



Sistema a cappotto e edifici in legno

Ing. Federico Tedeschi

Coordinatore della Commissione Tecnica



16/03/2021

• Le aziende che aderiscono a Cortexa

SOCI



MAIN PARTNER



PARTNER TECNICI



Il Manuale di Applicazione Cortexa



La posa in opera svolge un ruolo fondamentale nella qualità finale dell'Isolamento Termico a Cappotto.

Per questo Cortexa pubblica il **“Manuale di Applicazione del Sistema a Cappotto”**, uno strumento di lavoro indispensabile per tutti coloro che vogliono realizzare un Sistema a Cappotto seguendo gli **standard qualitativi europei**.

Il manuale può essere scaricato registrandosi a: www.cortexa.it

12. CAPPOTTO SU SUPPORTI IN LEGNO E ALTRE STRUTTURE LEGGERE

12.1 GENERALITÀ E RIFERIMENTI NORMATIVI

Nell'edilizia contemporanea, per motivi di ottimizzazione di tempi e costi di costruzione, e di sostenibilità ambientale, stanno diffondendosi sempre più edifici realizzati con strutture portanti e tamponature di tipo leggero.

Un'importante categoria di strutture leggere in grado di fungere da supporto agli ETICS, o Sistemi a Cappotto, sono quelle in legno a pannelli massicci e quelle realizzate in pannelli fissati su struttura a telaio.

Appartengono a questo tipo di supporti pannelli in:

- legno del tipo OSB;
- legno truciolare;
- legno compensato o multistrato;
- gesso rivestito o cartongesso;
- gesso fibrato;
- gesso alleggerito;
- fibrocemento;
- calciosilicato;
- altri materiali da costruzione in lastre o pannelli.

Le strutture portanti possono essere in generale:

- in acciaio protetto contro la corrosione,
- in legno con struttura reticolare,
- in legno con struttura a setti autoportanti (CLT, tipo X-LAM).

I sistemi ETICS possono in generale essere applicati su supporti di tipo "leggero" senza particolari difficoltà. Rispetto alla posa su supporti di tipo "massivo" (quelli previsti nella norma ETAG 004) è necessario prestare particolare cura nel garantire la protezione dall'umidità, perché i pannelli, specialmente quelli in legno, possono:

- presentare rigonfiamenti;
- perdere la loro resistenza meccanica;
- essere attaccati da funghi/marcescenze;
- subire movimenti e deformazioni.

Il fissaggio avviene in genere mediante incollaggio e tassellatura (sempre necessaria).

I sistemi di incollaggio e tassellatura dovranno essere specifici per il tipo di supporto, con riferimento ai pannelli di tamponamento ed eventualmente alle strutture di sostegno. In aggiunta al tipo di pannelli di tamponamento, va valutata la lunghezza effettiva di ancoraggio prevista dai tasselli che si utilizzano.

Nel caso in cui la prevista combinazione di pannelli di tamponamento e ancoraggi non desse sufficienti garanzie di tenuta per il fissaggio meccanico, lo stesso dovrà essere eseguito in corrispondenza delle strutture di sostegno.

12.3 DETTAGLI PROGETTUALI

Di seguito alcune modalità di posa specifiche per i supporti in legno e in lastre.

Attacco a terra

In linea di principio valgono le considerazioni della normale posa, con alcuni accorgimenti:

- normalmente le case in legno sono riscaldate già dal piano terra per cui sono da prevedere soluzioni con l'isolante che parte da terra;
- le strutture in legno temono l'umidità, dunque nella realizzazione di un sistema ETICS, o Sistemi a Cappotto, si dovranno prendere particolari accorgimenti per evitare rischi di infiltrazione;
- le strutture sono spesso "a cerniera" ossia con possibilità di movimento elastico tra parete e pavimento: particolare cura deve essere presa nello studiare dettagli progettuali che tengano conto di tali movimenti.

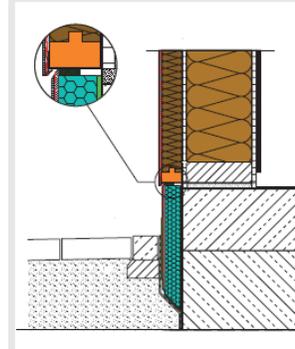


FIGURA 36: zoccolatura

Nota: il Sistema ETICS con cui si realizza la zoccolatura è di grande importanza per il caso di supporti in legno: particolare cura dovrà essere presa nella scelta dei materiali isolanti e di rivestimento, e nella definizione dei nodi progettuali di tenuta e di collegamento.

I Quaderni Tecnici Cortexa



NORMA UNI/TR 11715:2018

Rapporto tecnico sulla “Progettazione e Posa in opera dei sistemi di isolamento termico a cappotto”

- Per essere certi della qualità della realizzazione del Sistema a Cappotto, si potrà richiedere a progettista e posatore di agire in conformità a questa norma, che **definisce i criteri per la realizzazione di un Sistema a Cappotto di qualità** e fornisce tutte le indicazioni necessarie per gestire correttamente tutti i dettagli costruttivi e prevenire gli errori più ricorrenti in fase di progettazione e posa.
- Una **Norma** pratica: **chiara, tecnica e progettuale**



NORMA UNI/TR 11715:2018: supporti in legno e in pannelli leggeri

Supporti in legno e in pannelli da costruzione leggeri

Per questo tipo di supporti è disponibile una vasta gamma di prodotti diversi.

I pannelli da costruzione leggeri sono in generale delle seguenti tipologie:

- pannelli in legno del tipo OSB (Oriented Strand Board);
- pannelli in legno truciolare;
- pannelli in legno compensato o multistrato;
- pannelli in gesso specifici per applicazione in esterno;
- pannelli in cemento fibrorinforzato;
- pannelli in cemento alleggerito;
- pannelli in calcio silicato;
- altri pannelli da costruzione.

Per i supporti in legno e in pannelli da costruzione leggeri è indispensabile garantire la protezione dall'umidità, perché:

- può causare il rigonfiamento di questi supporti;
- si può ridurre la resistenza di questi supporti;
- si possono verificare movimenti e deformazioni dannose di questi supporti.

I supporti idonei sono:

- pannelli in legno per esterni secondo la UNI EN 13986, ad eccezione di pannelli leggeri secondo la UNI EN 13986:2015, punto 3.7.3;
- altri materiali in legno o pannelli secondo le indicazioni di conformità del produttore del Sistema.

Nota Un aspetto importante che va tenuto presente nella applicazione di Sistemi ETICS su strutture portanti di tipo leggero è la relativa mobilità (in funzione dei carichi) delle stesse strutture: di ciò si dovrà tenere conto nei dettagli progettuali ed esecutivi dei nodi e dei collegamenti.

prospetto 7 **Trattamenti per supporti in legno e pannelli da costruzione leggeri**

Tipo Supporto	Stato	Trattamento
Supporti in legno e pannelli da costruzione leggeri	Sporco, polveroso	Spazzolare
	Buchi	Riparare con materiale adeguato, inclusi i fissaggi idonei.
	Umido	Lasciare asciugare (in caso di umidità di risalita o infiltrazioni eliminare le cause).
	Mancanza di unione con la struttura sottostante	Realizzare un supporto stabile con avvitamento e/o ancoraggio prima dell'applicazione del Sistema ETICS.

Incollaggio dei pannelli isolanti su supporti in legno e in pannelli da costruzione leggeri

Oltre a quanto descritto in precedenza (punto 9.2.1) valgono alcune considerazioni specifiche per il tipo di supporto.

Posa del materiale isolante:

- attacco a terra generalmente gli edifici in struttura leggera sono riscaldati già dal piano terra per cui sono da prevedere soluzioni con l'isolante che parte da terra;
- le strutture in legno o in lastre su struttura temento particolarmente l'umidità, dunque nella realizzazione di un sistema ETICS si dovranno prendere particolari accorgimenti per evitare rischi di infiltrazione;
- le strutture sono spesso "a cerniera" ossia con possibilità di movimento elastico tra parete e pavimento: particolare cura deve essere posta nello studiare dettagli progettuali che tengano conto di tali movimenti;
- le strutture eseguite a secco mantengono una certa "dinamicità" strutturale per cui è necessario valutare preventivamente la posa di eventuali giunti di dilatazione in corrispondenza dei giunti strutturali del supporto.



