



## Ricerca di Sistema elettrico

“Catalogo di soluzioni standardizzate come base per interventi di Deep Renovation del patrimonio immobiliare nel settore abitativo”

F. Cumo, S. Agostinelli, F. Giustini, B. Nastasi, E. Pennacchia, G. Piras, A.S. Sferra

## CATALOGO DI SOLUZIONI STANDARDIZZATE COME BASE PER INTERVENTI DI DEEP RENOVATION DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE NEL SETTORE ABITATIVO

F. Cumo, S. Agostinelli, F. Giustini, B. Nastasi, E. Pennacchia, G. Piras, A.S. Sferra  
(CITERA)

Aprile 2021

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico (oggi Ministero della Transizione Ecologica) - ENEA  
Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - II annualità

Obiettivo: N. 1 - Tecnologie

Progetto: 1.6 - Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali

Work package: 2 - Miglioramento dell'efficienza energetica di processi di produzione e di gestione dell'ambiente costruito

Linea di attività: 2.5 - Individuazione di un catalogo di soluzioni standardizzate

Responsabile del Progetto: Miriam Benedetti, ENEA

Responsabile del Work package 2: Maria-Anna Segreto, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione *"Sviluppo di un abaco di moduli di involucro standardizzati come base di un processo di produzione industriale per interventi di Deep Renovation"*

Responsabile scientifico ENEA: Arch. Carlo Romeo

Responsabile scientifico CITERA Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Architettura, Università di Roma La Sapienza: Prof. Fabrizio Cumo.

Si ringrazia l'arch. Carlo Romeo, responsabile scientifico ENEA, per il suo prezioso supporto.

## Indice

SOMMARIO.....	5
INDICE DELLE FIGURE .....	6
INDICE DELLE TABELLE.....	7
1 INTRODUZIONE.....	9
2 METODOLOGIA DELLA RICERCA .....	13
3 MATERIALI E SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE NAZIONALE ESISTENTE.....	15
3.1 CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L'EDILIZIA SOSTENIBILE.....	16
3.2 MATERIALI ISOLANTI PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLE CHIUSURE VERTICALI OPACHE .....	19
3.2.1 <i>Parametri di confronto per la selezione dei materiali isolanti</i> .....	20
3.3 SOLUZIONI TECNICHE DI ISOLAMENTO APPLICABILI ALLE CHIUSURE VERTICALI .....	36
3.3.1 <i>Sistema a cappotto - SC</i> .....	37
3.3.2 <i>Parete ventilata - PV</i> .....	38
3.3.3 <i>Sistema di isolamento all'interno dell'edificio - SI</i> .....	38
4 INDIVIDUAZIONE DELLE SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO DELLE CHIUSURE VERTICALI OPACHE.....	40
4.1 ABACO DELLE CHIUSURE VERTICALI OPACHE ESISTENTI .....	40
4.2 SIMULAZIONI SULLE CHIUSURE VERTICALI OPACHE ESISTENTI PER LA VERIFICA DELLA TRASMITTANZA STAZIONARIA E PERIODICA E DELLE PERCENTUALI DI APPLICABILITÀ .....	52
4.2.1 <i>Soluzione a cappotto SC.1</i> .....	54
4.2.2 <i>Soluzione a cappotto SC.2</i> .....	56
4.2.3 <i>Soluzione parete ventilata PV.1</i> .....	61
4.2.4 <i>Soluzione parete ventilata PV.2</i> .....	63
4.2.5 <i>Soluzione isolamento interno SI.1</i> .....	66
4.2.6 <i>Soluzione isolamento interno SI.2</i> .....	69
4.3 VERIFICA DELLA SOSTENIBILITÀ DELLE SOLUZIONI DI ISOLAMENTO PROPOSTE SECONDO I CAM .....	71
4.3.1 <i>Criteri comuni a tutti i componenti edilizi</i> .....	71
4.3.1.1 <i>Disassemblabilità</i> .....	71
4.3.1.2 <i>Materia recuperata o riciclata</i> .....	73
4.4 DEFINIZIONE DEI COSTI DELLE SOLUZIONI DI ISOLAMENTO TERMICO PROPOSTE .....	76
5 ABACO DEI MODULI STANDARDIZZATI PIÙ PERFORMANTI .....	83
6 SCHEDE PRESTAZIONALI DELLE SOLUZIONI INDIVIDUATE.....	88
7 MATRICE DEL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE NAZIONALE INTEGRATA CON LE SOLUZIONI PIÙ PERFORMANTI .....	93
8 CONCLUSIONI .....	95
9 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	98
10 ALLEGATO 1- SIMULAZIONI PER IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI DI ISOLAMENTO CON MAGGIOR APPLICABILITÀ.....	99
11 ALLEGATO 2 - SCHEDE PRESTAZIONALI DELLE SOLUZIONI INDIVIDUATE .....	125
11.1 SOLUZIONE A CAPPOTTO SC.1 .....	125
11.2 SOLUZIONE A CAPPOTTO SC.2 .....	155
11.3 SOLUZIONE PARETE VENTILATA PV.1.....	185
11.4 SOLUZIONE PARETE VENTILATA PV.2.....	215
11.5 SOLUZIONE ISOLAMENTO INTERNO SI.1 .....	245

11.6	SOLUZIONE ISOLAMENTO INTERNO SI.2 .....	275
12	ALLEGATO 3 – MATRICE DEL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE NAZIONALE INTEGRATA CON LE SOLUZIONI PIÙ PERFORMANTI .....	305
13	- CURRICULUM SCIENTIFICO DEL GRUPPO DI LAVORO CITERA .....	315

## Sommario

L'attività di ricerca all'interno del WP2 "Miglioramento dell'efficienza energetica di processi di produzione e di gestione dell'ambiente costruito", portata avanti dal C.I.T.E.R.A. – Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Ambiente dell'Università di Roma Sapienza, per l'intero PTR 2019-2021 è finalizzata allo sviluppo di un abaco di moduli di involucro standardizzati come base di un processo di produzione industriale per interventi di Deep Renovation del patrimonio edilizio residenziale nazionale.

Durante la seconda annualità è stata svolta una selezione tra le principali tipologie di materiali isolanti presenti sul mercato sulla base di specifici parametri di confronto relativi alle performance in regime invernale ed estivo, all'impatto ambientale e alle indicazioni di impiego.

I materiali isolanti selezionati sono stati associati agli interventi di riqualificazione energetica applicabili all'esterno dell'edificio attraverso sistemi a cappotto e a parete ventilata, o all'interno per casi particolari come ad esempio la facciata vincolata.

Sono state svolte simulazioni per individuare soluzioni standardizzate di efficientamento con la maggiore applicabilità sulle chiusure verticali opache che caratterizzano il patrimonio edilizio residenziale nazionale (individuate durante la prima annualità della ricerca).

È stato elaborato un abaco delle soluzioni di riqualificazione standardizzate più performanti che ha consentito di elaborare e definire schede prestazionali relative allo studio dell'applicazione delle soluzioni individuate sulle chiusure opache verticali esistenti.

I risultati emersi dalle simulazioni relative alle soluzioni standardizzate riportati nelle schede prestazionali hanno costituito una matrice intesa come uno strumento utile per individuare la soluzione di riqualificazione più adeguata ad una determinata tipologia di chiusura verticale opaca che caratterizza l'edificio oggetto di intervento di riqualificazione energetica.

## Indice delle Figure

Figura 1. Schema metodologico .....	13
Figura 2. Parametri di confronto dei materiali isolanti.....	19
Figura 3. Confronto tra i valori di conducibilità degli isolanti organici naturali .....	24
Figura 4. Confronto tra i valori relativi al calore specifico degli isolanti organici naturali.....	25
Figura 5. Confronto tra i valori di densità degli isolanti organici naturali.....	25
Figura 6. Confronto tra i valori relativi al PEI degli isolanti organici naturali .....	26
Figura 7. Confronto tra i valori di diffusività termica degli isolanti organici sintetici.....	26
Figura 8. Confronto tra i valori di conducibilità degli isolanti organici sintetici .....	27
Figura 9. Confronto tra i valori relativi al calore specifico degli isolanti organici sintetici.....	27
Figura 10. Confronto tra i valori di densità degli isolanti organici sintetici.....	28
Figura 11. Confronto tra i valori relativi al PEI degli isolanti organici sintetici.....	28
Figura 12. Confronto tra i valori relativi alla diffusività termica degli isolanti organici sintetici.....	29
Figura 13. Confronto tra i valori di conducibilità degli isolanti inorganici sintetici .....	29
Figura 14. Confronto tra i valori relativi al calore specifico degli isolanti inorganici sintetici.....	30
Figura 15. Confronto tra i valori di densità degli isolanti inorganici sintetici .....	30
Figura 16. Confronto tra i valori relativi al PEI degli isolanti inorganici sintetici .....	31
Figura 17. Confronto tra i valori relativi alla diffusività termica degli isolanti inorganici sintetici .....	31
Figura 18 Confronto isolanti organici naturali.....	33
Figura 19 Confronto isolanti organici sintetici .....	33
Figura 20 Confronto isolanti organici sintetici .....	34
Figura 21 Confronto tra impianto ambientale e performance dei materiali isolanti.....	34
Figura 22 - Diagramma di flusso della metodologia per identificare soluzioni di isolamento standardizzate.....	52
Figura 23. Simulazione SC.1 con isolante di spessore 6 cm .....	54
Figura 24. Simulazione SC.1 con isolante di spessore 8 cm .....	55
Figura 25. Simulazione SC.1 con isolante di spessore 10 cm .....	55
Figura 26. Simulazione SC.1 con isolante di spessore 12 cm .....	56
Figura 27. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 6 cm .....	57
Figura 28. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 8 cm .....	58
Figura 29. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 10 cm .....	58
Figura 30. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 12 cm .....	59
Figura 31. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 14 cm .....	59
Figura 32. Simulazione PV.1 con isolante di spessore 6 cm.....	60
Figura 33. Simulazione PV.1 con isolante di spessore 8 cm .....	61
Figura 34. Simulazione PV.1 con isolante di spessore 10 cm .....	61
Figura 35. Simulazione PV.1 con isolante di spessore 12 cm .....	62
Figura 36. Simulazione PV.2 con isolante di spessore 6 cm.....	63
Figura 37. Simulazione PV.2 con isolante di spessore 8 cm .....	63
Figura 38. Simulazione PV.2 con isolante di spessore 10 cm .....	64
Figura 39. Simulazione PV.2 con isolante di spessore 12 cm .....	64
Figura 40. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 3 cm .....	66
Figura 41. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 4 cm .....	66
Figura 42. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 5 cm .....	67
Figura 43. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 6 cm .....	67
Figura 44. Simulazione SI.2 con isolante di spessore 4 cm .....	68
Figura 46. Simulazione SI.2 con isolante di spessore 8 cm .....	69
Figura 47. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 10 cm .....	70
Figura 48. Disassemblabilità soluzione di isolamento SC.1.....	71
Figura 49. Disassemblabilità soluzione di isolamento SC.2.....	71
Figura 50. Disassemblabilità soluzione di isolamento PV.1 .....	71

Figura 51. Disassemblabilità soluzione di isolamento PV.2 .....	72
Figura 52. Disassemblabilità soluzione di isolamento SI.1 .....	72
Figura 53. Disassemblabilità soluzione di isolamento SI.2.....	72
Figura 54. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento SC.1 .....	73
Figura 55. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento SC.2 .....	73
Figura 56. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento PV.1 .....	74
Figura 57. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento PV.2 .....	74
Figura 58. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento SI.1 .....	74
Figura 59. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento SI.2 .....	75
Figura 60. Soluzione SC.1 con isolamento a cappotto in lana di roccia – Incidenza prezzi.....	76
Figura 61. Soluzione SC.2 con isolamento a cappotto in fibra di legno – Incidenza prezzi.....	77
Figura 62. Soluzione PV.1 con isolamento a parete ventilata con poliuretano espanso rigido – Incidenza prezzi. .....	78
Figura 63. Soluzione PV.2 con isolamento a parete ventilata con lana di roccia – Incidenza prezzi.....	79
Figura 64. Soluzione SI.1 con isolamento interno in aerogel – Incidenza prezzi.....	80
Figura 65. Soluzione SI.2 con isolamento interno in polistirene estruso (XPS) – Incidenza prezzi.....	81
Figura 66. Esempio di scheda prestazionale delle soluzioni individuate. ....	91
Figura 67. Estratto di alcune righe della matrice del patrimonio edilizio residenziale nazionale integrata con le soluzioni più performanti .....	93

## Indice delle Tabelle

Tabella 1. Quantità minime di materiale riciclato e/o recuperato in base alla tipologia di isolante .....	17
Tabella 2. Individuazione spessori isolanti per rispettare Resistenza termica media .....	21
Tabella 3. Caratteristiche dei materiali isolanti organici naturali.....	22
Tabella 4. Caratteristiche dei materiali isolanti organici sintetici .....	23
Tabella 5 Caratteristiche dei materiali isolanti inorganici sintetici.....	23
Tabella 6. Range degli indicatori per confronto materiali isolanti .....	32
Tabella 7. Abaco delle chiusure verticali opache .....	41
Tabella 8. I valori limite di trasmittanza stazionaria previsti dal Decreto Requisiti Ecobonus GU 05/10/2020 (calcolo secondo UNI EN ISO 6946). ....	53
Tabella 9. I valori limite previsti dal Decreto Requisiti minimi 26/06/2015.....	53
Tabella 10. Parametri qualitativi - UNI EN ISO 13786:2008 .....	53
Tabella 11. Soluzione SC.1 con isolamento a cappotto in lana di roccia – Analisi prezzi.....	76
Tabella 12. Soluzione SC.2 con isolamento a cappotto in fibra di legno – Analisi prezzi.....	77
Tabella 13. Soluzione PV.1 con isolamento a parete ventilata con poliuretano espanso rigido – Analisi prezzi. .....	78
Tabella 14. Soluzione PV.2 con isolamento a parete ventilata con lana di roccia – Analisi prezzi.....	79
Tabella 15. Soluzione SI.1 con isolamento interno in aerogel – Analisi prezzi.....	80
Tabella 16. Soluzione SI.2 con isolamento interno in polistirene estruso (XPS) – Analisi prezzi.....	81
Tabella 17. Moduli standardizzati più performanti .....	83
Tabella 18. Range degli indicatori per confronto delle soluzioni di isolamento .....	89
Tabella 19. Numero di edifici residenziali nel 2011 per zona climatica .....	89

## 1 Introduzione

L'attività di ricerca svolta dal C.I.T.E.R.A. – Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Ambiente dell'Università di Roma Sapienza è inserita all'interno del Progetto 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali" e afferisce al WP2: "Miglioramento dell'efficienza energetica di processi di produzione e di gestione dell'ambiente costruito".

Analizzando il contesto all'interno del quale si opera non si può fare a meno di evidenziare come la maggior parte del parco immobiliare UE sia datata ed inefficiente, al punto da essere responsabile di circa il 40% del consumo energetico totale e del 36% delle emissioni di gas a effetto serra.

Uno stock edilizio rinnovato e più performante dal punto di vista energetico potrebbe, dunque, contribuire in modo significativo al raggiungimento di consistenti risparmi e riduzioni di emissioni climalteranti.

Ogni anno in Europa solo l'1% degli edifici viene ristrutturato e circa il 75% del totale non risulta efficiente dal punto di vista energetico. In aggiunta si prevede che circa il 90% degli edifici esistenti nelle precarie condizioni in cui versa saranno ancora abitati nel 2050. [1].

La rilevanza della ristrutturazione di edifici pubblici e privati, confermata e sottolineata dal Green Deal europeo [2] (la recente strategia della Commissione europea), si dovrà, di conseguenza, tradurre in una delle principali azioni chiave da perseguire.

L'iniziativa per la Renovation Wave ["A Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives" (COM(2020)662)] è al centro dei programmi nazionali per la ripresa economica al fine di raddoppiare nei prossimi 10 anni il tasso di ristrutturazione degli edifici da qui al 2030 (35 milioni di edifici dovranno essere riqualificati nell'Unione Europea). Dando un forte impulso al settore delle ristrutturazioni, fortemente caratterizzato da un rilevante numero di imprese locali, ci si può attendere sicuramente un risultato in termini di sostenibilità ambientale, ma anche un determinante stimolo per il rilancio economico ed occupazionale dell'intero settore delle costruzioni.

In questo ambito viene affrontata l'analisi dei processi (progettuali e produttivi) incentrati su sistemi e componenti del settore delle costruzioni (sistema edificio-impianti) puntando al paradigma dell'industria "smart" automatizzata e interconnessa che traguardi l'efficienza dei processi in serie nella specificità del prodotto edilizio. Lo sviluppo di questa tematica viene affrontata in tre Linee di attività sequenziali articolate in altrettante annualità di ricerca (PTR 2019-2021).

L'obiettivo che ha guidato la presente ricerca consiste nel tentativo di individuare e promuovere soluzioni in grado di indirizzare la domanda del mercato edilizio verso interventi di ristrutturazione profonda degli immobili residenziali esistenti.

La prima Linea di Attività è stata incentrata sull'analisi dello stato dell'arte di tipologie di involucro edilizio esistenti come base per interventi di Deep Renovation del patrimonio immobiliare nel settore abitativo. La presente attività è incentrata sull'individuazione di soluzioni ottimizzate di riqualificazione che rispecchiano criteri di standardizzazione/modularità/prefabbricazione nell'ottica di interventi che si avvicinino al concetto di edilizia *Off-Site*. Si punta a minimizzare i tempi di posa in opera, i disagi per gli occupanti, limitare i costi di realizzazione tramite impulsi alla creazione di nuove filiere industriali che nel settore edilizio nazionale sono ancora poco diffuse e sviluppate.

Per attivare il mercato in questa direzione occorre, tuttavia, affrontare alcuni ostacoli legati ad un *modus operandi* tradizionale ormai superato. Tra queste barriere sicuramente emergono una previsione di costi di investimento elevati, una scarsa applicazione di metodologie e soluzioni tecnologiche evolute, un mancato ripensamento e riorganizzazione dei processi di produzione e di tutta la filiera industriale coinvolta.

La messa in campo di soluzioni tecnologiche innovative nel settore edile punta a rimuovere un'ulteriore barriera alla ristrutturazione profonda del patrimonio immobiliare residenziale esistente che risiede nella resistenza da parte degli occupanti ad abbandonare la propria abitazione durante la realizzazione dei lavori. Il presente studio si inserisce proprio nel solco di una Deep Renovation dell'ambiente costruito in grado di prevedere una realizzazione in stabilimento degli elementi oggetto di intervento, abbattendo i tempi di posa in opera che altrimenti per la loro durata renderebbero inutilizzabile l'immobile.

Sono stati individuati, analizzati e proposti sistemi di riqualificazione energetica delle pareti perimetrali esterne organizzati in un abaco di soluzioni ottimizzate che possano attivare un processo di produzione

standardizzato, replicabile ed estendibile su larga scala. Questa metodologia si prefigge l'obiettivo di ottenere economie di scala da parte della filiera industriale di settore, una velocizzazione dei tempi di cantierizzazione, un maggior controllo della qualità e dei requisiti prestazionali dei sistemi di facciata oltre che un'opportunità di riduzione e programmazione dei costi per gli interventi di manutenzione riferiti all'intero ciclo di vita di componenti e sistemi.

Da ormai almeno mezzo secolo sono stati affrontati diversi tentativi di fare ricorso alla prefabbricazione nel settore delle costruzioni. Solo di recente, tuttavia, importanti innovazioni nei processi di produzione e nell'intera filiera stanno cominciando a consentire uno sviluppo del ricorso a componenti prefabbricati che richiedono in cantiere operazioni di assemblaggio rapide e semplificate.

Questa modalità realizzativa applicabile sia in caso di interventi di nuova costruzione sia di ristrutturazione importante di manufatti esistenti prende il nome di edilizia *Off Site*. Questa nuova visione rappresenta una innovazione nel settore delle costruzioni che riduce drasticamente il lavoro in cantiere per localizzarlo in fabbrica, ed ha come presupposto una riorganizzazione di tecnologie e processi in grado di garantire efficienza, qualità, velocità e sostenibilità.

E' in atto un vero e proprio tentativo di rivoluzionare l'attuale approccio alla progettazione degli edifici e l'intero processo costruttivo delle aziende di settore.

Occorre, quindi, promuovere investimenti mirati alla trasformazione delle filiere tradizionali verso business più sostenibili e alla crescita di *supply chain* innovative, in modo da trarre una transizione inclusiva che guardi contemporaneamente ad un concetto allargato di sostenibilità ambientale, economica e sociale.

In Italia sono presenti più di 12 milioni di edifici e oltre 31 milioni di abitazioni (ISTAT). Il 15% degli edifici è stato realizzato prima del 1918 e circa il 65% è stato costruito precedentemente alla prima legge che introduceva criteri per il risparmio energetico (1976). Il patrimonio edilizio nazionale è caratterizzato da condizioni di elevato degrado e di scarsa efficienza dal punto di vista energetico dal momento che l'epoca di costruzione supera per percentuali superiori al 75% i 40 anni.

Questo è indicativo della necessità di intervenire su questo enorme patrimonio per adeguarlo alle esigenze di comfort degli occupanti e per abbattere drasticamente i consumi di energia (nel 2018, il consumo energetico del settore residenziale è stato di 32,1 Mtep (Fonte EUROSTAT).

In Italia gli alloggi di edilizia residenziale pubblica sono circa un milione, di proprietà dei Comuni, delle aziende pubbliche per la casa e delle Regioni. Proprio questo patrimonio (che si aggiunge a quello diffuso di proprietà privata in tutto il territorio) necessita in maniera indifferibile di interventi di ristrutturazione profonda e di riqualificazione energetica.

Nuove modalità per la realizzazione di edifici secondo metodologie non tradizionali stanno cominciando a diffondersi sempre più spesso in ambito edile. Il concetto di *Modern Methods of Construction* (MMC) che si traduce nella progettazione e realizzazione di componenti edilizi innovativi realizzati in stabilimento ha già preso piede da tempo in ambito internazionale anche se a livello nazionale non si nota ancora una sufficiente diffusione.

I vantaggi dei MMC risiedono nella realizzazione di un prodotto finito (edificio nuovo o ristrutturato) che risponda alle esigenze degli utenti, ai requisiti prestazionali richiesti dalle normative vigenti, alle condizioni di comfort degli occupanti e che sia consegnato nei tempi previsti e con un costo congruo.

Raggruppando le principali categorie di MMC si passa da sistemi tri-dimensionali completamente prodotti ed assemblati in fabbrica indicati per nuove costruzioni o in caso di demolizione e ricostruzione, a sistemi bi-dimensionali prodotti in condizioni di fabbrica e assemblati in cantiere (pannelli, pareti, solai, ecc.), a sistemi progettati per una cantierizzazione semplificata che riduce i tempi di posa in opera fino a singoli prodotti che necessitano di una lavorazione tradizionale, ma comunque progettati per una posa in opera ingegnerizzata (utilizzo di attrezzature robotizzate..). Tutti questi sistemi necessitano di un processo di produzione con un elevato livello di automazione.

Questo cambiamento porta con sé una digitalizzazione di tutto il processo edilizio per fornire risultati migliori e più certi durante la costruzione e l'esercizio degli edifici

I MMC consentono di velocizzare la programmazione degli interventi, di ridurre i costi e lo spreco di materiali da costruzione. Paesi che hanno già adottato su ampia scala questi criteri e che hanno messo in campo

sollecitazioni a livello governativo per promuovere la diffusione dell'edilizia *Off-Site* principalmente per lo sviluppo del settore residenziale non sono ancora così numerosi (esempi virtuosi si possono trovare in Giappone, Scandinavia, Regno Unito, Paesi Bassi, Nuova Zelanda, Canada).

Nel nostro paese siamo ancora un passo indietro, ma proprio per questo è assolutamente necessaria una spinta ad impostare una nuova visione all'interno del settore delle costruzioni che possa offrire tutti i vantaggi sopra evidenziati facendo riferimento a sistemi e/o prodotti bi-dimensionali prefabbricati.

E' in questo ambito che si muove la ricerca all'interno del Progetto: 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali" e nello specifico del Work package 2: Miglioramento dell'efficienza energetica di processi di produzione e di gestione dell'ambiente costruito.

Un elemento trainante per lo sviluppo delle opportunità di mercato offerte nel settore delle costruzioni è l'introduzione del cosiddetto "Superbonus 110%", argomento di stretta attualità nel nostro paese, messo in campo con il Decreto Rilancio n. 43/2020, con cui il Governo ha introdotto una forma di incentivo per efficientare e migliorare sismicamente gli edifici.

Il legislatore ha espressamente previsto che i soggetti che si occupano di edilizia residenziale pubblica, possano accedere agli speciali incentivi e contributi in materia di ecobonus e sismabonus per gli interventi di efficientamento energetico o miglioramento sismico sugli immobili di loro proprietà o da loro gestiti.

Il Superbonus è lo strumento che è stato pensato per raggiungere il 3% di tasso di ristrutturazione annuo del parco immobiliare e per abbattere del 35% i consumi energetici del settore residenziale entro il 2030, in linea con gli obiettivi sfidanti previsti dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC).

Questi driver consentiranno, quindi, sia un sostegno al rilancio del settore edile sia la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente incrementandone le prestazioni energetiche.

Seguire un processo realizzativo secondo i criteri dell'edilizia *Off-Site* comporta una garanzia di esecuzione e consegna dei manufatti in tempi certi e rapidi in modo da avere un impatto positivo sui flussi di cassa da parte degli investitori. Questo consentirà una concreta possibilità di programmazione di interventi da parte da un lato dei proprietari di un patrimonio immobiliare rilevante (si pensi ad esempio all'edilizia residenziale pubblica), dall'altro dell'industria delle costruzioni per organizzare il proprio processo di produzione e tutta la filiera ad esso collegata.

Soprattutto nel caso di interventi sul costruito si riesce ad abbattere i tempi di inagibilità dell'immobile riducendo i tempi di realizzazione. La maggior parte delle lavorazioni essendo trasferita dal cantiere allo stabilimento di produzione e, quindi, soggetta a condizioni standardizzate e controllate, sarà in grado di garantire livelli qualitativi e prestazionali superiori rispetto alle lavorazioni *On-Site*. Una garanzia di risultato in termini prestazionali renderà possibile la realizzazione di edifici più efficienti, sostenibili e di ridurre i costi imputabili alle forniture energetiche con un impatto considerevole sia sugli utenti finali che sull'ambiente.

Questo approccio ha costituito una sorta di linea guida per individuare le modalità di intervento da adottare nel caso di Deep Renovation del patrimonio immobiliare nel settore abitativo rientranti nell'ambito della presente linea di attività.

Le categorie all'interno delle MMC cui si fa riferimento nel presente studio mirano all'ottimizzazione di processi industriali, ma anche ad applicazioni tecnologiche tradizionali gestite tuttavia secondo criteri di produzione ed assemblaggio avanzati. Fattore comune risulta in ogni caso l'obiettivo di ridurre il più possibile e razionalizzare le lavorazioni *On-Site*, offrendo un'ampia gamma di soluzioni "pre-costituite" con un elevato livello di modularità/standardizzazione.

Si vuole sottolineare come la qualità progettuale debba essere strettamente legata alla sostenibilità: deve essere sempre effettuata una scelta consapevole dei materiali costruttivi al fine di valorizzazione l'intero ciclo di vita dei manufatti edilizi.

Questo può essere garantito attraverso l'utilizzo di materiali assemblabili e disassemblabili a fine vita che può essere messo in campo attraverso una nuova modalità di prefabbricazione che oggi deve essere strettamente legata alla metodologia/processo digitale BIM (Building Information Modeling), in modo da consentire il controllo e la gestione di tutte le fasi del progetto e del ciclo di vita degli edifici.

Il processo BIM consente il controllo della progettazione, il monitoraggio di tempi e costi in fase di cantiere, la gestione e l'integrazione tra le varie discipline che afferiscono alla realizzazione degli edifici e il rapporto con la fabbrica all'interno della logica di produzione *Off-Site*.

Questa nuova modalità di realizzazione di interventi di riqualificazione degli edifici estende i vantaggi della produzione standardizzata di singoli componenti, controllati individualmente e certificati che garantiscono elevati livelli di prestazione, anche durante i processi di gestione e manutenzione.

Le categorie di prefabbricazione più evolute necessitano di un ripensamento di tutto il processo industriale affinché si possa garantire agli investitori il vantaggio dell'economia di scala a livello di produzione arrivando a raggiungere apprezzabili risparmi nei costi totali che dovranno essere sostenuti (progettazione, produzione, realizzazione, cantierizzazione, gestione).

L'immagine comune di un componente prefabbricato era in passato legata ad una scarsa qualità, durabilità ed estetica. Oggi al contrario i prodotti offerti dal mercato edile di questo segmento hanno superato molte di queste barriere garantendo inoltre vantaggi in termini di riduzione di costi, tempi di realizzazione e opportunità di una progettazione e previsione delle fasi di esercizio, manutenzione fino alla dismissione degli immobili oggetto di intervento.

Questo approccio deve essere impostato in maniera flessibile: nessun elemento potrà essere pensato come universalmente applicabile a tutte le condizioni sia geografiche che tipologiche, ma deve essere possibile l'adattamento di ogni componente ad ogni singolo progetto.

Lo sviluppo di questa visione deve puntare ad un'edilizia di facile e rapida realizzazione, limitare i difetti, migliorare le prestazioni, aumentare la vita utile, programmare e ridurre i costi di manutenzione. Seguendo queste indicazioni l'industria delle costruzioni, una volta matura e consapevole, sarà in grado di ottenere ottimi risultati parallelamente ad una riduzione dei costi di produzione.

Il presente studio mettendo a disposizione alcune configurazioni e soluzioni tecnologiche ottimizzate per interventi sul costruito unitamente ad una modalità di selezione in funzione di condizioni al contorno e requisiti prestazionali offre uno spunto per poter aprire la strada ad uno sviluppo di tutta la filiera industriale di settore.

## 2 Metodologia della ricerca

L'obiettivo di tutta l'attività di ricerca riguarda il miglioramento dell'efficienza energetica di processi di produzione e di gestione dell'ambiente costruito attraverso la redazione di un catalogo di configurazioni costruttive standard per sistemi di riqualificazione da applicare sulle chiusure opache verticali esterne degli edifici residenziali esistenti.

Durante la prima annualità è stata svolta un'analisi, per macro-aree, regioni, fino ad alcuni dettagli a livello provinciale, della consistenza del patrimonio edilizio residenziale nazionale. Si è quindi individuata una casistica delle tipologie costruttive più diffuse e di quelle che presumibilmente potrebbero essere oggetto di interventi di riqualificazione energetica, in quanto realizzate prima degli obblighi imposti dalle normative sul contenimento dei consumi energetici. Un'indagine bibliografica nell'ambito della tecnologia dell'architettura ha fatto emergere una moltitudine molto vasta ed eterogenea di stratigrafie utilizzate negli edifici residenziali sul territorio italiano.

Si è ritenuto utile fare un lavoro di selezione delle soluzioni più rappresentative, alle quali è possibile ricondurre tutta una serie di altre stratigrafie simili in relazione ai parametri ritenuti più significativi all'interno di questa ricerca, quali lo spessore e la trasmittanza termica determinanti la prestazione energetica dell'involucro edilizio disperdente.

È stato progettato e sviluppato un abaco delle tipologie di involucro opaco più diffuse che descrive le stratigrafie adottate e riporta i valori di trasmittanza termica che le caratterizzano.

Questo abaco, articolato in 125 schede, fornisce una sintesi delle diverse configurazioni (e combinazioni) delle caratteristiche dei componenti dell'involucro edilizio appartenenti alle principali categorie di edifici residenziali esistenti.

Partendo dalla selezione proposta nell'abaco e dalle schede in cui sono state delineate le possibili configurazioni edilizie che si possono trovare all'interno del patrimonio nazionale, è stata costruita una "matrice" degli edifici, a prevalente uso residenziale, che sintetizza i risultati emersi dal preliminare studio dello stato dell'arte (346 configurazioni).

La conoscenza della composizione delle strutture perimetrali esterne ricorrenti è stata imprescindibile al fine di poter individuare in maniera mirata e dettagliata la tipologia di interventi standardizzati che meglio si adattasse al contesto esistente e che dovrà essere messa in campo tramite un "processo di addizione" dei nuovi moduli/sistemi di chiusura verticale.

L'approccio metodologico che ha guidato la presente linea di attività è partito dalla identificazione di parametri prestazionali per la comparazione dei materiali isolanti presenti sul mercato, finalizzata all'individuazione di quelli più performanti, anche in base alle indicazioni fornite dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) e ad indicatori di costo.

Gli isolanti sono stati successivamente associati alle soluzioni di riqualificazione delle chiusure verticali opache (CVO) applicabili all'esterno dell'edificio attraverso un sistema a cappotto e parete ventilata, e all'interno delle strutture perimetrali.

La priorità nella selezione delle soluzioni è stata data alla modularità, alla versatilità, all'adattabilità della soluzione di isolamento e alla sostituzione di materie prime vergini con materie prime secondarie provenienti da riciclo/riutilizzo che ne preservino le qualità.

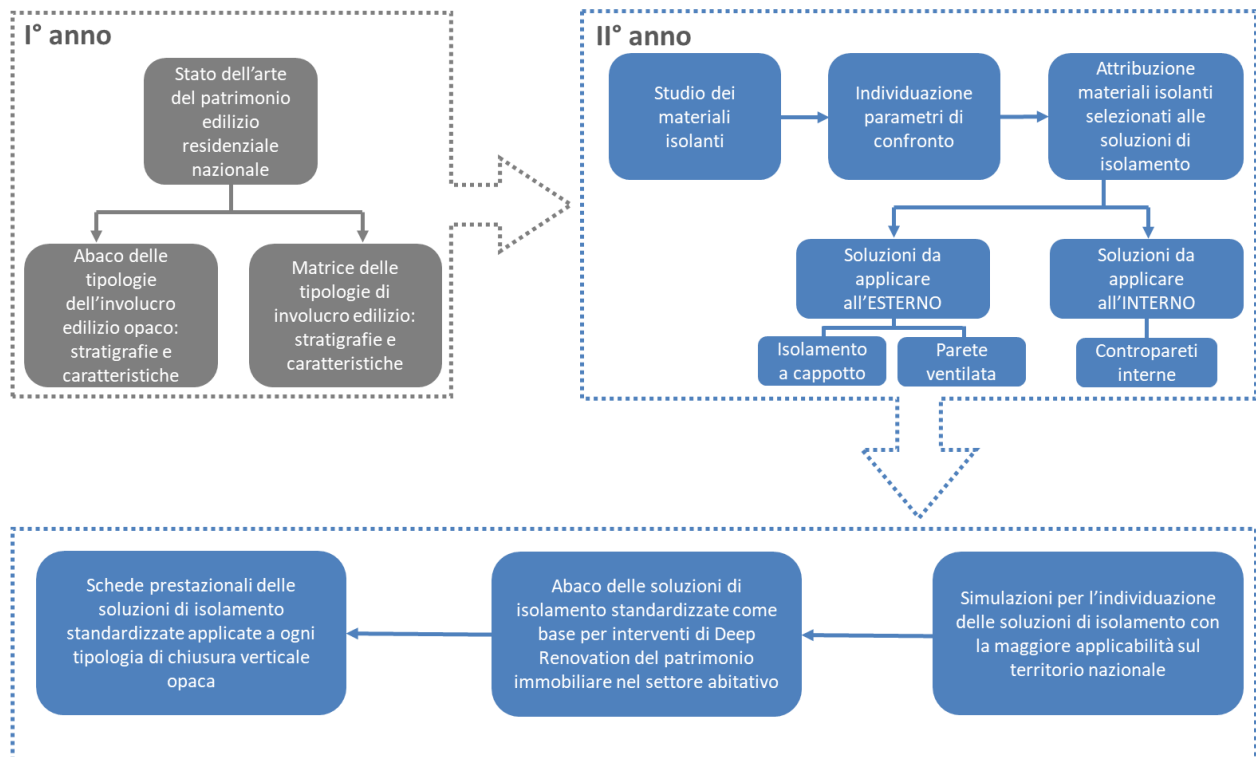
Questo approccio prevede soluzioni in linea con i principi dell'economia circolare, per lo più modulari (*Off-Site Construction*) e prefabbricate per ridurre i tempi di cantiere, l'invasività, le polveri nell'aria ed i costi d'intervento.

Le simulazioni effettuate per l'individuazione delle soluzioni standardizzate con una maggiore applicabilità sul territorio nazionale hanno fornito le basi per lo sviluppo di un abaco di moduli di involucro come base di un processo di produzione industriale per interventi di Deep Renovation del patrimonio edilizio residenziale nazionale.

Lo studio ha permesso l'elaborazione successiva di schede prestazionali delle soluzioni selezionate applicate su ciascuna CVO.

La matrice del patrimonio edilizio residenziale nazionale sviluppata durante il primo anno di ricerca è stata integrata con le soluzioni di intervento più performanti individuate durante la seconda annualità.

L'iter metodologico è descritto in sintesi nello schema riportato in Figura 1.



**Figura 1. Schema metodologico**

### 3 Materiali e soluzioni tecnologiche per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio residenziale nazionale esistente

La crescente consapevolezza della limitatezza delle risorse e dei cambiamenti climatici prodotti dalle attività antropiche ha prodotto un progressivo consenso in merito ad una nuova visione di sviluppo, in cui i principi di sostenibilità ed efficientamento energetico sono integrati nei quadri di riferimento strategici nazionali e regionali e nelle politiche di settore.

L'edilizia è tra i maggiori responsabili del consumo di risorse: circa il 30% del totale dell'energia e del 30% delle materie prime, oltre alla produzione di circa 57 milioni di tonnellate di rifiuti secondo il rapporto 2019 di ISPRA/SNPA. Questi dati evidenziano la necessità di individuare nuove strategie di efficientamento energetico volte a rendere maggiormente sostenibile il settore delle costruzioni. Il termine efficienza energetica si riferisce genericamente alla capacità di un sistema fisico di ottenere un certo risultato utilizzando la minor quantità di energia possibile rispetto ad altri sistemi meno efficienti, aumentando le sue prestazioni e ottenendo di conseguenza risparmi energetici, minori costi e significativi benefici ambientali. La riqualificazione energetica degli edifici e l'uso razionale delle risorse in tutte le fasi del processo di costruzione costituiscono interventi chiave presenti nei più recenti documenti di politica internazionale volti a decarbonizzare il patrimonio edilizio entro il 2050, con fasi intermedie nel 2030 e nel 2040. La direttiva europea 2018/844, che sostituisce la precedente 2010/31/UE sulla prestazione energetica degli edifici e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, obbliga gli Stati Membri a sviluppare strategie nazionali a lungo termine per promuovere la ristrutturazione energetica degli edifici residenziali, non residenziali, privati e pubblici. L'obiettivo è quello di ridurre le emissioni nell'UE dell'80-85% rispetto ai livelli del 1990, promuovendo la trasformazione degli edifici esistenti in edifici a energia quasi zero (nZEB) [1]. Il fabbisogno termico degli edifici determina la quantità di energia utilizzata per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti confinati, che influisce profondamente sull'efficienza energetica dell'intero sistema edificio-impianti. L'adozione dei principi di una progettazione sostenibile e l'uso "efficiente" dei materiali da costruzione possono svolgere un ruolo cruciale nel miglioramento delle prestazioni termiche degli edifici nuovi ed esistenti [4].

Diverse attività di ricerca si sono concentrate sulla valutazione dei consumi energetici degli edifici esistenti. Paraschiv et al. [5] hanno evidenziato che la maggior parte del potenziale di risparmio energetico, e quindi una possibile riduzione delle emissioni di gas serra, è ottenibile grazie ad interventi di isolamento termico degli edifici esistenti, che permettono di conseguire miglioramenti dell'efficienza termica per ridurre il fabbisogno di riscaldamento dell'edificio. Secondo i dati per il 2018 riportati in [6], il settore residenziale rappresenta il 26,1% del consumo finale di energia, ovvero il 16,6% del consumo interno lordo di energia nell'Unione Europea. In particolare, il principale consumo energetico delle famiglie dell'UE è destinato al riscaldamento delle abitazioni (63,6%) e al raffrescamento degli spazi (0,4%).

La prestazione energetica dell'intero edificio dipende principalmente dall'efficienza dell'involucro, che stabilisce il confine tra ambiente interno ed esterno [7]. In particolare, il 50% del consumo energetico totale di un edificio per uso generale viene dissipato attraverso il suo involucro [8].

Per edificio ad elevata efficienza energetica si intende "un organismo edilizio in grado di garantire al suo interno una condizione di benessere limitando al minimo l'utilizzo di fonti energetiche non rinnovabili" [9]. Il comfort termo-igrometrico, acustico e luminoso indoor, non è affidato esclusivamente all'impiantistica, ma deve essere garantito attraverso opportune soluzioni tecnico-costruttive, da considerare fin dalle fasi iniziali del percorso di progettazione.

L'isolamento termico dell'involucro edilizio rientra tra gli interventi di efficientamento energetico previsti dalla normativa vigente. Attraverso l'integrazione di materiale coibente nella stratigrafia delle pareti esistenti, si contribuisce al raggiungimento di elevate condizioni di comfort termo-igrometrico, diminuendo i flussi termici tra l'ambiente interno ed esterno dell'edificio, che determinano una riduzione dei consumi di energia per la climatizzazione invernale ed estiva e al contempo una diminuzione delle emissioni di gas climalteranti derivanti dai processi di combustione delle fonti energetiche fossili.

### 3.1 Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia sostenibile

La normativa vigente promuove sempre più la sostenibilità ambientale nel settore delle costruzioni e ciò ha portato allo sviluppo di sistemi costruttivi industrializzati e per lo più assemblabili a secco, tramite giunzioni metalliche, permettendo di ridurre notevolmente i tempi di esecuzione e gli impatti ambientali correlati.

Materiali naturali e/o provenienti da processi di riciclo o riutilizzo, riciclabili o riutilizzabili, innovativi e con elevate prestazioni, costituiscono gli elementi chiave per avviare nuovi processi di produzione industriale più sostenibili per interventi di Deep Renovation.

I Criteri Ambientali Minimi – CAM sono i requisiti ambientali volti ad individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato consentendo la diffusione di tecnologie e prodotti sostenibili, introdotti grazie all'art. 18 della L. 221/2015 e, successivamente, all'art. 34 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" del D.lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" e modificato dal D.lgs 56/2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici", che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti [10].

Il decreto definisce prescrizioni specifiche relative ai materiali da impiegare sia per la nuova costruzione, sia per la ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

Le prescrizioni relative ai materiali isolanti riguardano in particolare i limiti quantitativi di materia riciclata da impiegare e delle emissioni di sostanze pericolose sia per l'uomo che per l'ambiente, e definiscono le modalità per dimostrare il rispetto di tali requisiti.

Per avviare una nuova filiera industriale di componenti edilizi standardizzati per efficientare l'involucro edilizio opaco, finalizzata a garantire la maggior sostenibilità ambientale sia del prodotto sia dell'intervento in cui verrà impiegato, è sicuramente imprescindibile il rispetto dei CAM. Per evidenziare i criteri e i parametri che hanno guidato la selezione dei materiali isolanti abbiamo fatto riferimento alle definizioni riportate all'interno dei "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" relativi in particolare ai materiali impiegati per isolare l'involucro edilizio.

I criteri comuni a tutti i componenti edilizi sono:

- **Disassemblabilità.** Almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, ad esclusione degli impianti, deve poter essere sottoposto ad una demolizione selettiva e riciclabile o riutilizzabile. Perlomeno il 15% della medesima percentuale deve essere composto da materiali non strutturali. Per garantire la verifica del rispetto di questo requisito il progettista deve fornire l'elenco di tutti i componenti edilizi e dei materiali che possono essere riciclati o riutilizzati, con l'indicazione del relativo peso rispetto al peso totale dei materiali utilizzati per l'edificio.
- **Materia recuperata o riciclata.** Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali impiegati per realizzare, ristrutturare o efficientare un edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali adoperati. Di questa percentuale, almeno il 5% deve essere composta da materiali non strutturali. Per le diverse categorie di materiali e componenti edilizi valgono in sostituzione, qualora specificate, le percentuali contenute nel capitolo 2.4.2 Criteri specifici per i componenti edilizi. Questo requisito può essere derogato nel caso in cui:
  - a) il componente svolga una funzione specifica di protezione dell'edificio dagli agenti esterni come acque meteoriche (ad esempio le membrane per impermeabilizzazione);
  - b) esistano specifici obblighi di legge a garanzie minime di durabilità legate alla sopraccitata funzione.

Per garantire la verifica del rispetto di questo requisito il progettista deve fornire la lista dei materiali che compongono il componente edilizio, anche parzialmente, da materie recuperate o riciclate ed il loro peso rispetto al peso totale dei materiali utilizzati per l'edificio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata attraverso una delle seguenti opzioni:

1. una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDIItaly© o equivalenti;

2. una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
3. una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Nel caso in cui l'azienda produttrice non avesse le certificazioni sopramenzionate, è possibile presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso è necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

- *Sostanze pericolose.* Nei componenti edilizi, in parti di essi o nei materiali impiegati non devono essere inseriti intenzionalmente:
  1. additivi a base di cadmio, piombo, cromo VI, mercurio, arsenico e selenio in concentrazione superiore allo 0.010% in peso;
  2. sostanze identificate come «estremamente preoccupanti» (SVHCs) ai sensi dell'art.59 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 ad una concentrazione maggiore dello 0,10% peso/peso;
  3. sostanze o miscele classificate o classificabili con le seguenti indicazioni di pericolo:
    - come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione di categoria 1A, 1B o 2 (H340, H350, H350i, H360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df, H341, H351, H361f, H361d, H361fd, H362);
    - per la tossicità acuta per via orale, dermica, per inalazione, in categoria 1, 2 o 3 (H300, H301, H310, H311, H330, H331);
    - come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1,2 (H400, H410, H411);
    - come aventi tossicità specifica per organi bersaglio di categoria 1 e 2 (H370, H371, H372, H373).

Per garantire la verifica del rispetto del punto 1 l'appaltatore deve presentare dei rapporti di prova rilasciati da organismi di valutazione della conformità. Per i punti 2 e 3 l'appaltatore deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto degli stessi; tale dichiarazione dovrà includere una relazione redatta in base alle Schede di Sicurezza messe a disposizione dai produttori.

- *Isolanti termici ed acustici.* Nel caso degli isolanti oltre al limite quantitativo in peso di materiale riciclato e delle emissioni di sostanze pericolose e tossiche sono presenti richieste specifiche aggiuntive. Gli isolanti utilizzati devono rispettare i seguenti criteri:
  1. non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;
  2. non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;
  3. non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;
  4. se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;
  5. se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.;
  6. se il prodotto finito contiene uno o più dei componenti elencati nella seguente tabella, questi devono essere costituiti da materiale riciclato e/o recuperato secondo le quantità minime indicate, misurato sul peso del prodotto finito.

**Tabella 1. Quantità minime di materiale riciclato e/o recuperato in base alla tipologia di isolante**

	Isolante in forma di pannello	Isolante stipato, a spruzzo/insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa		80%	
Lana di vetro	60%	60%	60%
Lana di roccia	15%	15%	15%
Perlite espansa	30%	40%	8%-10%
Fibre in poliestere	60-80%		60 - 80%
Polistirene espanso	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione	
Polistirene estruso	dal 5 al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione		
Poliuretano espanso	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione	
Agglomerato di Poliuretano	70%	70%	70%
Agglomerati di gomma	60%	60%	60%
Isolante riflettente in alluminio			15%

Per garantire la verifica del rispetto di questo requisito il progettista deve compiere scelte tecniche di progetto che consentano di soddisfare il criterio e deve prescrivere che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

1. una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly® o equivalenti;
2. una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
3. una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Qualora l'azienda produttrice non fosse in possesso delle certificazioni richiamate ai punti precedenti, è ammesso presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso è necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

- **Pavimenti e rivestimenti.** I prodotti utilizzati per le pavimentazioni e i rivestimenti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle decisioni 2010/18/CE30, 2009/607/CE31 e 2009/967/CE32 e loro modifiche ed integrazioni, relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica. Per quanto riguarda le piastrelle di ceramica si considera comunque sufficiente il rispetto dei seguenti criteri selettivi dalla decisione 2009/607/CE:
  - consumo e uso di acqua;
  - emissioni nell'aria (per i parametri Particolato e Fluoruri);
  - emissioni nell'acqua;
  - recupero dei rifiuti.

Per garantire la verifica del rispetto di questo requisito il progettista deve prescrivere che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

1. il Marchio Ecolabel UE o equivalente;

2. una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri sopra richiamati.

In mancanza di questi, la documentazione comprovante il rispetto del presente criterio validata da un organismo di valutazione della conformità, dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

- *Pitture e vernici.* I prodotti vernicianti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2014/312/UE (30) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica. Per garantire la verifica del rispetto di questo requisito il progettista deve prescrivere che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:
  1. il Marchio Ecolabel UE o equivalente;
  2. una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

Queste indicazioni dovranno essere tenute in considerazione dalle aziende che utilizzeranno materiali isolanti e prodotti che costituiscono i sistemi di facciata all'interno del proprio processo produttivo o della filiera di cui fanno parte.

### 3.2 *Materiali isolanti per l'efficiamento energetico delle chiusure verticali opache*

Le norme relative all'efficienza energetica degli edifici si concentrano sulle caratteristiche prestazionali dei materiali termoisolanti, anche nel rispetto dei principi introdotti dall'economia circolare. Ciò ha portato all'introduzione sul mercato di diverse tipologie di materiali ad elevate prestazioni. Per effettuare una selezione dei materiali isolanti che prenderemo in considerazione nelle soluzioni di riqualificazione dei sistemi di facciata abbiamo elaborato una sintesi delle tipologie presenti sul mercato che possono essere articolate in quattro macro categorie per quanto riguarda la loro origine [11,12]:

- *Isolanti organici naturali:* rappresenta la categoria di isolanti più numerosa e con il più elevato livello di sostenibilità ambientale testimoniata da numerosi studi effettuati sul ciclo di vita (LCA). Le principali tipologie di questi materiali isolanti sono: canapa e cannicciato, cellulosa, fibra di cocco, lana di pecora, lino cotone, pannelli in fibra di legno, paglia, sughero, trucioli di legno. Questa categoria di materiali isolanti può essere utilizzata per: isolamenti a cappotto (canapa e cannicciato, cellulosa, fibra di cocco, lino, lana di pecora, pannelli in fibra di legno, paglia), isolamento interno (cellulosa, fibra di cocco, lana di pecora, pannelli in fibra di legno, paglia) ed isolamento di intercapedine anche acustico (canapa e cannicciato, cellulosa, fibra di cocco, lana di pecora, lino cotone, paglia, pannelli in fibra di legno, sughero, trucioli di legno); la conducibilità termica è compresa tra 0,04 e 0,09 W/mK;
- *Isolanti inorganici naturali* come argilla, perlite espansa, pomice e vermiculite, derivano da rocce vulcaniche e da argilla. Questa categoria di materiali isolanti viene principalmente utilizzata per: massetti di copertura, malte e intonaci isolanti (vermiculite); isolamento di intercapedini, malte e intonaci isolanti (perlite); isolamenti di copertura, sfusa o miscelata in calcestruzzi e intonaci leggeri e isolanti (pomice); pannelli prefabbricati, calcestruzzi leggeri e anche come isolante acustico (argilla espansa); la conducibilità termica è compresa tra 0,07 e 0,09 W/mK;
- *Isolanti organici sintetici* come poliuretano e polistirene espanso, polistirolo espanso ed estruso, che derivano da petrolio, MDi, poliolo ed agenti espandenti e ignifughi, tramite un processo chimico. Essi possono essere impiegati per: isolamenti a cappotto (polistirolo espanso ed estruso, poliuretano), isolamento interno (polistirene espanso) e isolamento di intercapedini anche come isolante acustico

(polistirolo espanso, poliuretano e polistirene espanso); la conducibilità termica è la più bassa tra tutte le categorie di materiali isolanti, con valori compresi tra 0,03 e 0,045 W/mK;

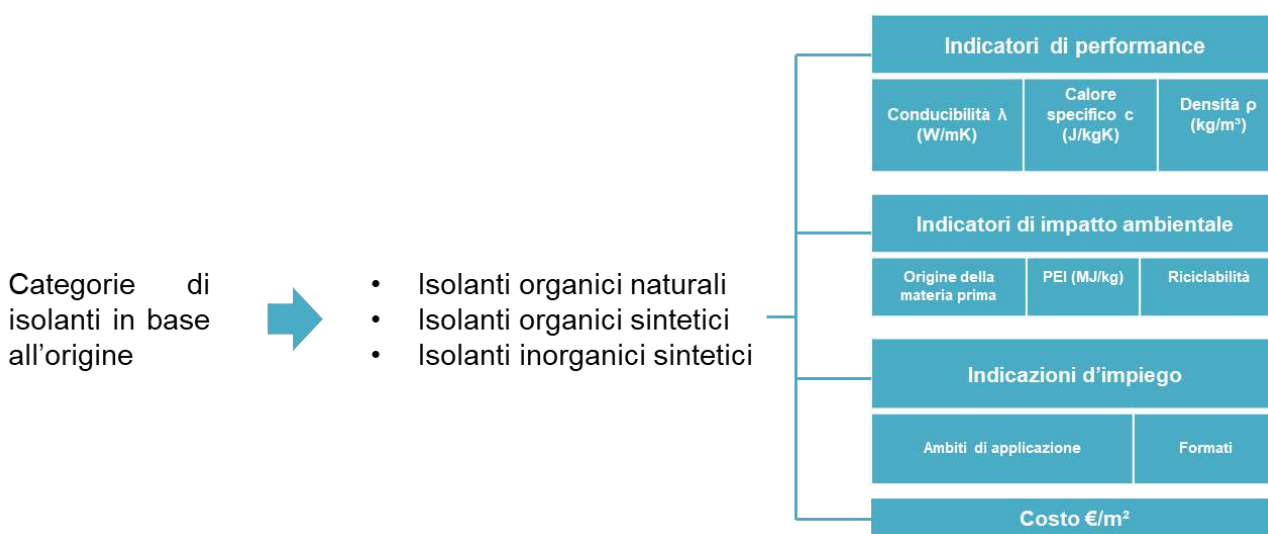
- *Isolanti inorganici sintetici* come lana di roccia, silicato di calcio e vetro cellulare; essi possono derivare dalla dolomite, al basalto, al vetro anche miscelato a sabbia quarzosa, da calce e sabbia quarzosa che formano il silicato di calcio. Questa categoria di materiali isolanti viene principalmente impiegata per realizzare isolamenti a cappotto (lana di roccia, e vetro cellulare) e isolamento interno (silicato di calcio); la conducibilità termica è compresa tra 0,04 e 0,09 W/mK.

### 3.2.1 Parametri di confronto per la selezione dei materiali isolanti

Per poter effettuare una scelta consapevole e critica, all'interno di un'ampia gamma di disponibilità di isolanti offerti dal mercato, che differiscono tra loro per prestazioni, per tipologia e origine, per modalità d'impiego e di produzione, è necessario poter svolgere una comparazione fra le peculiarità di ogni materiale [13].

Il confronto tra i materiali isolanti è stato effettuato al fine di consentire l'individuazione delle tipologie più performanti. L'identificazione di un range di spessori che consente la maggiore applicazione sul territorio nazionale, nel rispetto dei valori limite previsti da normativa, dal punto di vista sia del risparmio energetico che dell'impatto ambientale, potrà fornire uno strumento all'industria produttrice di sistemi tecnologici e di isolamento, utile all'organizzazione di una supply chain interna al proprio processo di produzione che riesca anche ad essere flessibile alle diverse domande di mercato.

Al fine di consentire una comparazione sono stati selezionati alcuni parametri non soltanto relativi alle capacità di isolamento in regime invernale ed estivo, ma anche all'impatto ambientale, alla tipologia d'impiego e al costo (Fig. 2) [14].



**Figura 2. Parametri di confronto dei materiali isolanti**

Tra gli indicatori di performance sono stati scelti i parametri di conducibilità termica, densità e calore specifico.

Il valore di conducibilità ( $\lambda$ ) permette di valutare il comportamento termico di un materiale, ovvero il flusso di calore (espresso in Watt) che attraversa il materiale con spessore unitario (1 m) per una differenza di temperatura unitaria (1 grado Kelvin). L'unità di misura della conducibilità termica è W/mK. Questa caratteristica intrinseca dei materiali dipende principalmente dalla composizione chimica, dalla densità e dalla quantità d'aria presente nel materiale stesso: per questo motivo gli isolanti fibrosi e cellulari sono tra i più performanti.

La densità (kg/m<sup>3</sup>) influenza la conducibilità termica del materiale: al diminuire del peso per unità di volume aumenta il potere isolante del materiale. L'aumento della dimensione delle celle e quindi il minor numero di

schermi che il flusso di calore deve superare, comporta una maggiore trasparenza nell'infrarosso e quindi la quantità di calore che passa per irraggiamento sarà maggiore. I materiali isolanti leggeri, infatti, sono caratterizzati da un elevato potere termoisolante, ma al tempo stesso da una scarsa inerzia e densità, e per questo contribuiscono in maniera ridotta all'attenuazione<sup>1</sup> e allo sfasamento<sup>2</sup> dell'onda termica, fondamentale per ridurre i consumi energetici per la climatizzazione estiva [15].

Il calore specifico indica il rapporto tra il calore fornito all'unità di massa del materiale e la variazione di temperatura (espresso in J/kgK).

I valori relativi al calore specifico e alla densità sono stati considerati in quanto influenzano il comportamento estivo determinando l'inerzia termica delle strutture legata alla loro capacità di accumulo del calore agendo sia con un effetto di smorzamento dell'ampiezza dell'onda termica esterna che con lo sfasamento della stessa.

La diffusività termica ( $a = \lambda / \rho \cdot c$ ) è un parametro utile per quantificare l'inerzia termica di un materiale, in quanto misura la velocità alla quale il calore si diffonde attraverso di esso. Più è basso il valore della diffusività termica maggiore sarà il contributo dell'isolante per attenuare l'onda termica entrante. Per ottenere un basso livello di diffusività è necessario impiegare un materiale isolante con un ridotto valore di conducibilità ( $\lambda$ ) ed elevati valori di densità ( $\rho$ ) e calore specifico ( $c$ ). È stato calcolato il valore della diffusività termica per ogni materiale isolante.

Per stimare l'impatto ambientale sono stati analizzati l'origine della materia prima, la quantità di energia necessaria in fase produttiva dell'isolante, collegata al valore del *Potential Environmental Impact* - PEI, espressa in MJ/kg, e la possibilità di riciclare il materiale a fine vita. È stato valutato anche il fattore di resistenza alla diffusione del vapore  $\mu$ , dato dal rapporto tra la resistenza alla diffusione del vapore del materiale e la resistenza alla diffusione del vapore dell'aria [16].

Gli aspetti relativi all'impiego sono stati oggetto di un ulteriore approfondimento dal momento che gli isolanti presentano caratteristiche disomogenee per quanto riguarda sia il potenziale impiego sia il formato in cui vengono prodotti. Tali indicazioni sono state sviluppate in base ad alcune specifiche caratteristiche dell'isolante come, ad esempio, la sua resistenza agli urti, la sua compattezza o il suo peso.

Si è ritenuto importante compiere una valutazione economica dei materiali isolanti presenti sul mercato, in quanto il costo al m<sup>2</sup> è considerato un parametro di scelta significativo.

Sono state svolte delle simulazioni sulle chiusure verticali opache riportate nell'abaco del primo anno di ricerca (Paragrafo 4.1), applicando le principali tipologie di materiale isolante presenti sul mercato, per individuare per ognuna, lo spessore tale da garantire il rispetto dei valori limite di trasmittanza termica stazionaria previsti dalla normativa vigente per ogni zona climatica sul maggior numero di edifici residenziali nazionali.

E' stato di conseguenza possibile effettuare una valutazione economica riferita ad un metro quadro di ciascun materiale isolante, in modo da poterli comparare tra loro.

Il costo al m<sup>2</sup> di ciascun isolante è stato desunto dai prezzi dei prodotti presenti sul mercato.

Sulla base dei prezzi individuati state determinate quattro fasce di costo:

- Basso <30 €/m<sup>2</sup>
- Medio >30 e ≤70 €/m<sup>2</sup>
- Medio-alto >70 e ≤100 €/m<sup>2</sup>
- Alto >100 €/m<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Il fattore di attenuazione o smorzamento rappresenta il rapporto tra la massima ampiezza dell'onda termica sulla superficie interna e quella sulla superficie esterna. Indica di quanto viene ridotta la temperatura esterna in relazione alla temperatura media della superficie interna

<sup>2</sup> Il fattore di sfasamento è il ritardo temporale tra il picco del flusso termico entrante nell'ambiente interno ed il picco della temperatura interna (espresso in ore)

**Tabella 2. Individuazione spessori isolanti per rispettare Resistenza termica media**

	Tipologia di isolante	Spessore [m]	Conducibilità (λ) [W/mK]
isolanti organici naturali	Canapa	0,16	0,045
	Cannicciato	0,19	0,055
	Cellulosa	0,16	0,045
	Fibre di cocco	0,16	0,045
	Fibra di legno	0,14	0,040
	Lana di pecora	0,14	0,040
	Lino	0,15	0,043
	Paglia	0,21	0,060
	Sughero	0,17	0,047
isolanti organici sintetici	Polistirene espanso EPS	0,13	0,038
	Polistirene estruso XPS	0,11	0,031
	Poliuretano espanso rigido	0,08	0,022
	Polietilene espanso	0,13	0,038
isolanti inorganici sintetici	Lana di roccia	0,11	0,032
	Lana di vetro	0,11	0,032
	Silicato di calcio	0,16	0,045
	Vetro cellulare	0,18	0,050
	Aerogel	0,05	0,015

Si riportano di seguito le tabelle comparative dei più diffusi materiali isolanti presenti sul mercato, raggruppati in base all'origine (Tabella 3, Tabella 4, Tabella 5).

Tabella 3. Caratteristiche dei materiali isolanti organici naturali

Materiale isolante	Fattore di resistenza al	Indicatori di performance			Indicatori di impatto ambientale			Indicazioni d'impiego		Fascia di prezzo al m <sup>2</sup>
		Conducibilità $\lambda$ (W/mK)	Calore specifico $c$ (J/kgK)	Densità $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Origine della materia prima	PBI (Mt/kg)	Riciclabilità	Ambiti di applicazione	Formati	
Canapa	1-2	0,045	2100	20-40	Rinnovabile: canapa, fibre di poliestere, soda o sali borici	15	si	Cappotto esterno, cappotto interno	Panelli stuoi	Medio
Cannicciato	2-4	0,055	1200	180-225	Rinnovabile: Canne, filo di ferro o di poliestere	0,54	In pratica scarsamente	Cappotto esterno	Panelli stuoi	Basso
Cellulosa	1-2	0,045	1944	70-100	Rinnovabile: carta straccia, solfonato di lignina, juta, resina, solfonato di alluminio, sali borici	4,24	si	Cappotto esterno, interno di pareti	Panelli granulare e fiocchi	Medio
Fibra di cocco	1-5	0,045	2000	70-125	Rinnovabile: fibra del frutto	4,9	si	Cappotto esterno, interno di pareti	Panelli Rotoli lastre	Alto
Fibra di legno	5-10	0,038-0,040	2100	50-280	Rinnovabile: legno, solfato di ammonio, paraffina	17	si	Cappotto esterno e interno, parete ventilata	Panelli materassini	Medio
Lana di pecora	1-2	0,04	1720	20-30	Rinnovabile: Lana di pecora, fibre di poliestere, sale di borace, derivati a base di urea	12,6	si	Cappotto esterno e interno	Panelli rotoli materassino	Medio
Lino	1	0,04-0,045	1660	20-41	Rinnovabile: lino, fibre di poliestere, fosfato di ammonio, solfato di ammonio, sale borace	33,12	si	Cappotto esterno e interno	Panelli materassini rotoli	Medio
Paglia	2-4	0,06	1900	100-340	Rinnovabile: paglia, filo di ferro o di polipropilene, additivi antincendio	1,38	si	Cappotto esterno, interno di pareti	Panelli	Medio
Sughero	5-10	0,045-0,05	1670	80-180	Rinnovabile: corteccia	2,16	si	Cappotto esterno, interno di pareti	Panelli stuoi	Alto

Tabella 4. Caratteristiche dei materiali isolanti organici sintetici

Materiale isolante	Fattore di resistenza al	Indicatori di performance			Indicatori di impatto ambientale			Indicazioni d'impiego		Fascia di prezzo al m <sup>3</sup>
		Conduttività $\lambda$ (W/mK)	Calore specifico c (J/kgK)	Densità $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Origine della materia prima	PI (Mg/kg)	Reciclabilità	Modalità di applicazione	Formati	
Polistirene espanso (EPS)	20-100	0,031 - 0,044	1450	20 - 20	Non rinnovabile: petrolio, agenti espandenti ed ignifughi	99,20	Si, ma in pochi casi	Cappotto esterno ed interno, parete ventilata	pannelli	Basso
Polistirene estruso (XPS)	80-200	0,031	1450	20 - 65	Non rinnovabile: petrolio, agenti espandenti ed ignifughi	107,15 - 110,20	Si, ma in pochi casi	Cappotto esterno, interno di pareti, parete ventilata	pannelli	Basso
Poliuretano espanso rigido	30-150	0,022	1400	38	Non rinnovabile: petrolio, poliooli e poliisocianati, agenti espandenti ed ignifughi	90-90	Si, in pochi casi	Cappotto esterno e interno, parete ventilata	pannelli	Basso
Poliuretano espanso	>200	0,035 - 0,04	2000	30	Non rinnovabile: petrolio, agenti espandenti ed ignifughi	107,2	Si, ma in pochi casi	Cappotto esterno e interno, parete ventilata	pannelli	Basso

Tabella 5 Caratteristiche dei materiali isolanti inorganici sintetici

Materiale isolante	Fattore di resistenza al	Indicatori di performance			Indicatori di impatto ambientale			Indicazioni d'impiego		Fascia di prezzo al m <sup>3</sup>
		Conduttività $\lambda$ (W/mK)	Calore specifico c (J/kgK)	Densità $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Origine della materia prima	PI (Mg/kg)	Reciclabilità	Modalità di applicazione	Formati	
Lana di roccia	1-2	0,032	1030	25 - 200	Riciclaggio mattoni, diabase, dolomite, resina sintetica, agenti idrorepellenti	22,12	Si, ma in pochi casi	Cappotto esterno e interno, parete ventilata	Pannelli	Basso
Lana di vetro	1-2	0,032	1030	30	miscela di vetro e sabbia	30,2 - 43,2	si	Cappotto esterno e interno, parete ventilata	Pannelli, rotoli	Basso
Silicato di calcio	3	0,045-0,06	710	200 - 260	Ossido di silicio, calcio, cellulosa	52	Si, in pochi casi	Isolamento interno	Pannelli	Alto
Vetro cellulare	∞	0,05	840	120 - 165	Vetro riciclato, sabbia quarzifera, feldspato, soda, potassio	67	Si, ma in pochi casi	Cappotto esterno	pannelli	Alto
Aerogel	5	0,015	1000	150 - 350	98% di aria e 2% di silice amorfa	35,5	si	Isolamento interno	pannelli	Alto

Dopo aver raccolto le informazioni relative alle condizioni di comfort, all’impatto ambientale e alle tipologie di impiego di ogni isolante, sono stati elaborati dei grafici per consentire un confronto immediato degli indicatori di performance e del PEI come indicatore di impatto ambientale, per ciascuna tipologia di materiale coibente.

Negli istogrammi che seguono si riportano in azzurro gli isolanti che presentano le migliori prestazioni in riferimento a ciascun parametro considerato (dalla Figura 3 alla Figura 17).

Gli **isolanti organici derivanti da materie prime naturali** di origine animale e vegetale sono costituiti da una struttura fibrosa, ad eccezione del sughero con struttura cellulare, a vacui aperti che permettono un’elevata traspirabilità.

La produzione comporta un minor impatto ambientale rispetto agli isolanti di sintesi, ma è ovviamente condizionata dalla disponibilità delle materie prime, dal consumo energetico legato al trasporto in base alla loro provenienza e ai tempi di rigenerazione.

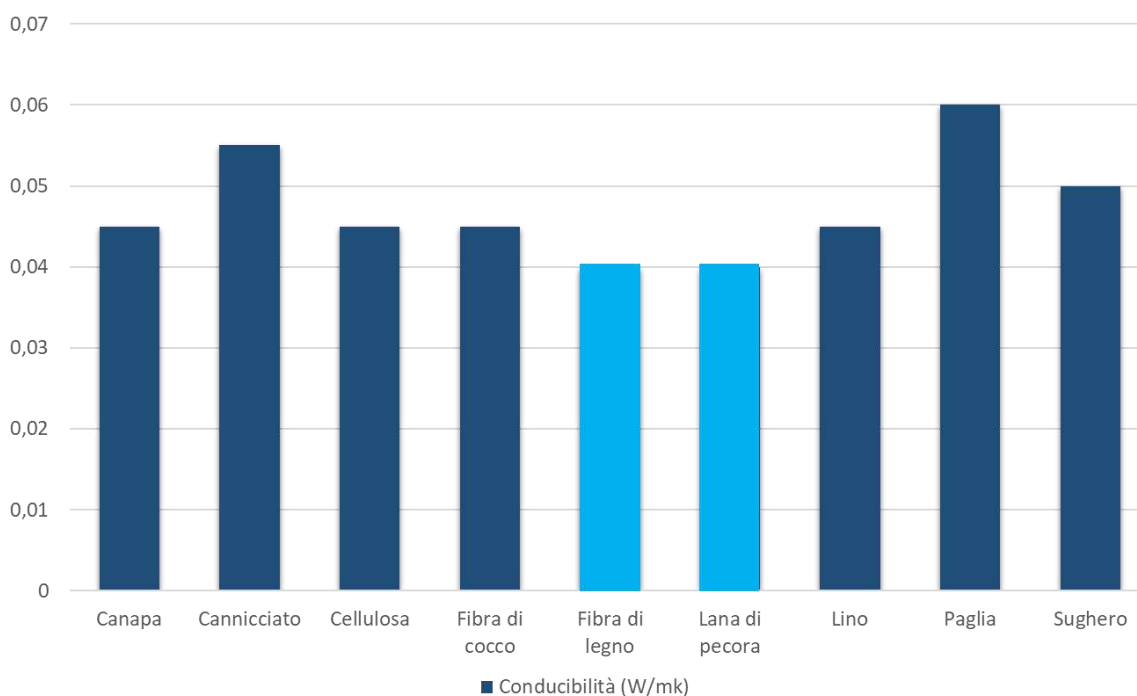
Tra gli isolanti organici naturali la fibra di legno e la lana di pecora si contraddistinguono per il maggior potere isolante. La fibra di legno è costituita da segature provenienti molto spesso da scarti di lavorazioni industriali, oltre ad essere un materiale rinnovabile, è anche riciclato [17].

Il processo produttivo non prevede generalmente l’aggiunta di collanti sintetici in quanto durante la pressatura il legno rilascia la lignina, un collante naturale che permette al pannello di conservare la forma.

I pannelli presenti in commercio sono caratterizzati da una densità che varia tra i 50 e i 280 kg/m<sup>3</sup>.

La fibra di legno ha un’elevata capacità di accumulo del calore (elevato calore specifico) e consente di ottenere un buono sfasamento termico<sup>3</sup>, di particolare rilevanza per il periodo estivo.

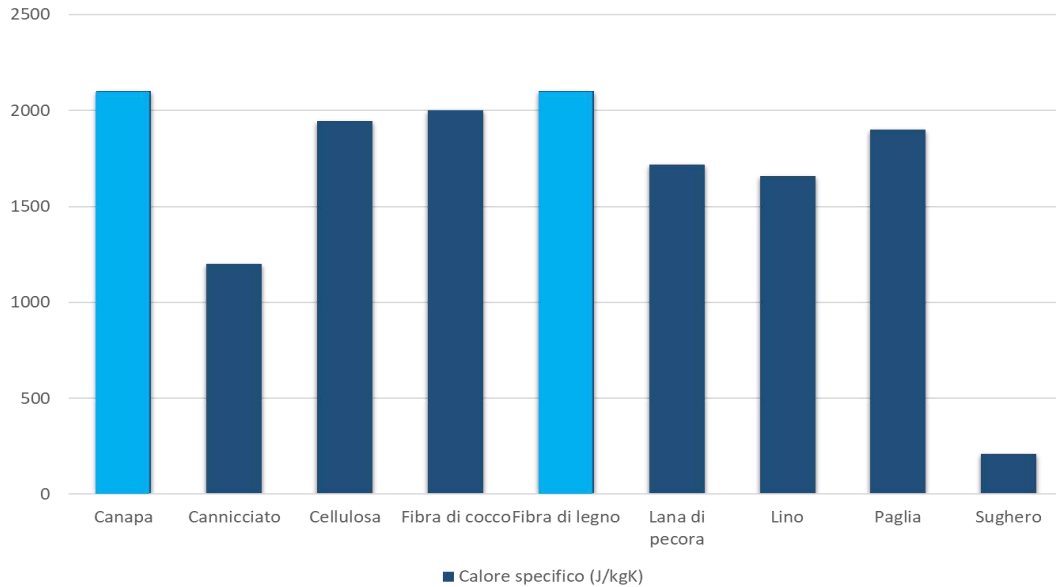
L’isolante in lana di pecora viene prodotto attraverso un processo di aghettatura meccanico. La lana viene generalmente trattata con sostanze ignifughe e protettive contro coleotteri e tarme [18].



**Figura 3. Confronto tra i valori di conducibilità degli isolanti organici naturali**

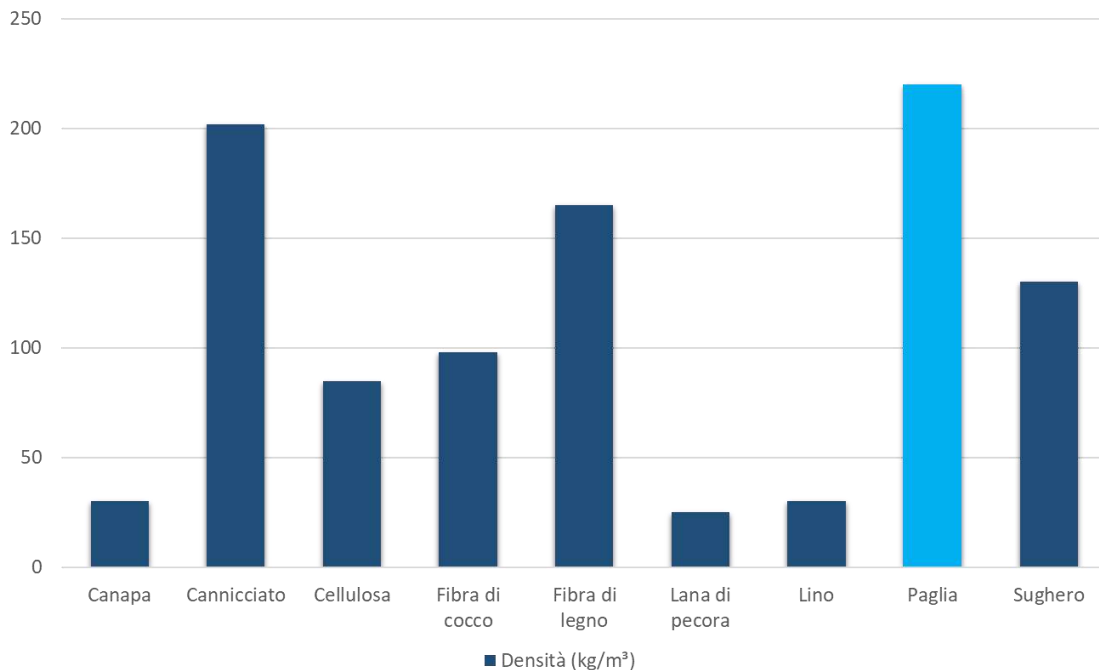
<sup>3</sup> Lo Sfasamento termico è l’arco di tempo necessario all’onda termica per passare dall’esterno all’interno attraverso un materiale. Tale arco di tempo non deve essere inferiore a 8/12 ore.

La canapa e la fibra di legno sono tra i materiali isolanti organici naturali con il più elevato calore specifico. La canapa si ottiene dalla *Cannabis Sativa*, una pianta molto resistente e produttiva. È un isolante in grado di assorbire molta umidità.



**Figura 4. Confronto tra i valori relativi al calore specifico degli isolanti organici naturali**

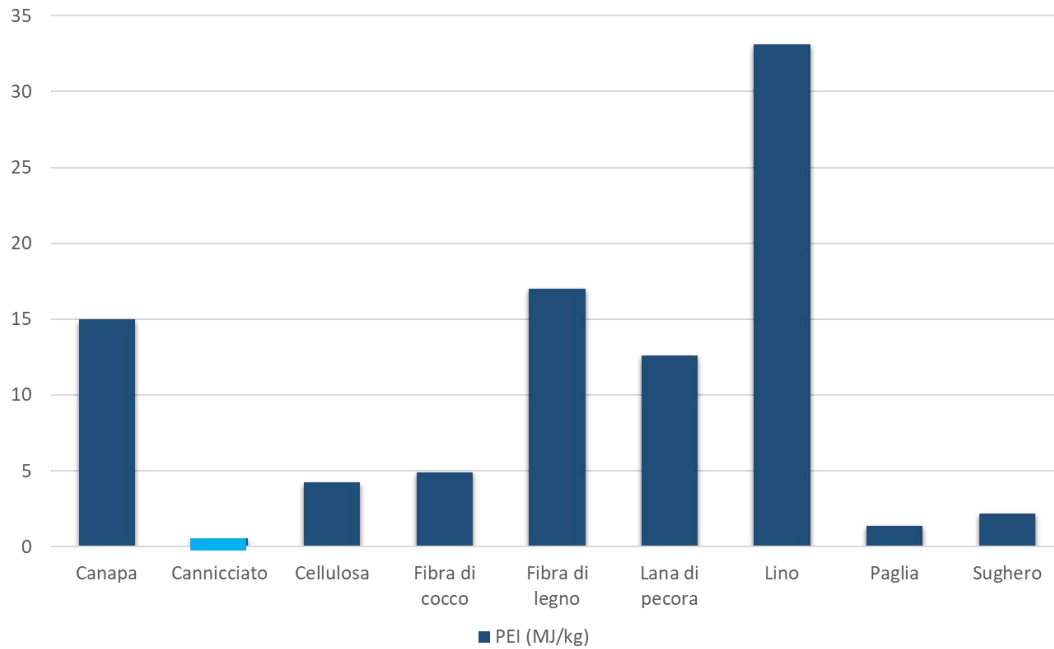
Tra gli isolanti organici naturali la paglia costituisce quello caratterizzato da una maggiore densità che influisce positivamente sull'inerzia termica. Per paglia si intende un sottoprodotto dell'agricoltura costituito dall'insieme di foglie di cereali come avena, grano, orzo, o di piante fibrose come canapa, lino e riso, e di steli secchi rimanenti dopo la trebbiatura.



