di manutenzione, risparmio energetico, facilità nella sostituzione, ecc.), tra loro efficacemente integrate.

La facciata ventilata è costituita da uno strato di rivestimento in laterizio vincolato all'edificio per mezzo di una apposita struttura d'ancoraggio installata "a secco". I principali benefici dei sistemi di pareti ventilate in laterizio sono:

- facilità di posa in opera e manutenzione
- durabilità nel lungo periodo
- diminuzione dei consumi energetici
- vantaggi igrotermici e comfort abitativo (smorzamento e sfasamento dell'onda termica, eliminazione dei ponti termici, controllo della condensazione interstiziale, protezione acustica, schermatura delle parti trasparenti)
- protezione della struttura dagli agenti atmosferici
- molteplici possibilità d'espressione architettonica.

Copertura ventilata con solaio in latero-cemento



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Strato di rivestimento interno: intonaco calce-cemento sp. 1,5 cm
2. Solaio latero-cemento sp. 6+24+4 cm
3. Elemento di tenuta all'aria e freno vapore
4. Pannello isolante in EPS100 Neopor sp. 12 cm accoppiato a OSB3 sp. 1,2 cm
5. Listelli lignei autoclavati in doppio strato incrociato di interposizione ai pannelli isolanti sp. 8x6 cm
6. Guaina impermeabilizzante traspirante
7. Listello in metallo forato per l'ancoraggio e la ventilazione del manto in "cotto"
8. Grondaia
9. Griglia metallica fermapasseri di gronda con funzione di rialzo della prima fila di tegole
10. Tegole piane fotovoltaiche con foro per il fissaggio ai listelli in metallo
11. Colmo ventilato in inox e bandelle laterali in alluminio
12. Palo di ancoraggio in acciaio inox per linea vita
13. Coppessa con cono di uscita per palo linee vita

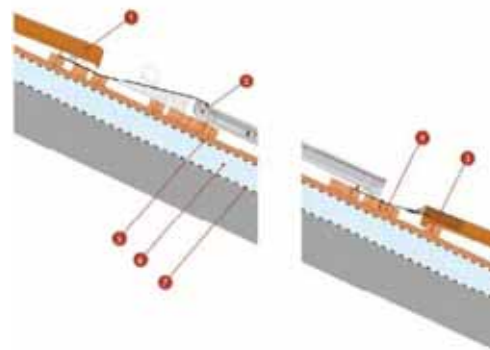
Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Copertura
Disposizione	Inclinata
Spessore	50 cm
Trasmittanza U	0,214 W/(m ² K)
Massa areica	567 kg/m ²
Attenuazione	0,0989
Sfasamento	>12h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,006 W/(m ² K)
Indice di valutazione del potere fono isolante R _w	55 dB
Potenza singola tegola fotovoltaica	8,0 Wp
Modulo fotovoltaico	Silicio monocristallino
Superficie necessaria per kW	1 kW/10,5 m ²
Rendimento cella S.T.C.	15,3%
Incapsulamento	Vetro/Eva/Eva/Tedlar
Scatola di derivazione	Waterproof con diodo di by-pass

La copertura esterna inclinata proposta è di tipo ventilato, da utilizzarsi nel caso di spazio abitabile, in linea dunque con la prassi corrente di rendere vivibile il sottotetto garantendo il comfort interno dello stesso. Lo strato strutturale della copertura è realizzato mediante un solaio in latero-cemento, al di sopra del quale sono posti gli strati necessari al raggiungimento dei valori richiesti per la coibentazione, la ventilazione e la sicurezza, secondo la UNI 795, UNI 9460, il D.Lgs. 311/06, il D.P.R. n.59. Nell'esempio proposto un eccellente isolamento termico e un solidissimo sistema di ancoraggio meccanico di tutti gli elementi costituiscono un unicum particolarmente solido, in grado di resistere alle sollecitazioni meccanica derivanti da vibrazioni e scosse sismiche anche di forte intensità: i pannelli di coibente sono ancorati meccanicamente al solaio con tasselli ad espansione ad alta tenuta e i listelli metallici porta tegole sono a loro volta ancorati parte all'OSB accoppiato ai pannelli e parte direttamente al solaio portante. Viti autofilettanti in acciaio ancorano le tegole piane fotovoltaiche ai listelli metallici.

Per la finitura del tetto è importante usare gli specifici pezzi speciali in cotto, compresi gli accessori previsti per una corretta ventilazione quali il colmo ventilato e le griglie fermapasseri da porre in prossimità delle aperture di ventilazione, elementi indispensabili per il corretto funzionamento di una copertura ventilata. Non bisognerà dimenticare i dispositivi anticaduta come da normative vigenti. La stratigrafia in oggetto presenta una trasmittanza di 0,214 W/(m²K) e uno sfasamento dell'onda termica > 12 h.

Copertura con tegole in laterizio e impianto fotovoltaico integrato



La casa NZEB in laterizio, antisismica, sostenibile e confortevole



Legenda:

1. Manto di copertura in tegole di laterizio.
2. Impianto fotovoltaico totalmente integrato nel manto di copertura
3. Listellatura in legno per aggancio tegole sp. 4x4 cm
4. Tavola ausiliaria in legno per fissaggio moduli fotovoltaici
5. Membrana impermeabilizzante traspirante in 4 strati di polipropilene con rete di rinforzo
6. Pannello in polistirene espanso estruso sp. 16 cm con listello in legno integrato di cm 4x4 per ventilazione sottotegola
7. Membrana impermeabilizzante freno vapore a 3 strati; Massa Areica pari a 145 gr/m² e Sd = 2 m

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Copertura
Disposizione	Inclinata
Spessore (esclusa struttura portante)	31 cm
Trasmittanza U	0,21 W/m ² K

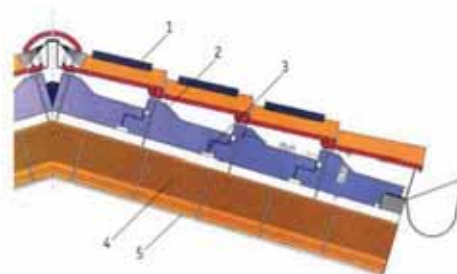
La soluzione è caratterizzata dalla perfetta integrazione architettonica dell'impianto fotovoltaico nel manto di copertura in laterizio costituito sia da tegole che da coppi. Il pacchetto di copertura è indicato per nuove realizzazioni e rifacimenti in presenza di strutture continue. Può essere montato a partire dai 12° (21% di pendenza) fino ad arrivare ai 65°.

Il sistema di montaggio garantisce l'assoluta impermeabilità del campo fotovoltaico senza che sia necessario inserire alcun altro elemento per l'impermeabilizzazione. Il particolare sistema di incastro dei moduli a "scandola" consente la retro-ventilazione dei pannelli che, mantenendo un flusso costante d'aria, ottimizza la temperatura di esercizio e offre rendimenti anche del 30% superiori alla media, oltre a consentire lo smaltimento della condensa.

La membrana traspirante disposta sopra l'isolante assicura il passaggio del vapore acqueo e previene le infiltrazioni di acqua anche nelle condizioni climatiche più avverse, grazie alla banda adesiva nei punti di sovrapposizione.

Lo schermo per il controllo del vapore disposto sotto l'isolante, permette il passaggio controllato del vapore acqueo e previene le infiltrazioni di acqua anche nelle condizioni climatiche più avverse, grazie alle due bande adesive nei punti di sovrapposizione. Il pannello isolante in polistirene espanso estruso XPS, dotato di listello in legno integrato, garantisce flessibilità e velocità di posa e consente il fissaggio meccanico delle tegole. La battentatura ad "L" sui quattro lati impedisce la formazione di ponti termici. La camera di ventilazione (> 2cm) è realizzata con un listello metallico antivolatile in corrispondenza della linea di gronda e con un sottocolmo ventilato da posizionare sul colmo e nei displuvi, che costituisce inoltre un'efficace barriera contro le infiltrazioni d'acqua.

Copertura in laterizio con tegole solari



La casa NZEB in laterizio,
antisimica, sostenibile e
confortevole



Legenda:

1. Manto di copertura in tegole di laterizio con alloggio per cella fotovoltaica
2. Pannello isolante in EPS con grafite sp. 8 cm
3. Telo freno vapore in tre strati di polipropilene (245 kg/m²)
4. Solaio in latero-cemento sp. 20+4 cm con travetti prefabbricati con fondello in laterizio
5. Intonaco in calce e cemento sp. 1,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Copertura
Disposizione	Inclinata
Spessore	42,5 cm
Trasmittanza U	0,318 W/(m ² K)
Massa areica	365 kg/m ²
Attenuazione	0,199
Sfasamento	> 9 h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,063 W/(m ² K)

La stratigrafia di copertura integra il tradizionale manto di tegole in laterizio con un sistema di pannelli coibenti in polistirene espanso sinterizzato EPS (con aggiunta di grafite) che consente di raggiungere valori di conducibilità termica molto bassi con conseguenti livelli di trasmittanza maggiormente performanti.

La particolare doppia tegola in laterizio per l'alloggiamento della cella fotovoltaica, realizzata sulla base della tegola portoghese classica, consente un inserimento in maniera perfetta all'interno del manto di copertura. Per ottenere una potenza energetica di 1 kW/h occorrono 84 tegole fotovoltaiche. La presenza della ventilazione e la possibilità di montaggio a secco permettono:

- in inverno, la circolazione dell'aria che mantiene l'isolante sempre arieggiato, quindi asciutto, evitando il formarsi di condense all'interno della camera di ventilazione. Questo consente al materiale di conservare intatto il suo potere coibente che, nelle soluzioni ordinarie senza ventilazione, potrebbe essere penalizzato anche dell'80%. Infatti, la camera di ventilazione, essendo una ulteriore intercapedine particolarmente
- efficace in presenza di temperature molto basse, favorisce un rapido smaltimento dell'acqua assorbita dalle tegole durante le piogge e lo smaltimento del vapore acqueo che potrebbe risalire dagli ambienti sottotetto;
- in estate, grazie all'aria della camera di ventilazione che si riscalda per effetto dell'irraggiamento, una corrente ascensionale che fuoriesce dagli sfiati posti sulla linea di colmo, con l'eliminazione del calore accumulato sul manto di copertura, limitandone il passaggio verso l'interno dell'edificio. Questo contribuisce notevolmente al controllo igro-termico ed al comfort degli ambienti sottotetto, con un risparmio notevole nell'utilizzo di impianti di climatizzazione.



ANDIL
Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi

00161 Roma
Tel. 06/44236926
andil@laterizio.it

Via A. Torlonia, 15
Fax 06/44237930
www.laterizio.it