La verifica del supporto comporta operazioni di sistemazione che vanno eseguite da personale specializzato (non sono responsabilità del posatore del Sistema ETICS); in particolare:

- i supporti vanno verificati con riferimento alla loro stabilità, planarità e consistenza superficiale: supporti non stabili (per esempio male ancorati), con difetti di planarità oltre le tolleranze consentite, con scarsa resistenza superficiale o con sostanze che possono limitare la capacità di ancoraggio non sono idonei all'applicazione dei sistemi ETICS;
- nel caso in cui il supporto non sia stabile è necessario rinforzare gli ancoraggi ed i punti di fissaggio delle lastre fino ad ottenere la necessaria stabilità;
- nel caso in cui il supporto non sia planare provvedere alle operazioni necessarie a livellarlo (per esempio con azioni meccaniche o con la sostituzione di pannelli);
- nel caso in cui il supporto non dia garanzie di resistenza superficiale (per esempio per spolveramento o poca coesione) provvedere alle operazioni di consolidamento;
- nel caso in cui il supporto presenti in superficie sostanze che possono limitare l'azione delle colle (per esempio resine residue di incollaggio, o olii disarmanti) provvedere alla loro rimozione.



NORMA UNI 11716 Certificazione delle competenze del posatore secondo la norma

- La posa di un Sistema di Isolamento Termico a Cappotto è fondamentale per l'efficacia del Sistema.
- Per essere certi di commissionare una posa in opera a regola d'arte, da oggi si può richiedere al proprio applicatore di esibire la **certificazione delle competenze come posatore di Sistemi di Isolamento a Cappotto** sulla base della norma UNI 11716, rilasciata solo a chi supera positivamente l'esame di verifica delle competenze sulla posa del Sistema.
- La **Professione di Installatore di ETICS**



NORMATIVA SPECIFICA: ETICS SU SUPPORTI IN LEGNO

- **CUAP:** Ricerca di consenso per una ETA, in mancanza di ETAG.

Dal 2007 al 2013:

CUAP 04.04/26: sistemi ETICS per edifici in legno (edizione Ottobre 2007)

- **EAD:** in mancanza di una norma armonizzata (European Assessment Document).

Dal 2016:

EAD 040089-00-0404: sistemi ETICS da applicare sugli edifici con struttura in legno

NORMATIVA SPECIFICA: ETICS SU SUPPORTI IN LEGNO

EAD 040089-00-0404: sistemi ETICS da applicare sugli edifici con struttura in legno

- Questo EAD tratta gli ETICS su strutture in legno da eseguirsi con i seguenti prodotti di isolamento:
 - EPS (EN 13163), XPS (EN 13164), PU (EN 13165), PF (EN 13166), ICB (EN 13170), MW (EN 13162), WW (EN 13168) e WF (EN 13171)
 - I prodotti isolanti si applicano su pannelli esterni, incollati, o incollati e fissati meccanicamente o fissati direttamente su telaio in legno (ad esempio WW/WF - ma solo se non contribuiscono alla stabilità meccanica degli edifici)

NORMATIVA SPECIFICA: ETICS SU SUPPORTI IN LEGNO

EAD 040089-00-0404: sistemi ETICS da applicare sugli edifici con struttura in legno

I pannelli esterni possono essere del seguente tipo:

1. Pannelli a base di legno (legante organico)
2. Pannelli in cemento
3. Pannelli in fibrocemento (pannelli in fibra di cemento incollati)
4. Pannelli in gesso
5. Pannelli in cartongesso
6. Pannelli in fibra di gesso (pannelli in fibra di gesso incollati)

I fissaggi meccanici possono essere tasselli, graffe, viti, profili verticali e/o orizzontali, pezzi speciali, o una combinazione di fissaggi adesivi e meccanici

Il prodotto isolante è rivestito da uno o più strati, uno dei quali contiene il rinforzo e viene applicato direttamente sui pannelli isolanti, senza strati d'aria o disconnessioni.

EAD 040089-00-0404: sistemi ETICS da applicare sugli edifici con struttura in legno

L'ETICS può essere realizzato completamente in cantiere o parzialmente applicato in fabbrica con giunti da completare in loco.

Gli ETICS includono elementi speciali di rinforzo (ad esempio profili di base, profili angolari,) e profili di collegamento a elementi costruttivi adiacenti (aperture, angoli, parapetti,).

Gli ETICS sono progettati ed installati in conformità con le istruzioni di progettazione e installazione del titolare dell'ETA. L'ETICS comprende componenti prodotti in fabbrica dal titolare dell'ETA o dai fornitori dei componenti.

ETICS che prevedono rivestimenti modulari o dove la connessione tra il rivestimento e il prodotto isolante non ha alcuna funzione nel loro comportamento, non sono coperti da questa EAD.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE

Introduzione

Nell'edilizia contemporanea per ottimizzare i tempi ed i costi di costruzione e per la sostenibilità ambientale, le costruzioni vengono sempre più realizzate con strutture portanti e tamponature di tipo leggero.

I sistemi ETICS si adattano perfettamente alle esigenze delle strutture di tipo leggero garantendo elevate prestazioni termiche, acustiche e antincendio.

In molti casi i sistemi ETICS costituiscono la migliore soluzione per il rivestimento delle strutture in legno, fornendo protezione contro l'umidità esterna e evitando le condense.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE

I sistemi ETICS si applicano senza problemi **su strutture leggere**, in legno a pannelli massicci o realizzate in pannelli fissati su struttura a telaio:

- Legno di tipo OSB
- Legno truciolare
- Legno compensato o multistrato
- Gesso rivestito o cartongesso
- Gesso fibrato
- Gesso alleggerito
- Fibrocemento
- Calcio silicato
- Altri materiali da costruzione

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE

Le strutture “**leggere**” possono essere in generale così composte:

- In acciaio protetto contro la corrosione
- In legno con struttura reticolare
- In legno con struttura a setti autoportanti (CLT, tipo x-lam)

I sistemi ETICS applicati su supporti in legno necessitano di una particolare attenzione nel **garantire la protezione all'umidità** perché i supporti possono:

- Avere rigonfiamenti
- Perdere la loro resistenza fisico-meccanica a causa di marcescenza/funghi
- Avere movimenti e deformazioni

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE

Il sistema ETICS su strutture “leggere” si applica mediante **incollaggio** (sempre necessario, tranne che per pannelli in fibra di legno ad alta densità) e **tassellatura** (sempre necessaria).

Dovranno essere valutati il tipo di pannelli di tamponamento e le eventuali strutture di sostegno e la lunghezza effettiva di ancoraggio dei tasselli.

Nel caso di insufficienti garanzie di tenuta del fissaggio meccanico sui pannelli di tamponamento, il tassello verrà posizionato in corrispondenza delle strutture di sostegno.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE

Il sistema ETICS è un isolamento termico di facciata: per le strutture leggere è possibile migliorare e/o integrare le prestazioni termiche invernali ed estive.

Gli effetti positivi sono in particolare:

- **tenuta all'acqua del sistema parete**
- **miglioramento della trasmittanza termica**
- **miglioramento della trasmittanza termica periodica**
- **eliminazione dei punti di condensa superficiale e interstiziale**
- **“quiete termica” delle strutture**
- **protezione superficiale dagli agenti atmosferici**

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE



I componenti dei sistemi ETICS sono:

- **Collante**
- **Materiale isolante**
- **Tasselli a vite per legno e metallo**
- **Intonaco di fondo**
- **Rete d'armatura in fibra di vetro**
- **Intonaco di finitura (con fondo specifico)**
- **Accessori** (come ad esempio rete angolare, profili per raccordi e bordi, giunti di dilatazione, profili per zoccolatura etc..)

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE

I sistemi ETICS possono variare **in base ad esigenze specifiche**, correlate alla tipologia del supporto e progettuali, che tengono in considerazione anche nuove esigenze in termini di **sostenibilità ambientale** e di **prestazioni aggiuntive oltre la prestazione termica**.