**Figura 5. Confronto tra i valori di densità degli isolanti organici naturali**

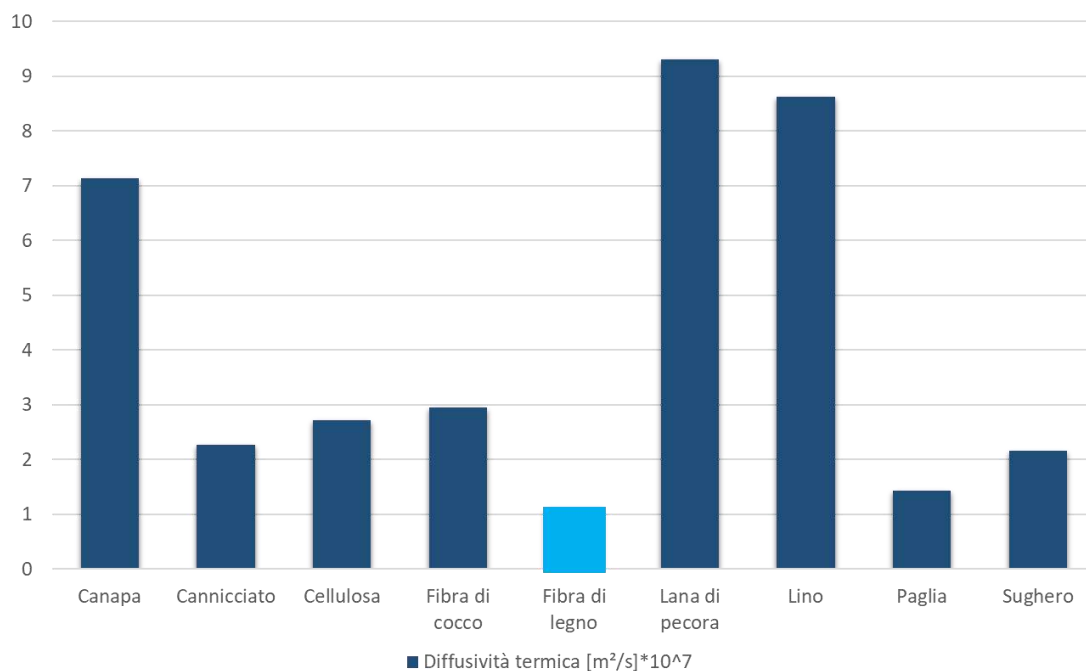
L'isolante cannicciato è tra i materiali organici naturali che necessita del minor consumo di energia per la produzione. Si compone di canne palustri (*Phragmites communis*) che crescono spontaneamente e

rapidamente lungo le rive dei fiumi, dei canali e dei laghi e nelle aree paludose, che vengono legate tra loro tramite filo di ferro, per formare pannelli. Non prevede l'uso di sostanze chimiche o collanti, è atossico e permette di riciclare le canne come compost.



**Figura 6. Confronto tra i valori relativi al PEI degli isolanti organici naturali**

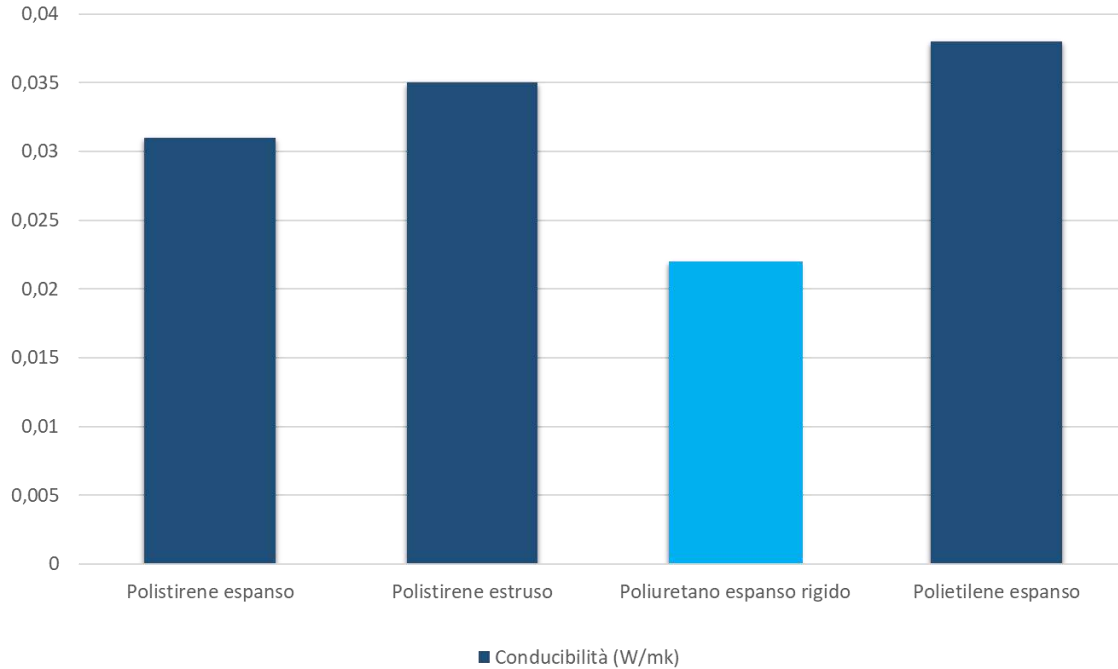
La fibra di legno si contraddistingue per un basso valore di diffusività termica, nel materiale è preponderante l'accumulo di calore grazie ad un basso valore di conducibilità ed un elevato valore di calore specifico.



**Figura 7. Confronto tra i valori di diffusività termica degli isolanti organici sintetici**

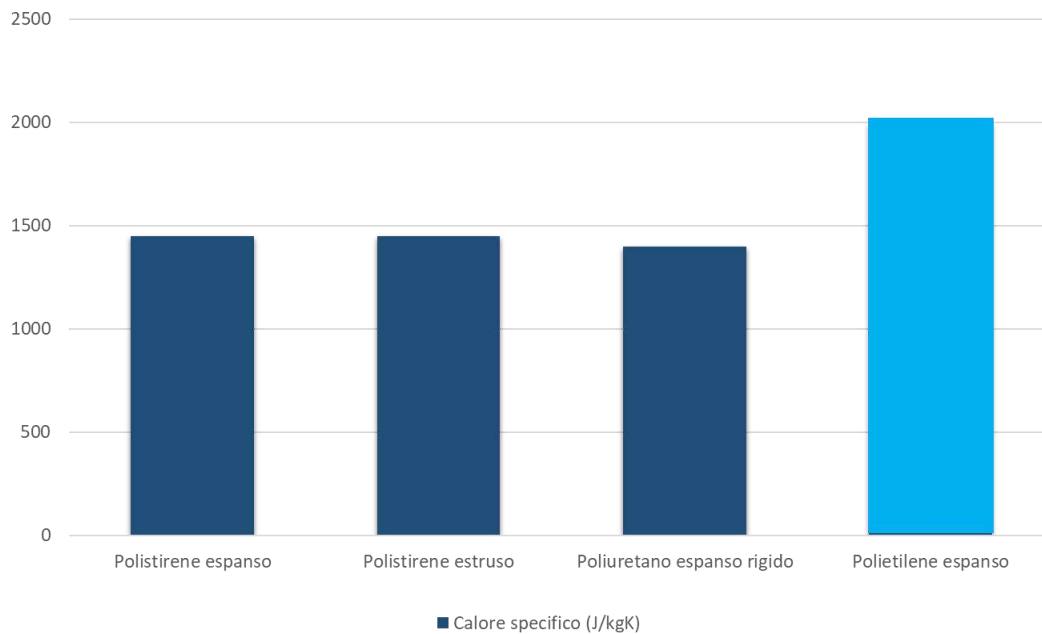
Gli **isolanti organici derivanti da materie prime sintetiche** sono prodotti con resine polimeriche termoindurenti o polimeri termoplastici, provenienti da processi di trasformazione del petrolio. La struttura interna di questi materiali coibenti è definita da alveoli chiusi che li rende scarsamente permeabili al vapore

[19]. Tra gli isolanti organici sintetici il poliuretano espanso rigido fornisce le migliori prestazioni in termini di efficienza energetica.



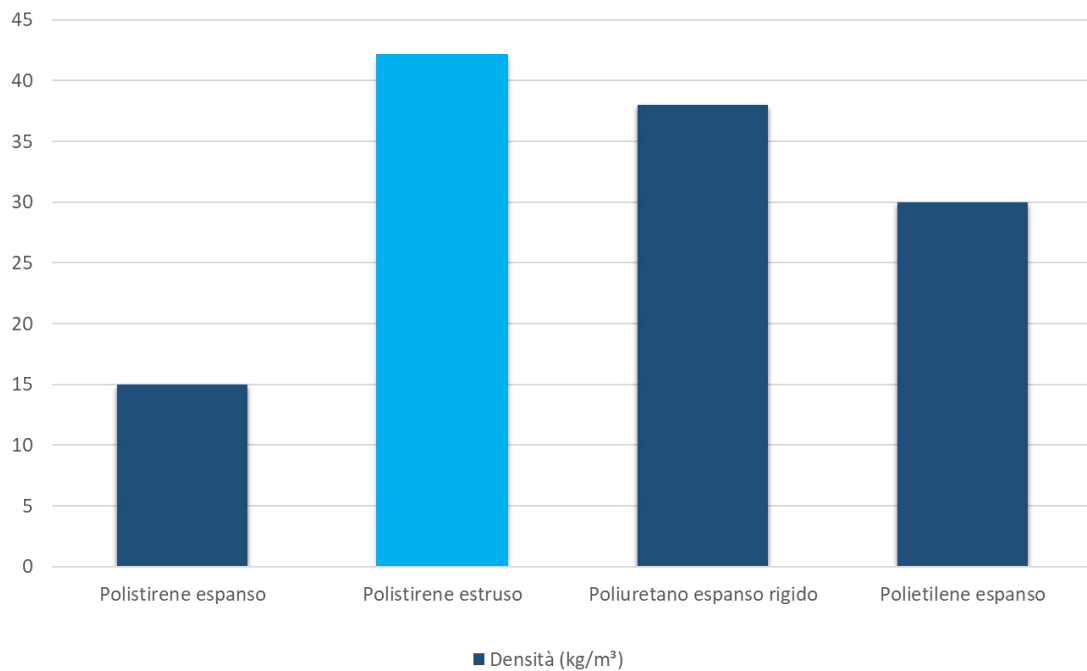
**Figura 8. Confronto tra i valori di conducibilità degli isolanti organici sintetici**

Il polietilene espanso (PEE), resina termoplastica a celle chiuse prodotta a partire dalla polimerizzazione dell’etilene, è caratterizzato dal maggior valore di calore specifico.



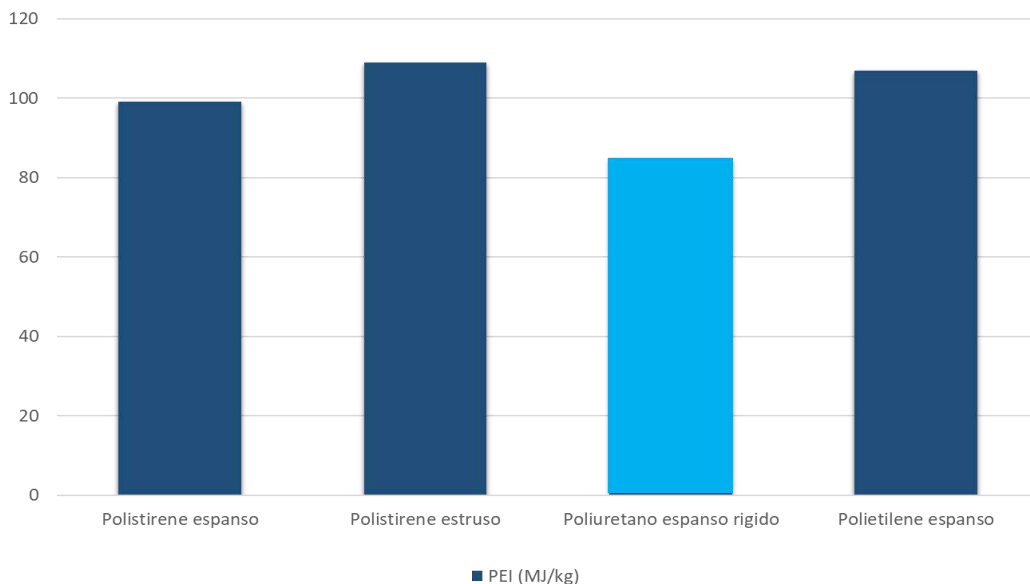
**Figura 9. Confronto tra i valori relativi al calore specifico degli isolanti organici sintetici**

Il polistirene estruso, polimero termoplastico prodotto a partire dalla polimerizzazione dello stirene, è caratterizzato da una maggiore densità rispetto agli altri isolanti organici sintetici.



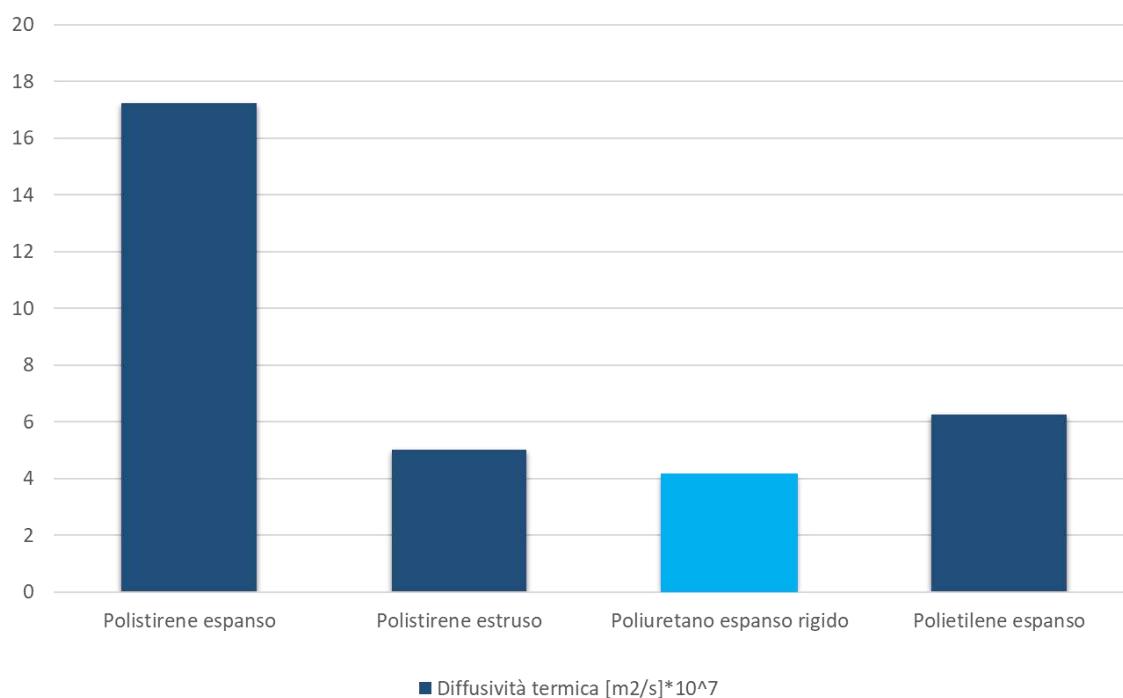
**Figura 10. Confronto tra i valori di densità degli isolanti organici sintetici**

Gli isolanti organici sintetici richiedono elevate quantità di energia durante la fase di produzione ma consentono un minor impiego di materiale per ottenere elevate prestazioni isolanti. Il Poliuretano espanso rigido rispetto agli altri isolanti organici sintetici richiede un minor quantitativo di energia per il processo di produzione. Esso viene prodotto tramite la reazione di due componenti principali, polioli e poliisocianati, con l'aggiunta di un agente espandente (CO<sub>2</sub>, idrocarburi, o altre miscele) e di altri additivi.



**Figura 11. Confronto tra i valori relativi al PEI degli isolanti organici sintetici**

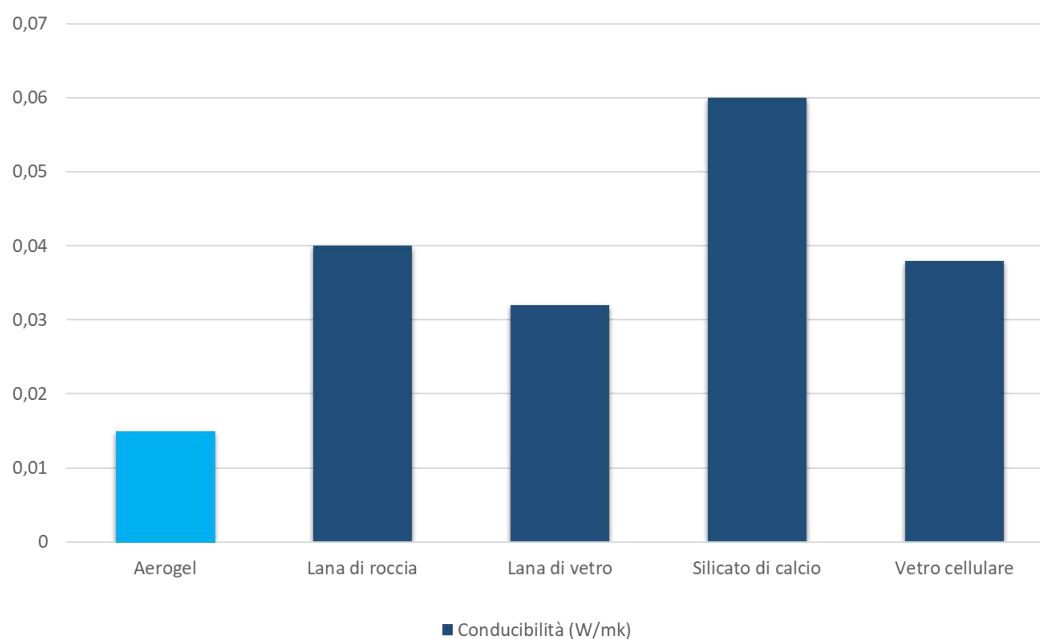
Il Poliuretano espanso rigido si contraddistingue anche per un basso valore di diffusività termica, nel materiale è preponderante l'accumulo di calore grazie ad un basso valore di conducibilità ed un elevato valore di calore specifico e densità.



**Figura 12. Confronto tra i valori relativi alla diffusività termica degli isolanti organici sintetici**

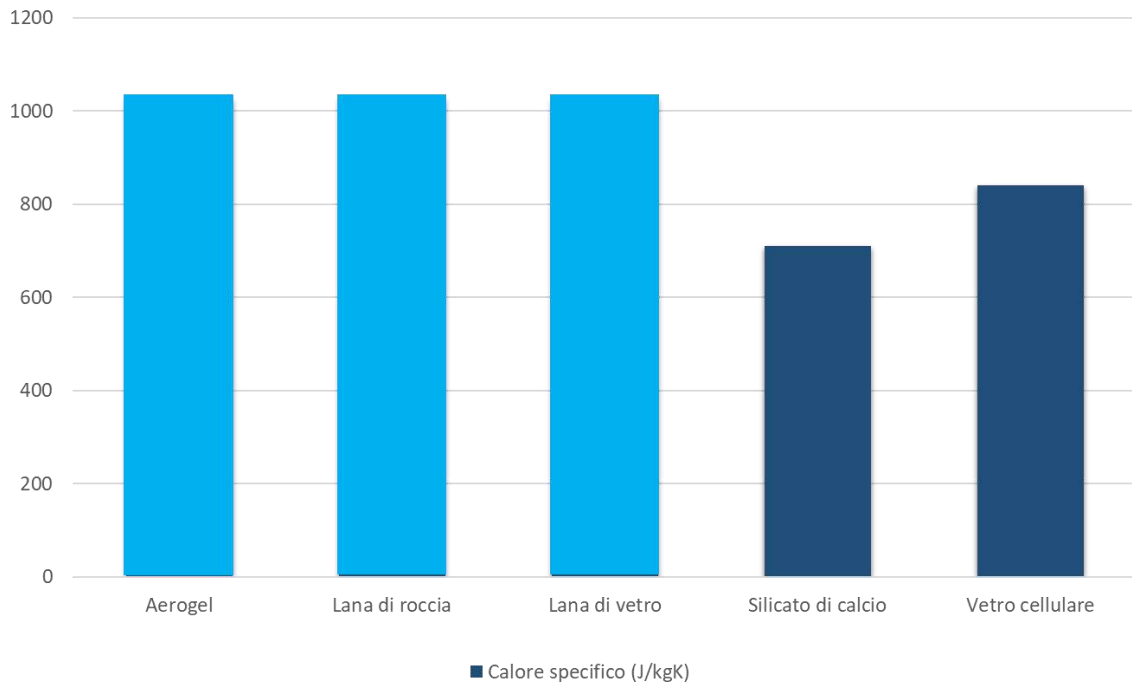
Gli **isolanti inorganici derivanti da materie prime sintetiche** sono prodotti attraverso procedure di sintesi di componenti organici o minerali. Sono caratterizzati da una struttura cellulare (vetro cellulare e silicato di calcio) o da una struttura fibrosa (lana di vetro e lana di roccia) o a basso spessore (aerogel).

L'aerogel è un materiale messo a punto per la prima volta nel 1931, dallo scienziato e ingegnere chimico americano Samuel Stephens Kistler. È costituito per il 96-98% di aria e per il restante 2-4% silice amorfa, la principale componente del vetro. La particolare conformazione strutturale conferisce all'aerogel oltre all'estrema leggerezza anche una ridotta trasmissione del calore con la conducibilità più bassa tra gli isolanti studiati.



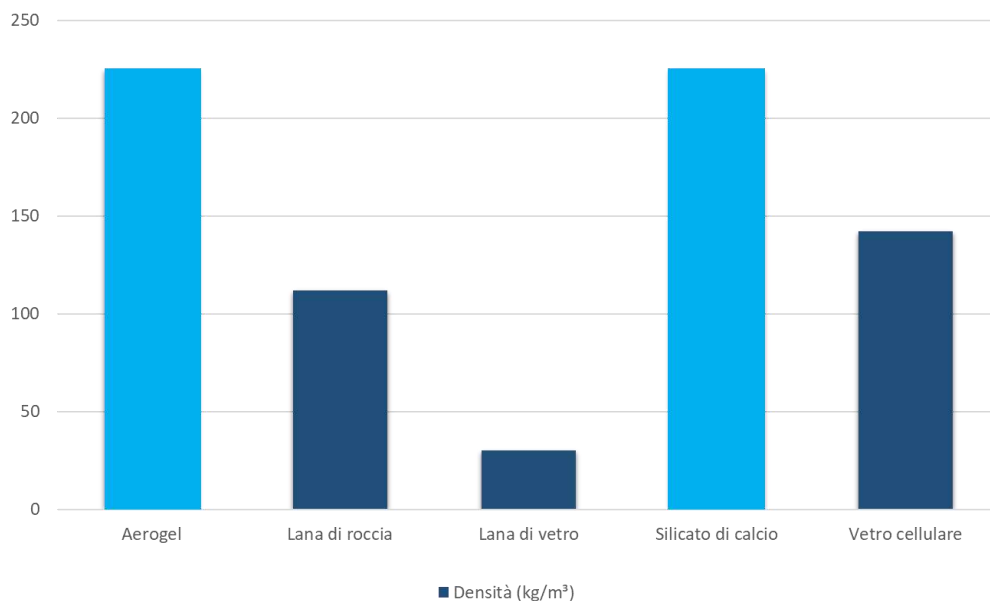
**Figura 13. Confronto tra i valori di conducibilità degli isolanti inorganici sintetici**

Tra gli isolanti inorganici sintetici l'aerogel, la lana di roccia e la lana di vetro sono contraddistinti dal valore di calore specifico più elevato. La lana di roccia e la lana di vetro sono caratterizzate da una struttura fibrosa a celle aperte, permeabili al vapore. La fibra di vetro è composta di sabbia di quarzo/vetro, pietre calcaree, soda e silicati, mentre la fibra di roccia di rocce di origine sedimentaria o vulcanica (basalto, dolomite e diabase) mescolate con altri materiali come carbon coke e bricchette per migliorarne le prestazioni [20].



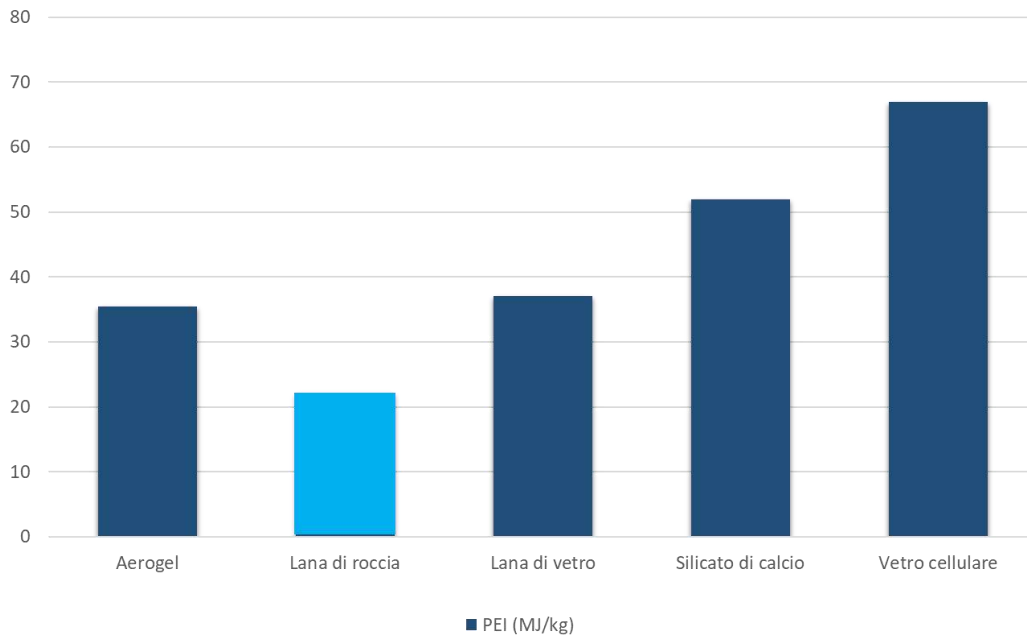
**Figura 14. Confronto tra i valori relativi al calore specifico degli isolanti inorganici sintetici**

Il silicato di calcio è tra gli isolanti con maggiore densità. L'elevato valore di densità dell'aerogel preso in considerazione è stato desunto da schede tecniche di prodotti isolanti presenti sul mercato nei formati di pannelli o materassini, per i quali la densità dell'aerogel allo stato puro risulta incrementata.



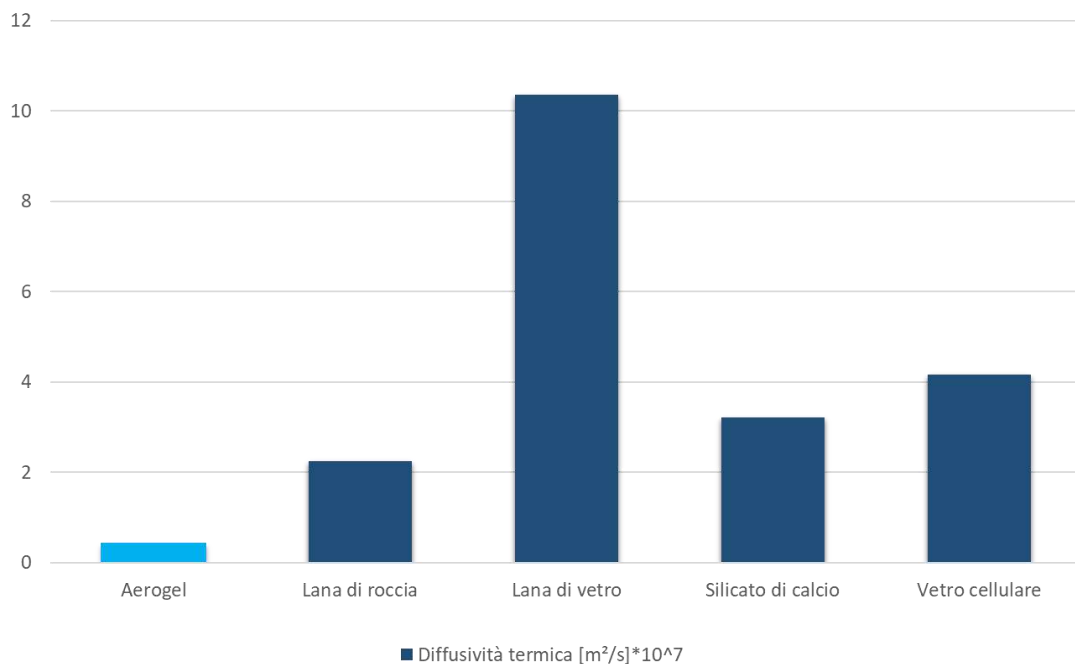
**Figura 15. Confronto tra i valori di densità degli isolanti inorganici sintetici**

In relazione al consumo di energia per il processo produttivo, la lana di roccia è l'isolante con il valore del PEI più basso. Essa viene realizzata a partire dalla fusione della roccia a una temperatura di 1500°C, a cui vengono aggiunti ulteriori materiali come coke e bricchette. La roccia fusa viene trasformata in fibre e impregnata di resina ed olio; il composto ottenuto viene fatto indurire in un forno di polimerizzazione ed infine viene tagliato a misura ed imballato.



**Figura 16. Confronto tra i valori relativi al PEI degli isolanti inorganici sintetici**

L'aerogel si contraddistingue anche per un basso valore di diffusività termica, nel materiale è preponderante l'accumulo di calore grazie ad un bassissimo valore di conducibilità ed un elevato valore di calore specifico e densità.



**Figura 17. Confronto tra i valori relativi alla diffusività termica degli isolanti inorganici sintetici**

A seguito delle valutazioni sui singoli parametri prestazionali si sono elaborati grafici radiali per tutte le tipologie di isolante raggruppate in base all'origine, per fare emergere la rilevanza dei valori relativi alla conducibilità, alla densità, calore specifico e PEI che li contraddistinguono e rendere così possibile un confronto.

Per facilitare la comparazione tra i materiali coibenti sono stati definiti dei range per ciascun indicatore, sulla base dei valori prestazionali rappresentativi di tutti gli isolanti (Tabella 6).

**Tabella 6. Range degli indicatori per confronto materiali isolanti**

INDICATORI MATERIALI ISOLANTI				
	Conducibilità	Densità	Calore specifico	PEI
1	$\lambda \leq 0,015$	$\rho > 200$	$c \geq 2000 \text{ J/kgK}$	$PEI \leq 10$
2	$0,015 < \lambda \leq 0,030$	$150 < \rho \leq 200$	$1700 \leq c < 2000 \text{ J/kgK}$	$10 < PEI \leq 30$
3	$0,030 < \lambda \leq 0,040$	$50 < \rho \leq 150$	$1300 \leq c < 1700 \text{ J/kgK}$	$30 < PEI \leq 60$
4	$0,040 < \lambda \leq 0,050$	$20 < \rho \leq 50$	$1000 \leq c < 1300 \text{ J/kgK}$	$60 < PEI \leq 100$
5	$\lambda > 0,050$	$\rho \leq 20$	$c < 1000 \text{ J/kgK}$	$PEI > 100$

Al centro dei *radar* è stato attribuito il valore più alto, i raggi diminuiscono di valore verso la periferia con una scala da 5 a 1, dove a uno corrisponde la prestazione migliore: più ci si allontana dal centro, più la prestazione è rilevante, in senso positivo.

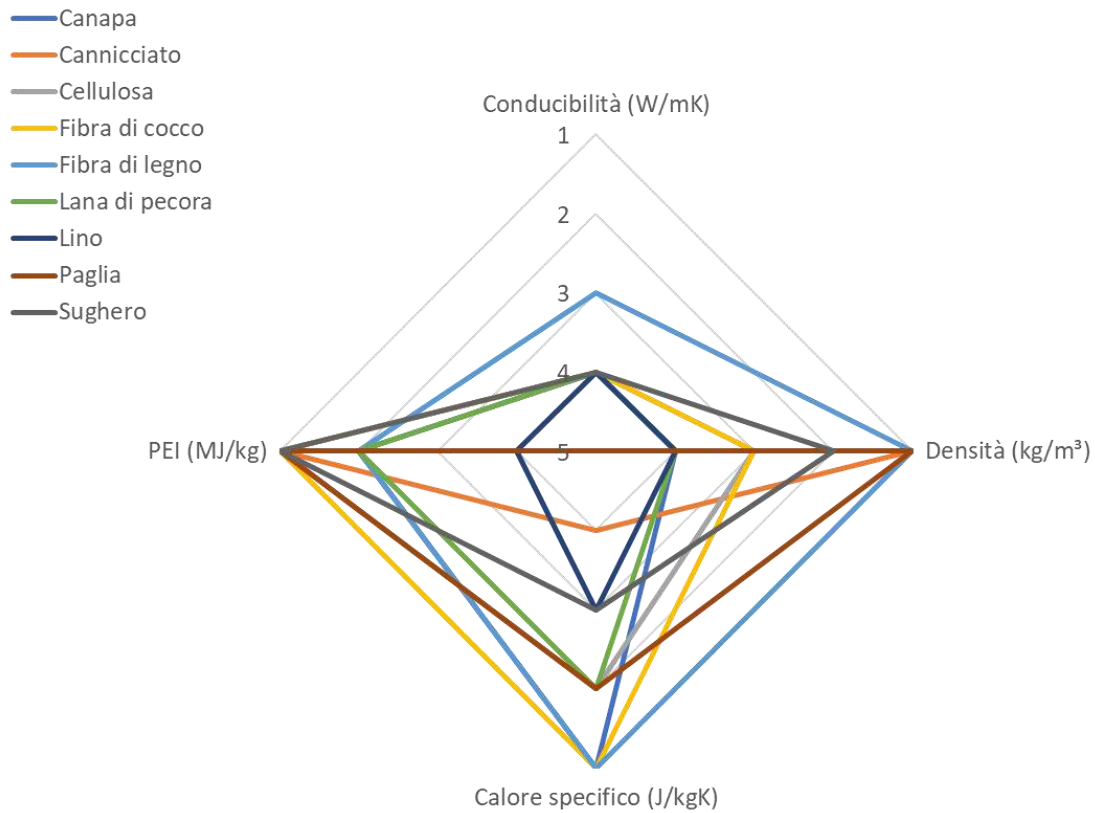
Ogni isolante è rappresentato da un tracciato colorato che permette di valutare somiglianze e differenze prestazionali; più l'area delimitata dal tracciato è grande migliore è la prestazione del materiale coibente.

Il confronto fra tracciati sullo stesso grafico permette di valutare somiglianze e differenze fra gli elementi a cui si riferiscono i tracciati.

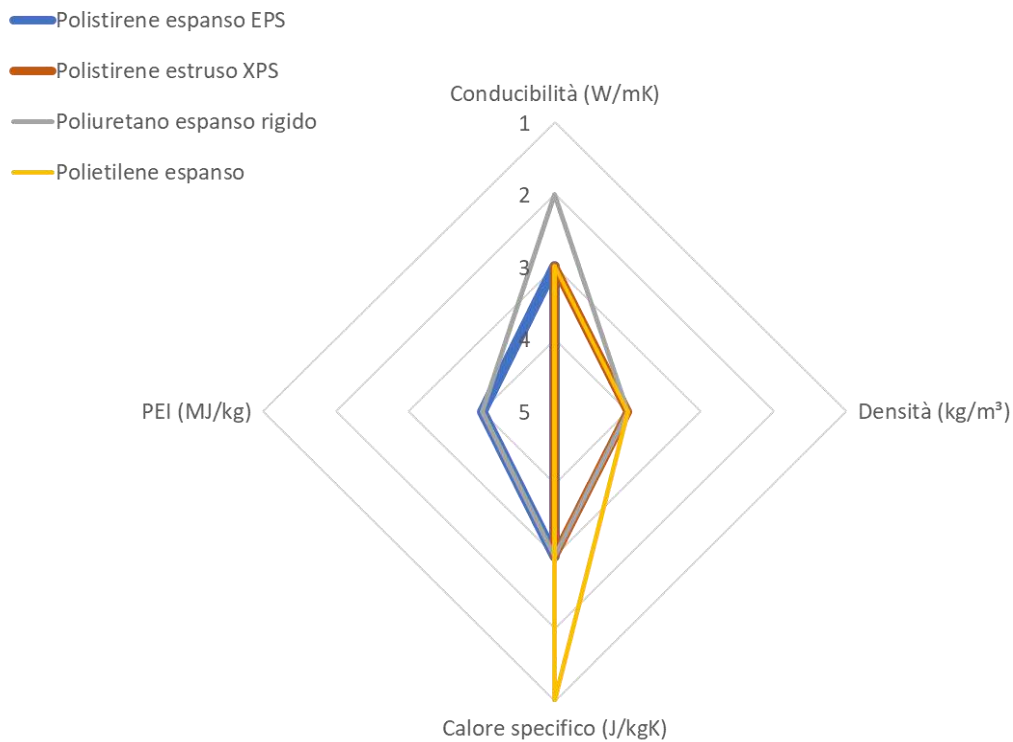
Dai grafici di confronto emerge con chiarezza che:

- tra gli isolanti organici naturali l'isolante in fibra di legno ha prestazioni migliori per la maggior parte degli indicatori, soprattutto in riferimento alla conducibilità termica (Fig. 18);
- tra gli isolanti organici sintetici il poliuretano espanso rigido ha prestazioni migliori soprattutto in riferimento alla conducibilità termica (Fig. 19);
- tra gli isolanti inorganici sintetici l'aerogel e la lana di roccia hanno prestazioni migliori soprattutto in riferimento alla conducibilità termica (Fig. 20).

La lettura dei grafici è semplice ed immediata, e si presta a considerazioni critiche e strategiche ai fini della scelta da parte del progettista e/o dell'industria relativamente agli isolanti da utilizzare in funzione delle loro specifiche prestazioni.



**Figura 18 Confronto isolanti organici naturali**



**Figura 19 Confronto isolanti organici sintetici**

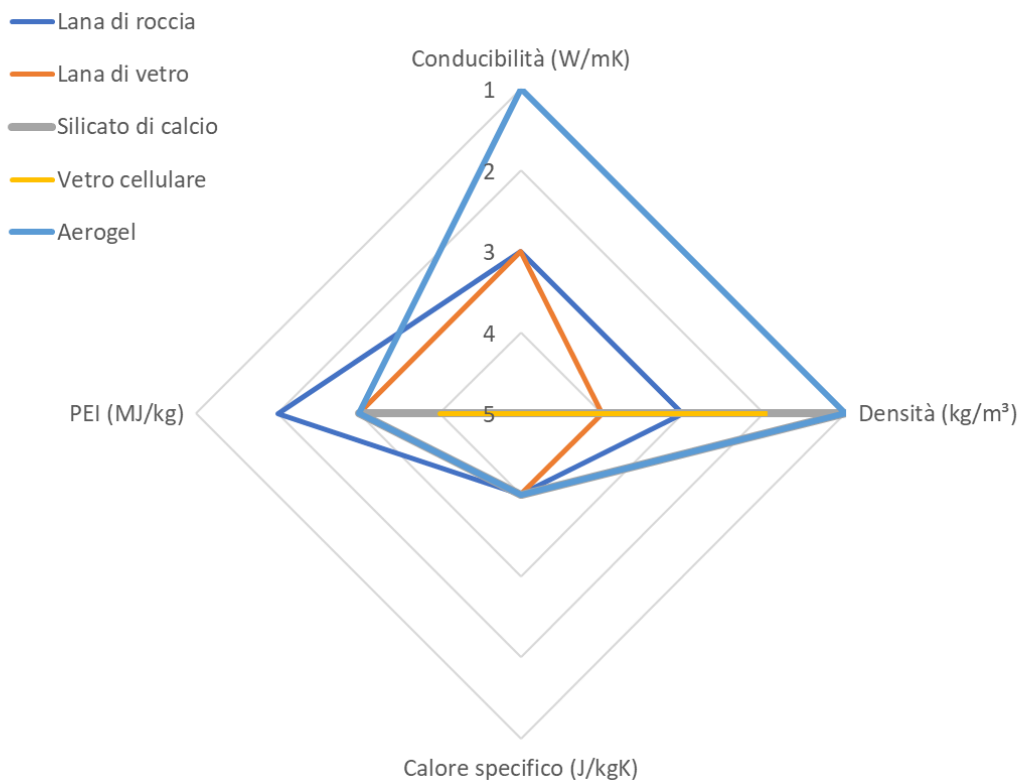


Figura 20 Confronto isolanti organici sintetici

Il grafico a quadranti (Figura 21) consente di confrontare l’impatto ambientale attraverso il PEI (sull’asse dell’ordinata) e la performance espressa attraverso il valore della conducibilità termica (sull’asse dell’ascissa), di tutti gli isolanti studiati più diffusi sul mercato.

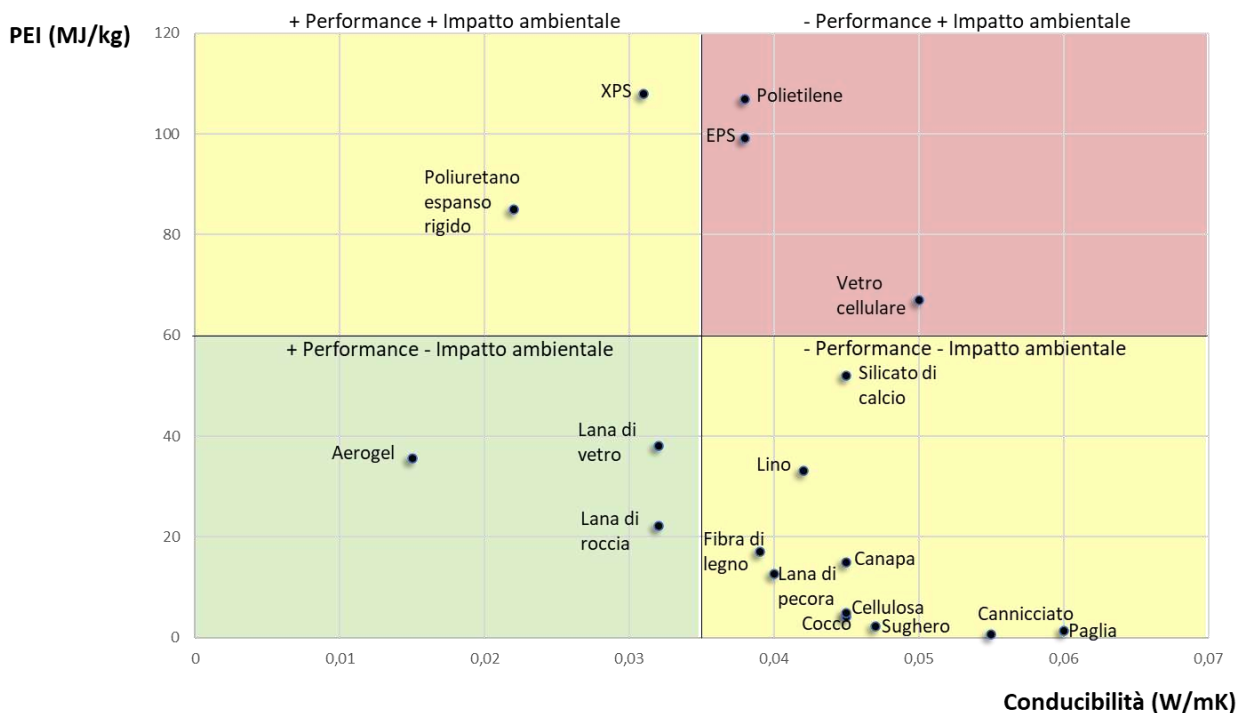


Figura 21 Confronto tra impatto ambientale e performance dei materiali isolanti

Il quadrante in basso a sinistra in verde è rappresentativo dei materiali coibenti caratterizzati da una bassa conducibilità termica e da un impatto ambientale minimo, quali lana di vetro, aerogel e lana di roccia.

Nel quadrante in basso a destra in giallo si individuano gli isolanti contraddistinti da una peggiore conducibilità termica e da un limitato impatto ambientale, tra cui rientrano i materiali coibenti organici derivanti da materie prime naturali e il silicato di calcio.

Nel quadrante in alto sulla sinistra in giallo si collocano gli isolanti con ridotta conducibilità termica, ma che richiedono un maggior quantitativo di energia durante il processo produttivo; tra questi rientrano il poliuretano espanso rigido e il polistirene estruso XPS.

Nel quadrante in alto sulla destra in rosso si trovano gli isolanti caratterizzati da un valore più elevato sia di conducibilità termica sia di PEI, quali polietilene, EPS e vetro cellulare.

Questa valutazione ha consentito di selezionare i materiali isolanti per le soluzioni di efficientamento delle chiusure verticali opache, ovvero quelli presenti all'interno dei due quadranti posizionati a sinistra. Per includere anche gli isolanti organici naturali, come eccezione, è stata presa in considerazione anche la fibra di legno che, pur se presente nel quadrante in basso a destra, risulta essere il migliore della sua categoria dal punto di vista della conducibilità termica.

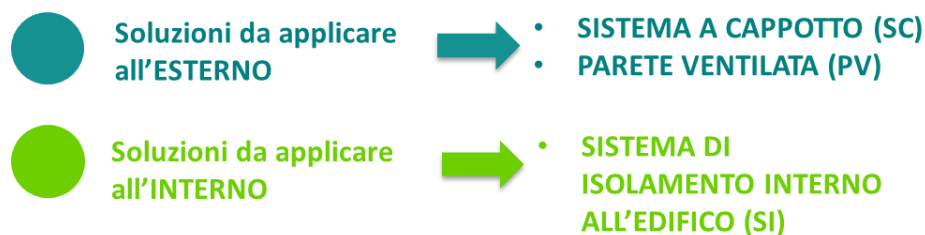
### 3.3 Soluzioni tecniche di isolamento applicabili alle chiusure verticali

Ricordiamo che la linea di attività oggetto del presente Report è finalizzata nello specifico a selezionare le soluzioni di riqualificazione delle chiusure verticali opache basate su materiali isolanti individuati in base ai parametri prestazionali, di sostenibilità e di costo precedentemente descritti (Paragrafo 3.2.1).

Le soluzioni tecnologiche privilegiano un elevato livello di prefabbricazione, nell'ottica dell'edilizia *Off-Site*, garantendo maggiore rapidità esecutiva e riduzione degli impatti associati alla fase di cantierizzazione.

L'utilizzo di componenti edilizi realizzati *Off-Site*, ha lo scopo di indirizzare il cantiere edile verso soluzioni di industrializzazione del processo, spostandone la produzione dal cantiere alla fabbrica e riducendo le lavorazioni della posa in opera tramite assemblaggio di moduli/componenti.

I diversi tipi di materiali isolanti individuati sono stati associati alle principali soluzioni di riqualificazione che sono state identificate e selezionate nel corso di questa annualità.



All'interno del report della prima annualità erano già state individuate le principali soluzioni di isolamento dell'involucro edilizio, prediligendo quelle applicabili all'esterno dell'edificio.

All'inizio degli studi effettuati nel corso di questa annualità si è scelto di includere tra le soluzioni applicabili, anche quella dall'interno, per andare a soddisfare un maggior numero di interventi possibili riguardanti tutta la casistica degli immobili, inclusi quelli con esigenze particolari rappresentate per esempio da vincoli di facciata che si possono riscontrare in una quantità considerevole negli edifici residenziali presenti sul territorio nazionale.

Un altro esempio di necessità di intervenire all'interno delle strutture perimetrali riguardano gli edifici che presentano una facciata particolarmente articolata dal punto di vista architettonico, per cui risulterebbe complesso "rivestirla" con un sistema di isolamento, che sia di tipo a cappotto o a parete ventilata. Altra ulteriore casistica riguarda edifici sui quali risulterebbe più agevole intervenire dall'interno, sono quelli per i quali, per diversi motivi, non è possibile installare opere provvisorie esterne, di tipo a ponteggio fisso o mobile.

Per questo si è deciso di inserire tra le soluzioni di isolamento, anche dei sistemi che potessero essere applicati all'interno, nonostante questi presentino alcuni svantaggi, per primo quello della posa non completamente a secco e prestazioni termiche che potrebbero presentare alcune criticità.

Per quanto riguarda le soluzioni da applicare all'esterno dell'edificio, sono state prese in considerazione soluzioni prevalentemente a secco già consolidate nel nostro paese, nonostante siano maggiormente utilizzate per la riqualificazione di facciate di edifici a uso industriale e terziario. La maggior parte delle soluzioni da applicare a secco presenti sul mercato potrebbero, infatti, risultare al momento poco adattabili alla ristrutturazione di edifici residenziali esistenti ove la conservazione della tipologia di finitura riveste un ruolo spesso determinante. Tra le soluzioni reperite sul mercato, infatti, quelle più indicate per un'applicazione su facciate residenziali presentano sempre una finitura con intonaco e rasatura, implicando tempi di posa e di attesa più lunghi e scarsa disassemblabilità con conseguente impossibilità di smontaggio e riutilizzo futuro.

Le soluzioni pensate nell'ottica dell'ottimizzazione e dell'integrazione del processo produttivo, compresa la fase di cantierizzazione, anche nel caso degli isolamenti a cappotto, già largamente utilizzati in Italia anche nel settore residenziale, sono stati ripensati in modo da andare incontro a tali esigenze.

I sistemi di riqualificazione proposti consentono inoltre di ricavare cavità per l'alloggiamento degli impianti: nel caso della coibentazione dall'interno per il cablaggio della rete elettrica e di sensoristica avanzata; nel caso di parete ventilata e sistema a cappotto, per il passaggio ad esempio delle reti di distribuzione dei fluidi termovettori e degli scarichi della condensa degli impianti di climatizzazione, o dell'adduzione di gas.

### 3.3.1 Sistema a cappotto - SC

L'isolamento termico a cappotto prevede l'applicazione del materiale coibente sul lato esterno della parete perimetrale dell'edificio. Oltre a ridurre i consumi energetici e le dispersioni di calore dagli ambienti confinati verso l'esterno, per la sua collocazione è il sistema sicuramente più efficace per la correzione dei ponti termici.

Questo tipo di sistema è già largamente utilizzato per applicazioni anche su edifici residenziali, ma con tipologie di finiture che prevedono intonaco e rasatura finale, con conseguenze negative sui tempi di posa e di attesa quindi sulla cantierabilità complessiva, oltre che sullo smontaggio e riutilizzo futuro.

È stato quindi previsto l'utilizzo di un cappotto per così dire "evoluto", posato previo montaggio di un'orditura metallica modulare prefabbricata e disponibile su misura, predisposta per poter applicare finiture composte da pannelli prefabbricati da assemblare in opera totalmente a secco, o con una veloce sigillatura dei giunti e rasatura finale, così da proporre un'evoluzione del processo industriale e dell'intera filiera.

Per questo tipo di sistema di isolamento sono stati individuati due diversi materiali isolanti, scelti per le loro caratteristiche, che li rendono adeguati a questo tipo di installazione. Di rilevante importanza è ad esempio ridurre le conseguenze dovute alle dilatazioni termiche causate dalle sollecitazioni meccaniche indotte dagli agenti atmosferici: per questo tipo di sistema di isolamento vanno quindi scelte determinate soluzioni tecniche tra cui:

- materiali a basso coefficiente di dilatazione termica;
- sistemi di fissaggio meccanico dell'isolante alla struttura (tasselli o profili meccanici a sviluppo orizzontale);
- impiego di giunti di dilatazione e dispositivi di ripartizione dei carichi;
- utilizzo di uno strato di regolarizzazione e barriera al vapore tra la parete e l'isolante;
- applicazione di una rete esterna di armatura che insieme al primo strato di intonaco permette di regolarizzare possibili discontinuità tra i pannelli isolanti;
- creazione di uno strato di collegamento con malta cementizia a supporto dell'armatura porta intonaco.

I materiali isolanti scelti per le due soluzioni a cappotto che si prestano alle soluzioni tecniche riportate sono la lana di roccia e la fibra di legno.

La posa in opera è molto veloce pur presentando una rasatura finale che si rende tuttavia necessaria nella maggioranza dei sistemi di isolamento a cappotto per impedire il deterioramento del materiale isolante

dovuto a possibili infiltrazioni di acque meteoriche. Nel caso in cui non ci siano vincoli o richieste di conservare l'estetica preesistente delle facciate si potranno applicare sistemi di finitura con pannelli prefabbricati con assemblaggio a secco già presenti sul mercato (es: gres, laminati metallici, laminati stratificati).

Il costo complessivo dei sistemi a cappotto è prevalentemente influenzato dal costo del materiale isolante e dall'utilizzo di un sistema già abbinato ad uno strato di finitura che vada solo rasato o che necessiti della realizzazione dell'intonaco.

In ogni caso, per la posa di questo sistema non si rende necessario l'utilizzo di manovalanza specializzata in quanto si tratta di un'installazione molto semplice, ma necessita di opere provvisorie esterne per l'applicazione in altezza sulle facciate.

### 3.3.2 Parete ventilata - PV

L'impiego di pareti ventilate è già di per sé una soluzione matura nel mercato edilizio che consente elevati livelli di standardizzazione e prefabbricazione.

Il sistema di isolamento mediante parete ventilata è caratterizzato dalla presenza tra la struttura esistente, l'isolante e la finitura esterna di una lama di aria che si definisce ventilata perché, grazie alla presenza di aperture, consente l'ingresso al suo interno del cosiddetto "effetto camino", ovvero moti convettivi dell'aria in ingresso e in uscita, che permettono di regolare il comfort termo-igrometrico interno e proteggono lo strato isolante dalla formazione di condensa. Il flusso d'aria viene assicurato da una sottostruttura metallica rivestita con pannelli resistenti agli agenti atmosferici, dotata di idonee aperture di presa e scarico dell'aria collocate alle estremità superiori e inferiori della parete e protette da una griglia metallica per ostacolare l'ingresso a materiali esterni e animali.

L'"effetto camino" viene attivato dall'irraggiamento solare incidente che, riscaldando l'aria ne diminuisce la densità e ne provoca la risalita fino alla fuoriuscita dalla parete.

Questa soluzione tecnologica è quella che maggiormente si avvicina ai criteri di edilizia *Off-Site*, con notevoli vantaggi sia sulla cantierabilità che sulla disassemblabilità ai fini di smontaggio e di un riutilizzo futuro. Sul mercato sono già presenti moduli prefabbricati che necessitano di solo assemblaggio in opera: in questo ambito è altamente prevedibile la possibilità di un abbattimento dei costi con economie di scala.

Per questa tipologia di sistema a parete ventilata sono state selezionate due diverse soluzioni caratterizzate dall'utilizzo di un materiale isolante di origine inorganica sintetica, il poliuretano espanso rigido e la lana di roccia, entrambe in pannelli semirigidi, così come preferibile per questo tipo di sistema.

I sistemi di parete ventilata sono costituiti da uno strato di isolante, una lama di aria ventilata e uno strato di finitura che è possibile scegliere tra una vasta gamma di materiali che assolvano il compito di assorbire le sollecitazioni meccaniche esterne e gli agenti atmosferici. I principali sistemi di applicazione di isolamento a parete ventilata prevedono l'impiego di una sottostruttura che può essere di diversa tipologia a seconda del supporto esistente: puntuale, a montanti e a montanti e traversi.

La maggior parte dei sistemi attualmente esistenti sul mercato consentono un'applicazione prevalentemente a secco, agevolando la riduzione dei tempi di posa e la possibilità di rimuovere, riutilizzare o riciclare i diversi componenti del sistema.

Dal punto di vista economico, il prezzo risulta essere più elevato rispetto al cappotto esterno per il maggiore utilizzo di sottostrutture metalliche di sostegno per la realizzazione della camera d'aria ventilata e per la necessità di una manovalanza più specializzata.

### 3.3.3 Sistema di isolamento all'interno dell'edificio - SI

Il sistema di isolamento dall'interno viene preso in considerazione per essere utilizzato in presenza di esigenze particolari come, ad esempio, l'impossibilità di intervenire sull'esterno della facciata dell'edificio dovuta a chiusure verticali opache particolarmente complesse per la loro conformazione architettonica o per la presenza di vincoli sulle facciate dell'edificio. Un altro caso in cui è possibile valutare l'utilizzo di questo tipo di sistema è quando si rende impossibile o molto complicata la possibilità di montare dei ponteggi esterni all'edificio per la presenza di condizioni particolari.

Questo sistema prevede tuttavia alcuni degli svantaggi. In primo luogo, influenza l'utilizzo degli spazi interni e quindi la possibilità di continuare a vivere le abitazioni per la durata dei lavori.

L'applicazione di uno strato di isolante sul lato interno delle pareti perimetrali verticali di un edificio influisce inevitabilmente sugli spazi interni riducendo la superficie utile degli immobili.

L'applicazione di un sistema di isolamento esterno si predilige a quello interno per i sovraesposti motivi di esigenze abitative, ma anche per motivi prettamente tecnici. Infatti, l'applicazione di isolante sul lato interno dell'edificio non interviene in maniera ottimale sulla correzione dei ponti termici.

Riguardo i costi, risultano inferiori rispetto agli altri sistemi grazie alla semplicità di posa e all'assenza di necessità di impiego di opere provvisorie esterne, ma sono fortemente influenzati dal costo del materiale isolante che deve avere una bassissima conducibilità al fine di garantire ottime prestazioni e spessori ridotti. Nell'ottica dell'ottimizzazione e dell'integrazione del processo produttivo, è possibile prevedere il ricorso a sistemi modulari prefabbricati da assemblare in opera. Esistono inoltre già sul mercato dei sistemi di pannelli prefabbricati predisposti anche alla possibilità di includere al loro interno l'alloggiamento delle canalizzazioni impiantistiche (es: reti di cablaggio) o di sensoristica avanzata.

## 4 Individuazione delle soluzioni tecnologiche per interventi di efficientamento delle chiusure verticali opache

Lo studio svolto sui materiali coibenti attraverso il confronto di parametri prestazionali, ambientali ed economici, ha permesso di selezionare cinque isolanti che, in base alle loro proprietà, sono stati associati alle principali tecniche di riqualificazione dei sistemi di facciata quali sistema a cappotto, parete ventilata e isolamento all'interno dell'edificio.

Per ogni soluzione tecnologica proposta sono stati valutati i seguenti parametri:

- trasmittanza termica stazionaria ( $W/m^2K$ );
- percentuale di applicabilità sul patrimonio edilizio nazionale residenziale in base ai requisiti minimi di trasmittanza termica stazionaria previsti da normativa vigente per ogni zona climatica;
- percentuale di disassemblabilità del componente;
- percentuale di materia recuperata o riciclata nei materiali impiegati;
- modalità di posa;
- costo unitario di riferimento ( $€/m^2$ ).

È stata svolta una valutazione della trasmittanza termica stazionaria, finalizzata a definire la capacità isolante della soluzione applicata alle chiusure verticali opache esistenti, individuate nel relativo abaco (Paragrafo 4.1), risultato della prima linea di attività, che determina il fabbisogno di energia necessario per il riscaldamento dei locali interni, e influisce sul miglioramento del benessere interno.

A seguito dell'analisi della trasmittanza termica stazionaria delle soluzioni di isolamento applicate sulle chiusure verticali opache che caratterizzano il patrimonio edilizio residenziale nazionale, si è effettuata un'indagine sul rispetto dei requisiti minimi di trasmittanza termica stazionaria previsti dalla normativa vigente per ogni zona climatica, andando così ad individuare la percentuale di applicabilità delle soluzioni, nelle diverse zone climatiche.

Per il soddisfacimento dei CAM, nell'ottica della diffusione di tecnologie e prodotti "ambientalmente preferibili", è stata valutata sia la percentuale di disassemblabilità delle soluzioni, per garantire la rimozione dei componenti edilizi per un loro futuro riutilizzo, prediligendo sistemi costruttivi per lo più assemblabili a secco, tramite giunzioni metalliche, sia la percentuale di materia recuperata o riciclata, presente all'interno dei materiali impiegati.

Nell'ottica di promuovere la sostenibilità ambientale nel settore delle costruzioni e quindi minimizzare gli impatti in fase di cantiere riducendone i tempi di realizzazione degli interventi di riqualificazione, sono state valutate le modalità di posa di ciascuna soluzione, prediligendo sistemi costruttivi industrializzati e pre-assemblati che permettono di ridurre notevolmente i tempi di esecuzione e gli impatti ambientali correlati. Un ulteriore parametro che è stato valutato come parametro di valutazione dei sistemi individuati è quello relativo ai costi complessivi. Per calcolarlo sono stati presi in considerazione i costi di fornitura e trasporto dei componenti, la manodopera e tutto quanto necessario per la posa. Non sono stati presi in considerazione i costi relativi alle opere provvisorie necessarie in quanto questi possono essere variabili a seconda del contesto di applicazione.

### 4.1 Abaco delle chiusure verticali opache esistenti

Partendo dall'individuazione delle più diffuse tipologie di chiusure verticali opache che contraddistinguono il patrimonio edilizio residenziale nazionale, nell'ambito della prima linea di attività sono stati definiti i valori corrispondenti di trasmittanza stazionaria e periodica.

Come più dettagliatamente descritto nel Report riferito alla precedente annualità della Ricerca, è stato elaborato un abaco delle tipologie di chiusure verticali opache più diffuse sul territorio nazionale, per edifici a prevalente uso residenziale.

L'abaco individuato lo scorso anno è stato integrato con le tipologie che si è ritenuto necessario aggiungere. La successione delle tipologie di chiusure verticali opache individuate, segue un ordine cronologico e sequenziale rispetto all'evoluzione delle tipologie e delle caratteristiche costruttive. Ognuna di queste è contraddistinta da un codice CV che indica la chiusura verticale, seguito da un punto e da una numerazione progressiva.

L'evoluzione delle tipologie di involucro nelle diverse classi di epoca di costruzione dipende dal cambiamento delle tecniche costruttive, dei materiali utilizzati, della disposizione degli elementi e del grado di isolamento richiesto dalle normative vigenti. Queste variazioni influiscono soprattutto sugli spessori e sul valore della trasmittanza, che costituiscono i parametri essenziali per la selezione delle tipologie di involucro più rappresentative.

L'abaco è stato redatto a partire da un'indagine bibliografica nell'ambito della tecnologia dell'architettura, da cui è emersa una moltitudine molto vasta ed eterogenea di stratigrafie utilizzate negli edifici residenziali sul territorio italiano. È stata effettuata una selezione di quelle più rappresentative, alle quali è possibile ricondurre tutta una serie di altre stratigrafie simili in relazione ai parametri ritenuti più significativi all'interno di questa ricerca, ossia lo spessore e la trasmittanza determinanti la prestazione energetica del pacchetto involucro.

L'abaco delle chiusure verticali opache esistenti è quindi risultato dalla selezione delle soluzioni che meglio rappresentano quelle più utilizzate negli edifici residenziali sul territorio nazionale, a seconda del periodo di maggiore diffusione, per agevolare la successiva individuazione degli interventi standardizzati di riqualificazione energetica, in modo che siano compatibili con la configurazione dello stato di fatto.

Nella selezione delle stratigrafie più rappresentative e delle classi di epoca di costruzione è stata impiegata come riferimento una precedente ricerca riconosciuta a livello internazionale, ossia il progetto TABULA, finanziato dal programma europeo *Intelligent Energy Europe* (2009-2012).

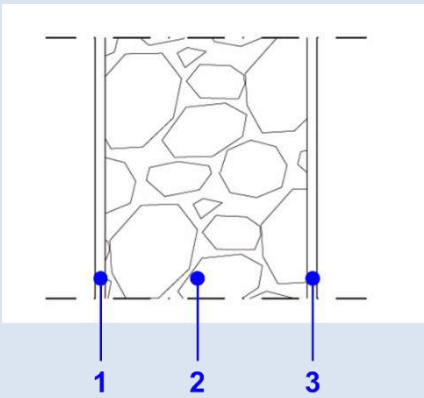
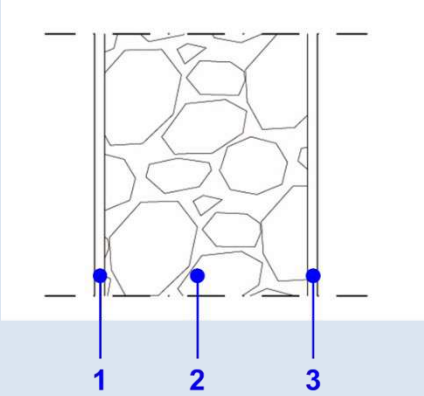
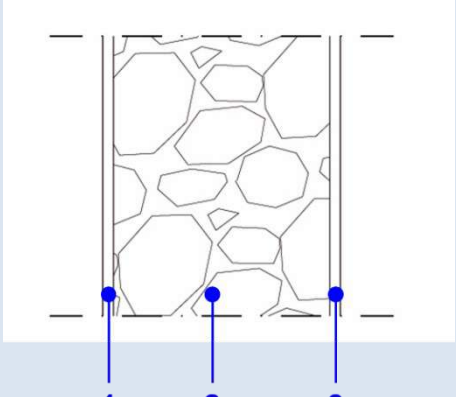
Nella scheda di ogni stratigrafia è stato riportato:

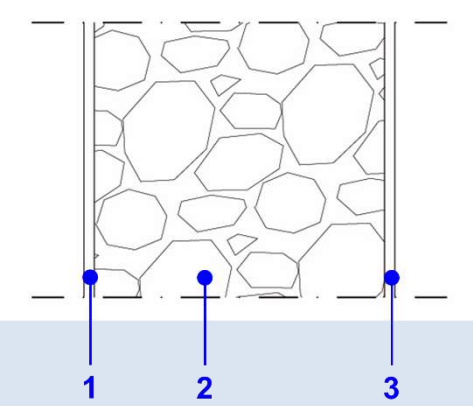
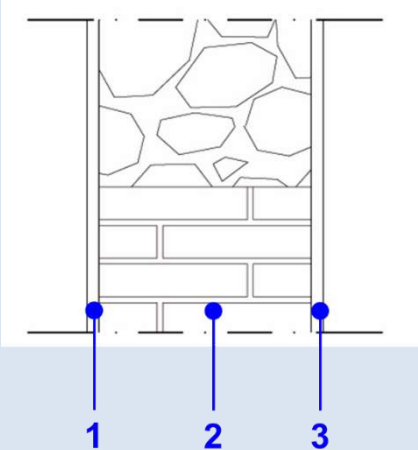
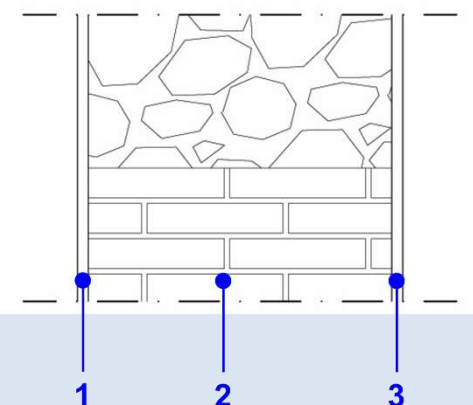
- il codice desunto dal metodo sopra descritto;
- il nome;
- un'immagine con i relativi componenti evidenziati e numerati,;
- il periodo temporale nel quale ha avuto maggiore diffusione;
- lo spessore totale;
- la descrizione di ogni singolo componente numerato;
- lo spessore di ogni singolo componente numerato;
- i parametri energetici prestazionali: trasmittanza stazionaria  $U$  [ $W/m^2K$ ]; trasmittanza termica periodica  $Y_{ie}$  [ $W/m^2K$ ]; capacità termica periodica lato interno  $C_{ip}$  [ $kJ/m^2K$ ]; sfasamento  $\Phi$  [ore]; fattore di attenuazione  $f_a$ .

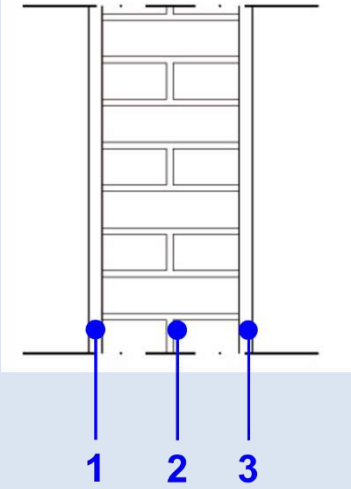
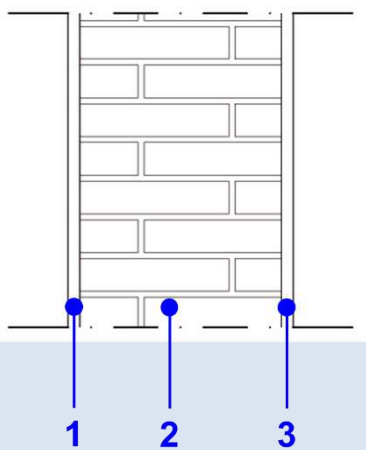
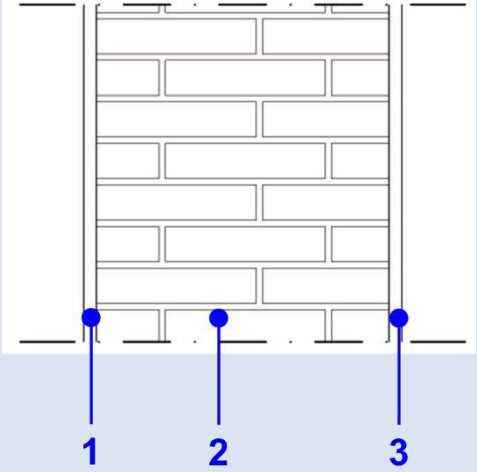
I codici presenti in questo abaco permettono di individuare la tipologia di chiusura verticale opaca esistente all'interno della matrice del patrimonio edilizio residenziale nazionale integrata con le soluzioni più performanti (Capitolo 7 e Allegato 3) e nelle schede prestazionali delle soluzioni di isolamento individuate (Capitolo 6 e Allegato 2).

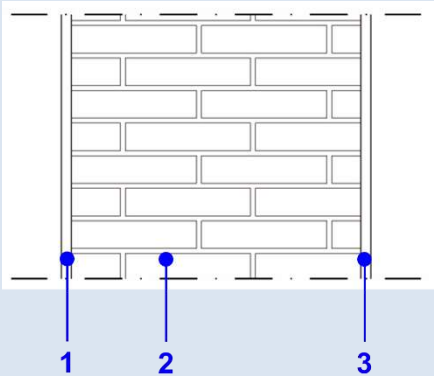
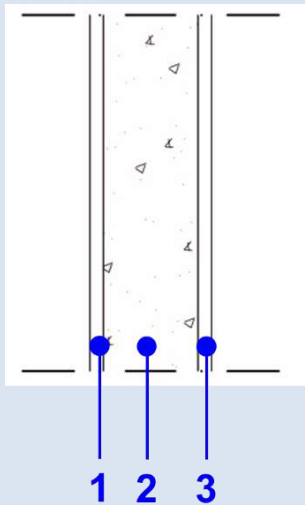
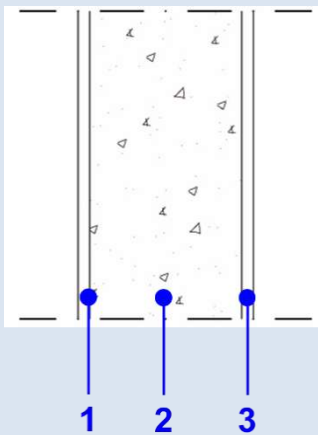
Si riporta l'abaco delle chiusure verticali opache su cui sono state effettuate le simulazioni per individuare le soluzioni tecnologiche ottimizzate, come base di un processo di produzione industriale per interventi di Deep Renovation del patrimonio edilizio residenziale nazionale (Tabella 7).