Si possono usare materiali isolanti che rispondono ai requisiti prestazionali di carattere acustico, di protezione al fuoco e di provenienza da filiera ecosostenibile.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE POSA IN OPERA

Attacco a terra: in linea di principio valgono le considerazioni della normale posa, con alcuni accorgimenti:

- **Le case in legno sono riscaldate già dal piano terra**, dunque soluzioni con l'isolante che parte da terra.
- **Le strutture in legno temono l'umidità**, il sistema ETICS deve prevedere particolari accorgimenti per evitare rischi di infiltrazione
- **Le strutture leggere sono spesso “a cerniera”** ossia con la possibilità di movimento elastico tra parete e pavimento; particolare cura si deve prestare ai dettagli progettuali che tengano conto di tali movimenti.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE POSA IN OPERA

Giunti di dilatazione:

- **Le strutture a secco mantengono una certa “dinamicità” strutturale** per cui è necessario valutare la realizzazione di eventuali **giunti di dilatazione** in corrispondenza dei giunti strutturali del supporto.
- In alcuni casi è necessario prevedere un **giunto di dilatazione orizzontale** in corrispondenza dei solai di interpiano, per compensare eventuali spinte verso l'esterno della struttura (consultare il produttore del sistema costruttivo leggero o il Progettista strutturista).

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE POSA IN OPERA

Verifica ed eventuale trattamento del supporto:

- I supporti devono essere puliti, portanti, asciutti e planari.
- Verificare la stabilità, planarità e consistenza superficiale.
- Verificare la stabilità del supporto, rinforzando gli ancoraggi se serve.
- Nel caso di supporto non planare provvedere a livellare meccanicamente o con la sostituzione di pannelli del supporto.
- Nel caso che il supporto non dia garanzie di resistenza superficiale, provvedere al consolidamento (se possibile, senno applicare pannelli integrativi).
- Nel caso che il supporto presenti sostanze distaccanti, provvedere alla loro rimozione.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE POSA IN OPERA

Incollaggio:

- Il tipo di supporto richiede una scelta specifica di collante: in linea di principio sono da preferire collanti di idonea elasticità, in grado di compensare eventuali vibrazioni del supporto in fase di posa o di esercizio.
- Su supporti planari il collante si può applicare con il metodo a tutta superficie.
- La tecnica di incollaggio prevede il metodo a tutta superficie oppure con l'applicazione del collante sul perimetro e a punti centrali in funzione del pannello isolante: per gli isolanti termoplastici (per esempio EPS) è consigliabile il metodo a cordolo perimetrale e punti centrali, anche nel caso di planarità del supporto, per garantire una migliore redistribuzione delle tensioni termiche.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE POSA IN OPERA

Tassellatura:

- Il sistema ETICS su strutture “**leggere**” è necessario eseguire il fissaggio mediante incollaggio e tassellatura.
- Se il supporto garantisce sufficiente tenuta allo strappo è possibile procedere con uno schema di tassellatura tradizionale (riferimento alle linee guida contenute nel Manuale di Applicazione del Consorzio Cortexa).
- Se invece il supporto non garantisce sufficiente tenuta allo strappo, è necessario adattare lo schema di tassellatura prevedendo i punti di fissaggio in corrispondenza delle strutture portanti (le viti dovranno essere idonee per il materiale delle strutture, legno o acciaio).

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE POSA IN OPERA

Esecuzione della rasatura:

- Non ci sono in generale particolari accorgimenti da seguire, rispetto ai sistemi ETICS applicati su muratura.
- Lo spessore della rasatura dipende dal tipo di pannello isolante, dalle esigenze di resistenza meccanica e dalle configurazioni certificate del sistema (ETA).

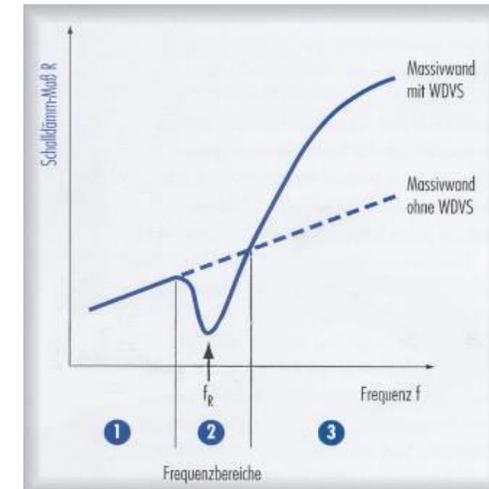
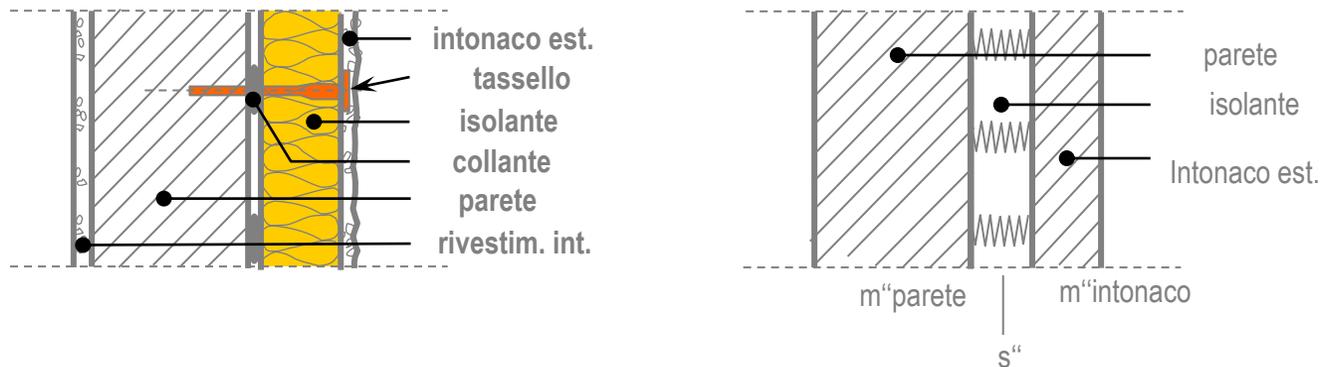
Esecuzione della finitura:

- Le finiture devono essere ad alte prestazioni di idrorepellenza e traspiranza, per garantire la massima tenuta e protezione alle strutture in legno.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE ACUSTICA

L'isolamento dall'esterno delle facciate in struttura leggera con sistemi ETICS può garantire elevate prestazioni di isolamento acustico.

L'opportuno uso di isolanti con caratteristiche idonee, insieme alle giuste scelte tipologiche e di dettaglio, permette di realizzare con l'isolamento a cappotto una controparete esterna in grado di funzionare rispetto alla parete di facciata con il sistema massa-molla-massa.



Dal punto di vista acustico il sistema di isolamento termico a cappotto realizza sulla parete un “rivestimento a pelle resiliente”.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE

ACUSTICA

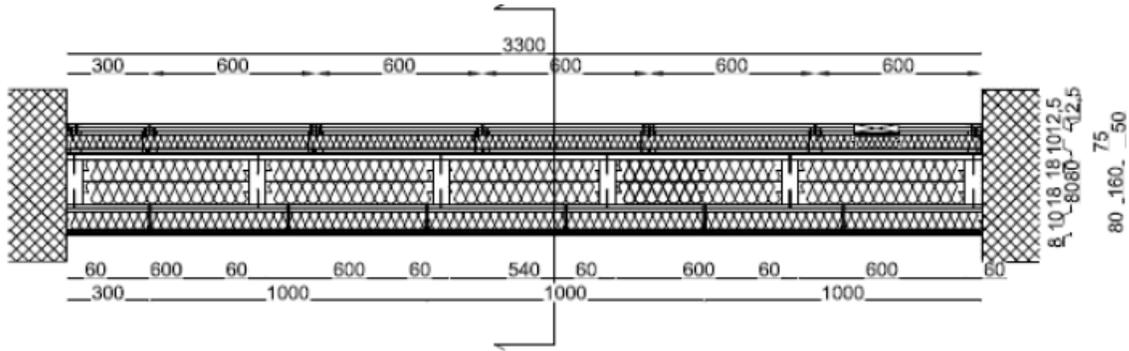


Fig. 4 – Stratigrafia sezione orizzontale del campione testato (OSB).

Tipo di supporto	Spessore isolante ETICS in LM [cm]	Rw [dB]
Parete in telaio in legno (sp. 16 cm) + controparete (sp. 7,5 cm)	8	62
Parete in x-lam (sp. 10 cm) + controparete (sp. 7,5 cm)	16	65

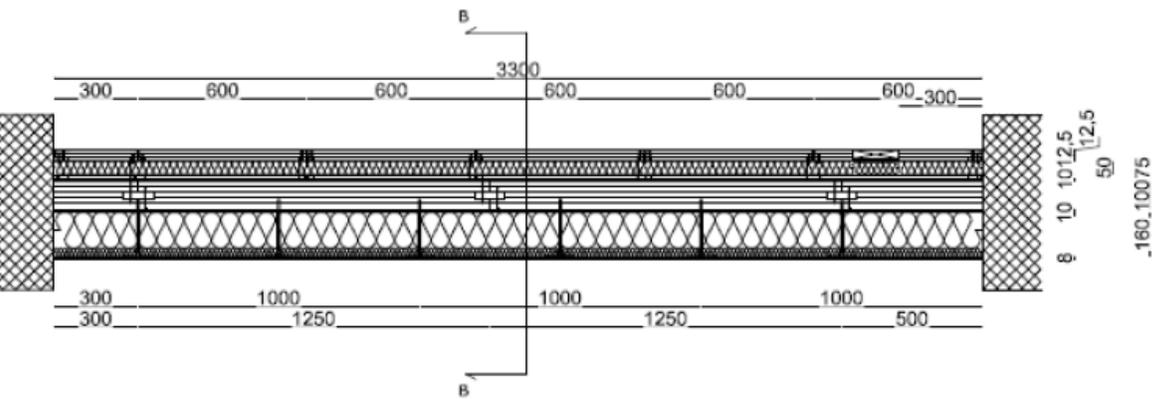


Fig.4 – Stratigrafia sezione orizzontale del campione testato (X-LAM).

(Nota: nel caso di pareti in CLT il miglioramento acustico ΔR_w può superare i 20 dB)

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE COMPORAMENTO FUOCO

Il comportamento al fuoco di una struttura dipende dal comportamento del sistema stesso.

La reazione al fuoco esprime il comportamento di un materiale che reagisce al fuoco al quale è sottoposto in specifiche condizioni. La classe di reazione A1, A2, B, C, D, E e F, viene attribuita ai sensi della UNI EN 13501-1, a seguito di prove normalizzate, in maniera crescente all'aumentare della loro partecipazione alla combustione.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE COMPORTAMENTO FUOCO

La Guida tecnica:

“Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili” (Ministero dell'Interno – Dipartimento VV.FF., 2013), tratta le pareti rivestite con i sistemi ETICS (che non creano intercapedini) come «Pareti semplici».

I sistemi ETICS intesi come «kit» devono rispettare la prestazione minima di reazione al Fuoco Bs3,d0.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE COMPORTAMENTO SISMICO

- I sistemi ETICS sono dei rivestimenti che **non partecipano a funzioni strutturali** (elementi secondari non strutturali).
- I sistemi ETICS **non caricano le strutture alle quali sono applicati**, vuoi per cariche statici, vuoi per carichi oscillanti, in caso di sisma.
- Nel caso in cui la progettazione preveda la verifica sismica, può essere necessario valutare il numero dei fissaggi meccanici per carichi superiori rispetto alla spinta del vento, questo comporterà l'adozione di **fissaggi supplementari**.

VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE COMPORTAMENTO TERMO-IGROMETRICO

4.1 Esempi di stratigrafie con struttura in legno portante in CLT con Sistema a Cappotto in varie tipologie di isolante

- 4.1.1 Cappotto in polistirene (EPS) con grafite
- 4.1.2 Cappotto in polistirene (EPS)
- 4.1.3 Cappotto in fibra di legno (WF)
- 4.1.4 Cappotto in lana di roccia (MW)
- 4.1.5 Cappotto in lana di vetro (MW)
- 4.1.6 Cappotto in poliuretano (PU)

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M_s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S_D	Spessore equivalente d'aria
α	Diffusività



VANTAGGI DEI SISTEMI ETICS SU STRUTTURE LEGGERE COMPORTAMENTO TERMO-IGROMETRICO

4.2 Esempi di stratigrafie con struttura in legno a telaio con Sistema a Cappotto in varie tipologie di isolante

- 4.2.1 Cappotto in polistirene (EPS) con grafite
- 4.2.2 Cappotto in polistirene (EPS)
- 4.2.3 Cappotto in fibra di legno (WF)
- 4.2.4 Cappotto in lana di roccia (MW)
- 4.2.5 Cappotto in lana di vetro (MW)
- 4.2.6 Cappotto in poliuretano (PU)