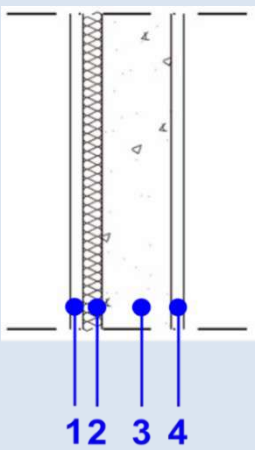
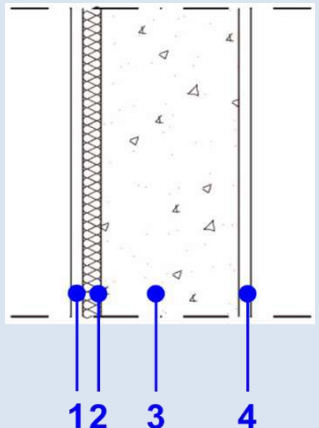
**Tabella 7. Abaco delle chiusure verticali opache**

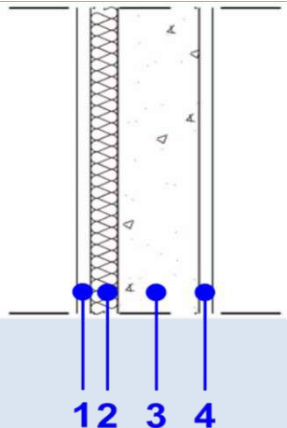
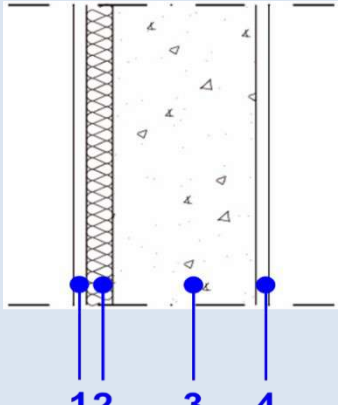
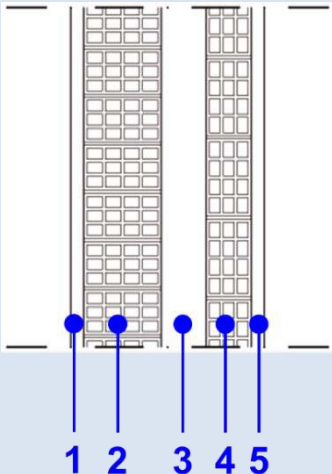
CV.01 Muratura di pietra intonacata	Regime stazionario	Regime periodico
	<p>Utilizzata fino al 1920</p> <p>Spessore tot: 45 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Pietra: 41 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,362 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 77,6 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 11,23</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,142</math></p>
<p><b>CV.01.1 Muratura in tufo intonacata</b></p> 	<p>Utilizzata fino ad oggi</p> <p>Spessore tot: 34 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>5. Tufo: 30 cm</li> <li>6. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,305 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,229 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 61,9 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 12,33</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,176</math></p>
<p><b>CV.01.2 Muratura in tufo intonacata</b></p> 	<p>Utilizzata fino ad oggi</p> <p>Spessore tot: 64 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>8. Tufo: 60 cm</li> <li>9. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,010 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 58,9 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 24,11</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,014</math></p>

CV.02 Muratura di pietra intonacata	Regime stazionario	Regime periodico
	<p>Utilizzata fino al 1920</p> <p>Spessore tot: 60 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Pietra: 56 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 2,202 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,144 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 73,8 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 14,76</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,065</math></p>
<p><b>CV.03 Muratura di pietra listata con mattoni</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata fino al 1930</p> <p>Spessore tot: 40 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Pietra-Mattoni: 36 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,309 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 66,6 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 11,49</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,192</math></p>
<p><b>CV.04 Muratura di pietra listata con mattoni</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata fino al 1930</p> <p>Spessore tot: 60 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Pietra-Mattoni: 56 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,19 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,065 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 62,3 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 17,43</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,055</math></p>

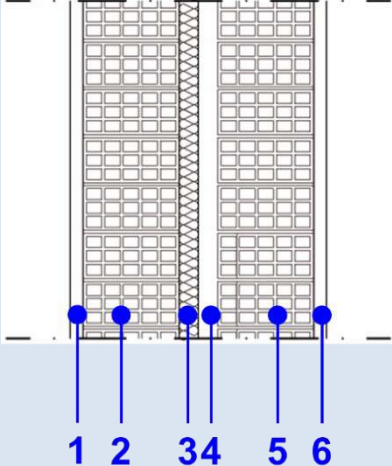
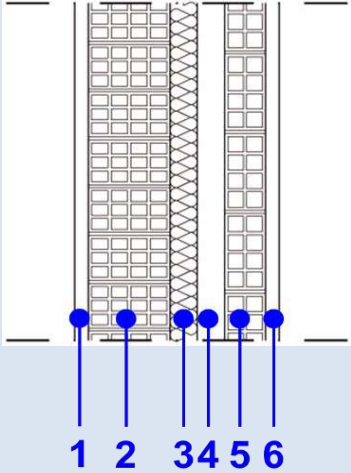
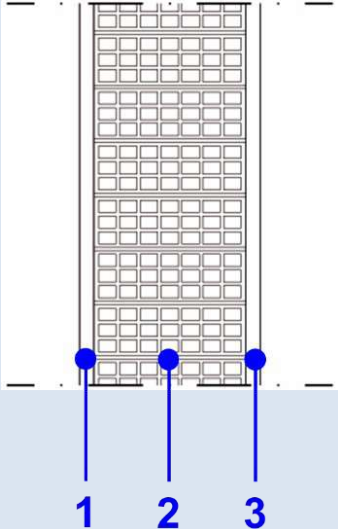
CV.05 Muratura di mattoni pieni	Regime stazionario	Regime periodico
	<p>Utilizzata dal 1900 al 1950</p> <p>Spessore tot: 25 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattoni: 21 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,95 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,690 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 70,4 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 8,41</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,353</math></p>
	<p>Utilizzata dal 1900 al 1950</p> <p>Spessore tot: 38 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattoni: 34 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,199 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 64,3 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 13,14</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,138</math></p>
	<p>Utilizzata dal 1900 al 1950</p> <p>Spessore tot: 50 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattoni: 46 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,16 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,063 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 61,9 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 17,51</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,055</math></p>

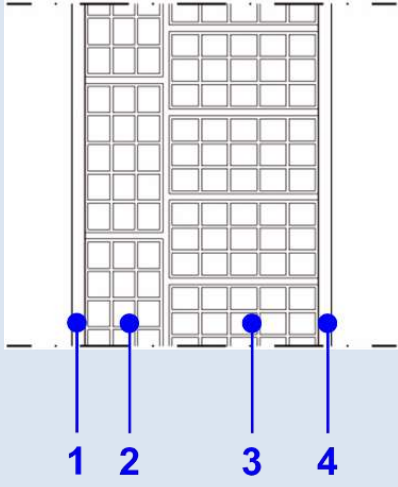
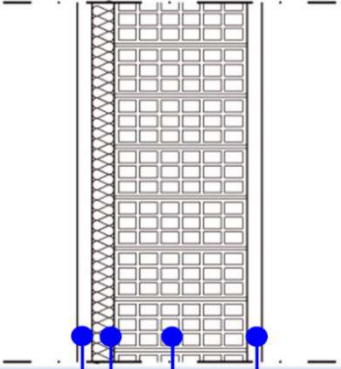
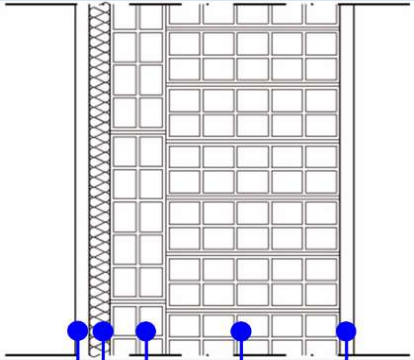
CV.08 Muratura di mattoni pieni	Regime stazionario	Regime periodico
 <p>The diagram shows a cross-section of a brick wall. It consists of three distinct layers: an outer plaster layer (1), a brickwork layer (2), and an inner plaster layer (3). Blue dots and lines at the bottom indicate the boundaries of these layers.</p>	<p>Utilizzata dal 1900 al 1950</p> <p>Spessore tot: 62 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattoni: 58 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,020 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 61,8 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 21,88</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,021</math></p>
<p><b>CV.09 Muratura in calcestruzzo con getto in opera</b></p>  <p>The diagram shows a cross-section of a concrete wall. It consists of three distinct layers: an outer plaster layer (1), a concrete layer (2), and an inner plaster layer (3). Blue dots and lines at the bottom indicate the boundaries of these layers.</p>	<p>Utilizzata dal 1955 al 1975</p> <p>Spessore tot: 18 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Calcestruzzo: 14 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 3,24 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 2,334 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 64,1 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 3,98</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,719</math></p>
<p><b>CV.10 Muratura in calcestruzzo con getto in opera</b></p>  <p>The diagram shows a cross-section of a concrete wall. It consists of three distinct layers: an outer plaster layer (1), a concrete layer (2), and an inner plaster layer (3). Blue dots and lines at the bottom indicate the boundaries of these layers.</p>	<p>Utilizzata dal 1955 al 1975</p> <p>Spessore tot: 30 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Calcestruzzo: 26 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 2,61 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 1,174 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 75 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 6,68</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,45</math></p>

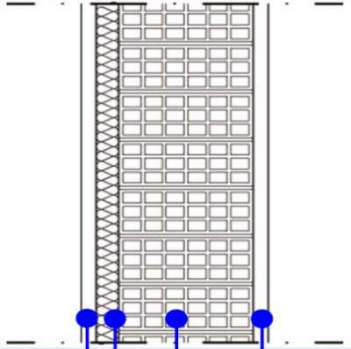
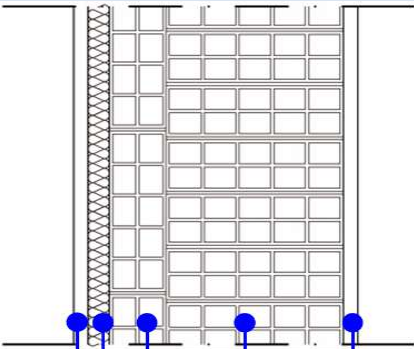
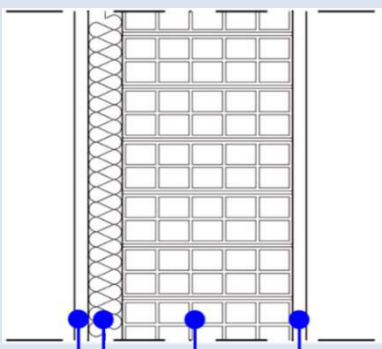
CV.11 Muratura di calcestruzzo, con getto in opera/prefabbricata, basso livello isolamento	Regime stazionario	Regime periodico
	<p>Utilizzata dal 1976 al 1990</p> <p>Spessore tot: 18 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 3 cm</li> <li>3. Calcestruzzo: 11 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 72,7 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 5,34</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,459</math></p>
	<p>Utilizzata dal 1976 al 1990</p> <p>Spessore tot: 30 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 3 cm</li> <li>3. Calcestruzzo: 23 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,176 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 70,5 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 7,79</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,224</math></p>
<p><b>CV.13 Calcestruzzo getto in opera/prefabbricata, medio livello isolamento</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1991 al 2005</p> <p>Spessore 20 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 4 cm</li> <li>3. Calcestruzzo: 12 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,253 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 73,1 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 5,67</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,412</math></p>

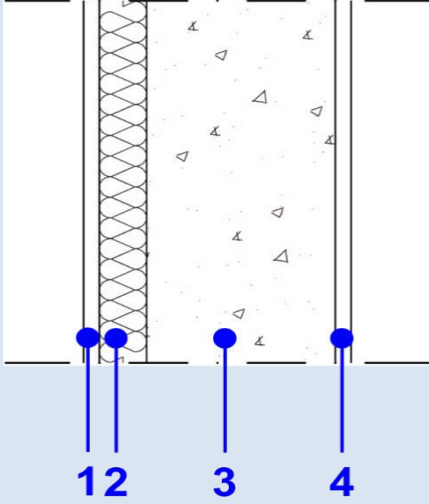
		
<p><b>CV.14 Calcestruzzo getto in opera/prefabbricata, medio livello isolamento</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1991 al 2005</p> <p>Spessore 30 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 4 cm</li> <li>3. Calcestruzzo: 22 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,132 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 70,5 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 7,69</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,223</math></p>
<p><b>CV.15 Muratura a cassa vuota con mattoni forati</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1930 al 1975</p> <p>Spessore tot: 30 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattone forato: 12 cm</li> <li>3. Intercapedine: 6 cm</li> <li>4. Mattone forato: 8 cm</li> <li>5. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,605 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 57,9 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 7,21</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,545</math></p>
<p><b>CV.16 Muratura a cassa vuota con mattoni forati</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1930 al 1975</p>	

	<p>Spessore 40 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattone forato: 15 cm</li> <li>3. Intercapedine: 6 cm</li> <li>4. Mattone forato: 15 cm</li> <li>5. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,259 \text{ W/m}^2\text{K}</math> Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 55,5 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math> Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 10,63 Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,298</math></p>
<p><b>CV.17 Muratura a cassa vuota con mattoni pieni e forati</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1930 al 1975</p> <p>Spessore tot: 40 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mattone pieno: 17 cm</li> <li>2. Intercapedine: 6 cm</li> <li>3. Mattone forato: 15 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,216 \text{ W/m}^2\text{K}</math> Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 54 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math> Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 11,92 Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,214</math></p>
<p><b>CV.18 Muratura a cassa vuota con mattoni forati, basso livello d'isolamento</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1976 al 1990</p> <p>Spessore tot: 30 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattone forato: 12 cm</li> <li>3. Isolante: 3 cm</li> <li>4. Intercapedine: 3 cm</li> <li>5. Mattone forato: 8 cm</li> <li>6. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,299 \text{ W/m}^2\text{K}</math> Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 57,5 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math> Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 8,24 Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,469</math></p>
<p><b>CV.19 Muratura a cassa vuota con mattoni forati, basso livello d'isolamento</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1976 al 1990</p>	

	<p>Spessore tot: 40 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattone forato: 15 cm</li> <li>3. Isolante: 3 cm</li> <li>4. Intercapedine: 3 cm</li> <li>5. Mattone forato: 15 cm</li> <li>6. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,126 \text{ W/m}^2\text{K}</math>                      Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 54,8 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math>                      Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 11,83                      Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,228</math></p>
<p><b>CV.20 Muratura a cassa vuota con mattoni forati, medio livello d'isolamento</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1991 al 2005</p> <p>Spessore tot: 30 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattone forato: 12 cm</li> <li>3. Isolante: 4 cm</li> <li>4. Intercapedine: 4 cm</li> <li>5. Mattone forato: 6 cm</li> <li>6. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,269 \text{ W/m}^2\text{K}</math>                      Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 57,8 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math>                      Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 7,53                      Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,469</math></p>
<p><b>CV.21 Muratura in mattoni forati</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1950 al 1975</p> <p>Spessore tot: 25 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattone forato: 21 cm</li> <li>3. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,735 \text{ W/m}^2\text{K}</math>                      Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 58,3 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math>                      Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 6,84                      Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,548</math></p>
<p><b>CV.22 Muratura in mattoni forati</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p> <p>Utilizzata dal 1950 al 1975</p>	<p><b>Regime periodico</b></p>

	<p>Spessore tot: 40 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Mattone forato: 12 cm</li> <li>3. Mattone forato: 23 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,223 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 53,7 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 11,42</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,244</math></p>
<p><b>CV.23 Muratura in mattoni forati, basso livello d'isolamento</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1976 al 1990</p> <p>Spessore tot: 25 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 3 cm</li> <li>3. Mattone forato: 18 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,254 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 55,1 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 7,76</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,361</math></p>
<p><b>CV.24 Muratura in mattoni forati, basso livello d'isolamento</b></p>	<p><b>Regime stazionario</b></p>	<p><b>Regime periodico</b></p>
	<p>Utilizzata dal 1976 al 1990</p> <p>Spessore tot: 40 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 3 cm</li> <li>3. Mattone forato: 8 cm</li> <li>4. Mattone forato: 25 cm</li> <li>5. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,082 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 51,6 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 12,52</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,135</math></p>

CV.25 Muratura in mattoni forati, medio livello d'isolamento	Regime stazionario	Regime periodico
 <p style="text-align: center;">1 2 3 4</p>	<p>Utilizzata dal 1991 al 2005</p> <p>Spessore tot: 25 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 3 cm</li> <li>3. Mattone forato: 18 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,180 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 54,4 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 7,96</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,329</math></p>
 <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p>	<p>Utilizzata dal 1991 al 2005</p> <p>Spessore tot: 40 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 3 cm</li> <li>3. Mattone forato: 8 cm</li> <li>4. Mattone forato: 25 cm</li> <li>5. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,056 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 51,3 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 12,75</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,114</math></p>
<p><b>CV.27 Muratura in mattoni alveolati (alta resistenza termica), alto livello d'isolamento</b></p>	<p>Regime stazionario</p>	<p>Regime periodico</p>
 <p style="text-align: center;">1 2 3 4</p>	<p>Utilizzata dal 2006</p> <p>Spessore tot: 34 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 5 cm</li> <li>3. Mattone alveolato: 25 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 44,1 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 12,51</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,134</math></p>

CV.28 Calcestruzzo getto in opera/prefabbricata, alto livello isolamento	Regime stazionario	Regime periodico
	<p>Utilizzata dal 2006</p> <p>Spessore 34 cm</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intonaco esterno: 2 cm</li> <li>2. Isolante: 6 cm</li> <li>3. Calcestruzzo: 24 cm</li> <li>4. Intonaco interno: 2 cm</li> </ol> <p><math>U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>	<p><math>Y_{ie} = 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p> <p>Capacità termica periodica lato interno <math>C_{ip} = 58,7 \text{ kJ/m}^2\text{K}</math></p> <p>Sfasamento <math>\Phi</math> (ore) = 11,27</p> <p>Fattore di attenuazione <math>f_a = 0,114</math></p>

#### 4.2 Simulazioni sulle chiusure verticali opache esistenti per la verifica della trasmittanza stazionaria e periodica e delle percentuali di applicabilità

A partire dall'Abaco delle Chiusure Verticali Opache del patrimonio edilizio residenziale sono state applicate le soluzioni di riqualificazione selezionate in cui sono stati considerati i materiali isolanti individuati.

Per poter identificare lo spessore del materiale isolante di ciascuna soluzione tecnologica proposta è stata sviluppata una metodologia in cui le prestazioni degli scenari di isolamento vengono precalcolate per indirizzare la catena di produzione verso soluzioni standardizzate più efficienti e sostenibili.

Nella Figura 22 viene rappresentata la metodologia adottata all'interno del foglio di calcolo delle simulazioni per l'individuazione dello spessore dei materiali isolanti selezionati precedentemente ed utilizzati per i sistemi di coibentazione delle chiusure verticali opache proposti. Nell'Allegato 1 sono riportati i fogli di sintesi delle simulazioni effettuate sulle soluzioni selezionate.

Una volta applicata alla struttura esistente la soluzione tecnologica con lo spessore di isolante viene verificato il rispetto dei requisiti prestazionali invernali ed estivi.

Nel foglio di calcolo sono stati riportati:

- i valori di trasmittanza stazionaria e periodica di ogni chiusura verticale opaca del patrimonio edilizio residenziale nazionale esistente presente nell'abaco;
- i valori relativi allo spessore, alla conducibilità, al calore specifico e alla densità di ciascun materiale impiegato per realizzare il sistema di isolamento;
- i valori finali ottenuti tramite l'intervento di efficientamento quali trasmittanza stazionaria, periodica, fattore di attenuazione, sfasamento termico, capacità termica areica interna periodica.

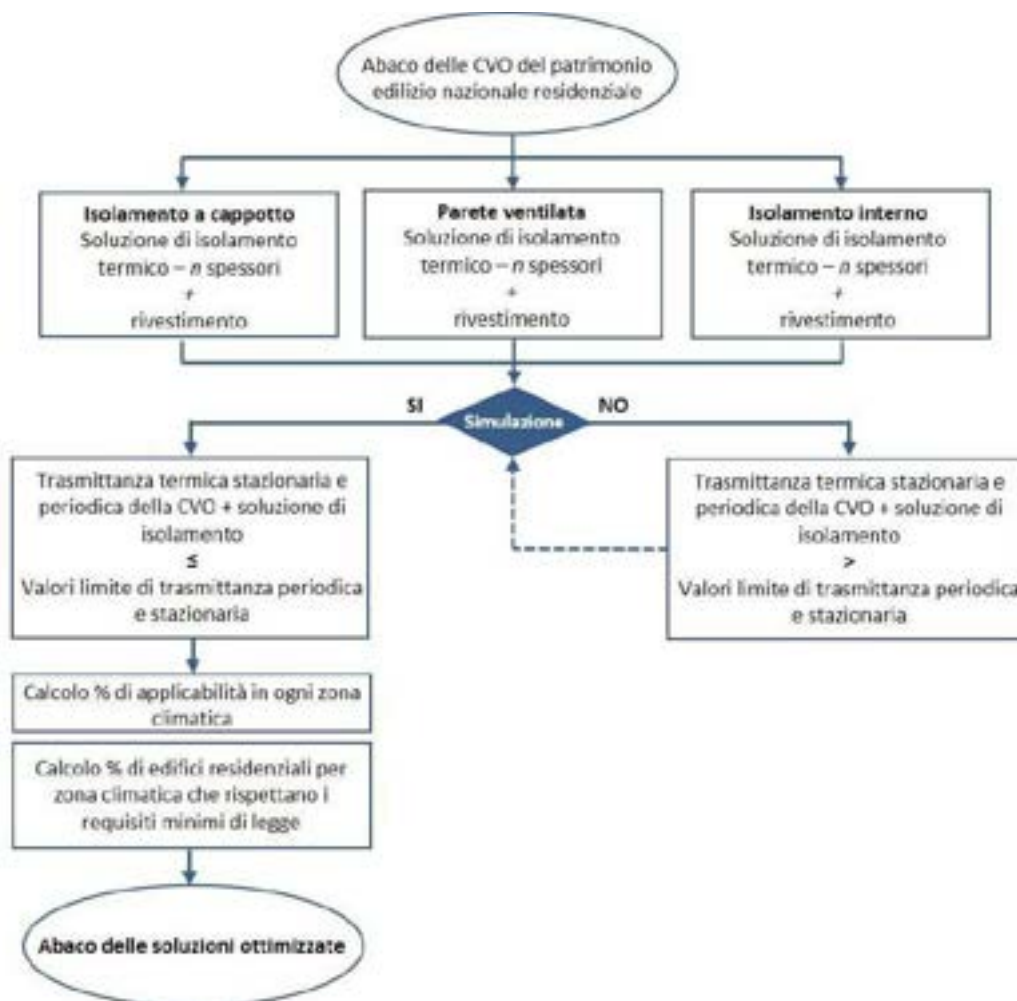


Figura 22 - Diagramma di flusso della metodologia per identificare soluzioni di isolamento standardizzate.

Sono state effettuate simulazioni per ciascuna soluzione di riqualificazione con diversi spessori di isolante su ogni tipo di chiusura verticale opaca presente nell'abaco (si riporta in Allegato 1 lo studio completo).

Le simulazioni sono state effettuate per identificare gli spessori dei materiali isolanti selezionati che permettono la maggiore applicazione sulle pareti esistenti in tutte le zone climatiche. La percentuale di applicabilità di ogni soluzione di isolamento proposta è stata valutata moltiplicando la percentuale di applicabilità sulle diverse tipologie di chiusura verticale opaca (calcolata in base ai requisiti minimi di trasmittanza stazionaria previsti da normativa vigente) per la percentuale di edifici residenziali nazionali presenti in ogni zona climatica desunta dai dati ISTAT.

Infine, sono state sommate le percentuali di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale previsti da normativa vigente a seguito dell'intervento di efficientamento (Decreto 6 agosto 2020), per ottenere la percentuale totale di edifici residenziali nazionali nei quali la soluzione è applicabile.

Per le soluzioni standardizzate proposte è stata svolta una verifica anche del valore limite della trasmittanza periodica previsto da normativa.

La scelta delle soluzioni è stata effettuata anche valutando il maggior soddisfacimento dei limiti prestazionali previsti da normativa vigente, in particolare per la zona climatica E, che risulta caratterizzata secondo dati ISTAT, dalla maggior consistenza percentuale di edifici residenziali.

Attraverso questo studio è stato possibile valutare la percentuale di applicabilità delle soluzioni isolanti sul patrimonio edilizio nazionale in base alle zone climatiche.

Il procedimento seguito per individuare la soluzione più idonea e fin qui descritto, è stato effettuato su diverse tipologie di soluzioni di isolamento fino ad arrivare alla scelta di due soluzioni di isolamento per ogni

tipologia di soluzione tecnologica (soluzione a cappotto, soluzione parete ventilata e soluzione isolamento interno), in funzione dei suddetti parametri.

Dopo aver effettuato la scelta delle soluzioni più performanti, si è ripetuta la simulazione per i diversi spessori di isolante, fino a trovare lo spessore più adatto a soddisfare un'adeguata percentuale di edifici del patrimonio edilizio residenziale nazionale. I risultati di tutte le simulazioni effettuate con i diversi spessori di isolante sono riportati in Allegato 1.

Questa metodologia permette di individuare automaticamente il rispetto o meno dei valori di trasmittanza termica stazionaria e periodica previsti dalla normativa vigente. I valori di trasmittanza termica stazionaria sono stati desunti dal Decreto 6 agosto 2020, "Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus", (GU Serie Generale n.246 del 05-10-2020) (Tabella 8).

**Tabella 8. I valori limite di trasmittanza stazionaria previsti dal Decreto Requisiti Ecobonus GU 05/10/2020 (calcolo secondo UNI EN ISO 6946).**

UNI EN ISO 6946	
Zona climatica A e B	$\leq 0,38$
Zona climatica C	$\leq 0,30$
Zona climatica D	$\leq 0,26$
Zona climatica E	$\leq 0,23$
Zona climatica F	$\leq 0,22$

I valori di trasmittanza periodica, fattore di attenuazione, sfasamento termico, capacità termica areica interna periodica ottenuti con l'applicazione delle varie soluzioni di isolamento termico, sono stati confrontati con i valori limite previsti dal Decreto Requisiti minimi 26/06/2015 e dalla norma UNI EN ISO 13786:2008 (Tab. 9 e 10).

**Tabella 9. I valori limite previsti dal Decreto Requisiti minimi 26/06/2015**

Trasmittanza periodica (calcolata secondo UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti)	$< 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
--	--------------------------------

**Tabella 10. Parametri qualitativi - UNI EN ISO 13786:2008**

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
$S > 12$	$f_a < 0,15$	Ottime	I
$12 \geq S > 10$	$0,15 \leq f_a < 0,30$	Buone	II
$10 \geq S > 8$	$0,30 \leq f_a < 0,40$	Medie	III
$8 \geq S > 6$	$0,40 \leq f_a < 0,60$	Sufficienti	IV
$6 \geq S$	$0,60 \leq f_a$	Mediocri	V

Si riporta di seguito una sintesi delle simulazioni svolte per l'individuazione degli spessori dei materiali coibenti selezionati per ciascuna tipologia d'isolamento.

#### 4.2.1 Soluzione a cappotto SC.1

Per realizzare il primo sistema a cappotto è stata scelta la lana di roccia, un materiale isolante di tipo inorganico sintetico utilizzato in forma di pannelli isolanti semirigidi, fissati alla muratura esistente, previa interposizione di barriera al vapore, mediante un sistema di aggancio composto da profili di acciaio zincato applicati con un passo di 60 cm e staffe tassellate. La finitura è composta da lastre in calcio silicato da 12 mm di spessore che vanno successivamente trattate con uno strato di rasatura con rete interposta per sigillare al meglio le fughe ed evitare infiltrazioni di acqua meteorica che potrebbero danneggiare l'isolante.

Riguardo la posa, è molto veloce pur avendo necessità di una rasatura finale che si rende necessaria in tutti i casi di isolamento con sistema a cappotto per impedire la formazione di condense interstiziali.

Le fasi d'installazione prevedono:

1. applicazione di staffe metalliche di ancoraggio: le staffe metalliche hanno il compito di sostenere gli strati di finitura esterni e di trasferire i carichi alla parete esistente retrostante. In seguito ad una prima fase di tracciamento, tali staffe vengono fissate al paramento murario mediante l'utilizzo di tasselli adeguatamente dimensionati;
2. posa e fissaggio del pannello isolante: la posa dei pannelli isolanti in lana di roccia avviene tramite fissaggio meccanico. I pannelli devono essere posizionati realizzando l'accostamento tra gli stessi, al fine di garantire la continuità dello strato isolante; questo contribuirà così al miglioramento delle prestazioni termiche, acustiche;
3. struttura portante - profili montanti verticali e/o trasversi: la struttura portante, realizzata tramite profili montanti verticali e/o trasversi, opportunamente assemblati, dotati di idonee forometrie necessarie ai fissaggi ed all'assemblaggio, viene fissata alle staffe metalliche di ancoraggio con lo scopo di supportare i carichi gravanti sulla struttura del sistema di facciata;
4. posa pannello in calcio silicato: posa del pannello in calcio silicato tramite avvitamento all'orditura metallica con apposite viti zincate, auto-fresanti ed auto-foranti;
5. rasatura e finitura: le fughe esterne tra le lastre in calcio silicato andranno riempite con idoneo prodotto rigido bicomponente con interposta rete in fibra di vetro.

Sono state svolte simulazioni per individuare lo spessore del materiale coibente che consente la maggior applicazione sul patrimonio edilizio residenziale nazionale, partendo da 6 cm fino a 12 cm. Si riporta di seguito una sintesi dei risultati delle simulazioni svolte (Fig. 23 – 26).

<b>SINTESI</b>		
<b>SISTEMA A CAPPOTTO - SOLUZIONE SC.1</b>		
<b>ISOLANTE</b>		
Spessore	[m]	<b>0,06</b>
Conducibilità	[W/mK]	<b>0,032</b>
Calore specifico	[J/kgK]	1030
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	30
<b>PANNELO CALCIO SILICATO</b>		
Spessore	[m]	0,012
Conducibilità	[W/mK]	0,39
Calore specifico	[J/kgK]	900
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1200
<b>FINITURA - RASATURA</b>		
Spessore	[m]	0,005
Conducibilità	[W/mK]	0,9
Calore specifico	[J/kgK]	1000
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800
		<b>SPESSORE TOT 0,077</b>
<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>		
% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento		
A-B		<b>77%</b>
C		<b>33%</b>
D		<b>10%</b>
E		<b>7%</b>
F		<b>7%</b>
% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento		
		<b>17% in regime invernale</b>
		<b>97% in regime estivo</b>

Figura 23. Simulazione SC.1 con isolante di spessore 6 cm

<b>SINTESI</b>			
<b>SISTEMA A CAPPOTTO - SOLUZIONE SC.1</b>			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B 100%</b> <b>C 70%</b> <b>D 40%</b> <b>E 17%</b> <b>F 10%</b>  % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>38% in regime invernale</b> <b>97% in regime estivo</b>
Spessore	[m]	0,08	
Conducibilità	[W/mK]	0,032	
Calore specifico	[J/kgK]	1030	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	30	
<b>PANNELO CALCIO SILICATO</b>			
Spessore	[m]	0,012	
Conducibilità	[W/mK]	0,39	
Calore specifico	[J/kgK]	900	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1200	
<b>FINITURA - RASATURA</b>			
Spessore	[m]	0,005	
Conducibilità	[W/mK]	0,9	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,097</b>	

Figura 24. Simulazione SC.1 con isolante di spessore 8 cm

<b>SINTESI</b>			
<b>SISTEMA A CAPPOTTO - SOLUZIONE SC.1</b>			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B 100%</b> <b>C 100%</b> <b>D 80%</b> <b>E 47%</b> <b>F 37%</b>  % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>69% in regime invernale</b> <b>100% in regime estivo</b>
Spessore	[m]	0,1	
Conducibilità	[W/mK]	0,032	
Calore specifico	[J/kgK]	1030	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	30	
<b>PANNELO CALCIO SILICATO</b>			
Spessore	[m]	0,012	
Conducibilità	[W/mK]	0,39	
Calore specifico	[J/kgK]	900	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1200	
<b>FINITURA - RASATURA</b>			
Spessore	[m]	0,005	
Conducibilità	[W/mK]	0,9	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,117</b>	

Figura 25. Simulazione SC.1 con isolante di spessore 10 cm

SINTESI			
SISTEMA A CAPPOTTO - SOLUZIONE SC.1			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B 100%</b> <b>C 100%</b> <b>D 100%</b> <b>E 83%</b> <b>F 73%</b>  % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>91% in regime invernale</b> <b>100% in regime estivo</b>
Spessore	[m]	0,12	
Conducibilità	[W/mK]	0,032	
Calore specifico	[J/kgK]	1030	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	30	
<b>PANNELO CALCIO SILICATO</b>			
Spessore	[m]	0,012	
Conducibilità	[W/mK]	0,39	
Calore specifico	[J/kgK]	900	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1200	
<b>FINITURA - RASATURA</b>			
Spessore	[m]	0,005	
Conducibilità	[W/mK]	0,9	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,137</b>	

Figura 26. Simulazione SC.1 con isolante di spessore 12 cm

Per poter garantire la maggior applicabilità sul patrimonio edilizio residenziale nazionale risulta necessario applicare un pannello isolante in lana di roccia da 12 cm di spessore (Fig. 26).

#### 4.2.2 Soluzione a cappotto SC.2

Per realizzare il secondo sistema a cappotto è stata scelta la fibra di legno, un materiale isolante di tipo organico naturale, utilizzato in forma di pannelli semirigidi fissati alla parete esistente, previa interposizione di barriera al vapore e pulizia del supporto murario, applicato mediante sottostruttura in acciaio. La finitura è realizzata con un pannello in cemento legno applicato a secco da rasare in opera.

La posa richiede comunque una rasatura finale, necessaria in tutti i casi di isolamento con sistema a cappotto per impedire la formazione di condense interstiziali.

Le fasi d'installazione prevedono:

1. preparazione del supporto: il fissaggio del pannello isolante deve essere effettuato solo su pareti esenti da tracce di polveri, grassi ed umidità. Gli strati di intonaco non ben fissati devono essere rimossi, i difetti devono essere livellati;
2. installazione del telaio in acciaio: il telaio è fissato alla muratura a secco, per sostenere il carico del sistema e distribuirlo sulla muratura esistente;
3. posa e fissaggio pannelli: i pannelli in fibra di legno vengono tassellati sul telaio predisposto. I pannelli ad incastro maschio/femmina sono installati in senso orizzontale, deve essere rispettato una distanza minima fra i giunti sfalsati di 30 cm. I tasselli devono preferibilmente essere del tipo "a vite" con anima metallica e devono avere una lunghezza sufficiente ad attraversare lo spessore dell'isolante e penetrare nella muratura retrostante fino a raggiungere uno strato meccanicamente stabile;
4. posa del pannello in cemento legno: lo strato di protezione dell'isolante viene realizzato a secco mediante la posa di pannelli in cemento legno ad elevata densità 1350 kg/m<sup>3</sup> ed elevata resistenza meccanica 9000 kPa, resistente al fuoco (classe A2). Lastre di dimensioni 1220x520 mm e spessore 18 mm;
5. rasatura e finitura: si procede con una mano di rasante a base di malta cementizia monocomponente per l'incollaggio e la rasatura di pannelli termoisolanti e per sistemi di isolamento "a cappotto", con interposizione di rete in fibra di vetro densità 360 g/m<sup>3</sup> indemagiabile e resistente agli alcali, impiegata

nei sistemi d'isolamento a cappotto termico corazzato. Al termine dell'asciugatura è possibile procedere con la pittura delle superfici.

Nell'ottica del riutilizzo del componente edilizio per realizzare il sistema di isolamento a cappotto, è preferibile l'impiego di prodotti che prevedono sistemi di ancoraggio metallici.

Riguardo lo strato di protezione esterna, sarebbe preferibile che questo fosse già integrato nel pannello coibente o applicabile a secco, ossia senza impiego di acqua, collanti o sigillanti. Ciò permetterebbe senza dubbio di ridurre i tempi di cantiere e gli impatti ambientali ad essi associati grazie all'assenza di fasi di asciugatura ma aumenterebbe il rischio di infiltrazioni di acque meteoriche all'interno del sistema provocando un veloce deterioramento del materiale isolante ed il conseguente danneggiamento del paramento murario esistente. È per questo che si è preferito scegliere soluzioni che richiedessero comunque uno strato di finitura non a secco, con il conseguente leggero impatto negativo sui tempi al momento dell'installazione ma con un decisivo allungamento della durabilità del prodotto finale.

Sono state svolte simulazioni per individuare lo spessore del materiale coibente che consente la maggior applicazione sul patrimonio edilizio residenziale nazionale, partendo da 6 cm fino a 14 cm. Si riporta di seguito una sintesi dei risultati delle simulazioni svolte (Fig. 27 – 31).

SINTESI			SISTEMA A CAPPOTTO - SC.2	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,06	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,04	A-B	57%
Calore specifico	[J/kgK]	2100	C	20%
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	140	D	7%
<b>RASATURA</b>			E	7%
Spessore	[m]	0,005	F	3%
Conducibilità	[W/mK]	0,9	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	12% In regime invernale	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	97% In regime estivo	
<b>PANNELLO CEMENTO LEGNO</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	0,26		
Calore specifico	[J/kgK]	1980		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1350		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,085</b>		

Figura 27. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 6 cm

SINTESI			SISTEMA A CAPPOTTO - SC.2	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,08	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,04	A-B	83%
Calore specifico	[J/kgK]	2100	C	47%
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	140	D	17%
<b>RASATURA</b>			E	7%
Spessore	[m]	0,005	F	7%
Conducibilità	[W/mK]	0,9	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	22%	in regime invernale
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	97%	in regime estivo
<b>PANNELLO CEMENTO LEGNO</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	0,26		
Calore specifico	[J/kgK]	1880		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1350		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,105</b>		

Figura 28. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 8 cm

SINTESI			SISTEMA A CAPPOTTO - SC.2	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,1	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,04	A-B	100%
Calore specifico	[J/kgK]	2100	C	73%
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	140	D	43%
<b>RASATURA</b>			E	17%
Spessore	[m]	0,005	F	10%
Conducibilità	[W/mK]	0,9	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	40%	in regime invernale
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	100%	in regime estivo
<b>PANNELLO CEMENTO LEGNO</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	0,26		
Calore specifico	[J/kgK]	1880		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1350		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,125</b>		

Figura 29. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 10 cm

SINTESI SISTEMA A CAPPOTTO - SC.2			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B 100%</b> <b>C 100%</b> <b>D 70%</b> <b>E 43%</b> <b>F 33%</b>  % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>65% in regime invernale</b>  <b>100% in regime estivo</b>
Spessore	[m]	0,12	
Conducibilità	[W/mK]	0,04	
Calore specifico	[J/kgK]	2100	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	140	
<b>RASATURA</b>			
Spessore	[m]	0,005	
Conducibilità	[W/mK]	0,9	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	
<b>PANNELLO CEMENTO LEGNO</b>			
Spessore	[m]	0,02	
Conducibilità	[W/mK]	0,26	
Calore specifico	[J/kgK]	1880	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1350	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,145</b>	

Figura 30. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 12 cm

SINTESI SISTEMA A CAPPOTTO - SC.2			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B 100%</b> <b>C 100%</b> <b>D 97%</b> <b>E 70%</b> <b>F 60%</b>  % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>84% in regime invernale</b>  <b>100% in regime estivo</b>
Spessore	[m]	0,14	
Conducibilità	[W/mK]	0,04	
Calore specifico	[J/kgK]	2100	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	140	
<b>RASATURA</b>			
Spessore	[m]	0,005	
Conducibilità	[W/mK]	0,9	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1800	
<b>PANNELLO CEMENTO LEGNO</b>			
Spessore	[m]	0,02	
Conducibilità	[W/mK]	0,26	
Calore specifico	[J/kgK]	1880	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1350	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,165</b>	

Figura 31. Simulazione SC.2 con isolante di spessore 14 cm

Per poter garantire la maggior applicabilità sul patrimonio edilizio residenziale nazionale risulta necessario applicare un pannello isolante in fibra di legno da 14 cm di spessore (Fig. 31).

### 4.2.3 Soluzione parete ventilata PV.1

Per realizzare il sistema a parete ventilata è stato scelto il poliuretano espanso rigido, un materiale isolante che garantisce ottime prestazioni ed elevata stabilità nel tempo.

I pannelli isolanti previsti per questa soluzione sono caratterizzati dalla predisposizione su di essi di correntini in acciaio e vengono quindi fissati direttamente alla parete esistente mediante tasselli e viti che attraversando anche i correntini stessi, permettono il successivo montaggio del rivestimento a secco, previa sigillatura dei giunti, rendendo la posa molto semplice e veloce.

Le fasi d'installazione prevedono:

1. posa e fissaggio del pannello isolante: la posa dei pannelli isolanti alla struttura portante (muratura in blocchi di laterizio o calcestruzzo, strutture in legno o metalliche) avviene tramite tasselli ad espansione e viti d'ancoraggio passanti attraverso il correntino in acciaio già predisposto sul pannello. Il tipo e il numero di fissaggi dipendono dal tipo di struttura e dal peso del materiale di rivestimento esterno;
2. sigillatura giunti: si utilizza un'apposita guaina butilica lungo tutti i giunti verticali e le zone in cui il poliuretano rimane scoperto;
3. posa del rivestimento: il rivestimento viene vincolato al correntino metallico attraverso un adeguato fissaggio meccanico (viti autofilettanti per legno o fibrocemento, morsetto per gres, rivetto per lastre HPL, ...).

Sono state svolte simulazioni per individuare lo spessore del materiale coibente che consente la maggior applicazione sul patrimonio edilizio residenziale nazionale, partendo da 6 cm fino a 12 cm.

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati delle simulazioni svolte (Fig. 32 – 35).

SINTESI			SISTEMA PARETE VENTILATA - SOLUZIONE PV.1	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,06	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,022	<b>A-B</b>	<b>100%</b>
Calore specifico	[J/kgK]	1400	<b>C</b>	<b>90%</b>
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	38	<b>D</b>	<b>63%</b>
<b>ARIA VENTILATA</b>			<b>E</b>	<b>37%</b>
Spessore	[m]	0,04	<b>F</b>	<b>30%</b>
Conducibilità	[W/mK]	0,25	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	<b>58%</b>	<b>in regime invernale</b>
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1300	<b>100%</b>	<b>in regime estivo</b>
<b>RIVESTIMENTO</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	1,3		
Calore specifico	[J/kgK]	840		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	2000		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,12</b>		

Figura 32. Simulazione PV.1 con isolante di spessore 6 cm

SINTESI			
SISTEMA PARETE VENTILATA - SOLUZIONE PV.1			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B 100%</b> <b>C 100%</b> <b>D 100%</b> <b>E 83%</b> <b>F 77%</b> % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>91% in regime invernale</b> <b>100% in regime estivo</b>
Spessore	[m]	0,08	
Conducibilità	[W/mK]	0,022	
Calore specifico	[J/kgK]	1400	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	38	
<b>ARIA VENTILATA</b>			
Spessore	[m]	0,04	
Conducibilità	[W/mK]	0,25	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1300	
<b>RIVESTIMENTO</b>			
Spessore	[m]	0,02	
Conducibilità	[W/mK]	1,3	
Calore specifico	[J/kgK]	840	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	2000	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,14</b>	

Figura 33. Simulazione PV.1 con isolante di spessore 8 cm

SINTESI			
SISTEMA PARETE VENTILATA - SOLUZIONE PV.1			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B 100%</b> <b>C 100%</b> <b>D 100%</b> <b>E 100%</b> <b>F 100%</b> % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>100% in regime invernale</b> <b>100% in regime estivo</b>
Spessore	[m]	0,1	
Conducibilità	[W/mK]	0,022	
Calore specifico	[J/kgK]	1400	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	38	
<b>ARIA VENTILATA</b>			
Spessore	[m]	0,04	
Conducibilità	[W/mK]	0,25	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1300	
<b>RIVESTIMENTO</b>			
Spessore	[m]	0,02	
Conducibilità	[W/mK]	1,3	
Calore specifico	[J/kgK]	840	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	2000	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,16</b>	

Figura 34. Simulazione PV.1 con isolante di spessore 10 cm

SINTESI			SISTEMA PARETE VENTILATA - SOLUZIONE PV.1	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,12	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,022	A-B	100%
Calore specifico	[J/kgK]	1400	C	100%
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	38	D	100%
<b>ARIA VENTILATA</b>			E	100%
Spessore	[m]	0,04	F	100%
Conducibilità	[W/mK]	0,25	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	100% in regime invernale	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1300	100% in regime estivo	
<b>RIVESTIMENTO</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	1,3		
Calore specifico	[J/kgK]	840		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	2000		
<b>SPESSORE TOT</b>		0,18		

Figura 35. Simulazione PV.1 con isolante di spessore 12 cm

Per poter garantire la totale applicabilità sul patrimonio edilizio residenziale nazionale risulta necessario applicare un pannello isolante in poliuretano espanso rigido da 10 cm di spessore (Fig. 34). Per ridurre gli spessori della soluzione garantendo un'elevata applicabilità sul patrimonio edilizio residenziale nazionale è stato scelto il sistema da 8 cm di isolante (Fig. 33).

#### 4.2.4 Soluzione parete ventilata PV.2

Per realizzare il sistema a parete ventilata è stata scelta la lana di roccia, che come già detto è un materiale isolante di tipo inorganico sintetico, utilizzato in forma di pannelli isolanti semirigidi pre-assemblati a un pannello in calcio silicato. Questi vengono posizionati a contatto con la muratura esistente, previo fissaggio di staffe, alle quali verrà successivamente fissata la struttura portante composta da profili ai quali a loro volta vengono fissate le lastre di finitura.

Il sistema è composto di pannelli isolanti semirigidi di spessore 12 cm, pre-assemblati a un pannello in calcio silicato. Questi vengono posizionati a contatto con la muratura esistente, previo fissaggio di staffe, alle quali verrà successivamente fissata la struttura portante composta di profili ai quali a loro volta vengono fissate le lastre di finitura.

La posa è quindi molto veloce per la sua completa realizzazione a secco.

Le fasi d'installazione prevedono:

1. applicazione staffe metalliche di ancoraggio: le staffe metalliche hanno il compito di sostenere gli strati di finitura esterni e di trasferire i carichi alla parete esistente retrostante. In seguito ad una prima fase di tracciamento, tali staffe vengono fissate al paramento murario mediante l'utilizzo di tasselli adeguatamente dimensionati;
2. posa e fissaggio del pannello isolante: la posa dei pannelli isolanti in lana di roccia avviene tramite fissaggio meccanico. I pannelli devono essere posizionati realizzando l'accostamento tra gli stessi, al fine di garantire la continuità dello strato isolante; questo contribuirà così al miglioramento delle prestazioni termiche, acustiche;
3. struttura portante - profili montanti verticali e/o traversi: la struttura portante, realizzata tramite profili montanti verticali e/o trasversi, opportunamente assemblati, dotati di idonee forometrie necessarie ai fissaggi ed all'assemblaggio, viene fissata alle staffe metalliche di ancoraggio con lo scopo di supportare i carichi gravanti sulla struttura del sistema di facciata;
4. posa del rivestimento: posa delle lastre di rivestimento in materiale ceramico attraverso ancoraggio meccanico.

Sono state svolte simulazioni per individuare lo spessore del materiale coibente che consente la maggior applicazione sul patrimonio edilizio residenziale nazionale, partendo da 6 cm fino a 12 cm. Si riporta di seguito una sintesi dei risultati delle simulazioni svolte (Fig. 36 – 39).

SINTESI			PARETE VENTILATA - SOLUZIONE PV.2	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,08	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,032	A-B	83%
Calore specifico	[J/kgK]	1030	C	47%
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	30	D	20%
<b>PANNELO CALCIO SILICATO</b>			E	7%
Spessore	[m]	0,012	F	7%
Conducibilità	[W/mK]	0,39	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	900	23%	in regime invernale
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1200	97%	in regime estivo
<b>ARIA VENTILATA</b>				
Spessore	[m]	0,04		
Conducibilità	[W/mK]	0,25		
Calore specifico	[J/kgK]	1000		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1300		
<b>FINITURA GRES</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	1,3		
Calore specifico	[J/kgK]	840		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	2000		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,132</b>		

Figura 36. Simulazione PV.2 con isolante di spessore 6 cm

SINTESI			PARETE VENTILATA - SOLUZIONE PV.2	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,08	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,032	A-B	100%
Calore specifico	[J/kgK]	1030	C	80%
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	30	D	53%
<b>PANNELO CALCIO SILICATO</b>			E	27%
Spessore	[m]	0,012	F	10%
Conducibilità	[W/mK]	0,39	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	900	48%	in regime invernale
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1200	100%	in regime estivo
<b>ARIA VENTILATA</b>				
Spessore	[m]	0,04		
Conducibilità	[W/mK]	0,25		
Calore specifico	[J/kgK]	1000		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1300		
<b>FINITURA GRES</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	1,3		
Calore specifico	[J/kgK]	840		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	2000		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,152</b>		

Figura 37. Simulazione PV.2 con isolante di spessore 8 cm

SINTESI			PARETE VENTILATA - SOLUZIONE PV.2	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,1	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,032	A-B	100%
Calore specifico	[J/kgK]	1030	C	100%
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	30	D	83%
<b>PANNELO CALCIO SILICATO</b>			E	57%
Spessore	[m]	0,012	F	47%
Conducibilità	[W/mK]	0,39	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	900	74% in regime invernale	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1200	100% in regime estivo	
<b>ARIA VENTILATA</b>				
Spessore	[m]	0,04		
Conducibilità	[W/mK]	0,25		
Calore specifico	[J/kgK]	1000		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1300		
<b>FINITURA GRES</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	1,3		
Calore specifico	[J/kgK]	840		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	2000		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,172</b>		

Figura 38. Simulazione PV.2 con isolante di spessore 10 cm

SINTESI			PARETE VENTILATA - SOLUZIONE PV.2	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,12	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,032	A-B	100%
Calore specifico	[J/kgK]	1030	C	100%
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	30	D	100%
<b>PANNELO CALCIO SILICATO</b>			E	87%
Spessore	[m]	0,012	F	80%
Conducibilità	[W/mK]	0,39	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	900	93% in regime invernale	
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1200	100% in regime estivo	
<b>ARIA VENTILATA</b>				
Spessore	[m]	0,04		
Conducibilità	[W/mK]	0,25		
Calore specifico	[J/kgK]	1000		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	1300		
<b>FINITURA GRES</b>				
Spessore	[m]	0,02		
Conducibilità	[W/mK]	1,3		
Calore specifico	[J/kgK]	840		
Densità	[kg/m <sup>3</sup> ]	2000		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,192</b>		

Figura 39. Simulazione PV.2 con isolante di spessore 12 cm

Per poter garantire la maggior applicabilità sul patrimonio edilizio residenziale nazionale risulta necessario applicare un pannello isolante in lana di roccia rigido da 12 cm di spessore (Fig. 39).

#### 4.2.5 Soluzione isolamento interno SI.1

Per realizzare il sistema di isolamento interno è stato scelto l'aerogel, un materiale caratterizzato da una conducibilità bassissima ( $\lambda = 0,015 \text{ W/mK}$ ), che può assicurare elevate prestazioni impiegando volumi e pesi notevolmente ridotti.

Il sistema di isolamento dall'interno viene preso in considerazione per essere utilizzato in presenza di esigenze particolari come, ad esempio, l'impossibilità di intervenire sull'esterno della facciata dell'edificio dovuta a facciate particolarmente complesse per la loro conformazione architettonica o per la presenza di vincoli. Un altro caso in cui è possibile valutare l'utilizzo di questo tipo di sistema è quando si rende impossibile o molto complicata la possibilità di montare dei ponteggi esterni all'edificio per la presenza di condizioni particolari.

Il sistema di isolamento proposto è composto da un pannello da fissare direttamente a contatto con la parete esistente previa pulizia del supporto, mediante collante a base di gesso. A seguito della sigillatura dei giunti si procede con la rasatura fino a completa complanarità della superficie.

La posa è quindi veloce nonostante la rasatura finale che si ritiene necessaria in tutti i casi di isolamento con sistema posto all'interno di edifici residenziali, per conferirgli un'adeguata resistenza alle sollecitazioni meccaniche oltre che una finitura a livello estetico che sia adeguata agli interni di una abitazione, tale da poter essere tinteggiata o comunque pronta per la posa di finiture da parati.

Le fasi d'installazione prevedono:

1. preparazione del supporto: il fissaggio del pannello isolante deve essere effettuato solo su pareti esenti da tracce di polveri, grassi ed umidità. In caso di superfici lisce è necessario un apposito fondo aggrappante a base di polvere di quarzo;
2. fissaggio del pannello isolante: la posa dei pannelli isolanti avviene tramite colla a base di gesso, applicata a "letto pieno" su tutta la superficie del pannello sul lato del materiale isolante. Attesa la presa del collante si procede all'applicazione del fissaggio meccanico nella misura di 5 tasselli al metro quadrato, ed alle operazioni di sigillatura e stuccatura dei giunti;
3. Stuccatura: si distribuisce uno strato abbondante e omogeneo di stucco rasante per giunti lungo il bordo delle lastre fino a raggiungere il livello della superficie della lastra. Si stende di seguito il nastro di armatura microforato con il lato ruvido rivolto verso la lastra, centrato nel mezzo del giunto. Procedere con la seconda e terza mano.

Sono state svolte simulazioni per individuare lo spessore del materiale coibente che consente la maggior applicazione sul patrimonio edilizio residenziale nazionale, partendo da 3 cm fino a 6 cm. Si riporta di seguito una sintesi dei risultati delle simulazioni svolte (Fig. 40 – 43).

SINTESI			ISOLANTE INTERNO - SOLUZIONE SI.1	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,03	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,015	A-B	83%
Calore specifico	[J/kgK]	1000	C	40%
Densità	[kg/m3]	350	D	17%
<b>PANNELO CARTONGESSO</b>			E	7%
Spessore	[m]	0,01	F	7%
Conducibilità	[W/mK]	0,21	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	21%	<b>in regime invernale</b>
Densità	[kg/m3]	754	93%	<b>in regime estivo</b>
<b>FINITURA - RASATURA</b>				
Spessore	[m]	0,005		
Conducibilità	[W/mK]	0,7		
Calore specifico	[J/kgK]	1000		
Densità	[kg/m3]	1400		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,045</b>		

Figura 40. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 3 cm

SINTESI			ISOLANTE INTERNO - SOLUZIONE SI.1	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,04	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,015	A-B	100%
Calore specifico	[J/kgK]	1000	C	83%
Densità	[kg/m3]	350	D	50%
<b>PANNELO CARTONGESSO</b>			E	30%
Spessore	[m]	0,01	F	13%
Conducibilità	[W/mK]	0,21	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	49%	<b>in regime invernale</b>
Densità	[kg/m3]	754	97%	<b>in regime estivo</b>
<b>FINITURA - RASATURA</b>				
Spessore	[m]	0,005		
Conducibilità	[W/mK]	0,7		
Calore specifico	[J/kgK]	1000		
Densità	[kg/m3]	1400		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,055</b>		

Figura 41. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 4 cm

SINTESI			ISOLANTE INTERNO - SOLUZIONE SI.1	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,05	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,015	<b>A-B</b>	<b>100%</b>
Calore specifico	[J/kgK]	1000	<b>C</b>	<b>100%</b>
Densità	[kg/m3]	350	<b>D</b>	<b>87%</b>
<b>PANNELO CARTONGESSO</b>			<b>E</b>	<b>60%</b>
Spessore	[m]	0,01	<b>F</b>	<b>47%</b>
Conducibilità	[W/mK]	0,21	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	<b>76%</b>	<b>in regime invernale</b>
Densità	[kg/m3]	754	<b>97%</b>	<b>in regime estivo</b>
<b>FINITURA - RASATURA</b>				
Spessore	[m]	0,005		
Conducibilità	[W/mK]	0,7		
Calore specifico	[J/kgK]	1000		
Densità	[kg/m3]	1400		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,065</b>		

Figura 42. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 5 cm

SINTESI			ISOLANTE INTERNO - SOLUZIONE SI.1	
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>	
Spessore	[m]	0,06	% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento	
Conducibilità	[W/mK]	0,015	<b>A-B</b>	<b>100%</b>
Calore specifico	[J/kgK]	1000	<b>C</b>	<b>100%</b>
Densità	[kg/m3]	350	<b>D</b>	<b>100%</b>
<b>PANNELO CARTONGESSO</b>			<b>E</b>	<b>100%</b>
Spessore	[m]	0,01	<b>F</b>	<b>87%</b>
Conducibilità	[W/mK]	0,21	% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	<b>99%</b>	<b>in regime invernale</b>
Densità	[kg/m3]	754	<b>100%</b>	<b>in regime estivo</b>
<b>FINITURA - RASATURA</b>				
Spessore	[m]	0,005		
Conducibilità	[W/mK]	0,7		
Calore specifico	[J/kgK]	1000		
Densità	[kg/m3]	1400		
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,075</b>		

Figura 43. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 6 cm

Per poter garantire la maggior applicabilità sul patrimonio edilizio residenziale nazionale risulta necessario applicare un pannello isolante in aerogel da 6 cm di spessore (Fig. 43), ma dato l'elevato costo del materiale si è ritenuto opportuno scegliere un pannello da 5 cm di spessore (Fig. 42).

#### 4.2.6 Soluzione isolamento interno SI.2

Per realizzare il sistema di isolamento interno è stato scelto il polistirene estruso, un materiale organico sintetico utilizzato in pannelli pre-acoppiati a un pannello in calcio silicato.

La posa risulta veloce poiché è sufficiente la sigillatura dei giunti per avere una superficie perfettamente complanare e pronta per la posa di una sola mano di rasatura per la successiva tinteggiatura o direttamente per la posa di rivestimenti interni in lastre.

Le fasi d'installazione prevedono:

1. preparazione del supporto: il fissaggio del pannello isolante deve essere effettuato solo su pareti esenti da tracce di polveri, grassi ed umidità. Gli strati di intonaco non ben fissati devono essere rimossi, i difetti devono essere livellati;
2. installazione del telaio in acciaio: il telaio è fissato alla muratura a secco, per sostenere il carico del sistema e distribuirlo sulla muratura esistente;
3. posa e fissaggio pannelli: i pannelli in polistirene estruso vengono tassellati sul telaio predisposto;
4. stuccatura: si distribuisce uno strato abbondante e omogeneo di stucco rasante per giunti lungo il bordo delle lastre fino a raggiungere il livello della superficie della lastra. Si stende di seguito il nastro di armatura microforato con il lato ruvido rivolto verso la lastra, centrato nel mezzo del giunto. Procedere con la seconda e terza mano e con la pittura delle superfici.

La posa di questo tipo di sistema non è completamente a secco, prevalentemente a causa della finitura delle pareti interne che, per conferire un aspetto più simile possibile a quello preesistente nella totalità degli edifici residenziali esistenti, necessita di uno strato di rasatura finale.

Laddove si prediligesse un altro tipo di finitura in lastre o pannelli, questi potrebbero adattarsi perfettamente a questo tipo di sistema, rendendolo a secco e successivamente removibile o sostituibile in tempi ridotti.

Sono state svolte simulazioni per individuare lo spessore del materiale coibente che consente la maggior applicazione sul patrimonio edilizio residenziale nazionale, partendo da 6 cm fino a 12 cm.

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati delle simulazioni svolte (Fig. 44 – 47).

<b>SINTESI</b>		
<b>ISOLANTE INTERNO - SOLUZIONE SI.2</b>		
<b>ISOLANTE</b>		
Spessore	[m]	<b>0,04</b>
Conducibilità	[W/mK]	<b>0,031</b>
Calore specifico	[J/kgK]	1210
Densità	[kg/m3]	18
<b>PANNELO CARTONGESSO</b>		
Spessore	[m]	0,013
Conducibilità	[W/mK]	0,21
Calore specifico	[J/kgK]	1000
Densità	[kg/m3]	754
<b>FINITURA - RASATURA</b>		
Spessore	[m]	0,005
Conducibilità	[W/mK]	0,7
Calore specifico	[J/kgK]	1000
Densità	[kg/m3]	1400
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,058</b>
		<b>0,031</b>
<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>		
% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento		
<b>A-B</b>		<b>43%</b>
<b>C</b>		<b>10%</b>
<b>D</b>		<b>7%</b>
<b>E</b>		<b>3%</b>
<b>F</b>		<b>3%</b>
% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento		
<b>8%</b>		<b>in regime invernale</b>
<b>87%</b>		<b>in regime estivo</b>

Figura 44. Simulazione SI.2 con isolante di spessore 4 cm

SINTESI			
[SOLANTE INTERNO - SOLUZIONE SI.2]			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B</b> <b>80%</b> <b>C</b> <b>37%</b> <b>D</b> <b>10%</b> <b>E</b> <b>7%</b> <b>F</b> <b>7%</b>  % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>18%        in regime invernale</b>  <b>93%        in regime estivo</b>
Spessore	[m]	<b>0,06</b>	
Conducibilità	[W/mK]	<b>0,031</b>	
Calore specifico	[J/kgK]	1210	
Densità	[kg/m3]	18	
<b>PANNELO CARTONGESSO</b>			
Spessore	[m]	0,013	
Conducibilità	[W/mK]	0,21	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m3]	754	
<b>FINITURA - RASATURA</b>			
Spessore	[m]	0,005	
Conducibilità	[W/mK]	0,7	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m3]	1400	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,078</b>	

Figura 45. Simulazione SI.2 con isolante di spessore 6 cm

SINTESI			
[SOLANTE INTERNO - SOLUZIONE SI.2]			
<b>ISOLANTE</b>			<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b> % di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento <b>A-B</b> <b>100%</b> <b>C</b> <b>80%</b> <b>D</b> <b>47%</b> <b>E</b> <b>20%</b> <b>F</b> <b>10%</b>  % totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento <b>43%        in regime invernale</b>  <b>97%        in regime estivo</b>
Spessore	[m]	<b>0,08</b>	
Conducibilità	[W/mK]	<b>0,031</b>	
Calore specifico	[J/kgK]	1210	
Densità	[kg/m3]	18	
<b>PANNELO CARTONGESSO</b>			
Spessore	[m]	0,013	
Conducibilità	[W/mK]	0,21	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m3]	754	
<b>FINITURA - RASATURA</b>			
Spessore	[m]	0,005	
Conducibilità	[W/mK]	0,7	
Calore specifico	[J/kgK]	1000	
Densità	[kg/m3]	1400	
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,098</b>	

Figura 46. Simulazione SI.2 con isolante di spessore 8 cm

SINTESI		
ISOLANTE INTERNO - SOLUZIONE SI.2		
<b>ISOLANTE</b>		
Spessore	[m]	0,1
Conducibilità	[W/mK]	0,031
Calore specifico	[J/kgK]	1210
Densità	[kg/m3]	18
<b>PANNELO CARTONGESSO</b>		
Spessore	[m]	0,013
Conducibilità	[W/mK]	0,21
Calore specifico	[J/kgK]	1000
Densità	[kg/m3]	754
<b>FINITURA - RASATURA</b>		
Spessore	[m]	0,005
Conducibilità	[W/mK]	0,7
Calore specifico	[J/kgK]	1000
Densità	[kg/m3]	1400
<b>SPESSORE TOT</b>		<b>0,118</b>
<b>RISULTATI DELLA VALUTAZIONE</b>		
% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale a seguito dell'efficientamento		
<b>A-B</b>		<b>100%</b>
<b>C</b>		<b>100%</b>
<b>D</b>		<b>83%</b>
<b>E</b>		<b>53%</b>
<b>F</b>		<b>43%</b>
% totale di edifici residenziali nazionali sui quali la soluzione è applicabile per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in seguito all'efficientamento		
<b>73%</b>		<b>in regime invernale</b>
<b>97%</b>		<b>in regime estivo</b>

Figura 47. Simulazione SI.1 con isolante di spessore 10 cm

Per poter garantire la maggior applicabilità sul patrimonio edilizio residenziale nazionale risulta necessario applicare un pannello isolante in polistirene estruso da 10 cm di spessore (Fig. 47).

### 4.3 Verifica della sostenibilità delle soluzioni di isolamento proposte secondo i CAM

La normativa vigente tra cui anche il Decreto Rilancio, che fornisce le indicazioni utili ad ottenere le detrazioni fiscali legate ad alcuni interventi di riqualificazione energetica, indica che “i materiali isolanti utilizzati devono rispettare i criteri ambientali minimi di cui al decreto del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 ottobre 2017, pubblicato nella G.U. n. 259 del 06.11.2017.”

Per garantire l’applicabilità delle soluzioni di isolamento proposte, sono stati verificati i criteri comuni a tutti i componenti edilizi quali percentuale di disassemblabilità e di materia recuperata o riciclata. A queste percentuali ciascun materiale potrà concorrere con incidenze diverse.

#### 4.3.1 Criteri comuni a tutti i componenti edilizi

Per poter rendere più sostenibili i prodotti finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici è fondamentale utilizzare quanto più possibile materiali riciclati, che da un lato riducano il fabbisogno di materie prime e dall’altro stimolino la filiera di valorizzazione dei rifiuti da costruzione e demolizione.

Al fine di un agevole controllo i criteri verificati, di seguito descritti, riportano la stessa numerazione del Decreto Ministeriale.

##### 4.3.1.1 Disassemblabilità

L’obiettivo posto dal decreto ministeriale è di raggiungere almeno il 50% in peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, come materiali sottoponibili, a fine vita, a demolizione selettiva e che questi siano riciclabili o riutilizzabili. Di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituito da materiali non strutturali.

È stato stilato un elenco di tutti i materiali presenti nei diversi componenti edilizi proposti per l’isolamento termico delle chiusure verticali opache, per poter individuare la percentuale e il peso degli elementi riciclabili o riutilizzabili a fine vita, con l’indicazione del relativo peso rispetto al peso totale dei materiali utilizzati.

Si riportano di seguito i prospetti dei calcoli svolti per determinare il quantitativo di materiale riciclabile e riutilizzabile di ogni soluzione di isolamento.

Le soluzioni proposte permettono di raggiungere elevate percentuali di riciclabilità grazie alle modalità di posa principalmente a secco.

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	Spessore (cm)	Densità (kg/mc)	Peso (kg/mq)	Composizione %	Materiale riciclabile o riutilizzabile (%)	Materiale riciclabile o riutilizzabile (kg)	RIUSO (RU) O RICICLO (RC)	
SC.1	Pannello isolante in lana di roccia	12	30	3,6	12,15	100,00%	3,6	RC	
	Guaina in polietilene impermeabile	0,3	46,7	0,14	0,47	100,00%	0,14	RC	
	Struttura metallica		7500	1	3,37	100,00%	1	RC	
	Pannello in calcio silicato	1,2	1200	14,4	48,58	70,00%	10,08	RC	
	Rasante	0,5	1800	9	30,56	0,00%	0		
	Pittura	0,1	1500	1,5	7,65	0,00%	0		
				<b>Peso totale</b>	<b>29,64</b>			<b>14,82</b>	<b>% totale di riciclabilità/riutilizzabilità</b>
							<b>13,82</b>	<b>% di riciclabilità/riutilizzabilità materiale non strutturale</b>	<b>46,63</b>

Figura 48. Disassemblabilità soluzione di isolamento SC.1

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	Spessore (cm)	Densità (kg/mc)	Peso (kg/mq)	Composizione %	Materiale riciclabile o riutilizzabile (%)	Materiale riciclabile o riutilizzabile (kg)	RIUSO (RU) O RICICLO (RC)	
SC.2	Struttura metallica		7500	1	1,72	100,00%	1	RC	
	Pannello isolante in fibra di legno	14	140	19,6	33,73	70,00%	13,72	RC	
	Cermentolegno	2	1150	2,3	46,47	100,00%	2,3	RC	
	Rasante	0,5	1800	9	15,49	0,00%	0		
	Pittura	0,1	1500	1,5	62,50	0,00%	0		
				<b>Peso totale</b>	<b>58,1</b>			<b>43,72</b>	<b>% totale di riciclabilità/riutilizzabilità</b>
							<b>40,72</b>	<b>% di riciclabilità/riutilizzabilità materiale non strutturale</b>	<b>70,09</b>

Figura 49. Disassemblabilità soluzione di isolamento SC.2

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	Spessore (cm)	Densità (kg/mc)	Peso (kg/mq)	Composizione %	Materiale riciclabile o riutilizzabile (%)	Materiale riciclabile o riutilizzabile (kg)	RIUSO (RU) O RICICLO (RC)	
PV.1	Pannello isolante in poliuretano espanso rigido	8	38	3,04	6,69	100,00%	3,04	RC	
	Correntino metallico (acciaio)	0,4	7500	2,4	5,28	100,00%	2,4	RC	
	Rivestimento ceramico	2	2000	40	88,03	70,00%	28	RC	
				<b>Peso totale</b>	<b>45,44</b>			<b>33,44</b>	<b>% totale di riciclabilità/riutilizzabilità</b>
							<b>31,04</b>	<b>% di riciclabilità/riutilizzabilità materiale non strutturale</b>	<b>68,31</b>

Figura 50. Disassemblabilità soluzione di isolamento PV.1

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	Spessore (cm)	Densità (kg/mc)	Peso (kg/mq)	Composizione %	Materiale riciclabile o riutilizzabile (%)	Materiale riciclabile o riutilizzabile (kg)	RIUSO (RU) O RICICLO (RC)	
PV.2	Pannello isolante in lana di roccia	12	30	3,6	5,25	100,00%	3,6	RU	
	Telaio metallico		7500	1	1,46	100,00%	1	RC	
	Pannello in calcio silicato	1,2	2000	24	34,99	70,00%	16,8	RC	
	Rivestimento ceramico	2	2000	40	58,31	70,00%	28	RC	
				<b>Peso totale</b>	<b>68,6</b>			<b>48,4</b>	<b>% totale di riciclabilità/riutilizzabilità</b>
							<b>48,4</b>	<b>% di riciclabilità/riutilizzabilità materiale non strutturale</b>	<b>70,55</b>

Figura 51. Disassemblabilità soluzione di isolamento PV.2

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	Spessore (cm)	Densità (kg/mc)	Peso (kg/mq)	Composizione %	Materiale riciclabile o riutilizzabile (%)	Materiale riciclabile o riutilizzabile (kg)	RIUSO (RU) O RICICLO (RC)	
SI.1	Colla a base di gesso	0,8		4	10,66	0,00%	0		
	Pannello isolante in aerogel	5	350	17,5	46,62	70,00%	12,25	RC	
	Pannello in cartongesso	1	754	7,54	20,09	70,00%	5,278	RC	
	Rasatura	0,5	1400	7	18,65	0,00%	0		
	Pittura	0,1	1500	1,5	15,50	0,00%	0		
				<b>Peso totale</b>	<b>37,54</b>				
							<b>17,528</b>	<b>% totale di riciclabilità/riutilizzabilità</b>	<b>46,69</b>
							<b>17,528</b>	<b>% di riciclabilità/riutilizzabilità materiale non strutturale</b>	<b>46,69</b>

Figura 52. Disassemblabilità soluzione di isolamento SI.1

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	Spessore (cm)	Densità (kg/mc)	Peso (kg/mq)	Composizione %	Materiale riciclabile o riutilizzabile (%)	Materiale riciclabile o riutilizzabile (kg)	RIUSO (RU) O RICICLO (RC)	
SI.2	Telaio metallo		7500	1	4,74	100,00%	1	RC	
	Pannello isolante in polistirene estruso	10	18	1,8	8,53	100,00%	1,8	RC	
	Pannello in cartongesso	1,3	754	9,802	46,45	70,00%	6,8614	RC	
	Rasatura	0,5	1400	7	33,17	0,00%	0		
	Pittura	0,1	1500	1,5	7,11	0,00%	0		
				<b>Peso totale</b>	<b>21,102</b>				
							<b>9,6614</b>	<b>% totale di riciclabilità/riutilizzabilità</b>	<b>45,78</b>
							<b>8,6614</b>	<b>% di riciclabilità/riutilizzabilità materiale non strutturale</b>	<b>41,05</b>

Figura 53. Disassemblabilità soluzione di isolamento SI.2

#### 4.3.1.2 Materia recuperata o riciclata

L'obiettivo posto dal decreto ministeriale è di raggiungere almeno il 15% in peso di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, valutato sul totale di tutti i materiali impiegati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali. Per le diverse categorie di materiali e componenti edilizi valgono in sostituzione, qualora specificate, le percentuali contenute nel Capitolo 2.4.2. "Criteri comuni a tutti i componenti edilizi" dell'allegato del D.lgs 56/2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici".

È stato stilato l'elenco di tutti i materiali presenti nei componenti edilizi proposti per l'isolamento termico delle chiusure verticali opache, per poter individuare il quantitativo minimo di materiale da riciclo di cui devono essere costituiti. Si riportano di seguito i prospetti dei calcoli svolti per ogni soluzione. Nel caso di materie non specificate da normativa è stata calcolata una percentuale minima (16%) di materiale da riciclo. Il quantitativo di materiale riciclato da impiegare per la realizzazione degli elementi che compongono le soluzioni di isolamento proposte può essere ovviamente superiore ai valori minimi riportati.

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	spessore (cm)	densità (kg/m <sup>3</sup> )	peso (kg/m <sup>2</sup> )	composizione %	categoria CAM	Requisito	Quantitativo minimo di materiale da riciclo (kg/m <sup>2</sup> )	
SC.1	Pannello isolante in lana di roccia	11	30	3,6	12,15	2.4.2.3 Isolanti termici ad acustici	>15% deve essere costituito da materiale riciclato e/o recuperato misurato sul peso del prodotto finito	0,576	
	Guaina in polietilene impermeabile	0,3	46,7	0,1401	0,47	2.4.2.6 Componenti in materie plastiche	Il contenuto di materia riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate: 1) abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (prevenzione per impermeabilizzazione) 2) sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.		
	Struttura metallica in acciaio		7500	1	3,37	2.4.2.5 Ghisa, ferro, acciaio	acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70% acciaio da ciclo integrato: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%	0,7	0,1
	Pannello in calce affinato	1,7	1200	14,4	48,98	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materia riciclata >15%	2,304	
	Sassate	0,5	1800	9	30,36	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materia riciclata >15%	1,44	
	Pittura	0,1	1500	1,5	7,65	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	I prodotti vernicianti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2014/112/UE (10) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica		
	<b>Peso totale</b>				<b>29,64</b>		<b>Peso totale minimo di materiale riciclato</b>	<b>5,02</b>	<b>% minima di materiale da riciclo</b> <b>16,94</b>

Figura 54. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento SC.1

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	spessore (cm)	densità (kg/m <sup>3</sup> )	peso (kg/m <sup>2</sup> )	composizione %	categoria CAM	Requisito	Quantitativo minimo di materiale da riciclo (kg/m <sup>2</sup> )	
SC.2	Struttura metallica in acciaio		7500	1	3,32	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materia riciclata >15%	0,16	
	Pannello isolante in fibra di legno	14	140	19,6	63,79	2.4.2.7 Isolanti termici ad acustici	>15% deve essere costituito da materiale riciclato e/o recuperato misurato sul peso del prodotto finito. Per materiali e i prodotti costituiti di legno o in materiale a base di legno, o contenenti elementi di origine lignea, il materiale deve provenire da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile o essere costituito da legno riciclato o un insieme dei due.	3,136	
	Cermentologia	2	1350	27	86,47	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materia riciclata >15%	4,32	
	Sassate	0,5	1800	9	15,69	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materia riciclata >15%	1,44	
	Pittura	0,1	1500	1,5	10,00	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	I prodotti vernicianti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2014/112/UE (10) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica		
	<b>Peso totale</b>				<b>18,1</b>		<b>Peso totale minimo di materiale riciclato</b>	<b>9,056</b>	<b>% minima di materiale da riciclo</b> <b>15,59</b>

Figura 55. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento SC.2

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	spessore (cm)	densità (kg/mc)	peso (kg/mq)	composizione %	categoria CAM	Requisito	Quantitativo minimo di materiale da riciclo (kg/mq)		
PV.1	Pannello isolante in poliuretano espanso rigido	8	38	3,04	<b>6,99</b>	2.4.2.9 Isolanti termici ed acustici	3-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione		<b>0,2432</b>	
	Costrutto metallico in acciaio		7500	1	<b>2,27</b>	2.4.2.5 Ghisa, ferro, acciaio	acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70% acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	
	Rivestimento ceramica	2	2000	40	<b>90,89</b>	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materiale riciclato >15% I prodotti utilizzati per i rivestimenti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle decisioni 2010/75/CE, 2006/90/CE e 2006/96/CE e loro modifiche ed integrazioni, relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica	<b>6,4</b>		
	<b>Peso totale 44,04</b>							<b>Peso totale minimo di materiale riciclato:</b>	<b>7,3432</b>	<b>% minima di materiale da riciclo 16,67</b>

Figura 56. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento PV.1

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	spessore (cm)	densità (kg/mc)	peso (kg/mq)	composizione %	categoria CAM	Requisito	Quantitativo minimo di materiale da riciclo (kg/mq)	
PV.2	Quadro in polietilene impermeabile	0,3	96,7	0,1401	<b>0,29</b>	2.4.2.6 Componenti in materie plastiche	Il contenuto di materia riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso calcolato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente in oggetto rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate: 1) abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione) 2) assolvano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.		
	Pannello isolante in lana di roccia	12	30	3,6	<b>3,24</b>	2.4.2.9 Isolanti termici ed acustici	Materiale riciclato >15%	<b>0,376</b>	
	Telaio metallico		7500	1	<b>1,45</b>	2.4.2.5 Ghisa, ferro, acciaio	acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70% acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>
	Pannello in calcio silicato	1,2	2000	24	<b>34,92</b>	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materiale riciclato >15%	<b>3,84</b>	
	Rivestimento ceramica	2	2000	40	<b>58,19</b>	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materiale riciclato >15% I prodotti utilizzati per i rivestimenti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle decisioni 2010/75/CE, 2006/90/CE e 2006/96/CE e loro modifiche ed integrazioni, relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica	<b>6,4</b>	
	<b>Peso totale 66,7401</b>							<b>Peso totale minimo di materiale riciclato:</b>	<b>11,516</b>

Figura 57. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento PV.2

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	spessore (cm)	densità (kg/mc)	peso (kg/mq)	composizione %	categoria CAM	Requisito	Quantitativo minimo di materiale da riciclo (kg/mq)	
SI.1	Colla a base di gesso	0,8		4	<b>10,66</b>	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materiale riciclato >15%	<b>0,64</b>	
	Pannello isolante in aerogel	5	350	17,5	<b>46,62</b>	2.4.2.9 Isolanti termici ed acustici	Materiale riciclato >15%	<b>2,6</b>	
	Pannello in cartongesso	1	754	7,54	<b>20,69</b>	2.4.2.8 Tramezzature e condensaibili	Materiale riciclato >5%	<b>0,4524</b>	
	Resatura	0,5	1400	7	<b>18,65</b>	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	Materiale riciclato >15%	<b>1,12</b>	
	Pittura	0,1	1500	1,5	<b>15,30</b>	2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata non specificata	I prodotti vernicianti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle decisioni 2014/312/UE (30) e s.m.l. relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica		
	<b>Peso totale 97,34</b>							<b>Peso totale minimo di materiale riciclato:</b>	<b>5,0124</b>

Figura 58. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento SI.1

Soluzione di isolamento	Stratigrafia	spessore (cm)	densità (kg/m <sup>3</sup> )	peso (kg/m <sup>2</sup> )	composizione %	categoria CAM	Requisito	Quantitativo minimo di materiale da riciclo (kg/m <sup>2</sup> )			
SI.2	Struttura metallica in acciaio	6	7500	1	4,74	2.4.2.1 Ghisa, ferro, acciaio	acciaio da forno elettrico; contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70% acciaio da ciclo integrale; contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%	0,7	0,1		
	Pannello isolante in polistirene espanso	10	18	1,8	8,59	2.4.2.9 Isolanti termici (in acciaio)	Materie riciclate dal 5 al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione	0,81			
	Pannello in cartongesso	1,1	774	0,851	46,45	2.4.2.8 Trasmissioni e controsoffitti	Materie riciclate >5%	0,58813			
	Rivestimento	0,5	1400	7	33,17	2.4.1.2 Materie recuperate o riciclate non specificate	Materie riciclate >15%	1,12			
	Fitto	0,1	1500	1,5	7,41	2.4.1.2 Materie recuperate o riciclate non specificate	I prodotti vernicianti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2014/712/UE (10) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica				
Peso totale: 21,182								Peso totale minimo di materiale riciclato	3,21813	Ti minima di materiale da riciclo	15,25

Figura 59. Quantitativo minimo di materiale da riciclo per la soluzione di isolamento SI.2

#### 4.4 Definizione dei costi delle soluzioni di isolamento termico proposte

Per valutare ulteriormente l'applicabilità delle soluzioni proposte è stata svolta un'analisi prezzi degli interventi di isolamento. Per effettuare l'analisi prezzi sono state seguite le modalità definite dall'art. 32 del D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207 "Regolamento di esecuzione e attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006 n. 163", che prevede che essa sia formata dalle seguenti componenti:

- materiali necessari comprendenti il prezzo d'acquisto, il trasporto in cantiere, lo scarico, l'accatastamento e lo sfrido. I materiali utilizzati nelle analisi possono essere distinti in materiali base o semilavorati (i prezzi sono stati determinati mediante opportuna indagine di mercato con riferimento alla specifica piazza);
- manodopera necessaria per eseguire il lavoro, attraverso la definizione del numero di operai impiegati, la loro qualifica e le ore lavorative. I costi unitari da utilizzare sono riportati dall'elenco prezzi regionale;
- noli dei mezzi necessari per eseguire l'opera, attraverso la definizione della tipologia di mezzo necessario e le ore impiegate. I costi unitari utilizzati sono riportati nell'elenco prezzi della regione Lazio;
- spese generali quantificate nella misura del 15%;
- utile di impresa nella misura del 10%.

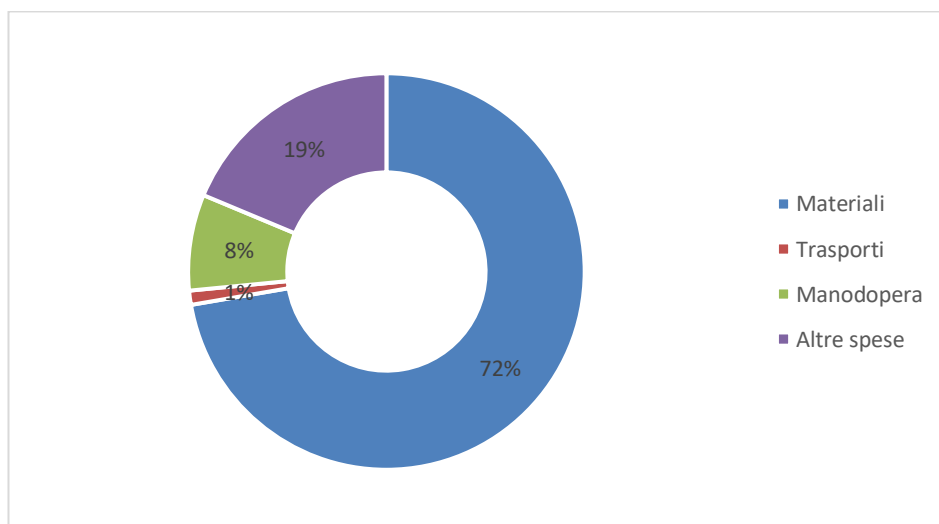
Si precisa che alcuni prezzi sono stati riportati da Tariffario Regione Lazio (Legge Regionale n.12 del 13 agosto 2011); in questo caso è stato riportato l'Articolo di elenco e si considerano inclusi i costi relativi ai costi della fornitura dei materiali, alla manodopera, ai noli dei mezzi necessari per eseguire la lavorazione, alle spese generali e all'utile d'impresa. Laddove è stato necessario calcolare un nuovo prezzo, questo è stato indicato con l'Articolo di elenco NPn ed è stato calcolato valutando a parte le suddette voci che nel Tariffario sono invece già incluse.

Sono state quindi redatte e qui riportate delle tabelle che definiscono i prezzi di ognuno dei suddetti elementi, per ognuna delle soluzioni individuate e con lo spessore di isolante adatto a soddisfare una quantità soddisfacente di applicazioni sul patrimonio residenziale nazionale. Successivamente, per ognuna delle soluzioni, è stato elaborato un grafico per dare evidenza della diversa incidenza dei prezzi di materiali, trasporti, manodopera e altre spese (la somma delle spese generali ed utili d'impresa e dei costi per la sicurezza), sul prezzo totale.

Il sistema a cappotto SC.1 con isolante in lana di roccia da 12 cm, ha un costo medio risultante dal prezzo del sistema che, pur essendo caratterizzato da un isolante dal prezzo basso, ha un costo di produzione complessivamente maggiore, presenta una diminuzione dell'incidenza della manodopera, grazie alla metodologia di posa che non richiede tempi lunghi o manovalanza specializzata (Tabella 11 – Figura 60).