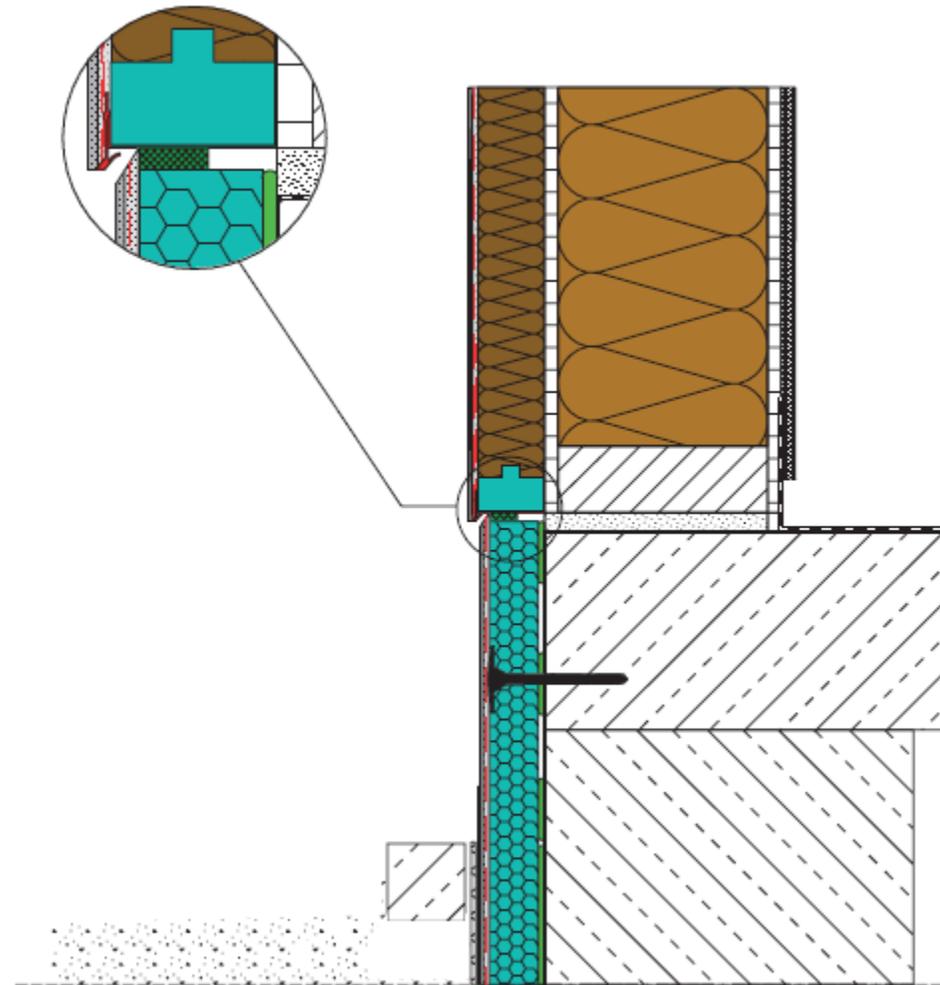
Elenco simboli

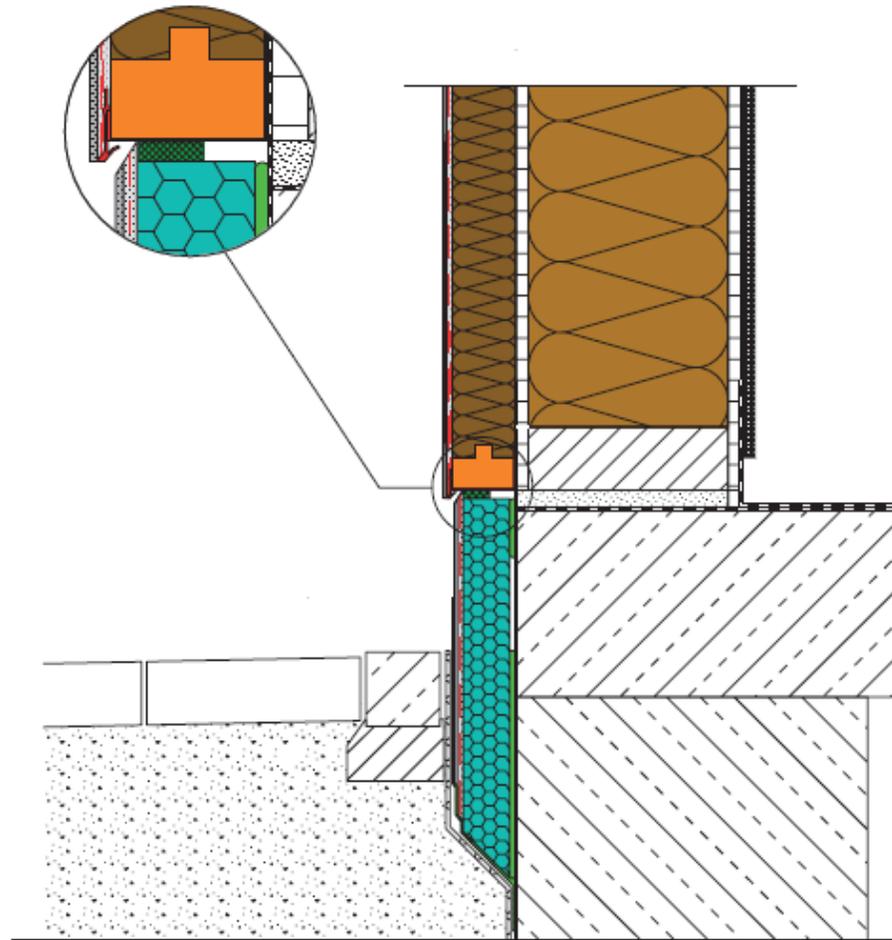
s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduttività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M_s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S_D	Spessore equivalente d'aria
α	Diffusività

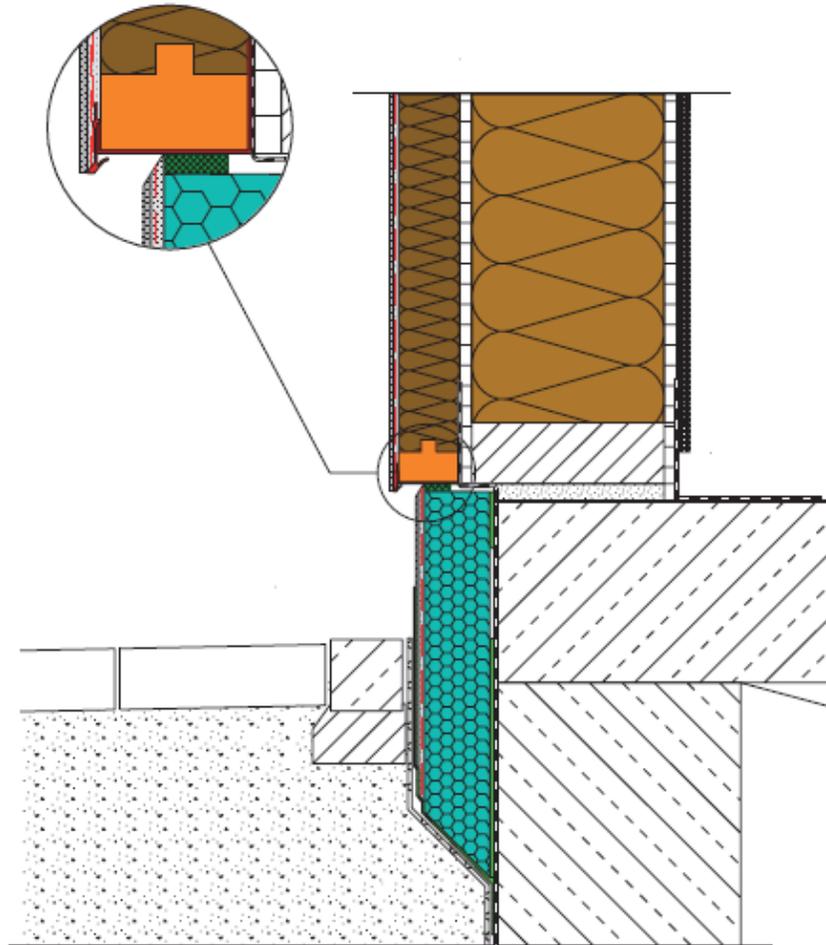


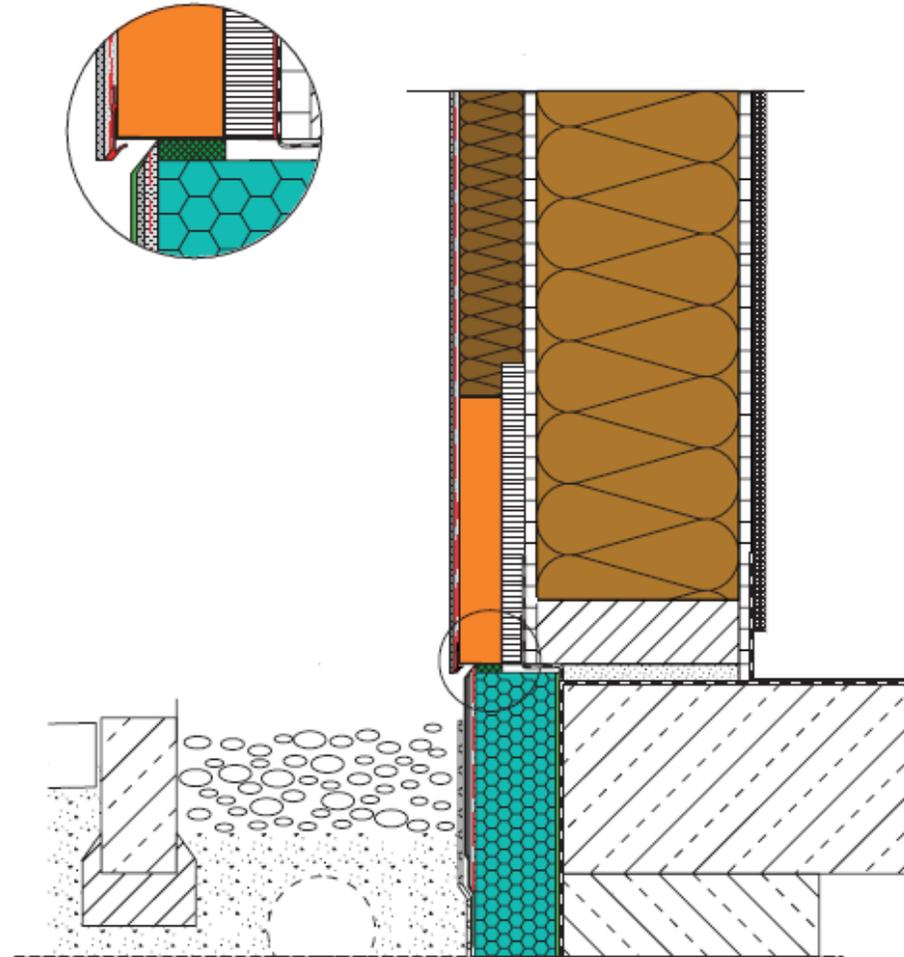
Dettagli progettuali e particolari costruttivi

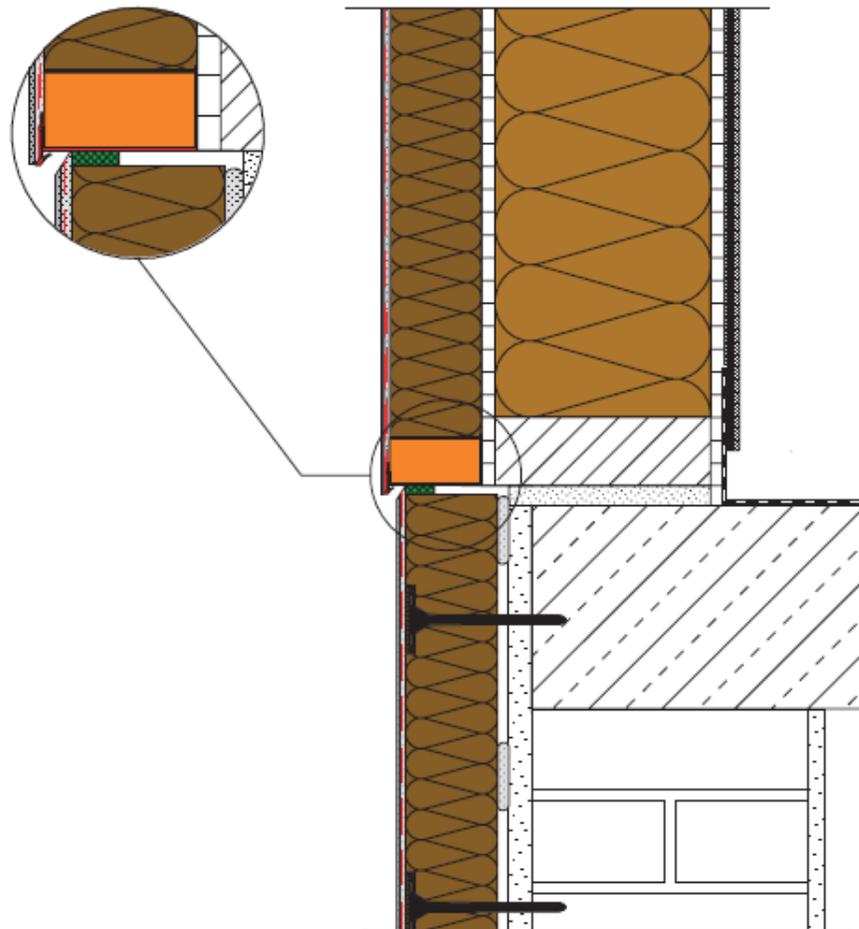
10.1 Zoccolatura

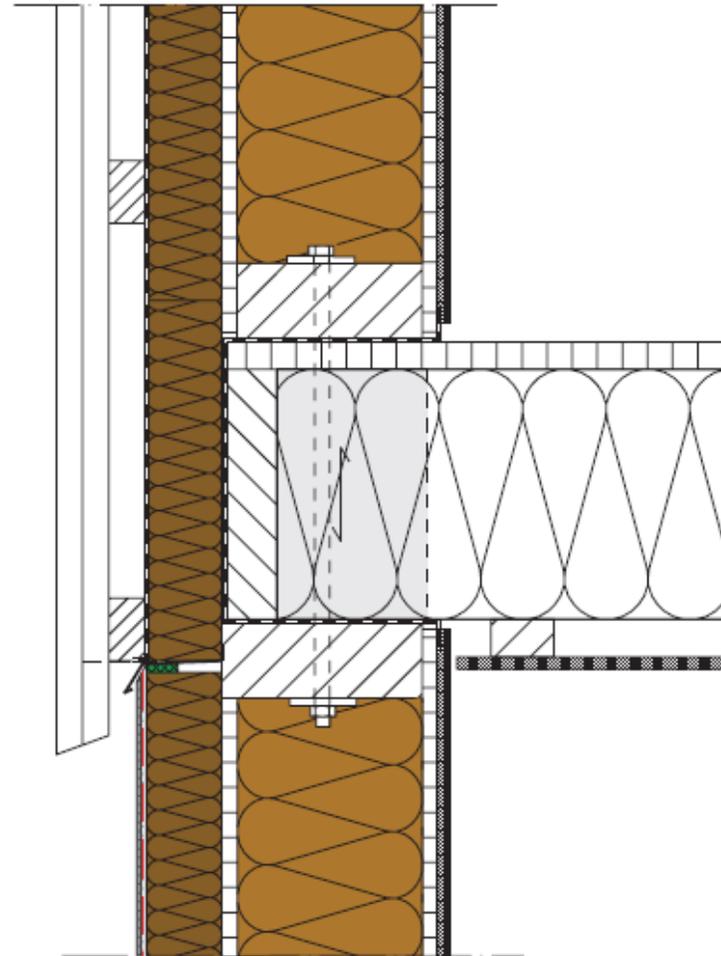


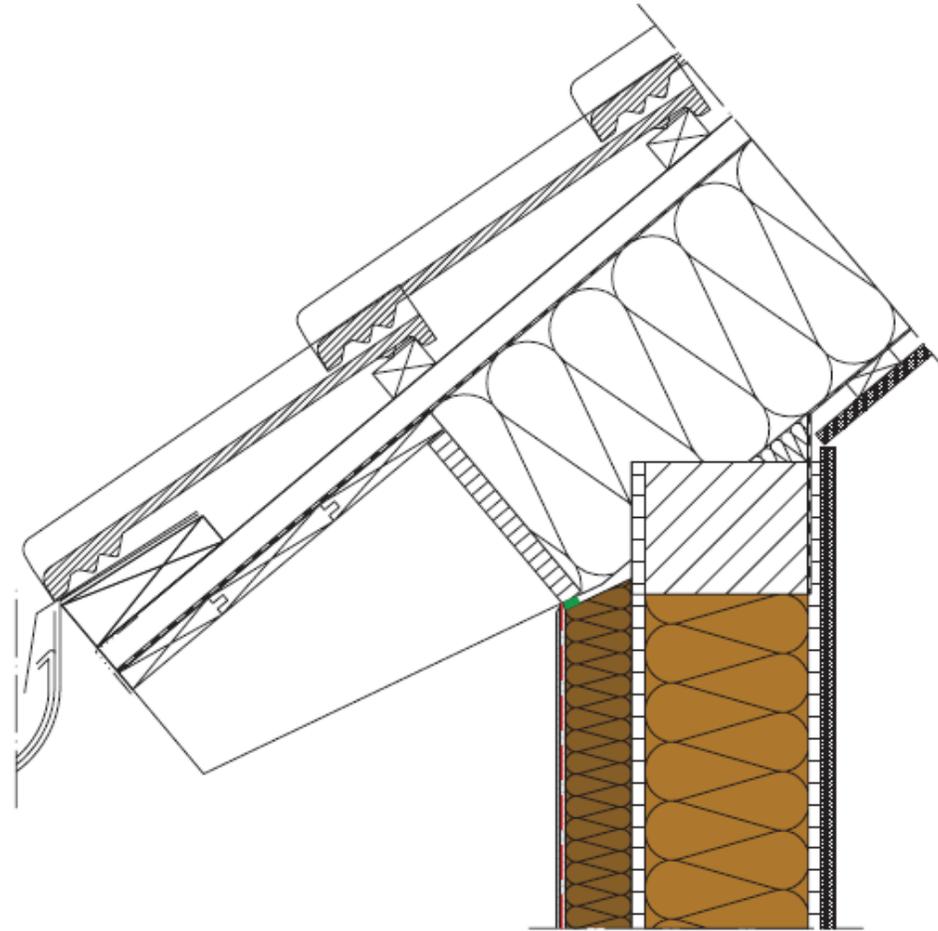


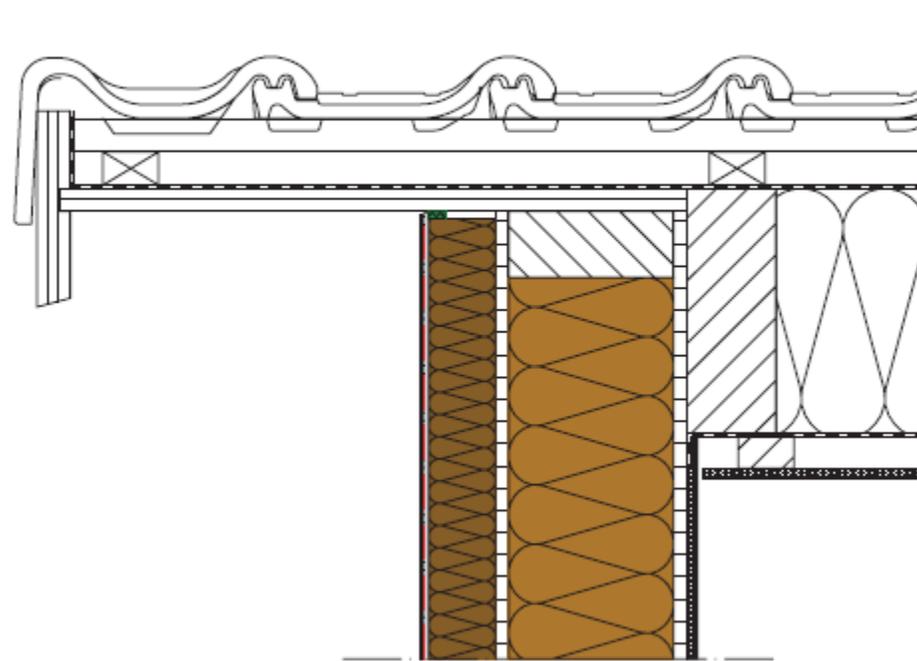


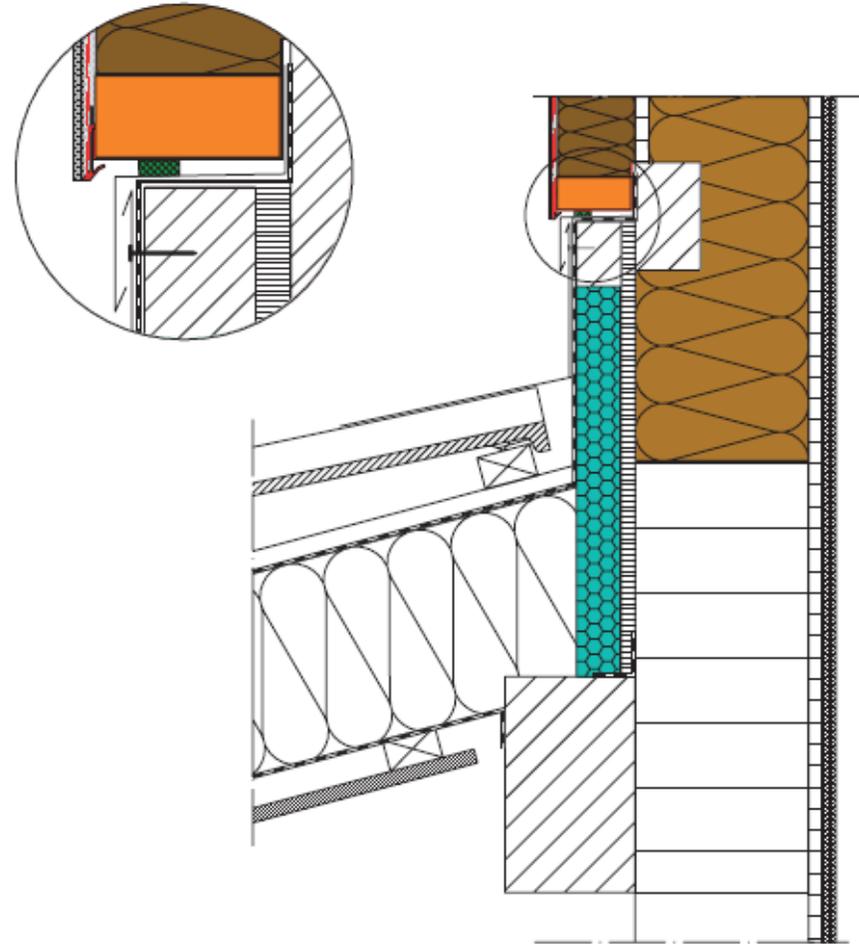