**Tabella 11. Soluzione SC.1 con isolamento a cappotto in lana di roccia – Analisi prezzi.**

Cod. Art.	DESCRIZIONE	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	PREZZO TOTALE
	<b>MATERIALI</b>				
NP1	Controparete Esterna (cappotto) a secco ad elevate prestazioni termoacustiche, composta da moduli "preassemblati" in stabilimento, dotati di pannello in calcio silicato, da applicare su strutture esistenti. La controparete ha uno spessore complessivo di 0,132 m.	mq	1	80,00	80,00
A 12.01.8.	Rasatura di superfici rustiche già predisposte, con intonaco per interni costituito da gesso scagliola e calce, nelle proporzioni di 40 parti di calce in polvere e 60 parti di gesso, perfettamente levigato, dello spessore non inferiore a 5 mm; su pareti verticali e quanto occorre per dare l'opera finita a regola d'arte. Esclusi i ponteggi	mq	1	6,20	6,20
A 20.01.13 b.3.	A 20.01.13. Tinteggiatura con pittura lavabile di resina sintetica emulsionabile (idroittura) in tinte non forti a tre mani a coprire, esclusi i ponteggi esterni, la preparazione delle superfici con rasatura stuccatura e imprimitura: 20.01.13 b. su superfici esterne: A 20.01.13 b.3. con pitture acriliche al quarzo	mq	1	6,71	6,71
NP2	Noleggio a freddo Camion categoria N2	mq	1	1,48	1,48
					<b>94,39</b>
	<b>MANO D'OPERA (giorni feriali)</b>				
	Installatore di V° cat. (Costo Assisistat vigente)	ore	0,25	23,48	5,87
	Installatore di III° cat. (Costo Assisistat vigente)	ore	0,20	21,00	4,20
	Totale mano d'opera (B)				<b>10,07</b>
	<b>PREZZO COMPLESSIVO (A+B)</b>				<b>104,46</b>
	Spese generali ed utili d'impresa (NP)			26,50%	27,59
	Costi per la sicurezza (NP)			3,00%	2,44
	<b>TOTALE</b>				<b>128,49</b>

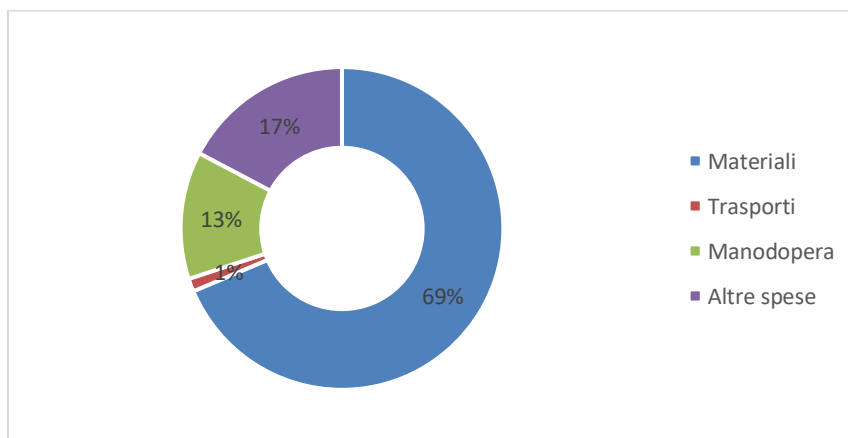


**Figura 60. Soluzione SC.1 con isolamento a cappotto in lana di roccia – Incidenza prezzi.**

Il sistema a cappotto SC.2 con isolante in fibra di legno individuato da 14 cm ha un costo nel complesso leggermente più basso rispetto alla precedente soluzione poiché, pur avendo un isolante con costo maggiore, non presenta costi di produzione aggiuntivi. La sottostruttura metallica va montata in opera, con conseguente aumento dell'incidenza della manodopera, ma minore costo del sistema in sé. La realizzazione del telaio metallico e della finitura con pannello in cemento legno, rendono la posa veloce, con brevi tempi di attesa per l'asciugatura (Tabella 12 – Figura 61).

**Tabella 12. Soluzione SC.2 con isolamento a cappotto in fibra di legno – Analisi prezzi.**

Cod. Art.	DESCRIZIONE	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	PREZZO TOTALE
<b>MATERIALI</b>					
NP1	Pannelli isolanti rigidi in fibra di legno conforme alla direttiva 88/106 CE recepita dal DPR 240 del 21/04/1993 in base alle norme EN 13162 ed EN 13172, monostrato, omogeneo prodotto a secco, idrofugo, intonacabile, densità ca. 140 kg/m <sup>3</sup> , esente da formaldeide, conducibilità termica $\lambda=0,040$ W/mK, permeabilità al vapore $\mu = 3$ , capacità termica 2.100 J/kgK, classe di reazione al fuoco euro classe E secondo UNI EN 13501, resistenza alla compressione $\geq 100$ KPa.	mq	1	40,56	40,56
NP2	Struttura in acciaio, compreso tasselli di fissaggio e quanto necessario per il montaggio	mq	1	7,00	7,00
NP3	Pannelli in cemento legno ad elevata densità 1350 kg/m <sup>3</sup> ed elevata resistenza meccanica 9000 kPa, resistente al fuoco (classe A2). Lastre di dimensioni 1220x520 mm e spessore 20 mm.	mq	1	17,45	17,45
A.12.01.8.	Rasatura di superfici rustiche già predisposte, con intonaco per interni costituito da gesso scagliola e calce, nelle proporzioni di 40 parti di calce in polvere e 60 parti di gesso, perfettamente levigato, dello spessore non inferiore a 5 mm; su pareti verticali e quanto occorre per dare l'opera finita a regola d'arte. Esclusi i ponteggi	mq	1	6,20	6,20
A.20.01.13.b.3.	A.20.01.13. Tinteggiatura con pittura lavabile di resina sintetica emulsionabile (idropittura) in tinte non forti a tre mani a coprire, esclusi i ponteggi esterni, la preparazione delle superfici con rasatura stuccatura e imprimitura: A.20.01.13.b. su superfici esterne: A.20.01.13.b.3. con pitture acriliche al quarzo	mq	1	6,71	6,71
NP4	Noleggio a freddo Camion categoria N2	mq	1	1,48	1,48
					<b>76,40</b>
<b>MANO D'OPERA (giorni feriali)</b>					
	Installatore di I° cat. (Costo Assisistai vigente)	ore	0,35	23,48	8,22
	Installatore di III° cat. (Costo Assisistai vigente)	ore	0,30	21,00	6,30
					<b>14,52</b>
					<b>PREZZO COMPLESSIVO (A+B)</b>
					<b>90,92</b>
				Spese generali ed uti d'impresa (NP)	26,50%
				Costi per la sicurezza (NP)	3,00%
					<b>113,53</b>
<b>TOTALE</b>					<b>113,53</b>

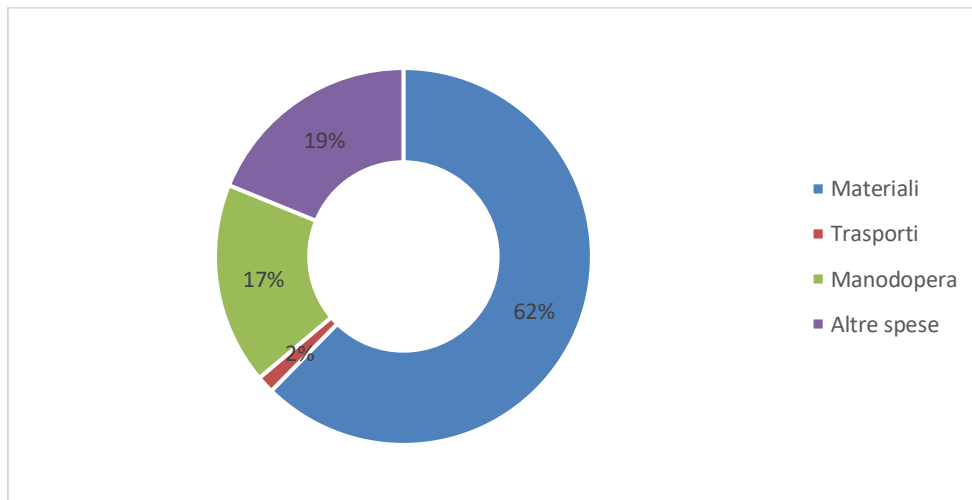


**Figura 61. Soluzione SC.2 con isolamento a cappotto in fibra di legno – Incidenza prezzi.**

Il sistema a parete ventilata PV.1 con isolante in poliuretano espanso rigido soli 8 cm ha un costo complessivamente molto vantaggioso se si valuta il fatto che non necessita di alcuna fase di asciugatura. La maggiore incidenza della manodopera sul prezzo finale dipende dal fatto che sia necessaria una precisa preparazione della struttura di sostegno. Il componente che più incide sul prezzo finale è lo strato di finitura che pur essendo alto rispetto al totale, porta con sé il vantaggio della posa a secco e della molteplice varietà nella scelta dell'aspetto finale della facciata (Tabella 13 – Figura 62).

**Tabella 13. Soluzione PV.1 con isolamento a parete ventilata con poliuretano espanso rigido – Analisi prezzi.**

Cod. Art.	DESCRIZIONE	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	PREZZO TOTALE
	<b>MATERIALI</b>				
NP1	Sistema di isolamento a cappotto strutturale, funzionale alla realizzazione della facciata ventilata, costituito da: pannello monolitico strutturale, componibile, portante e isolante, realizzato con schiuma poliuretanea rigida a celle chiuse (PUR). Il rivestimento del pannello è costituito da lamina in alluminio gofrato sia all'introdosso che all'estradosso, corredato ed integrato da un cornicino strutturale in acciaio protetto preforato. Dimensioni: sp. 80 mm /passo 600 mm /lungh. 2500 mm	mq	1	21,48	21,48
NP2	Rivestimento in Gres 250x760 mm	mq	1	35,00	35,00
NP3	Noleggio a freddo Camion categoria N2 (sistema isolante)	mq	1	1,08	1,08
NP4	Noleggio a freddo Camion categoria N2 (piastrelle)	mq	1	0,27	0,27
					<b>57,83</b>
	<b>MANO D'OPERA (giorni feriali)</b>				
	Installatore di V° cat. (Costo Assisital vigente)	ore	0,40	23,48	9,39
	Installatore di III° cat. (Costo Assisital vigente)	ore	0,30	21,00	6,30
	Totale mano d'opera (B)				<b>15,69</b>
	<b>PREZZO COMPLESSIVO (A+B)</b>				<b>73,52</b>
	Spese generali ed utili d'impresa (NP)			26,50%	15,32
	Costi per la sicurezza (NP)			3,00%	1,73
	<b>TOTALE</b>				<b>90,57</b>

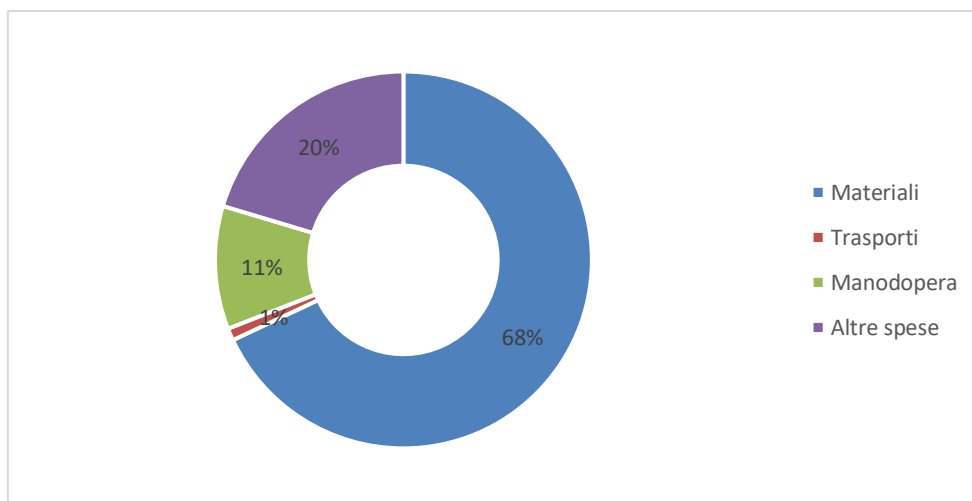


**Figura 62. Soluzione PV.1 con isolamento a parete ventilata con poliuretano espanso rigido – Incidenza prezzi.**

Il sistema a parete ventilata PV.2 con isolante in lana di roccia in pannelli semirigidi di spessore 12 cm, ha un prezzo più alto, dovuto al costo del sistema pre-assemblato ma non necessita comunque di alcuna fase di asciugatura. Anche lo strato di finitura incide sul prezzo finale, pur facendo in modo che la posa sia a secco e dando la possibilità di poter scegliere l'aspetto finale della facciata tra una vasta varietà di finiture (Tabella 14 – Figura 63).

**Tabella 14. Soluzione PV.2 con isolamento a parete ventilata con lana di roccia – Analisi prezzi.**

Cod. Art.	DESCRIZIONE	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	PREZZO TOTALE
<b>MATERIALI</b>					
NP1	Controparete Esterna a secco ad elevate prestazioni termoacustiche, composta da moduli "preassemblati" in stabilimento, da applicare su strutture esistenti. La controparete ha uno spessore complessivo di 190 mm (esclusa finitura esterna) oltre al sistema di regolazione e fissaggio che varia a seconda della regolarità del supporto 25-50mm	mq	1	80,00	80,00
NP2	Struttura in acciaio, compreso tasselli di fissaggio e quanto necessario per il montaggio	mq	1	7,00	7,00
NP3	Rivestimento in Gres 250x760 mm	mq	1	35,00	35,00
NP4	Noleggio a freddo Camion categoria N2 (sistema isolante)	mq	1	1,08	1,08
NP5	Noleggio a freddo Camion categoria N2 (rivestimento parete ventilata)	mq	1	0,80	0,80
					123,88
<b>MANO D'OPERA (giorni feriali)</b>					
	Installatore di V° cat. (Costo Assistat vigente)	ore	0,45	23,48	10,57
	Installatore di III° cat. (Costo Assistat vigente)	ore	0,40	21,00	8,40
	Totale mano d'opera (II)				18,97
	<b>PREZZO COMPLESSIVO (A+B)</b>				142,85
	Spese generali ed utili d'impresa (NP)			28,50%	32,83
	Costi per la sicurezza (NP)			3,00%	3,72
	<b>TOTALE</b>				<b>179,40</b>

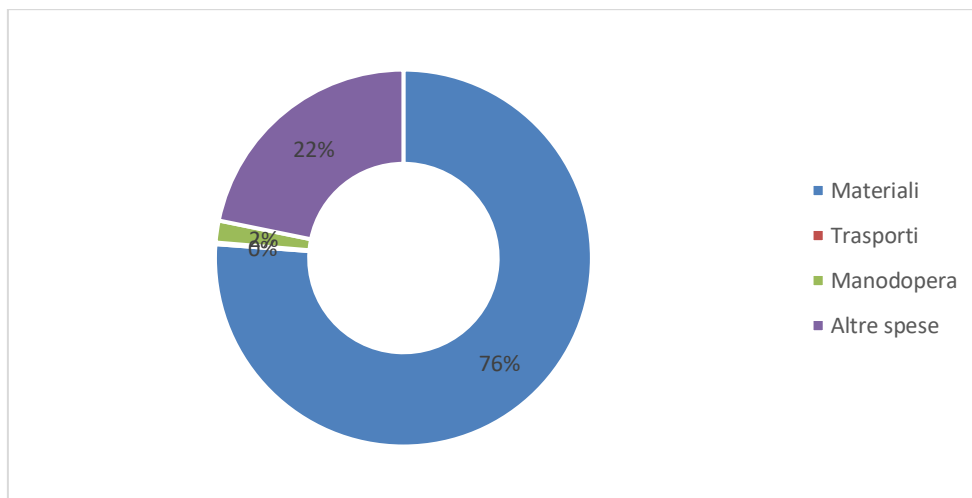


**Figura 63. Soluzione PV.2 con isolamento a parete ventilata con lana di roccia – Incidenza prezzi.**

Il sistema di isolamento interno SI.1 con isolante in aerogel in pannelli di 5 cm di spessore, ha un costo complessivo che è certamente il più alto, per l'elevato prezzo del materiale isolante in aerogel, dovuto alle sue elevate caratteristiche prestazionali e al suo processo di produzione. Va comunque valutato per risolvere esigenze particolari, per la sua velocità di posa e per il suo spessore notevolmente ridotto a parità di prestazioni energetiche, eccezionali rispetto a qualsiasi altro materiale isolante (Tabella 15 – Figura 64).

**Tabella 15. Soluzione SI.1 con isolamento interno in aerogel – Analisi prezzi.**

Cod+B7/G13, Art.	DESCRIZIONE	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	PREZZO TOTALE
<b>MATERIALI</b>					
NP1	Pannello rigido preaccoppiato, formato da uno strato di Aerogel di silice rinforzata con fibre in PET (feltro), del tipo Aerogips, idrorepellente e traspirante, accoppiato ad una lastra in gesso rivestito, con dimensioni da cm 1400x720, per uno spessore totale di 50 mm, con conduttività termica pari a 0,015 W/mK, temperatura di impiego compresa fra -90° C / +90° C, reazione al fuoco euro classe C51D0, impermeabile all'acqua di superficie e/o di immersione con angolo di contatto all'acqua non inferiore a 150°.	mq	1	350,00	350,00
A 12.01.8.	Rasatura di superfici rustiche già predisposte, con intonaco per interni costituito da gesso scagliola e calce, nelle proporzioni di 40 parti di calce in polvere e 60 parti di gesso, perfettamente levigato, dello spessore non inferiore a 5 mm, su pareti verticali e quanto occorre per dare l'opera finita a regola d'arte. Esclusi i ponteggi	mq	1	6,20	6,20
A 20.01.13.	Tirteggatura con pittura lavabile di resina sintetica emulsionabile (idropittura) in tinte non forti a tre mani a coprire, esclusi i ponteggi esterni, la preparazione delle superfici con rasatura stuccatura e imprimitura: A 20.01.13.a. su superfici interne: A 20.01.13.a.1. con pitture viniliche	mq	1	5,16	5,16
NP2	Noleggio a freddo Camion categoria N2	mq	1	0,66	0,66
					362,02
<b>MANO D'OPERA (giorni feriali)</b>					
	Installatore di V° cat. (Costo Assisital vigente)	ore	0,20	23,48	4,70
	Installatore di II° cat. (Costo Assisital vigente)	ore	0,20	21,00	4,20
					8,90
					370,92
				Spese generali ed utili d'impresa (NP1)	28,50%
				Costi per la sicurezza (NP1)	3,00%
<b>TOTALE</b>					<b>474,36</b>

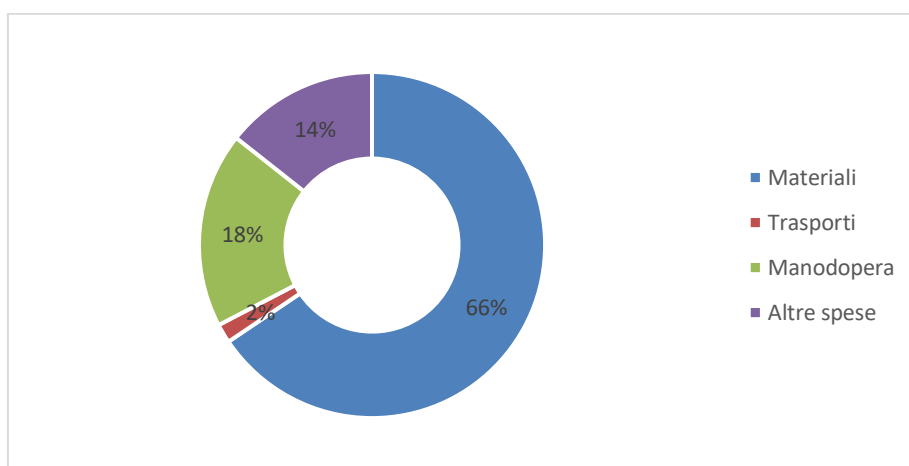


**Figura 64. Soluzione SI.1 con isolamento interno in aerogel – Incidenza prezzi.**

Il sistema di isolamento interno SI.2 con isolante in polistirene estruso (XPS), in pannelli di spessore 10 cm, ha un costo che è il più basso ed il più vantaggioso rispetto anche a tutti gli altri sistemi di isolamento valutati, anche considerando che la posa ha tempi abbastanza contenuti per l'assenza di attesa per l'asciugatura, nonostante la rasatura finale, necessaria per dare alle pareti interne un aspetto conforme alla resa finale di una parete residenziale con interni tradizionali. Questa soluzione non richiede l'impiego di manovalanza specializzata, oltre a raggiungere prestazioni ottime con spessori contenuti, con notevoli vantaggi sulla scarsa riduzione degli ambienti interni dell'edificio ma, come per qualsiasi soluzione da applicare all'interno, porta con sé gli svantaggi legati alle conseguenze per gli abitanti degli abitanti nel corso dei lavori e per la riduzione, seppur ridotta, degli spazi interni (Tabella 16 – Figura 65).

**Tabella 16. Soluzione SI.2 con isolamento interno in polistirene estruso (XPS) – Analisi prezzi.**

Cod+87.G13. Art.	DESCRIZIONE	u.m.	Quantità	Prezzo unitario	PREZZO TOTALE
	<b>MATERIALI</b>				
NP1	Pannello pre-assemblato costituito da una lastra in Neopor (polistirene XPS) e una lastra di cartongesso. Dimensioni 3000x1200 mm Pannello sp. 100 mm : R= 1,50 m2 K/W. Conducibilità isolante: 0,031 W/mK Fissaggi dei pannelli con colla su lastra intera e fissaggi meccanici per assicurare l'adesione. (Esclusa finitura finale/spazzolamento)	mq	1	21,50	21,50
NP2	Struttura in acciaio, compreso tasselli di fissaggio e quanto necessario per il montaggio	mq	1	7,00	7,00
A 12.01.8.	Rasatura di superfici rustiche già predisposte, con intonaco per interni costituito da gesso scagliola e calce, nelle proporzioni di 40 parti di calce in polvere e 60 parti di gesso, perfettamente levigato, dello spessore non inferiore a 5 mm; su pareti verticali e quanto occorre per dare l'opera finita a regola d'arte. Esclusi i ponteggi	mq	1	6,20	6,20
A 20.01.13.	Tinteggiatura con pittura lavabile di resina sintetica emulsionabile (idroittura) in tinte non forti a tre mani a coprire, esclusi i ponteggi esterni, la preparazione delle superfici con rasatura stuccatura e imprimitura: A 20.01.13.a. su superfici interne: A 20.01.13.a.1. con pitture viniliche	mq	1	5,16	5,16
NP3	Noleggio a freddo Camion categoria N2	mq	1	1,08	1,08
					<b>40,94</b>
	<b>MANO D'OPERA (giorni feriali)</b>				
	Installatore di V° cat. (Costo Assisital vigente)	ore	0,25	23,48	5,87
	Installatore di III° cat. (Costo Assisital vigente)	ore	0,25	21,00	5,25
	Totale mano d'opera (B)				<b>11,12</b>
	<b>PREZZO COMPLESSIVO (A+B)</b>				<b>52,06</b>
	Spese generali ed utili d'impresa (NP)			26,50%	7,84
	Costi per la sicurezza (NP)			3,00%	0,89
	<b>TOTALE</b>				<b>60,79</b>



**Figura 65. Soluzione SI.2 con isolamento interno in polistirene estruso (XPS) – Incidenza prezzi.**

## 5 Abaco dei moduli standardizzati più performanti

Lo studio svolto sui materiali isolanti più diffusi sul mercato, l'associazione alle principali tecniche di riqualificazione quali sistemi a cappotto, parete ventilata e isolamento all'interno dell'edificio, in base alle loro specifiche proprietà, le simulazioni realizzate sulle chiusure verticali opache del patrimonio edilizio residenziale nazionale, le verifiche relative alla sostenibilità e ai costi delle soluzioni, hanno permesso di individuare sei soluzioni ottimizzate standardizzate per interventi di riqualificazione energetica.

La finalità dell'abaco dei moduli standardizzati più performanti consiste nel fornire una casistica di schemi stratigrafici ai produttori di soluzioni tecnologiche per sistemi di facciata in caso di Deep Renovation di edifici residenziali caratterizzati da parametri prestazionali e di sostenibilità ottimizzati, in modo che l'industria possa predisporre un processo di produzione basato su soluzioni ottimizzate.

Oggi la digitalizzazione del processo e lo spostamento della produzione dal cantiere alla fabbrica rappresenta la soluzione in grado di assicurare il maggior incremento di produttività.

Tutti i passaggi possono essere raggruppati in un unico processo produttivo facente capo ad un'unica azienda o può essere parcellizzato all'interno di una filiera industriale articolata, ma coordinata secondo la tendenza all'automazione industriale che permette di aumentare la produttività e la qualità produttiva (Industria 4.0).

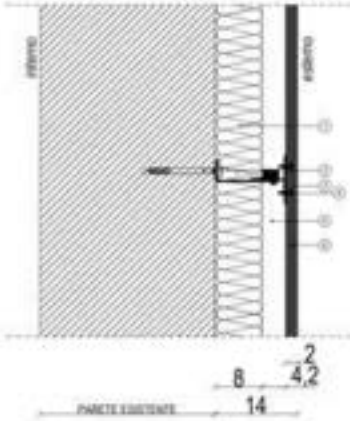
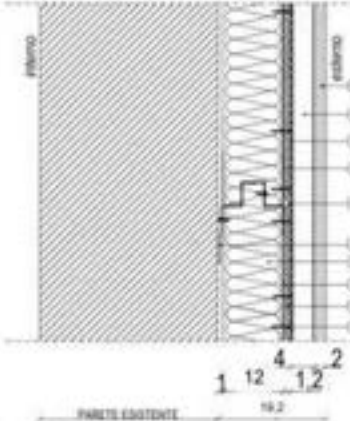
È stato elaborato un abaco delle sei soluzioni di isolamento proposte come di seguito articolato:

- disegno tecnico;
- indicatori di performance relativi ai materiali che costituiscono la stratigrafia (spessore, conducibilità, calore specifico e densità);
- I dettagli tecnici che definiscono materiali e sistemi di giunzione alla parete esistente;
- dimensioni dei moduli standardizzati (larghezza, altezza e spessore);
- la percentuale di disassemblabilità del sistema di isolamento;
- il costo in €/m<sup>2</sup> risultante dall'analisi prezzi;
- la percentuale di applicabilità sul patrimonio edilizio nazionale residenziale in regime invernale ed estivo.

Lo scopo dell'abaco è quello di fornire una casistica di schemi stratigrafici-soluzioni tecnologiche per sistemi di facciata in caso di Deep Renovation di edifici residenziali, caratterizzate da parametri prestazionali e di sostenibilità in modo che l'industria possa predisporre un processo di produzione basato su soluzioni ottimizzate standardizzate e che sia flessibile nella scelta della soluzione ottimale adattata ad ogni caso specifico (utilizzo di tipologie di moduli, di isolanti, di spessori coibenti che forniscano in stabilimento prestazioni garantite).

Tabella 17. Moduli standardizzati più performanti

Soluzioni di isolamento da applicare all' esterno	Sistema a cappotto	<p><b>SC.01</b> Inorganico sintetico <b>Lana di roccia</b></p>	<p><b>INDICATORI DI PERFORMANCE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ISOLANTE</th> <th colspan="4">PANNELLO IN CALCO SILICATO</th> <th colspan="4">RASATURA/FINITURA</th> </tr> <tr> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> </tr> <tr> <th>(m)</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>(m)</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>(m)</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,12</td> <td>0,032</td> <td>1200</td> <td>20</td> <td>0,012</td> <td>0,29</td> <td>900</td> <td>1200</td> <td>0,005</td> <td>0,7</td> <td>1000</td> <td>1400</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>MATERIALE ISOLANTE</b> Inorganico sintetico Sp.: 0,12m λ: 0,032</p> <p><b>DIMENSIONI</b> Dimensione pannelli: 0,60 (l) x 1,5 (h) m Spessore soluzione: 0,142 m</p> <p><b>INDICATORE DI IMPATTO AMBIENTALE</b> Disassemblabilità: 50%</p> <p><b>COSTO €/m<sup>2</sup></b> 128,49</p> <p><b>% DI APPLICABILITÀ</b> 91 % 100 %</p> <p><b>DETTAGLI TECNICI</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,02/0,01 m</li> <li>Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m</li> <li>Montante</li> <li>Lastro in calcio silicato 0,012 m ad elevato densità 1.200 kg/m<sup>3</sup></li> <li>Vite 4.2*32 per lastre UR</li> <li>Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR</li> <li>Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup></li> <li>Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m</li> <li>Rasatura</li> </ol>	ISOLANTE				PANNELLO IN CALCO SILICATO				RASATURA/FINITURA				Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	0,12	0,032	1200	20	0,012	0,29	900	1200	0,005	0,7	1000	1400
	ISOLANTE				PANNELLO IN CALCO SILICATO				RASATURA/FINITURA																																										
Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità																																								
(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]																																								
0,12	0,032	1200	20	0,012	0,29	900	1200	0,005	0,7	1000	1400																																								
Sistema a cappotto	<p><b>SC.02</b> Organico naturale <b>Fibra di legno</b></p>	<p><b>INDICATORI DI PERFORMANCE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ISOLANTE</th> <th colspan="4">RASATURA</th> <th colspan="4">INTONACO</th> </tr> <tr> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> </tr> <tr> <th>(m)</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>(m)</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m<sup>3</sup>]</th> <th>(m)</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m<sup>3</sup>]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,14</td> <td>0,04</td> <td>2100</td> <td>140</td> <td>0,005</td> <td>0,9</td> <td>1000</td> <td>1800</td> <td>0,015</td> <td>0,9</td> <td>1000</td> <td>1800</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>MATERIALE ISOLANTE</b> Inorganico sintetico Sp.: 0,14 m λ: 0,04</p> <p><b>DIMENSIONI</b> Dimensione pannelli: 2 (l) x 0,58 (h) m Spessore soluzione: 0,14 m</p> <p><b>INDICATORE DI IMPATTO AMBIENTALE</b> Disassemblabilità: 50%</p> <p><b>COSTO €/m<sup>2</sup></b> 128,49</p> <p><b>% DI APPLICABILITÀ</b> 81 % 100 %</p> <p><b>DETTAGLI TECNICI</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m</li> <li>Rasante trasparente 0,005 m predisposto sul pannello</li> <li>Intonaco esterno in calce 0,015 m</li> <li>Tessuto per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente</li> </ol>	ISOLANTE				RASATURA				INTONACO				Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	0,14	0,04	2100	140	0,005	0,9	1000	1800	0,015	0,9	1000	1800	
ISOLANTE				RASATURA				INTONACO																																											
Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità																																								
(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	(m)	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m <sup>3</sup> ]																																								
0,14	0,04	2100	140	0,005	0,9	1000	1800	0,015	0,9	1000	1800																																								

Parete ventilata	<p><b>PV.01</b> Organico sintetico <b>Poliuretano espanso rigido</b></p>  <p style="text-align: center;">PARETE ESISTENTE 14</p>	<p><b>INDICATORI DI PERFORMANCE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ISOLANTE</th> <th colspan="4">CAMERA D'ARIA</th> <th colspan="4">RIVESTIMENTO</th> </tr> <tr> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> </tr> <tr> <th>(m)</th> <th>(W/mK)</th> <th>(J/kgK)</th> <th>(kg/m<sup>3</sup>)</th> <th>(m)</th> <th>(W/mK)</th> <th>(J/kgK)</th> <th>(kg/m<sup>3</sup>)</th> <th>(m)</th> <th>(W/mK)</th> <th>(J/kgK)</th> <th>(kg/m<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,08</td> <td>0,022</td> <td>1400</td> <td>38</td> <td>0,04</td> <td>0,25</td> <td>1000</td> <td>1300</td> <td>0,02</td> <td>1,3</td> <td>940</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>MATERIALE ISOLANTE</b> Organico sintetico Sp.: 0,08 m k: 0,022</p> <p><b>DIMENSIONI</b> Dimensione pannelli: 2,5 (L) x 0,73 (H) m Spessore soluzione: 0,14 m</p> <p><b>INDICATORE DI IMPATTO AMBIENTALE</b> Disassemblabilità: &gt; 50%</p> <p><b>COSTO €/m<sup>2</sup></b> 90,57</p> <p><b>% DI APPLICABILITÀ</b> ❄️ 91%    🌞 100%</p> <p><b>DETTAGLI TECNICI</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m</li> <li>2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici</li> <li>3 Profilo in alluminio a T</li> <li>4 Vite autofilettante inox 0,85x0,019 m</li> <li>5 Camera d'aria 0,04 m</li> <li>6 Rivestimento in grés 0,02 m</li> </ol>	ISOLANTE				CAMERA D'ARIA				RIVESTIMENTO				Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	0,08	0,022	1400	38	0,04	0,25	1000	1300	0,02	1,3	940	2000															
	ISOLANTE				CAMERA D'ARIA				RIVESTIMENTO																																																								
Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità																																																						
(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )																																																						
0,08	0,022	1400	38	0,04	0,25	1000	1300	0,02	1,3	940	2000																																																						
<p><b>PV.02</b> Inorganico sintetico <b>Lana di roccia</b></p>  <p style="text-align: center;">PARETE ESISTENTE 14,2</p>	<p><b>INDICATORI DI PERFORMANCE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ISOLANTE</th> <th colspan="4">PANNELLO IN CALCIO SILICATO</th> <th colspan="4">CAMERA D'ARIA</th> <th colspan="4">RIVESTIMENTO</th> </tr> <tr> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> </tr> <tr> <th>(m)</th> <th>(W/mK)</th> <th>(J/kgK)</th> <th>(kg/m<sup>3</sup>)</th> <th>(m)</th> <th>(W/mK)</th> <th>(J/kgK)</th> <th>(kg/m<sup>3</sup>)</th> <th>(m)</th> <th>(W/mK)</th> <th>(J/kgK)</th> <th>(kg/m<sup>3</sup>)</th> <th>(m)</th> <th>(W/mK)</th> <th>(J/kgK)</th> <th>(kg/m<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,12</td> <td>0,022</td> <td>1000</td> <td>30</td> <td>0,012</td> <td>0,29</td> <td>900</td> <td>1200</td> <td>0,04</td> <td>0,25</td> <td>1000</td> <td>1300</td> <td>0,02</td> <td>1,3</td> <td>940</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>MATERIALE ISOLANTE</b> Organico sintetico Sp.: 0,12 m λ: 0,022</p> <p><b>DIMENSIONI</b> Dimensione pannelli: 2,5 (L) x 0,73 (H) m Spessore soluzione: 0,192 m</p> <p><b>INDICATORE DI IMPATTO AMBIENTALE</b> Disassemblabilità: &gt; 50%</p> <p><b>COSTO €/m<sup>2</sup></b> 179,40</p> <p><b>% DI APPLICABILITÀ</b> ❄️ 93%    🌞 100%</p> <p><b>DETTAGLI TECNICI</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Struttura di aggancio con ardito d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,4 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m</li> <li>2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m</li> <li>3 Montante di sezione 0,05*0,12*0,05m</li> <li>4 Latta in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup></li> <li>5 Vite 4.2*32 per latta UR</li> <li>6 Stuccatore dei giunti con acetone</li> <li>7 Guide inferiori di sezione ad -U- o -M-</li> <li>8 Carte Knauf - impermeabilizzazione</li> <li>9 Profilo in alluminio lavorato e preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria</li> <li>10 Finitura in grés</li> </ol>	ISOLANTE				PANNELLO IN CALCIO SILICATO				CAMERA D'ARIA				RIVESTIMENTO				Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	0,12	0,022	1000	30	0,012	0,29	900	1200	0,04	0,25	1000	1300	0,02	1,3	940	2000
ISOLANTE				PANNELLO IN CALCIO SILICATO				CAMERA D'ARIA				RIVESTIMENTO																																																					
Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità																																																		
(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(J/kgK)	(kg/m <sup>3</sup> )																																																		
0,12	0,022	1000	30	0,012	0,29	900	1200	0,04	0,25	1000	1300	0,02	1,3	940	2000																																																		

Soluzioni di isolamento da applicare all' interno	Isolamento interno	<p><b>SI.01</b> Inorganico sintetico <b>Aerogel</b></p>	<p><b>INDICATORI DI PERFORMANCE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ISOLANTE</th> <th colspan="4">CARTONGESSO</th> <th colspan="4">RIVESTIMENTO</th> </tr> <tr> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> </tr> <tr> <th>[m]</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m³]</th> <th>[m]</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m³]</th> <th>[m]</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,05</td> <td>0,015</td> <td>1000</td> <td>11</td> <td>0,010</td> <td>0,21</td> <td>1800</td> <td>754</td> <td>0,005</td> <td>0,7</td> <td>1000</td> <td>1400</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>MATERIALE ISOLANTE</b> Organico sintetico Sp. : 0,05 m <math>\lambda_i</math>: 0,015</p> <p><b>DIMENSIONI</b> Dimensione pannelli: 0,72 (l) x 1,4 (h) m Spessore soluzione: 0,06 m</p> <p><b>INDICATORE DI IMPATTO AMBIENTALE</b> Disassemblabilità: &lt; 50%</p> <p><b>COSTO €/m²</b> 474,36</p> <p><b>% DI APPLICABILITÀ*</b> 75 % 97 %</p> <p><b>DETTAGLI TECNICI</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m</li> <li>2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli</li> <li>3 Latta in cartongesso 0,010 m ad elevato densità</li> <li>4 Stacco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle latta 0,005 m</li> </ol>	ISOLANTE				CARTONGESSO				RIVESTIMENTO				Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	0,05	0,015	1000	11	0,010	0,21	1800	754	0,005	0,7	1000	1400
		ISOLANTE				CARTONGESSO				RIVESTIMENTO																																									
Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità																																								
[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]																																								
0,05	0,015	1000	11	0,010	0,21	1800	754	0,005	0,7	1000	1400																																								
<p><b>SI.02</b> Inorganico sintetico <b>Polistirene estruso (XPS)</b></p>	<p><b>INDICATORI DI PERFORMANCE</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ISOLANTE</th> <th colspan="4">CARTONGESSO</th> <th colspan="4">RAGATURA/FINITURA</th> </tr> <tr> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> <th>Spessore</th> <th>Conduttività</th> <th>Calore specifico</th> <th>Densità</th> </tr> <tr> <th>[m]</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m³]</th> <th>[m]</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m³]</th> <th>[m]</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,10</td> <td>0,031</td> <td>1210</td> <td>18</td> <td>0,013</td> <td>0,21</td> <td>1000</td> <td>754</td> <td>0,005</td> <td>0,7</td> <td>1000</td> <td>1400</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>MATERIALE ISOLANTE</b> Organico sintetico Sp. : 0,10 m <math>\lambda_i</math>: 0,031</p> <p><b>DIMENSIONI</b> Dimensione pannelli: 0,72 (l) x 1,4 (h) m Spessore soluzione: 0,118 m</p> <p><b>INDICATORE DI IMPATTO AMBIENTALE</b> Disassemblabilità: &lt; 50%</p> <p><b>COSTO €/m²</b> 66,79</p> <p><b>% DI APPLICABILITÀ*</b> 73 % 97 %</p> <p><b>DETTAGLI TECNICI</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Struttura di aggancio per parete esistente, fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 ma cassa dall'effetto leva dovuto al peso delle latta di cartongesso</li> <li>2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m</li> <li>3 Latta in cartongesso 0,013 m ad elevato densità</li> <li>4 Stacco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle latta</li> </ol>	ISOLANTE				CARTONGESSO				RAGATURA/FINITURA				Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	0,10	0,031	1210	18	0,013	0,21	1000	754	0,005	0,7	1000	1400		
ISOLANTE				CARTONGESSO				RAGATURA/FINITURA																																											
Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità	Spessore	Conduttività	Calore specifico	Densità																																								
[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]																																								
0,10	0,031	1210	18	0,013	0,21	1000	754	0,005	0,7	1000	1400																																								

Come è possibile notare dall'abaco sopra riportato, tutte le soluzioni individuate permettono un'applicabilità sulle diverse tipologie di involucro verticale opaco che caratterizza gli edifici residenziali nazionali molto alta: sempre superiore al 73% per quanto riguarda il soddisfacimento dei limiti prestazionali invernali; tra il 97% e il 100% per quelli estivi.

Riguardo i limiti invernali, sono state sempre considerati i limiti previsti per tutte le zone climatiche e si è scelto lo spessore che andasse a soddisfare una media complessivamente alta ma facendo particolare attenzione alla percentuale di edifici della zona E, dal momento che, secondo dati ISTAT, risulta caratterizzata dalla maggior percentuale di edifici residenziali. Si è quindi fatto in modo nella zona E si andasse a soddisfare con ognuna delle soluzioni, almeno il 50% della percentuale di applicabilità.

Con gli spessori selezionati, per ognuna delle soluzioni prese in considerazione, si può quindi dedurre che si abbia un ottimo rapporto tra lo spessore del materiale isolante, il costo complessivo e la prestazione ottenuta in rapporto alla percentuale di applicabilità.

Questo abaco di soluzioni può rivelarsi una valida indicazione per standardizzare il processo di produzione industriale per interventi di Deep Renovation del patrimonio edilizio residenziale nazionale.

## 6 Schede prestazionali delle soluzioni individuate

Una volta individuate le soluzioni di isolamento standardizzate più performanti, attraverso le simulazioni svolte sulle chiusure verticali opache del patrimonio edilizio residenziale nazionale, è stato possibile elaborare *Schede Prestazionali* per ciascuna soluzione ottimizzata che permettano di indirizzare la scelta progettuale in funzione delle peculiarità dell'intervento di "Deep Renovation".

Le schede consentono un confronto dei parametri prestazionali ottenibili con l'applicazione delle soluzioni individuate, sulla medesima tipologia di chiusura verticale opaca su cui sono installabili, per un'immediata individuazione del sistema più performante. Le soluzioni proposte contribuiscono a limitare il fabbisogno energetico degli edifici esistenti, con riferimento ai consumi di energia legati sia alla climatizzazione invernale sia a quella estiva.

La catalogazione proposta offre ai produttori indicazioni utili per avviare una filiera produttiva di sistemi di isolamento conformi ai requisiti minimi normativi di prestazione energetica e di sostenibilità ambientale (nel rispetto dei CAM), con elevate percentuali di applicabilità sull'intero territorio nazionale.

Su ogni scheda prestazionale si riportano i seguenti dati:

- il codice CV della chiusura verticale opaca esistente, il periodo temporale in cui ha avuto maggiore diffusione e la stratigrafia, riportati dall'abaco sviluppato durante il primo anno della ricerca, su cui è applicabile la soluzione proposta;
- il codice della soluzione di isolamento (SC= sistema a cappotto, PV= parete ventilata, SI= Sistema di isolamento interno);
- la tipologia, lo spessore e la conducibilità del materiale isolante della soluzione proposta;
- il disegno della stratigrafia della soluzione di isolamento e descrizione degli elementi che la compongono;
- le proprietà termofisiche dei componenti edilizi della CV e della soluzione di isolamento proposta;
- i risultati dei valori prestazionali in regime invernale ed estivo ottenibili dall'applicazione delle soluzioni di isolamento;
- la verifica assenza condensa superficiale (isoterme);
- la verifica assenza condensa interstiziale (diagramma di Glaser - mese critico);
- grafico radiale per comparare i valori relativi a trasmittanza stazionaria U, sfasamento  $\Phi$ , Capacità termica periodica lato interno  $C_{ip}$ , trasmittanza periodica  $Y_{ie}$ , spessore della soluzione di isolamento;
- verifica del rispetto dei valori limite previsti da normativa vigente in regime invernale ed estivo.

Sono state studiate le proprietà termofisiche dei componenti edilizi delle chiusure verticali opache e delle soluzioni di isolamento proposte, per valutarne la capacità di ridurre la trasmissione del flusso termico, evitandone in inverno la dispersione verso l'ambiente esterno e in estate l'ingresso verso l'ambiente da climatizzare.

I parametri studiati e riportati in ogni scheda prestazionale sono i seguenti:

- *spessore s* di ciascun materiale;
- *conducibilità termica  $\lambda$* , espressa in W/mK, caratteristica intrinseca fondamentale per definire il comportamento termico dei materiali;
- *resistenza termica R*, espressa in m<sup>2</sup>K/W, ovvero la resistenza al passaggio di calore di ogni singolo materiale, definita dal rapporto tra lo spessore e la conducibilità termica ( $R=s/\lambda$ );
- *calore specifico c*, espresso in J/kgK, indica il calore necessario per far variare di 1 K la temperatura di un kg di massa, che dipende dalla natura del materiale, ed è fondamentale ai fini del calcolo dell'inerzia termica<sup>4</sup>;
- *densità  $\rho$* , espressa in kg/m<sup>3</sup>, proprietà dei materiali che influisce sull'entità dell'accumulo termico<sup>5</sup>;

<sup>4</sup> Propensione di un materiale ad opporsi al passaggio di un flusso di calore e di accumularne una quota contribuendo a creare uno sfasamento (in ore) dell'onda termica, ovvero un ritardo temporale nel trasferimento del calore dall'esterno all'interno dell'ambiente.

<sup>5</sup> La capacità termica è definita dal prodotto tra del calore specifico e della massa (densità) del materiale.

- *massa superficiale  $M_s$* , espressa in  $\text{kg/m}^2$ <sup>6</sup>, che influisce sul comportamento dinamico della parete in relazione allo sfasamento del flusso termico, con risvolti positivi in termini di risparmio energetico e di comfort ambientale durante il periodo estivo.

I parametri di trasmissione termica dei componenti di involucro opachi studiati, che ne definiscono la capacità di controllare il passaggio del flusso di calore [21], dovuto a una differenza di temperatura tra l'ambiente interno e quello esterno, sono:

- *trasmissione termica stazionaria  $U$* , espressa in  $\text{W/m}^2\text{K}$ , per verificare le prestazioni in regime invernale secondo i valori limite previsti dal Decreto Requisiti Ecobonus GU 05/10/2020 (calcolo secondo UNI EN ISO 6946);
- *trasmissione termica periodica  $Y_{ie}$* <sup>7</sup>, espressa in  $\text{W/m}^2\text{K}$ , per verificare le prestazioni in regime estivo secondo i valori limite previsti dal Decreto Requisiti minimi 26/06/2015 (calcolata secondo UNI EN ISO 13786:2008 *Thermal performance of building components — Dynamic thermal characteristics — Calculation methods* e successivi aggiornamenti);
- *sfasamento  $\Phi$  dell'onda termica*<sup>8</sup>, espresso in ore, verificato secondo i parametri qualitativi previsti dalla norma UNI EN ISO 13786:2008;
- *coefficiente di attenuazione  $f_a$  dell'onda termica*, che influisce sul flusso termico a livello dimensionale determinando un decremento del carico massimo, verificato secondo i parametri qualitativi previsti dalla norma UNI EN ISO 13786:2008;
- *capacità termica areica interna periodica  $C_{ip}$* <sup>9</sup>, espressa in  $\text{kJ/m}^2\text{K}$ , calcolata secondo la UNI EN ISO 13786:2008 rappresenta la capacità di un componente edilizio di accumulare il calore proveniente dal lato interno della chiusura. Maggiore è il valore della  $C_{ip}$  più elevato è l'accumulo termico che consente di ridurre oscillazioni di temperatura nell'arco della giornata, per migliori condizioni di comfort ambientale per la climatizzazione estiva.

L'involucro opaco caratterizzato da un'elevata capacità di accumulo permette di ridurre sia nel periodo estivo sia nel periodo invernale, sgradevoli oscillazioni dei valori di temperatura interna, contribuendo a ridurre i consumi energetici per la climatizzazione. Bassi valori del fattore di attenuazione  $f_a$  congiuntamente ad elevati valori della trasmissione termica periodica, della capacità termica areica interna e dello sfasamento  $\Phi$  dell'onda termica, denotano un buon comportamento delle chiusure verticali opache nell'attenuazione degli effetti delle sollecitazioni termiche esterne estive.

Nel caso delle soluzioni di isolamento termico a cappotto e a parete ventilata proposte la trasmissione termica periodica  $Y_{ie}$  diminuisce e così il fattore di decremento  $f$ , mentre aumenta il valore dello sfasamento  $\Phi$  dell'onda termica. Nel caso delle soluzioni di isolamento poste sul lato interno delle chiusure verticali opache si verifica una riduzione dei valori della capacità termica areica interna periodica  $C_{ip}$  e del fattore di attenuazione  $f_a$ .

<sup>6</sup> Il DM 26.06.2015 Allegato1 all'articolo 3.3, comma 4b,c prescrive per le pareti verticali opache, con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est, almeno una delle seguenti verifiche:

- a. che il valore di massa superficiale  $M_s$  sia superiore a  $230 \text{ kg/m}^2$  (definita dal D.Lgs 192/05 All. A comma 29 come la massa per unità di superficie della parete opaca compresa la malta dei giunti esclusi gli intonaci)
- b. che il valore del modulo della trasmissione termica periodica ( $Y_{ie}$ ), di cui al comma 2, dell'articolo 2, sia inferiore a  $0,10 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$ .

<sup>7</sup> Indica la capacità di una chiusura verticale opaca di attenuare e sfasare l'onda termica che l'attraverso nell'arco di 24 ore.

<sup>8</sup> Il valore ottimale dello sfasamento termico è superiore alle 12 ore secondo i parametri prestazionali previsti dalla UNI EN ISO 13786:2008.

<sup>9</sup> Secondo il DM 11 gennaio 2017 ("Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili") i progetti degli interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e quelli di ampliamento di edifici esistenti che abbiano un volume lordo climatizzato superiore al 15% di quello esistente o comunque superiore a  $500 \text{ m}^3$ , e degli interventi di ristrutturazione importante di primo livello, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), devono garantire una capacità termica areica interna periodica ( $C_{ip}$ ) riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, di almeno  $40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ .

Per un confronto prestazionale immediato sono stati elaborati grafici a radar per ogni sistema di isolamento applicato a ciascuna tipologia di chiusura verticale opaca esistente, sulla base dei valori relativi alla trasmittanza stazionaria  $U$ , allo sfasamento  $\Phi$ , trasmittanza periodica  $Y_{ie}$  e attenuazione che li contraddistinguono. Per facilitare il confronto tra i sistemi di isolamento proposti sono stati definiti dei range per ciascun indicatore, sulla base dei valori limite previsti da normativa vigente, a cui è stato attribuito un punteggio da 1 a 5, dove a uno corrisponde la prestazione migliore. Si riportano in tabella 18 i dati individuati per i range di ciascun indicatore.

**Tabella 18. Range degli indicatori per confronto delle soluzioni di isolamento**

	Trasmittanza stazionaria $U$	Sfasamento $\Phi$	Trasmittanza periodica $Y_{ie}$	Attenuazione
1	$U \leq 0,22$	$S > 12$	$Y_{ie} \leq 0,04$	$fa < 0,15$
2	$0,22 < U \leq 0,23$	$10 < S \leq 12$	$0,04 < Y_{ie} \leq 0,06$	$0,15 \leq fa < 0,30$
3	$0,23 < U \leq 0,26$	$8 < S \leq 10$	$0,06 < Y_{ie} \leq 0,08$	$0,30 \leq fa < 0,40$
4	$0,26 < U \leq 0,30$	$6 < S \leq 8$	$0,08 < Y_{ie} < 0,10$	$0,40 \leq fa < 0,60$
5	$0,30 < U \leq 0,38$	$S \leq 6$	$Y_{ie} \geq 0,1$	$0,60 \leq fa$

È stato verificato il rispetto dei valori limite previsti da normativa vigente in regime invernale ed estivo. In ogni scheda è stata riportata una tabella con i valori limite di trasmittanza stazionaria  $U$  previsti per ogni zona climatica su cui è stata indicata l'applicabilità di ogni soluzione. Per quanto riguarda la verifica del comportamento estivo è stato indicato l'eventuale soddisfacimento dei valori dello sfasamento  $\Phi$  e del fattore di attenuazione del flusso termico  $f_a$  previsti da normativa per ottenere una prestazione almeno sufficiente. Per i valori relativi alla capacità termica areica interna periodica  $C_{ip}$  e alla trasmittanza periodica  $Y_{ie}$  è stato verificato il soddisfacimento dei valori limite previsti da normativa.

L'analisi e le verifiche prestazionali delle strutture esistenti e di quelle ottimizzate sono state effettuate con l'ausilio di software certificati per la progettazione energetica.

Le verifiche sono state effettuate su un modello energetico di un dimostratore, un prototipo di ambiente multiuso monopiano. Il modello ha permesso di verificare il benessere termico e igrometrico ottenibile dall'applicazione delle sei soluzioni di isolamento proposte sulle trenta chiusure verticali opache che contraddistinguono il patrimonio edilizio residenziale nazionale.

Il modello è collocato in zona climatica E, nella città di Bolzano (2791 GG), in quanto in questa zona climatica risulta presente il patrimonio edilizio nazionale residenziale più consistente, come mostrato in Tabella 19.

**Tabella 19. Numero di edifici residenziali nel 2011 per zona climatica**

Zone climatiche	N° edifici
Zona climatica A	4.875
Zona climatica B	699.573
Zona climatica C	2.710.544
Zona climatica D	2.858.016
Zona climatica E	<b>5.191.960</b>
Zona climatica F	722.730

La verifica termo-igrometrica è finalizzata a controllare che non si verifichino:

- fenomeni di condensa interstiziale tra gli strati che compongono la chiusura verticale opaca, in quanto il manifestarsi di tale condizione provoca il degrado dei materiali, soprattutto di quello isolante, compromettendo le prestazioni termiche della parete;
- fenomeni di condensa superficiale, cioè verso l'ambiente riscaldato.

Il calcolo per effettuare la verifica della condensa interstiziale è definito dalla Norma Europea EN 13788 (diagramma di Glaser). Sono stati calcolati i profili delle temperature e delle pressioni di vapore acqueo (saturo ed effettivo) all'interno della parete: se la pressione di vapore effettiva ( $P_e$ ) raggiunge o supera quella

della pressione di vapore saturo ( $P_s$ ), si avrà formazione di condensa nella parete. In ogni scheda si riporta la verifica di Glaser nel mese più critico.

Le verifiche termo-igrometriche sono state effettuate ponendosi nelle condizioni al contorno più critiche dettate dai valori di temperatura e pressioni del vapore esterne che sono state individuate in riferimento località di Bolzano (Zona E, Gradi-Giorno: 2791).

Il posizionamento del materiale isolante determina in alcuni casi (caratteristici di interventi di isolamento all'intradosso delle pareti perimetrali) la presenza di ponti termici (sui quali è necessario intervenire, come proposto, con l'inserimento di una barriera al vapore), che potrebbero influire negativamente sul comportamento termico della parete in termini di condense e trasmissione termica.

Si riporta in ogni scheda la rappresentazione grafica delle superfici isoterme che descrivono il campo termico all'interno della chiusura verticale opaca.

Si riportano in Allegato 2 le 180 schede prestazionali redatte e un esempio in Figura 66.

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV01\_SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV01

Utilizzato fino al 1920

Spessore tot: 45 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 41 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

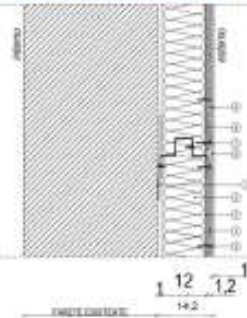
Inorganico sintetico

Lana minerale

Sp.: 0,12 m

$\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffe tessellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2° 32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guide inferiori di sezione ad «U» o «W» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	$h$ W/m <sup>2</sup> K	$e$ m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	$R$ m <sup>2</sup> K/W	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$D$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra naturale	-	0,41	2,40	0,171	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a basse permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)						58,70	

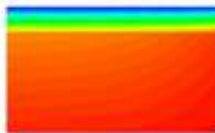
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,239
MASSA SUPERFICIALE $\rho_p$ (kg/m <sup>2</sup> )	1116
SPAZZAMENTO $\phi$ (h)	13,64
FATTORE DI ATTENUAZIONE $f_a$	0,037
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,5
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,009

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Ri}, \max \leq F_{Ri}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

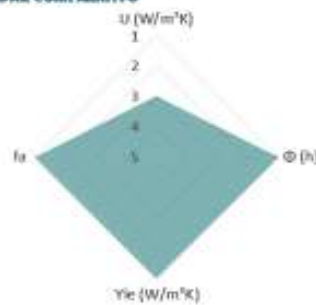
Distribuzione posizioni



Mese critico: Dicembre

$P_x \leq P_x$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE

##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Norma UNI EN 12526, Edizione 2018

Indicatore	Limite	Verifica
$U$	$\leq 0,38$	✓
$\phi$	$\leq 0,30$	✓
$C_{p,i}$	$\leq 0,28$	✓
$T_{p,e}$	$\leq 0,23$	✓
$T_{p,e}$	$\leq 0,22$	✓

##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\phi$ (h)	$\phi > 4$	✓
Fattore di attenuazione $f_a$	$f_a < 0,40$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	✓

Figura 66. Esempio di scheda prestazionale delle soluzioni individuate.

## 7 Matrice del patrimonio edilizio residenziale nazionale integrata con le soluzioni più performanti

Come emerso dalla linea di attività dello scorso anno, il parco edilizio residenziale italiano si contraddistingue per la sua eterogeneità a livello di tipologia edilizia e costruttiva.

A seguito della redazione dell'abaco delle chiusure verticali opache esistenti (Paragrafo 4.1), dell'abaco delle soluzioni ottimizzate standardizzate più performanti (Capitolo 5) e dell'analisi dell'applicazione dei moduli sulle chiusure verticali, all'interno delle schede prestazionali delle soluzioni individuate (Capitolo 6 – Allegato 2), si è ritenuto opportuno redigere una matrice che schematizzasse i risultati emersi dalle simulazioni (Capitolo 7 – Allegato 3) e già riportati nelle suddette schede.

La matrice è stata costruita come uno strumento utile per individuare la soluzione di riqualificazione più adeguata ad una determinata tipologia di chiusura verticale opaca che caratterizza l'edificio oggetto di intervento di riqualificazione energetica.

Tale strumento è utile sia ai progettisti, per indirizzarli verso la scelta della soluzione più idonea alle caratteristiche dell'edificio da efficientare e alla località di intervento, sia alle industrie di settore, per facilitare ed indirizzare l'organizzazione del processo produttivo di nuovi componenti sostenibili ed energeticamente efficienti.

La matrice riassume i risultati dello studio svolto per l'individuazione dei componenti edilizi più performanti, offrendo alle aziende informazioni utili per ripensare la filiera produttiva e più in generale il settore edilizio, in termini di sostenibilità, indirizzando la catena di produzione verso soluzioni standardizzate più efficienti e sostenibili per il patrimonio edilizio residenziale nazionale.

Lo studio è inteso a promuovere un nuovo paradigma di produzione che consenta un processo integrato dalla progettazione, alla realizzazione dei componenti edilizi performanti, fino alla loro "installazione su misura" per l'efficientamento del patrimonio edilizio residenziale nazionale, riducendo consumi di risorse, costi, tempi realizzativi e quindi gli impatti ambientali ad essi associati.

Le righe che compongono la matrice rappresentano le possibili tipologie di chiusura verticale opaca, articolate in funzione della classe di epoca di costruzione, della tipologia edilizia e della tipologia costruttiva di maggiore diffusione.

Una volta individuato il periodo di costruzione dell'edificio oggetto dell'intervento di isolamento, incrociandolo con la tipologia edilizia e costruttiva, viene indicata la stratigrafia esistente e le caratteristiche prestazionali che la contraddistinguono.

Vengono successivamente riportate le caratteristiche della stratigrafia CV, a seguito dell'applicazione delle diverse soluzioni ottimizzate, con gli spessori e le prestazioni predeterminati, la valutazione delle prestazioni delle chiusure verticali opache post-efficientamento e la verifica del rispetto dei requisiti invernali ed estivi previsti dalla normativa vigente in materia.

La sequenza delle diverse tipologie di chiusura verticale opaca segue in ordine cronologico l'evoluzione delle tecniche costruttive.

Ogni riga della matrice riporta:

- la classe di epoca di costruzione (Classe 1: fino al 1900; Classe 2: dal 1901 al 1920; Classe 3: dal 1921 al 1945; Classe 4: dal 1946 al 1960; Classe 5: dal 1961 al 1975; Classe 6: dal 1976 al 1990; Classe 7: dal 1991 al 2005; Classe 8: dopo il 2005);
- le principali tipologie edilizie, che prevedono la suddivisione in edifici isolati (unifamiliari e plurifamiliari) e edifici aggregati (in linea, a torre, a schiera, a ballatoio, palazzina e a blocco);
- le tipologie costruttive, che prevedono la suddivisione in muratura portante (in pietra, pietra e laterizio, laterizio e cemento armato) e a telaio (in legno, cemento armato e acciaio);
- le caratteristiche dell'involucro edilizio prima e dopo l'intervento:
  - la tipologia di chiusura verticale opaca esistente, con il codice CV (chiusura verticale), il nome, il disegno della stratigrafia, come da abaco delle chiusure verticali opache esistenti (Paragrafo 4.1), la relativa Trasmittanza termica stazionaria  $U$  [ $W/m^2K$ ], la Trasmittanza termica periodica  $Y_{ie}$  [ $W/m^2K$ ] e lo spessore [cm];

- la soluzione di efficientamento proposta, con il codice identificativo riportato nell'abaco dei moduli standardizzati più performanti (Capitolo 5) e il suo spessore [cm];
- le prestazioni ottenute a seguito dell'efficientamento, sia in regime invernale (Trasmittanza termica stazionaria), che in regime estivo (Trasmittanza termica periodica) e lo spessore raggiunto [cm].
- la verifica dei valori limite da normativa vigente e quindi dell'applicabilità della soluzione di efficientamento nelle diverse zone climatiche per quanto riguarda il regime invernale, e del soddisfacimento dei parametri qualitativi e prestazionali per il regime estivo.

È possibile approfondire le caratteristiche di ognuna delle soluzioni di efficientamento, applicate su ognuna delle chiusure verticali opache esistenti, all'interno delle schede prestazionali delle soluzioni individuate (Capitolo 6 – Allegato 2), individuabili dall'unione del codice della chiusura verticale opaca CV e del codice della soluzione di efficientamento SC, PV o SI.

In Figura 67, è stato riportato un estratto della matrice, mentre la versione completa è stata riportata nell'Allegato 3 – Matrice del patrimonio edilizio residenziale nazionale integrata con le soluzioni più performanti.

MATRICE DELL'APPLICABILITÀ DELLE SOLUZIONI DI EFFICIENTAMENTO AL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE NAZIONALE																													
Descrizione di tipo di costruzione					Tipologia edificio		Tipologia costruttiva			Caratteristiche del fenomeno edilizio										Indice di prestazione di costruzione (IP)									
1. Tipo di zona	2. Tipo di zona	3. Tipo di zona	4. Tipo di zona	5. Tipo di zona	6. Tipo di zona	7. Tipo di zona	8. Tipo di zona	9. Tipo di zona	10. Tipo di zona	11. Tipo di zona	12. Tipo di zona	13. Tipo di zona	14. Tipo di zona	15. Tipo di zona	16. Tipo di zona	17. Tipo di zona	18. Tipo di zona	Regime invernale					Regime estivo						
																		19. Tipo di zona	20. Tipo di zona	21. Tipo di zona	22. Tipo di zona	23. Tipo di zona	24. Tipo di zona	25. Tipo di zona	26. Tipo di zona	27. Tipo di zona	28. Tipo di zona	29. Tipo di zona	30. Tipo di zona
										Chiusure verticali opache (CVO)		Sistemi di isolamento		Sistemi di isolamento		Sistemi di isolamento		Sistemi di isolamento		Sistemi di isolamento		Sistemi di isolamento		Sistemi di isolamento		Sistemi di isolamento			
										Trasmittanza termica stazionaria (U <sub>0</sub> )		Trasmittanza termica periodica (U <sub>0</sub> )		Spessore (cm)		Codice		Trasmittanza termica stazionaria (U <sub>0</sub> )		Trasmittanza termica periodica (U <sub>0</sub> )		Spessore (cm)		U <sub>0</sub>		U <sub>0</sub>		U <sub>0</sub>	
										0.20		0.20		40															
										0.00		0.00		40															
										0.70		0.70		40															

Figura 67. Estratto di alcune righe della matrice del patrimonio edilizio residenziale nazionale integrata con le soluzioni più performanti

## 8 Conclusioni

La crescente consapevolezza dei limiti imposti dall'ambiente naturale e dalle risorse disponibili richiede una nuova visione di sviluppo, in cui i principi di efficientamento energetico e sostenibilità orientino ogni politica di settore.

La questione ambientale è strettamente legata al consumo di risorse e l'edilizia costituisce uno dei settori più impattanti in termini di utilizzo di materie prime non rinnovabili, di uso del suolo e di consumo energetico relativo all'intero ciclo di vita dell'edificio, a partire dalla produzione dei componenti fino alla gestione e alla futura dismissione.

Dallo studio dello stato dell'arte del patrimonio edilizio residenziale nazionale svolto durante il primo anno di ricerca è emerso che la maggior parte del costruito risulta antecedente alla prima legge sul risparmio energetico, la L n. 373 del 1976, e oltre il 25% degli edifici realizzati prima di questa norma registra consumi annuali medi da 160 kWh/m<sup>2</sup> anno ad oltre 220 kWh/m<sup>2</sup> anno.

Tali dati hanno evidenziato la necessità di intervenire sul patrimonio con interventi di efficientamento, tra cui l'isolamento termico dell'involucro edilizio che permette di ridurre la trasmissione del flusso termico, evitandone in inverno la dispersione verso l'ambiente esterno e in estate l'ingresso verso l'ambiente confinato da climatizzare. Gli interventi di riqualificazione energetica devono consentire una diminuzione dei consumi energetici per la climatizzazione invernale ed estiva, che comporta al contempo una diminuzione delle emissioni di gas climalteranti derivanti dai processi di combustione delle fonti energetiche fossili, e di migliorare il comfort abitativo.

Perseguire i principi di un'edilizia sostenibile significa non solo efficientare il patrimonio edilizio esistente, ma ripensare prodotti/componenti/sistemi più efficienti dal punto di vista del consumo di risorse, prediligendo materiali riciclati e riciclabili, razionalizzando le modalità di posa in opera, progettando sistemi il più possibile prefabbricati, assemblabili a secco per garantire in fase di dismissione la percentuale più elevata di riciclo o riuso dei componenti, nel rispetto delle specifiche tecniche dei componenti edilizi previste dai Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.) vigenti.

Come punto di partenza il presente studio si è incentrato sulla disamina di un ampio ventaglio di materiali isolanti offerti dal mercato, mettendoli a confronto tra loro in base a specifici indicatori di performance, di impatto ambientale, di costo ed indicazioni d'impiego.

Questa analisi ha permesso di selezionare cinque materiali coibenti contraddistinti dalle migliori performance e da un limitato impatto ambientale e di associarli alle principali tecniche di isolamento quali sistema a cappotto, parete ventilata e isolamento all'interno dell'edificio, definendo sei soluzioni tecnologiche.

Per poter individuare lo spessore del materiale isolante di ciascuna soluzione tecnologica proposta è stata sviluppata una metodologia in cui le prestazioni degli scenari di isolamento vengono precalcolate, per indirizzare la catena di produzione verso soluzioni standardizzate più efficienti e sostenibili per il patrimonio edilizio residenziale nazionale.

Sono state svolte simulazioni per ciascuna soluzione di isolamento con diversi spessori di materiale coibente su ogni tipo di chiusura verticale opaca presente nell'abaco, sviluppato durante il primo anno di ricerca, per identificare le soluzioni tecnologiche con la maggiore applicabilità sul territorio nazionale, in base ai valori di trasmittanza stazionaria e periodica e ai parametri qualitativi previsti dalla normativa vigente.

Per garantire l'applicabilità delle soluzioni di isolamento proposte, nel rispetto delle specifiche tecniche previste dai CAM, sono stati verificati i criteri comuni a tutti i componenti edilizi quali percentuale di disassemblabilità e di materia recuperata o riciclata, che da un lato permettono di ridurre il fabbisogno di materie prime e dall'altro di stimolare la filiera di valorizzazione dei rifiuti da costruzione e demolizione.

Un'analisi dei prezzi degli interventi di isolamento ha consentito di poter valutare anche da un punto di vista di economico la possibilità di impiego delle soluzioni individuate.

Le soluzioni tecnologiche proposte sono state selezionate anche in modo da offrire la possibilità di ricavare al loro interno l'alloggiamento di sistemi di distribuzione impiantistica: nel caso dell'isolamento interno prevalentemente il cablaggio della rete elettrica e di sensoristica avanzata, per le pareti ventilate e i sistemi a cappotto, per il passaggio ad esempio degli scarichi della condensa e della distribuzione dei fluidi termovettori degli impianti di climatizzazione o dell'adduzione di gas.

Tutto questo ha permesso di sviluppare un abaco di soluzioni tecnologiche ottimizzate in funzione dei parametri climatici, geometrico/dimensionali e tecnico/prestazionali, scelte in base a criteri di standardizzazione e prefabbricazione per indirizzare la scelta del progettista nel caso di interventi di efficientamento del patrimonio immobiliare nel settore abitativo, e dell'industria per ri-organizzare il processo di produzione per interventi di Deep Renovation del patrimonio edilizio residenziale nazionale.

Una sorta di "produzione a catalogo" di configurazioni ottimizzate predefinite, pensate come "rivestimento" da applicare all'estradosso o all'intradosso delle chiusure verticali opache, punta a rendere possibile la composizione (tramite assemblaggio moduli preconfezionati) della soluzione "personalizzata" calata nel contesto specifico oggetto di intervento.

Dopo aver individuato le soluzioni di isolamento standardizzate più performanti, attraverso simulazioni svolte sulle chiusure verticali opache del patrimonio edilizio residenziale nazionale, le schede prestazionali realizzate per ciascun modulo permettono di indirizzare la scelta progettuale in funzione delle peculiarità dell'intervento di "Deep Renovation". Ogni scheda prestazionale riporta le proprietà termofisiche dei componenti edilizi delle chiusure verticali opache e delle soluzioni di isolamento proposte e i parametri di trasmissione termica ottenibili dall'intervento di efficientamento.

Le 180 schede consentono un confronto dei parametri prestazionali ottenibili tramite l'applicazione delle soluzioni individuate, sulla medesima tipologia di chiusura verticale opaca su cui sono installabili, per un'immediata individuazione del sistema più performante dal punto di vista prestazionale in base alla zona climatica.

Queste elaborazioni hanno dato luogo all'integrazione della matrice sviluppata durante il primo anno di ricerca, popolata dalle configurazioni delle chiusure verticali opache più diffuse nel patrimonio edilizio residenziale nazionale, con le sei soluzioni di isolamento proposte.

Attraverso la matrice e le schede prestazionali il progettista può individuare facilmente la casistica che corrisponde meglio al caso specifico da efficientare, in base alla classe di epoca di costruzione, alla tipologia edilizia e costruttiva, alla zona climatica e le soluzioni tecnologiche più efficaci secondo i requisiti prestazionali da rispettare sia in regime invernale sia in quello estivo.

Le indicazioni fornite dalla matrice (intesa anche come sistema aperto implementabile a seguito dell'evoluzione di nuovi componenti e sistemi) possono essere recepite anche da chi deve organizzare un nuovo processo di produzione dal momento che viene indicata la casistica di partenza delle strutture edilizie esistenti (indicatori prestazionali di riferimento), vengono fornite ipotesi di soluzioni di riqualificazione da poter applicare alla situazione ex ante fornendo l'esito ex post in termini prestazionali oltre alla percentuale di rispetto dei requisiti previsti dalla normativa tecnica vigente che potranno essere soddisfatti dalla soluzione proposta.

Questo approccio potrà fornire un'opportunità di successo su larga scala garantendo le economie di scala necessarie per far sì che gli investimenti possano avere un ritorno economico.

Oggi la digitalizzazione del processo e lo spostamento della produzione dal cantiere alla fabbrica rappresenta la soluzione in grado di assicurare il maggior incremento di produttività.

Tutti i passaggi possono essere raggruppati in un unico processo produttivo facente capo ad un'unica azienda o può essere parcellizzato all'interno di una filiera industriale articolata ma coordinata secondo la tendenza all'automazione industriale che permette di aumentare la produttività e la qualità produttiva (Industria 4.0).

Gli esiti della presente attività sono stati impostati per un interfacciamento con le altre attività del WP2.

Le soluzioni di riqualificazione individuate si interfacciano con le analisi e le valutazioni sui sistemi impiantistici integrati alle strutture modulari e sui sistemi di connessione alle strutture esistenti.

Le soluzioni ottimizzate proposte costituiscono da un lato informazioni utili per dimensionare e localizzare l'offerta e la domanda all'interno del settore dell'industria delle costruzioni in modo da poter ri-organizzare la propria supply chain secondo gli input forniti.

Da un altro versante gli output di questa ricerca individuano degli input di base per la creazione di una matrice dinamica che consentirà le scelte standardizzate ad uso dell'utente finale di tutto il progetto.

Come sviluppo della presente linea di attività si prevede nella fase conclusiva l'applicazione di una o più soluzioni di riqualificazione individuate ad un dimostratore, al fine di verificare la sperimentazione e messa

in campo delle metodologie progettuali e realizzative derivanti da tutta l'attività di ricerca del WP nel suo complesso.

## 9 Riferimenti bibliografici

1. ENEA: Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica 2020
2. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS The European Green Deal COM/2019/640
3. Magrini, A.; Lentini, G.; Cuman, S.; Bodrato, A.; Marengo, L. From nearly zero energy buildings (NZEB) to positive energy buildings (PEB): The next challenge—The most recent European trends with some notes on the energy analysis of a forerunner PEB example. *Dev. Built Environ.* 2020, 3, 100019
4. Far, C.; Far, H. Improving energy efficiency of existing residential buildings using effective thermal retrofit of building envelope. *Indoor Built Environ.* 2018, 28, 1–17.
5. Paraschiv Lizica, S.; Paraschiv, I. S.; Ion, V.I. Increasing the energy efficiency of buildings by thermal insulation. *Energy Procedia* 2017, 128, 393–399.
6. Eurostat. Energy Consumption in Households. Available online: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy\\_consumption\\_in\\_households](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_consumption_in_households) (accessed on 23 November 2020).
7. Mavromatidis, L.E.; Bykalyuk, A.; Lequaya, H. Development of polynomial regression models for composite dynamic envelopes thermal performance forecasting. *Appl. Energy* 2013, 104, 379–391.
8. Sala Lizarraga, J.M.P.; Picallo-Perez, A. 12—Design and optimization of the envelope and thermal installations of buildings. In *Exergy Analysis and Thermoconomics of Buildings. Design and Analysis for Sustainable Energy Systems*; Butterworth-Heinemann: Oxford, UK, 2020; pp. 911–1005.
9. Nemry, F.; Uihlein, A.; Colodel, C.M.; Wetzels, C.; Braune, A.; Wittstock, B.; Hasan, I.; Kreiflig, J.; Gallon, N.; Niemeier, S.; et al. Options to reduce the environmental impacts of residential buildings in the European Union—Potential and costs. *Energy Build.* 2010, 42, 976–984.
10. <https://www.minambiente.it/pagina/i-criteri-ambientali-minimi>
11. Asdrubali, F.; D'Alessandro, F.; Schiavoni, S. A review of unconventional sustainable building insulation materials. *Sustain. Mater. Technol.* 2015, 4, 1–17.
12. Adityaa, L.; Mahliaa, T.M.I.; Rismanchic, B.; Nge, H.M.; Hasane, M.H.; Metselaare, H.S.C.; Murazaf, O.; Aditiyab, H.B. A review on insulation materials for energy conservation in buildings. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2017, 73, 1352–1365.
13. Clemente, C.; Piermattei, P. (2012) Parametri di valutazione e scelta dei materiali isolanti. In *Pluralità Tecnologica.Papers*. Roma Design Più, Quaderni di cartone. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/236618119\\_Parametri\\_di\\_valutazione\\_e\\_scelta\\_d\\_ei\\_materiali\\_isolanti](https://www.researchgate.net/publication/236618119_Parametri_di_valutazione_e_scelta_d_ei_materiali_isolanti) [accessed Jan 19 2021].
14. Konstantinou, T. A Methodology to Support Decision-Making towards an Energy-Efficiency Conscious Design of Residential Building Envelope Retrofitting. *Buildings* 2015, 5, 1221–1241.
15. Mazzucchelli, E. S. (2013) Edifici ad energia quasi zero. Materiali, tecnologie e strategie progettuali per involucri e impianti innovativi ad alte prestazioni. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN)
16. Lavagna, M., Mondini, D., Paleari, M. (2011). Murature ad alte prestazioni. Valutazioni termiche, acustiche, ambientali ed economiche di soluzioni di involucro in laterizio, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna RN.
17. Della Mura, C.; Cundò, D. (2012) Chiusure opache verticali a prestazioni costanti con isolamento all'esterno della sezione, Libreriauniversitaria.it, Padova.
18. Rubini, L. (2014). Bioedilizia, Hoepli, Milano.
19. Gorgone, J. G.; Messina, G.; Russo, F. (2015). Progettare e riqualificare le pareti per l'efficienza energetica. Chiusure verticali opache e trasparenti, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).
20. Lucchi, E. (2014). Riqualificazione energetica dell'involucro edilizio: Diagnostica e interventi. Dario Flaccovio Editore, Palermo.
21. Cannaviello, M. (2010). Prestazioni dell'involucro in regime estivo. Criteri per la riqualificazione energetica, Alinea Editrice S.R.L., Firenze.

*10 Allegato 1- Simulazioni per identificazione delle soluzioni di isolamento con maggior applicabilità*

PARETE ESISTENTE			ISOLANTE			SISTEMA A CAPPOTTO - SOLUZIONE S.C.I.			PANTURA - MASATURA			VALORI FINALI POST EFFICIENTAMENTO						COMPORTAMENTO INVERNALE ZONE CLIMATICHE					COMPORTAMENTO ESTIVO			PARAMETRI RISPETTATI		
Trasmissione area strutturale [W/m²K]	Trasmissione area strutturale periodica [W/m²K]	Trasmissione area strutturale totale [W/m²K]	Spessore [m]	Conduttività specifica [W/mK]	Densità [kg/m³]	Spessore [m]	Conduttività specifica [W/mK]	Densità [kg/m³]	Spessore [m]	Conduttività specifica [W/mK]	Densità [kg/m³]	Trasmissione area strutturale [W/m²K]	Fattore di strutturazione [Psi]	Capacità termica inertiale [MJ/m³K]	U [W/m²K]	G [W/m²K]	H [W/m²K]	W [W/m²K]	T [W/m²K]	F [W/m²K]	Y [W/m²K]	W [W/m²K]	P [W/m²K]	Y [W/m²K]	W [W/m²K]	Cop [KWh]	n	%
0,24	0,24	0,24	0,02	0,02	30	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4	100%
0,24	0,24	0,24	0,02	0,02	30	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4	100%
0,24	0,24	0,24	0,02	0,02	30	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4	100%
0,24	0,24	0,24	0,02	0,02	30	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4	100%
0,24	0,24	0,24	0,02	0,02	30	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	1000	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4	100%

RISULTATI DELLA VALUTAZIONE									
% di edifici realizzati per zona climatica									
3,74	32,1	22,3	43,1	8,2	7,7%	37%	18%	7%	2%
% di edifici realizzati per zona climatica che risultano conformi alla normativa vigente in normale e rispetto all'efficiamento									
4,401	7,367	2,575	2,873	0,413	17%				
% totale degli edifici residenziali nazionali che rispettano i valori minimi a risparmio energetico									
2.153,834									
% totale degli edifici residenziali nazionali che rispettano i valori minimi in regime invernale e estivo a risparmio energetico									
17%									

SINTESI

SISTEMA A CAPPOTTO - SOLUZIONE S.C.I.		PANTURA - MASATURA	
Spessore [m]	0,02	Spessore [m]	0,02
Conduttività [W/mK]	0,02	Conduttività [W/mK]	0,02
Densità [kg/m³]	1000	Densità [kg/m³]	1800
Trasmissione area strutturale [W/m²K]	0,02	Trasmissione area strutturale [W/m²K]	0,02
Trasmissione area strutturale periodica [W/m²K]	0,02	Trasmissione area strutturale periodica [W/m²K]	0,02
Trasmissione area strutturale totale [W/m²K]	0,02	Trasmissione area strutturale totale [W/m²K]	0,02
Fattore di strutturazione [Psi]	0,02	Fattore di strutturazione [Psi]	0,02
Capacità termica inerte [MJ/m³K]	0,02	Capacità termica inerte [MJ/m³K]	0,02

SPESORE TOT 0,677







PARETE ESISTENTE				SISTEMA A CARPOTTO - E.C.2				SISTEMA A CARPOTTO - E.C.3				VALORI FINALI POST EFFICIENTAMENTO				COMPARTAMENTO INVERNALE - ZONE CLIMA C-C-E				COMPARTAMENTO ESTIVO				PARAMETRI RISPETTATI													
Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica		Trasmissione media stazione periodica							
U <sub>1</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>2</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>3</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>4</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>5</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>6</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>7</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>8</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>9</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>10</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>11</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>12</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>13</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>14</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>15</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>16</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>17</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>18</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]		
6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23		
6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23	6.08	0.23

RIASSUNTO DEI VALORI PER ZONA CLIMATICA

Zone climatiche	A	B	C	D	E	F
U <sub>1</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>2</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>3</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>4</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>5</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>6</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>7</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>8</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>9</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>10</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>11</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>12</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>13</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>14</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>15</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>16</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>17</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
U <sub>18</sub>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23

% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo a seguito dell'efficientamento

Zone climatiche	A	B	C	D	E	F
U <sub>1</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>2</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>3</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>4</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>5</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>6</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>7</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>8</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>9</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>10</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>11</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>12</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>13</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>14</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>15</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>16</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>17</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>18</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**RIASSUNTO DEI VALORI PER ZONA CLIMATICA**

Zone climatiche	A	B	C	D	E	F
U <sub>1</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>2</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>3</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>4</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>5</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>6</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>7</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>8</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>9</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>10</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>11</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>12</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>13</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>14</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>15</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>16</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>17</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
U <sub>18</sub>	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28

**RIASSUNTO DEI VALORI PER ZONA CLIMATICA**

Zone climatiche	A	B	C	D	E	F
U <sub>1</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>2</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>3</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>4</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>5</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>6</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>7</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>8</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>9</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>10</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>11</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>12</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>13</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>14</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>15</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>16</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>17</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
U <sub>18</sub>	100%	100%	100%	100%	100%	100%



PARETE ESISTENTE		SISTEMA A CARPITOIO - EC.2				INTONACO				VALORI FINALI POST EFFICIENTAMENTO				COMPORTAMENTO INVERNALE				COMPORTAMENTO ESTIVO				PARAMETRI RISPETTATI							
Trasmissione media stazionaria periodica	U <sub>f</sub> (W/m²K)	S <sub>int</sub> (m²)	S <sub>ext</sub> (m²)	S <sub>int</sub> (m²)	S <sub>ext</sub> (m²)	Spessore Conducibilità specifica	Densità	Calore specifico (J/kgK)	Capacità termica specifica inverso	Trasmissione media stazionaria periodica	U <sub>f</sub> (W/m²K)	U <sub>eff</sub> (W/m²K)	Fattore di affollamento	U <sub>f</sub> (W/m²K)	U <sub>eff</sub> (W/m²K)	U <sub>eff</sub> (W/m²K)	A/B	C	D	E	F	V <sub>0</sub> < 0.10 (h < 0.6 p > 0.6 p > 0.6)	V <sub>0</sub> < 0.10 (h < 0.6 p > 0.6 p > 0.6)	g <sub>0</sub>	B <sub>0</sub> < 0.08	g <sub>0</sub>	h > 0.10 (h < 0.6 p > 0.6 p > 0.6)	h > 0.10 (h < 0.6 p > 0.6 p > 0.6)	
0.21	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.22	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.23	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.24	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.25	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.26	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.27	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.28	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.29	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.30	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.31	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.32	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.33	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.34	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.35	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.36	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.37	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.38	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.39	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.40	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.41	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.42	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.43	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.44	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.45	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.46	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.47	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.48	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.49	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.50	2.22	0.362	0.1	0.362	0.1	0.025	1800	0.8	16.56	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.011	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

**RIEPILOGO DEI VALORI FINALI**

% di edifici residenziali per zona climatica: 5.74 | 22.1 | 23.9 | 43.1 | 6.2

% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo in insieme a seguito dell'efficientamento: 5.74 | 15.47 | 8.387 | 4.31 | 0.62

% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo a seguito dell'efficientamento: 36%

**RIEPILOGO DEI VALORI FINALI**

Numero degli edifici residenziali realizzati che rispettano i valori limite a seguito dell'efficientamento: 4.263/225

% totale degli edifici residenziali realizzati che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo a seguito dell'efficientamento: 34%

**SINTESE**

**SISTEMA A CARPITOIO - EC.2**

**RESULTATI DELLA VALUTAZIONE**

% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo in insieme a seguito dell'efficientamento:

A/B: 100%  
C: 100%  
D: 100%  
E: 100%  
F: 100%

% totale di edifici residenziali realizzati nei quali la soluzione è applicata per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in regime di efficientamento: 31% in regime invernale, 100% in regime estivo.

**SINTESE**

**SISTEMA A CARPITOIO - EC.2**

**RESULTATI DELLA VALUTAZIONE**

% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo in insieme a seguito dell'efficientamento:

A/B: 100%  
C: 100%  
D: 100%  
E: 100%  
F: 100%

% totale di edifici residenziali realizzati nei quali la soluzione è applicata per rispettare i valori limite previsti da normativa vigente in regime di efficientamento: 31% in regime invernale, 100% in regime estivo.

**SPESSE TOT** 6.12

**ISOLANTE**

Spessore [m] 0.1

Conducibilità [W/mK] 0.025

Calore specifico [J/kgK] 1800

Densità [kg/m³] 1800

**MASTURAZIONE**

Spessore [m] 0.025

Conducibilità [W/mK] 0.025

Calore specifico [J/kgK] 1800

Densità [kg/m³] 1800

**INTONACO**

Spessore [m] 0.011

Conducibilità [W/mK] 0.011

Calore specifico [J/kgK] 840

Densità [kg/m³] 1800













PARETE ESISTENTE	ISOLANTE					SISTEMA PARETE VENTILATA - SOLUZIONE P.V.1					INVESTIMENTO					VALORI FINALI POST EFFICIENTAMENTO					COMPORTAMENTO INVERNALE - ZONE CLIMA C-G-E					COMPORTAMENTO ESTIVO					PARAMETRI RISPETTATI									
	Trasmissione [W/m²K]	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Capacità [kg/m³]	Densità [kg/m³]	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Capacità [kg/m³]	Densità [kg/m³]	Costo [€/m²]	Trasmissione [W/m²K]	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Capacità [kg/m³]	Densità [kg/m³]	U <sub>e</sub> [W/m²K]	G <sub>e</sub> [W/m²K]	U <sub>e</sub> [W/m²K]	G <sub>e</sub> [W/m²K]	A	B	C	D	E	F	U <sub>e</sub> < 0.10	G <sub>e</sub> < 0.6	g <sub>e</sub> > 0.8	U <sub>e</sub> < 0.10	G <sub>e</sub> < 0.6		g <sub>e</sub> > 0.8	U <sub>e</sub> < 0.10	G <sub>e</sub> < 0.6	g <sub>e</sub> > 0.8					
C2-01	0.11	100	0.035	1500	1500	0.035	1500	1500	100	0.035	1000	1000	1000	1000	1000	0.11	0.035	0.035	1500	0.11	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.11	0.035	0.035	0.11	0.035	0.035	0.11	0.035	0.035	100%	100%	100%	100%	100%	100%

INTEGRAZIONE PER ZONA CLIMATICA

% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo in presenza di ventilazione meccanica controllata

5.74 | 22.1 | 22.9 | 43.1 | 6.2

INTEGRAZIONE PER ZONA CLIMATICA

% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo in presenza di ventilazione meccanica controllata

5.74 | 22.1 | 22.9 | 43.1 | 6.2

12.102.073

Numero degli edifici residenziali realizzati che rispettano i valori limite a seguito dell'efficientamento

100%

% totale degli edifici residenziali realizzati che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo a seguito dell'efficientamento

ISOLANTE		SISTEMA PARETE VENTILATA - SOLUZIONE P.V.1	
Spessore	Conduttività	Spessore	Conduttività
100	0.035	1000	1000
1000	1000	1000	1000

SPESORE TOT 6.22

















PARETE ESISTENTE	SOLARITE			SOLARITE INTERNO - SOLUZIONE B/2 PANNELLO CARTONGESSO			FINTURA - RASATURA			VALORI FINALI POST EFFICIENTAMENTO					COMPORTAMENTO INVERNALE ZONA CLIMA C-III					COMPORTAMENTO ESTIVO					PARAMETRI RISPETTATI	
	Trasmissione [W/m <sup>2</sup> K]	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Trasmissione [W/m <sup>2</sup> K]	Fattore di affievolimento [0-1]	Filtri di diluazione [0-1]	Capacità termica [Wh/m <sup>2</sup> K]	A	B	C	D	E	F	V <sub>0</sub> < 0.10 [h < 0.6] (p>0)	V <sub>0</sub> < 0.10 [h < 0.6] (p>0)	V <sub>0</sub> < 0.10 [h < 0.6] (p>0)	Chp > 40	n	%	
C2-01	2.22	3.02	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-02	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-03	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-04	1.51	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-05	1.35	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-06	1.35	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-07	1.35	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-08	0.39	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-09	3.24	2.20	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-10	2.81	1.12	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-11	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-12	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-13	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-14	0.54	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-15	0.51	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-16	1.11	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-17	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-18	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-19	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-20	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-21	1.34	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-22	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-23	0.36	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-24	0.61	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-25	0.55	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-26	0.48	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-27	0.31	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-28	0.31	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-29	0.31	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	
C2-30	0.31	0.00	0.04			0.04			0.04	0.077		12.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.1	0.00	0.00	40.00	3	75%	

RISULTATI DELLA VALUTAZIONE					
% di edifici residenziali per zona climatica	5.74	22.1	2.0	43.1	8.2
% di edifici residenziali per zona climatica che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo insieme a seguito dell'efficientamento	2.487	2.21	1.837	1.437	0.287

100.00%  
80%  
60%  
40%  
20%  
0%% totale degli edifici residenziali nazionali che rispettano i valori limite a seguito dell'efficientamento  
% totale degli edifici residenziali nazionali che rispettano i valori limite in regime invernale e estivo a seguito dell'efficientamento

SOLARITE		SOLARITE INTERNO - SOLUZIONE B/2 PANNELLO CARTONGESSO		FINTURA - RASATURA	
Spessore [mm]	6.64	Spessore [mm]	6.64	Spessore [mm]	6.64
Conduttività [W/mK]	0.04	Conduttività [W/mK]	0.04	Conduttività [W/mK]	0.04
Calore specifico [J/kgK]	1210	Calore specifico [J/kgK]	1210	Calore specifico [J/kgK]	1210
Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1200	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1200	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	1200

**ESPOSIZIONE TOT** 0.008

Spessore [mm] 6.64  
Conduttività [W/mK] 0.04  
Calore specifico [J/kgK] 1210  
Densità [kg/m<sup>3</sup>] 1200

Spessore [mm] 6.64  
Conduttività [W/mK] 0.04  
Calore specifico [J/kgK] 1210  
Densità [kg/m<sup>3</sup>] 1200

Spessore [mm] 6.64  
Conduttività [W/mK] 0.04  
Calore specifico [J/kgK] 1210  
Densità [kg/m<sup>3</sup>] 1200







## 11 Allegato 2 - Schede prestazionali delle soluzioni individuate

### 11.1 Soluzione a cappotto SC.1

#### SISTEMA A CAPPOTTO

##### CV.01 SC.1

##### CHIUSURA ESISTENTE CV01

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 45 cm

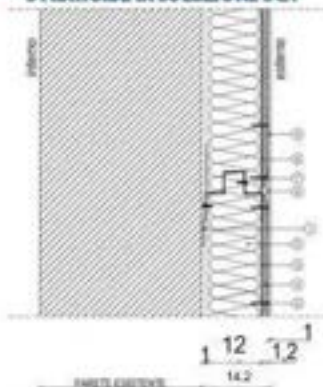
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 41 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

##### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



1. Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffe fessellate 0,03/0,01 m
2. Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
3. Mortare
4. Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
5. Vite 4.2°32 per lastra UR
6. Stucco bicomponente rigido peer per il trattamento delle fughe delle lastre UR
7. Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
8. Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
9. Rasatura

##### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Miscela in pietra naturale	-	0,41	2,40	0,171	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)				58,70			

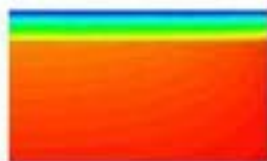
##### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> ·K)	0,239
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1116
SFORSAMENTO φ (h)	13,64
FATTORE DI ATTENUAZIONE L <sub>a</sub>	0,037
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>p</sub> (kJ/m <sup>2</sup> ·K)	72,5
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> ·K)	0,009

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

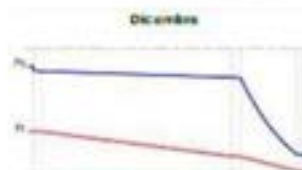


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

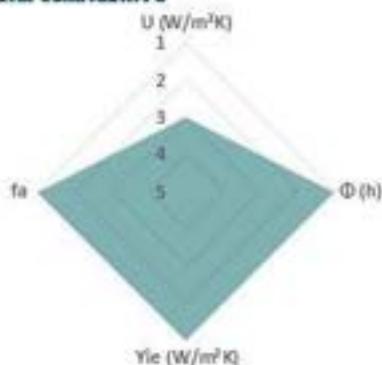
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2021 Z.C.

$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Sforsamento φ (h)	$\varphi > 6$	
Fattore di attenuazione L <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno C <sub>p</sub> (kJ/m <sup>2</sup> ·K)	$C_p \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> ·K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.01.1 SCI

#### CHIUSURA ESISTENTE CV01.1

Utilizzata fino ad oggi

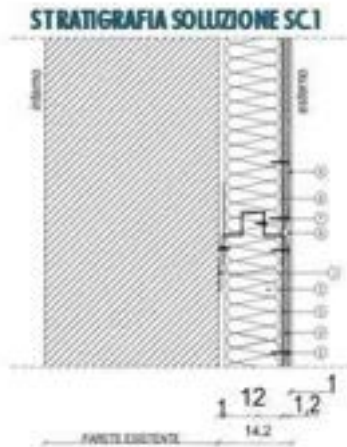
Spessore tot: 34 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Tufo: 30 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,305 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in tufo	-	0,30	0,55	0,545	1000	1600
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		47,70					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,22
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	571
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	15,72
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,037
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_p$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	59
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,008

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

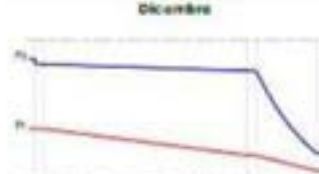


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

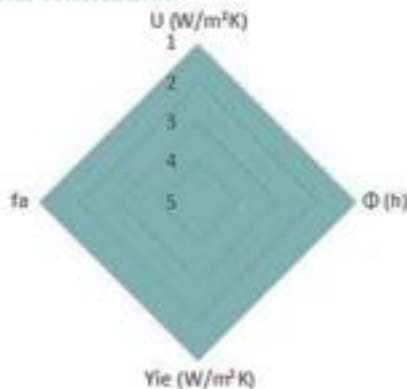
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Z.C.
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno $C_p$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_p \geq 40$	
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.01.2 SCI

#### CHIUSURA ESISTENTE CV01.2

Utilizzato fino ad oggi

Spessore tot: 64 cm

7. Intonaco esterno: 2 cm

8. Tufo: 60 cm

9. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

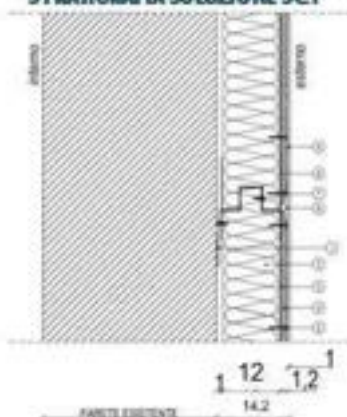
**I** Inorganico sintetico

Lana minerale

Sp.: 0,12 m

$\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SCI



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in tufo	-	0,60	0,55	1,091	1000	1600
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		77,70					

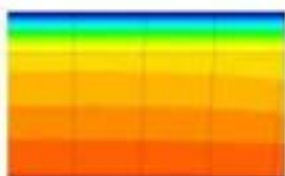
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,196
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1051
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	27,5
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,002
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	59
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,000

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

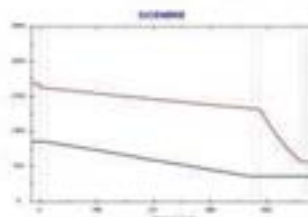


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

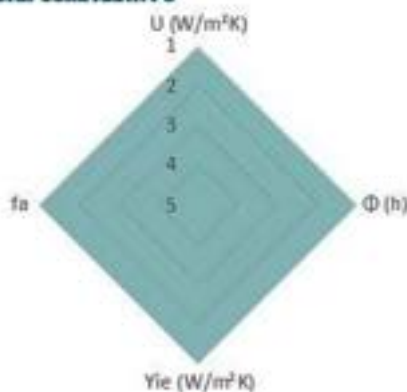
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2020	Stato	Z.C.
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.02 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV02

Utilizzata fino al 1920

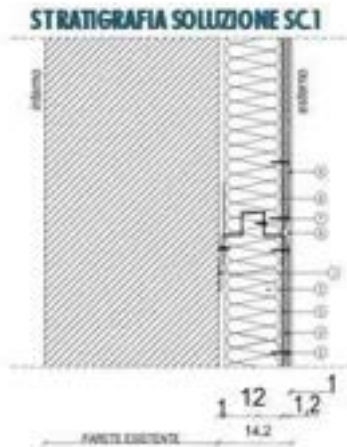
Spessore tot: 60 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,202 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra	-	0,56	2,40	0,233	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		73,70					

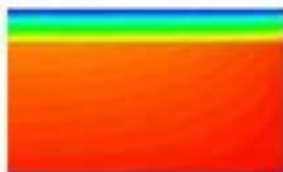
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,236
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1491
SFASAMENTO $\phi$ (h)	17,18
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,015
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



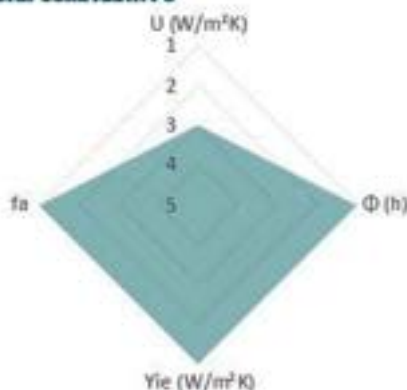
Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Z.C.
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.03 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV03

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 40 cm

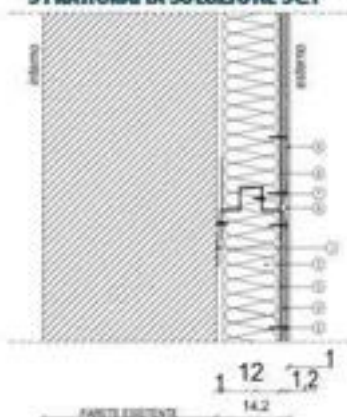
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 36 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra e mattori	-	0,36	0,90	0,233	1000	1500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		53,70					

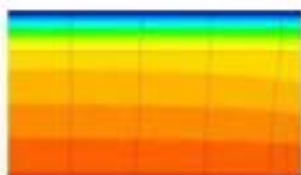
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,227
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	631
SFASAMENTO $\phi$ (h)	14,64
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,044
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,010

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

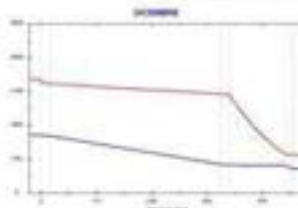


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

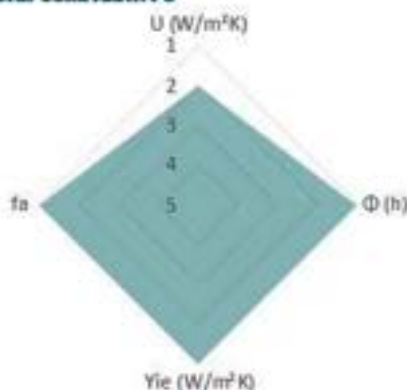
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.04 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV04

Utilizzata fino al 1930

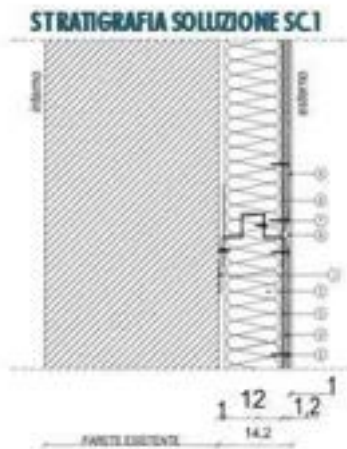
Spessore tot: 60 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra e mattoni	-	0,56	0,90	0,622	1000	1500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)					
				73,70			

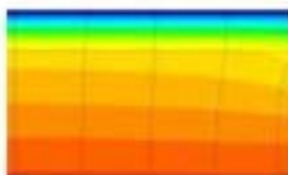
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,216
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	931
SFASAMENTO $\phi$ (h)	20,59
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,010
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

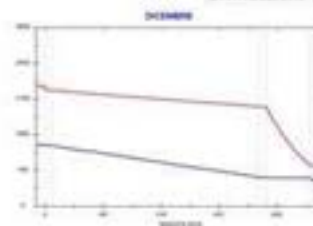


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

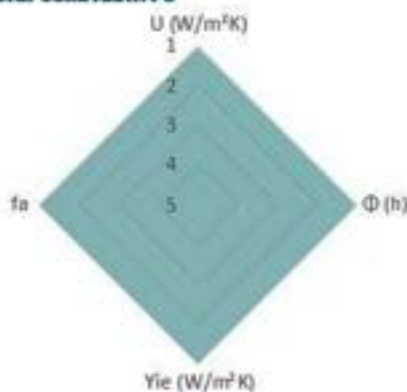
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.05 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV05

Utilizzato dal 1900 al 1950

Spessore tot: 25 cm

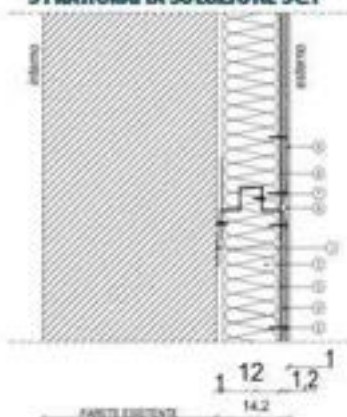
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,95 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- I** Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Mortante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,21	0,72	0,292	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)					
				38,70			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,233
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	469
SFASAMENTO $\phi$ (h)	11,58
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,097
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,2
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,023

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

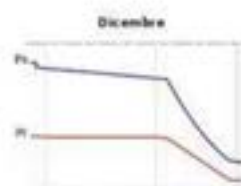


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

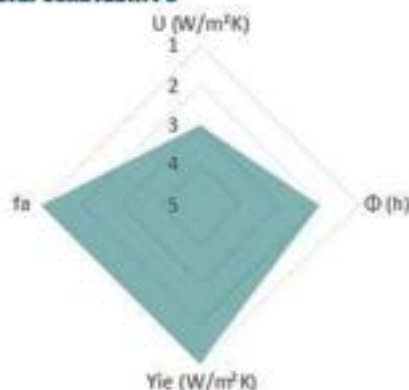
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.06 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV06

Utilizzata dal 1900 al 1950

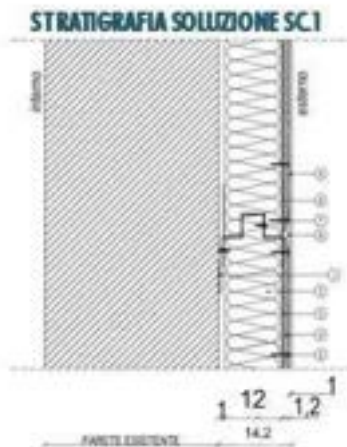
Spessore tot: 38 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 34 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,34	0,72	0,472	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)					
				51,70			

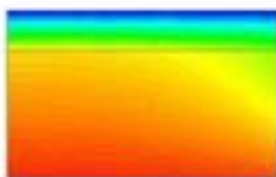
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,223
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	703
SFASAMENTO φ (h)	16,32
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,029
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

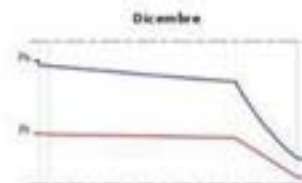


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

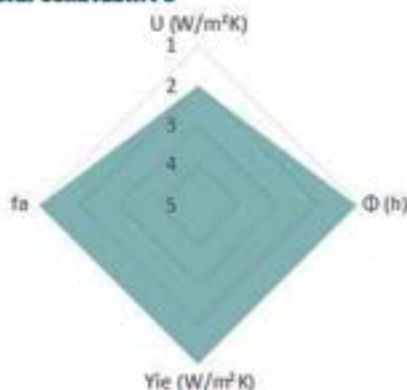
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.07 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV07

Utilizzato dal 1900 al 1950

Spessore tot: 50 cm

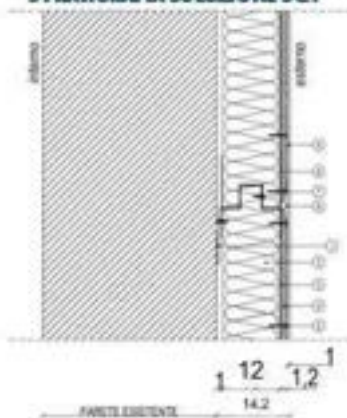
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 46 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,46	0,72	0,639	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)		63,70					

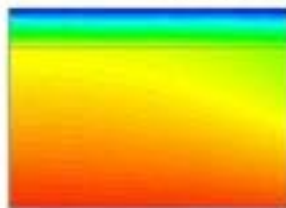
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,21
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	919
SFASAMENTO φ (h)	20,69
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,010
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

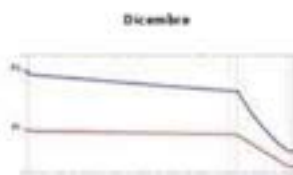


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

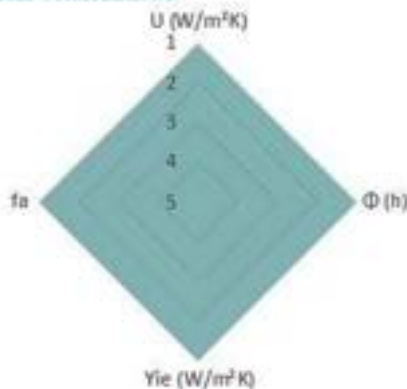
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009 Z.C.

≤ 0,38	✓	✓	A - B
≤ 0,30	✓		C
≤ 0,26	✓		D
≤ 0,23	✓		E
≤ 0,22	✓		F



##### REGIME ESTIVO

Stacco φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.08 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV08

Utilizzata dal 1900 al 1950

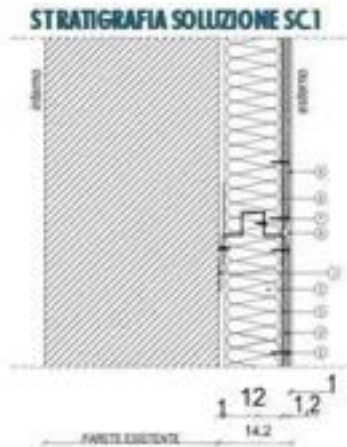
Spessore tot: 62 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 58 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,58	0,72	0,806	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)					
				75,70			

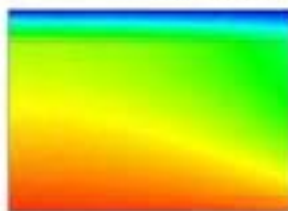
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,208
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1135
SFASAMENTO $\phi$ (h)	25,06
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,003
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,001

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



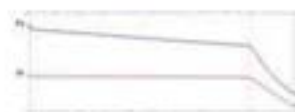
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

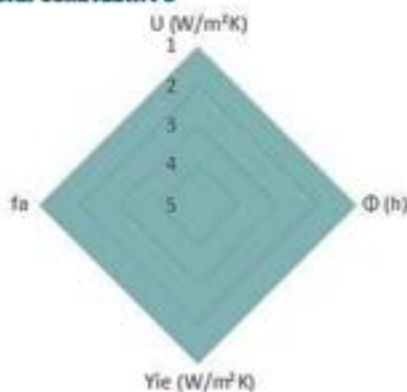
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.09 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV09

Utilizzato dal 1955 al 1975

Spessore tot: 18 cm

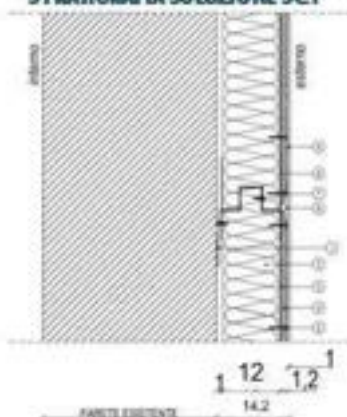
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 14 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 3,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,14	1,6	0,088	1000	1400
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		31,70					

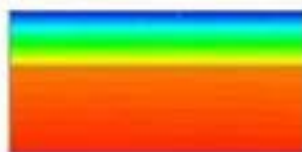
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,244
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	287
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	7,20
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,279
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,2
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,068

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

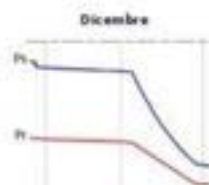


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Classe	Valore
$\leq 0,38$	A - B	$\checkmark$
$\leq 0,30$	C	$\checkmark$
$\leq 0,26$	D	$\checkmark$
$\leq 0,23$	E	$\checkmark$
$\leq 0,22$	F	$\checkmark$



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	$\checkmark$
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	$\checkmark$
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	$\checkmark$
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	$\checkmark$

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.10 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV10

Utilizzata dal 1955 al 1975

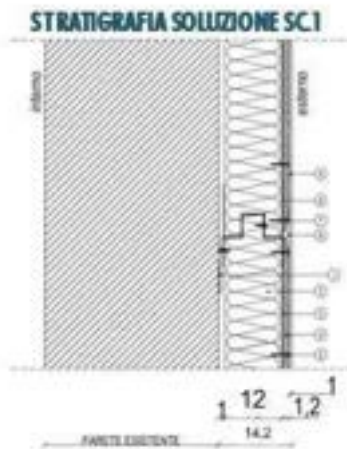
Spessore tot: 30 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 26 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,6	0,163	1000	1400
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)					
				43,70			

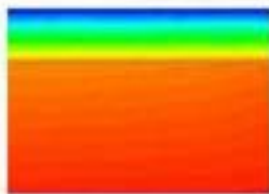
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,24
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	455
SFASAMENTO $\phi$ (h)	9,59
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,14
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>p</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	67,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,034

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

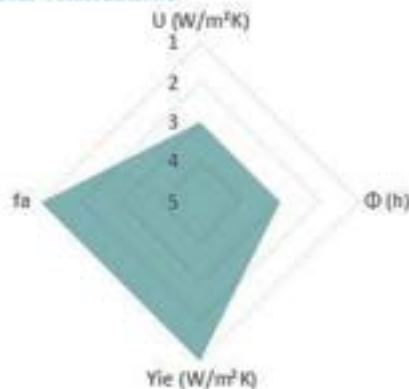


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Classe
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno C <sub>p</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_p \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.11 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV11

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 18 cm

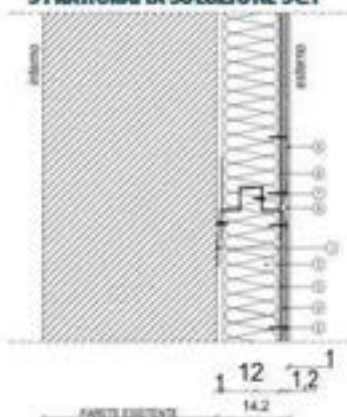
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 11 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,60	0,163	1000	1400
3	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannelli rigidi in lana di vetro idrospollente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)				31,70			

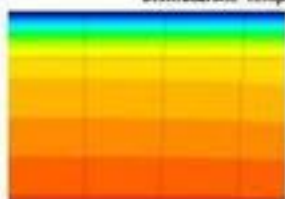
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,199
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	246
SFASAMENTO φ (h)	10,25
FATTORE DI ATTENUAZIONE f <sub>a</sub>	0,168
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>p</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,0
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,033

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

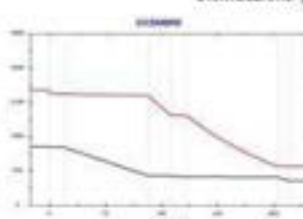


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

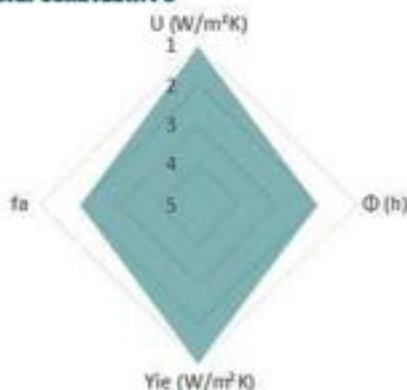
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020 Z.C.

$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione f <sub>a</sub>	$f_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>p</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_p \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.12 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV12

Utilizzata dal 1976 al 1990

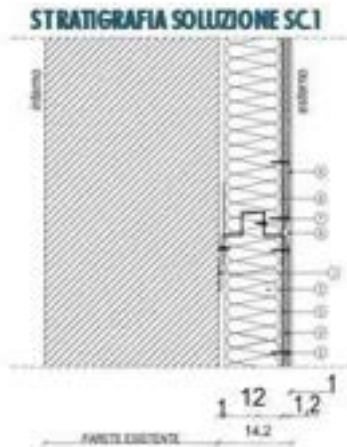
Spessore tot: 30 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,23	1,60	0,144	1000	1400
3	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Panelli rigidi in lana di vetro idrospollente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)				43,70			

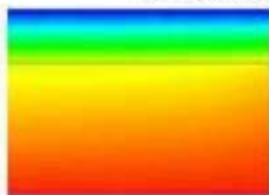
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,198
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	414
SFASAMENTO φ (h)	12,65
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,08
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	68,9
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,016

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

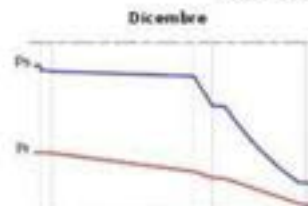


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

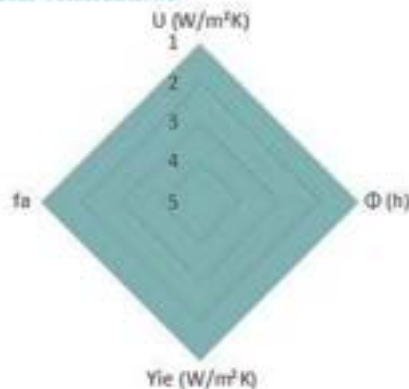
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Z.C.
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.13 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV13

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 20 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 12 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,12	1,60	0,075	1000	1400
3	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)				33,70			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,185
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	260
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	10,89
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,126
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,023

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

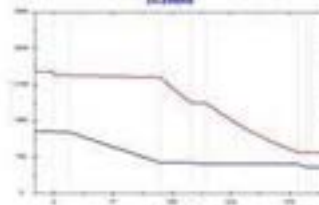


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

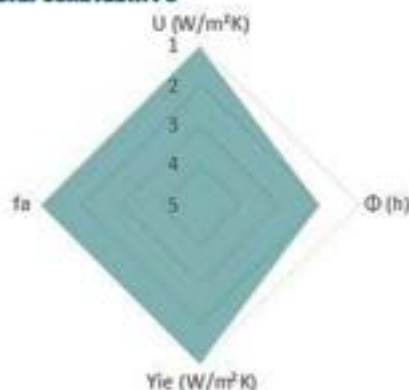
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009 Z.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Staccoamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.14 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV14

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 30 cm

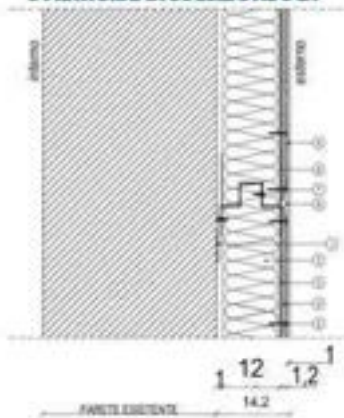
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 22 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,22	1,60	0,138	1000	1400
3	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannelli rigidi in lana di vetro idrospollente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
		SPESSORE TOT. (m)					
				43,70			

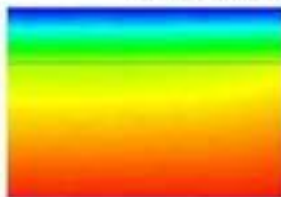
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,183
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	400
SFASAMENTO φ (h)	12,90
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,067
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	69,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,012

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

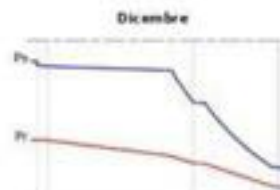


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

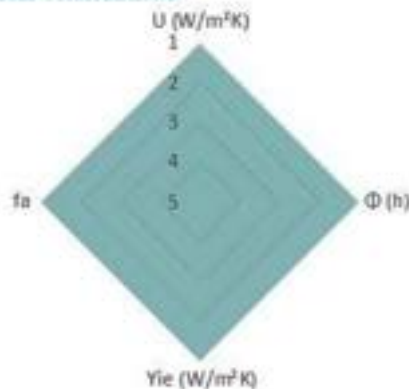
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Z.C.
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.15 SC.1

#### CHI USURA ESISTENTE CV15

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 30 cm

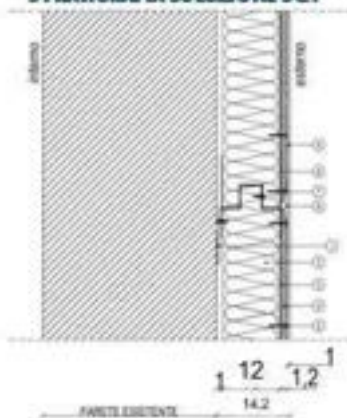
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 8 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
6	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
7	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
8	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
<b>SPESORE TOT. (m)</b>		<b>43,70</b>					

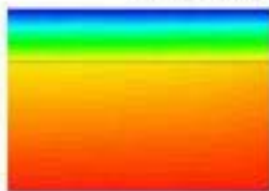
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	<b>0,213</b>
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	<b>329</b>
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	<b>11,31</b>
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	<b>0,125</b>
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	<b>51</b>
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	<b>0,027</b>

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

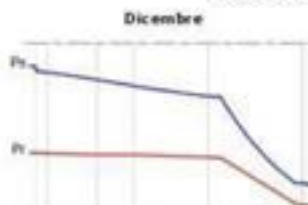


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

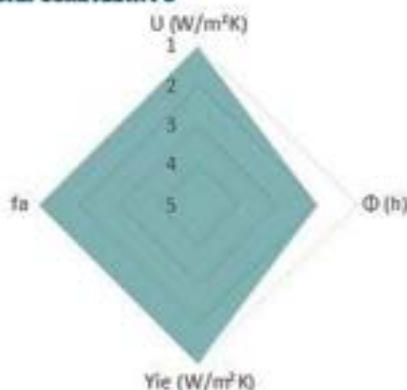
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Z.C.
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.16 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV16

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore 40 cm

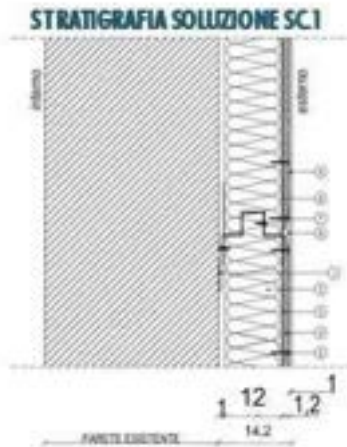
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 15 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Inorganico sintetico

Lana minerale  
Sp.: 0,12 m  
 $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
6	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
7	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
8	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)		53,70					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,203
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	409
SFASAMENTO $\phi$ (h)	14,61
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,056
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,9
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,011

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



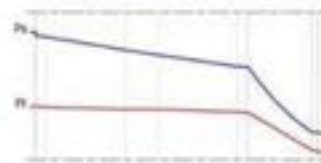
Mese critica: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

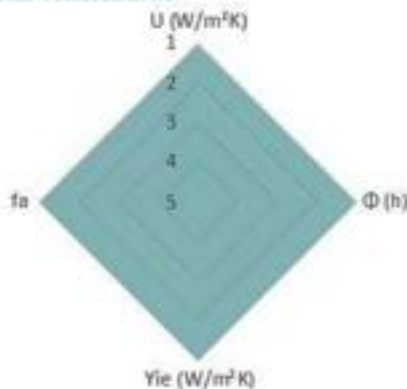
Dicembre



Mese critica: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2020	Stato	Z.C.
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.17 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV17

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 40 cm

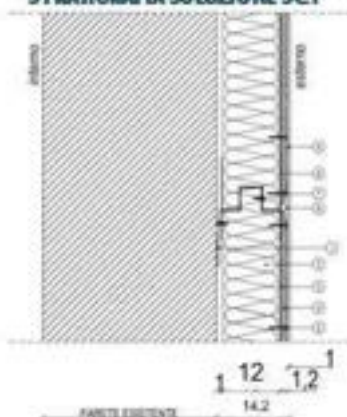
1. Mattone pieno: 17 cm
2. Intercapedine: 6 cm
3. Mattone forato: 15 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Mattone pieno	-	0,17	0,72	0,236	1000	1800
5	Pannelli rigidi in lana di vetro idrospollente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		53,70			

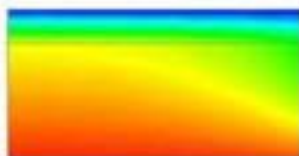
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,209
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	559
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	15,03
FATTORE DI ATTENUAZIONE $f_a$	0,034
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,4
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

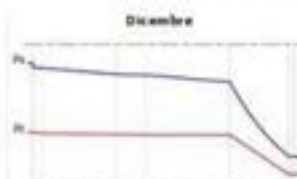


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

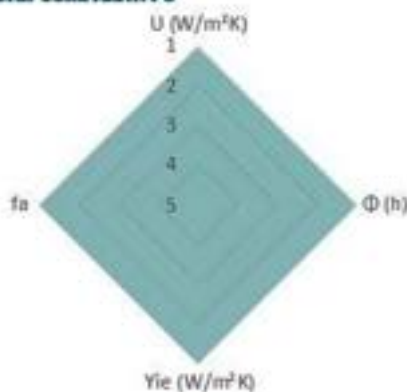
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Z.C.
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	
Fattore di attenuazione $f_a$	$F_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.18 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV18

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 8 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

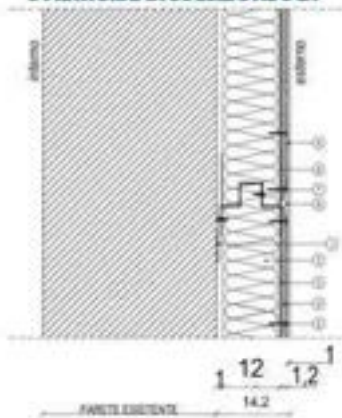
Inorganico sintetico

Lana minerale

Sp. : 0,12 m

$\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
3	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
5	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
8	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
9	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
		SPESSORE TOT. (m)		43,70			

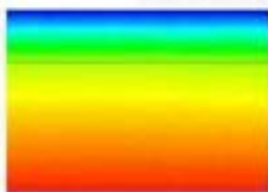
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,187
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	291
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	12,44
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,068
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	53,5
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,013

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

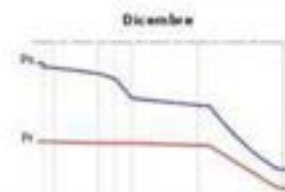


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

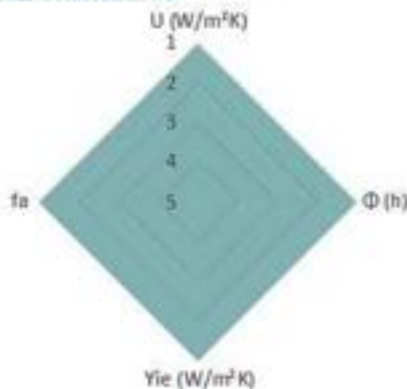
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020 Z.C.

$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.19 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV19

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 15 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

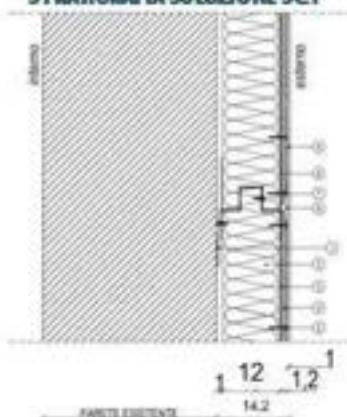
Inorganico sintetico

Lana minerale

Sp. : 0,12 m

$\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggrancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2°32 per lastra UR
- 6 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
8	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
9	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
		SPESSORE TOT. (m)		53,70			

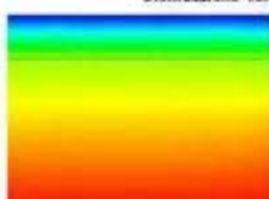
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,187
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	291
SFASAMENTO $\phi$ (h)	15,82
FATTORE DI ATTENUAZIONE $f_a$	0,030
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	53,3
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,005

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

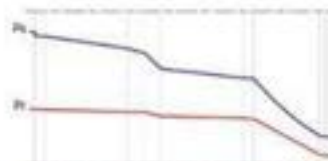
$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

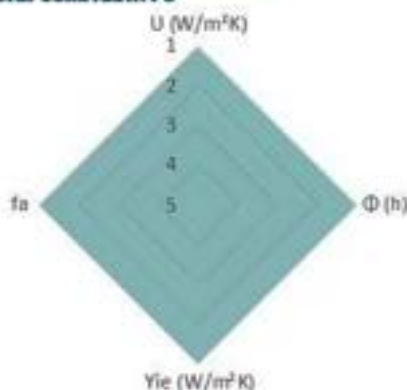


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Domenico Sinigaglia Edilcivile 2020	Verifica	Z.C.
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $f_a$	$f_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.20 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV20

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 30 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 4 cm
4. Intercapedine: 4 cm
5. Mattone forato: 6 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

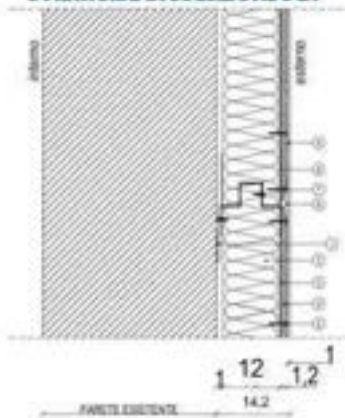
Inorganico sintetico

Lana minerale

Sp.: 0,12 m

$\lambda: 0,032$

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2°32 per lastra UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
3	Aria	-	0,04	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,04	0,045	0,889	670	30
5	Forato	-	0,06	0,4	0,150	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
8	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
9	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)		43,70					

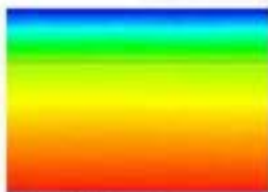
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,181
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	288
SFASAMENTO φ (h)	12,49
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,071
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	54,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,013

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



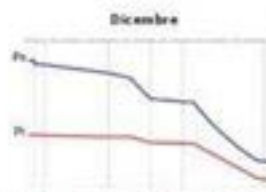
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

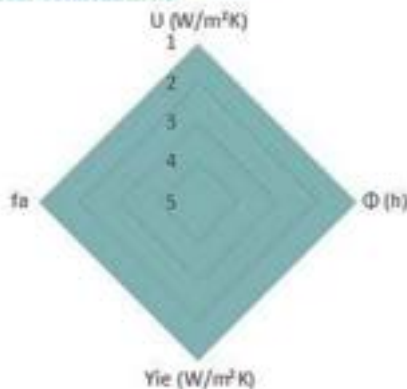


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Z.C.
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.21 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV21

Utilizzato dal 1950 al 1975

Spessore tot: 25 cm

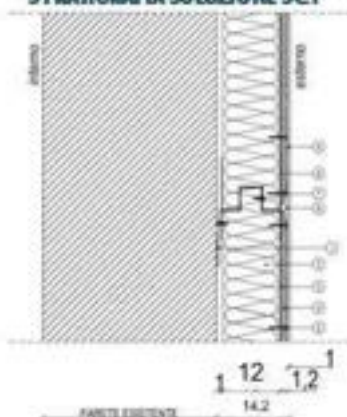
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,21	0,4	0,525	1000	800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
4	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
5	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					38,70		

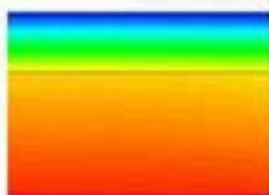
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,221
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	259
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	10,80
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,150
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,033

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

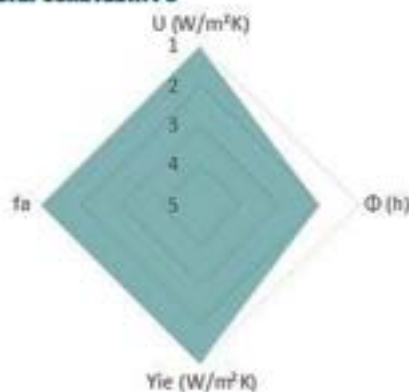
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Parametro	Limite	Valore	Classe
U	≤ 0,38	0,221	A - B
Φ	≤ 30	10,80	C
C <sub>ip</sub>	≤ 26	51,1	D
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,23	0,033	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	0,033	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.22 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV22

Utilizzato dal 1950 al 1975

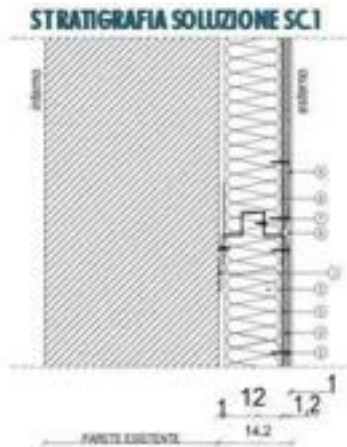
Spessore tot: 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Mattone forato: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



1. Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
2. Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
3. Montante
4. Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
5. Vite 4.2\*32 per lastre UR
6. Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
7. Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
8. Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
9. Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
3	Forato	-	0,23	0,4	0,575	1000	800
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1000	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)		52,70					

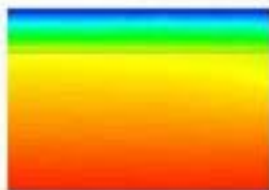
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,205
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	371
SFASAMENTO φ (h)	15,35
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,049
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,8
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,010

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

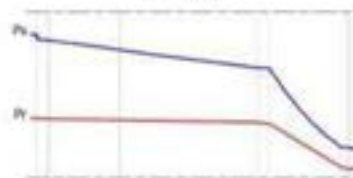
$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

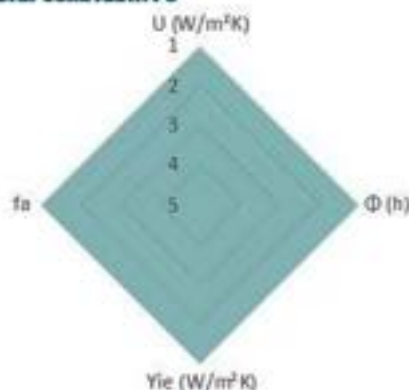


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.23 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV23

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 25 cm

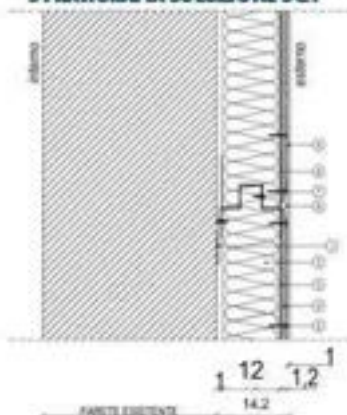
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggrancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
3	Isolante	-	0,03	0,04	0,750	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1000	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		38,70					

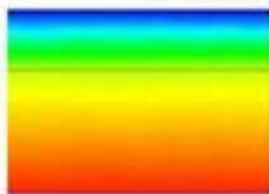
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,192
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	236
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	12,61
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,114
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	52,2
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,022

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



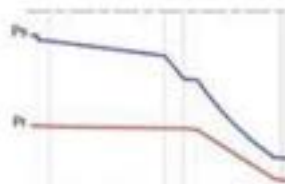
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

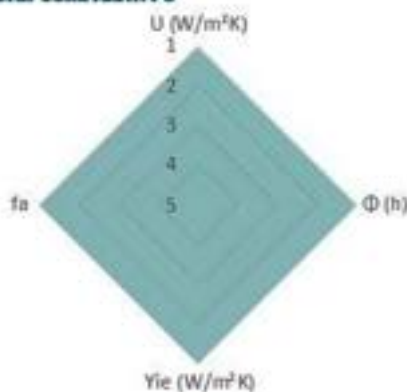
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.24 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV24

Utilizzata dal 1976 al 1990

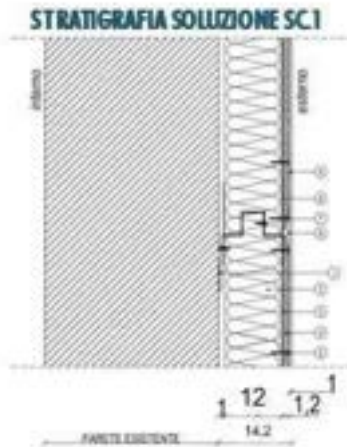
Spessore tot: 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2°32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
3	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
4	Isolante	-	0,03	0,049	0,612	670	30
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
6	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
7	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
8	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		53,70					

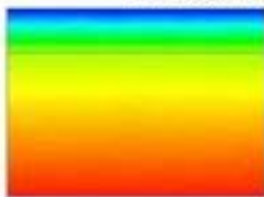
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,184
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	356
SFASAMENTO Φ (h)	17,20
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,037
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

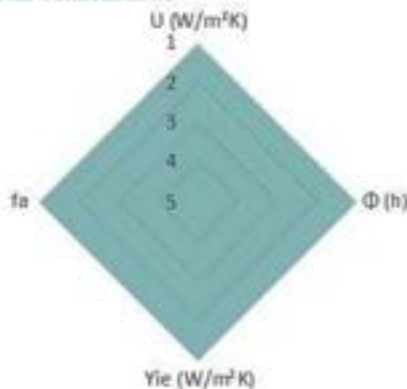
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento Φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.25 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV25

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore tot: 25 cm

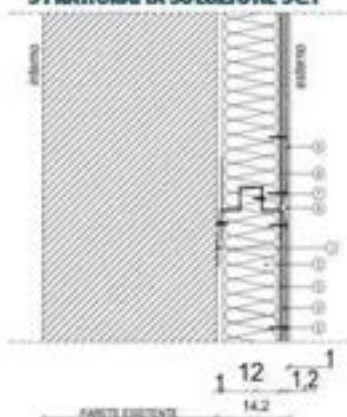
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggrancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2°32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
3	Isolante	-	0,03	0,026	1,154	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Panelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1000	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)		38,70					

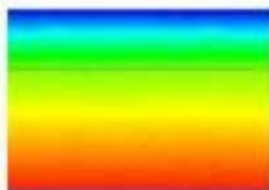
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,178
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	236
SFASAMENTO Φ (h)	13,14
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,091
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	52,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,016

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

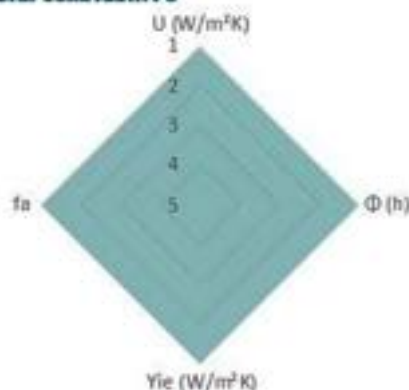
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_e \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Z.C.
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento Φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.26 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV26

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 40 cm

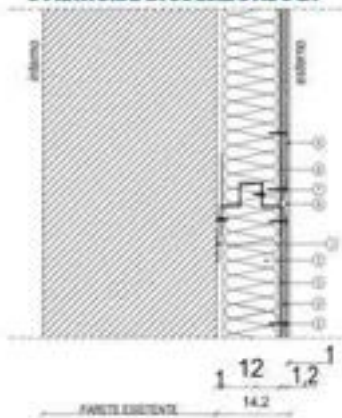
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico**
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
3	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
4	Isolante	-	0,03	0,03	1,000	670	30
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
6	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
7	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
8	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		53,70					

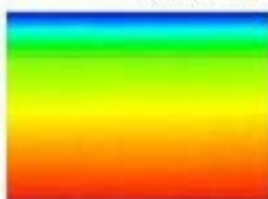
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,171
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	356
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,83
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,029
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,005

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

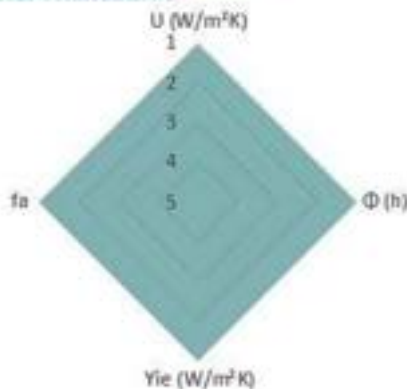


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Staccoamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.27 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV27

Utilizzato dal 2006

Spessore tot: 34 cm

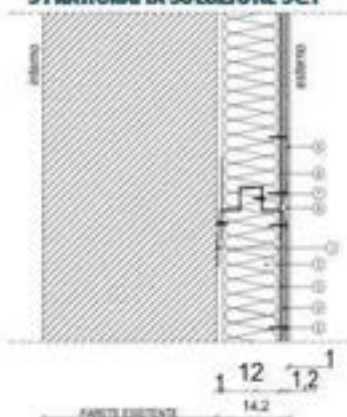
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 5 cm
3. Mattone alveolato: 25 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.1



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Mattone alveolato	-	0,25	0,4	1,316	1000	650
3	Isolante	-	0,05	0,03	1,667	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannelli rigidi in lana di vetro idrorepellente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)		47,70					

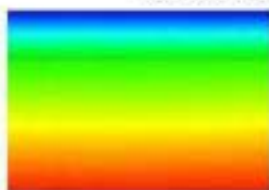
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,143
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	255
SFASAMENTO φ (h)	17,98
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,027
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	43,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

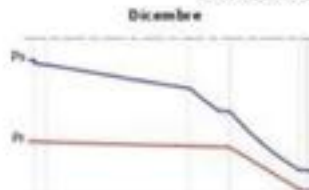


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

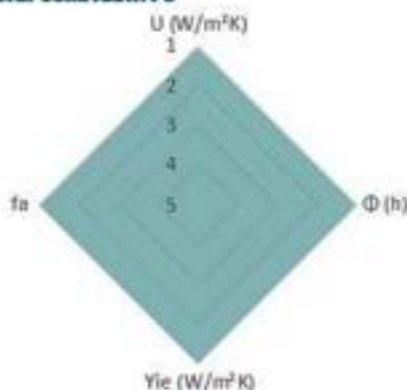
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009 Z.C.

≤ 0,38	✓	✓	A - B
≤ 0,30	✓		C
≤ 0,26	✓		D
≤ 0,23	✓		E
≤ 0,22	✓		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.28 SC.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV28

Utilizzato dal 2006

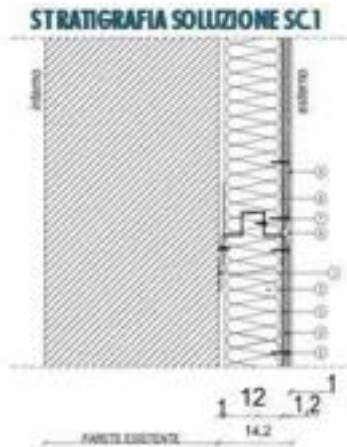
Spessore 34 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 6 cm
3. Calcestruzzo: 24 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Inorganico sintetico
- Lana minerale
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032



- 1 Struttura di aggancio con profili d'acciaio zincato 0,012 m, sezione 0,05 - 0,1 - 0,05, passo 0,6 m, staffa tassellata 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante
- 4 Lastre in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2°32 per lastre UR
- 6 Stucco biocomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre UR
- 7 Rete da 0,05 m per le fughe delle lastre UR, 165 gr/m<sup>2</sup>
- 8 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M» da 0,1 m
- 9 Rasatura

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,24	0,58	0,414	1000	1400
3	Isolante	-	0,06	0,026	2,308	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannelli rigidi in lana di vetro idrospollente a bassa permeabilità	-	0,12	0,032	3,75	1030	30
6	Lastre in calcio silicato	-	0,012	0,39	0,031	900	1200
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				47,70			

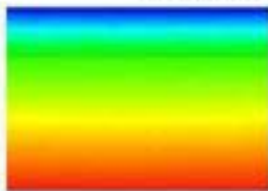
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,149
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	429
SFASAMENTO $\phi$ (h)	16,86
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,024
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>p</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	58,2
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

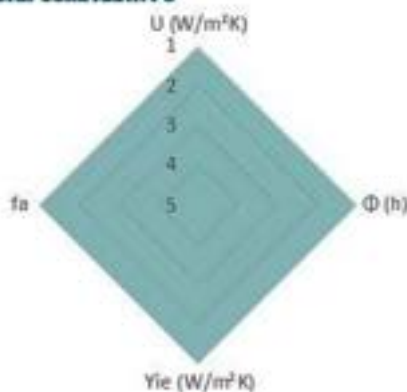
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>p</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_p \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## 11.2 Soluzione a cappotto SC.2

### SISTEMA A CAPPOTTO

#### CV.01 SC.2

##### CHIUSURA ESISTENTE CV.01

Utilizzata fino al 1990

Spessore tot: 45 cm

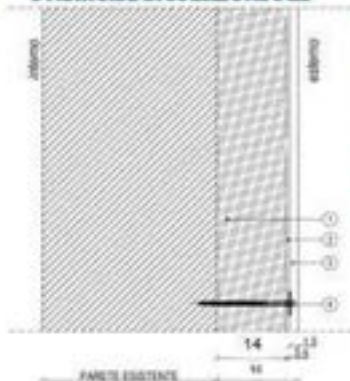
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 41 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### MATERIALE ISOLANTE

Organico naturale:  
Fibra di legno  
Sp.: 0,14 m  
 $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

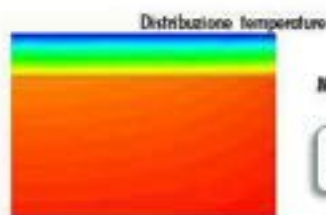
Strato	DESCRIZIONE	$h$ W/m <sup>2</sup> °K	$s$ m	$\lambda$ W/m°K	$R$ m <sup>2</sup> K/W	$c$ J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra naturale	-	0,41	2,40	0,171	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESORE TOT. (m)				61,50			

#### RISULTATI

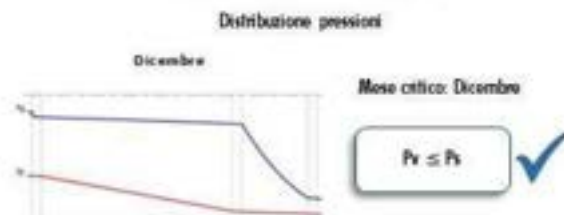
TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,252
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1145
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	19,97
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,021
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,4
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,005

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

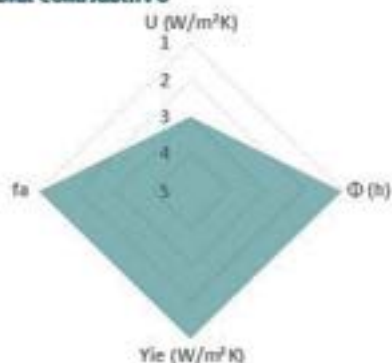
##### CONDENSA SUPERFICIALE



##### CONDENSA INTERSTIZIALE



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE

##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Criterio Tecnico Edilizia 2009 Z.C.

$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F

##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\psi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.01.1 SC2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.01.1

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 34 cm

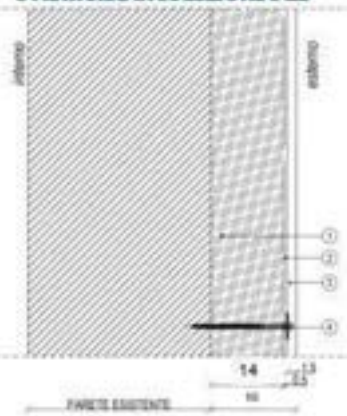
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Tufo: 30 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,305 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in tufo	-	0,30	0,55	0,545	1000	1600
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1250
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)				50,50			

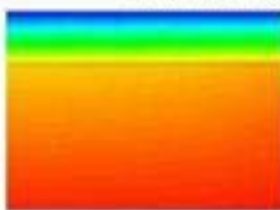
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,230
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	600
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	22,03
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,021
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	58,9
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,005

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

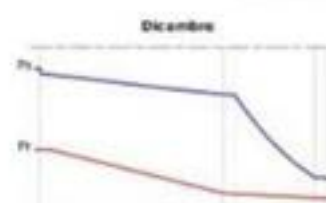


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

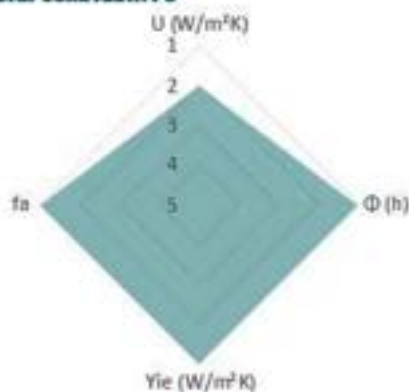
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2020	Valore	Classe
$\leq 0,38$	0,230	A - B
$\leq 0,30$	600	C
$\leq 0,26$	22,03	D
$\leq 0,23$	0,021	E
$\leq 0,22$	58,9	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.01.2 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.01.2

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 64 cm

7. Intonaco esterno: 2 cm

8. Tufo: 60 cm

9. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

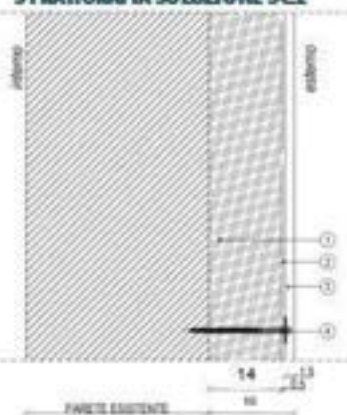
Organico naturale:

Fibra di legno

Sp. : 0,14 m

$\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in tufo	-	0,60	0,55	1,091	1000	1600
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		80,50					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,204
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1080
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,001
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	59,0
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,000

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



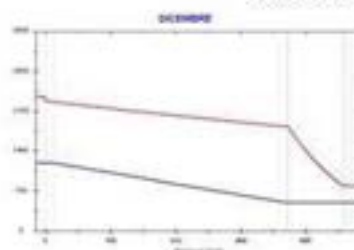
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

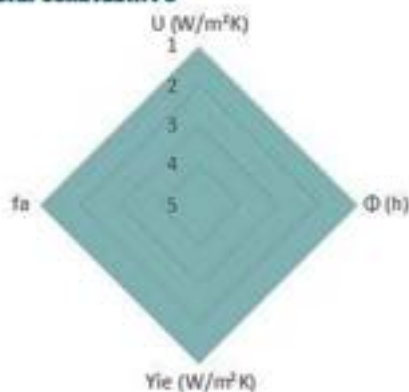


Mese critico: Dicembre

$$P_r \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Verifica	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.02 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.02

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 60 cm

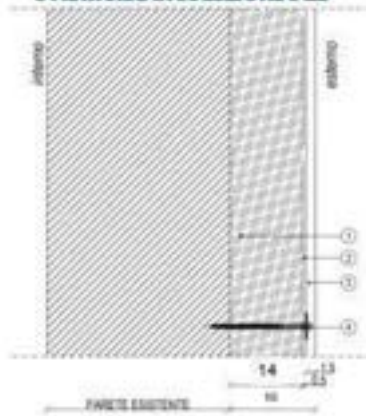
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,202 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- $S_p : 0,14 \text{ m}$
- $\lambda : 0,04$

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra	-	0,56	2,40	0,233	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		76,50					

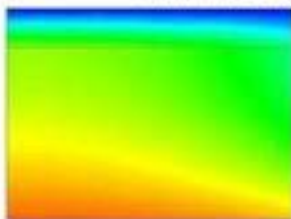
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,248
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1520
SFASAMENTO φ (h)	23,51
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,009
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



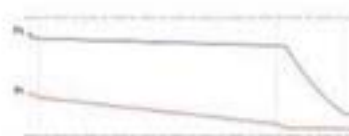
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

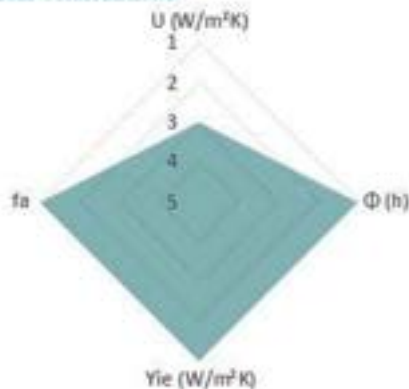
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.03 SC.2

#### CHI USURA ESISTENTE CV.03

Utilizzato fino al 1930

Spessore tot: 40 cm

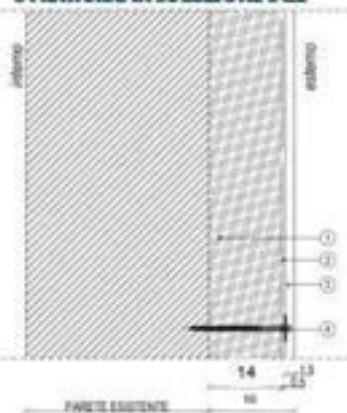
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 36 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra e mattoni	-	0,36	0,90	0,233	1000	1500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1250
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESORE TOT. (m)					
				56,50			

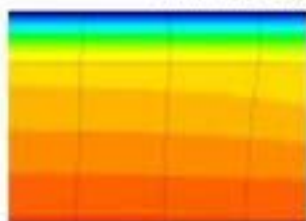
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,238
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	660
SFASAMENTO Φ (h)	20,96
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,025
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

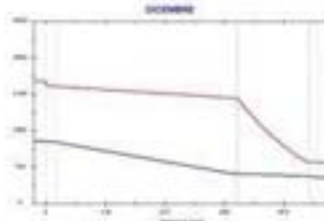


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

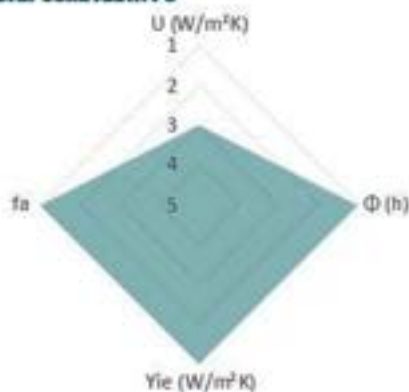
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Parametro	Limite	Classificazione
U (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,38	A - B
Φ (h)	≤ 0,30	C
C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,26	D
Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,23	E
Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento Φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.04 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.04

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 60 cm

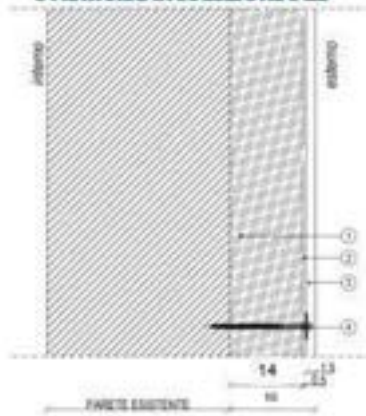
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rosante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra e mattoni	-	0,56	0,90	0,622	1000	1500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rosatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1250
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESORE TOT. (m)					
				72,50			

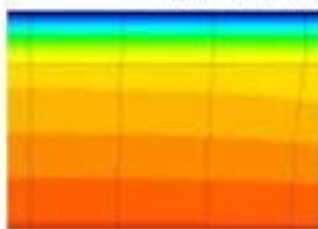
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,292
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	954
SFASAMENTO $\phi$ (h)	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,008
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

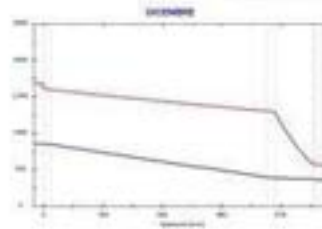


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

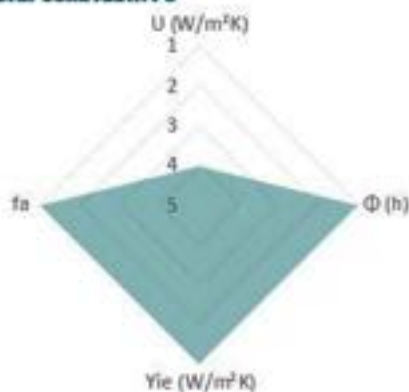
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.05 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.05

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 25 cm

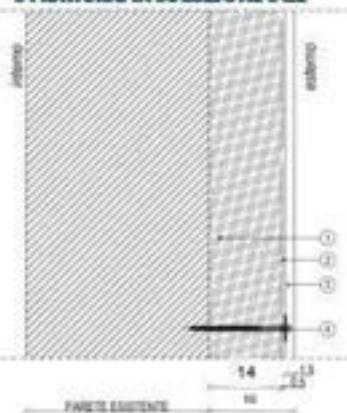
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,95 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp.: 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,21	0,72	0,292	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		41,50					

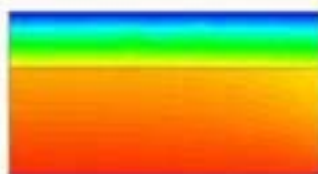
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,244
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	498
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,90
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,055
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	61,9
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,013

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

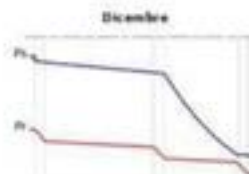


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

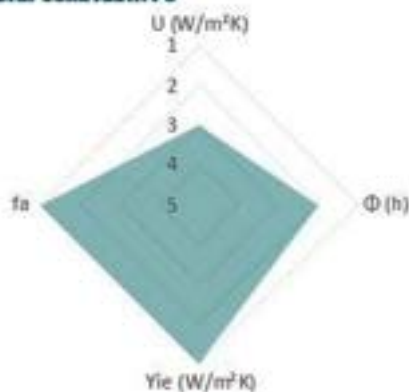
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.06 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.06

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 38 cm

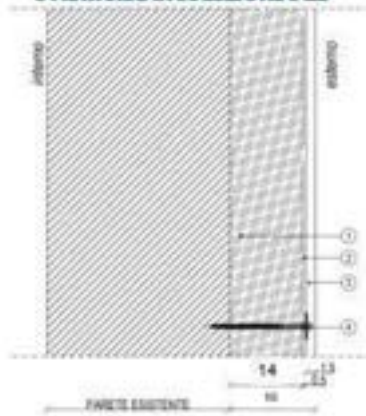
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 34 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- $S_p : 0,14 \text{ m}$
- $\lambda : 0,04$

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,34	0,72	0,472	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1250
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESORE TOT. (m)					
				54,50			

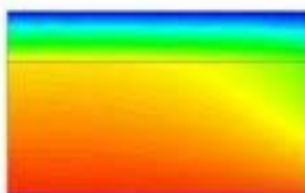
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,234
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	732
SFASAMENTO φ (h)	22,64
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,017
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,0
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

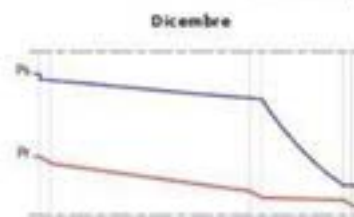


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

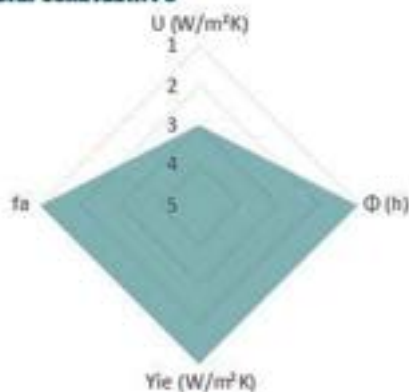
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Indicatore	Limite	Valore	Classe
U (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,38	0,234	A-B
φ (h)	≤ 0,30	22,64	C
Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,26	0,004	D
Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,23	0,004	E
Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,22	0,004	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	22,64	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	0,017	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	62,0	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	0,004	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.07 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.07

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 50 cm

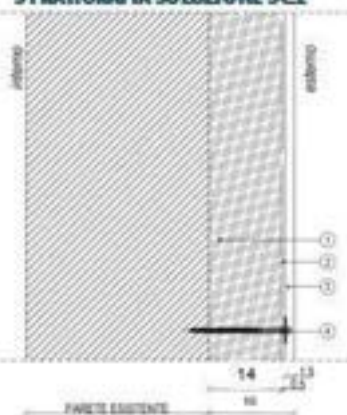
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 46 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		$\text{W/m}^2\text{K}$	m	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{m}^2\text{K/W}$	$\text{J/kgK}$	$\text{kg/m}^3$
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,46	0,72	0,639	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1250
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESORE TOT. (m)		66,50			

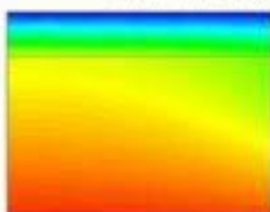
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	0,225
MASSA SUPERFICIALE ( $\text{kg/m}^2$ )	948
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE $f_s$	0,005
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ ( $\text{kJ/m}^2\text{K}$ )	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	0,005

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

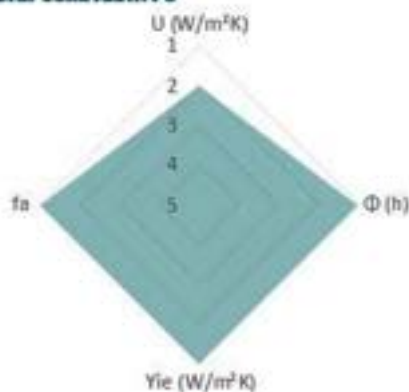
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Limite	Stato	Classe
U	$\leq 0,38$	✓	A - B
$\Phi$	$\leq 0,30$	✓	C
$Y_{ie}$	$\leq 0,26$	✓	D
$f_s$	$\leq 0,23$	✓	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $f_s$	$F_s < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ ( $\text{kJ/m}^2\text{K}$ )	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.08 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.08

Utilizzato dal 1900 al 1950

Spessore tot: 62 cm

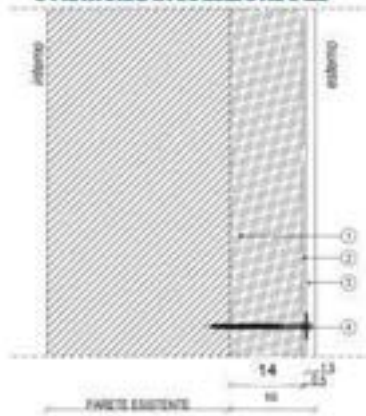
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 58 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- $S_p : 0,14 \text{ m}$
- $\lambda : 0,04$

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		$\text{W/m}^2\text{K}$	m	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{m}^2\text{K/W}$	$\text{J/kgK}$	$\text{kg/m}^3$
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,58	0,72	0,806	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1250
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		78,50					

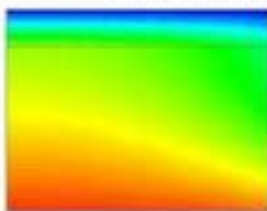
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U \text{ (W/m}^2\text{K)}$	0,217
MASSA SUPERFICIALE $(\text{kg/m}^2)$	1164
SFASAMENTO $\phi \text{ (h)}$	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,002
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip} \text{ (kJ/m}^2\text{K)}$	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	0,000

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

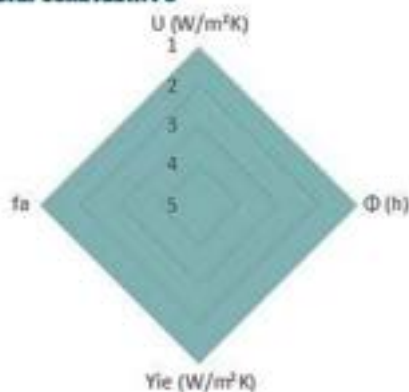
Distribuzione pressioni

Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi \text{ (h)}$	$\phi > 6$	
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip} \text{ (kJ/m}^2\text{K)}$	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	
Trasmissione Periodica $Y_{ie} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.09 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.09

Utilizzata dal 1955 al 1975

Spessore tot: 18 cm

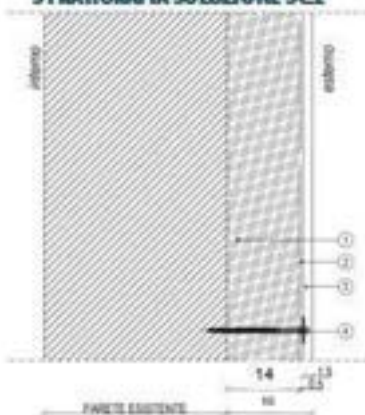
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 14 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 3,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,14	1,6	0,088	1000	1400
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		34,50			

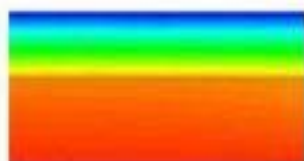
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,257
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	316
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,51
FATTORE DI ATTENUAZIONE $f_a$	0,158
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	71,5
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,041

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Classe
$U \leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\Phi \leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$f_a \leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$Y_{ie} \leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$Y_{ie} \leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $f_a$	$f_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.10 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.10

Utilizzato dal 1955 al 1975

Spessore tot: 30 cm

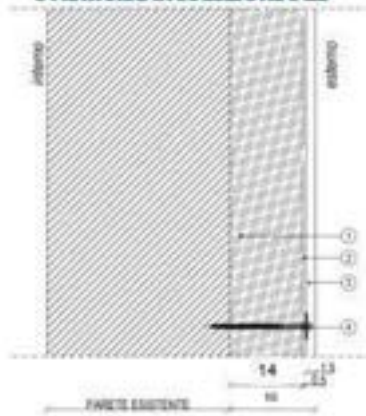
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 26 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,6	0,163	1000	1400
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		46,50					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,252
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	484
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	15,91
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,080
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	67,2
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,020

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

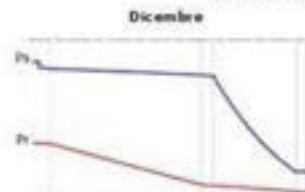


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

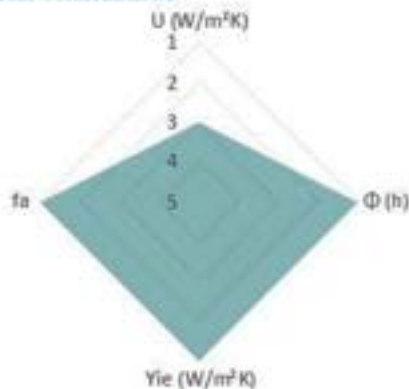
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Parametro	Limite	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
Φ	≤ 0,30	C
I <sub>a</sub>	≤ 0,26	D
C <sub>ip</sub>	≤ 0,23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.11 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.11

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 18 cm

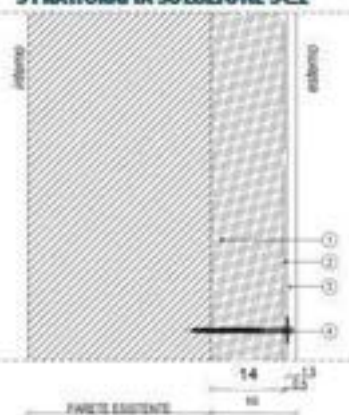
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 11 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,60	0,163	1000	1400
3	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				34,50			

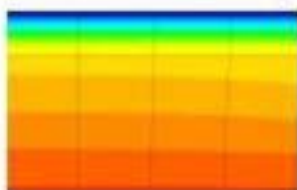
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,208
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	275
SFASAMENTO Φ (h)	16,43
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,083
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	71,5
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,017

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

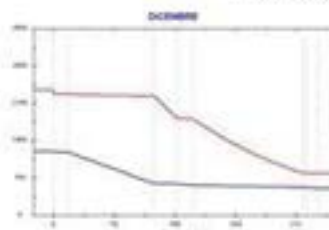


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

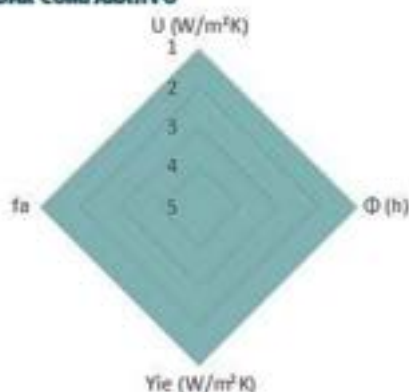
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Parametro	Valore	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
Φ	≤ 30	C
C <sub>ip</sub>	≤ 26	D
Y <sub>ie</sub>	≤ 23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento Φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.12 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.12

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

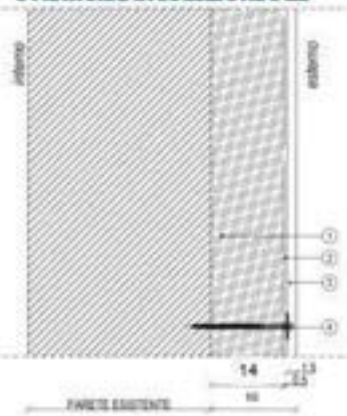
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,23	1,60	0,144	1000	1400
3	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				46,50			

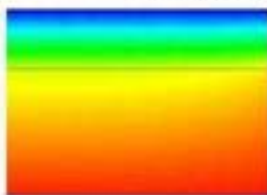
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,206
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	443
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	18,84
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,039
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	68,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,008

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

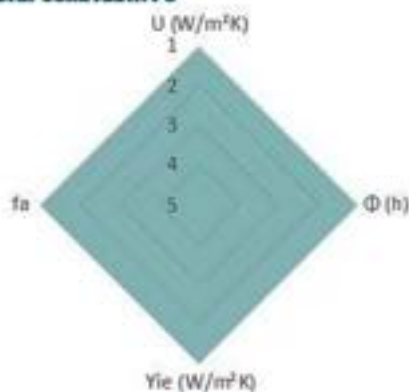
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009 S.C.

$\leq 0,38$	✓	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓		C
$\leq 0,26$	✓		D
$\leq 0,23$	✓		E
$\leq 0,22$	✓		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.13 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.13

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore 20 cm

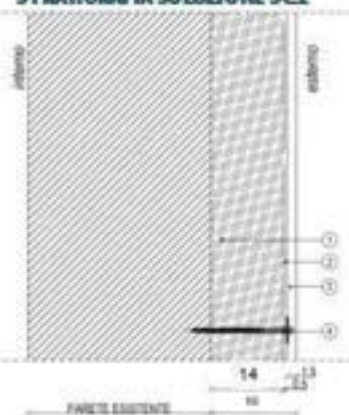
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 12 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rosario traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,12	1,60	0,075	1000	1400
3	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rosatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)				36,50			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,192
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	289
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,01
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,062
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,0
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,012

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

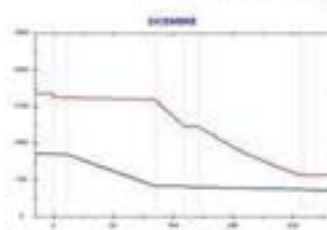


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

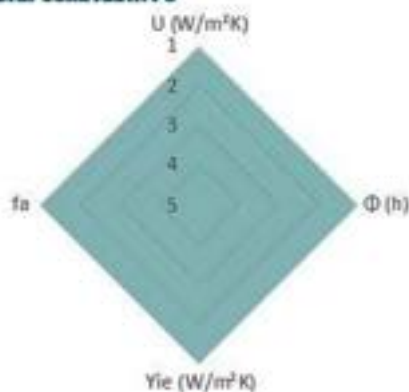
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Valore limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 0,30$	C
$C_{ip}$	$\leq 0,26$	D
$Y_{ie}$	$\leq 0,23$	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.14 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.14

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 30 cm

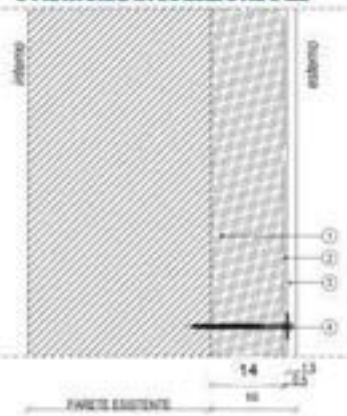
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 22 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,22	1,60	0,138	1000	1400
3	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)		46,50					

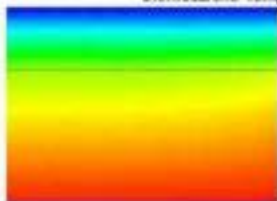
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,190
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	492
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	19,02
FATTORE DI ATTENUAZIONE $f_a$	0,033
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	69,2
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

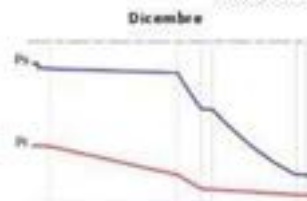


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

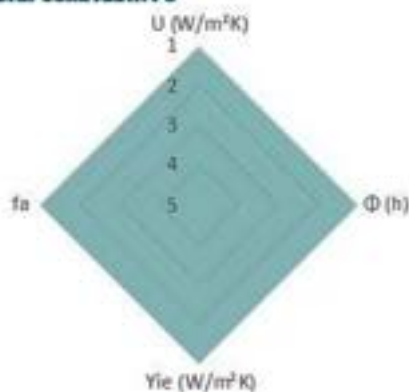


Dicembre

Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $f_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.15 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.15

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 30 cm

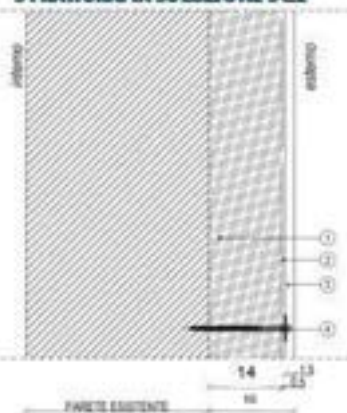
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 8 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
6	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
8	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1800	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		46,50					

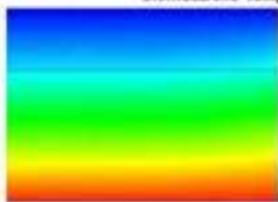
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,223
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	358
SFASAMENTO Φ (h)	17,58
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,068
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,015

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

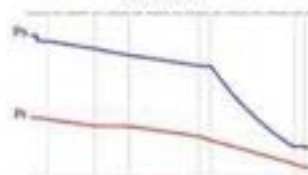
$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

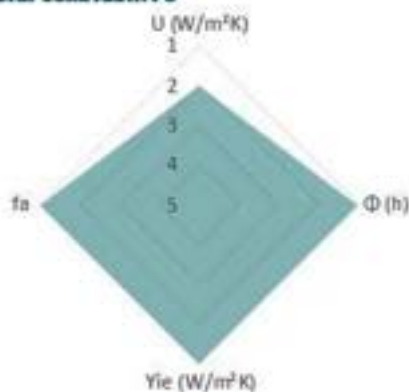


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2020	Verifica	Classe
U ≤ 0,38	✓	A - B
Φ ≤ 0,30	✓	C
C <sub>ip</sub> ≤ 0,26	✓	D
Y <sub>ie</sub> ≤ 0,23	✓	E
Y <sub>ie</sub> ≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento Φ (h)	Φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.16 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.16

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore 40 cm

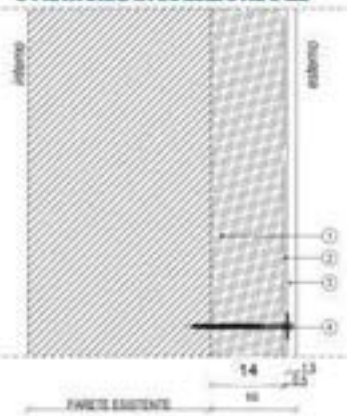
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 15 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rosario traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
6	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
7	Rosatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
8	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		56,50					

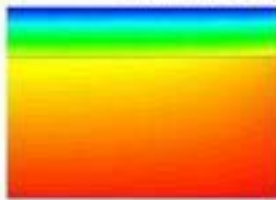
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,211
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	438
SFASAMENTO φ (h)	20,89
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,031
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



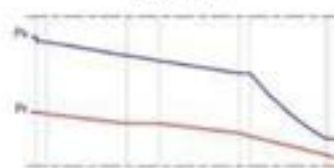
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

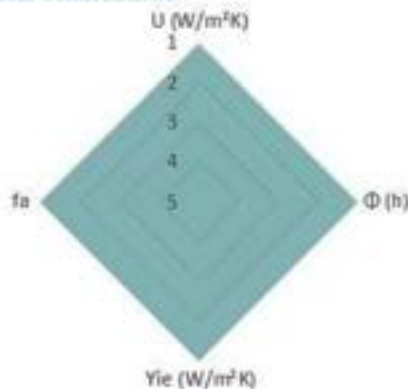
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.17 SC.2

#### CHI USURA ESISTENTE CV.17

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 40 cm

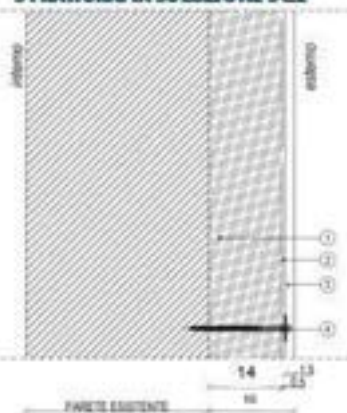
1. Mattone pieno: 17 cm
2. Intercapedine: 6 cm
3. Mattone forato: 15 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp.: 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rosario traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Mattone pieno	-	0,17	0,72	0,236	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rosatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)				56,50			

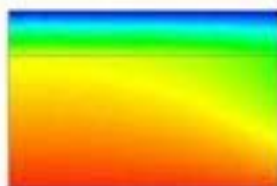
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,219
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	588
SFASAMENTO Φ (h)	21,36
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,019
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



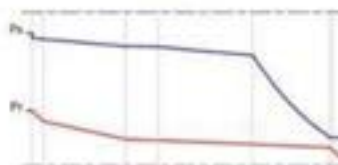
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

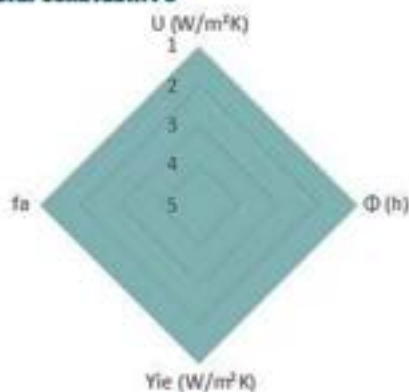
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Classe
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento Φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.18 SC.2

#### CHI USURA ESISTENTE CV.18

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

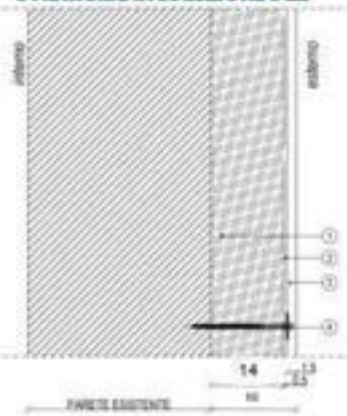
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 8 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rosante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
3	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
5	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
8	Rosatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
9	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		46,50					

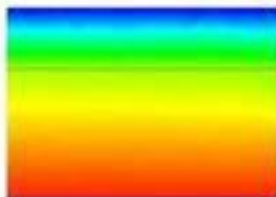
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,194
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	320
SFASAMENTO φ (h)	18,69
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,037
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	53,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

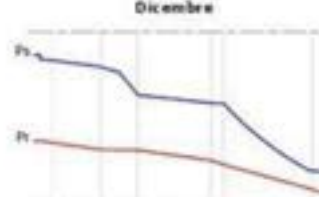


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

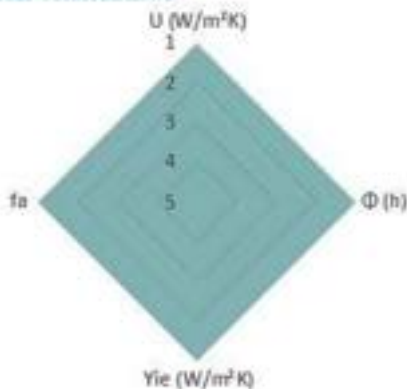
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.19 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.19

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

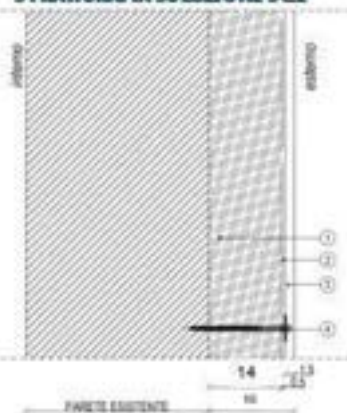
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 15 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rosario traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
8	Rosatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
9	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		56,50					

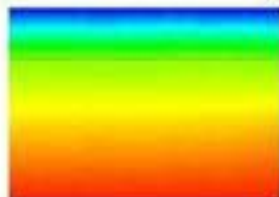
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,185
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	400
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	22,09
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,017
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	53,2
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

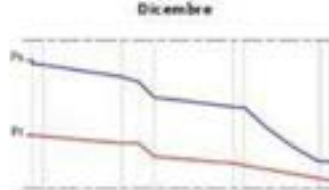


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

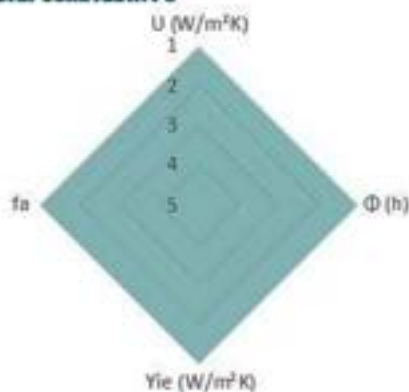
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Stato	Z.C.
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.20 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.20

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 30 cm

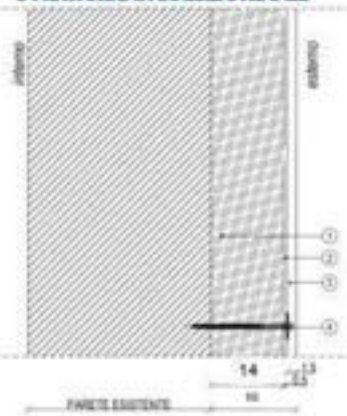
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 4 cm
4. Intercapedine: 4 cm
5. Mattone forato: 6 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
3	Aria	-	0,04	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,04	0,045	0,889	670	30
5	Forato	-	0,06	0,4	0,150	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
8	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
9	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		46,50					

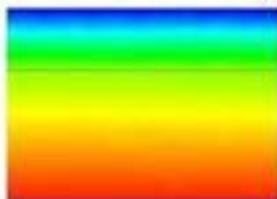
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,188
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	317
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	18,67
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,039
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	54,5
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

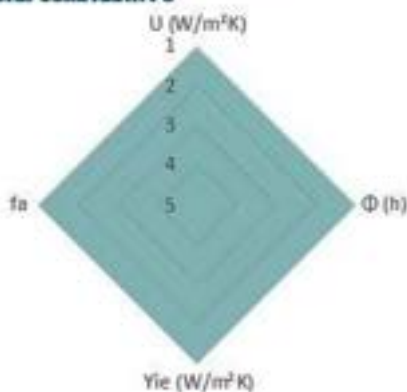
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.21 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.21

Utilizzata dal 1950 al 1975

Spessore tot: 25 cm

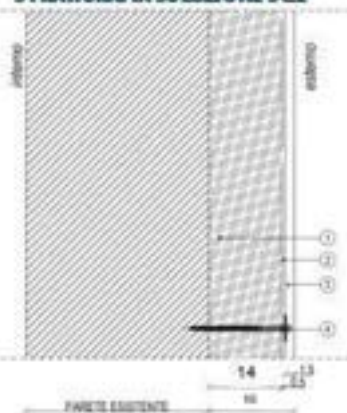
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,21	0,4	0,525	1000	800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
4	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
5	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
6	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		41,50			

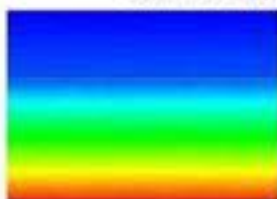
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,231
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	288
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,09
FATTORE DI ATTENUAZIONE $f_s$	0,082
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,5
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,019

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

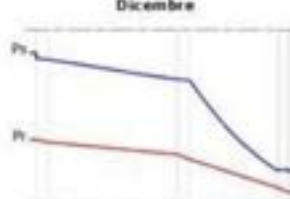


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

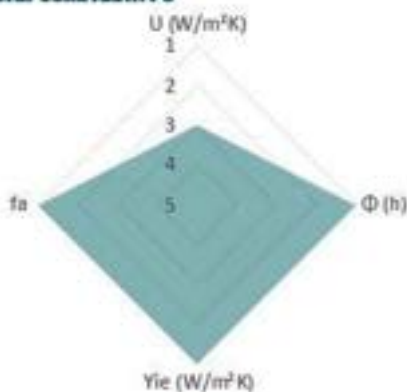
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Indicatore	Limite	Valore	Classe
U (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,38	0,231	A-B
Φ (h)	≤ 0,30	17,09	C
Yie (W/m <sup>2</sup> K)	≤ 0,26	0,019	D
fa	≤ 0,23	0,082	E
fa	≤ 0,22	0,082	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $f_s$	$F_s < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.22 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.22

Utilizzato dal 1950 al 1975

Spessore tot: 40 cm

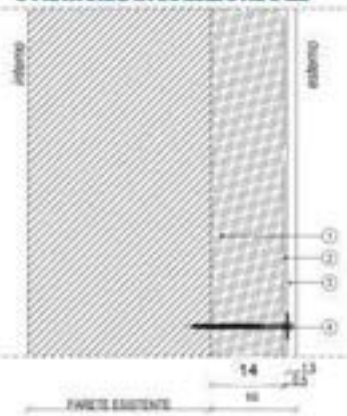
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Mattone forato: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
3	Forato	-	0,23	0,4	0,575	1000	800
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				55,50			

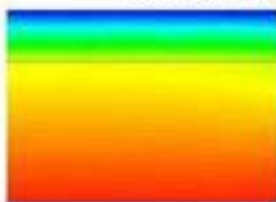
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,214
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	400
SFASAMENTO φ (h)	21,64
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,027
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



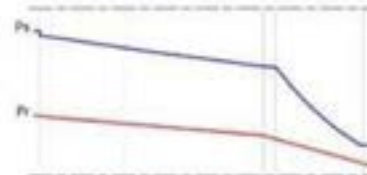
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

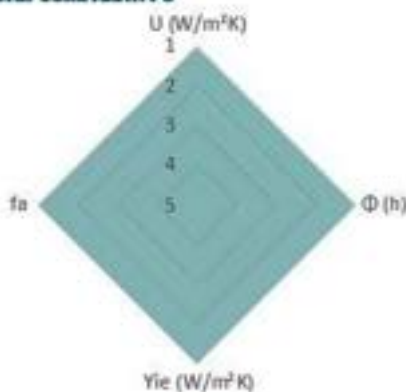
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
U ≤ 0,38	✓	A - B
φ ≤ 3,0	✓	C
C <sub>ip</sub> ≥ 26	✓	D
Y <sub>ie</sub> ≤ 0,23	✓	E
Y <sub>ie</sub> ≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.23 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.23

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 25 cm

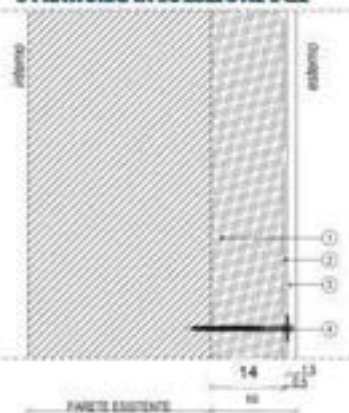
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
3	Isolante	-	0,03	0,04	0,750	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1250
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		41,50					

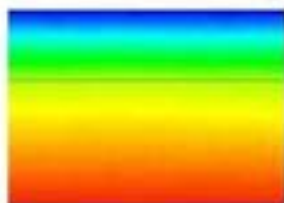
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,200
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	265
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	18,8
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,057
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,9
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,011

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

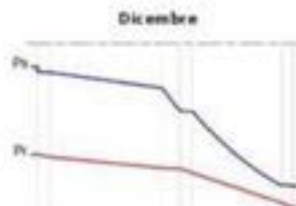


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

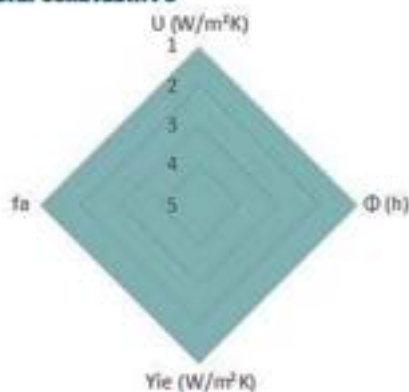
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2020	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.24 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.24

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

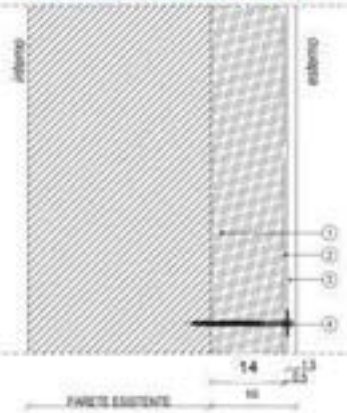
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rosario traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	λ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
3	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
4	Isolante	-	0,03	0,049	0,612	670	30
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
6	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
7	Rosatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
8	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		56,50					

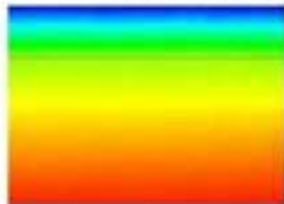
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,191
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	385
SFASAMENTO φ (h)	23,42
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,019
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

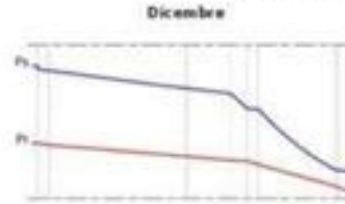


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

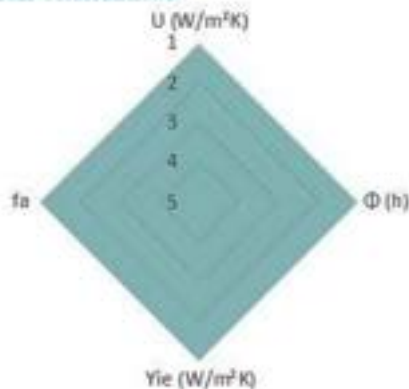


Dicembre

Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Parametro	Valore	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
φ	≤ 0,30	C
I <sub>a</sub>	≤ 0,26	D
C <sub>ip</sub>	≤ 0,23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.25 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.25

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 25 cm

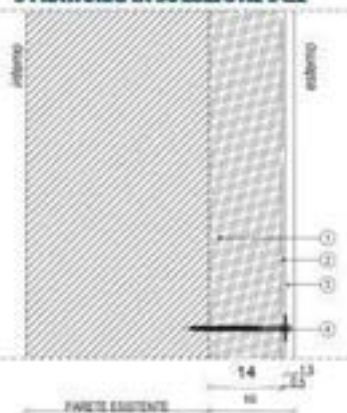
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
3	Isolante	-	0,03	0,026	1,154	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				41,50			

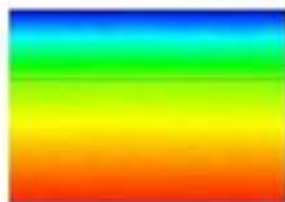
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,185
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	265
SFASAMENTO Φ (h)	19,26
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,045
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	52,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,008

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

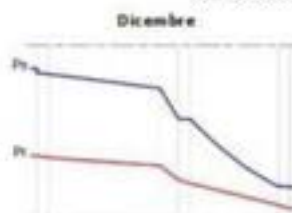


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

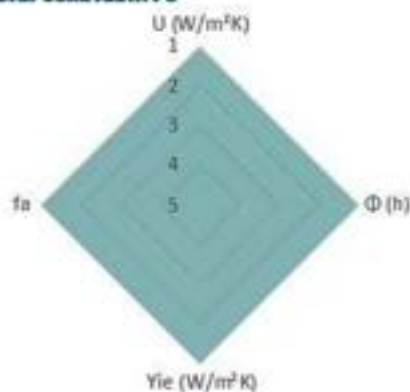
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento Φ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.26 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.26

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 40 cm

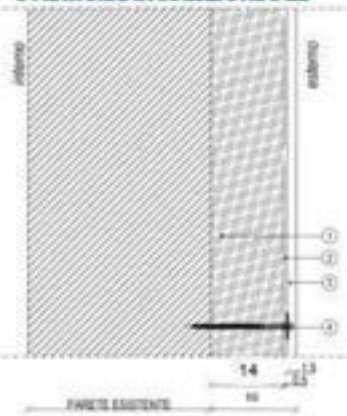
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
3	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
4	Isolante	-	0,03	0,03	1,000	670	30
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
6	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
7	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
8	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		56,50					

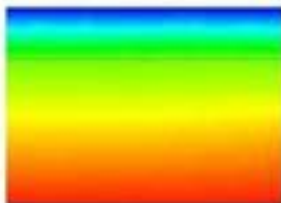
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,178
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	385
SFASAMENTO φ (h)	23,98
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,014
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

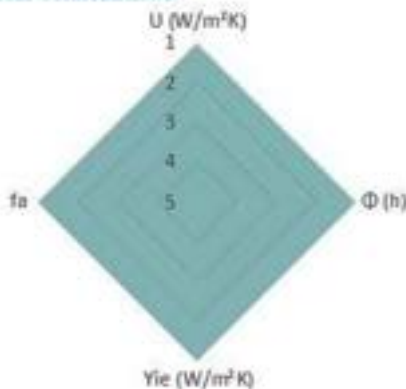


Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Verifica	Classe
φ > 6	✓	A - B
I <sub>a</sub> < 0,60	✓	C
C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓	D
Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓	E
U < 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.27 SC.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.27

Utilizzato dal 2006

Spessore tot: 34 cm

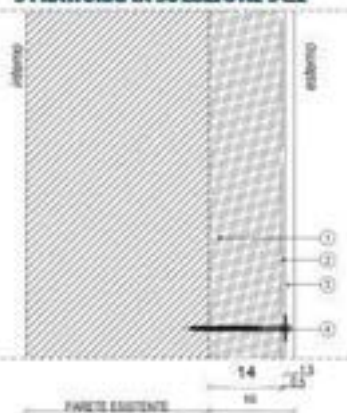
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 5 cm
3. Mattone alveolato: 25 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp.: 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		$\text{W/m}^2\text{K}$	m	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{m}^2\text{K/W}$	$\text{J/kgK}$	$\text{kg/m}^3$
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Mattone alveolato	-	0,25	0,4	1,316	1000	650
3	Isolante	-	0,05	0,03	1,667	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		50,50			

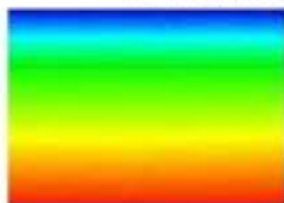
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	0,147
MASSA SUPERFICIALE ( $\text{kg/m}^2$ )	284
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,013
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ ( $\text{kJ/m}^2\text{K}$ )	43,7
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	0,002

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

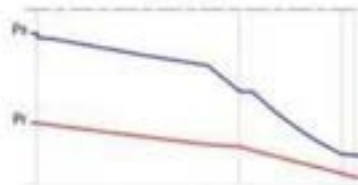
$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

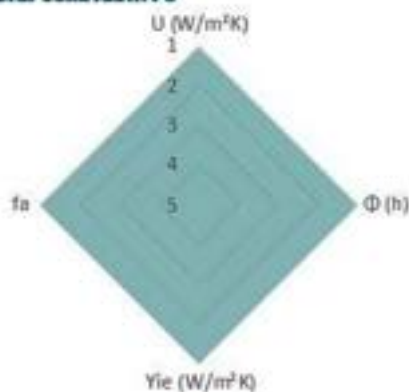


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ ( $\text{kJ/m}^2\text{K}$ )	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA A CAPPOTTO

### CV.28 SC.2

#### CHI USURA ESISTENTE CV.28

Utilizzato dal 2006

Spessore 34 cm

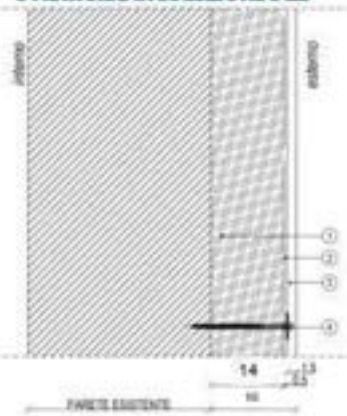
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 6 cm
3. Calcestruzzo: 24 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico naturale:
- Fibra di legno
- Sp. : 0,14 m
- $\lambda$ : 0,04

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SC.2



- 1 Pannello isolante in fibra di legno 0,14 m
- 2 Rasante traspirante 0,005 m predisposto sul pannello
- 3 Pannello in cemento legno 0,02 m
- 4 Tassello per ancoraggio a secco dell'isolante sulla muratura esistente

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,24	0,58	0,414	1000	1400
3	Isolante	-	0,06	0,026	2,308	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello in fibra di legno	-	0,14	0,04	3,50	2100	140
6	Rasatura	-	0,005	0,90	0,006	1000	1800
7	Pannello in cemento legno	-	0,020	0,260	0,077	1880	1350
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)				50,50			

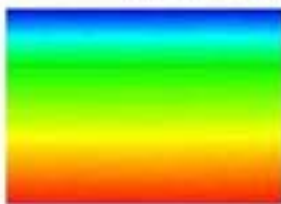
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,153
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	457
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	22,9
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,012
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	58,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

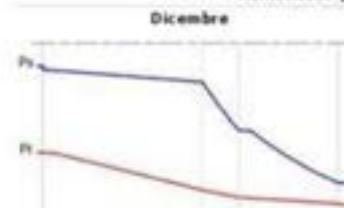


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

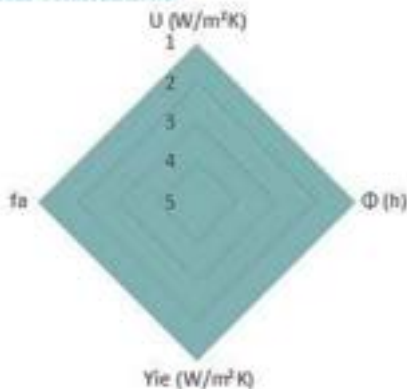
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

### 11.3 Soluzione parete ventilata PV.1

#### PARETE VENTILATA

#### CV.01 PV.1

##### CHIUSURA ESISTENTE CV.01

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 45 cm

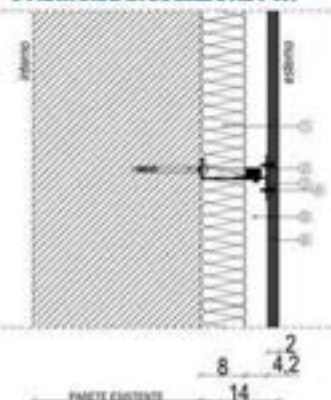
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 41 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

##### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055m,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in gres 0,02 m

##### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitano della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra naturale	-	0,41	2,40	0,171	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in gres	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitano della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		59,00					

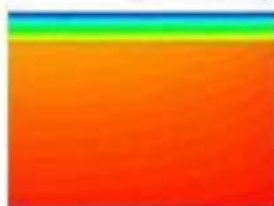
##### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,238
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	1184
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	15,64
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,033
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,5
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,008

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

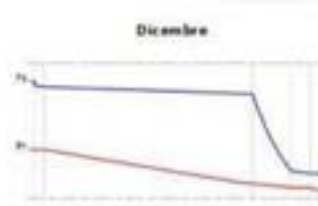


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

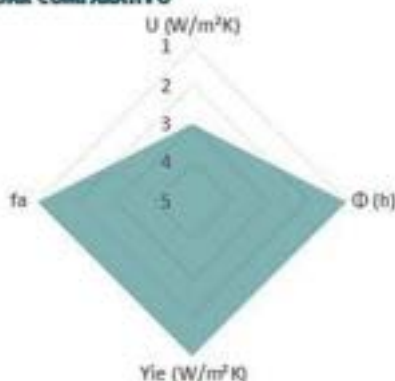
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

##### RADAR COMPARATIVO



##### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Clima temperato (Tab.10.2.2)	Z.C.
$\leq 0,38$	A - B
$\leq 0,30$	C
$\leq 0,26$	D
$\leq 0,23$	E
$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.01.1 P.V.I

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.01.1

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 34 cm

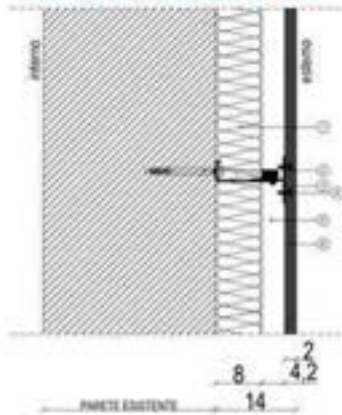
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Tufo: 30 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,305 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in tufo	-	0,30	0,55	0,545	1000	1600
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		48,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,218
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	639
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,72
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,034
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	59
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

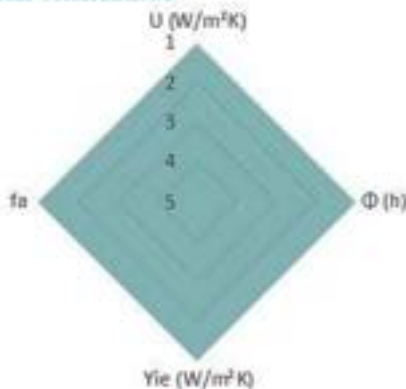
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.01.2 PV1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.01.2

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 64 cm

7. Intonaco esterno: 2 cm

8. Tufo: 60 cm

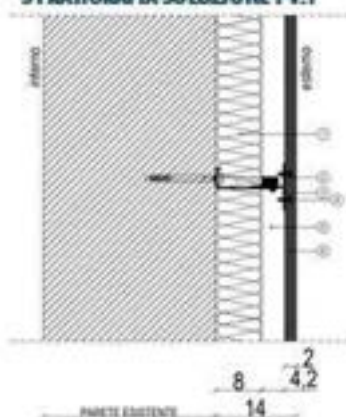
9. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico  
Poliuretano espanso  
Sp. : 0,08 m  
 $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilo in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in tufo	-	0,60	0,55	1,091	1000	1600
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		78,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,195
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1119
SFASAMENTO Φ (h)	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,002
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	59
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,000

#### VERIFICHE TERMIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

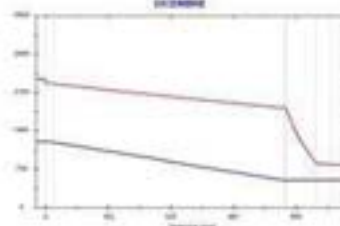


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

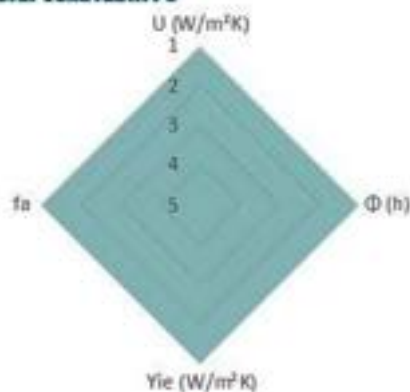
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Valore	Classe
$\leq 0,38$	A - B
$\leq 0,30$	C
$\leq 0,26$	D
$\leq 0,23$	E
$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento Φ (h)	$\varphi > 6$ ✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$ ✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ ✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$ ✓

## PARETE VENTILATA

### CV.02 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.02

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 60 cm

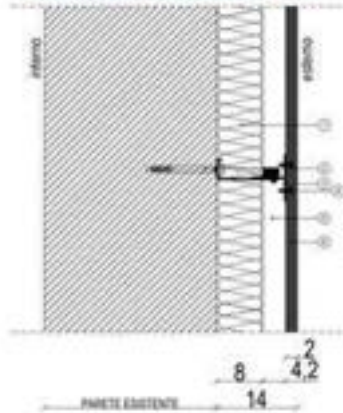
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,202 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra	-	0,56	2,40	0,233	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		74,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,234
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1559
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	19,18
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,013
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,60
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

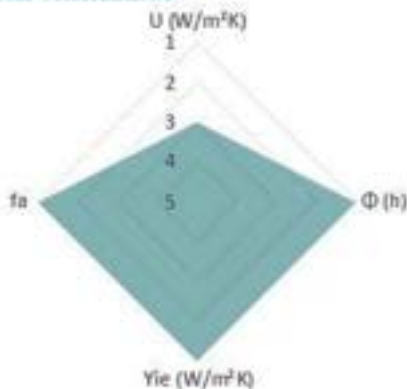
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.03 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.03

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 40 cm

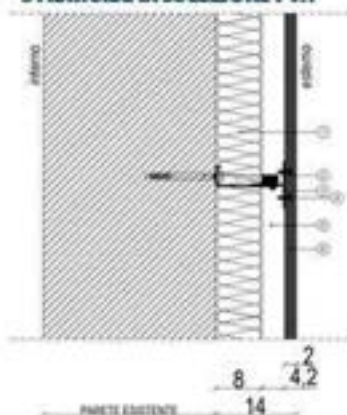
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 36 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilo in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra e mattoni	-	0,36	0,90	0,233	1000	1500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		54,00					

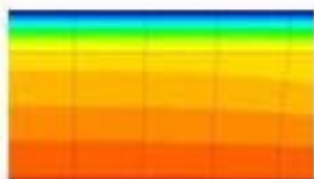
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,226
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	699
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	16,64
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,040
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,009

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

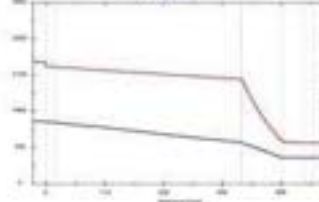


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

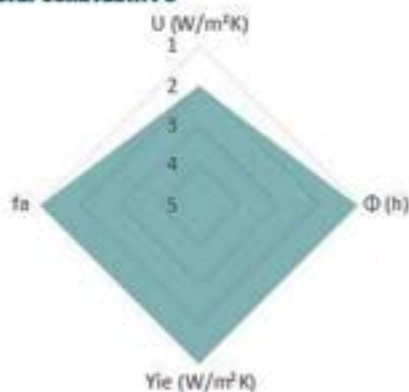
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Limite	Valore	Classe
U	≤ 0,38	0,226	A-B
Φ	≤ 0,30	16,64	C
C <sub>ip</sub>	≤ 0,26	62,3	D
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,23	0,009	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	0,009	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.04 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.04

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 60 cm

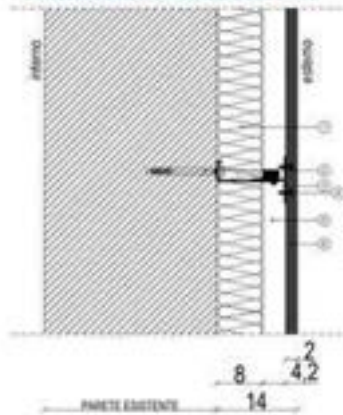
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra e mattoni	-	0,56	0,90	0,622	1000	1500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		76,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,180
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1000
SFASAMENTO $\phi$ (h)	23,03
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,008
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

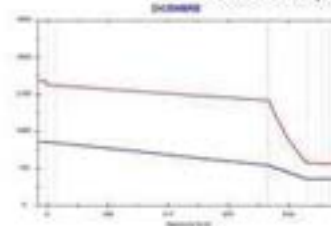


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

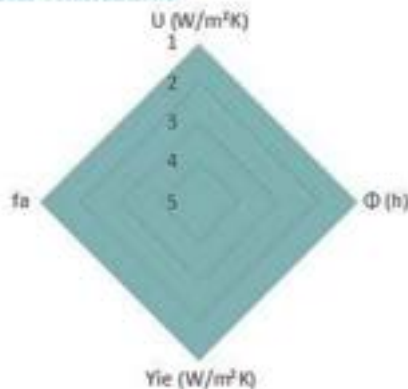
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.05 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.05

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 25 cm

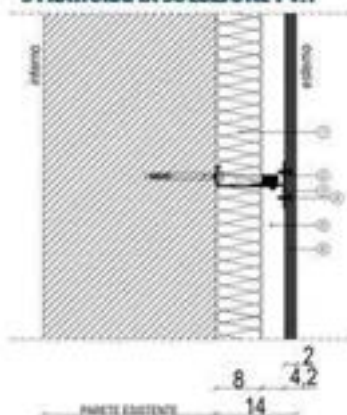
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,95 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,21	0,72	0,292	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		39,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,231
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	537
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,58
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,087
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,020

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

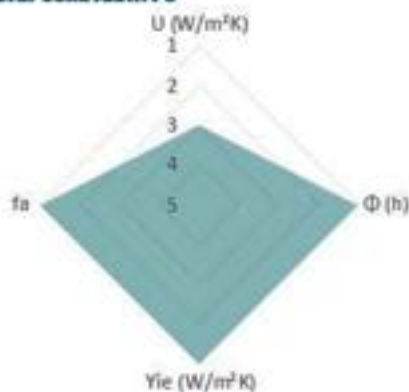
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_r \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Valore limite	Classificazione
$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$ (h)	$\leq 0,30$	C
$Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,26$	D
$F_a$	$\leq 0,23$	E
$F_{Rsi}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.06 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.06

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 38 cm

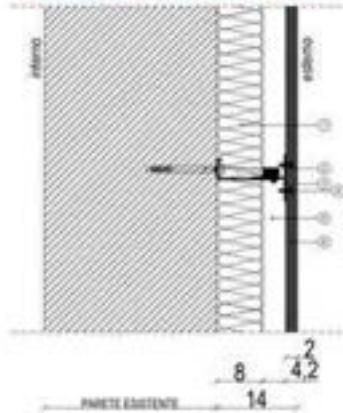
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 34 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilo in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,34	0,72	0,472	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					52,00		

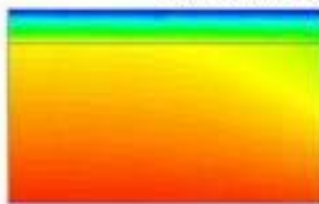
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,222
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	771
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	18,32
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,026
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



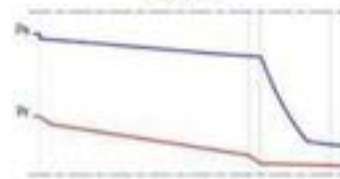
Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

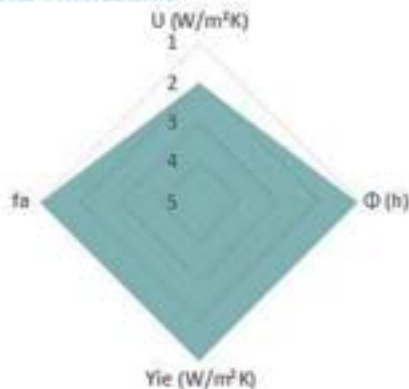
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Limite	Valore	Classe
U	≤ 0,38	0,222	A-B
$\Phi$	≤ 0,30	18,32	C
$Y_{ie}$	≤ 0,26	0,006	D
$I_a$	≤ 0,23	0,026	E
$C_{ip}$	≤ 0,22	62,1	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.07 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.07

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 50 cm

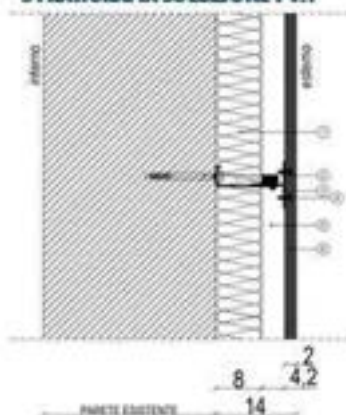
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 46 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,46	0,72	0,639	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					64,00		

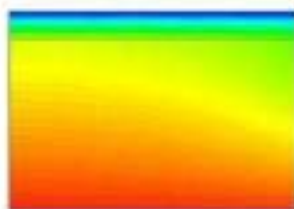
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,214
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	987
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	22,69
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,009
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F R_{si, \max} \leq F R_{si}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

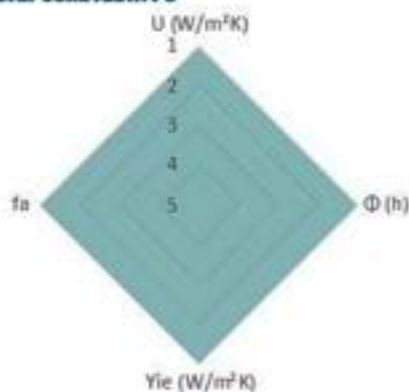
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F

S.C.



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.08 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.08

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 62 cm

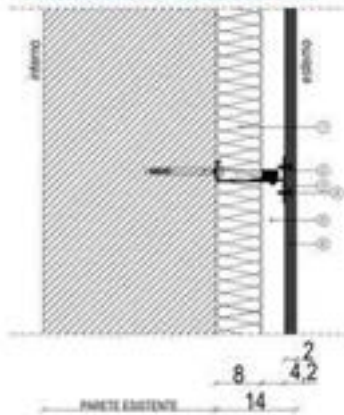
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 58 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

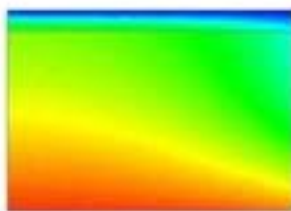
Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,58	0,72	0,806	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		76,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,207
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	1203
SFASAMENTO $\phi$ (h)	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,003
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,001

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

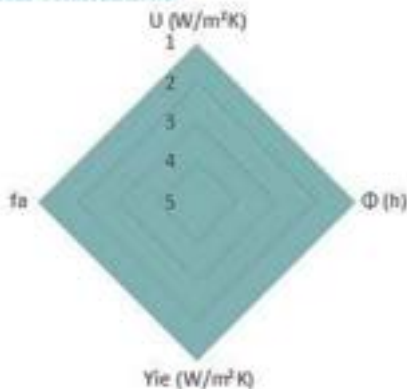
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F

Fonte: Regole Tecniche 2009 S.C.



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$ ✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$ ✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K ✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$ ✓

## PARETE VENTILATA

### CV.09 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.09

Utilizzata dal 1955 al 1975

Spessore tot: 18 cm

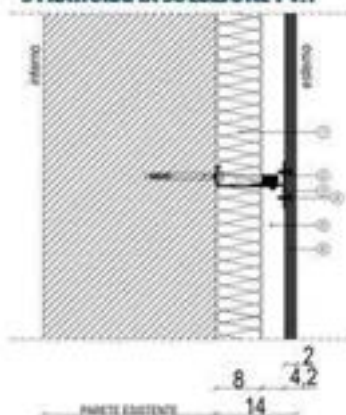
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 14 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 3,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,14	1,6	0,088	1000	1400
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					32,00		

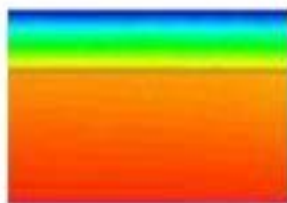
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,243
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	355
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	9,20
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,251
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,4
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,061

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



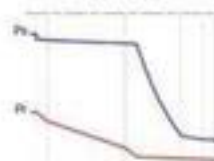
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

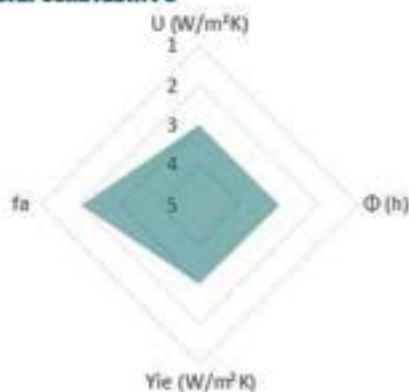
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.10 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.10

Utilizzata dal 1955 al 1975

Spessore tot: 30 cm

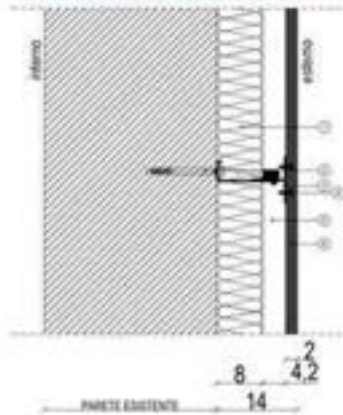
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 26 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,6	0,163	1000	1400
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		44,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,238
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	523
SFASAMENTO $\phi$ (h)	11,59
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,126
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	67,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,030

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

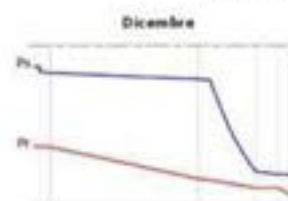


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

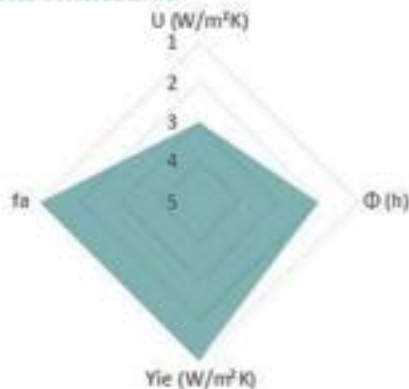
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Limite	Valore	Classe
U	≤ 0,38	0,238	A - B
Φ	≤ 0,30	11,59	C
C <sub>ip</sub>	≤ 0,26	67,6	D
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,23	0,030	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	0,030	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	11,59 ✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	0,126 ✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	67,6 ✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	0,030 ✓

## PARETE VENTILATA

### CV.11 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.11

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 18 cm

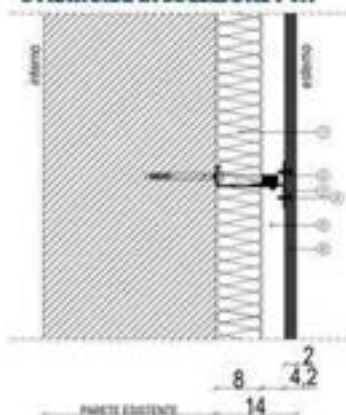
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 11 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilo in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,60	0,163	1000	1400
3	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)						32,00	

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,198
MASSA SUPERFICIALE ( $\text{kg/m}^2$ )	314
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	12,25
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,149
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	71,9
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,030

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

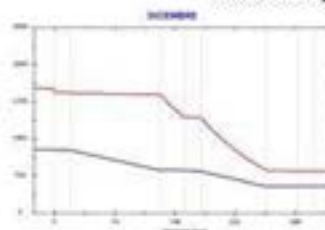


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

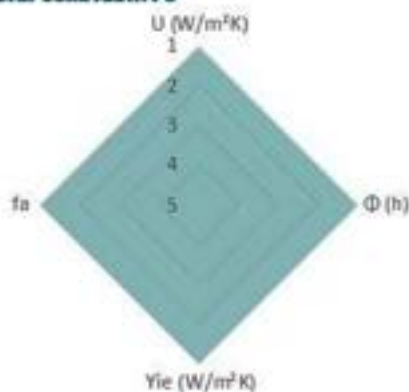
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Valore	Classe
$\leq 0,38$	A - B
$\leq 0,30$	C
$\leq 0,26$	D
$\leq 0,23$	E
$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$ ✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$ ✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ ✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$ ✓

## PARETE VENTILATA

### CV.12 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.12

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

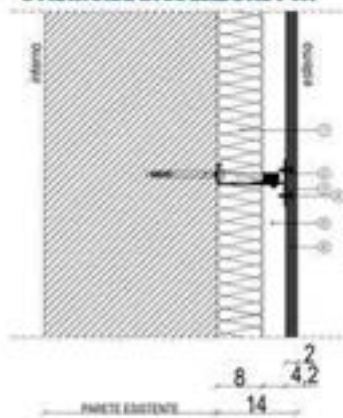
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,23	1,60	0,144	1000	1400
3	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		44,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,197
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	482
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	14,65
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,071
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	68,8
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,014

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

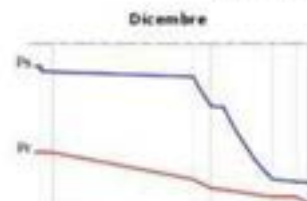


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

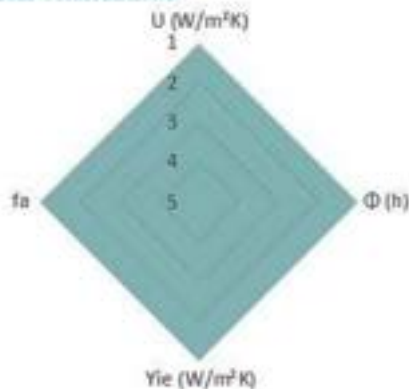
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Limite	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
Φ	≤ 0,30	C
C <sub>ip</sub>	≤ 0,26	D
C <sub>ip</sub>	≤ 0,23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.13 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.13

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 20 cm

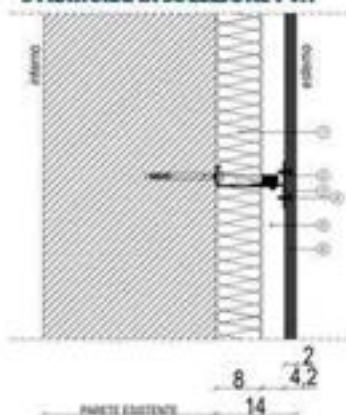
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 12 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilo in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,12	1,60	0,075	1000	1400
3	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)				34,00			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,184
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	328
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	12,89
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,112
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,021

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

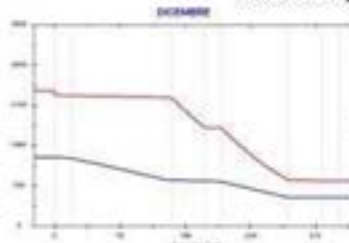


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

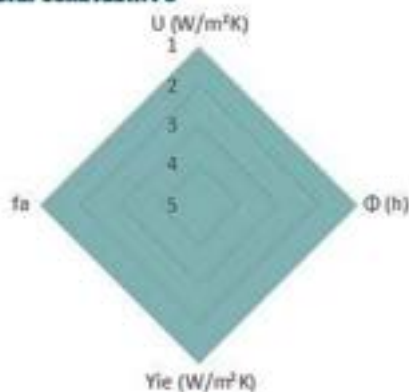
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.14 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.14

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 30 cm

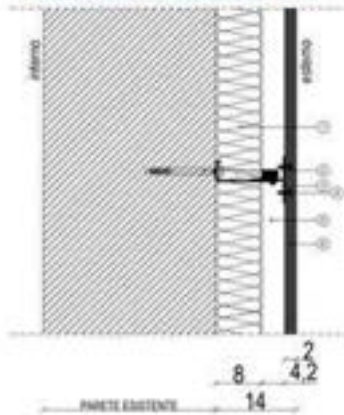
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 22 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,22	1,60	0,138	1000	1400
3	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		44,00					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,182
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	468
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	14,90
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,059
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	69,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,011

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

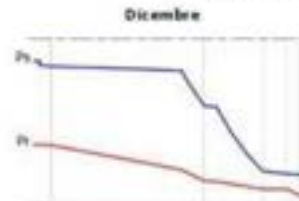


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

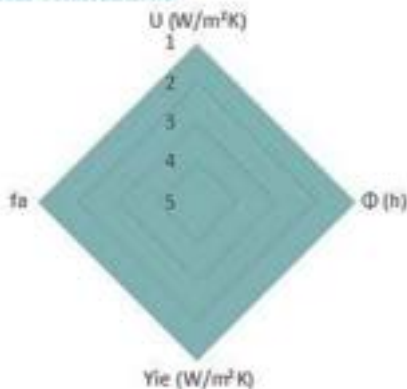
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Limite	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
Φ	≤ 0,30	C
C <sub>ip</sub>	≤ 0,26	D
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.15 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.15

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 30 cm

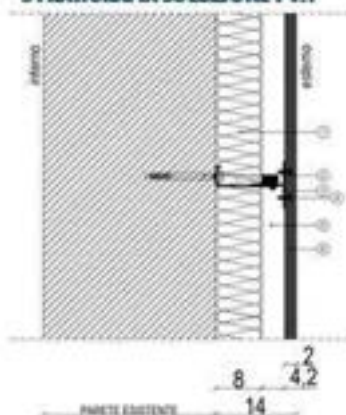
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 8 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
6	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					44,00		

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,212
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	397
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,31
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,112
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,80
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,024

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

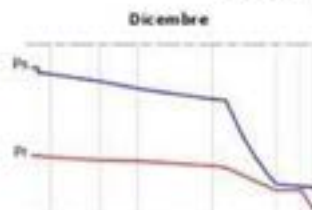


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

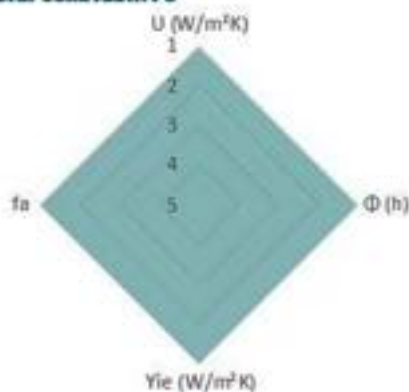
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2020	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.16 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.16

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore 40 cm

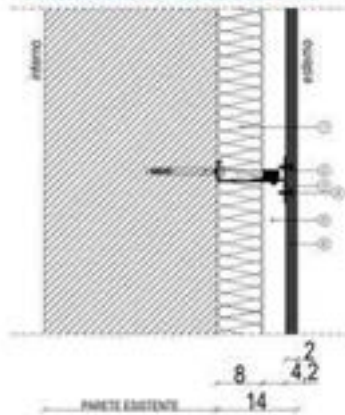
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 15 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
6	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		54,00					

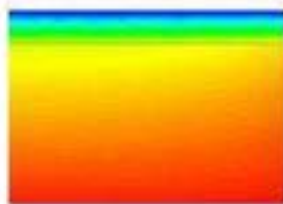
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,202
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	477
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	16,61
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,051
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,8
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,010

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



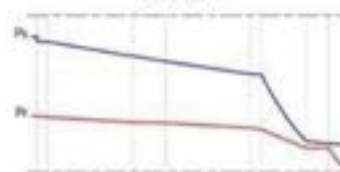
Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

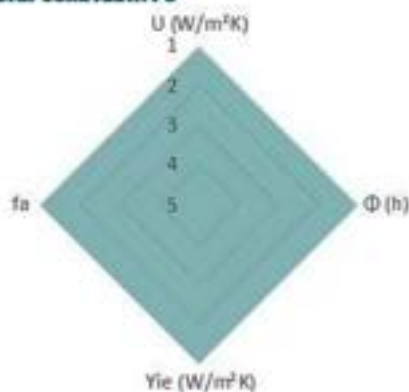
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Parametro	Limite	Valore	Classe
U	≤ 0,38	0,202	A-B
Fa	≤ 0,30	0,051	C
C <sub>ip</sub>	≤ 0,26	51,8	D
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,23	0,010	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	0,010	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	16,61
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	0,051
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	51,8
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	0,010

## PARETE VENTILATA

### CV.17 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.17

Utilizzata dal 1930 al 1975

Spessore tot: 40 cm

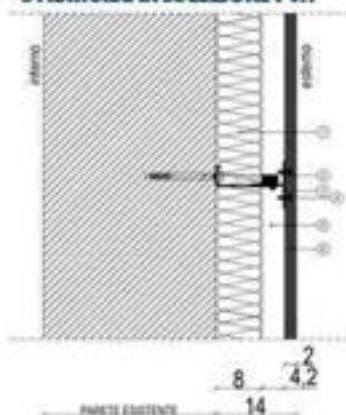
1. Mattone pieno: 17 cm
2. Intercapedine: 6 cm
3. Mattone forato: 15 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilo in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kg·K	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Mattone pieno	-	0,17	0,72	0,236	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		54,00					

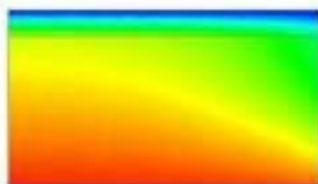
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,208
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	627
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,03
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,030
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



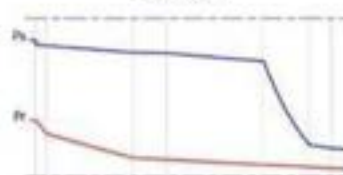
Mese critica: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Dicembre

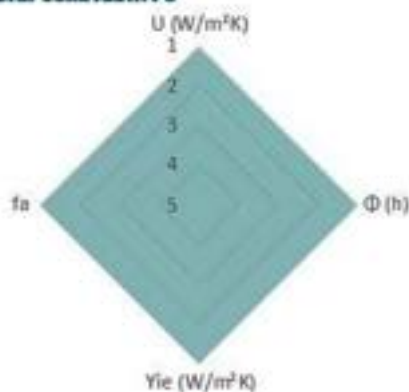


Mese critica: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.18 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.18

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

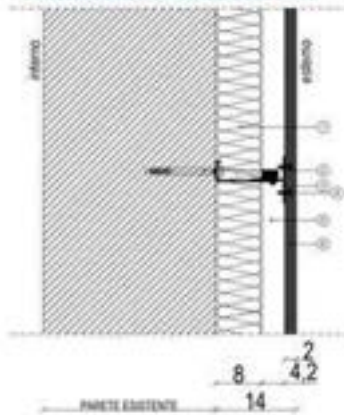
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 8 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
3	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
5	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
8	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
9	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		44,00					

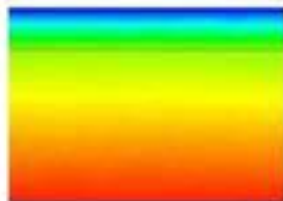
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,186
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	359
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	14,43
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,060
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	53,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,011

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

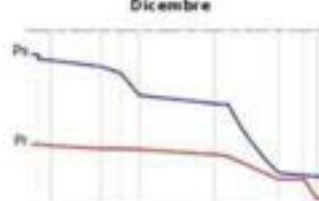


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

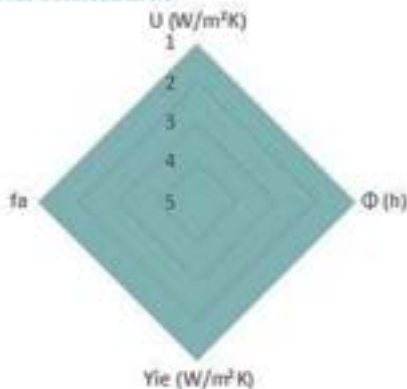
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.19 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.19

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

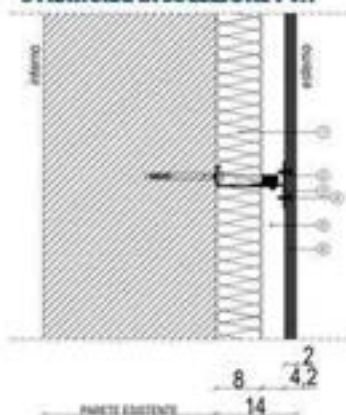
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 15 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
8	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
9	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		54,00					

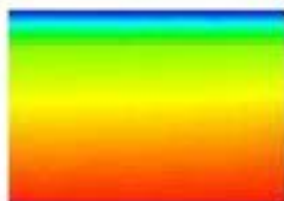
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,178
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	439
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,82
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,027
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	53,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,005

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



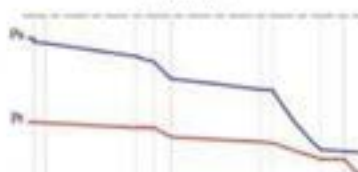
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

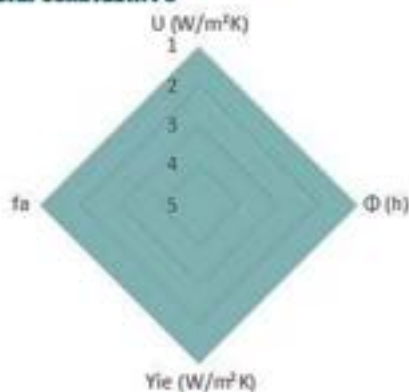
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.20 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.20

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore tot: 30 cm

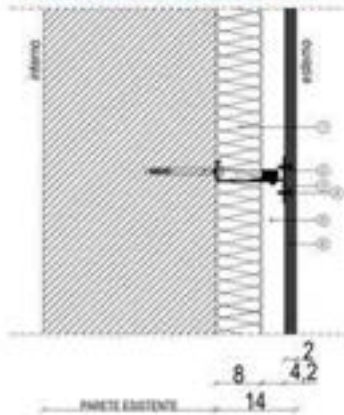
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni forati: 12 cm
3. Isolante: 4 cm
4. Intercapedine: 4 cm
5. Mattoni forati: 6 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
3	Aria	-	0,04	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,04	0,045	0,889	670	30
5	Forato	-	0,06	0,4	0,150	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
8	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
9	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		44,00					

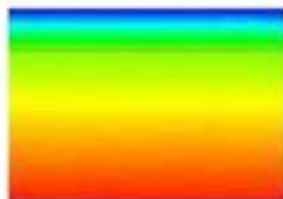
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,180
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	356
SFASAMENTO Φ (h)	14,49
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,064
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	54,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,011

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



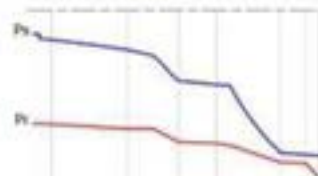
Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

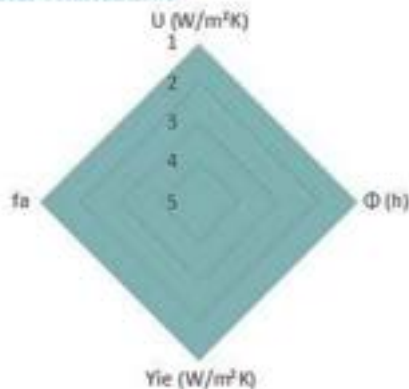
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento Φ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.21 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.21

Utilizzata dal 1950 al 1975

Spessore tot: 25 cm

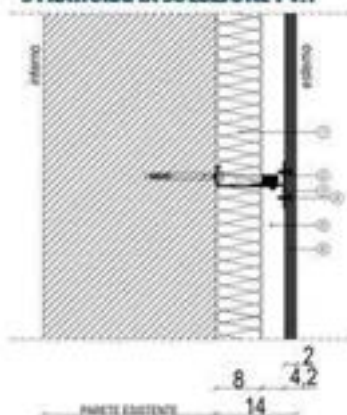
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilo in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,21	0,4	0,525	1000	800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
5	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
6	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		39,00					

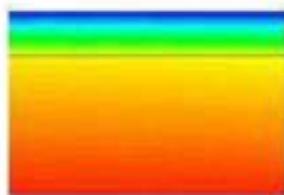
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,219
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	327
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	12,80
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,134
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,9
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,029

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

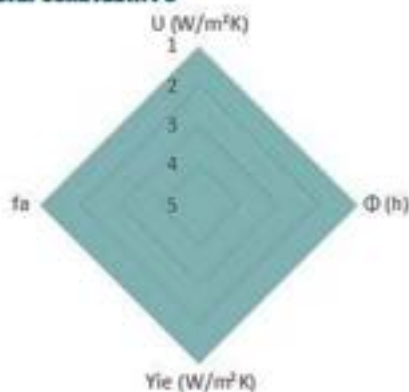
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.22 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.22

Utilizzato dal 1950 al 1975

Spessore tot: 40 cm

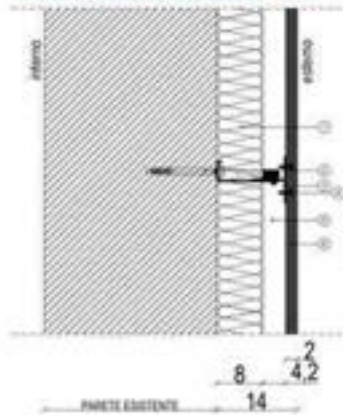
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Mattone forato: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp.: 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	λ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
3	Forato	-	0,23	0,4	0,575	1000	800
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				53,00			

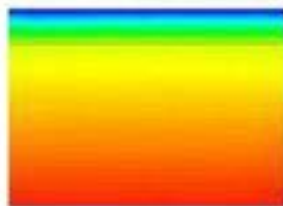
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,204
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	439
SFASAMENTO φ (h)	17,35
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,044
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,8
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,009

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



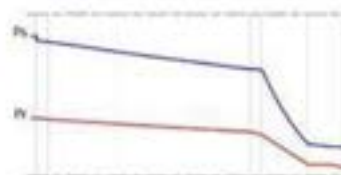
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

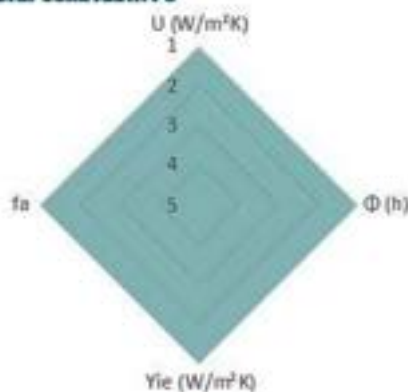
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.23 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.23

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 25 cm

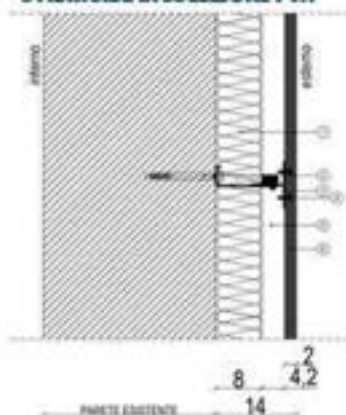
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilo in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
3	Isolante	-	0,03	0,04	0,750	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					39,00		

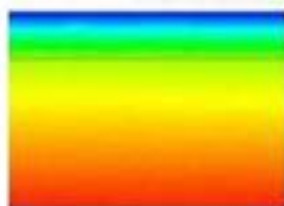
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,191
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	304
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	14,61
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,102
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	52,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,019

#### VERIFICHE TERMIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



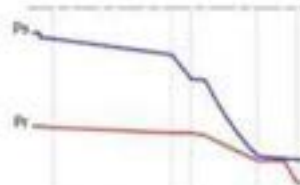
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

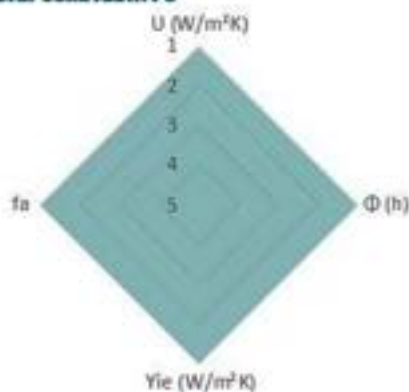
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.24 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.24

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

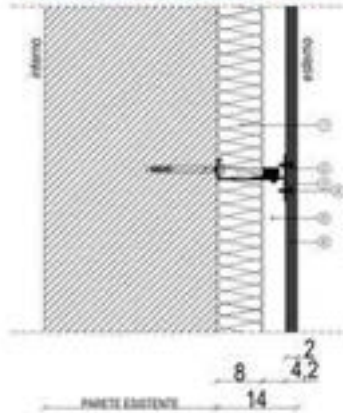
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	λ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
3	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
4	Isolante	-	0,03	0,049	0,612	670	30
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
6	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		54,00					

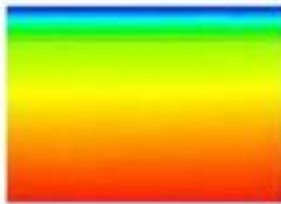
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,183
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	424
SFASAMENTO φ (h)	19,20
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,033
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



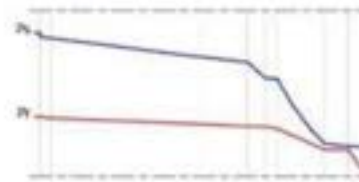
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

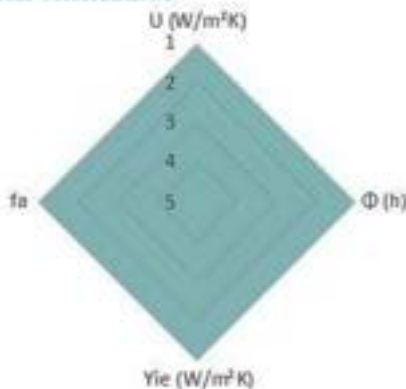
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$U \leq 0,38$	✓	A - B
$\phi \leq 0,30$	✓	C
$I_a \leq 0,26$	✓	D
$C_{ip} \leq 0,23$	✓	E
$Y_{ie} \leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.25 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.25

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 25 cm

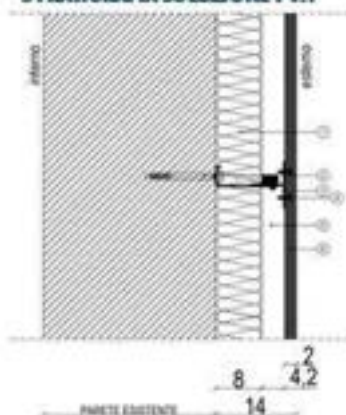
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
3	Isolante	-	0,03	0,026	1,154	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				39,00			

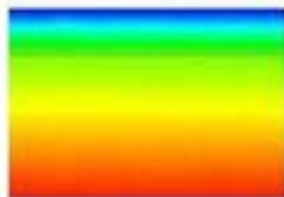
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,177
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	304
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	15,14
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,081
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	52,2
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,014

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



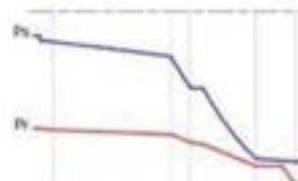
Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

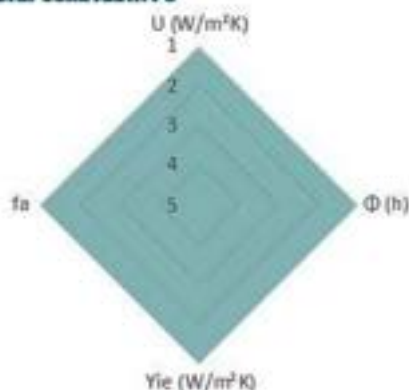
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F

S.C.



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.26 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.26

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 40 cm

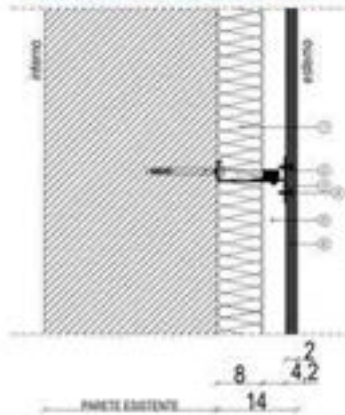
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
3	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
4	Isolante	-	0,03	0,03	1,000	670	30
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
6	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		54,00					

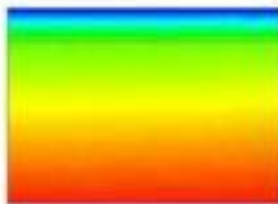
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,171
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	424
SFASAMENTO φ (h)	19,83
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,026
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

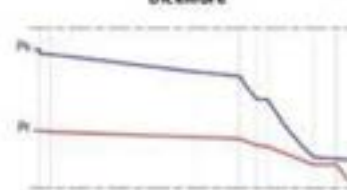


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

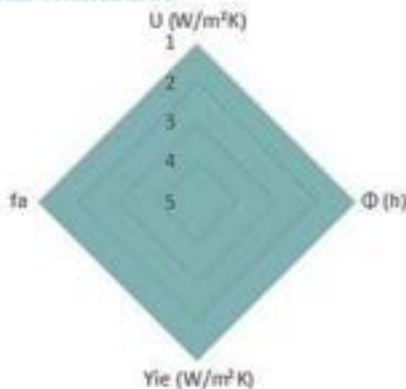


Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Stato	Classe
$U \leq 0,38$	✓	A - B
$\phi \leq 0,30$	✓	C
$I_a \leq 0,26$	✓	D
$C_{ip} \leq 0,23$	✓	E
$Y_{ie} \leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.27 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.27

Utilizzato dal 2006

Spessore tot: 34 cm

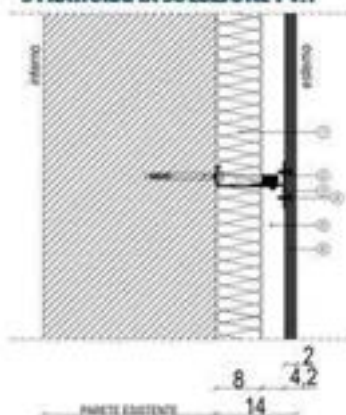
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 5 cm
3. Mattone alveolato: 25 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> ·K	m	W/m·K	m <sup>2</sup> ·K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Mattone alveolato	-	0,25	0,4	1,316	1000	650
3	Isolante	-	0,05	0,03	1,667	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					48,00		

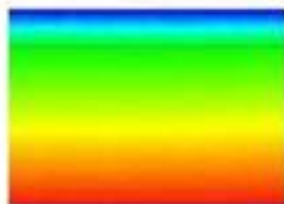
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,143
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	323
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	19,98
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,024
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	43,6
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



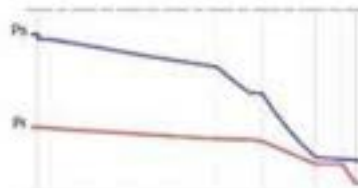
Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

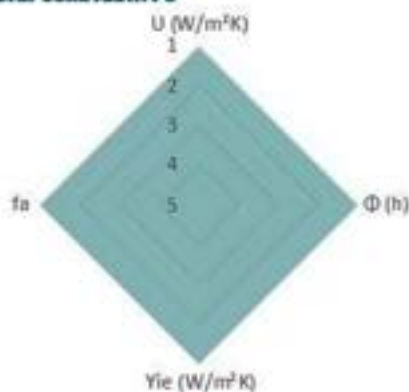
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F

S.C.



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.28 PV.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.28

Utilizzata dal 2006

Spessore 34 cm

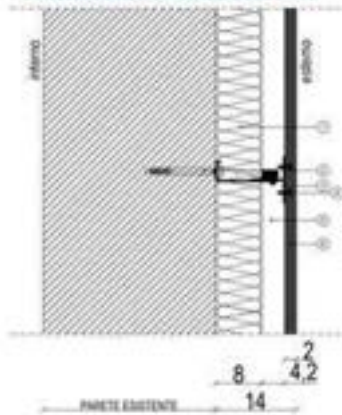
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 6 cm
3. Calcestruzzo: 24 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Poliuretano espanso
- Sp. : 0,08 m
- $\lambda$ : 0,022

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.1



- 1 Pannello isolante in poliuretano espanso 0,08 m
- 2 Tassello dimensionato secondo calcoli statici
- 3 Profilato in alluminio a T
- 4 Vite autofilettante inox 0,055x0,019
- 5 Camera d'aria 0,04
- 6 Rivestimento in grès 0,02 m

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	λ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,24	0,58	0,414	1000	1400
3	Isolante	-	0,06	0,026	2,308	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante in poliuretano espanso	-	0,08	0,022	3,636	1400	38
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		48,00					

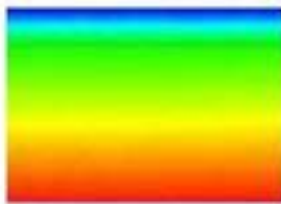
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,148
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	497
SFASAMENTO φ (h)	18,85
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,022
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	58,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



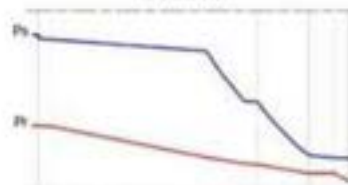
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

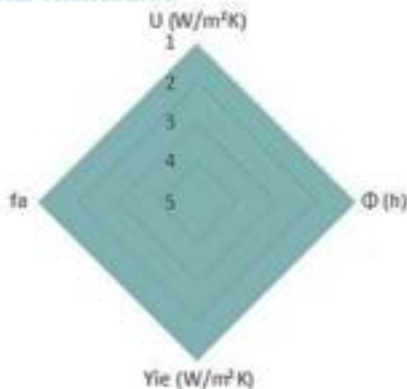
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento φ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## 11.4 Soluzione parete ventilata PV.2

### PARETE VENTILATA

#### CV.01 PV.2

##### CHIUSURA ESISTENTE CV.01

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 45 cm

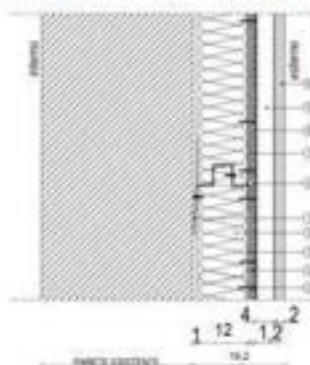
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 41 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lasta in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m³
- 5 Vite 4.2\*32 per lasta UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETÀ' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m²K	m	W/mK	m²K/W	J/kgK	kg/m³
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra naturale	-	0,41	2,40	0,171	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
5	Lasta in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		64,20			

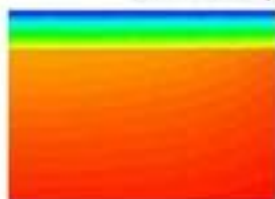
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U \text{ (W/m}^2\text{K)}$	0,230
MASSA SUPERFICIALE $(\text{kg/m}^2)$	1119
SPAZZAMENTO $\Phi \text{ (h)}$	16,20
FAITTORE DI ATTENUAZIONE $I_s$	0,031
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i} \text{ (kJ/m}^2\text{K)}$	72,4
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	0,007

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

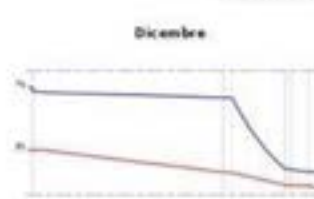


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

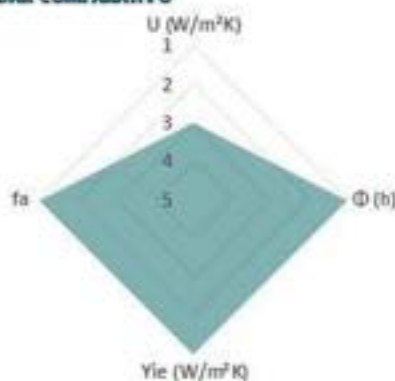


Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Clima Boreale Invernale 2020

Parametro	Limite	Classificazione
Spazamento $\Phi \text{ (h)}$	$\leq 0,38$	A - B
Fattore di attenuazione $I_s$	$\leq 0,30$	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i} \text{ (kJ/m}^2\text{K)}$	$\leq 0,26$	D
Trasmissione Periodica $Y_{ie} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$\leq 0,23$	E
	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi \text{ (h)}$	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_s$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i} \text{ (kJ/m}^2\text{K)}$	$C_{p,i} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.01.1 PV2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.01.1

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 34 cm

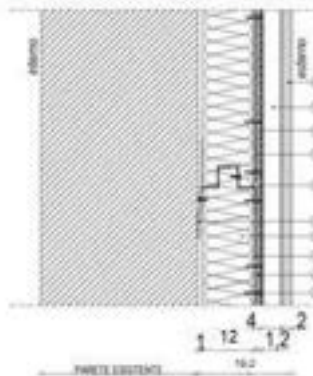
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Tufo: 30 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,305 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, stiffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in tufo	-	0,30	0,55	0,545	1000	1600
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1000	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		53,20					

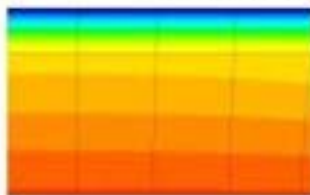
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,212
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	654
SFASAMENTO $\phi$ (h)	18,28
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,031
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	59,0
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

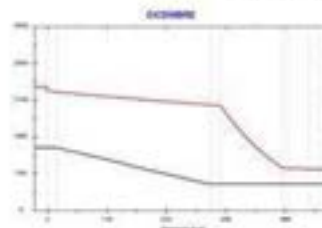


Mese critico: Dicembre

$F R_{si, \max} \leq F R_{si}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

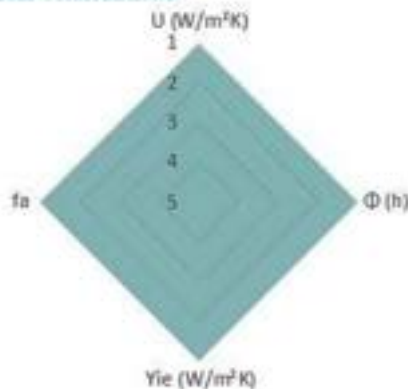
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009 S.C.

$\leq 0,38$	✓	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓		C
$\leq 0,26$	✓		D
$\leq 0,23$	✓		E
$\leq 0,22$	✓		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.01.2 PV2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.01.2

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 64 cm

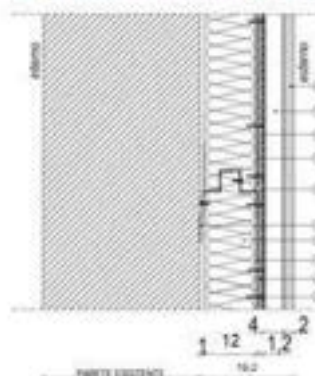
- 7. Intonaco esterno: 2 cm
- 8. Tufo: 60 cm
- 9. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	p
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in tufo	-	0,60	0,55	1,091	1000	1600
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1000	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		83,20					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,190
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1134
SFASAMENTO $\phi$ (h)	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,002
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	59,0
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,000

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

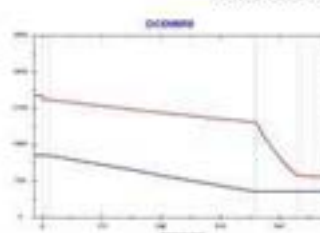


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

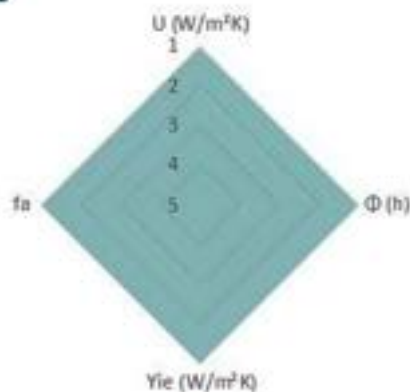
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RAD



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.02 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.02

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 60 cm

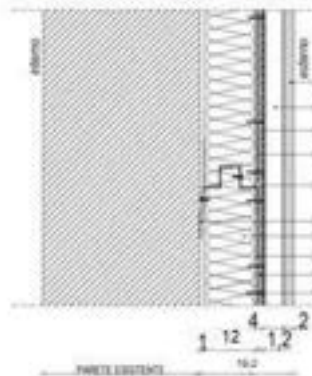
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,202 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	p
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra	-	0,56	2,40	0,233	1000	2500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		79,20					

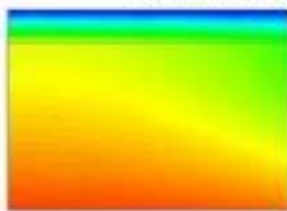
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,227
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1574
SFASAMENTO $\phi$ (h)	19,74
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,012
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

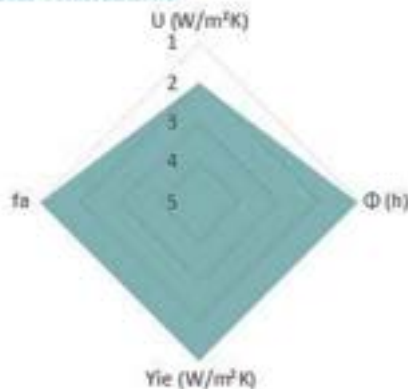
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009 S.C.

$\leq 0,38$	✓	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓		C
$\leq 0,26$	✓		D
$\leq 0,23$	✓		E
$\leq 0,22$	✓		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.03 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.03

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 40 cm

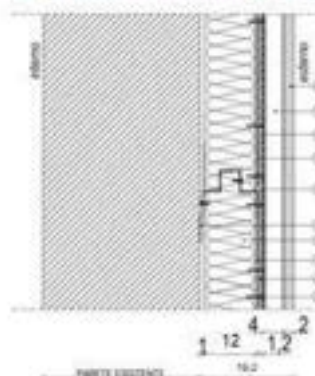
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 36 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra e mattoni	-	0,36	0,90	0,233	1000	1500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)						59,20	

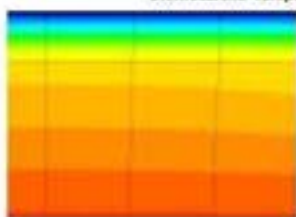
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,218
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	714
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,21
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,037
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,3
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,008

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

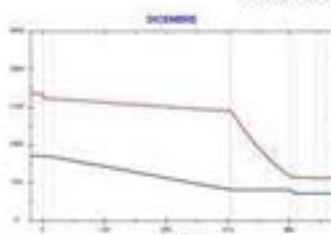


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

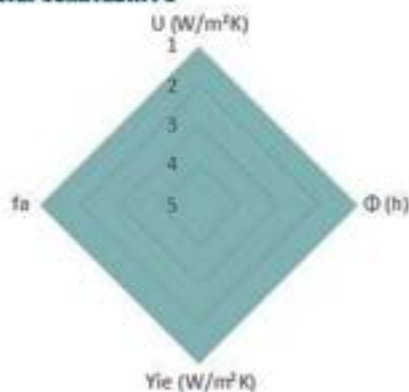
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RAI (RAI) COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.04 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.04

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 60 cm

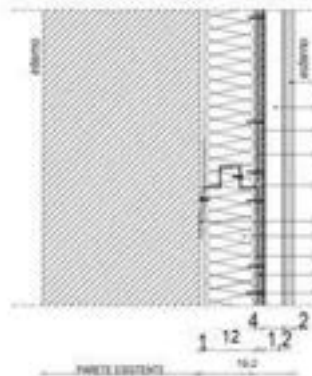
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in pietra e mattoni	-	0,56	0,90	0,622	1000	1500
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		77,20					

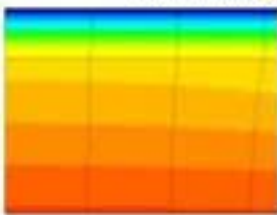
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,240
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1013
SFASAMENTO $\phi$ (h)	22,92
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,008
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

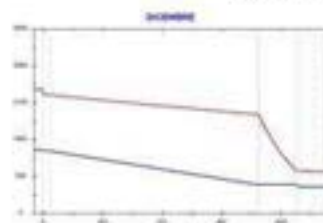


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

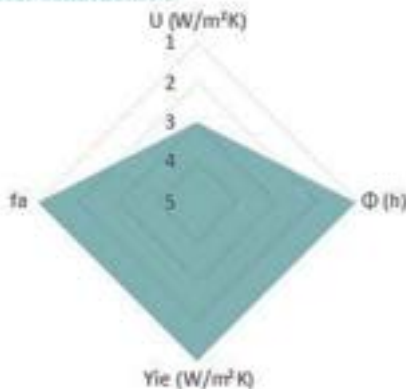
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RAE<sub>lim</sub> COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Limite	Valore	Classe
U	≤ 0,38	0,240	A-B
I <sub>a</sub>	≤ 0,30	0,008	C
C <sub>ip</sub>	≤ 0,26	62,4	D
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,23	0,002	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	0,002	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.05 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.05

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 25 cm

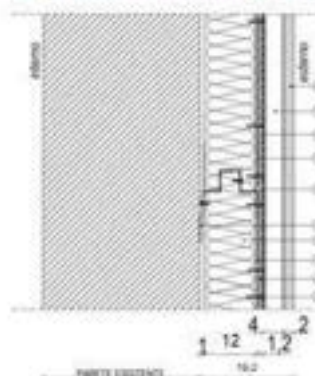
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,95 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	p
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,21	0,72	0,292	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		44,20					

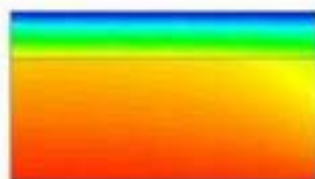
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,224
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	552
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	14,15
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,081
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,018

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



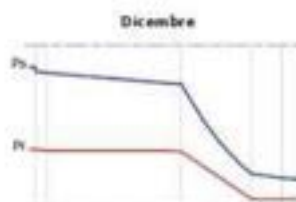
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



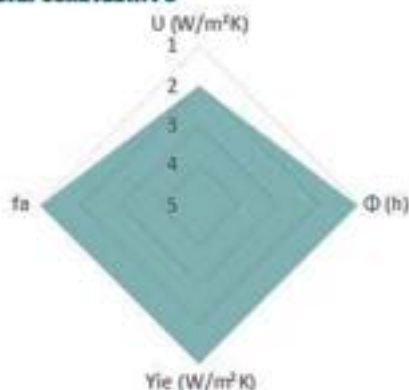
Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.06 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.06

Utilizzato dal 1900 al 1950

Spessore tot: 38 cm

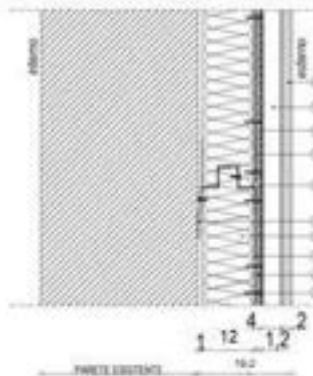
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 34 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,34	0,72	0,472	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)				57,20			

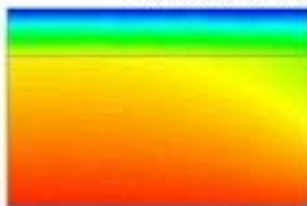
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,215
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	786
SFASAMENTO $\phi$ (h)	18,88
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,024
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,005

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

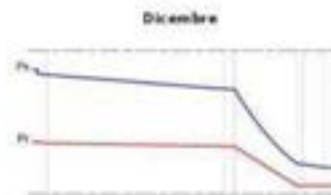


Mese critico: Dicembre

$F R_{si, \max} \leq F R_{si}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

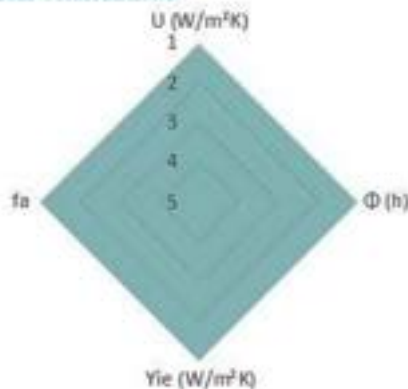
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.07 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.07

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 50 cm

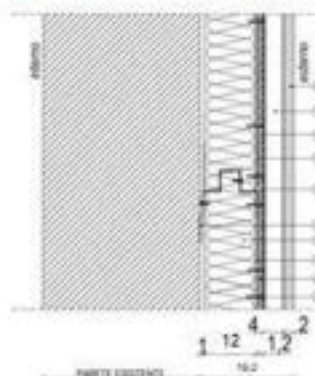
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 46 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	p
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,46	0,72	0,639	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1000	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		69,20					

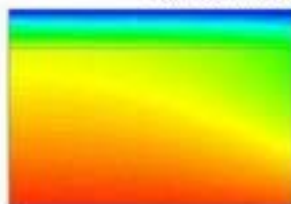
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,208
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1002
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	23,25
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,008
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

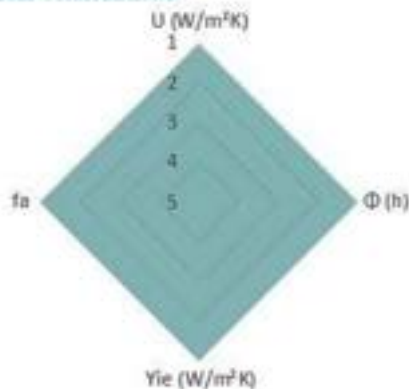


Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.08 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.08

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 62 cm

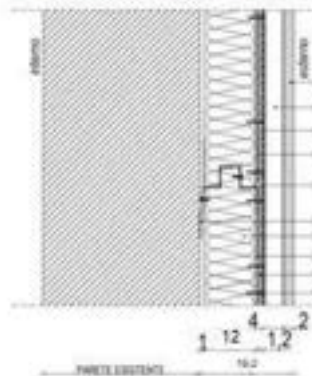
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 58 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rosante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	p
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in mattoni pieni	-	0,58	0,72	0,806	1000	1800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1000	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		81,20					

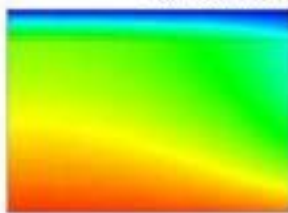
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,201
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1218
SFASAMENTO $\phi$ (h)	>24
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,003
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	62,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,001

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

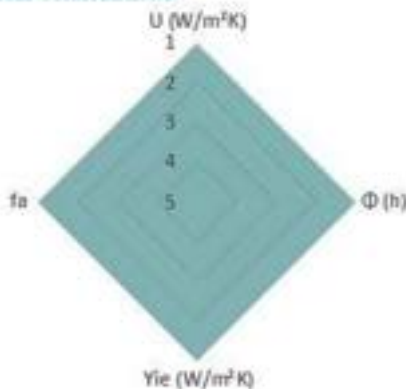
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Indicatore	Valore limite	Stato	Classe
$U$	$\leq 0,38$	✓	A - B
$\phi$	$\leq 0,30$	✓	C
$C_{ip}$	$\leq 0,26$	✓	D
$Y_{ie}$	$\leq 0,23$	✓	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.09 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.09

Utilizzata dal 1955 al 1975

Spessore tot: 18 cm

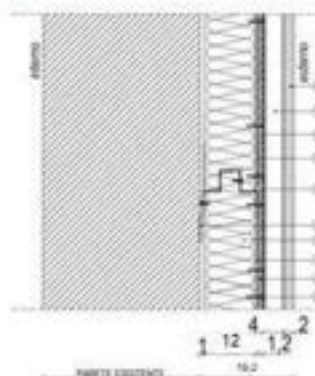
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 14 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 3,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,14	1,6	0,088	1000	1400
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1000	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)						37,20	

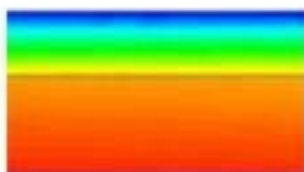
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,234
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	370
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	9,77
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,234
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,3
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,055

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



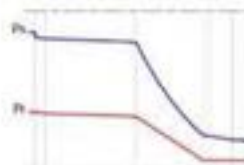
Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

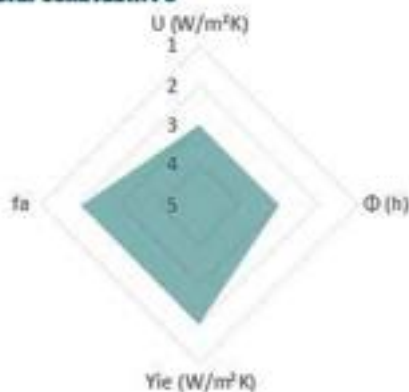
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F

S.C.



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.10 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.10

Utilizzato dal 1955 al 1975

Spessore tot: 30 cm

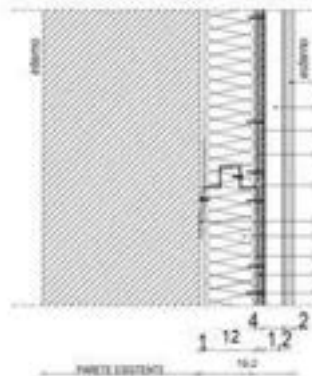
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 26 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,6	0,163	1000	1400
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)				49,20			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,230
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	538
SFASAMENTO $\phi$ (h)	12,16
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,117
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	67,6
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,027

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

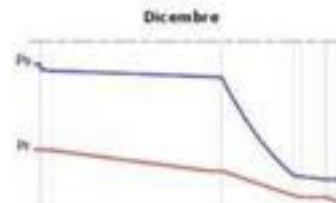


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

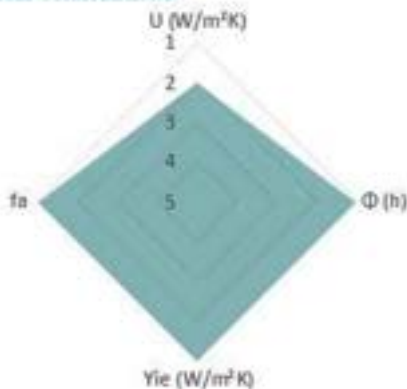
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## PARETE VENTILATA

### CV.11 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.11

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 18 cm

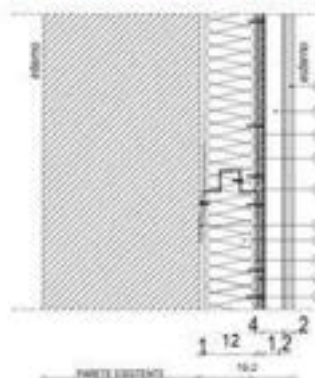
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 11 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,60	0,163	1000	1400
3	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		37,20					

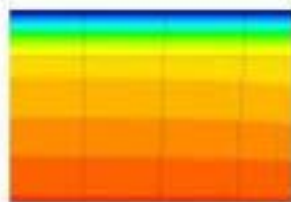
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,193
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	329
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	12,82
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,139
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	71,8
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,027

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

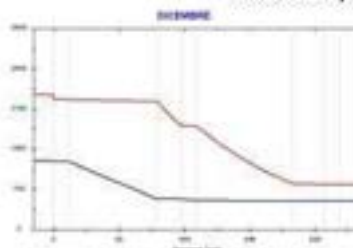


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

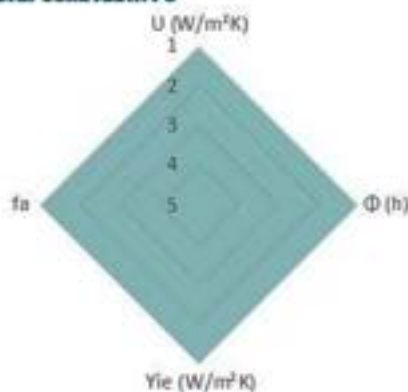
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.12 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.12

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

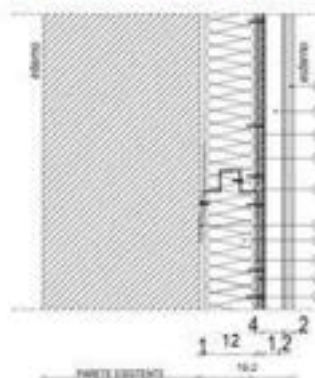
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	λ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,23	1,60	0,144	1000	1400
3	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		49,20					

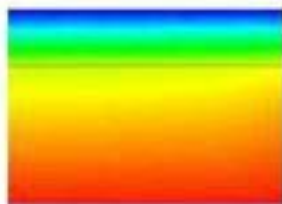
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,191
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	497
SFASAMENTO φ (h)	15,22
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,066
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	68,8
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,013

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

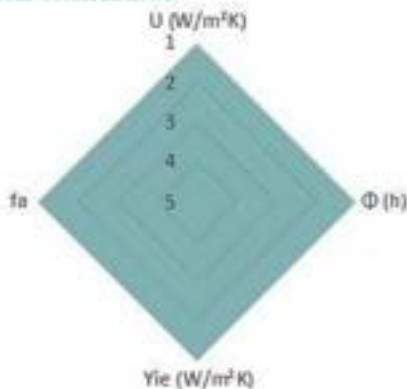
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.13 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.13

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 20 cm

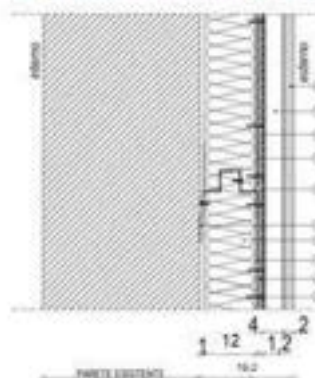
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 12 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> °K	m	W/m°K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,12	1,60	0,075	1000	1400
3	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		39,20					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,179
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	343
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,46
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,104
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	72,2
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,019

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura

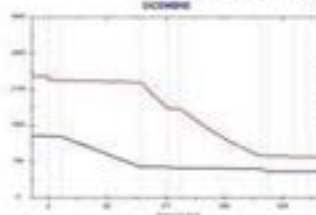


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

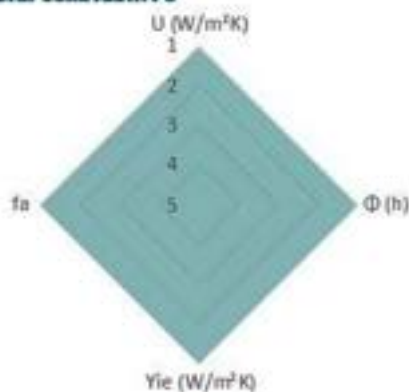
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.14 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.14

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore 30 cm

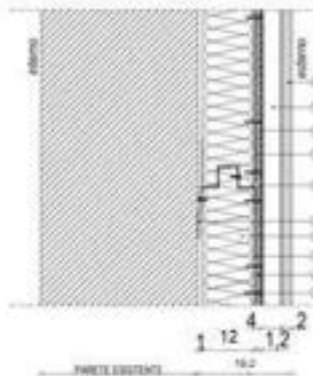
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 22 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,22	1,60	0,138	1000	1400
3	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)		49,20					

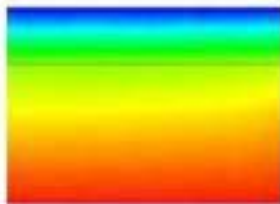
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,177
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	483
SFASAMENTO $\phi$ (h)	15,47
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,055
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	69,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,010

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

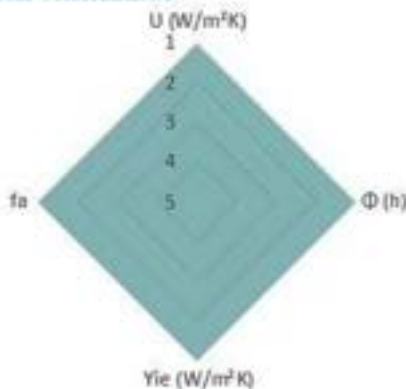
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.15 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.15

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 30 cm

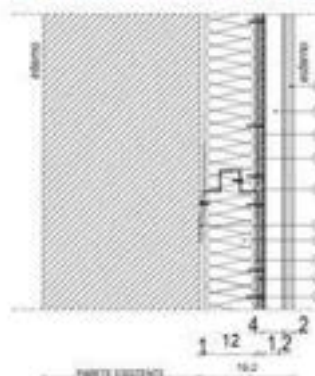
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 8 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
6	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
7	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
8	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
9	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		49,20			

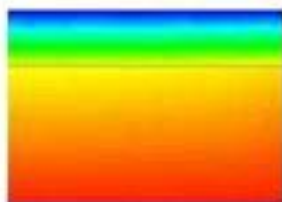
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,206
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	412
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,87
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,104
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,8
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,021

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

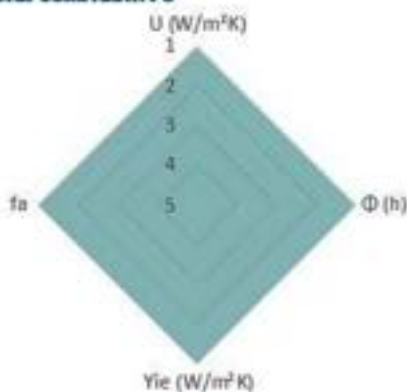


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.16 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.16

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore 40 cm

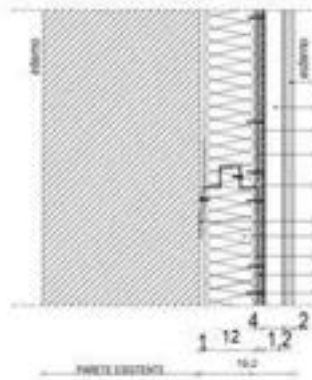
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 15 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	λ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
6	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
7	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
8	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
9	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				59,20			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,196
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	492
SFASAMENTO φ (h)	17,18
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,047
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,8
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,009

#### VERIFICHE TERMIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



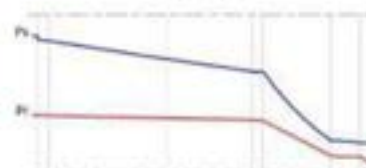
Mese critica: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

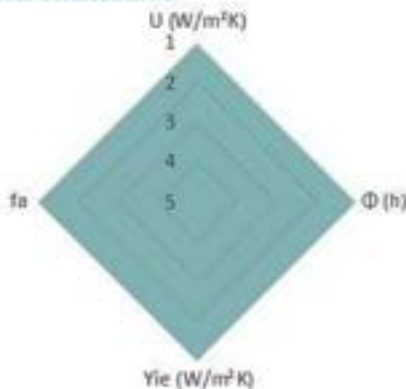
Dicembre



Mese critica: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.17 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.17

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 40 cm

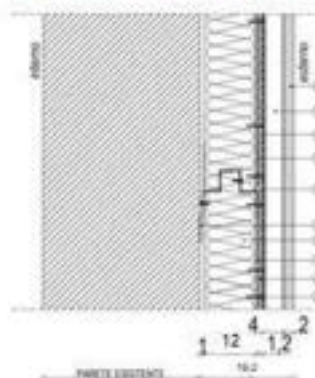
1. Mattone pieno: 17 cm
2. Intercapedine: 6 cm
3. Mattone forato: 15 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
4	Mattone pieno	-	0,17	0,72	0,236	1000	1800
6	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
7	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
8	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
9	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		59,20					

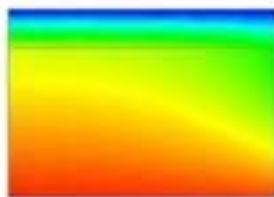
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,202
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	642
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,60
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,028
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	51,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

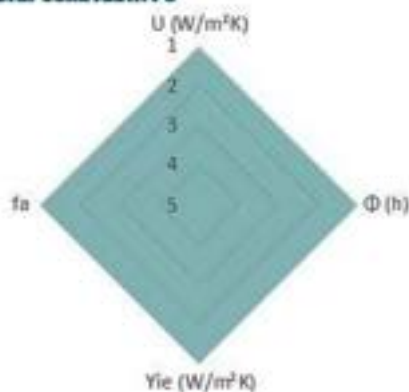
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.18 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.18

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

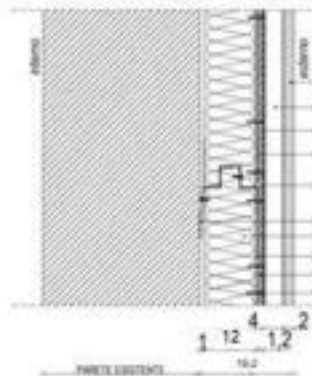
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 8 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, stiffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
3	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
5	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
8	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
9	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
10	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		49,20					

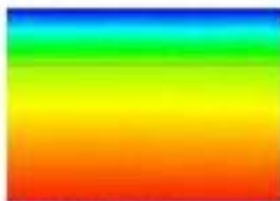
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,181
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	374
SFASAMENTO $\phi$ (h)	15,00
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,056
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	53,4
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,010

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

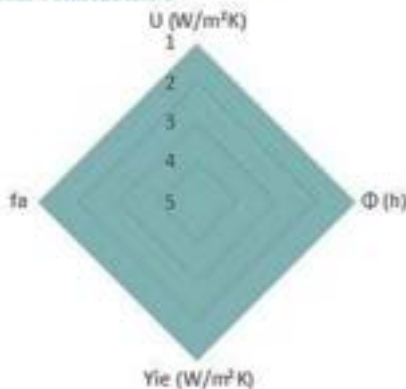


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## PARETE VENTILATA

### CV.19 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.19

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

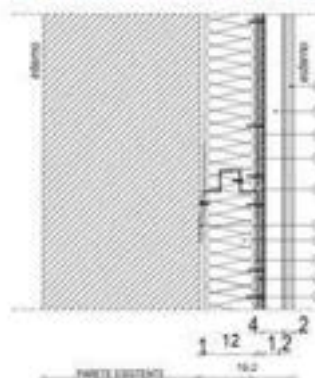
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 15 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp. : 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
3	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
8	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
9	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
10	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		59,20					

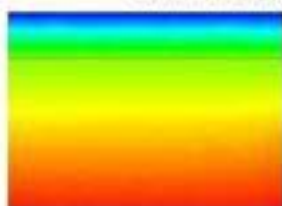
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,173
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	454
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	18,38
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,025
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	53,3
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

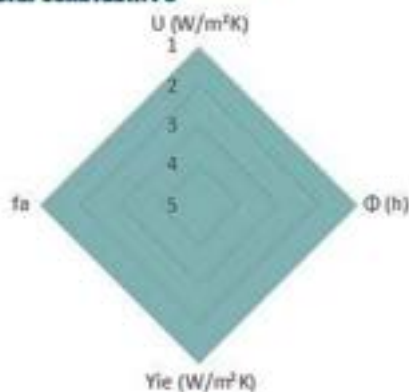


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.20 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.20

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore tot: 30 cm

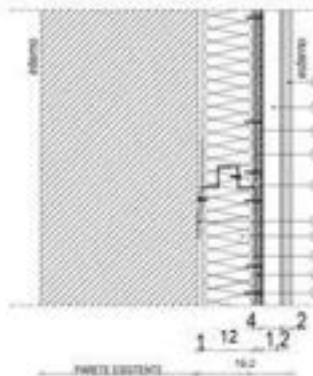
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoncino forato: 12 cm
3. Isolante: 4 cm
4. Intercapedine: 4 cm
5. Mattoncino forato: 6 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
3	Aria	-	0,04	4	0,180	1000	1300
4	Isolante	-	0,04	0,045	0,889	670	30
5	Forato	-	0,06	0,4	0,150	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
7	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
8	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
9	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
10	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		49,20					

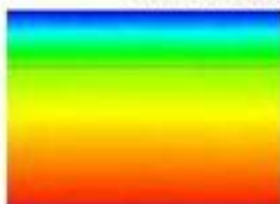
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,176
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	371
SFASAMENTO $\phi$ (h)	15,06
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,059
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	54,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,010

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



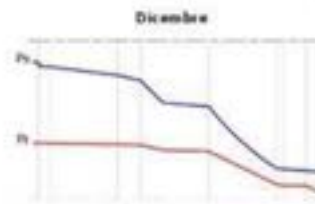
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

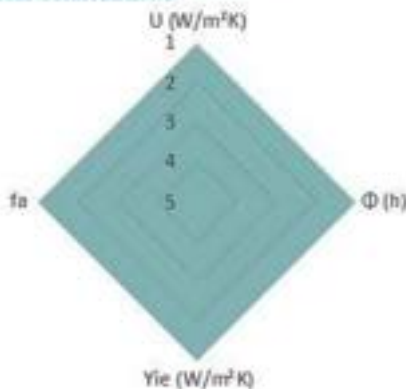


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$		A - B
$\leq 0,30$		C
$\leq 0,26$		D
$\leq 0,23$		E
$\leq 0,22$		F



##### REGIME ESTIVO

Stasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	

## PARETE VENTILATA

### CV.21 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.21

Utilizzata dal 1950 al 1975

Spessore tot: 25 cm

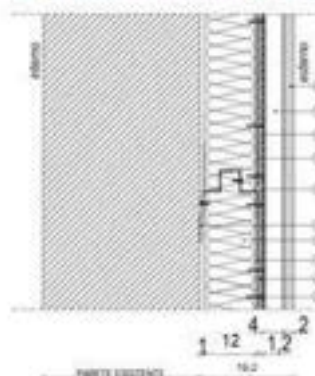
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETÀ' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,21	0,4	0,525	1000	800
3	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
4	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
5	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
6	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
7	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
<b>SPESSORE TOT. (m)</b>				<b>44,20</b>			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,213
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	342
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,37
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,125
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,9
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,027

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

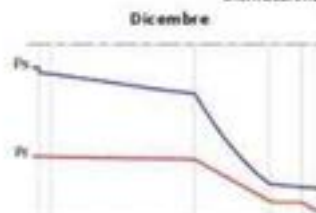


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

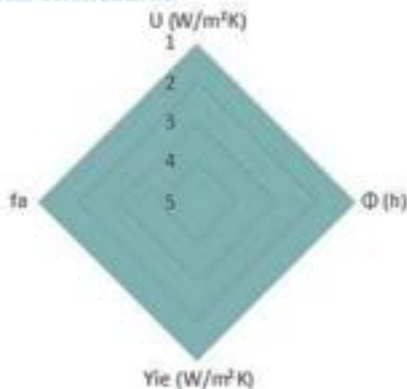
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2009

Parametro	Valore limite	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
Φ	≤ 0,30	C
C <sub>ip</sub>	≤ 0,26	D
C <sub>ie</sub>	≤ 0,23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.22 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.22

Utilizzata dal 1950 al 1975

Spessore tot: 40 cm

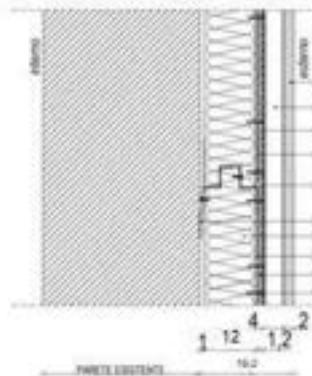
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Mattone forato: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	λ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
3	Forato	-	0,23	0,4	0,575	1000	800
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		58,20					

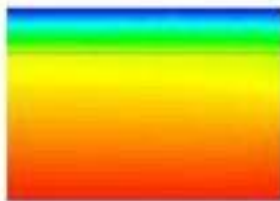
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,198
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	454
SFASAMENTO φ (h)	17,91
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,041
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,8
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,008

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



Mese critico: Dicembre

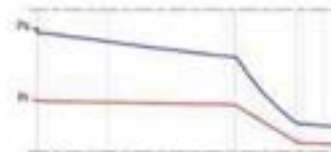
$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

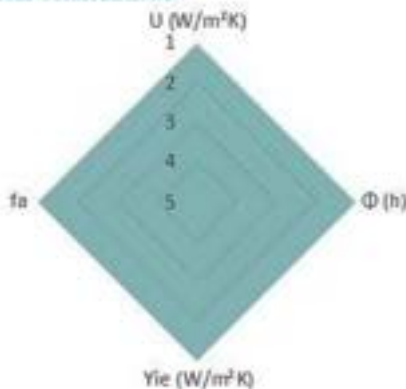


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
≤ 0,38	✓	A - B
≤ 0,30	✓	C
≤ 0,26	✓	D
≤ 0,23	✓	E
≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento φ (h)	φ > 6	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.23 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.23

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 25 cm

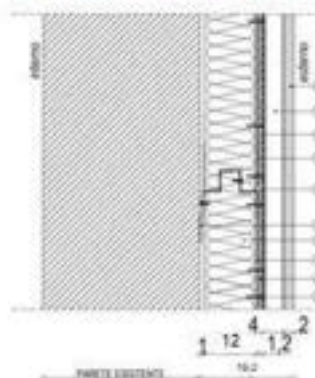
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
3	Isolante	-	0,03	0,04	0,750	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				44,20			

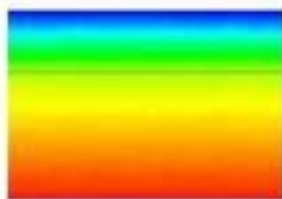
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,186
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	319
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	15,18
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,094
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	52,0
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,018

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

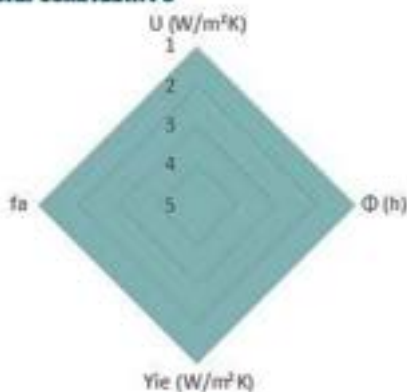
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Norma	Classificazione
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.24 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.24

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

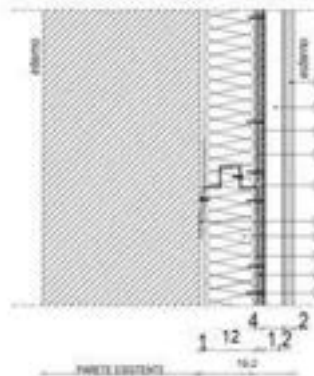
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
3	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
4	Isolante	-	0,03	0,049	0,612	670	30
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
6	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
7	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
8	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
9	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		59,20					

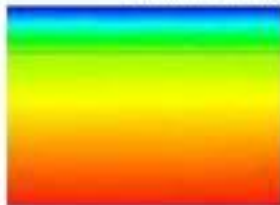
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,178
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	439
SFASAMENTO $\phi$ (h)	19,77
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,031
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,005

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

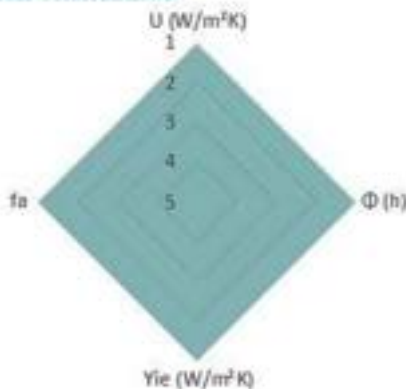
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.25 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.25

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 25 cm

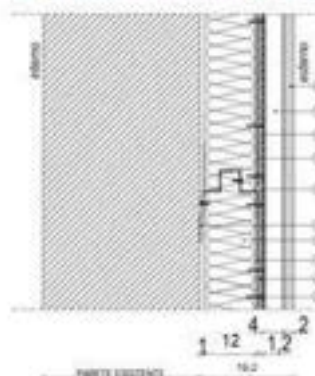
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
3	Isolante	-	0,03	0,026	1,154	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					44,20		

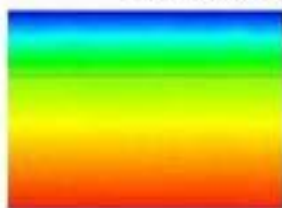
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,173
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	319
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	15,71
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,076
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	52,2
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,013

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

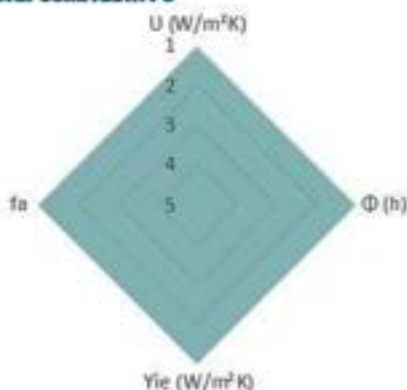
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## PARETE VENTILATA

### CV.26 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.26

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore tot: 40 cm

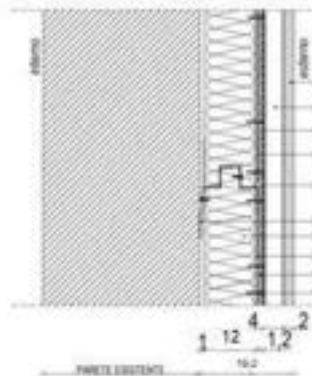
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, stiffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
3	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
4	Isolante	-	0,03	0,03	1,000	670	30
5	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
6	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
7	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
8	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
9	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				59,2			

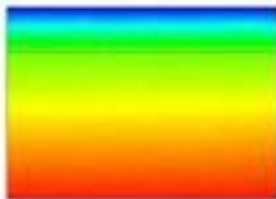
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,167
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	439
SFASAMENTO $\phi$ (h)	20,40
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,024
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	50,7
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

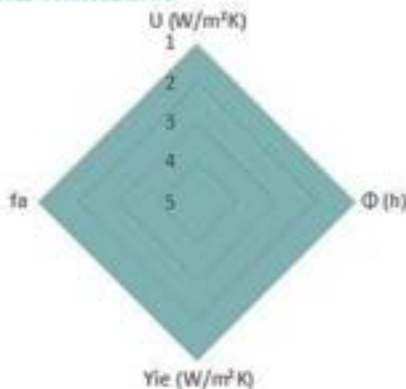


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_n$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Ministeriale Edilizia 2009	Verifica	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.27 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.27

Utilizzato dal 2006

Spessore tot: 34 cm

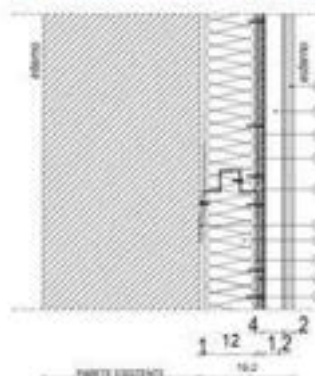
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 5 cm
3. Mattone alveolato: 25 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con rasante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> *K	m	W/m*K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Mattone alveolato	-	0,25	0,4	1,316	1000	650
3	Isolante	-	0,05	0,03	1,667	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				53,20			

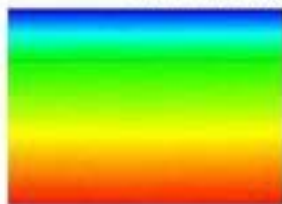
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,140
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	338
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	20,55
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,022
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	43,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre

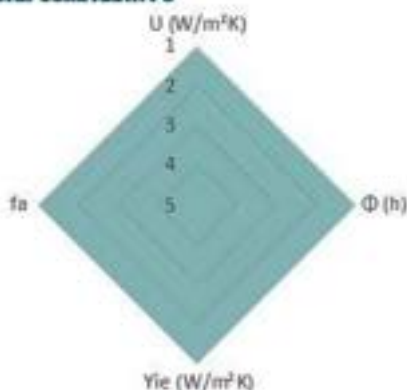


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## PARETE VENTILATA

### CV.28 PV.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.28

Utilizzato dal 2006

Spessore 34 cm

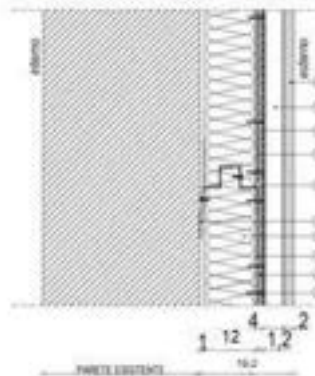
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 6 cm
3. Calcestruzzo: 24 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico
- Lana di roccia
- Sp.: 0,12 m
- $\lambda$ : 0,032

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE PV.2



- 1 Struttura di aggancio con orditura d'acciaio zincato 0,010 m, passo 0,6 m, staffe tassellate 0,03/0,01 m
- 2 Pannello isolante semirigido in lana minerale 0,12 m
- 3 Montante di sezione 0,05\*0,12\*0,05m
- 4 Lastra in calcio silicato 0,012 m ad elevata densità 1.200 kg/m<sup>3</sup>
- 5 Vite 4.2\*32 per lastra UR
- 6 Stuccatura dei giunti con resante
- 7 Guida inferiore di sezione ad «U» o «M»
- 8 Carta Kraft - impermeabilizzazione
- 9 Profilo in alluminio lavorato o preassemblato alla finitura 0,04 m - camera d'aria
- 10 Finitura in grès

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> *K	s m	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
2	Muratura in calcestruzzo	-	0,24	0,58	0,414	1000	1400
3	Isolante	-	0,06	0,026	2,308	670	30
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
5	Pannello isolante semirigido in lana minerale	-	0,12	0,032	3,750	1030	30
6	Lastra in calcio silicato	-	0,012	0,390	0,031	900	1200
7	Camera d'aria ventilata	-	0,04	0,250	0,160	1000	1300
8	Rivestimento in grès	-	0,02	1,300	0,015	840	2000
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		53,20					

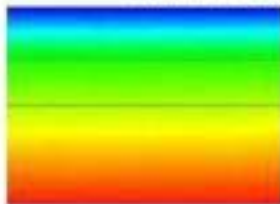
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,145
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	512
SFASAMENTO $\phi$ (h)	19,43
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,020
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	58,1
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



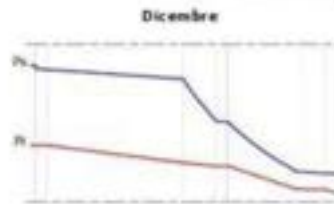
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

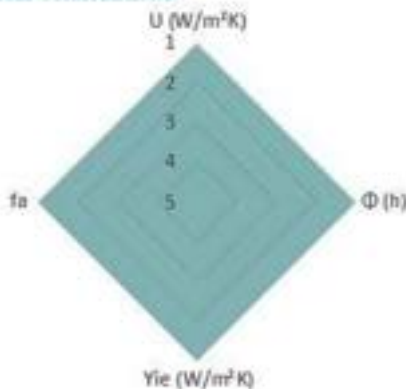


Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

### 11.5 Soluzione isolamento interno SI.1

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.01 SI.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.01

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 45 cm

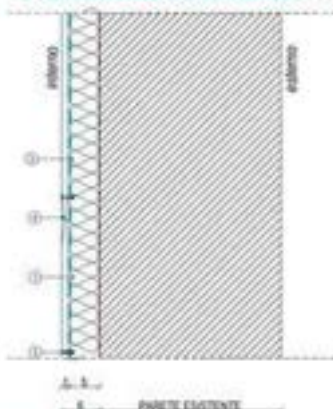
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 41 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**Aerogel**  
Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lasta in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitano della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in pietra naturale	-	0,41	2,40	0,171	1000	2500
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitano della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					51,50		

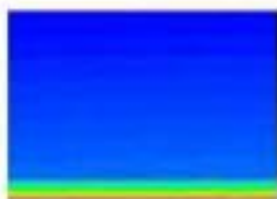
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,265
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	1121
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	15,39
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,062
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,8
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,017

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

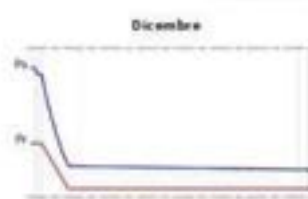


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, \max} \leq F_{Ri}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

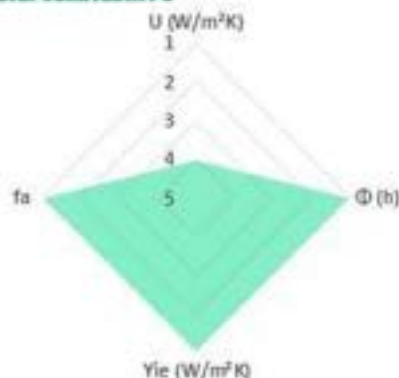
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Clima Temperato Eurobarra 2020

Parametro	Limite	Classificazione
Spazamento $\Phi$ (h)	$\leq 0,38$	A-B
Fattore di attenuazione $I_a$	$\leq 0,30$	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,26$	D
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	E
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.01.1 SI.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV01

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 34 cm

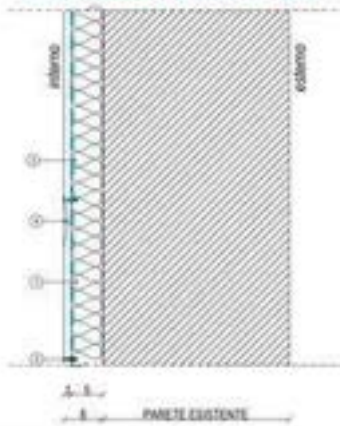
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Tufo: 30 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,305 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**Aerogel**  
 Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in tufo	-	0,30	0,55	0,545	1000	1600
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					40,50		

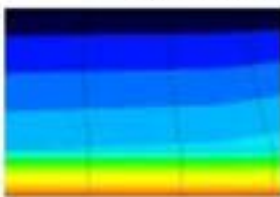
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,241
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	576
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	17,21
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,052
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,8
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,012

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
 Decreto Regionali Edilizia 2020 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.01.2 SI.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV01.2

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 64 cm

7. Intonaco esterno: 2 cm

8. Tufo: 60 cm

9. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

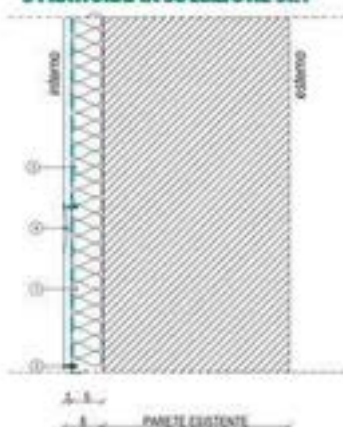
Organico sintetico:

Aerogel

Sp.: 0,05 m

$\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in tufo	-	0,60	0,55	1,091	1000	1600
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					70,50		

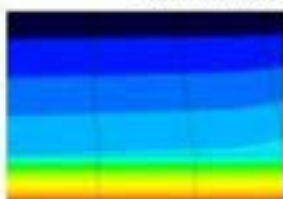
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,213
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1056
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	5,00
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,003
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,001

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

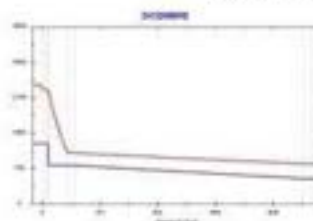


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

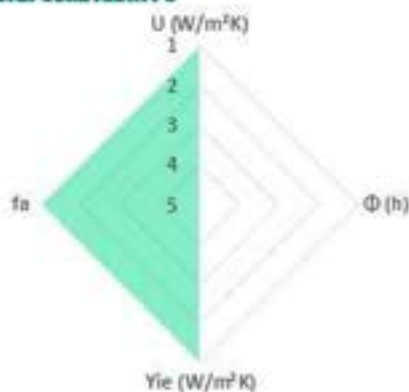
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Valore	Classe
U	$\leq 0,38$	0,213	A-B
$\Phi$	$\leq 3,0$	5,00	C
$T_{ie}$	$\leq 0,26$	0,001	D
$T_{ie}$	$\leq 0,23$	0,001	E
$T_{ie}$	$\leq 0,22$	0,001	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.02 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV02

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 60 cm

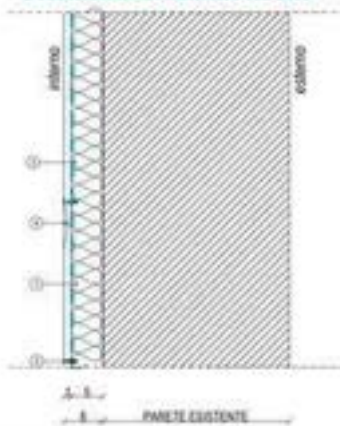
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,202 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel**
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in pietra	-	0,56	2,40	0,233	1000	2500
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					66,50		

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,26
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1496
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	18,92
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,025
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,9
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2020

Indicatore	Limite	Valore	Classificazione
Spazamento $\Phi$ (h)	$\geq 6$	$\geq 18,92$	A-B
Fattore di attenuazione $I_a$	$\leq 0,30$	$\leq 0,025$	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\geq 26$	$\geq 18,9$	D
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	$\leq 0,007$	E
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	$\leq 0,007$	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	$\checkmark$
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	$\checkmark$
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	$\checkmark$
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	$\checkmark$

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.03 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV03

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 40 cm

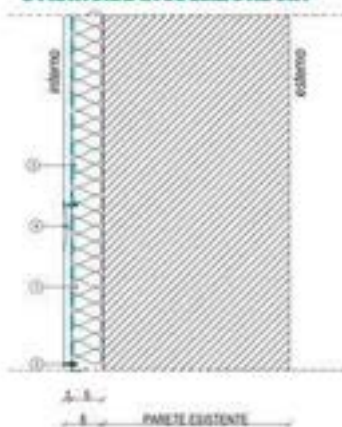
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 36 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in pietra e mattoni	-	0,36	0,90	0,233	1000	1500
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		46,50					

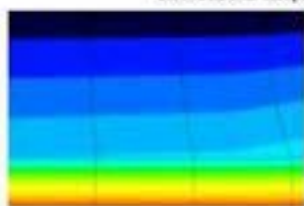
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,249
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	636
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	16,18
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,064
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,8
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,016

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009 S.C.

$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.04 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV04

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 60 cm

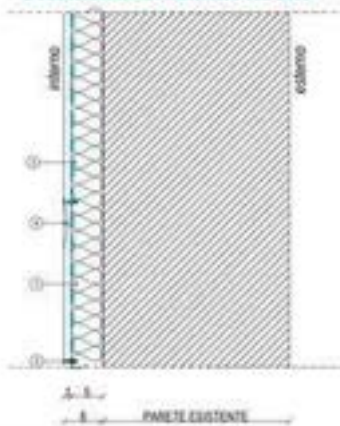
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel**
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in pietra e mattoli	-	0,56	0,90	0,622	1000	1500
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					66,50		

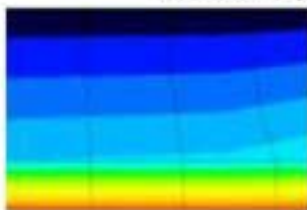
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,236
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	936
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	22,13
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,014
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,9
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

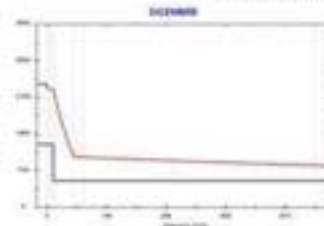


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Valore	Classificazione
U	≤ 0,38	0,236	A-B
Φ	≤ 30	22,13	C
$T_{p,e}$	≤ 0,26	0,003	D
$T_{p,i}$	≤ 0,23	0,003	E
$T_{p,e}$	≤ 0,22	0,003	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.05 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV05

Utilizzato dal 1900 al 1950

Spessore tot: 25 cm

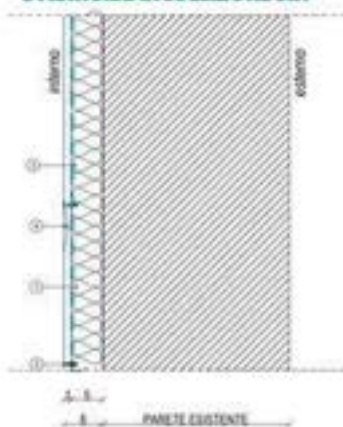
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,95 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in mattoni pieni	-	0,21	0,72	0,292	1000	1800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)					
				31,50			

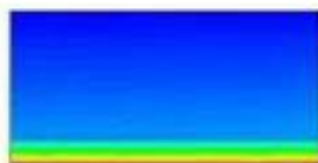
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,256
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	474
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,14
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,140
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,036

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F R_{si, \max} \leq F R_{si} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.06 SL1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV06

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 38 cm

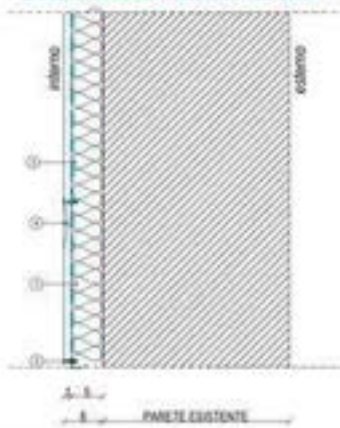
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 34 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel**
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in mattoni pieni	-	0,34	0,72	0,472	1000	1800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					44,50		

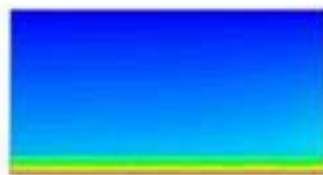
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,245
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	708
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,85
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,042
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,8
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,010

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

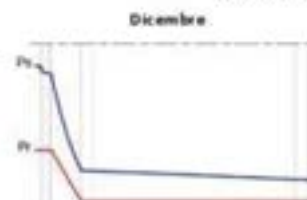


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	<input type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.07 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV07

Utilizzato dal 1900 al 1950

Spessore tot: 50 cm

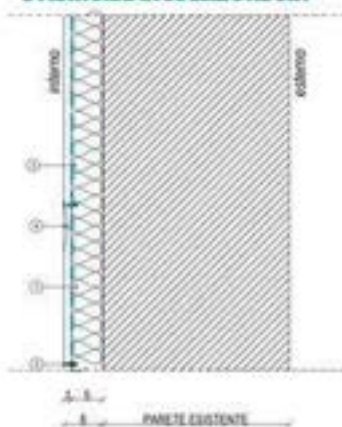
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 46 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in mattoni pieni	-	0,46	0,72	0,639	1000	1800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				56,50			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,235
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	924
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	22,22
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_s$	0,014
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,9
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

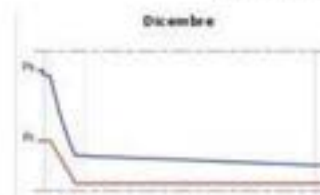


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Criterio Regime Invernale 2020

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F

S.C.



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_s$	$F_s < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.08 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV08

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 62 cm

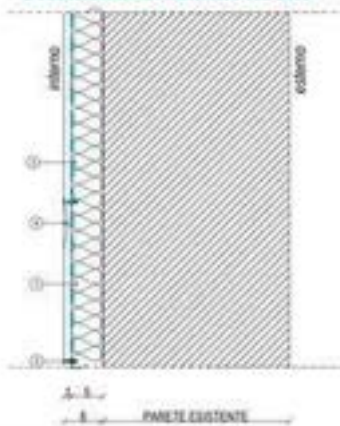
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 58 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel**
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



1. Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  2. Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  3. Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  4. Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in mattoni pieni	-	0,58	0,72	0,806	1000	1800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					68,50		

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,227
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	1140
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	26,59
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,005
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,001

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Regola/Economia 2009

Parametro	Valore limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 30$	C
$T_{p,e}$	$\leq 0,26$	D
$T_{p,i}$	$\leq 0,23$	E
$T_{p,e}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.09 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV09

Utilizzato dal 1955 al 1975

Spessore tot: 18 cm

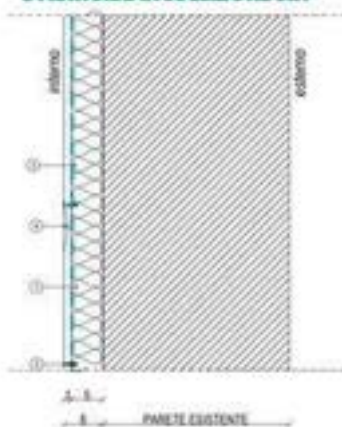
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 14 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 3,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,14	1,6	0,088	1000	1400
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		24,50					

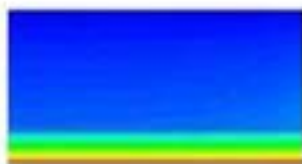
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,271
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	292
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	8,54
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,443
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	20,6
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,12

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

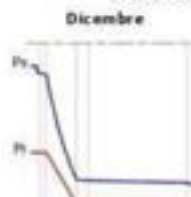


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

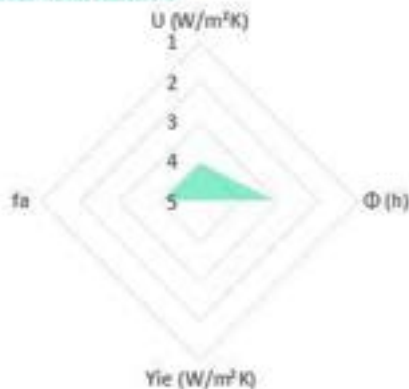
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
Φ	≤ 30	C
C <sub>ip</sub>	≤ 26	D
Y <sub>ie</sub>	≤ 23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.10 SL1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV10

Utilizzata dal 1955 al 1975

Spessore tot: 30 cm

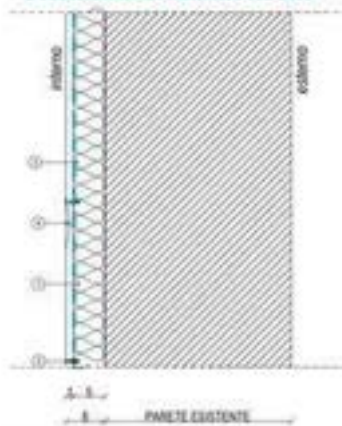
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 26 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
Aerogel  
Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,6	0,163	1000	1400
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					36,50		

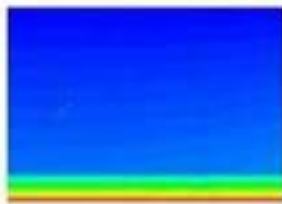
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,265
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	460
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	11,21
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,218
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,5
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,058

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

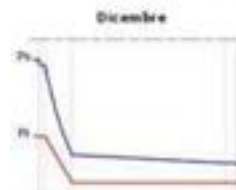


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	<input type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.11 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.1

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 18 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 11 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

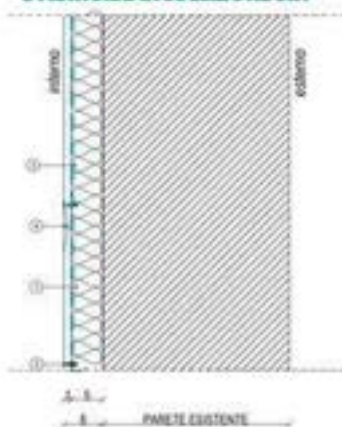
Organico sintetico:

Aerogel

Sp.: 0,05 m

$\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,60	0,163	1000	1400
6	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		24,50					

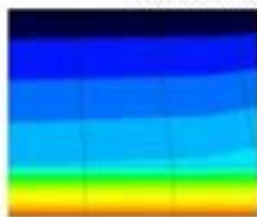
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,217
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	251
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	10,33
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,079
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,017

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Criterio Regime Economico 2020

Indicatore	Valore limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 30$	C
$Y_{ie}$	$\leq 0,26$	D
$f_a$	$\leq 0,23$	E
$f_{a,lim}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$ ✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$ ✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ ✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$ ✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.12 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV12

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

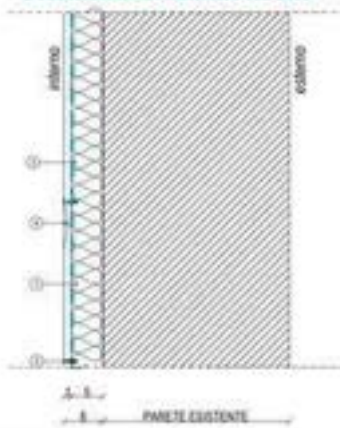
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
Aerogel  
Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,23	1,60	0,144	1000	1400
6	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)						36,50	

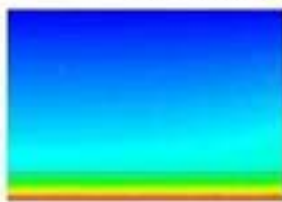
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,215
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	419
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	12,26
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,039
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,0
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,008

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

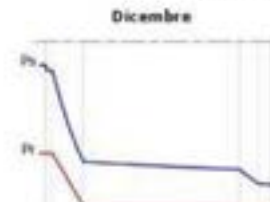


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Valore limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 3,0$	C
$C_{p,i}$	$\leq 2,6$	D
$Y_{ie}$	$\leq 0,23$	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.13 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CVI.3

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore 20 cm

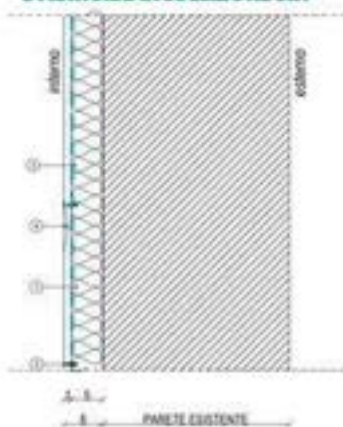
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 12 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**Aerogel**  
Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,12	1,60	0,075	1000	1400
6	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				26,50			

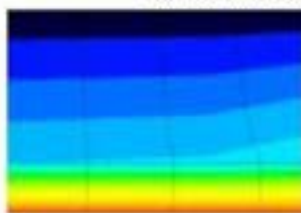
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,199
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	265
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	10,57
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,058
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,1
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,012

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

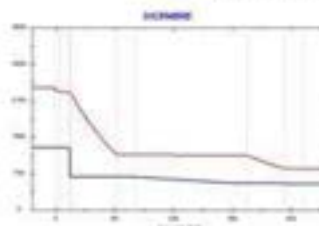


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
Spagamento $\Phi$ (h)	$\geq 6$	A - B
Fattore di attenuazione $I_a$	$\leq 0,30$	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,26$	D
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	E
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.14 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CVI.4

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 30 cm

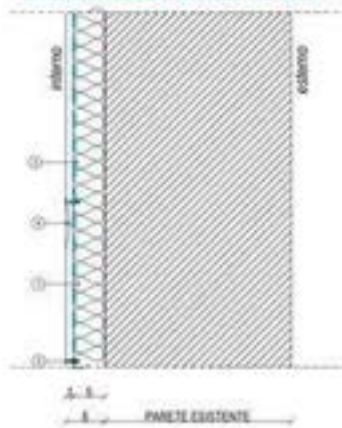
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 22 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
Aerogel  
Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,22	1,60	0,138	1000	1400
6	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		36,50					

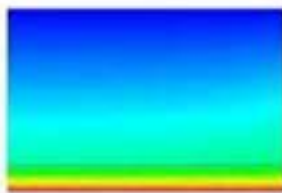
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	0,197
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	405
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	12,16
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,032
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> ·K)	19,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Ecologici 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> ·K)	$C_{p,i} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	$T_{p,e} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.15 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV15

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 30 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 8 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

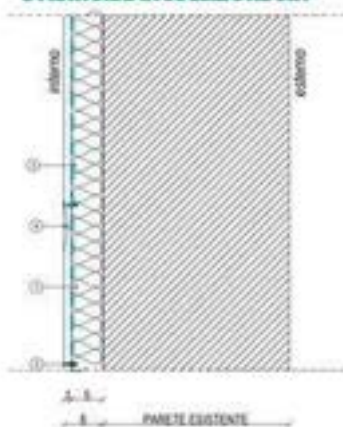
Organico sintetico:

Aerogel

Sp.: 0,05 m

$\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
6	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
7	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
8	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		36,50					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,233
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	334
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,13
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,137
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,032

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



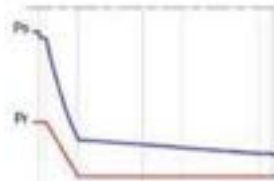
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Requisiti Edilizi 2009	Classe	Stato
$\leq 0,38$	A - B	<input checked="" type="checkbox"/>
$\leq 0,30$	C	<input checked="" type="checkbox"/>
$\leq 0,26$	D	<input checked="" type="checkbox"/>
$\leq 0,23$	E	<input checked="" type="checkbox"/>
$\leq 0,22$	F	<input type="checkbox"/>



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.16 SL1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV16

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 15 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

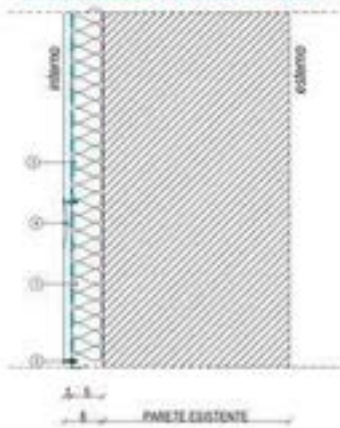
Organico sintetico:

Aerogel

Sp.: 0,05 m

$\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
7	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
8	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					46,50		

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,22
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	414
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	16,45
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,063
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,9
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,014

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

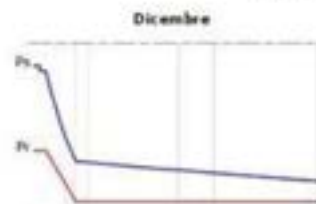


Mese critico: Dicembre

$$F R_{si, \max} \leq F R_{si} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Regola di Ecolinea 2020

Indicatore	Valore limite	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
Φ	≥ 3,0	C
I <sub>a</sub>	≤ 0,26	D
C <sub>ip</sub>	≥ 0,23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.17 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV17

Utilizzata dal 1930 al 1975

Spessore tot: 40 cm

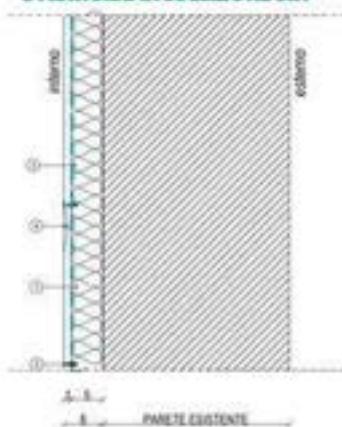
1. Mattone pieno: 17 cm
2. Intercapedine: 6 cm
3. Mattone forato: 15 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel**
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	$\lambda$ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
7	Mattone pieno	-	0,17	0,72	0,236	1000	1800
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESORE TOT. (m)		46,50					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,228
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	564
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	17,23
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,063
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,8
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,014

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

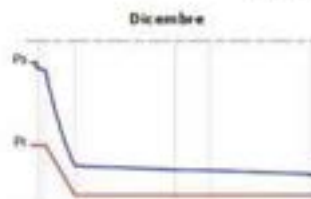


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 30$	C
$C_{ip}$	$\leq 26$	D
$T_{ie}$	$\leq 23$	E
$T_{ie}$	$\leq 22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.18 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV18

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

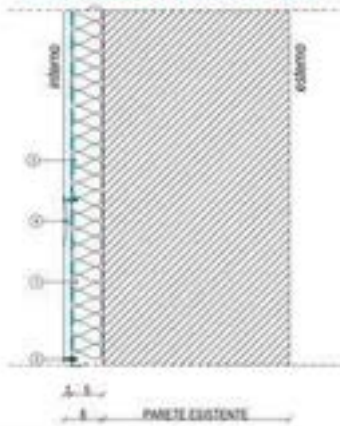
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 8 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
6	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
7	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
8	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
9	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		36,50					

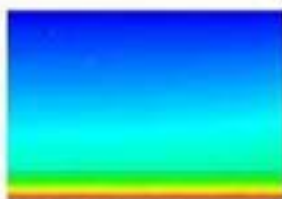
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,202
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	296
SFASAMENTO $\phi$ (h)	14,11
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,087
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,0
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,018

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Regola Edilizia 2020

Parametro	Limite	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
fa	≤ 0,30	C
phi	≤ 0,26	D
C <sub>ip</sub>	≤ 0,23	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$I_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.19 SL1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV19

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 15 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

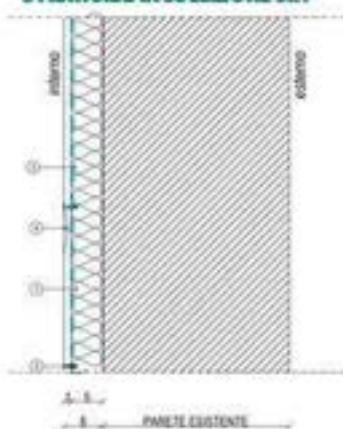
Organico sintetico:

Aerogel

Sp.: 0,05 m

$\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
7	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
8	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
9	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		46,50					

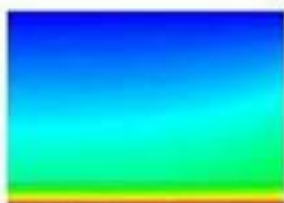
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,187
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	400
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,21
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,039
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,9
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
U	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 30$	C
$I_a$	$\leq 0,26$	D
$C_{ip}$	$\leq 0,23$	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.20 SL1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV20

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore tot: 30 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 4 cm
4. Intercapedine: 4 cm
5. Mattone forato: 6 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

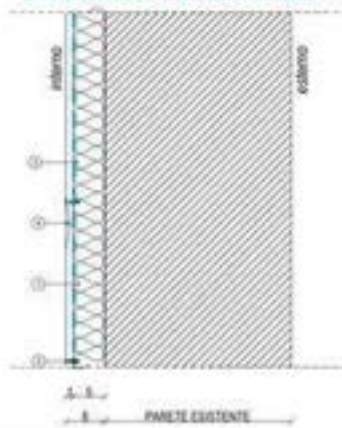
Organico sintetico:

Aerogel

Sp.: 0,05 m

$\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
6	Aria	-	0,04	4	0,180	1000	1300
7	Isolante	-	0,04	0,045	0,889	670	30
8	Forato	-	0,06	0,4	0,150	1000	800
9	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		36,50					

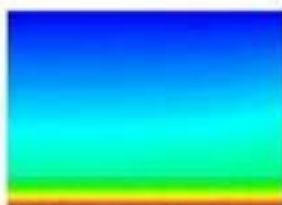
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,19
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	317
SFASAMENTO $\phi$ (h)	13,04
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,080
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,0
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,016

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

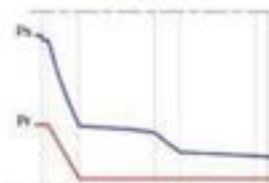
$$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Verifica	Classe
U	≤ 0,38	✓	A - B
fa	≤ 0,30	✓	C
phi	≤ 0,26	✓	D
C <sub>ip</sub>	≤ 0,23	✓	E
Y <sub>ie</sub>	≤ 0,22	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\phi$ (h)	$\phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	I <sub>a</sub> < 0,60	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Y <sub>ie</sub> < 0,10	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.21 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV.21

Utilizzata dal 1950 al 1975

Spessore tot: 25 cm

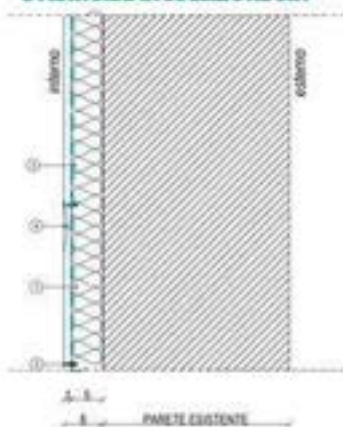
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**Aerogel**  
Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,21	0,4	0,525	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)						31,50	

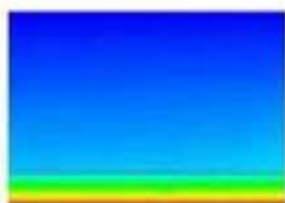
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,242
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	264
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	12,27
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,187
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,2
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,045

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

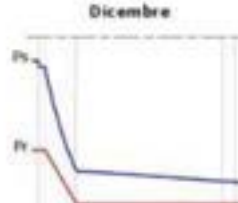


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2020

Parametro	Limite	Classificazione
Spagamento $\Phi$ (h)	$\geq 0,30$	A - B
Fattore di attenuazione $I_a$	$\leq 0,30$	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,26$	D
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	E
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input type="checkbox"/>
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.22 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV22

Utilizzata dal 1950 al 1975

Spessore tot: 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Mattone forato: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

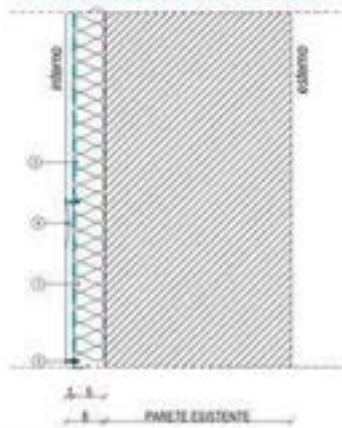
Organico sintetico:

Aerogel

Sp.: 0,05 m

$\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
6	Forato	-	0,23	0,4	0,575	1000	800
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		45,50			

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,223
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	376
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	16,80
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,062
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,9
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,014

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

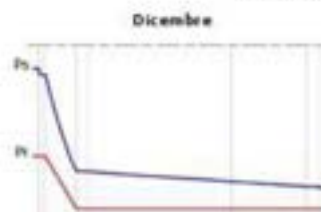


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

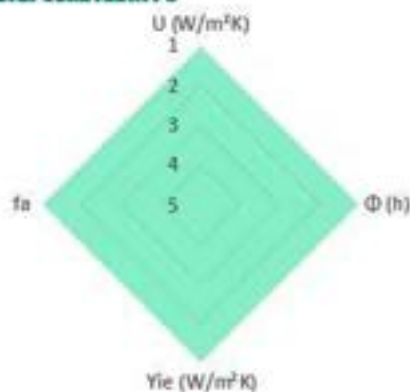
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Valore limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 3,0$	C
$I_a$	$\leq 0,26$	D
$C_{p,i}$	$\leq 0,23$	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.23 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV23

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 25 cm

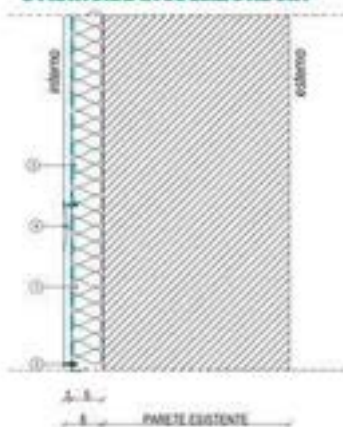
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
6	Isolante	-	0,03	0,04	0,750	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					31,50		

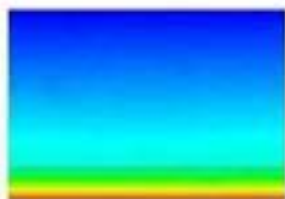
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,208
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	241
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	13,11
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,074
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,015

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

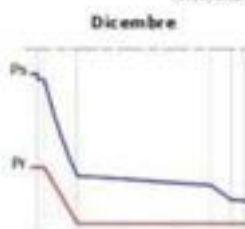


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

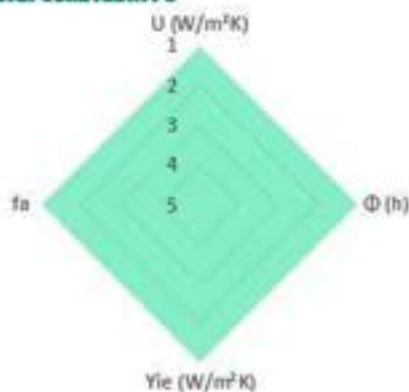
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 30$	C
$C_{ip}$	$\leq 26$	D
$T_{ie}$	$\leq 0,23$	E
$T_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.24 SL.I

#### CHIUSURA ESISTENTE CV24

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

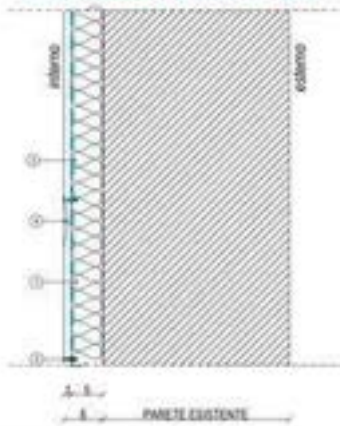
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

**Organico sintetico:**  
**Aerogel**  
 Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.I



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
6	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
7	Isolante	-	0,03	0,049	0,612	670	30
8	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		46,50					

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,198
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	361
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	17,90
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,025
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,9
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,005

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

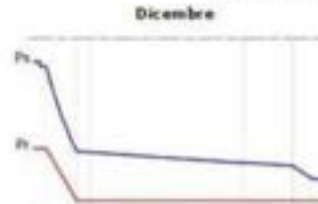


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
 Decreto Regionali Edilizia 2020

Parametro	Limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$I_a$	$\leq 0,30$	C
$C_{ip}$	$\leq 0,26$	D
$T_{ie}$	$\leq 0,23$	E
$T_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.25 SL1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV25

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 25 cm

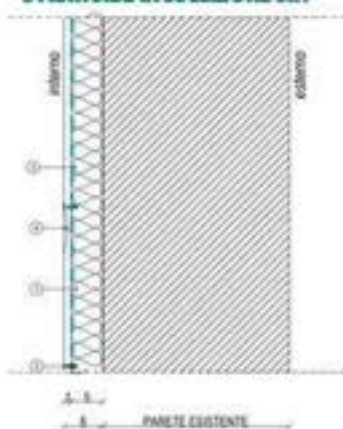
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**Aerogel**  
Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
6	Isolante	-	0,03	0,026	1,154	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		31,50			

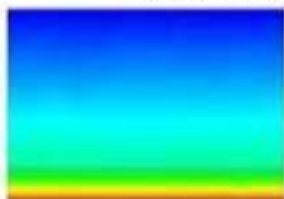
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,192
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	241
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,29
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,057
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19,0
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,011

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

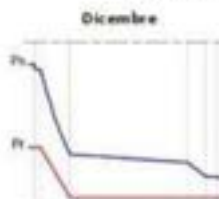


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Indicatore	Limite	Valore	Classificazione
U	≤ 0,38	0,192	A - B
Φ	≤ 30	13,29	C
Yie	≤ 0,26	0,011	D
fa	≤ 0,23	0,057	E
Yie	≤ 0,22	0,011	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	$13,29 > 6$ ✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	$0,057 < 0,60$ ✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	$19,0 < 40$ ✗
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	$0,011 < 0,10$ ✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.26 SL.I

#### CHIUSURA ESISTENTE CV26

Utilizzato dal 1991 al 2005

Spessore tot: 40 cm

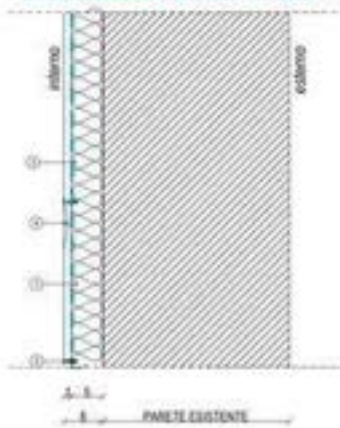
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- Aerogel**
- Sp.: 0,05 m
- $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.I



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
6	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
7	Isolante	-	0,03	0,03	1,000	670	30
8	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					46,50		

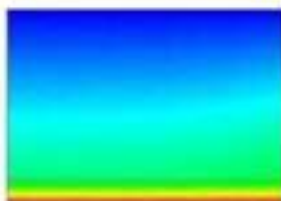
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,184
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	361
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	18,13
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,019
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

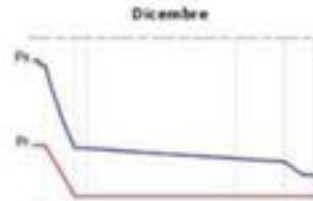


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Regola Edilizia 2020

Parametro	Valore	Classificazione
$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,38$	A - B
$f_a$	$\leq 0,30$	C
$\Phi$ (h)	$\leq 0,26$	D
$C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	E
$T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.27 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV27

Utilizzato dal 2006

Spessore tot: 34 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 5 cm
3. Mattone alveolato: 25 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

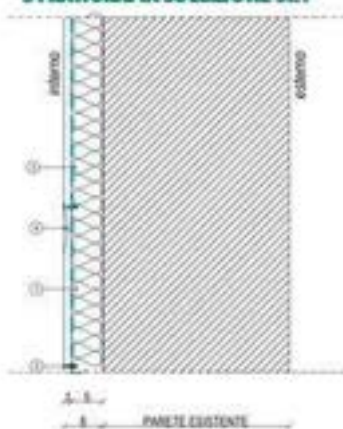
Organico sintetico:

Aerogel

Sp.: 0,05 m

$\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Mattone alveolato	-	0,25	0,4	1,316	1000	650
6	Isolante	-	0,05	0,03	1,667	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		40,50					

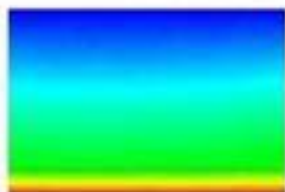
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,152
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	260
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	18,38
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,019
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Valore limite	Stato	Classe
$U$	$\leq 0,38$	✓	A - B
$\Phi$	$\leq 30$	✓	C
$I_a$	$\leq 0,26$	✓	D
$C_{ip}$	$\leq 0,23$	✓	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.28 SL.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV28

Utilizzato dal 2006

Spessore 34 cm

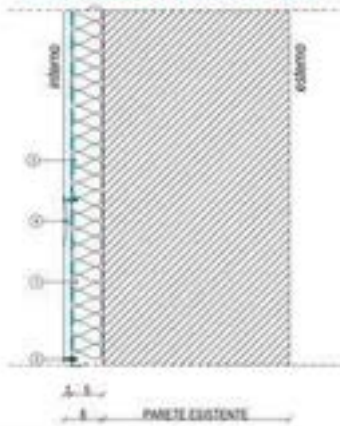
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 6 cm
3. Calcestruzzo: 24 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
Aerogel  
Sp.: 0,05 m  
 $\lambda$ : 0,015

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SL.1



- 1 Pannello isolante in aerogel 0,05 m
  - 2 Tasselli per il fissaggio meccanico dei pannelli
  - 3 Lastra in cartongesso 0,010 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre 0,005 m
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,010	0,21	0,048	1000	754
3	Pannello isolante in aerogel	-	0,05	0,015	3,333	1000	350
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,24	0,58	0,414	1000	1400
6	Isolante	-	0,06	0,026	2,308	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		40,50					

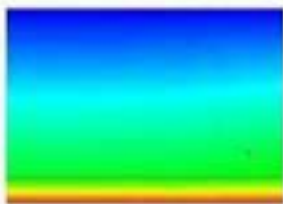
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,158
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	434
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	16,17
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,014
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	19
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,002

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

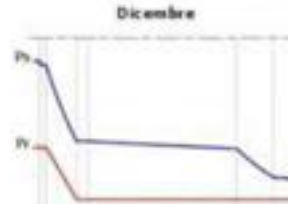


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## 11.6 Soluzione isolamento interno SI.2

### SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

#### CV.01 SI.2

##### CHIUSURA ESISTENTE CV01

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 45 cm

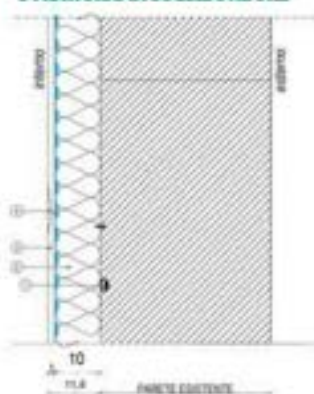
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 41 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**XPS**  
Sp.: 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> °K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13	-	0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Mortura in pietra naturale	-	0,41	2,40	0,171	1000	2500
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04	-	0
SPESSORE TOT. (m)				56,80			

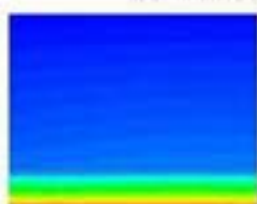
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> °K)	0,271
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ ) (kg/m <sup>2</sup> )	1108
SPASAMENTO $\Phi$ (h)	12,96
FATTORE DI ATTENUAZIONE $f_a$	0,071
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_p$ (kJ/m <sup>2</sup> °K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> °K)	0,019

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



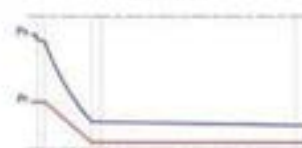
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

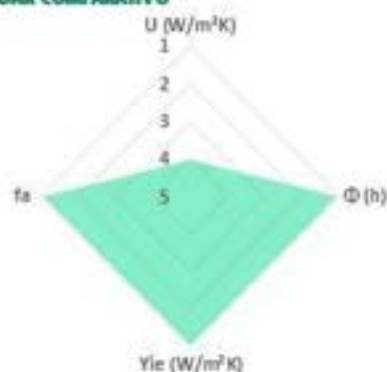
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Ministeriale Edilizia 2020

Parametro	Limite	Valore	Stato
Spasamento $\Phi$ (h)	$\geq 6$	12,96	✓
Fattore di attenuazione $f_a$	$\leq 0,30$	0,071	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_p$ (kJ/m <sup>2</sup> °K)	$\geq 0,26$	17,0	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> °K)	$\leq 0,22$	0,019	✓



##### REGIME ESTIVO

Spasamento $\Phi$ (h)	$\psi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $f_a$	$f_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_p$ (kJ/m <sup>2</sup> °K)	$C_p \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> °K	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> °K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.01.1 SI.1

#### CHIUSURA ESISTENTE CV01

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 34 cm

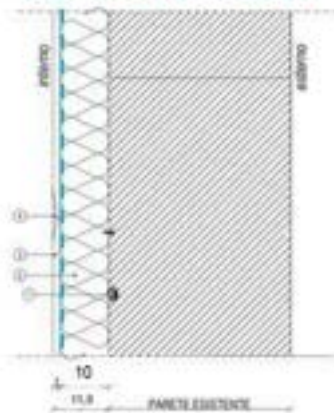
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Tufo: 30 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,305 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in tufo	-	0,30	0,55	0,545	1000	1600
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		45,80					

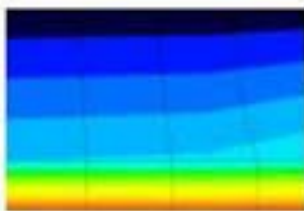
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,246
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	563
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	14,77
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,060
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	16,9
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,015

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



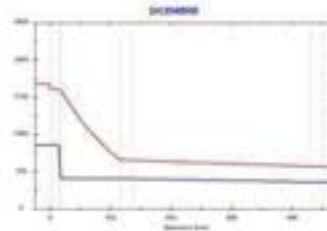
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2020

Parametro	Limite	Valore	Classe
U	≤ 0,38	0,246	A-B
Φ	≤ 30	14,77	C
$T_{ie}$	≤ 0,26	0,015	D
$F_a$	≤ 0,23	0,060	E
$F_n$	≤ 0,22	0,060	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.01.2 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV01.2

Utilizzata fino ad oggi

Spessore tot: 64 cm

7. Intonaco esterno: 2 cm

8. Tufo: 60 cm

9. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

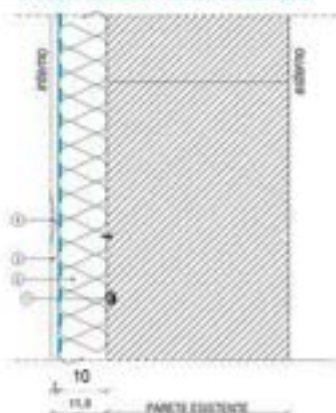
Organico sintetico:

XPS

Sp.: 0,10 m

$\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in tufo	-	0,60	0,55	1,091	1000	1600
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					75,80		

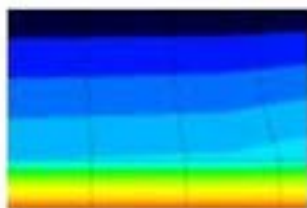
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,217
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	1043
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	2,56
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,003
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,001

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

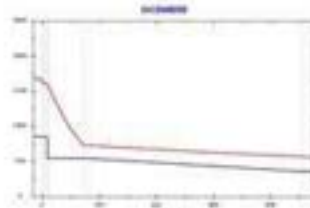


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

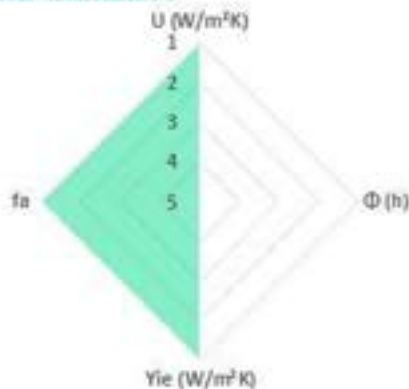
Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
U	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 0,30$	C
$C_{ip}$	$\leq 0,26$	D
$Y_{ie}$	$\leq 0,23$	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	F

S.C.



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$ ✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$ ✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ ✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$ ✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.02 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV02

Utilizzata fino al 1920

Spessore tot: 60 cm

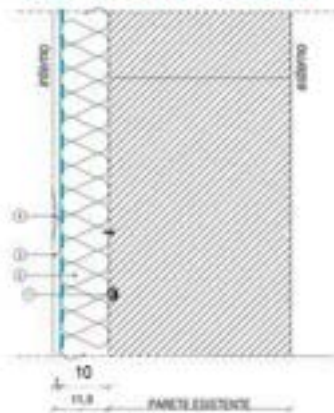
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,202 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in pietra	-	0,56	2,40	0,233	1000	2500
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					71,80		

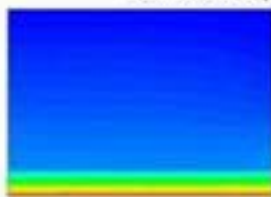
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,267
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	1483
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	16,50
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,029
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	16,9
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,008

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

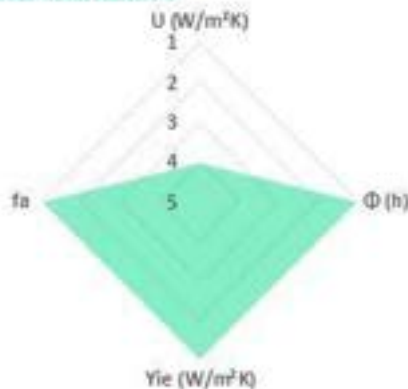
Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Regola 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.03 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV03

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 40 cm

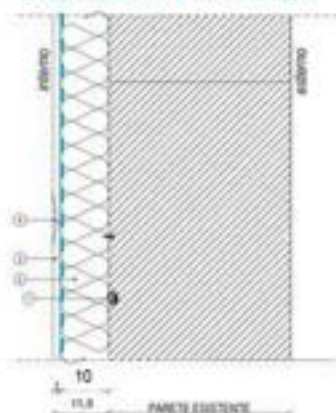
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 36 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in pietra e mattori	-	0,36	0,90	0,233	1000	1500
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		51,80					

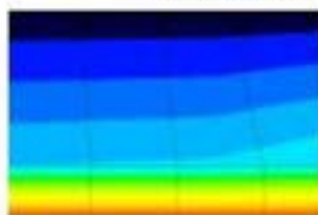
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,255
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	623
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	13,74
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_s$	0,075
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,019

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

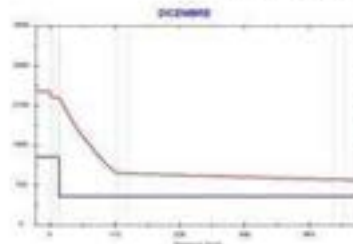


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Valore limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 30$	C
$T_{ie}$	$\leq 0,26$	D
$f_a$	$\leq 0,23$	E
$T_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$ ✓
Fattore di attenuazione $I_s$	$F_a < 0,60$ ✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ ✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$ ✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.04 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV04

Utilizzata fino al 1930

Spessore tot: 60 cm

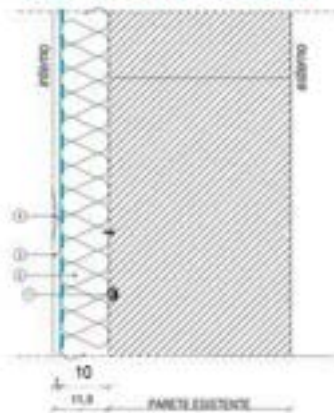
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Pietra-Mattori: 56 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in pietra e mattoni	-	0,56	0,90	0,622	1000	1500
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					71,80		

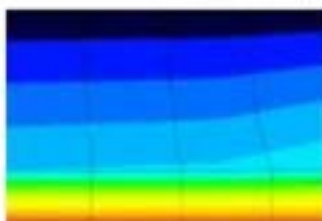
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,242
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	923
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	19,69
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,017
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	16,9
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

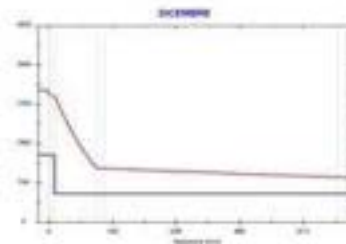


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 3,0$	C
$C_{ip}$	$\leq 2,6$	D
$Y_{ie}$	$\leq 0,23$	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.05 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV05

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 25 cm

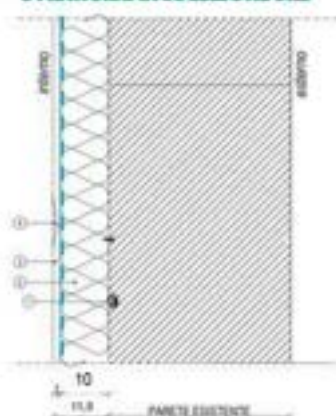
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,95 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> ·K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	c J/kg·K	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in mattoni pieni	-	0,21	0,72	0,292	1000	1800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		36,80					

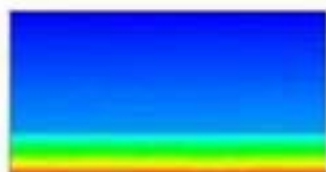
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,263
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	461
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	10,70
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,162
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,4
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,042

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

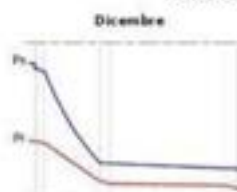


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
U	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 0,30$	C
$T_{ie}$	$\leq 0,26$	D
$F_a$	$\leq 0,23$	E
$T_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.06 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV06

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 38 cm

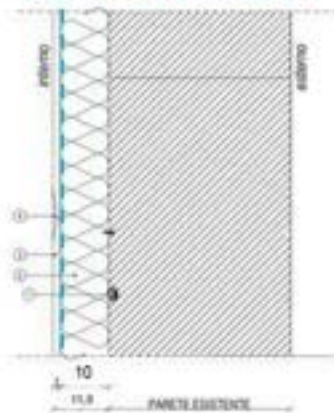
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 34 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,44 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in mattoni pieni	-	0,34	0,72	0,472	1000	1800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		49,80					

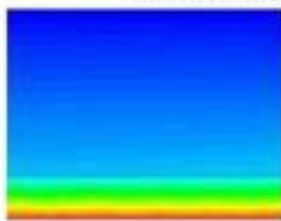
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,251
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	695
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	15,41
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_s$	0,049
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	16,9
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,012

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

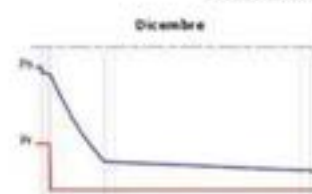


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Valore	Classificazione
$U$	$\leq 0,38$	A - B
$\Phi$	$\leq 0,30$	C
$C_{ip}$	$\leq 0,26$	D
$T_{ie}$	$\leq 0,23$	E
$T_{ie}$	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_s$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.07 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV07

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 50 cm

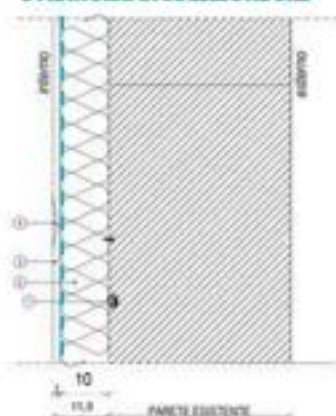
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 46 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in mattoni pieni	-	0,46	0,72	0,639	1000	1800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					61,80		

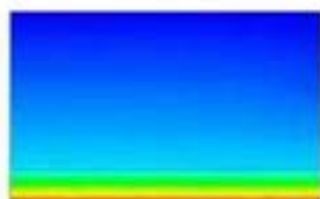
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,241
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	911
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	19,78
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_s$	0,016
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	16,9
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto RegolaTEC 2009

Valore	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F

S.C.



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_s$	$F_s < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.08 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV08

Utilizzata dal 1900 al 1950

Spessore tot: 62 cm

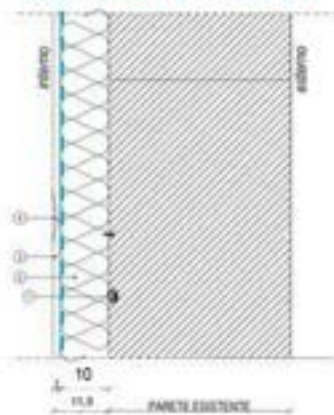
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattoni: 58 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**XPS**  
 Sp. : 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> °K	s m	λ W/m°K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in mattoni pieni	-	0,58	0,72	0,806	1000	1800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					73,80		

#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,231
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	1127
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	0,15
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,005
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,001

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
 Decreto Regionali Edilizia 2020 S.C.

$U \leq 0,38$	✓	A - B
$\Phi \leq 0,30$	✓	C
$f_a \leq 0,26$	✓	D
$T_{p,e} \leq 0,23$	✓	E
$T_{p,e} \leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.09 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV09

Utilizzata dal 1955 al 1975

Spessore tot: 18 cm

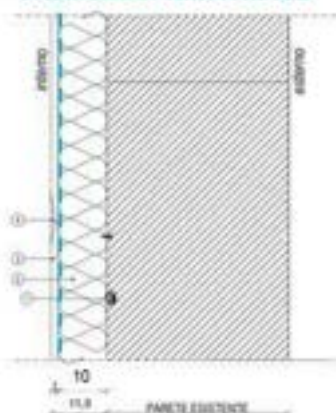
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 14 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 3,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,14	1,6	0,088	1000	1400
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		29,80					

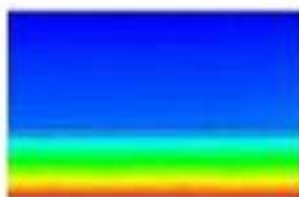
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,279
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	279
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	6,10
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,510
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	18,8
TRASMITTANZA PERIODICA T <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,142

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



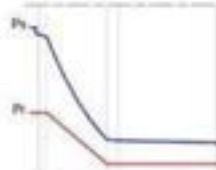
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
U	≤ 0,38	A - B
Φ	≤ 3,0	C
T <sub>ie</sub>	≤ 0,26	D
T <sub>ie</sub>	≤ 0,23	E
T <sub>ie</sub>	≤ 0,22	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	C <sub>ip</sub> ≥ 40 kJ/m <sup>2</sup> K	<input type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica T <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	T <sub>ie</sub> < 0,10	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.10 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV10

Utilizzata dal 1955 al 1975

Spessore tot: 30 cm

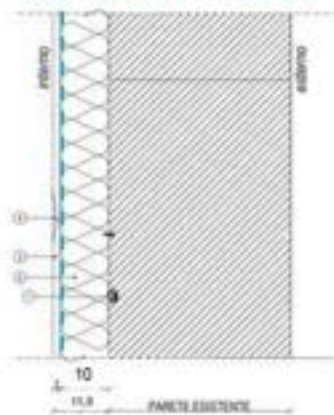
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Calcestruzzo: 26 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 2,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,6	0,163	1000	1400
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					41,80		

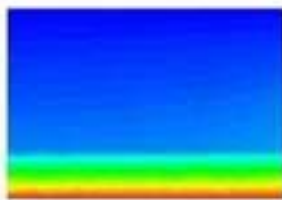
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,272
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	447
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	8,78
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,251
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,9
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,068

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



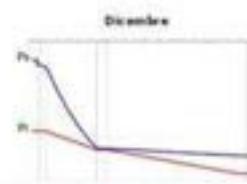
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Requisiti Edilizi 2009	Classe	Stato
$\leq 0,38$	A - B	✓
$\leq 0,30$	C	✓
$\leq 0,26$	D	✗
$\leq 0,23$	E	✗
$\leq 0,22$	F	✗



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	✗
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.11 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CVI.1

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 18 cm

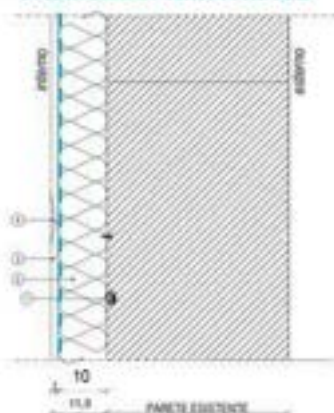
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 11 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
- 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
- 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
- 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre

Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,26	1,60	0,163	1000	1400
6	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		29,80					

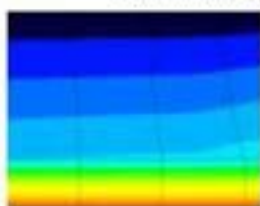
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,221
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	238
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	7,93
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,092
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,3
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,020

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



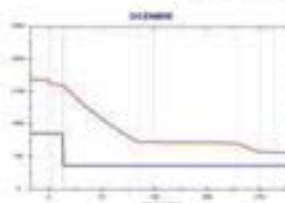
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Requisiti Edilizi 2009	Stato	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.12 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV12

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

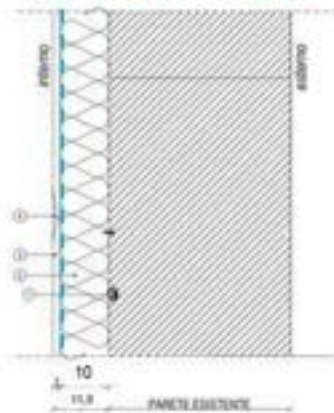
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Calcestruzzo: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**XPS**  
 Sp.: 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,23	1,60	0,144	1000	1400
6	Isolante	-	0,03	0,032	0,938	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		41,80					

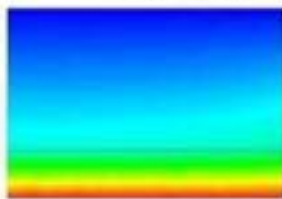
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,219
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	406
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	9,83
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,045
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,010

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



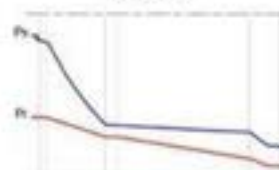
Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
 Decreto Regionali Edilizia 2020  
 S.C.

$\leq 0,38$	✓	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓		C
$\leq 0,26$	✓		D
$\leq 0,23$	✓		E
$\leq 0,22$	✓		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.13 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CVI.3

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 20 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 12 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

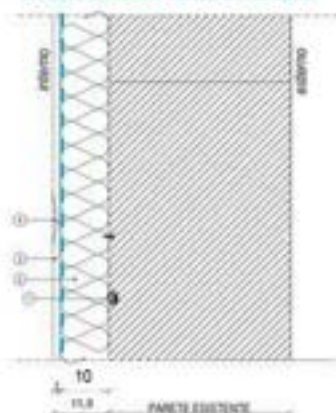
Organico sintetico:

XPS

Sp.: 0,10 m

$\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
- 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
- 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
- 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre

Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,12	1,60	0,075	1000	1400
6	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					31,80		

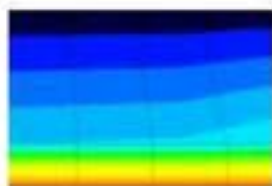
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,203
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	252
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	8,17
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,067
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,2
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,014

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

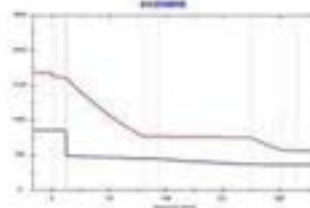


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Valore	Classe
Spagamento $\Phi$ (h)	$\geq 6$	8,17	A-B
Fattore di attenuazione $I_a$	$\leq 0,30$	0,067	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\geq 26$	17,2	D
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	0,014	E
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	0,014	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$ ✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$ ✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$ ✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.14 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV14

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore 30 cm

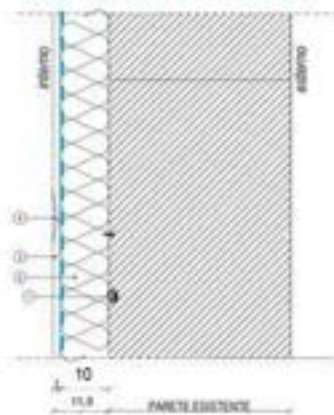
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 4 cm
3. Calcestruzzo: 22 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp. : 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,22	1,60	0,138	1000	1400
6	Isolante	-	0,04	0,032	1,333	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		41,80					

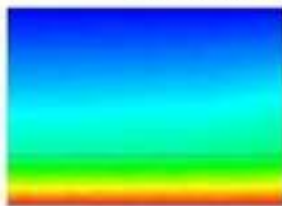
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,201
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	392
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	9,74
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,037
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,007

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



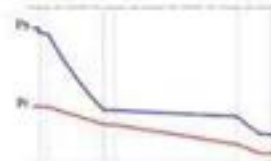
Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Valore	Classificazione
U	≤ 0,38	0,201	A-B
$\Phi$	≤ 0,30	9,74	C
$I_a$	≤ 0,26	0,037	D
$C_{p,i}$	≤ 0,23	17,0	E
$T_{p,e}$	≤ 0,22	0,007	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\Phi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$I_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	✓
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.15 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV15

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 30 cm

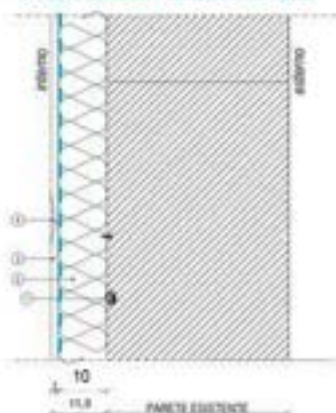
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 8 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
- 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
- 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
- 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre

Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
6	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
7	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
8	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		41,80					

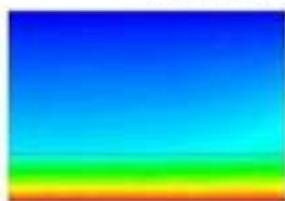
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,238
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	243
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	10,43
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,190
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,5
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,045

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

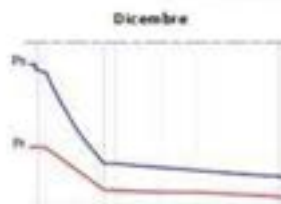


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.16 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV16

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore 40 cm

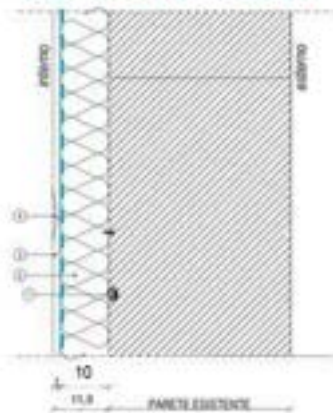
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Intercapedine: 6 cm
4. Mattone forato: 15 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
7	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
8	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		51,80					

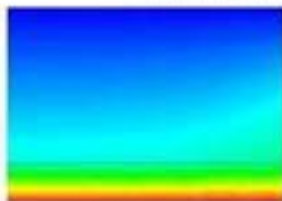
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,225
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	323
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,59
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,084
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,019

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

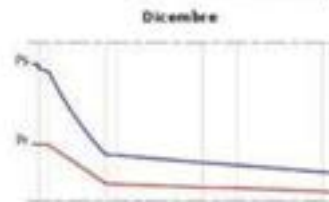


Mese critica: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critica: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.17 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV17

Utilizzato dal 1930 al 1975

Spessore tot: 40 cm

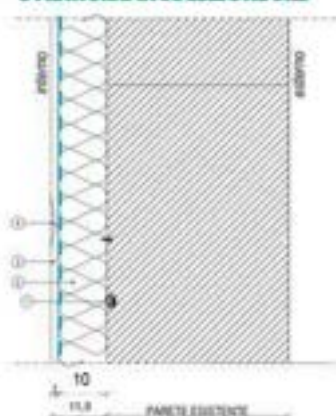
1. Mattone pieno: 17 cm
2. Intercapedine: 6 cm
3. Mattone forato: 15 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

- Organico sintetico:
- XPS
- Sp.: 0,10 m
- $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
- 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
- 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
- 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre

Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Aria	-	0,06	4	0,180	1000	1300
7	Mattone pieno	-	0,17	0,72	0,236	1000	1800
LIM	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		51,80					

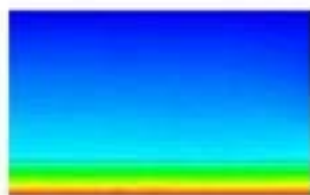
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,233
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	473
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	14,90
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,069
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,016

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

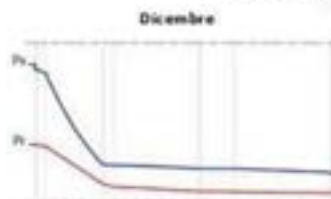


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$p_v \leq p_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Valore	Classe	Stato
$\leq 0,38$	A - B	✓
$\leq 0,30$	C	✓
$\leq 0,26$	D	✓
$\leq 0,23$	E	✓
$\leq 0,22$	F	✓



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.18 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV18

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 30 cm

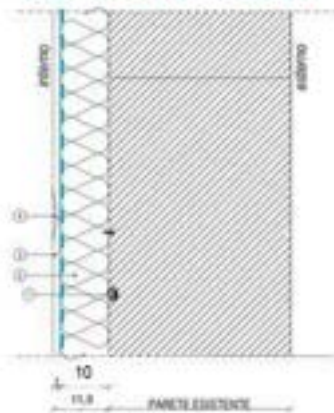
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 8 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**XPS**  
 Sp. : 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	λ W/m·K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	ρ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
6	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
7	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
8	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
9	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		41,80					

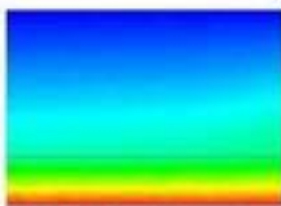
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,206
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	283
SPAZZAMENTO Φ (h)	11,71
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,104
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,2
TRASMITTANZA PERIODICA T <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,021

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



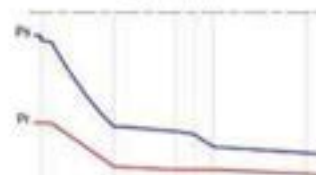
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
 Decreto Regionali Ecologia 2020  
 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento Φ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica T <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.19 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV19

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 15 cm
3. Isolante: 3 cm
4. Intercapedine: 3 cm
5. Mattone forato: 15 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

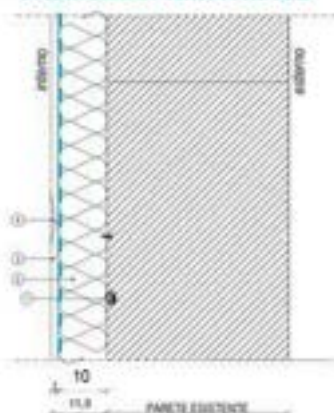
Organico sintetico:

XPS

Sp.: 0,10 m

$\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
- 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
- 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
- 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre

Barriera al vapore

#### PROPRIETÀ TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
6	Aria	-	0,03	4	0,180	1000	1300
7	Isolante	-	0,03	0,045	0,667	670	30
8	Forato	-	0,15	0,4	0,375	1000	800
9	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		51,80					

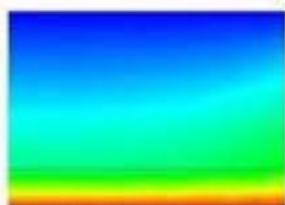
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,196
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	363
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	14,77
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,046
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,009

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



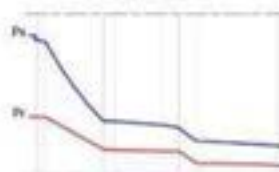
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Classificazione
Spagamento $\Phi$ (h)	$\geq 0,30$	A - B
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$\leq 0,30$	C
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,26$	D
Trasmissione periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	E
Trasmissione periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione periodica Y <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.20 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV20

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore tot: 30 cm

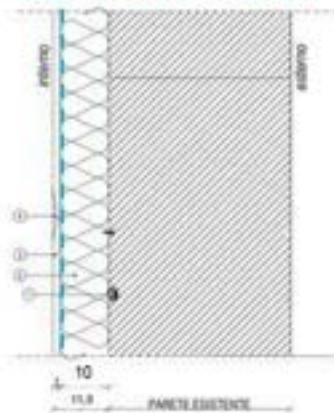
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Isolante: 4 cm
4. Intercapedine: 4 cm
5. Mattone forato: 6 cm
6. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**XPS**  
 Sp. : 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
6	Aria	-	0,04	4	0,180	1000	1300
7	Isolante	-	0,04	0,045	0,889	670	30
8	Forato	-	0,06	0,4	0,150	1000	800
9	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)					41,80		

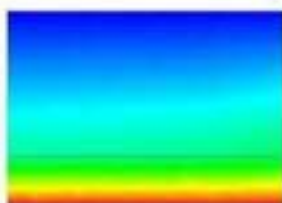
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE U (W/m <sup>2</sup> K)	0,199
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	228
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	10,62
FATTORE DI ATTENUAZIONE I <sub>a</sub>	0,095
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,2
TRASMITTANZA PERIODICA T <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	0,019

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



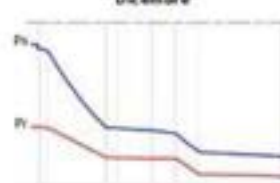
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
 Decreto Regionali Edilizia 2020  
 S.C.

$\leq 0,38$	✓	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓		C
$\leq 0,26$	✓		D
$\leq 0,23$	✓		E
$\leq 0,22$	✓		F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione I <sub>a</sub>	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno C <sub>ip</sub> (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	✓
Trasmissione Periodica T <sub>ie</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.21 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV21

Utilizzata dal 1950 al 1975

Spessore tot: 25 cm

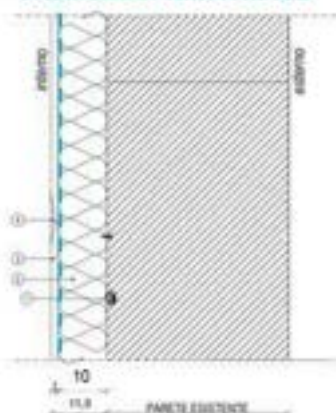
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 21 cm
3. Intonaco interno: 2 cm

$U = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

**Organico sintetico:**  
**XPS**  
Sp.: 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,21	0,4	0,525	1000	800
6	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)						36,80	

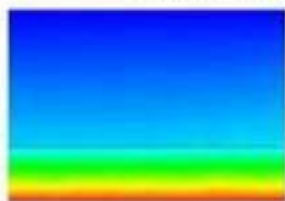
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,247
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	251
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	9,82
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,222
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,7
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,055

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



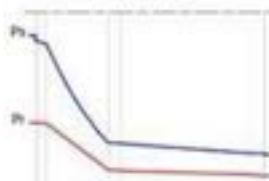
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Indicatore	Limite	Valore	Classe
Spagamento $\Phi$ (h)	$\geq 6$	$\geq 9,82$	A-B
Fattore di attenuazione $I_a$	$\leq 0,30$	$\leq 0,222$	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\geq 26$	$\geq 17,7$	D
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	$\leq 0,055$	E
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	$\leq 0,055$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	$\checkmark$
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	$\checkmark$
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	$\checkmark$
Trasmissione periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	$\checkmark$

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.22 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV22

Utilizzata dal 1950 al 1975

Spessore tot: 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Mattone forato: 12 cm
3. Mattone forato: 23 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

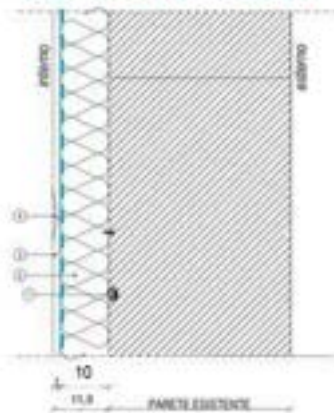
#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
XPS

Sp.: 0,10 m

$\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,12	0,4	0,300	1000	800
6	Forato	-	0,23	0,4	0,575	1000	800
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		50,80			

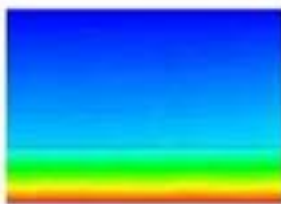
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,228
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	363
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	14,35
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,073
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,017

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

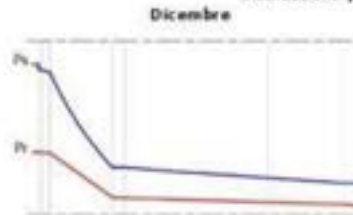


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009 S.C.

$\leq 0,38$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A - B
$\leq 0,30$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	C
$\leq 0,26$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D
$\leq 0,23$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	E
$\leq 0,22$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.23 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV23

Utilizzata dal 1976 al 1990

Spessore tot: 25 cm

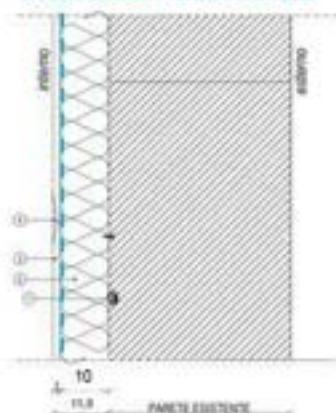
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**XPS**  
Sp.: 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
6	Isolante	-	0,03	0,04	0,750	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)				36,80			

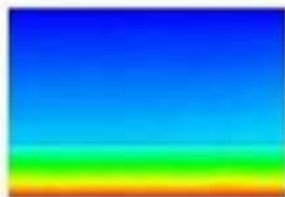
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,212
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	228
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	10,66
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,087
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,2
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,019

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



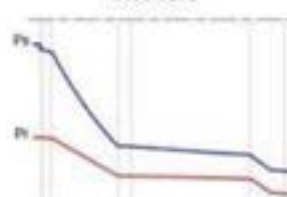
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Valore	Classificazione
Spagamento $\Phi$ (h)	$\geq 6$	10,66	A-B
Fattore di attenuazione $I_a$	$\leq 0,30$	0,087	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,26$	17,2	D
Trasmissione periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	0,019	E
Trasmissione periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	0,019	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	<input checked="" type="checkbox"/>
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	<input checked="" type="checkbox"/>
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	<input checked="" type="checkbox"/>
Trasmissione periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	<input checked="" type="checkbox"/>

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.24 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV24

Utilizzato dal 1976 al 1990

Spessore tot: 40 cm

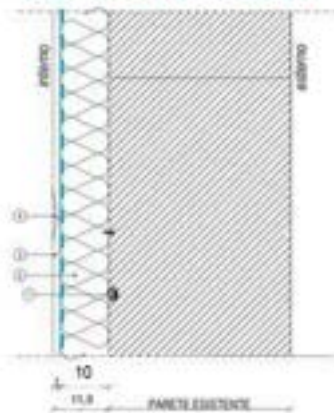
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**XPS**  
 Sp.: 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h	s	$\lambda$	R	c	$\rho$
		W/m <sup>2</sup> K	m	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W	J/kgK	kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
6	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
7	Isolante	-	0,03	0,049	0,612	670	30
8	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		51,80					

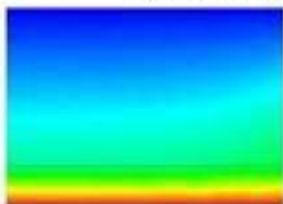
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,202
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	348
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	15,45
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,030
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,006

#### VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



Mese critico: Dicembre

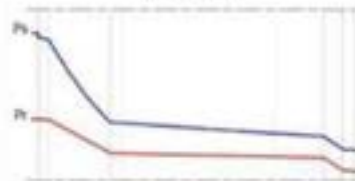
$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Requisiti Edilizi 2009	Classe	Verifica
$\leq 0,38$	A - B	✓
$\leq 0,30$	C	✓
$\leq 0,26$	D	✓
$\leq 0,23$	E	✓
$\leq 0,22$	F	✓



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.25 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV25

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore tot: 25 cm

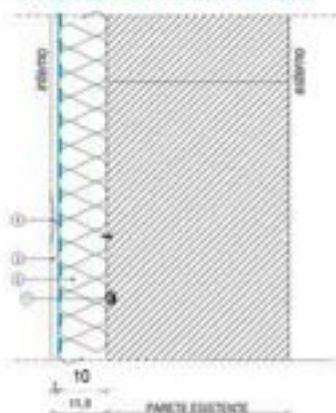
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 18 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

**Organico sintetico:**  
**XPS**  
Sp.: 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
- 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
- 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
- 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre

Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,18	0,4	0,450	1000	800
6	Isolante	-	0,03	0,026	1,154	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
		SPESSORE TOT. (m)		36,80			

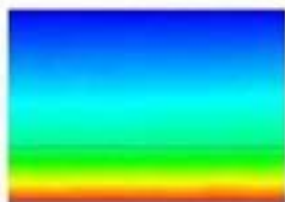
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,195
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot h$ )	228
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	10,84
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,067
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,2
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,013

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature



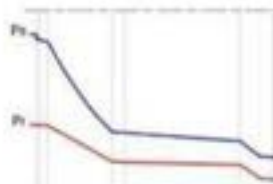
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni

Dicembre



Mese critico: Dicembre

$$P_r \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Indicatore	Limite	Valore	Classificazione
Spagamento $\Phi$ (h)	$\geq 6$	$\geq 10,84$	A-B
Fattore di attenuazione $I_a$	$\leq 0,30$	$\leq 0,067$	C
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$\geq 26$	$\geq 17,2$	D
Trasmissione periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,23$	$\leq 0,013$	E
Trasmissione periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\leq 0,22$	$\leq 0,013$	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	$\checkmark$
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	$\checkmark$
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$ kJ/m <sup>2</sup> K	$\checkmark$
Trasmissione periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	$\checkmark$

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.26 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV26

Utilizzata dal 1991 al 2005

Spessore tot: 40 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 3 cm
3. Mattone forato: 8 cm
4. Mattone forato: 25 cm
5. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$

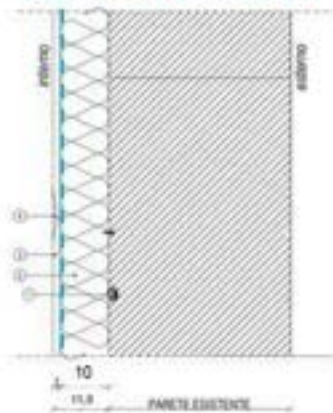
#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
XPS

Sp.: 0,10 m

$\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Forato	-	0,25	0,4	0,625	1000	800
6	Forato	-	0,08	0,4	0,200	1000	800
7	Isolante	-	0,03	0,03	1,000	670	30
8	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		51,80					

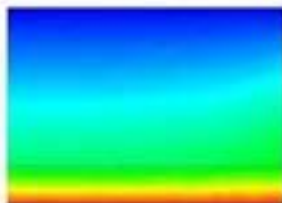
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,187
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	348
SPAZZAMENTO $\Phi$ (h)	15,68
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,022
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOMIGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperatura



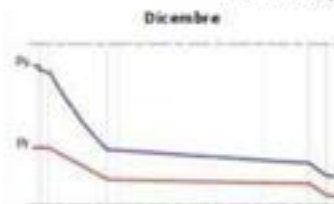
Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, \max} \leq F_{Rsi}$$



##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Dicembre

Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s$$



#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite Decreto Regola Edilizia 2009	Verifica	Classe
$\leq 0,38$	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓	C
$\leq 0,26$	✓	D
$\leq 0,23$	✓	E
$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Spazamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $T_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.27 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV27

Utilizzato dal 2006

Spessore tot: 34 cm

1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 5 cm
3. Mattone alveolato: 25 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

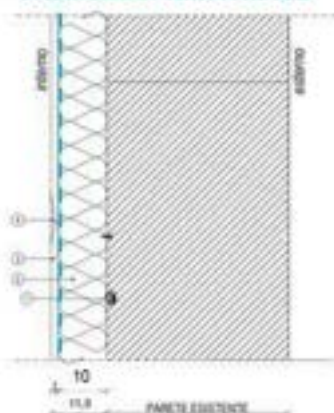
Organico sintetico:

XPS

Sp.: 0,10 m

$\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
- 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
- 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
- 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre

Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Rasatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Mattone alveolato	-	0,25	0,4	1,316	1000	650
6	Isolante	-	0,05	0,03	1,667	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,9	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		45,80					

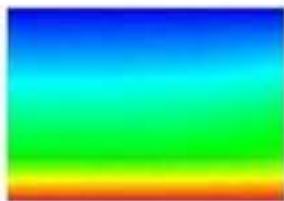
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,154
MASSA SUPERFICIALE (kg/m <sup>2</sup> )	247
SPAGAMENTO $\Phi$ (h)	15,93
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_s$	0,023
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,1
TRASMITTANZA PERIODICA $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,004

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

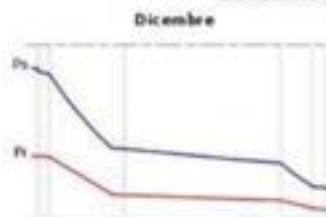


Mese critico: Dicembre

$$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi} \quad \checkmark$$

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$$P_v \leq P_s \quad \checkmark$$

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
Decreto Requisiti Edilizi 2009

Parametro	Limite	Stato	Classe
$U$	$\leq 0,38$	✓	A - B
$\Phi$	$\leq 30$	✓	C
$C_{ip}$	$\leq 26$	✓	D
$Y_{ie}$	$\leq 0,23$	✓	E
$Y_{ie}$	$\leq 0,22$	✓	F



##### REGIME ESTIVO

Spagamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_s$	$F_s < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{ip}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{ip} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $Y_{ie}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$Y_{ie} < 0,10$	✓

## SISTEMA DI ISOLAMENTO INTERNO

### CV.28 SI.2

#### CHIUSURA ESISTENTE CV28

Utilizzato dal 2006

Spessore 34 cm

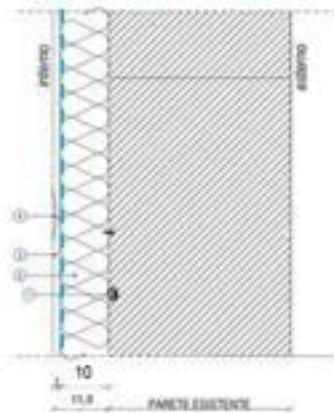
1. Intonaco esterno: 2 cm
2. Isolante: 6 cm
3. Calcestruzzo: 24 cm
4. Intonaco interno: 2 cm

$U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### MATERIALE ISOLANTE

Organico sintetico:  
**XPS**  
 Sp.: 0,10 m  
 $\lambda$ : 0,031

#### STRATIGRAFIA SOLUZIONE SI.2



- 1 Fissaggio meccanico per spessori superiori a 0,06 per contrastare l'effetto leva dovuto al peso della lastra di cartongesso
  - 2 Pannello isolante in polistirene estruso (XPS) 0,10 m
  - 3 Lastra in cartongesso 0,013 m ad elevata densità
  - 4 Stucco bicomponente rigido per il trattamento delle fughe delle lastre
- Barriera al vapore

#### PROPRIETA' TERMOFISICHE COMPONENTI EDILIZI

Strato	DESCRIZIONE	h W/m <sup>2</sup> K	s m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	R m <sup>2</sup> K/W	c J/kgK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>
<b>INTERNO</b>							
LIM	Strato limitare della superficie verticale interna UNI 6946	7,70	-	-	0,13		0
1	Risatura	-	0,005	0,70	0,007	1000	1400
2	Cartongesso	-	0,013	0,21	0,062	1000	754
3	Pannello isolante in XPS	-	0,100	0,031	3,226	1210	18
4	Intonaco di gesso	-	0,02	0,70	0,029	1000	1400
5	Muratura in calcestruzzo	-	0,24	0,58	0,414	1000	1400
6	Isolante	-	0,06	0,026	2,308	670	30
7	Intonaco di gesso	-	0,02	0,90	0,022	1000	1800
LIM	Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946	25,00	-	-	0,04		0
SPESSORE TOT. (m)		45,80					

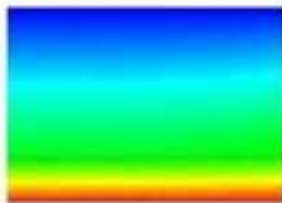
#### RISULTATI

TRASMITTANZA TOTALE $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,160
MASSA SUPERFICIALE ( $\rho \cdot s$ )	420
SFASAMENTO $\Phi$ (h)	13,72
FATTORE DI ATTENUAZIONE $I_a$	0,016
CAPACITÀ TERMICA PERIODICA LATO INTERNO $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	17,0
TRASMITTANZA PERIODICA $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0,003

#### VERIFICHE TERMOGROMETRICHE

##### CONDENSA SUPERFICIALE

Distribuzione temperature

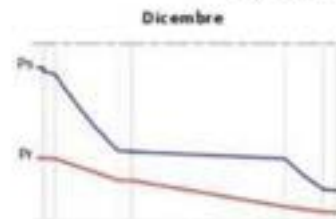


Mese critico: Dicembre

$F_{Rsi, max} \leq F_{Rsi}$  ✓

##### CONDENSA INTERSTIZIALE

Distribuzione pressioni



Mese critico: Dicembre

$P_v \leq P_s$  ✓

#### RADAR COMPARATIVO



#### VERIFICA VALORI LIMITE DA NORMATIVA VIGENTE



##### REGIME INVERNALE

Valori limite  
 Decreto Regionali Edilizia 2020 S.C.

$\leq 0,38$	✓	✓	A - B
$\leq 0,30$	✓		C
$\leq 0,26$	✓		D
$\leq 0,23$	✓		E
$\leq 0,22$	✓		F



##### REGIME ESTIVO

Sfasamento $\Phi$ (h)	$\varphi > 6$	✓
Fattore di attenuazione $I_a$	$F_a < 0,60$	✓
Capacità termica periodica lato interno $C_{p,i}$ (kJ/m <sup>2</sup> K)	$C_{p,i} \geq 40$	✓
Trasmissione Periodica $T_{p,e}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$T_{p,e} < 0,10$	✓

## 12 Allegato 3 – Matrice del patrimonio edilizio residenziale nazionale integrata con le soluzioni più performanti

Classe di epoca di costruzione	MATRICE DELL'APPLICABILITA' DELLE SOLUZIONI DI EFFICIENTAMENTO AL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE NAZIONALE																										
	Tipologia edilizia			Caratteristiche dell'involucro edilizio			Chiusure verticali post efficientamento			Regime invernale			Regime estivo														
	Isola	In linea	A torre	Aggregata	A blocco	Piatta	Muratura portante	A telaio	Chiusure verticali del patrimonio edilizio residenziale nazionale	Soluzioni di efficientamento	Chiusure verticali post efficientamento	Applicabilità zone climatiche	Verifica valori limite da normativa vigente	Soddisfaccimento parametri qualitativi e prestazionali	Soddisfaccimento parametri qualitativi e prestazionali												
1. Fino al 1900	2. Dal 1901 al 1920	3. Dal 1921 al 1945	4. Dal 1946 al 1960	5. Dal 1961 al 1975	6. Dal 1976 al 1990	7. Dal 1991 al 2005	8. Dopo il 2005	Stratigrafia	Trasmissione termica stagionale U = W/m <sup>2</sup> /K	Trasmissione termica periodica Vite = W/m <sup>2</sup> /K	Spessore cm	Codice	Spessore cm	Trasmissione termica stagionale U = W/m <sup>2</sup> /K	Trasmissione termica periodica Vite = W/m <sup>2</sup> /K	A-B	C	D	E	F	Vite < 0,10 W/m <sup>2</sup> /K	fa < 0,6 h	Phi > 6 h	Cip > 40 MJ/m <sup>2</sup>			
								CV.01 - Muratura di pietra intonacata (45 cm)	2,55	0,362	45	SC.1	13,7	0,26	0,009	54,7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
								CV.01.1 - Muratura in tufo intonacata (54 cm)	1,305	0,229	34	SC.1	13,7	0,27	0,019	56,8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
								CV.01.2 - Muratura in tufo intonacata (54 cm)	0,76	0,010	64	SC.1	13,7	0,30	0,009	71,7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
								CV.02 - Muratura di pietra intonacata (60 cm)	2,202	0,144	60	SC.1	13,7	0,24	0,061	71,7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
								CV.03 - Muratura di pietra intonacata con mattoni (60 cm)	1,61	0,109	40	SC.1	13,7	0,23	0,019	51,7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
								CV.04 - Pietra intonacata e mattoni (60 cm)	1,19	0,065	60	SC.1	13,7	0,22	0,002	71,7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
								CV.05 - Muratura di pietra intonacata (65 cm)	2,55	0,362	45	SC.1	13,7	0,26	0,009	56,7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



















## 13 - Curriculum scientifico del gruppo di lavoro CITERA

**Fabrizio Cumo** nato a Rimini 11/08/1968 laureato in Ingegneria nucleare c/o la Facoltà di Ingegneria della Sapienza Università di Roma. Dottore di Ricerca in Energetica - Sapienza Università di Roma - Ottobre 1996. Professore Associato in Fisica Tecnica Ambientale afferente al Dipartimento P.D.T.A. presso la Facoltà di Architettura - Sapienza Università di Roma.

Direttore del Centro di Ricerca Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro e Ambiente (C.I.T.E.R.A.) .

Direttore del Master di I Livello sul BIM - *Building Information Modeling* presso la Facoltà di Architettura della Sapienza Università di Roma.

Responsabile scientifico per il centro di ricerca CITERA di numerosi progetti di ricerca in collaborazione con il MATTM, il MIUR e l'ENEA inerenti alle tematiche della sostenibilità energetico-ambientale in edilizia.

Autore di circa 110 pubblicazioni su riviste e memorie di congressi internazionali e nazionali riguardanti la sostenibilità ambientale, l'energetica e la fisica tecnica ambientale (qualità dell'aria interna, trasmissione del calore, illuminotecnica)

Autore di 10 libri nell'ambito della Fisica Tecnica, Energetica e della Tecnologia dell'Architettura.

Cavaliere Ordine al Merito della Repubblica Italiana dal 27/12/2007.

Ufficiale Ordine al Merito della Repubblica Italiana dal 02/06/2011.

È stato membro esperto nominato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nella Commissione Interministeriale per il recepimento della Direttiva Europea 2002/91/CE sul contenimento del consumo energetico degli edifici e l'utilizzo di energie rinnovabili.

**Sofia Agostinelli** nata a Roma 23/11/1995 laureata in Gestione Del Progetto E Della Costruzione Dei Sistemi Edilizi (Project And Construction Management Of Building Systems) [LM - Ordin. 2019].

Dottoranda di Ricerca in Energia e Ambiente del XXXVI° ciclo presso il DIAEE della Facoltà di Ingegneria della Sapienza Università di Roma.

Autrice e co-autrice di pubblicazioni nell'ambito della digitalizzazione del settore delle costruzioni e dell'efficientamento energetico dell'involucro edilizio.

Collabora alle attività di Ricerca del Centro CITERA nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici.

**Federica Giustini** nata a Roma 20/06/1985 laureata in Architettura U.E. alla Facoltà di Architettura "Valle Giulia" della Sapienza Università di Roma con Tesi in Fisica Tecnica Ambientale.

Dottore di Ricerca in Energia e Ambiente del XXVII° ciclo presso il DIAEE della Facoltà di Ingegneria della Sapienza Università di Roma.

Svolge attività di libera professione come Direttore dei Lavori e Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione ed Esecuzione e attività di collaborazione professionale con studi di architettura ed ingegneria e con imprese di costruzione e ristrutturazione edilizia, occupandosi sia di sicurezza che di organizzazione e gestione del cantiere.

Autrice e co-autrice di pubblicazioni nel settore della tecnologia dell'architettura e dell'efficientamento energetico dell'involucro edilizio.

Collabora alle attività di Ricerca del Centro CITERA nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici.

**Benedetto Nastasi** nato a CARIATI (Prov. COSENZA) il 02/08/1988. Dottore di Ricerca in "Risparmio Energetico e Microgenerazione Distribuita" e Ricercatore a Tempo Determinato (RTDA) in Fisica Tecnica (ING-IND/11).

Conduce attività di ricerca e didattica nel campo dell'Idrogeno e degli Smart Energy Systems applicati all'Ambiente Costruito. Partecipa al team Sapienza nel progetto H2020 GIFT -Geographical Islands Flexibility. Dal 2015 al 2019 ha lavorato come Ricercatore presso TU/e Eindhoven University of Technology, Università Telematica Guglielmo Marconi, TU Delft University of Technology.

Ha svolto attività professionale e consulenza presso ISES International Solar Energy Society – Italia e ANEV Associazione Nazionale dell'Energia del Vento.

Dal 2015 partecipa al Comitato Editoriale di riviste Q1 del settore edite da Elsevier, Frontiers, MDPI e EDP Sciences e come Guest Editor di Special Issue di International Journal of Hydrogen Energy, Energies e Frontiers in Energy Research.

Vincitore di numerosi premi tra i quali il Best Poster Award alla Conferenza SEE SDEWES 2016, Best Invited Session Chairman alla Conferenza SEB 17 e Best Senior Researcher alla Conferenza Smart Energy Systems 2018.

Nel 2018 ha conseguito l'Abilitazione Scientifica Nazionale a Professore di Seconda Fascia in 09/C2 Fisica Tecnica e Ingegneria Nucleare.

Membro del Comitato Scientifico di conferenze internazionali e Special Session Chairman a SEB 17, SDEWES 2017, CIB 2019, SEE SDEWES 2020 e SDEWES 2021.

Valutatore delle proposte di progetti di ricerca presso Agenzie Nazionali di Italia, Kazakhstan, Polonia e Qatar.

**Elisa Pennacchia** nata a Roma l'11/02/1988, laureata in Gestione del processo Edilizio presso la Facoltà di Architettura della Sapienza Università di Roma.

Dal 2017 Dottore di Ricerca in Energia e Ambiente del IXXX° ciclo presso il DIAEE della Facoltà di Ingegneria della Sapienza Università di Roma.

Assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura (PDTA) della Facoltà di Architettura della Sapienza Università di Roma sul tema "Certificazione per materiali edilizi energeticamente e ambientalmente sostenibili per edifici agefriendly".

Docente a contratto del corso di *Tecnologia dei processi realizzativi* presso la Facoltà di Architettura della Sapienza Università di Roma. Le sue attività di ricerca riguardano principalmente il campo della tecnologia dell'architettura, dell'analisi del ciclo di vita degli edifici e dell'efficientamento energetico dell'involucro edilizio.

Collabora alle attività di Ricerca del Centro CITERA nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici.

**Giuseppe Piras** nato a Roma il 5/12/1966. Architetto e ingegnere, dottore di ricerca in Riqualificazione e recupero insediativo.

Dal 2001 è Professore di Fisica Tecnica Ambientale dell'Università La Sapienza di Roma; dal 2002 al 2008 è stato docente di Impianti tecnici presso la Scuola Ufficiali del Genio Militare di Roma Corso Superiore di Specializzazione; da oltre 15 anni è Consulente tecnico presso la Procura della Repubblica di Roma. Svolge attività di ricerca nei settori dell'energetica civile e del controllo ambientale, è autore di numerosi articoli e pubblicazioni.

Dal 2016 è Direttore del Master di 1° livello in "Gestione integrata e valorizzazione dei patrimoni immobiliari e urbani - Asset, Property, Facility & Energy Management" presso la Sapienza Università di Roma.

Dal 2001 al 2010 è stato componente di un gruppo di ricerca presso il Dipartimento di Fisica Tecnica di Roma per la certificazione energetica degli edifici e per lo studio della qualità dell'aria in ambienti confinati. Già direttore del SUMIT è Membro del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in "Risparmio energetico e microgenerazione distribuita"; Coordinatore scientifico del Master in Project management, Componente del consiglio scientifico dei Master BIM e MGV, Membro del Consiglio Nazionale della FIAS. Per il biennio accademico 2014-2016 è stato nominato, con decreto Rettorale, Referente per le iniziative nel campo del risparmio energetico e del controllo ambientale della Sapienza Università di Roma.

Dal 2015 è un componente del Senato Accademico della Sapienza Università di Roma.

**Adriana Scarlet Sferra** nata a Caracas (VENEZUELA) (EE) il 21/07/1962. Architetto e professore associato di tecnologia dell'architettura presso l'Università Sapienza di Roma. Nella sua attività di ricerca privilegia le tematiche della sostenibilità ambientale alle varie scale di intervento; in particolare, nell'analizzare il ruolo delle tecnologie all'interno dell'industria 4.0, ha approfondito il controllo della qualità del progetto attraverso il processo edilizio.

Ha coordinato ricerche internazionali nell'ambito dei progetti di notevole rilevanza scientifica e tecnologica.

Dal 2016 ha avviato processi di scambio università-industria, coinvolgendo in attività sperimentali PMI

italiane che hanno condotto al deposito di brevetti. Occupandosi di sostenibilità ambientale, come socio della Federazione Italiana Media Ambientali (FIMA), si dedica alla comunicazione e alla didattica.

È membro del consiglio direttivo del Centro Interdipartimentale Territorio, Edilizia, Restauro e Ambiente (CITERA) della Sapienza di Roma, del gruppo di lavoro sulla gestione dei rifiuti nell'ambito della Rete delle Università Sostenibili (RUS) e del tavolo tecnico Economia circolare: ripensare le Costruzioni del MISE. Ha collaborato nella redazione del piano energetico-ambientale della Sapienza e partecipato a numerosi convegni; è autore di articoli pubblicati su riviste nazionali ed internazionali e di numerose monografie.