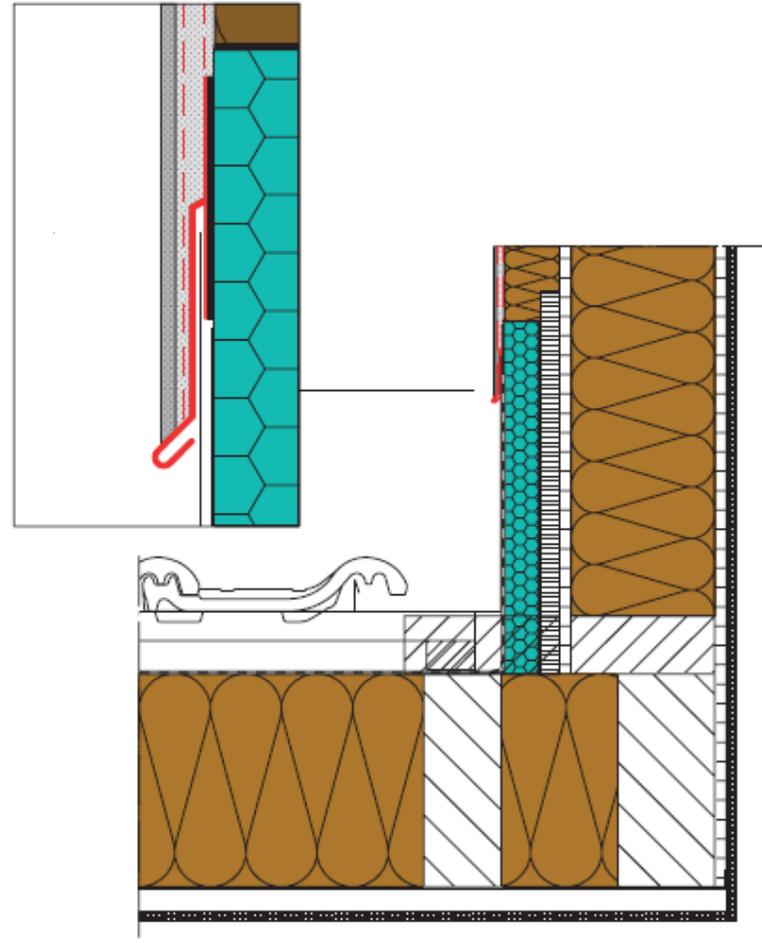


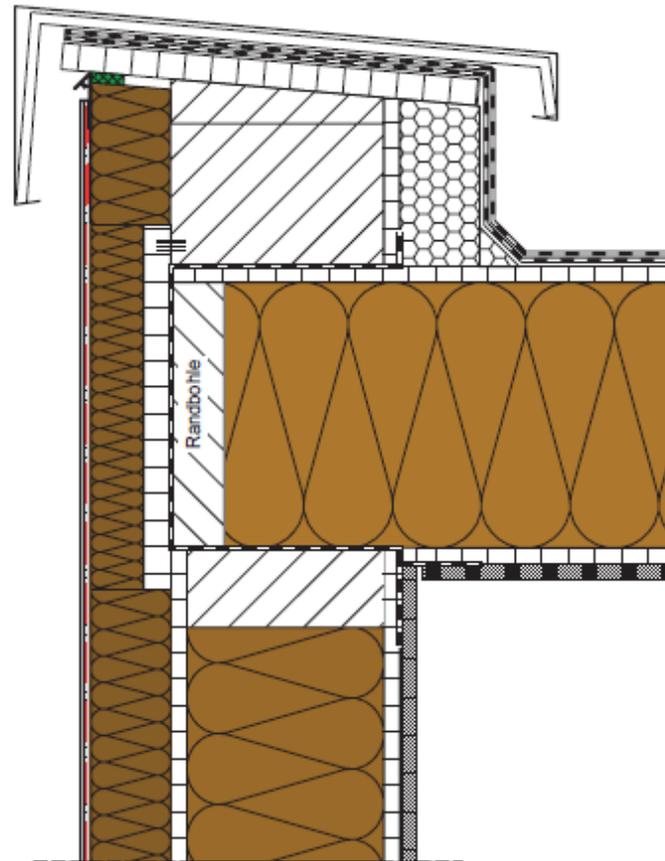


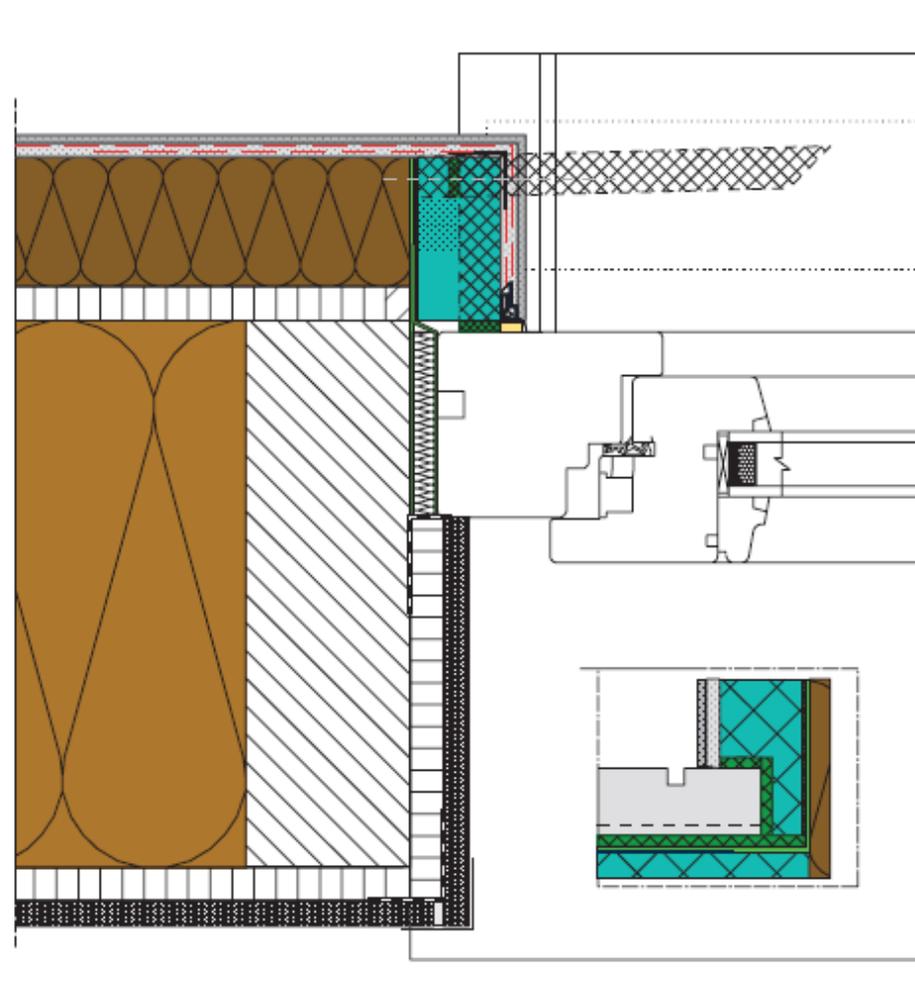


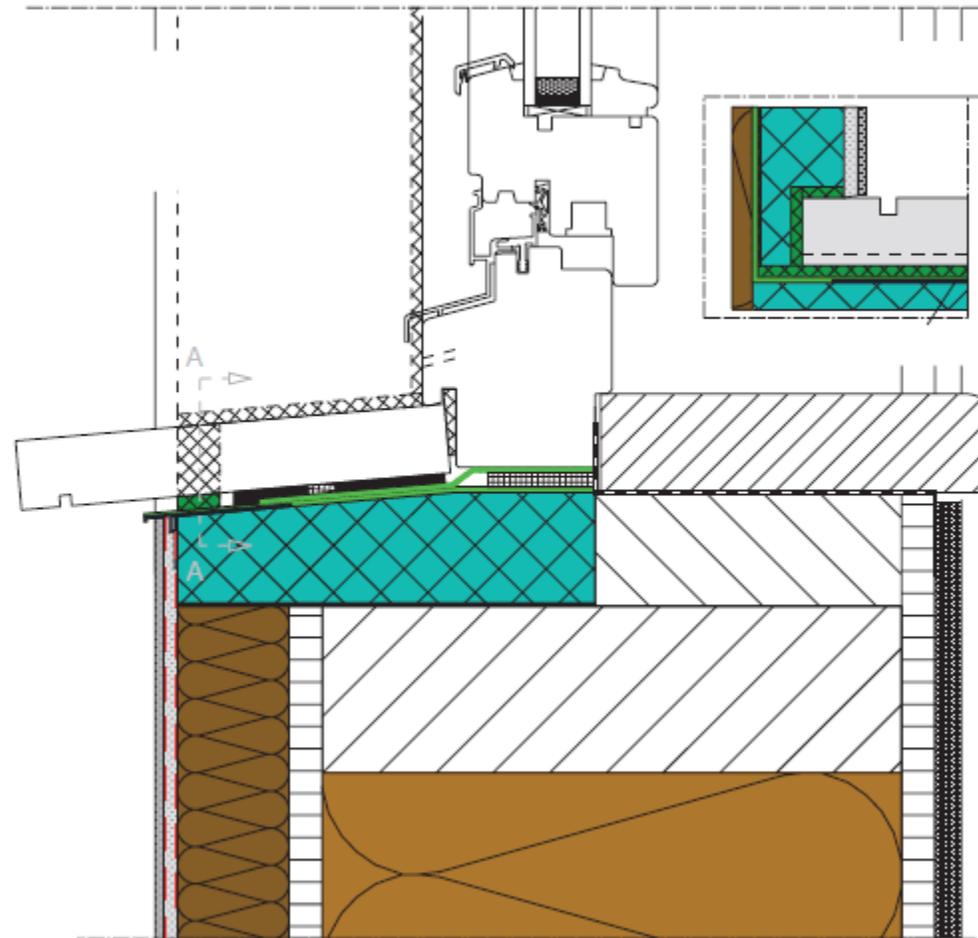


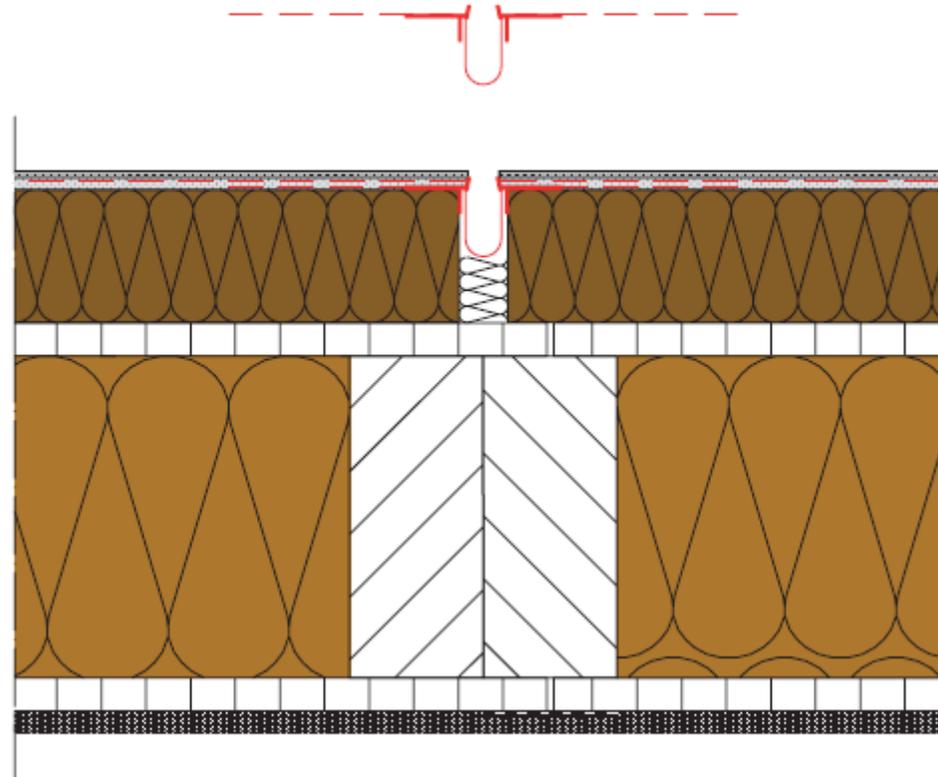












Grazie per l'attenzione



Ing. Federico Tedeschi

Coordinatore della Commissione Tecnica

Organizzato da:



In collaborazione con:



Promosso da:



Partner tecnico:



Con il patrocinio di:



Con il supporto di:



Media partner:



Partner tecnico finanziario:



Premium partner:

