

## INDICE

### ***CAP.1 Efficienzamento energetico: la coibentazione secondo le norme internazionali vigenti***

- Introduzione
- EPBD: Direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia
- La Direttiva in sintesi

### ***CAP.2 Dalle condizioni generali ai recepimenti regionali italiani ed europei***

- La definizione delle fasce climatiche e delle grandezze chimico-fisiche ai fini dell'attestato di prestazione energetica
  - La definizione del grado giorno
  - La definizione di U
  - La definizione delle fasce climatiche in Italia , nelle regioni, nei comuni
- Il recepimento della norma internazionale nelle regioni europee
  - Francia
  - Germania
  - Austria

### ***CAP.3 Il sistema coibentante THERMORASANTE: le caratteristiche del materiale e la sua composizione ai fini ambientali***

- Caratteristiche merceologiche del materiale
- La posa in opera: il costo del materiale, l'onere progettuale nel computo economico relativo ad un intervento di efficientamento energetico su di un involucro abitativo
- I settori applicativi

### ***CAP.4 Omologazione di THERMORASANTE Docchem e metodologie***

- CPD: Direttiva Prodotti da Costruzione- quando è necessario ottemperare?  
THERMORASANTE: Caratteristiche tecniche dichiarate
- ETA –EOTA 01/07/2013 “The European Technical Assessment”  
THERMORASANTE: Caratteristiche tecniche dichiarate

---

#### **IZAR di Maria Cristina Pasi**

Via Piero della Francesca 73 – 20154 Milano – Italia

Tel : +39 02 3670 8165 – Mob : +39 348 6519 034

Email: mariacristina.pasi@fastwebnet.it PEC: mcpasi@pec.izar-enterprise.com

Part. I.V.A. : IT 08329690963 R.E.A. : 2018093

Cod. Fisc. e Iscr. Registro Imprese di Milano: PSAMCR67C64G388I

## ***CAP.5 Le caratteristiche chimico fisiche di THERMORASANTE e le relative derivazioni tecnico applicative negli interventi di coibentazione***

- La reazione al fuoco secondo la norma UNI EN 13501-1
- La permeabilità al vapore acqueo secondo la norma UNI EN ISO 7783
- La permeabilità all'acqua liquida secondo la norma UNI EN 1062-3
- La conducibilità termica secondo la norma UNI EN 12667
- La conducibilità termica, la trasmittanza termica e l'accumulo di calore: lo sfasamento temporale dell'onda termica e l'efficientamento energetico secondo la norma UNI EN 13786
- L'aderenza per trazione secondo la norma UNI EN 1542
- La resistenza alla compressione secondo la norma UNI EN 826
- Il calore specifico dell'Aerogel di silice

## ***CAP.6 Comparazione rappresentativa dello stato dell'arte dei materiali per coibentazione in base alla "finalità d'uso"***

- Conducibilità termica e potere coibentante
- Confronto fra spessori di materiali isolanti applicati a parità di Trasmittanza termica
- Confronto fra materiali a diversa conducibilità termica e i relativi sistemi di messa in opera
- Confronto tra materiali coibentanti in funzione della loro resistenza alla compressione
- Confronto tra materiali coibentanti in funzione del loro valore di calore specifico
- Esempi di strutture murarie complesse nei processi di efficientamento energetico con e senza THERMORASANTE: Studi di interventi applicativi potenziali

## ***CAP.7 Descrizione dell'esecuzione degli interventi***

## ***CAP.8 Scheda tecnica di THERMORASANTE***

## ***CAP.9 Brochure sintetica commerciale di THERMORASANTE***

## **ALLEGATO I Convenienza economica**

## CAP.1 Efficiamento energetico: la coibentazione secondo le norme internazionali vigenti

### Introduzione

I sistemi di coibentazione termica sono costituiti da quei materiali semplici e complessi e quelle operazioni che consentono di ridurre la dispersione del calore tra due ambienti a temperature differenti. Il parziale o totale isolamento termico che ne deriva consente di realizzare un risparmio energetico nei processi di riscaldamento e raffrescamento degli ambienti chiusi. I sistemi di coibentazione nell'ambito edilizio rappresentano pertanto uno dei modi per contribuire al risparmio energetico complessivo globale finalizzato non solo alla salvaguardia delle fonti di energia esistenti sul pianeta, ma anche alla salvaguardia della salute, relativamente alla riduzione indiretta delle emissioni di CO<sub>2</sub> e di altri prodotti di combustione formantisi durante il processo di riscaldamento degli involucri abitativi. Quale sia l'impatto di tali reazioni di combustione sui cambiamenti climatici non è quantificabile; tuttavia le valutazioni scientifiche fanno ritenere che l'impatto del surriscaldamento dell'atmosfera sul clima sia certamente significativo, sebbene in un ampio arco temporale.

Dato il carattere globale del problema le delibere legislative internazionali hanno di gran lunga anticipato le posizioni nazionali che si sono susseguite riflettendo in maniera coerente le norme internazionali emanate. Ad oggi le norme nazionali non sono altro che il recepimento di quelle europee e il loro adattamento alle fasce climatiche locali. Gli interventi di isolamento termico in edilizia sono regolati da disposizioni della Comunità europea a cui i progettisti e gli applicatori devono attenersi. È opportuno pertanto informarsi in maniera molto dettagliata circa i requisiti della legge sia in quanto consumatori e utenti di tali tecnologie sia in qualità di formulatori e produttori dei sistemi coibentanti.

Docchem ha deciso di costruire un dossier tecnologico di prodotto che includa la parte normativa ai fini della chiarezza sulle responsabilità del singolo produttore di servizi nella filiera edile. Compete al produttore di vernice coibentante non tanto stabilire la classe energetica ottenibile dall'applicazione del proprio prodotto tra gli altri, quanto offrire quella molteplicità di dati chimico fisici che consentono al termotecnico piuttosto che allo studio di progettazione di valutare la positività dell'impatto energetico nell'utilizzo di Thermorasante nel computo totale. Ciò non soltanto per una ragione di competenze di profilo, quanto per la diversificazione della legge in funzione delle aree climatiche di riferimento. Da una parte il produttore può avvantaggiarsi di una legge europea che gli consente la proposta del prodotto in ambito non domestico, data l'universalità delle linee guida, dall'altra non può intervenire sul computo tecnico, ma soltanto sul corredo tecnologico del prodotto.

### EPBD: Direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia

La direttiva "madre" 2002/91/CE è stata abrogata dal 1° febbraio 2012 e quindi sostituita integralmente dalla Direttiva europea 2010/31/CE sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione), pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale europea del 18 giugno 2010 (L 153).

La nuova Direttiva origina dalle richieste formulate nella risoluzione del 31 gennaio 2008 del Parlamento europeo, il quale ha invitato a rafforzare le disposizioni della Direttiva EPBD e in varie occasioni (da ultimo nella risoluzione del 3 febbraio 2009 concernente il secondo riesame strategico della politica energetica) ha chiesto di rendere vincolante **l'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica del 20% entro il 2020.**

**La Direttiva promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e dell'efficacia sotto il profilo dei costi.**

Docchem, in qualità di formulatore e produttore di sistemi coibentanti, ha deciso di puntare sul clima degli ambienti interni sviluppando tecnologie adatte all'applicazione interna all'involucro abitativo nell'ottica dell'efficientamento energetico.

## La Direttiva in sintesi

Nel provvedimento è definito il quadro comune generale di una metodologia per il calcolo della prestazione energetica degli edifici e delle unità immobiliari che gli Stati membri europei sono tenuti ad applicare in conformità a quanto indicato nella Direttiva. Detta metodologia di calcolo dovrà tenere conto sia della **tipologia di edificio** (abitazioni, uffici, ospedali, ristoranti, ecc.), sia delle **caratteristiche termiche dell'edificio** e delle sue **divisioni interne**, degli **impianti di riscaldamento** e di **produzione di acqua calda**, di **condizionamento** e ventilazione, di **illuminazione**, della progettazione, posizione e orientamento, dei **sistemi solari passivi** e di protezione solare.

### I requisiti minimi di prestazione energetica

Gli Stati membri dovranno adottare le misure necessarie affinché **siano fissati requisiti minimi di prestazione energetica - rivisti a scadenze regolari non superiori a cinque anni**, e se necessario aggiornati in funzione dei progressi tecnici nel settore edile - per gli edifici o le unità immobiliari al fine di raggiungere livelli ottimali in funzione dei costi.

### Calcolo dei livelli ottimali

Con il Regolamento delegato n. 244/2012 del 16 gennaio 2012 (pubblicato sulla GUCE L 81 del 21 marzo 2012) la Commissione ha stabilito un quadro metodologico comparativo per il calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi. Gli Stati membri calcoleranno i livelli ottimali utilizzando tale quadro comparativo e raffronteranno i risultati di tale calcolo con i requisiti minimi di prestazione energetica in vigore. Entro il 30 giugno 2012, gli Stati membri hanno trasmesso alla Commissione la prima relazione contenente i risultati ottenuti. Se i requisiti minimi vigenti sono risultati sensibilmente meno efficienti dei livelli ottimali, gli Stati dovranno giustificare tale differenza per iscritto alla Commissione e ridurre il divario.

### Edifici nuovi ed esistenti

Per gli edifici di nuova costruzione gli Stati dovranno garantire che sia valutata la fattibilità tecnica, ambientale ed economica di sistemi alternativi ad alta efficienza tra cui: sistemi di fornitura energetica decentrati basati su fonti rinnovabili, cogenerazione, teleriscaldamento o teleraffrescamento, pompe di calore. **Per gli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni di rilievo, la prestazione energetica dovrà essere migliorata al fine di soddisfare i requisiti minimi.**

### Impianti tecnici per l'edilizia

Allo scopo di ottimizzarne i consumi, gli Stati dovranno stabilire requisiti minimi per i sistemi tecnici per l'edilizia (impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda, impianti di condizionamento d'aria, grandi impianti di ventilazione). Inoltre, promuoveranno l'introduzione di sistemi di controllo attivi negli edifici in fase di costruzione o di importante ristrutturazione. Pertanto gli interventi sulla struttura muraria interna dovranno non solo rispondere ai requisiti legislativi in termini di efficientamento energetico, ma anche essere compatibili con l'installazione degli impianti tecnici in termini di garanzia di traspirabilità, azione antimuffa ed anticondensa, possibilità di interventi locali di ripristino senza compromissione della conservazione energetica dell'involucro abitativo.

### Edifici a energia quasi zero

**Gli Stati dovranno provvedere affinché entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano “edifici a energia quasi zero”, cioè ad altissima prestazione energetica, in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo sia coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili. Gli edifici pubblici di nuova costruzione dovranno essere a energia quasi zero a partire dal 31 dicembre 2018.**

### Attestato di prestazione energetica

Gli Stati membri dovranno istituire un sistema di certificazione energetica degli edifici. L'attestato comprenderà la prestazione energetica dell'edificio e i valori di riferimento, quali i requisiti minimi di prestazione energetica, al fine di consentire ai proprietari o locatari di valutare e raffrontare la prestazione energetica. **L'attestato - con validità di 10 anni - laddove non già disponibile in conformità alla direttiva 2002/91/CE, dovrà essere rilasciato per gli edifici costruiti, venduti o locati in cui una superficie di oltre 500 m<sup>2</sup> sia occupata da enti pubblici e frequentata dal pubblico. A partire dal 9 luglio 2015 la soglia di 500 m<sup>2</sup> viene abbassata a 250 m<sup>2</sup>.**

Dal punto di vista dell'intervento sulla struttura muraria, diventa fondamentale la possibilità di intervenire dall'interno dell'involucro abitativo senza né danneggiare gli eventuali rilievi decorativi esistenti sui lati esterni (in riferimento agli edifici storici istituzionali-pubblici) né impedire interventi di diversa natura e costo nelle singole unità abitative che dovessero anche non essere nella necessità legislativa di ottemperanza (sezioni immobiliari adibite a magazzini/non abitativi)

Nella nuova Direttiva sono inoltre previste ispezioni periodiche degli impianti di riscaldamento e di condizionamento d'aria ad opera di esperti qualificati (e/o accreditati) e indipendenti.

### La Direttiva 2002/91/CE e il recepimento italiano

Con la legge 31 ottobre 2003, n. 306, recante “Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – Legge comunitaria 2003”, il Parlamento ha delegato il Governo a recepire la direttiva 2002/91/CE.

Il Governo ha esercitato tale delega con l'emanazione del Dlgs 19 agosto 2005, n. 192 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia”. Il decreto è stato modificato con l'emanazione del Dlgs 29 dicembre 2006, n. 311 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192”.

Il Dlgs 192/2005 prevedeva l'emanazione di diversi provvedimenti attuativi in relazione alla certificazione energetica degli edifici. E cioè:

- Un regolamento con le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici e degli impianti termici per la climatizzazione invernale e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, in materia di progettazione di edifici e di progettazione, installazione, esercizio, manutenzione e ispezione degli impianti termici.

Il regolamento è stato varato con il DPR 2 aprile 2009, n. 59 "Rendimento energetico in edilizia", pubblicato in Gazzetta Ufficiale 10 giugno 2009.

- Un decreto ministeriale per l'emanazione delle Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici. Il DM Sviluppo economico del 26 giugno 2009 contiene le Linee guida e i loro numerosi allegati.

- Dopo la proposta di condanna della Commissione UE del 19 luglio 2012 per incompleto e inesatto recepimento della direttiva 2002/91/Ce, sono stati pubblicati in Gazzetta Ufficiale due decreti correttivi del Dm 26 giugno 2009 e del Dlgs 192/2005.

Il primo decreto è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 290 del 13/12/2012, con entrata in vigore il 28/12/2012. Il provvedimento introduce alcune modifiche alle linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, contenute nel D.M. 26/06/2009, con l'obiettivo di favorire «una applicazione omogenea, coordinata e immediatamente operativa della certificazione energetica degli edifici su tutto il territorio nazionale». **In particolare elimina la possibilità per il proprietario dell'immobile di autodichiarare la classe energetica (la più bassa, la G) dell'immobile senza ricorrere alla certificazione del tecnico abilitato.**

Il secondo decreto (22 novembre 2012 - GURI n. 21 del 25/1/2013) modifica la definizione di diagnosi energetica. Essa è l'elaborato tecnico che individua e quantifica "le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento, individua gli interventi per la riduzione della spesa energetica e i relativi tempi di ritorno degli investimenti nonché i possibili miglioramenti di classe dell'edificio".

Il Consiglio dei Ministri del 15 febbraio 2013 ha varato il regolamento che definisce i requisiti per i certificatori energetici degli edifici e sulle operazioni di manutenzione e controllo negli impianti di climatizzazione invernale ed estiva negli edifici. I provvedimenti (Dpr 16 aprile 74/2013 e 75/2013) sanano i rilievi mossi dalla Commissione europea che aveva avviato una procedura di infrazione a carico dell'Italia per incompleto recepimento da parte dell'Italia della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia, completando di fatto l'attuazione del Dlgs 192/2005.

Nella GURI n. 181 del 3 agosto 2013 è stata pubblicata la Legge n. 90 del 3 agosto 2013 di conversione del DL 63/2013.

Il DL 63/2013 recepisce, oltre ad altro, la Direttiva europea 2010/31/UE in materia di prestazione energetica nell'edilizia, introducendo la nuova metodologia nazionale di calcolo e i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici. **I nuovi edifici della Pubblica Amministrazione dovranno essere "a energia quasi zero", dal 31 dicembre 2018, mentre i privati dal 2021**

## CAP 2. Dalle condizioni generali ai recepimenti regionali italiani ed europei

La metodologia nazionale di calcolo prevede la **suddivisione del territorio in regioni climatiche** per le quali sono previsti **requisiti differenti esposti nelle delibere regionali**.

Es. Lombardia: Delibera di Giunta Regionale VIII/5018 recante "Determinazioni inerenti la certificazione energetica degli edifici, in attuazione del d.lgs. 192/2005 e degli art. 9 e 25 della l.r. 24/2006".

La sopracitata DGR, oggetto poi di successive modifiche ed integrazioni a seguito dell'evoluzione in atto in materia di efficienza e certificazione energetica degli edifici, si fonda su tre capisaldi:

- A. la definizione di requisiti minimi di prestazione energetica, **differenziati a seconda del tipo di intervento edilizio, riguardanti l'involucro**, gli impianti e il sistema edificio-impianto;
- B. la valorizzazione del ruolo della certificazione energetica degli edifici come strumento atto a rendere più trasparente il mercato immobiliare e come strumento atto a promuovere il **miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici** siano essi **di nuova costruzione o oggetto di interventi di ristrutturazione**;
- C. la costituzione di un catasto energetico degli edifici che, grazie ai dati acquisiti dalle certificazioni registrate nel sistema informativo predisposto, possa guidare Regione Lombardia e gli altri Enti nella direzione di promuovere politiche volte al miglioramento del comfort abitativo, della salute e del risparmio energetico nel settore civile.

La DGR VIII/5018 fissa altresì:

- i requisiti richiesti ai professionisti per richiedere l'accreditamento all'elenco dei soggetti certificatori di Regione Lombardia;
- le funzioni dell'Organismo regionale di accreditamento;
- **la procedura di calcolo da utilizzare ai fini della redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) e della Relazione Tecnica ex L.10/91**;
- il modello dell'APE e della targa energetica.

Questo dossier tecnologico è costruito al fine di agevolare il certificatore nella redazione dell'attestato di prestazione energetica (APE) contenendo tutte quelle informazioni tecniche e normative, nonché indicando quei valori e quelle caratteristiche chimico e termofisiche atte alla determinazione della trasmittanza termica e del relativo potere coibente.

### **La definizione delle fasce climatiche e delle grandezze chimico-fisiche ai fini dell'Attestato di Prestazione Energetica**

#### **La definizione del Grado Giorno(GG)**

Si definisce il GG :

$$GG = \sum_{e=1}^n (20 - T_e)$$

con  $T_e < 20$  [°C], ad indicare la temperatura media esterna giornaliera del periodo convenzionale di riscaldamento di  $n$  giorni che inizia con i primi tre giorni consecutivi caratterizzati da una temperatura media giornaliera che non supera i 12°C e termina con i primi tre giorni consecutivi caratterizzati da una temperatura media giornaliera uguale o superiore a 12°C.

**Con questa unità di misura**, dunque, relativa alle vigenti normative sul riscaldamento delle abitazioni **si esprime il fabbisogno termico di una determinata area geografica**. Un valore di gradi giorno basso indica un breve periodo di riscaldamento e temperature medie giornaliere prossime alla temperatura fissata per l'ambiente. Al contrario, valori di gradi giorno elevati, indicano periodi di riscaldamento prolungati e temperature medie giornaliere nettamente inferiori rispetto alla temperatura convenzionale di riferimento. Alla luce dei valori ricavati sui vari comuni di Italia, sono state individuate 6 macro aree climatiche che sono riportate nelle tabelle seguenti. Ad esse è stato associato un valore di U per le varie strutture verticali ed orizzontali al fine di rendere possibile il calcolo della Trasmittanza Termica dell'Involucro abitativo. Si veda inoltre nelle tabelle 1 e 2 l'appartenenza climatica delle singole regioni italiane. Tale tabella rappresenta il riferimento numerico per il calcolo della classe energetica di appartenenza dei singoli edifici all'interno di ogni regione.

### La definizione di U

La trasmittanza termica [U] indica la quantità di calore che viene dispersa da un metro quadrato di involucro dell'edificio ed è definita dall'inverso della somma delle resistenze termiche [R] degli strati che costituiscono la chiusura.

$$U = 1 / R_{tot}$$

dove  $R_{tot}$ , la resistenza termica totale, rappresenta la capacità di un elemento tecnico e degli strati d'aria che sono a contatto con esso di opporsi al flusso termico che li attraversa quando separano due ambienti tra i quali è presente una differenza unitaria di temperatura in regime stazionario.

A bassi valori di trasmittanza termica corrispondono una minore dispersione del calore e una migliore coibentazione.

La trasmittanza termica viene misurata in  $W/m^2K$ .

Le norme tecniche di riferimento utilizzate per il calcolo della Trasmittanza termica e delle altre grandezze chimico fisiche atte a consentire il calcolo della classe energetica di un edificio sono sotto riportate:

UNI 10351 "Materiali da costruzione. Conduktività termica e permeabilità al vapore";

UNI 10355 "Murature e solai. Valore della resistenza termica e metodo di calcolo";

UNI EN ISO 6946 "Componenti ed elementi per l'edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo"

Nel caso di strati omogenei la resistenza termica [R] è determinata dal rapporto tra spessore [s] dello strato e conducibilità termica [ $\lambda$ ] del materiale di cui è composto lo strato stesso.

$$R = s / \lambda$$

Per elementi disomogenei si utilizzano invece valori di calcolo differenti riferendosi alla conducibilità termica equivalente [ $\lambda_{equiv}$  espressa in  $W/mK$ ] o alla conduttanza termica unitaria del componente [C espressa in  $W/m^2K$ ].

La resistenza termica complessiva di una chiusura opaca viene calcolata come somma delle singole resistenze termiche degli strati omogenei che la compongono unite a quelle di eventuali strati disomogenei, con l'aggiunta delle resistenze termiche di ammissione [inverso dell'adduttanza interna  $1/h_i$ ] e di emissione [inverso dell'adduttanza esterna  $1/h_e$ ] che sono valori prefissati in relazione al clima e alla tipologia di chiusura.

Il valore di U calcolato deve essere confrontato con i valori limite fissati dalla normativa vigente in materia di risparmio energetico in funzione delle fasce climatiche di appartenenza fisica dell'involucro oggetto di intervento.

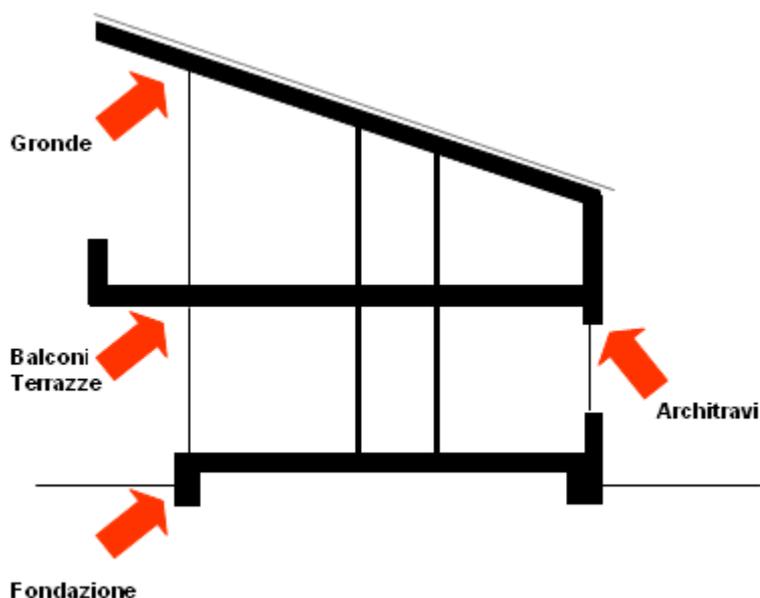


Fig.1 Esempi di ponti termici in un edificio ad uso abitativo

La trasmittanza Termica complessiva dell'involucro è fortemente influenzata dai ponti termici dell'edificio, Fig. 1, ossia da tutti i punti critici della configurazione costruttiva dell'involucro edilizio dovuti a discontinuità dei materiali che comportano una dispersione di energia ed anche problemi di carattere tecnico come la formazione di muffa dovuta al raggiungimento della temperatura di rugiada del vapore acqueo che attraversa la chiusura stessa.

Ecco perché non è pertinenza del produttore di coibentante tanto garantire il raggiungimento di una classe energetica attraverso una ben definita quantità di prodotto applicato pur secondo le modalità specifiche, bensì è responsabilità del produttore / venditore di vernice coibentante fornire quei parametri chimico fisici del materiale atti al calcolo complessivo del risparmio energetico nonché alla evidenza di tutte quelle prestazioni tecniche quali la barriera anticondensa piuttosto che la resistenza al fuoco, alla trazione, all'acqua liquida nonché la idoneità al sovratrattamento con finiture decorative altrettanto importanti nella valutazione delle performance di un prodotto altamente funzionale.

## La definizione delle fasce climatiche in Italia

In funzione dei GG ( Grado Giorno) sono state definite le fasce climatiche del territorio italiano e i limiti massimi relativi al periodo annuale di esercizio dell'impianto termico nonché alla durata giornaliera di attivazione e distribuzione % dei comuni appartenenti alle varie fasce per regione.

Fascia	Da [GG]	A [GG]	Ore giornaliere	Data inizio	Data fine	Numero comuni sul territorio nazionale
A	0	600	6	1° dicembre	15 marzo	2
B	601	900	8	1° dicembre	31 marzo	157
C	901	1400	10	15 novembre	31 marzo	989
D	1401	2100	12	1° novembre	15 aprile	1611
E	2101	3000	14	15 ottobre	15 aprile	4271
F	3001	+∞	nessuna limitazione ( <i>tutto l'anno</i> )			1071

Tabella 1

	Zona climatica						Totale complessivo
	A	B	C	D	E	F	
Piemonte					4.061.454	384.776	4.446.230
Val d'Aosta					74.925	52.941	127.866
Liguria			301.353	1.204.500	100.846	9.287	1.615.986
Lombardia				1.147	9.588.909	236.085	9.826.141
Trentino Alto Adige					495.329	532.931	1.028.260
Veneto				2.557	4.662.212	247.669	4.912.438
Friuli					1.177.217	56.862	1.234.079
Emilia Romagna				130.494	4.140.980	124.095	4.395.569
Marche				1.102.175	457.367		1.559.542
Toscana			131.679	2.898.246	688.674	11.531	3.730.130
Umbria				383.840	516.950		900.790
Lazio			775.218	1.127.441	3.737.268	41.941	5.681.868
Campania			4.711.419	932.255	179.894	1.094	5.824.662
Abruzzo			161.424	855.960	297.912	23.602	1.338.898
Molise			39.774	118.636	159.774	2.045	320.229
Puglia			2.788.759	1.251.831	43.445		4.084.035
Basilicata			48.465	315.747	224.667		588.879
Calabria		491.225	780.886	572.969	162.861	1.389	2.009.330
Sicilia	23.474	2.591.979	1.675.962	668.144	82.870	563	5.042.992
Sardegna		119.925	1.197.290	335.400	19.789		1.672.404
Totale Italia	23.474	3.203.129	12.612.229	11.901.342	30.873.343	1.726.811	60.340.328
	0,04%	5,31%	20,90%	19,72%	51,17%	2,86%	100,00%

Tabella 2

E per ciascuna fascia sono stati definiti i valori di trasmittanza termica conformemente al recepimento della direttiva guida europea

Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali o inclinate		Chiusure apribili e assimilabili (**)
		Coperture	Pavimenti (*)	
A	0,54	0,32	0,60	3,7
B	0,41	0,32	0,46	2,4
C	0,34	0,32	0,40	2,1
D	0,29	0,26	0,34	2,0
E	0,27	0,24	0,30	1,8
F	0,26	0,23	0,28	1,6

Fig. 2: Valore limite di trasmittanza termica utile U delle strutture componenti l'involucro edilizio espressa in  $W/m^2K$ , in vigore dal 14 Marzo 2010 per il territorio italiano



Fig. 3: Classi di efficienza energetica a norma europea

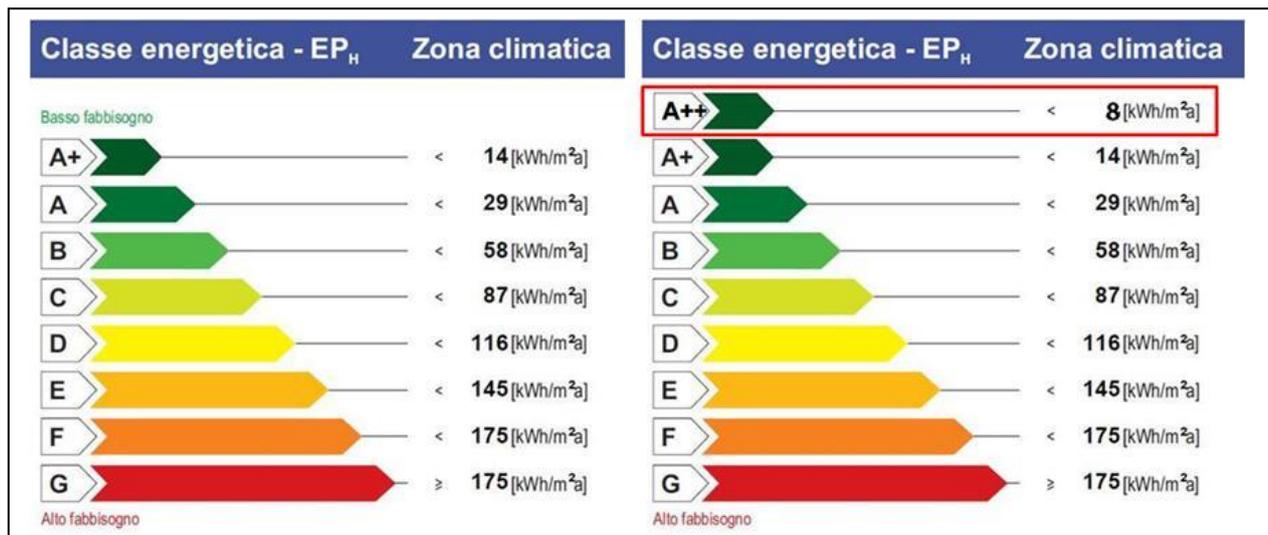


Fig. 4: Esempi di classi energetiche aggiuntive per iniziativa locale

## Il recepimento della norma internazionale nelle regioni europee

Docchem, ai fini della omologazione dei suoi prodotti a livello internazionale, propone in questo dossier una sintesi delle restrizioni legislative in ambito di efficientamento energetico nei maggiori paesi europei, rispetto ai quali Thermorasante si pone all'avanguardia nell'ambito delle sue performance specifiche.

### Francia

La politica energetica francese è gestita dal governo centrale e solo alcune responsabilità specifiche nella gestione dell'energia sono state demandate alle Regioni nel 1982.

Gli strumenti legislativi relativi al campo delle costruzioni sono:

- il codice delle costruzioni e dell'abitazione (CCH), di carattere generale;
- il regolamento termico (RT), legato direttamente alla limitazione dei consumi energetici dell'edificio.

Il recepimento della direttiva europea 2002/91/CE è avvenuto con la legge 1343/04 del 9 dicembre 2004, successivamente aggiornata dall'ordinanza 655/05 e dalla legge 872/06 del 13 luglio 2006.

In seguito sono stati approvati numerosi decreti atti a specificare l'attuazione della certificazione, detta Diagnostic de Performance Énergétique (DPE).

Per quanto concerne la certificazione energetica, in attuazione della Direttiva Europea, è stato definito l'obbligo di certificazione energetica sia nel caso di edifici di nuova costruzione, sia nel caso di edifici esistenti se soggetti a compravendita o a locazione. Per gli edifici pubblici o ad uso pubblico con superficie superiore ai 1000 m<sup>2</sup>, inoltre, è stabilito l'obbligo di esporre il certificato energetico in prossimità dell'ingresso o di un punto di accoglienza. Agli edifici di nuova costruzione vengono imposti anche alcuni requisiti prescrittivi, complementari rispetto alla procedura di certificazione:

- a) consumo energetico annuale specifico;
- b) temperatura interna estiva dei locali, per gli edifici non soggetti a raffrescamento meccanico;
- c) caratteristiche termiche degli elementi costruttivi;
- d) prestazioni degli impianti meccanici.

Per quanto riguarda gli edifici esistenti: per le singole unità immobiliari risalenti a prima del 1 gennaio 1948, il consumo energetico non può essere calcolato col metodo convenzionale ma deve essere definito dalla media dei consumi reali negli ultimi tre anni precedenti la diagnosi (operational rating)

**Francia: i limiti di Trasmittanza termica per gli elementi costruttivi (Fig. 5)**

Elementi costruttivi dell'involucro edilizio	Trasmittanza termica in W/m <sup>2</sup> K
Pareti perimetrali rivolte verso l'esterno o verso il terreno	0,45
Pareti perimetrali rivolte verso locali non riscaldati	0,45/b*
Solai inferiori rivolti verso l'esterno o parcheggi aperti	0,36
Solai inferiori rivolti verso un vespaio aerato o un locale non riscaldato	0,40
Solai di copertura in calcestruzzo o laterocemento e tetti a falde rivestiti in lastre metalliche	0,34
Coperture piane rivestite in lastre metalliche	0,41
Altri solai di copertura	0,28
Finestre e portefinestre rivolte verso l'esterno	2,60
Facciata continua	2,60
Cassone del sistema di oscuramento	3,00

\* fattore di correzione della temperatura per le diverse tipologie di locali non riscaldati (definito all'interno del regolamento Th-U)

Fig.5

**Germania: i limiti di Trasmittanza termica per gli elementi costruttivi (Fig.6)**

Tipo di edificio		Limite di U [W/m <sup>2</sup> K]
Edifici isolati	$S_{\text{utile}} \leq 350 \text{ m}^2$	0.40
	$S_{\text{utile}} > 350 \text{ m}^2$	0.50
Edifici collegati ad altri da un solo lato		0.45
Tutti gli altri edifici		0.65
Ampliamenti		0.65

Fig.6: Limiti per le caratteristiche termiche dell'involucro per edifici residenziali [W/m<sup>2</sup>K]

Dove:

U valore specifico, rispetto alla superficie utile di pavimento, del coefficiente di dispersione per trasmissione dell'involucro Ht [W/K]

Elemento di involucro	Trasmittanza media, U media [W/m <sup>2</sup> K]	
	Locali in cui $T_{\text{int}} \geq 19^\circ\text{C}$	Locali in cui $12 < T_{\text{int}} < 19^\circ\text{C}$
Elementi opachi	0.35	0.50
Elementi trasparenti	1.9	2.8
Facciata continua	1.9	3.0
Elementi vetrati di ampie dimensioni e di copertura	3.1	3.1

Fig.7: Limiti per le caratteristiche termiche dell'involucro negli edifici non residenziali

**Austria: i limiti di Trasmittanza Termica per gli elementi costruttivi**

<b>Elementi Costruttivi</b>	<b>Trasmittanza [W/m2K]</b>
Pareti perimetrali	0.35
Sezioni di pareti perimetrali che non superino il 2% del totale delle pareti perimetrali	0.70
Pareti divisorie tra unità immobiliari o tra destinazioni d'uso	0.90
Pareti verso locali non riscaldati (esclusi locali sottotetto)	0.60
Pareti verso sottotetti non riscaldati o non abitabili	0.35
Pareti verso altri edifici	0.50
Pareti o solai contro terra	0.40
Finestre, portefinestre, porte ed elementi verticali trasparenti verso locali non riscaldati	2.50
Finestre e portefinestre verso l'esterno negli edifici residenziali	1.40
Finestre, portefinestre, porte ed elementi verticali trasparenti verso l'esterno	1.70
Lucernari	1.70
Elementi trasparenti orizzontali o inclinati verso l'esterno	2.00
Tetti piani, tetti inclinati e solai verso sottotetti ventilati o non isolati	0.20
Solai verso locali non riscaldati	0.40
Solai verso altre unità immobiliari o altre destinazioni d'uso	0.90

Fig.8

<b>CLASSE</b>	<b>Fabbisogno [kWh/m<sup>2</sup>a]</b>
<b>A++</b>	<b>HWB ≤ 10</b>
<b>A+</b>	<b>HWB ≤ 15</b>
<b>A</b>	<b>HWB ≤ 25</b>
<b>B</b>	<b>HWB ≤ 50</b>
<b>C</b>	<b>HWB ≤ 100</b>
<b>D</b>	<b>HWB ≤ 150</b>
<b>E</b>	<b>HWB ≤ 200</b>
<b>F</b>	<b>HWB ≤ 250</b>
<b>G</b>	<b>HWB &gt; 100</b>

Fig.9: Classi energetiche AUSTRIA

### ***CAP.3 Il sistema coibentante THERMORASANTE: le caratteristiche del materiale e la sua composizione ai fini ambientali***

La qualità di un materiale isolante va individuata rispetto alle prestazioni che è chiamato a garantire, prestazioni che non devono essere limitate al potere coibente, ma che devono considerare anche il comportamento meccanico, il comportamento rispetto alle temperature di impiego, il comportamento al fuoco e all'acqua e così a seguire. Ogni materiale possiede proprietà specifiche che lo fanno preferire ad altri in relazione alle possibilità di impiego e di applicazione, ferme restando le caratteristiche chimico fisiche atte a garantire l'effetto coibentante. Relativamente all' applicazione, soprattutto nel settore dell'efficiamento energetico, diventa fondamentale l'aspetto relativo alle modalità applicative del prodotto; la sua composizione (semplice o complessa) nel calcolo complessivo del costo dell'intervento sia in termini economici che ecologici è essa stessa elemento determinante nella scelta della soluzione da adottare.

#### **Caratteristiche merceologiche del materiale**

Thermorasante è a tutti gli effetti un sistema SMART in quanto si fonda su tecnologie che offrono soluzioni iper performanti, altamente integrate a basso impatto ambientale, costituendo un sistema semplice per il consumatore sebbene costituito di materiali attivi complessi. A basso spessore, applicabile direttamente su parete attraverso un sistema manuale o meccanico, conferisce un significativo effetto barriera che ne fanno un materiale coibentante professionale sia nel raffrescamento che nel mantenimento termico invernale dell'involucro abitativo privato e pubblico. La semplicità dello scheletro formulativo garantisce un'efficace controllo di processo ed il rispetto dei parametri tecnici certificati dal produttore per più del 90% del volume prodotto secondo il DPR 846/93, relativo alla omologazione dei prodotti da costruzione. La tipologia chimica del prodotto ne garantisce la eco sostenibilità secondo le linee guida dettate dalla "sustainability chart" del CEPE.

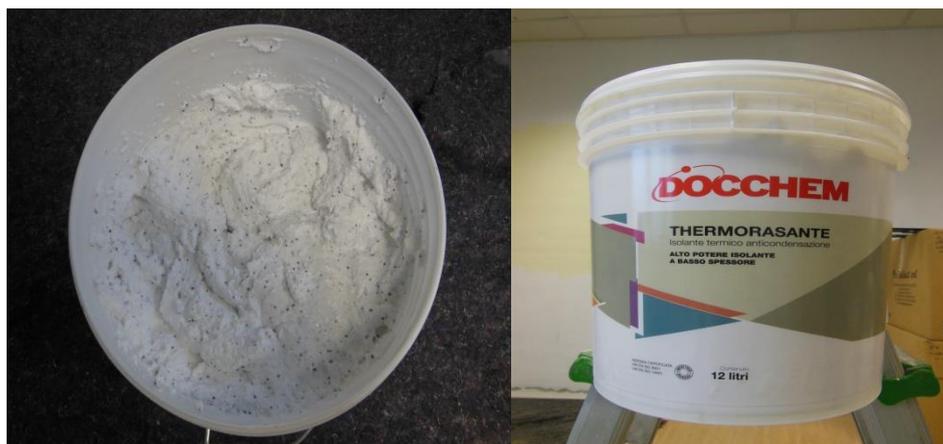


Fig.10: thermorasante

## La Posa in opera: il Costo del materiale, l'onere progettuale nel computo economico relativo ad un intervento di efficientamento energetico su di un involucro abitativo

Consideriamo la posa in opera di un sistema coibentante e, data la natura di Thermorasante, soffermiamoci sul metodo applicativo che, differentemente dalla maggior parte dei sistemi di coibentazione professionali (applicazione di sistemi a pannello) prevede il sistema manuale o meccanico tipico dei prodotti rasanti generando un risparmio di spesa indiretto grazie alla semplificazione ed ottimizzazione di:

- Costi di progettazione ed autorizzazione all'esecuzione dei lavori
- Vincoli ministeriali relativamente ad edifici sottoposti a tutela artistico culturale
- Ponteggi in termini di tipologia, numerosità, montaggio, smontaggio, quote d'affitto e prenotazioni temporali di cantiere, trasporto, livello di specializzazione del personale
- Relativi Sistemi di Sicurezza necessari al personale operativo
- Complessità delle pratiche burocratiche relative ai lavori condominiali rispetto agli interventi individuali
- Campi di intervento, relativamente alla possibilità di intervenire nelle singole unità abitative senza compromettere la struttura esterna delle facciate, siano esse storiche o speciali, quali gli ambienti di montagna e/o comunque le strutture in cui la diversificazione materica della superfici esterne sia per ragioni estetiche che tecniche non consentono l'utilizzo di altri metodi di coibentazione noti.
- Numerosità dei materiali necessari alla costituzione di un wafer efficace e relative implicazioni logistiche (Fig.11)
- Durata dell'intervento e relativi costi del personale impiegato.

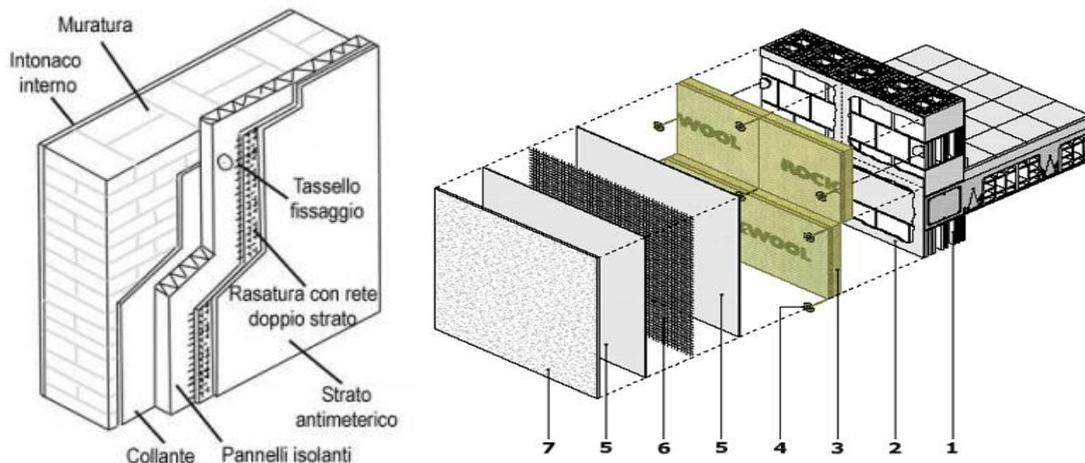


Fig.11: Tipologia di intervento attraverso un sistema multiple a cappotto su parete esterna :wafer a 7 strati



Fig.12: Tipologia di intervento con Thermorasante : macro



Fig.13: Particolare relativo ai lavori di messa in opera dell'intervento di efficientamento energetico su struttura preesistente sul lato esterno dell'involucro abitativo

Tali fattori, quantificabili economicamente ed ecosostenibilmente, rappresentano elementi fondamentali nel computo globale dei costi di intervento in ambito di efficientamento energetico giustificando l'adozione di sistemi alternativi agli attuali presenti sul mercato internazionale.

## I settori applicativi

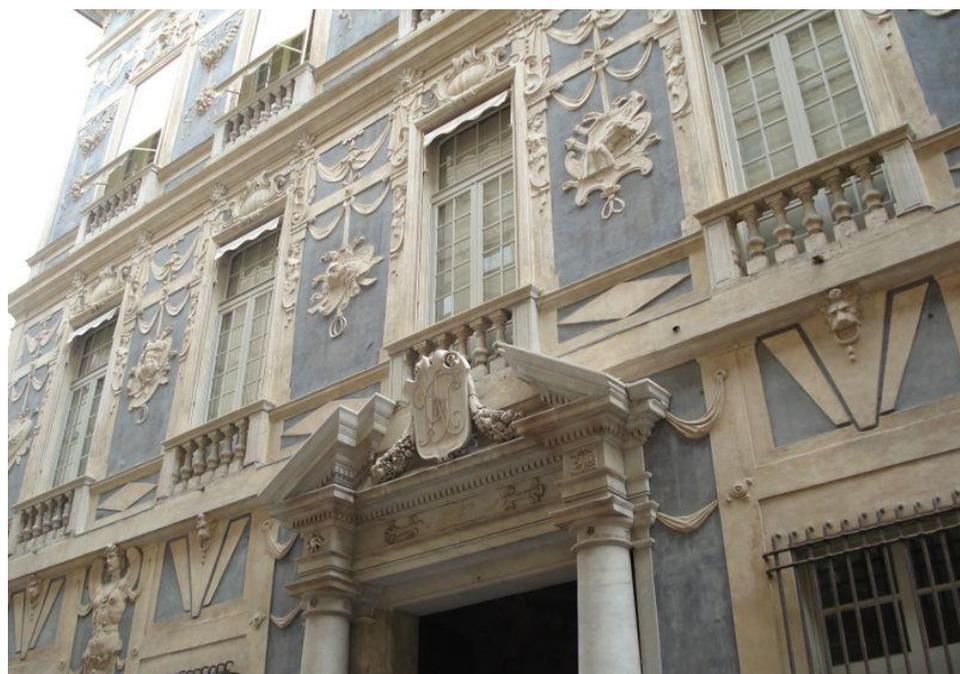


Fig.14: Tipologia 1: involucro abitativo in edificio storico



Fig.15: Tipologia 2: involucro abitativo in materiale plurimo non rivestibile esternamente



Fig.16: Tipologia 3: involucro abitativo individuale ad elevata densità di ponti termici ed esposizione rilevante a gradienti termici



Fig.17: Tipologia 4: involucri abitativi giacenti in edifici con strutture esterne non murarie



Fig.18: Tipologia 5: involucri abitativi giacenti in edifici con strutture esterne multiple

## **CAP.4 Omologazione di THERMORASANTE Docchem e metodologie**

### **CPD – Direttiva Prodotti da Costruzione: quando è necessario ottemperare?**

La Direttiva Prodotti da Costruzione (CPD) 89/106/CEE, recepita in Italia dal DPR 846/93, ha lo scopo di garantire la libera circolazione dei prodotti all'interno della Comunità Europea consentendone una valutazione prestazionale sulla base di norme tecniche armonizzate.

La marcatura CE non è quindi un marchio di qualità e non presuppone il raggiungimento di valori o prestazioni minime. Rappresenta peraltro una garanzia importante per il consumatore poichè il produttore, responsabile dell'apposizione del marchio CE, si impegna a rispettare un protocollo di verifiche sul prodotto, a utilizzare per le prove affidate all'esterno solo laboratori accreditati, a verificare che le prestazioni dichiarate siano riferibili ad almeno il 90% della produzione.

La CPD ritiene idonei all'impiego i prodotti quando questi consentono agli edifici, in cui sono incorporati, di soddisfare i 6 requisiti essenziali:

- Resistenza meccanica e stabilità
- Sicurezza in caso di incendio
- Igiene, salute e ambiente
- Sicurezza nell'impiego
- Protezione contro il rumore
- Risparmio energetico e isolamento termico

Ogni Stato Membro è libero sia di definire quali requisiti debbano essere soddisfatti dai singoli prodotti e sia di fissare eventuali soglie minime di prestazioni. La conformità dei prodotti ai criteri della Direttiva viene attestata da un'apposita dichiarazione e dall'apposizione della marcatura CE sul prodotto o sull'imballo.

Sono attualmente sottoposti a marcatura CE i materiali isolanti per i quali è disponibile la norma tecnica armonizzata e, in base al DM 5/3/2007, i fabbricanti sono tenuti a dichiarare in etichetta le seguenti caratteristiche tecniche:

- Reazione al fuoco
- Permeabilità all'acqua
- Resistenza termica
- Permeabilità al vapore acqueo.

Per tutte le altre caratteristiche il produttore è libero di esplicitare i valori o di utilizzare la dicitura NPD (No Performance Declared).

Sono sottoposti a marcatura CE i seguenti materiali secondo le norme tecniche armonizzate UNI EN a fianco riportate:

- A. prodotti in lana minerale ottenuti in fabbrica UNI EN 13162
- B. prodotti in polistirene espanso ottenuti in fabbrica UNI EN 13163
- C. prodotti in polistirene espanso estruso ottenuti in fabbrica UNI EN 13164
- D. prodotti in poliuretano espanso rigido ottenuti in fabbrica UNI EN 13165
- E. prodotti in resine fenoliche ottenuti in fabbrica UNI EN 13166
- F. prodotti di vetro cellulare ottenuti in fabbrica UNI EN 13167
- G. prodotti in lana di legno ottenuti in fabbrica UNI EN 13168
- H. prodotti in perlite espansa ottenuti in fabbrica UNI EN 13169
- I. prodotti in sughero espanso ottenuti in fabbrica UNI EN 13170:
- J. prodotti in fibra di legno ottenuti in fabbrica UNI EN 13171

I materiali isolanti sottoposti a marcatura CE non comprendono ad oggi i prodotti a base di aerogel di silice (Thermorasante), tuttavia Docchem ha deciso di dichiarare in etichetta le seguenti caratteristiche tecniche, certificandone ed esplicitandone il valore ai fini di un corretto computo termotecnico dell'efficacia del prodotto in ambito di coibentazione dell'involucro edilizio secondo la direttiva **EPBD – DIRETTIVA SUL RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA**.

#### **THERMORASANTE: Caratteristiche tecniche dichiarate**

- Reazione al fuoco
- Permeabilità all'acqua
- Resistenza termica
- Permeabilità al vapore acqueo
- Calore specifico
- Aderenza per trazione
- Compressione

#### **ETA – EOTA 01/07/2013 “The European Technical Assessment”**

La Direttiva è chiara: E' necessario per consentire ad un produttore di un **prodotto da costruzione** di emettere una dichiarazione di performance (DOP) relativa ad un prodotto da costruzione **che non sia coperto completamente o parzialmente da uno standard armonizzato**. Un certificato ETA può essere rilasciato esclusivamente da un istituto (TAB), riconosciuto, in quanto appartenente all'EOTA.

Nella definizione di “prodotti da costruzione”, a norma dell'articolo 2, paragrafo 1, s'intende “prodotto da costruzione” “qualsiasi prodotto o kit fabbricato e immesso sul mercato per essere incorporato in modo permanente in opere di costruzione o in parti di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse”\*.

Relativamente ai materiali coibentanti la linea guida esiste esclusivamente per materiali coibentanti per esterno a struttura complessa multistrato (Sistema a cappotto) European Assessment Document – Linea Guida 004. **Non esiste una linea guida europea** relativamente ad un materiale coibentante che agisca attraverso un sistema monostrato. La DOP (Declaration Of Performance) in questi casi è un'autocertificazione del produttore sulla base dei risultati dei tests secondo le procedure normative internazionalmente di tipologia ASTM, UNI EN, ISO, tramite un laboratorio certificato, così come già incluso nella direttiva generale di relativa alla definizione dei prodotti da costruzione a marcatura CE.

#### **THERMORASANTE: Caratteristiche tecniche dichiarate**

Docchem ha deciso di certificare tutti i parametri tecnici di Thermorasante conformemente alle linee guida di ottenimento del certificato ETA, vale a dire attraverso un laboratorio esterno certificato e secondo le norme ed i metodi validi ai fini delle omologazioni vigenti ed in particolare Thermorasante è certificato relativamente a:

- Reazione al fuoco
- Permeabilità al vapore acqueo
- Permeabilità all'acqua
- Resistenza termica
- Aderenza per trazione
- Compressione
- Calore specifico

## **CAP.5 Le caratteristiche chimico fisiche di THERMORASANTE e le relative derivazioni tecnico applicative negli interventi di coibentazione**

### **La reazione al fuoco secondo norma UNI EN 13501 -1**

Una valutazione comparata della reazione al fuoco di diversi materiali va imperniata sui seguenti fattori: infiammabilità, effetto dannoso dei gas combustibili, formazione di gocce e formazione di fumo denso. I **materiali da costruzione** vengono suddivisi e classificati in base alla loro reazione al fuoco in 7 classi europee, **secondo la norma EN 13501 -1**

A1 A2	Non può essere provocato un incendio intenso – materiale non infiammabile
B	Non viene provocato un incendio intenso, ma si può verificare un contributo essenziale all'incendio
C	Un incendio intenso viene provocato in un lasso di tempo che va dai 10 ai 20 minuti
D	Un incendio intenso viene provocato in un lasso di tempo che va dai 2 ai 10 minuti
E	Un incendio intenso viene provocato in un lasso di tempo di 2 minuti
F	Non segue alcuna norma della reazione al fuoco e il materiale da costruzione, dopo la prova, non ha alcuna funzione di protezione antincendio

Tab.3

#### **Thermorasante : Determinazione della reazione al fuoco (norma UNI EN 13501-1)**

**Perdita di massa media: 17%**

**Classe di reazione al fuoco: A2**

<b>Classi di Reazione al fuoco – Prodotti tradizionali</b>	
<b>Polistirene</b>	Classe E
<b>Lana di vetro</b>	Classe A1
<b>Lana di roccia</b>	Classe A1
<b>Fibra di legno</b>	Classe E
<b>Sughero</b>	Classe E

Tab 3 bis

## La Permeabilità al vapore acqueo secondo la norma UNI EN ISO 7783

Il riscaldamento degli ambienti abitati e l'alimentazione permanente di umidità dovuta al relativo utilizzo durante la stagione invernale comporta nell'aria presente all'interno degli ambienti un contenuto di acqua molto maggiore rispetto a quello dell'aria circolante all'esterno. La pressione parziale del vapore acqueo all'interno degli ambienti è maggiore rispetto a quella dell'aria esterna. Questa differenza di pressione provoca una migrazione (diffusione) di vapore acqueo attraverso gli elementi strutturali esterni. Nel corso della suddetta migrazione del vapore acqueo può insorgere un fenomeno di condensazione, ovvero una formazione di acqua all'interno dell'elemento strutturale. Se la temperatura della superficie interna dell'elemento strutturale è bassa, il fenomeno di condensazione può insorgere già sulla superficie interna, con la conseguente formazione di muffa. L'esatto livello del punto di rugiada, vale a dire la superficie all'interno dell'elemento strutturale su cui può formarsi l'acqua e la quantità d'acqua in questione, si può definire con sufficiente precisione attraverso un calcolo. Per le pareti di struttura più comuni nel frattempo si dispone di un numero di valori empirici sufficiente, mentre per le applicazioni particolari va eseguito un calcolo specifico, come ad esempio per l'isolamento di muri esterni dall'interno che è molto più soggetto alla formazione di condensa rispetto all'isolamento esterno. Ad oggi esistono anche per l'applicazione interna dei materiali isolanti con elevata assorbenza capillare che vengono impiegati per l'isolamento con spessore ridotto fino a 5 cm senza calcoli specifici. A seconda del materiale e del suo spessore, il trasporto di vapore acqueo all'interno dell'elemento strutturale viene contrastato mediante l'opposizione di una resistenza detta resistenza alla diffusione. La resistenza alla diffusione di un materiale viene indicata attraverso il coefficiente  $\mu$ , che corrisponde allo spessore in m dello strato d'aria che oppone alla diffusione di vapore la stessa resistenza di 1 m del materiale. Come esistono materiali isolanti che rendono difficile il flusso di calore, ve ne sono altri - i cosiddetti freni o barriere vapore - in grado di frenare il flusso del vapore acqueo. Detti freni o barriere vanno applicati sempre all'interno del livello del punto di rugiada in modo che il vapore acqueo difficilmente lo raggiunga.

In generale la resistenza alla diffusione degli elementi strutturali deve essere articolata su una resistenza forte fino al punto di rugiada e molto lieve una volta superato quest'ultimo. L'acqua che si potrebbe formare in inverno deve poter fuoriuscire facilmente durante la stagione estiva facendo asciugare completamente l'elemento strutturale, in modo da evitare danni permanenti alla costruzione.

<b>Coefficiente di resistenza alla diffusione <math>\mu</math></b>	<b>Classificazione</b>
Fino a 10	Diffusione elevata
Da 10 a 50	Diffusione media
Da 50 a 500	Diffusione limitata
Infinito	Barriera al vapore

Tab.4

<b>Spessore equivalente d'aria <math>S_d</math></b>	<b>Classificazione</b>
$S_d < 0.1$ m	membrane altamente traspiranti
$0.1\text{m} < S_d < 0.3$ m	membrane traspiranti
$2\text{m} < S_d < 20$ m	manti freno al vapore
$S_d > 100$ m	teli barriera al vapore

Tab 4.bis

### Thermorasante: Determinazione della permeabilità al vapore acqueo (Norma UNI EN ISO 7783) .

	Thermorasante			VALORI MEDI
	1	2	3	
V(g/m <sup>2</sup> d)	6.134E02	6.421E02	5.780E02	S <sub>d</sub> =0.039
S <sub>d</sub> (m)	0.039	0.037	0.041	
μ	12.5	14.1	13.8	μ 13.4

Tab.5

Il prodotto è altamente traspirante con valori di diffusione tra elevato e medio tendente a elevato.

A questo proposito va sottolineato che l'evacuazione dell'umidità dell'aria presente negli ambienti generata da attività come la cottura, il lavaggio, la doccia ecc. e dal rilascio di umidità da parte di chi soggiorna negli ambienti deve essere effettuata prevalentemente mediante un'aerazione adeguata.

Questo significa che il comportamento degli utenti, soprattutto negli spazi adibiti all'abitazione e all'igiene, assume un ruolo rilevante.

### La Permeabilità all'acqua liquida secondo la norma UNI EN 1062-3

La permeabilità all'acqua liquida si misura in [Kg] di acqua che passa in 1[mq] in 1 [ora], dove valori bassi corrispondono a basso assorbimento quindi indicano alta impermeabilità o idrorepellenza, mentre valori alti indicano un permeabilità all'acqua liquida (ben diversa dalla permeabilità al vapore) che nell'ambito dei rivestimenti funzionali per l'edilizia significa una scarsa propensione alla protezione della struttura muraria complessiva dalle infiltrazioni. Questo significa che, applicato su un'opera muraria, esposta all'acqua ed all'umidità, il prodotto, pittura o rivestimento, estetico o funzionale (coibentante) deve essere capace di proteggerla regolando il transito dell'acqua e del vapore nella misura più idonea alle condizioni ambientali ed alla natura del supporto, frenando l'ingresso dell'acqua e facilitando, quando occorre, l'uscita del vapore.

La norma prescrive che:

Classe	Permeabilità all'acqua liquida in [(Kg / (m <sup>2</sup> vh)]
Assorbente	W > 0.5
Medio assorbente	0.1 < W ≤ 0.5
Idrorepellente o impermeabilizzante	W ≤ 0.1

Tab.6

### Thermorasante: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida (Norma UNI EN 1062-3) .

Variazione di massa del campione Δm t <sub>24h</sub> (kg)	Coefficiente W di permeabilità all'acqua liquida in [(Kg / (m <sup>2</sup> vh)]
0.0155	0.13

Tab. 7

Il prodotto Thermorasante è idrorepellente con significativo potere impermeabilizzante

## La Conducibilità Termica secondo la norma UNI EN 12667

Ricapitolando quanto riportato al Cap. 1, la capacità di un materiale da costruzione di condurre calore viene quantificata sulla scorta della propria conduttività termica specifica  $\lambda$  (lambda).

**Per materiali isolanti si intendono materiali con coefficiente  $\lambda$  (coefficiente lambda) minore di 0,1 W/mK.**

Il coefficiente  $\lambda$  indica la quantità di calore che fluisce ogni secondo attraverso 1 m<sup>2</sup> di materiale da costruzione dello spessore di 1 m con una differenza di temperatura tra interno ed esterno di 1K (=1°C).

– Sigla:  $\lambda$

– Unità di misura: W/mK

Vale la seguente regola: quanto minore è il coefficiente  $\lambda$ , tanto migliore è la capacità isolante del materiale.

In aggiunta, la misura della trasmissione del calore attraverso un elemento strutturale in riferimento ad uno stato stazionario rappresenta il coefficiente di trasmissione termica globale ovvero, più brevemente, il coefficiente U che indica il flusso del calore che viene ceduto dall'interno verso l'esterno attraverso una superficie di 1m<sup>2</sup> e con una differenza di temperatura di 1K.

– Sigla: U

– Unità di misura: W/m<sup>2</sup>K

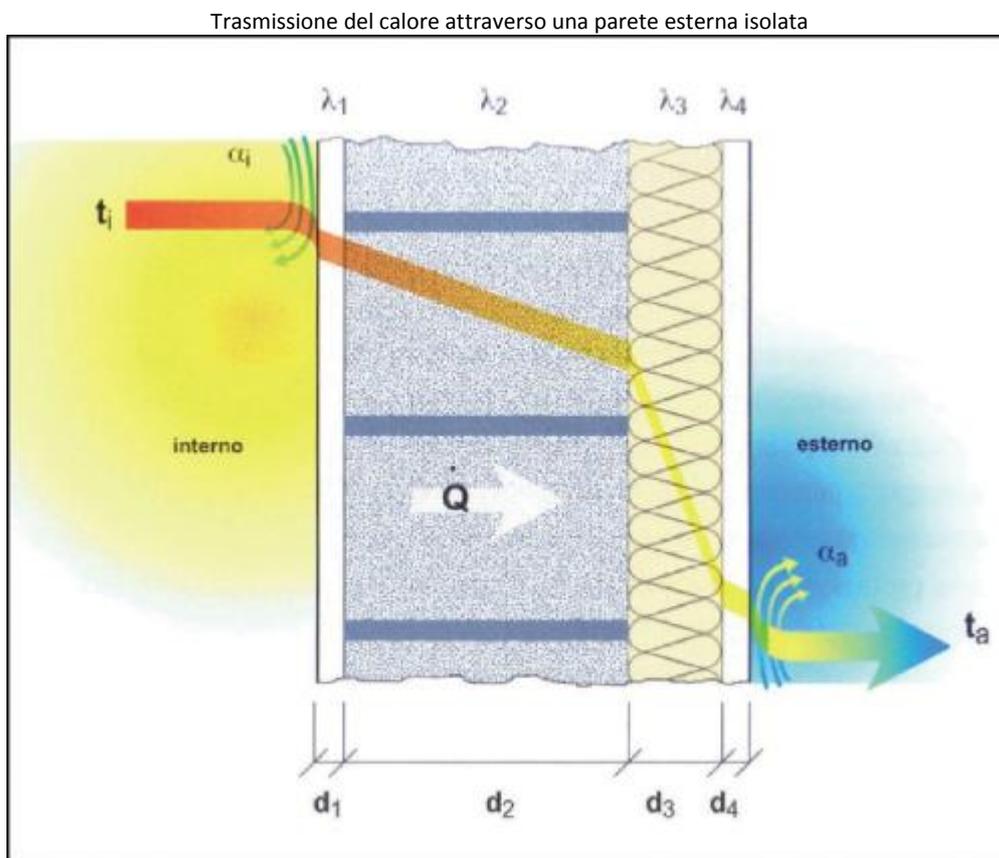


Fig.19

La trasmissione del calore attraverso un determinato elemento strutturale di un edificio dipende dalla convezione termica naturale dell'aria interna all'elemento strutturale ( $\alpha_i$ ), dalla conduttività termica ( $\lambda$ ) e dagli spessori ( $d$ ) dei materiali con cui quest'ultimo è realizzato e dalla convezione termica naturale dell'elemento strutturale all'aria esterna ( $\alpha_a$ ). Vale la seguente regola: quanto minore è il coefficiente U dell'elemento strutturale, tanto minori sono le sue dispersioni di calore.

La scelta di un sistema coibentante ed il computo della sua efficacia, è fortemente dipendente dalla relazione tra l'effetto di efficientamento energetico ottenibile a parità di spessore applicato, ossia, indirettamente in funzione della quantità di prodotto necessario dato un prezzo di acquisto ed un costo di posa in opera in funzione delle caratteristiche applicative del sistema prescelto. Tale considerazione è facilmente rappresentabile da un diagramma costruito sulla variabile indipendente della performance energetica.

**Thermorasante : Determinazione della conducibilità termica (norma UNI EN 12667)**

$\lambda_{\text{sperimentale certificata di thermorasante}} = 0.020 \pm 0.001 \text{ W/mK}$

$\lambda_{\text{certificata di aerogel di silice}} = 0.014 \pm 0.001 \text{ W/mK}$

Da un'attenta analisi dei valori di conducibilità termici dei materiali coibentanti presenti sul mercato, è evidente la netta superiorità dell'aerogel di silice rispetto a tale parametro. Tale materiale essendo il componente massimo del prodotto Thermorasante di Docchem

MATERIALE	CONDUCIBILITA' $\lambda$ [W/mK]	PRODOTTO
<b>Fibre di vetro</b>		<b>PANNELLI SEMIRIGIDI E RIGIDI</b>
Materassini di feltro resinato	0,053-0,046	
Pannelli semirigidi	0,046-0,038	
Pannelli rigidi	0,038	
Vetro cellulare	0,055-0,066	
<b>Fibre minerali di rocce feldspatiche o basaltiche</b>	0.038-0.048	<b>LASTRE</b>
<b>Legno</b>		<b>PANNELLI</b>
Sughero espanso	0,043-0,052	
Conglomerato di lana di legno e leganti inorganici	0,085-0,11	
Conglomerato di spaccato di legno e leganti inorganici	0,12-0,15	
Pannelli di particelle di legno, pressati o estrusi	0,10-0,17	
Naturale duro o extraduro	0,14-0,18	
Magnesite	0.09-0.075	
<b>Polistirene espanso</b>		<b>PANNELLI</b>
Estruso con pelle	0,035	
Estruso senza pelle	0,041-0,034	
Sinterizzato	0,040-0,034	
Stampato per termocompressione	0,040-0,039	
<b>Poliuretano in lastre</b>	0.034 – 0.032	<b>LASTRE</b>
<b>Aerogel di silice</b>	0.014	
<b>Thermorasante</b>	0.020±0.001	<b>RASANTE IN PASTA PREMISC.</b>

Fig.20

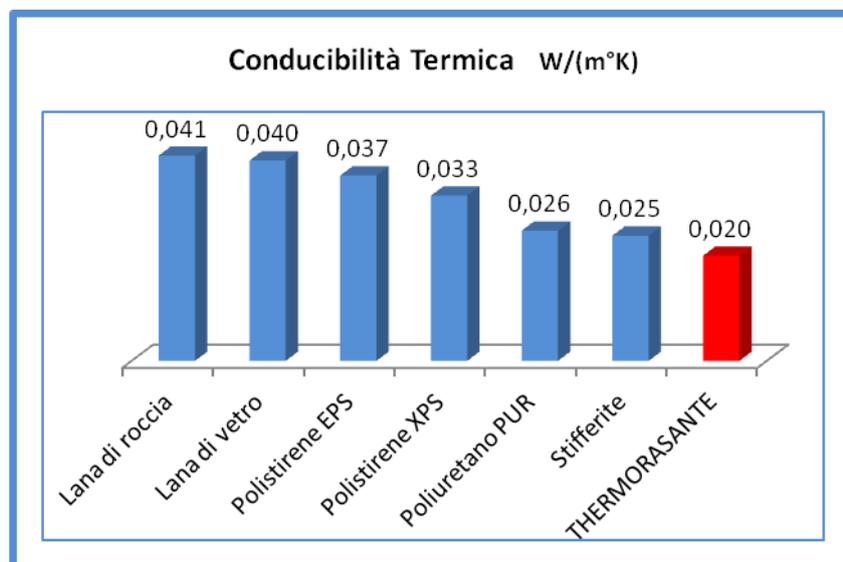


Fig.21

### **La Conducibilità Termica, la Trasmittanza Termica e l'accumulo del calore: lo sfasamento temporale dell'onda termica e l'efficientamento energetico secondo la norma UNI EN 13786**

L'accumulo di calore in un edificio ha il compito di contribuire al risparmio di energia e ad evitare il surriscaldamento durante i mesi estivi.

Tuttavia, l'effetto della massa accumulante sul consumo di energia per riscaldamento nei paesi con clima mitteleuropeo, viene spesso sopravvalutato. In estate una massa accumulante all'interno dell'edificio può assorbire il calore in eccesso per poi farlo fuoriuscire nelle ore notturne attraverso una aerazione adeguata. In linea di massima si constata che: in presenza di grandi vetrate esposte a sud ed soprattutto a ovest degli edifici una massa accumulante da sola non può risolvere il problema del surriscaldamento. In questi casi è indispensabile prevedere un'ombreggiatura esterna. Mentre per gli ambienti esposti a sud dotati di grandi vetrate è utile predisporre una protezione parasole efficiente accoppiata a delle masse accumulanti, questo non vale per gli ambienti utilizzati raramente come le camere degli ospiti o le case occupate solo il fine settimana. Minore è la massa accumulante da riscaldare, minore sarà il tempo necessario per raggiungere il riscaldamento a regime. Nelle costruzioni leggere e nelle coperture per la protezione dal calore estivo va osservata il cosiddetto sfasamento: con questo termine si indica il tempo necessario ad un'onda termica per penetrare dal lato esterno di un elemento strutturale al suo interno. Uno sfasamento sufficientemente ampio (> 10 ore) di un elemento strutturale fa ritardare il passaggio dell'onda termica nella misura per cui la temperatura massima del giorno riesce ad entrare all'interno solo quando si può contrastare con l'aria notturna fresca. Evidenza sperimentale dell'efficientamento energetico apportato dall'applicazione di Thermorasante su strutture murarie perimetrali interne ad un involucro abitativo sia relativamente al riscaldamento sia relativamente al raffrescamento (relativi ad uno spessore applicato di 5 mm) si evincono dalla analisi dei dati riportati sul diagramma di sfasamento (Fig.22 e Fig.23).

***Il comportamento di Thermorasante è decisamente superiore rispetto ai prodotti standard di coibentazione presenti sul mercato. Il diagramma può essere esteso a spessori superiori in funzione della classe di certificazione energetica di interesse.***

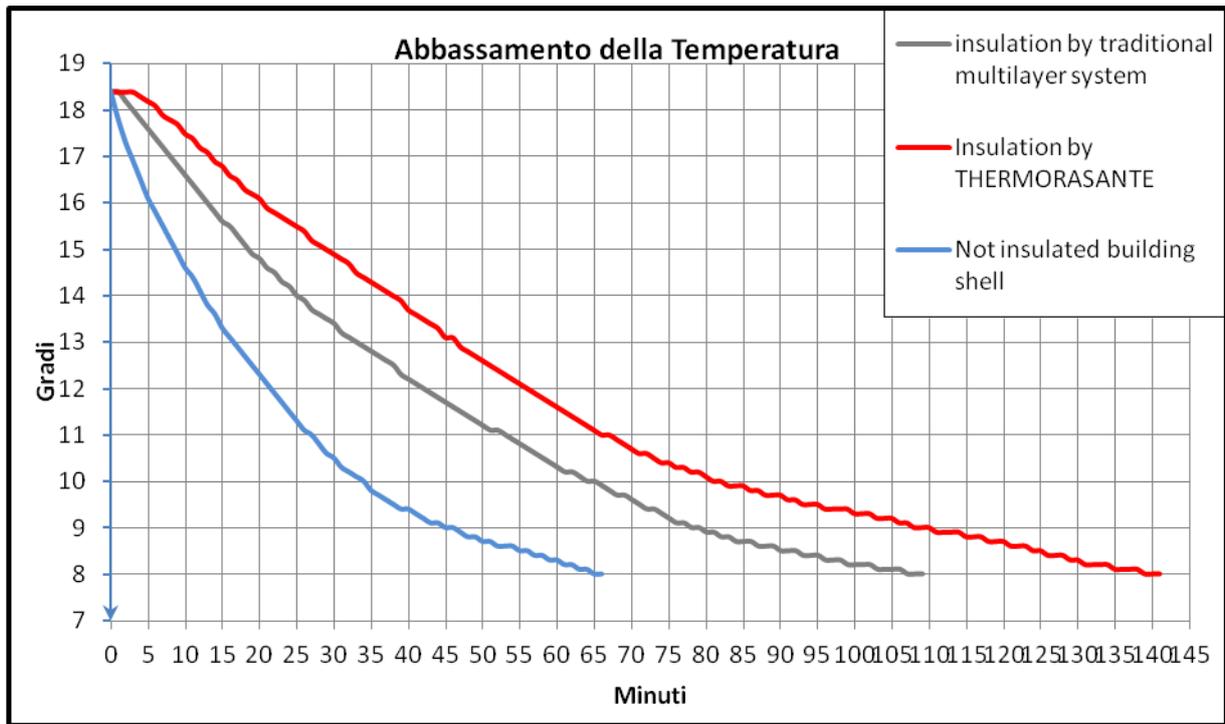


Fig.22

<b>Not Treated</b>	
Minuti	Tc (°C)
0	18,4
10	14,6
20	12,3
30	10,5
40	9,4
50	8,7
60	8,3
70	8

<b>Standard Insulation Multilayer System</b>	
Minuti	Tc (°C)
0	18,4
10	16,6
20	14,8
30	13,4
40	12,2
50	11,2
60	10,3
70	9,6
80	8,9
90	8,5
100	8,2
110	8

<b>THERMORASANTE</b>	
Minuti	Tc (°C)
0	18,4
10	17,5
20	16,1
30	14,9
40	13,7
50	12,6
60	11,6
70	10,7
80	10,1
90	9,7
100	9,3
110	9
120	8,7
130	8,3
140	8

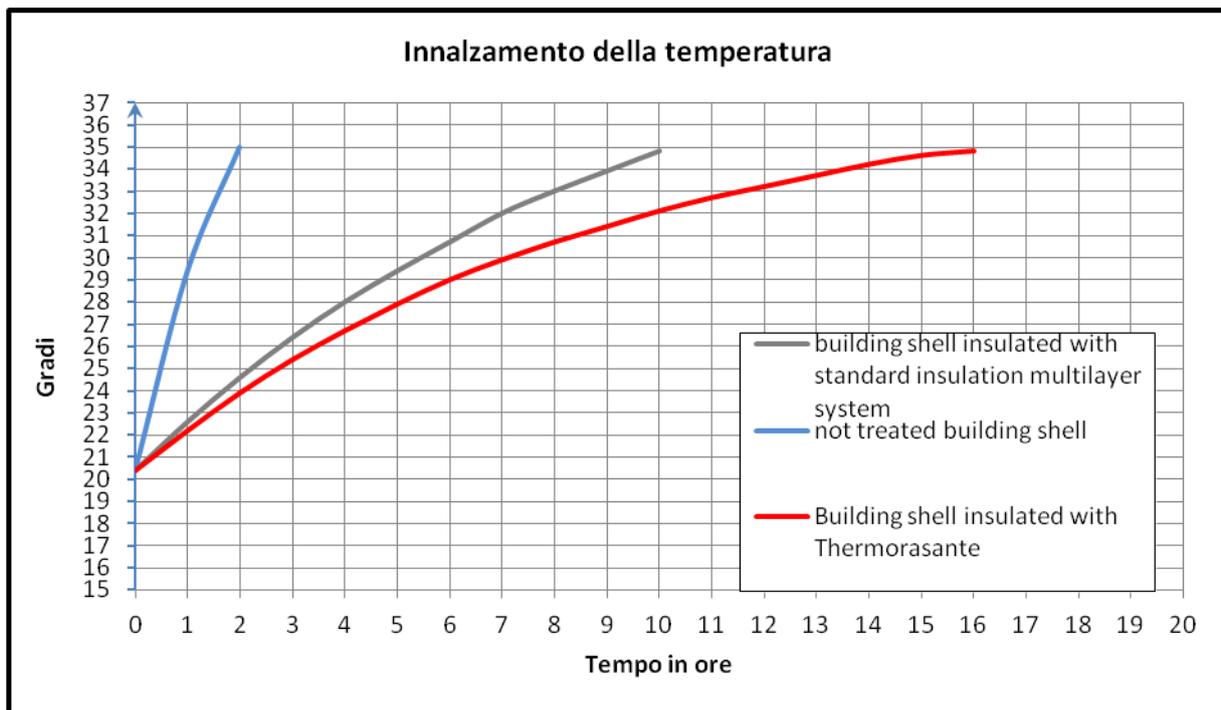


Fig.23

Not Treated	
Ore	Tc (°C)
0	20,4
1	29,4
2	35

Standard Insulation Multilayer System	
Ore	Tc (°C)
0	20,4
1	22,6
2	24,6
3	26,4
4	28
5	29,4
6	30,7
7	32
8	33
9	33,9
10	34,8

THERMORASANTE	
Ore	Tc (°C)
0	20,4
1	22,2
2	23,9
3	25,4
4	26,7
5	27,9
6	29
7	29,9
8	30,7
9	31,4
10	32,1
11	32,7
12	33,2
13	33,7
14	34,2
15	34,6
16	34,8

## L'Aderenza per trazione secondo la norma UNI EN 1542

La prova permette di misurare la resistenza a trazione, o resistenza allo strappo, del Thermorasante applicato ad un sottofondo cementizio. Si effettua al fine di garantire l'uso nella rasatura interna degli involucri abitativi. Valori standard di adesione al supporto di prodotti termoisolanti sono dell'ordine di  $10^{-1}$  -  $10^{-2}$  N/mm<sup>2</sup>

### Thermorasante : Determinazione dell'aderenza al supporto media fh (norma UNI EN 1542):

Dalla sperimentazione fatta si dichiara che il valore risulta pari a 0,05 N/mm<sup>2</sup>, riscontrando una rottura di tipo B, in cui il distacco avviene all'interno dello strato di Thermorasante.

La prova di aderenza per trazione attesta che il distacco avviene in corrispondenza dello strato di Thermorasante e non in corrispondenza dell'interfaccia Thermorasante /supporto di base. Come del resto non si verifica un distacco in corrispondenza dell'interfaccia Thermorasante – ciclo di finitura Evolution S. Da questa prova si evince un ottimo comportamento dell'intero pacchetto isolante: il Thermorasante e l'Evolution S interagiscono tra loro, formando uno strato termo - isolante compatto e perfettamente solidale al supporto.

## La Resistenza alla compressione secondo la Norma UNI EN 826

La resistenza alla compressione è la sollecitazione che un materiale è in grado di sopportare quando è sottoposto ad una forza di compressione. Tale valore è necessario per valutare la possibilità di impiegare il materiale nei massetti di fondazione per pavimenti. Quando si ragiona sulla scelta di materiali coibenti da inserire sotto pavimentazione, risulta fondamentale controllare che la resistenza alla compressione del materiale sia idonea a sopportare i carichi agenti. La marcatura CE prevede l'indicazione nella scheda tecnica del prodotto, il valore di resistenza alla compressione determinato al 10% di schiacciamento. In questo caso, si decide di effettuare la prova ai fini di validare la idoneità di Thermorasante alla copertura di pareti verticali opache, pertanto non soggette alle sollecitazioni dei carichi pavimentali, piuttosto idonee alle normali prestazioni delle pareti interne verticali di un edificio ad uso abitativo. Thermorasante, inoltre rappresenta uno dei due componenti del ciclo completo, in quanto sopra trattato con intonachino di finitura minerale civile o a gesso per il completamento estetico del ciclo.

Thermorasante, proprio per le sue caratteristiche fisiche, presenta una rigidità estremamente limitata, ciò fa sì che si raggiungano valori di resistenza alla compressione con deformazione del 10% molto bassi. **Se si considera invece la resistenza a compressione ultima del pacchetto Thermorasante – Evolution S, senza riferimenti quindi alla deformabilità, si possono raggiungere carichi di compressione ultimi estremamente elevati, dell'ordine di 50 tonnellate (500 KN).**

In conclusione, si conferma che il ciclo Thermorasante – Evolution S **non è idoneo ed essere utilizzato come barriera termica in corrispondenza di massetti di pavimenti**, in quanto caratterizzato da valori di resistenza a compressione al 10% della deformazione troppo bassi. In determinati casi, infatti, una pavimentazione ad uso civile può raggiungere, e superare facilmente, valori di 4,6 KPa ±2. Inoltre, sollecitando a compressione il Thermorasante, anche con sforzi relativamente bassi, si può causare la "rottura" delle sfere di aerogel di silice in esso contenute, modificando in questo modo la performance termica del materiale. **Il pacchetto invece si dichiara idoneo al trattamento delle pareti perimetrali opache verticali dell'involucro abitativo**

**Thermorasante : Determinazione della resistenza alla compressione (norma UNI EN 826):**

Dalla sperimentazione fatta, si ottengono valori di resistenza a compressione media pari a  $4,6 \pm 2$  KPa. Il materiale, come si è verificato nel corso delle analisi, garantisce una capacità di carico senza cedimento fino a valori di 500 KN.

**Il Calore Specifico dell'Aerogel di Silice**

Il calore specifico, misurato in [Joule / kg.°K], è la quantità di calore necessaria per far variare di 1°C la temperatura di 1kg del materiale considerato. Indica l'attitudine di un materiale ad accumulare calore. L'idoneità di un materiale a svolgere una funzione di isolamento dell'onda termica nel periodo estivo, è data dal parametro di diffusività termica:

$$\alpha = \lambda / (\rho \cdot cp) [m^2/s]$$

dove:

$\lambda$  = conducibilità termica del materiale [W / m.°K]

$\rho$  = densità del materiale [Kg/m<sup>3</sup>]

cp = calore specifico del materiale [Joule / kg.°K]

L'attitudine o meno di un materiale isolante a dare un buon contributo all'isolamento termico nel periodo estivo, può essere stimata calcolando il parametro di diffusività termica.

Ovvero, minore è il valore di diffusività, migliore è il comportamento ai fini del rispetto dei requisiti estivi delle strutture.

**Thermorasante : Determinazione del calore specifico: Cp= 1040 J/KgK**

## CAP.6 Comparazione rappresentativa dello stato dell'arte dei materiali per coibentazione per "finalità d'uso"

### Conducibilità termica e potere coibentante

A parità di performance energetica i seguenti materiali devono essere applicati secondo i relativi spessori sotto riportati al fine di ottenere lo stesso risultato. L'analisi si riferisce esclusivamente alle performance termiche e non evidenzia le differenziazioni tra i materiali in merito al sistema di posa in opera che tuttavia devono essere computate ai fini di un corretto calcolo dei costi di coibentazione dell'involucro che, partendo dai costi di progettazione architettonica ed ingegneristica strutturale nel caso soprattutto di interventi all'esterno, deve considerare anche i mezzi applicativi necessari, la complessità dei cicli di applicazione, soprattutto nel caso di materiali a wafer.

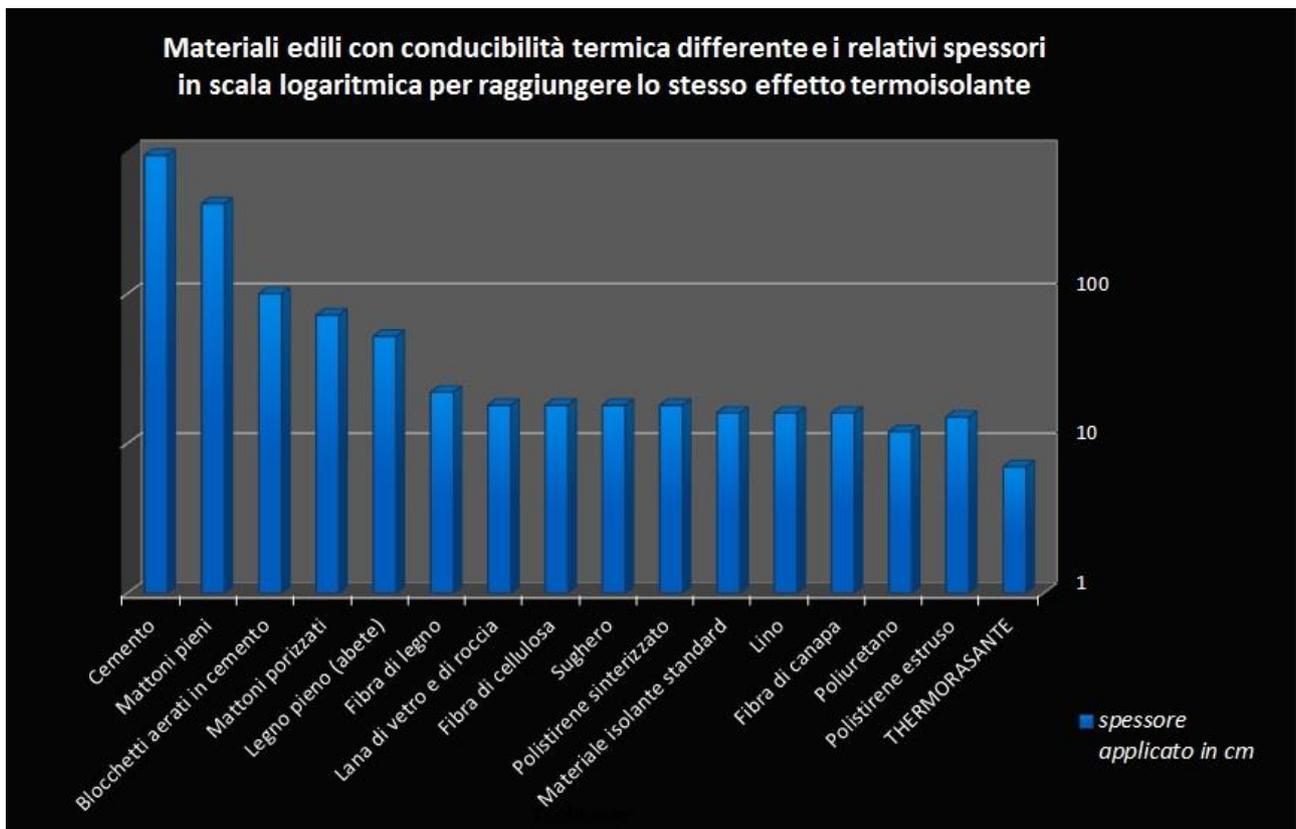


Fig.24

<b>Materiali edili con differente conduttività termica</b>	<b>Spessore applicato in cm A parità di performance energetica</b>
Cemento	840
Mattoni pieni	400
Blocchetti cavi in cemento (Parpaing creux béton)	100
Mattoni porizzati	72
Legno pieno ( abete)	52
Fibra di legno	22
Lana di vetro e di roccia	18
Fibra di cellulosa	18
Sughero	18
Polistirene sinterizzato	18
Materiale isolante standard	16
Lino	16
Fibra di canapa	16
Poliuretano	12
Polistirene estruso	15
THERMORASANTE	7

Tab.8

### **Confronto fra spessori di materiali isolanti applicati necessari a ottenere lo stesso valore di trasmittanza termica e/o risparmio energetico.**

Si riporta di seguito una tabella comparativa dei vari materiali coibentanti utilizzati nell'ambito dell'efficientamento energetico ai fini di un proiezione dei costi relativi al materiale nel caso in cui l'obiettivo progettuale sia l'ottenimento di un valore di **Trasmittanza U = 0,20 W/m<sup>2</sup>K**.

Come si evince dalla Tabella 9, i dati disponibili si riferiscono esclusivamente alla materie prime, senza tenere in considerazione tutte le componenti accessorie alla realizzazione dell'intervento che devono essere comunque computate dal progettista e valorizzate dal termotecnico.

<b>Materiale</b>	<b>Conducibilità termica <math>\lambda</math></b>	<b>Spessore in mm</b>
Thermorasante	0,020	100
Stiferite schiuma Polyiso riv. impermeabili	0,023	115
Stiferite schiuma Polyiso riv. permeabili $\geq 120$ mm	0,025	125
Polistirene espanso con grafite	0,031	155
Polistirene espanso	0,035	175
Polistirene estruso	0,036	180
Lana minerale (roccia o vetro)	0,038	190
Sughero biondo	0,043	215
Lana di Legno	0,047	235

Tab.9

### Confronto fra materiali a diversa conducibilità termica ed i relativi sistemi di messa in opera.

Relativamente alle modalità di posa in opera dei vari materiali coibentanti presenti sul mercato, si consideri la tabella sotto riportata quale esempio pertinente delle differenti metodologie applicative per ciascuna famiglia tecnologica

MATERIALE	CONDUCIBILITA' $\lambda$ [W/mK]	PRODOTTO FINALE
<b>Fibre di vetro</b>		<b>PANNELLI SEMIRIGIDI E RIGIDI</b>
Materassini di feltro resinato	0,053-0,046	
Pannelli semirigidi	0,046-0,038	
Pannelli rigidi	0,038	
Vetro cellulare	0,055-0,066	
<b>Fibre minerali di rocce feldspatiche o basaltiche</b>	0.038-0.048	<b>LASTRE</b>
<b>Legno</b>		<b>PANNELLI</b>
Sughero espanso	0,043-0,052	
Conglomerato di lana di legno e leganti inorganici	0,085-0,11	
Conglomerato di spaccato di legno e leganti inorganici	0,12-0,15	
Pannelli di particelle di legno, pressati o estrusi	0,10-0,17	
Naturale duro o extraduro	0,14-0,18	
<b>Polistirene espanso</b>		<b>PANNELLI</b>
Estruso con pelle	0,035	
Estruso senza pelle	0,041-0,034	
Sinterizzato	0,040-0,034	
Stampato per termocompressione	0,040-0,039	
<b>Poliuretano in lastre</b>	0.034 – 0.032	<b>LASTRE</b>
<b>Thermorasante</b>	0.019-0.021	<b>RASANTE</b>

Tab.10

## Confronto tra materiali coibentanti in funzione della loro resistenza alla Compressione secondo la norma UNI EN 826: Comparazione con prodotti della stessa classe

- Polistirene estruso - Resistenza alla compressione con deformazione del 10%  $\approx$  200 KPa
- Lana di roccia - Resistenza alla compressione con deformazione del 10%  $\approx$  50 KPa
- Lana di legno - Resistenza alla compressione con deformazione del 10%  $>$  200 KPa
- Thermorasante - Resistenza alla compressione con deformazione del 10%  $\approx$  5 KPa
- Thermorasante/ Evolution S - Resistenza a carichi di compressione pari a 50KN

## Confronto tra materiali coibentanti in funzione del loro valore di calore specifico

L'attitudine o meno di un materiale isolante a dare un buon contributo all'isolamento termico nel periodo estivo, può essere stimata calcolando il parametro di diffusività termica.

Ovvero, minore è il valore di diffusività, migliore è il comportamento ai fini del rispetto dei requisiti estivi delle strutture

Lana di vetro/roccia - Calore specifico = 900 [Joule / kg.°K]  
- Densità = 55 [Kg/m<sup>3</sup>]  
- Conducibilità termica = 0,045 [W/m°K]

Polistirene espanso - Calore specifico = 1450 [Joule / kg.°K]  
- Densità = 30 [Kg/m<sup>3</sup>]  
- Conducibilità termica = 0,035 [W/m°K]

Poliuretano espanso - Calore specifico = 1400 [Joule / kg.°K]  
- Densità = 35 [Kg/m<sup>3</sup>]  
- Conducibilità termica = 0,032 [W/m°K]

Sughero espanso - Calore specifico = 1600 [Joule / kg.°K]  
- Densità = 120 [Kg/m<sup>3</sup>]  
- Conducibilità termica = 0,045 [W/m°K]

Pannello fibre di legno pressate - Calore specifico = 2100 [Joule / kg.°K]  
- Densità = 265 [Kg/m<sup>3</sup>]  
- Conducibilità termica = 0,048 [W/m°K]

**THERMORASANTE** - Calore specifico = 1040 [Joule / kg.°K]  
- Densità = 125 [Kg/m<sup>3</sup>]  
- Conducibilità termica = 0,020 [W/m°K]

Esempi di strutture murarie complesse nei processi di efficientamento energetico con e senza THERMORASANTE: studi teorici di interventi costruttivi

Risparmio Energetico THERMORASANTE				
Prodotto a base di aerogel di Silice - $\lambda = 0,020W/(m^{\circ}K)$				
Norma UNI EN 12667				
<i>Muratura n°1 - Doppio strato di mattoni semi-pieni</i>				
DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m²°K)	RESISTENZA (m²°K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Intonaco di gesso	0,015	0,45	/	0,033
Coeff. adduzione interna	8,13		W / (m²°K)	0,123
Coeff. adduzione esterna	23,25		W / (m²°K)	0,043
<b>TOTALE</b>				<b>0,702</b>
<b>Trasmittanza termica muraria</b>			<b><math>U = 1,43 W / (m^2 \cdot K)</math></b>	
DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m²°K)	RESISTENZA (m²°K) / W
<i>THERMORASANTE 4mm</i>	0,004	0,020	/	0,200
<b>TOTALE</b>				<b>0,902</b>
<b>Trasmittanza termica muraria</b>			<b><math>U = 1,11 W / (m^2 \cdot K)</math></b>	
<b>Riduzione trasmittanza termica muraria</b>			<b>22,18 %</b>	



Fig.25

<b>Muratura n°2 - Blocchi in laterizio aerato</b>				
DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m <sup>2</sup> °K)	RESISTENZA (m <sup>2</sup> °K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Mattoni in laterizio aerato	0,37	/	0,94	1,064
Intonaco di gesso	0,015	0,45	/	0,033
Coeff. adduzione interna		8,13	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,123
Coeff. adduzione esterna		23,25	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,043
<b>TOTALE</b>				<b>1,285</b>
<b>Trasmittanza termica muraria</b>			<b>U = 0,78 W / (m<sup>2</sup>°K)</b>	
DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m <sup>2</sup> °K)	RESISTENZA (m <sup>2</sup> °K) / W
<b>THERMORASANTE 4mm</b>	0,004	0,020	/	0,200
<b>TOTALE</b>				<b>1,485</b>
<b>Trasmittanza termica muraria</b>			<b>U = 0,67 W / (m<sup>2</sup>°K)</b>	
<b>Riduzione trasmittanza termica muraria</b>			<b>13,47 %</b>	

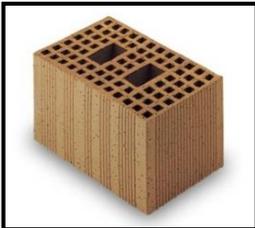


Fig.26

*Muratura n°3 - Mattoni semi-pieni & Intercapedine d'aria*

DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m <sup>2</sup> °K)	RESISTENZA (m <sup>2</sup> °K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Mattoni semipieni	0,12	/	4,16	0,240
Intercapedine d'aria	0,06	/	6,40	0,156
Mattoi in laterizio	0,08	0,25	/	0,320
Intonaco di gesso	0,015	0,45	/	0,033
Coeff. adduzione interna	8,13		W / (m <sup>2</sup> °K)	0,123
Coeff. adduzione esterna	23,25		W / (m <sup>2</sup> °K)	0,043

<b>TOTALE</b>	<b>0,937</b>
---------------	--------------

<b>Trasmittanza termica muraria</b>	<b><math>U = 1,07 \text{ W / (m}^2\text{°K)}</math></b>
-------------------------------------	---

DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m <sup>2</sup> °K)	RESISTENZA (m <sup>2</sup> °K) / W
<i>THERMORASANTE 4mm</i>	0,004	0,020	/	0,200

<b>TOTALE</b>	<b>1,137</b>
---------------	--------------

<b>Trasmittanza termica muraria</b>	<b><math>U = 0,88 \text{ W / (m}^2\text{°K)}</math></b>
-------------------------------------	---

<b>Riduzione trasmittanza termica muraria</b>	<b>17.58 %</b>
---	----------------



Fig.27

<i>Muratura n°4 - Muratura in cls armato</i>				
DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m²°K)	RESISTENZA (m²°K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Calcestruzzo Armato	0,30	2,1	/	0,143
Intonaco di gesso	0,015	0,45	/	0,033
Coeff. adduzione interna		8,13	W / (m²°K)	0,123
Coeff. adduzione esterna		23,25	W / (m²°K)	0,043
<b>TOTALE</b>				<b>0,364</b>
<b>Trasmittanza termica muraria</b>			<b>U = 2,75 W / (m²°K)</b>	
DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m²°K)	RESISTENZA (m²°K) / W
<i>THERMORASANTE 4mm</i>	0,004	0,020	/	0,200
<b>TOTALE</b>				<b>0,564</b>
<b>Trasmittanza termica muraria</b>			<b>U = 1,77 W / (m²°K)</b>	
<b>Riduzione trasmittanza muraria</b>		<b>termica</b>	<b>35,48</b>	<b>%</b>



Fig.28

### Confronto della trasmittanza termica muraria

#### Muratura n°1 - Isolamento effettuato con 4mm di POLISTIRENE

DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m <sup>2</sup> °K)	RESISTENZA (m <sup>2</sup> °K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Isolante <b>POLISTIRENE</b>	0,004	0,036	/	0,111
Intonaco di gesso	0,015	0,45	/	0,033
Coeff. adduzione interna		8,13	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,123
Coeff. adduzione esterna		23,25	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,043
<b>TOTALE</b>				<b>0,813</b>
<b>Trasmittanza termica muraria U = 1,23 W / (m<sup>2</sup>°K)</b>				

Fig.29

#### Muratura n°1 - Isolamento effettuato con 4mm di LANA DI ROCCIA

DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m <sup>2</sup> °K)	RESISTENZA (m <sup>2</sup> °K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Isolante <b>LANA DI ROCCIA</b>	0,004	0,041	/	0,098
Intonaco di gesso	0,015	0,45	/	0,033
Coeff. adduzione interna		8,13	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,123
Coeff. adduzione esterna		23,25	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,043
<b>TOTALE</b>				<b>0,799</b>
<b>Trasmittanza termica muraria U = 1,25 W / (m<sup>2</sup>°K)</b>				

Fig. 30

<i>Muratura n°1 - Isolamento effettuato con 4mm di THERMORASANTE</i>				
DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m²°K)	RESISTENZA (m²°K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Isolante <b>THERMORASANTE</b>	0,004	0,020	/	0,200
Intonaco di gesso	0,015	0,45	/	0,033
Coeff. adduzione interna		8,13	W / (m²°K)	0,123
Coeff. adduzione esterna		23,25	W / (m²°K)	0,043
<b>TOTALE</b>				<b>0,902</b>
<b>Trasmittanza termica muraria U = 1,11 W / (m²°K)</b>				

Fig 31

**Tabelle di confronto tra sistemi di isolamento termico per interno : sistema tradizionale e sistema a base di Thermorasante**

<i>Muratura n°1 - THERMORASANTE</i>				
<i>Prodotto a base di Aerogel di Silice - <math>\lambda = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})</math></i>				
DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m <sup>2</sup> °K)	RESISTENZA (m <sup>2</sup> °K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
<i>THERMORASANTE 4 mm</i>	0,004	0,020	/	0,200
<i>EVOLUTION S 1 mm</i>	0,001	0,20	/	0,005
Coeff. adduzione interna		8,13	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,123
Coeff. adduzione esterna		23,25	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,043
<b>TOTALE</b>				<b>0,873</b>
<b>Trasmittanza termica muraria</b>			<b><math>U = 1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math></b>	
<p>Lo spessore TOTALE del pacchetto isolante è pari a <b>5mm</b>. Ovvero 4mm di materiale isolante - THERMORASANTE - e 1mm di finitura superficiale - EVOLUTION S.</p>				

Fig.32

*Muratura n°1 - TRADIZIONALE*

*Isolamento termico eseguito utilizzando una struttura metallica, vincolata alla parete retrostante, alla quale vengono fissate lastre in cartongesso, interponendo prim il materiale isolante, in questo caso lana di roccia.*

DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE m	CONDUCIBILITA' W / (m°K)	CONDUTTANZA W / (m <sup>2</sup> °K)	RESISTENZA (m <sup>2</sup> °K) / W
Intonaco di calce	0,015	0,70	/	0,021
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
Mattoni semipieni in laterizio	0,12	/	4,16	0,240
<i>Struttura metallica 3,00 cm LANA DI ROCCIA 1,00 cm Lastra cartongesso 1,25 cm</i>	0,01	0,041	/	0,244
Coeff. adduzione interna		8,13	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,123
Coeff. adduzione esterna		23,25	W / (m <sup>2</sup> °K)	0,043
TOTALE				0,912
<b>Trasmittanza termica muraria</b>				<b><math>U = 1,10 \text{ W / (m}^2\text{°K)}</math></b>

**Lo spessore TOTALE del pacchetto isolante è pari a 4,25cm.** Ovvero 3cm è la larghezza della struttura metallica, all'interno della quale viene posizionato 1cm di materiale isolante - LANA DI ROCCIA - a cui va sommato lo spessore di 1,25cm della lastra in cartongesso.

Fig.33

## **CAP.7 Descrizione dell'esecuzione degli interventi**

Opera di trattamento di un involucro abitativo ricavato all'interno di un capannone ad uso industriale costruito attraverso un sistema di pannellature strutturali prefabbricate anche in cemento armato. La molteplicità dei materiali edili coesistenti è rappresentativa della flessibilità dell'utilizzo di Thermorasante soprattutto nelle strutture preesistenti laddove non è possibile o conveniente l'intervento all'esterno.



1) Fase di pretrattamento di involucro abitativo interno in struttura multipla con infissi-termoventilatori- colonne rivestite in cartongesso- solaio a pannellatura- pavimentazione in legno



2) Fase di pretrattamento particolare di ponti termici



3) Particolare dell'intervento di pretrattamento



4) Particolare dell'intervento di pretrattamento



5) pretrattamento di porzioni di superficie interessate da fenomeni di muffa e sollevamento del rivestimento murale preesistente per effetto dell'accumulo di condensa verso l'alto.



6) intervento di ripristino della struttura murale attraverso stuccatura di sezioni verticali ed orizzontali lese

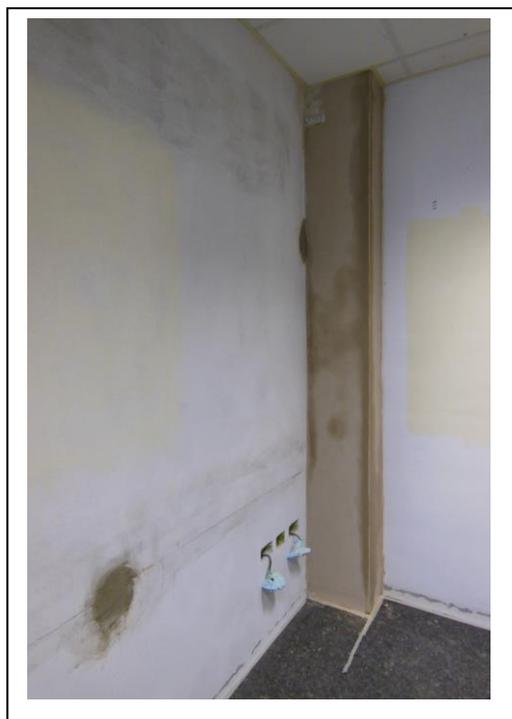


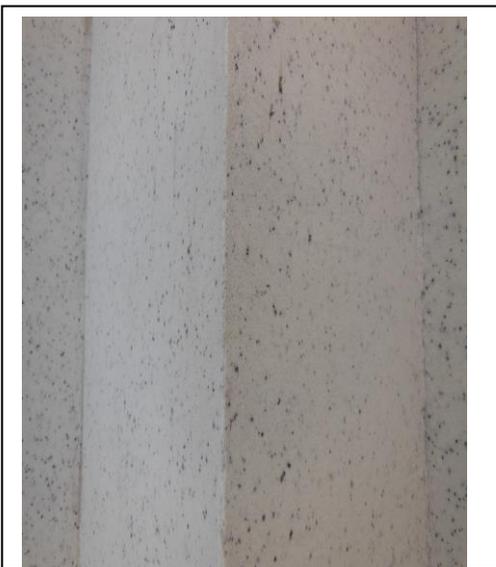
7) superficie preparata al trattamento di coibentazione



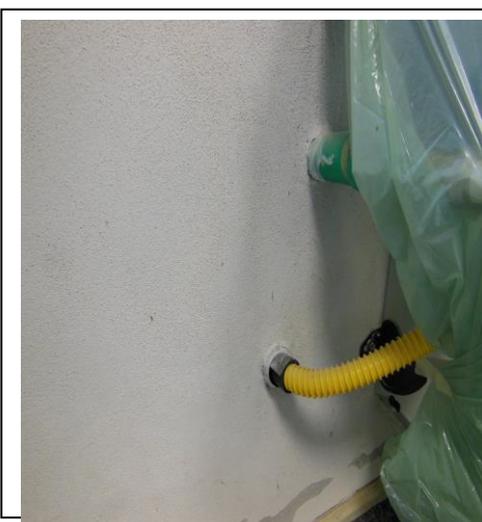
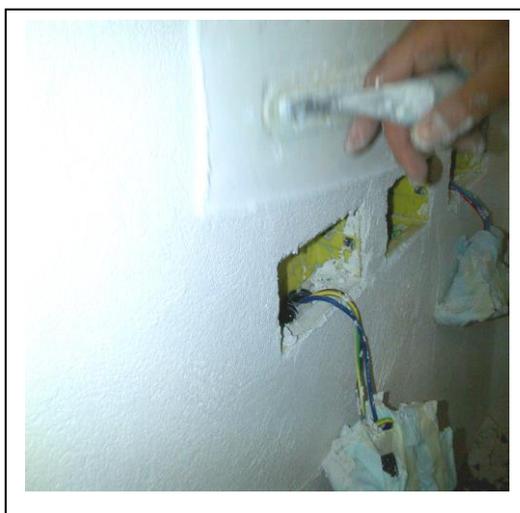
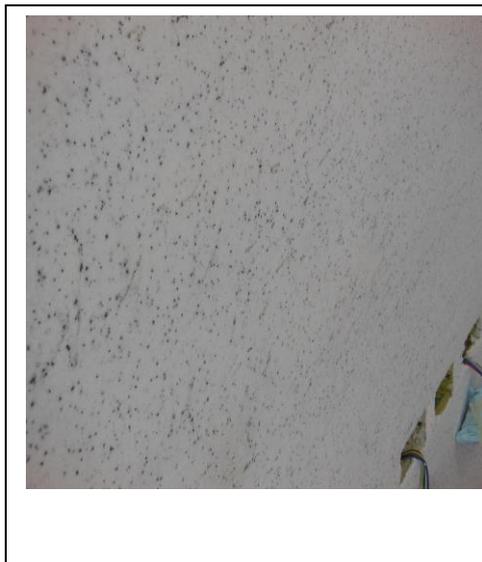
8) verifica di adesione su supporti diversamente trattati

9) Intervento di rilievo tecnico: sequenza delle fasi di trattamento di un colonna in prossimità del ponte termico nell'intervento di coibentazione di un involucro abitativo con Thermorasante e Evolution S

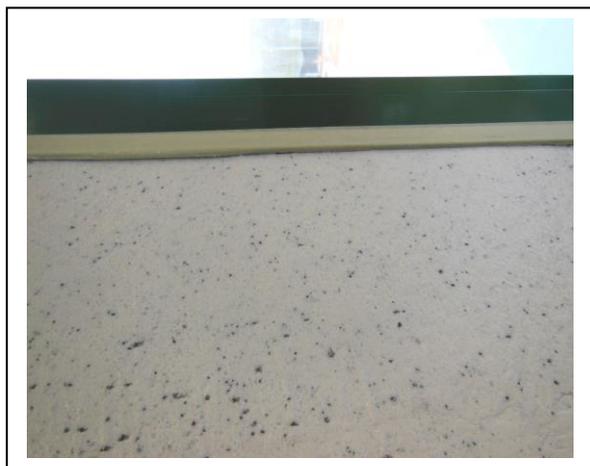
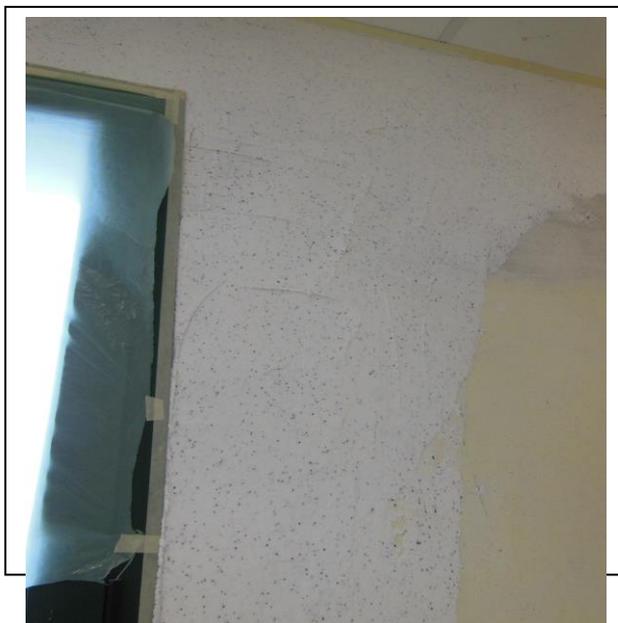




10) particolare relativo all'applicazione in prossimità di discontinuità su pareti interne

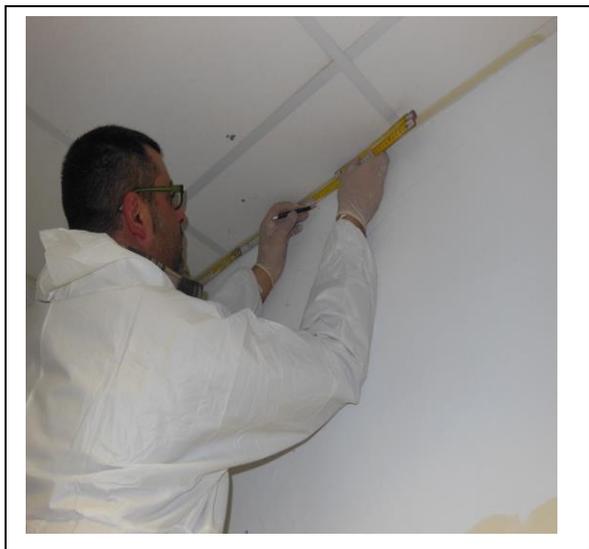


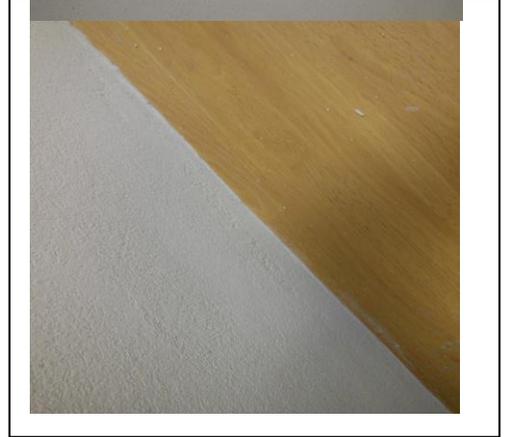
11) applicazione in prossimità degli infissi

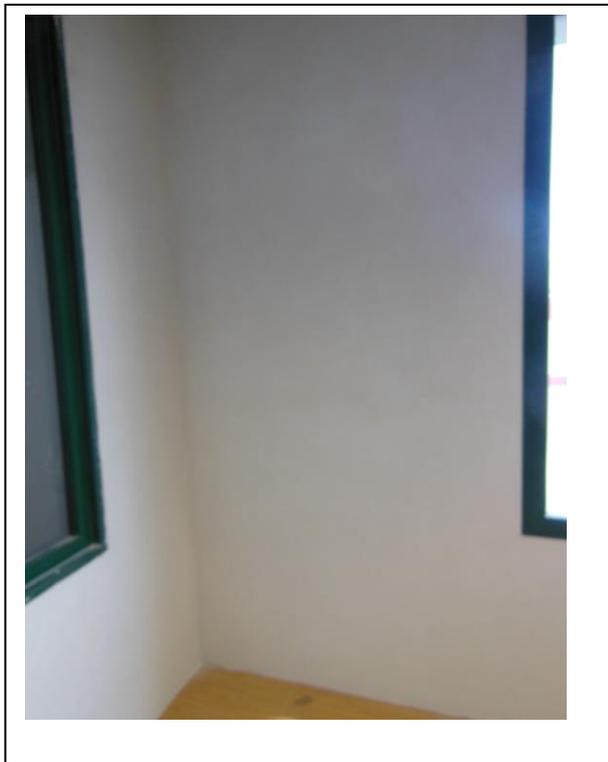




12) trattamento di pareti verticali opache generiche in interno dell'involucro abitativo







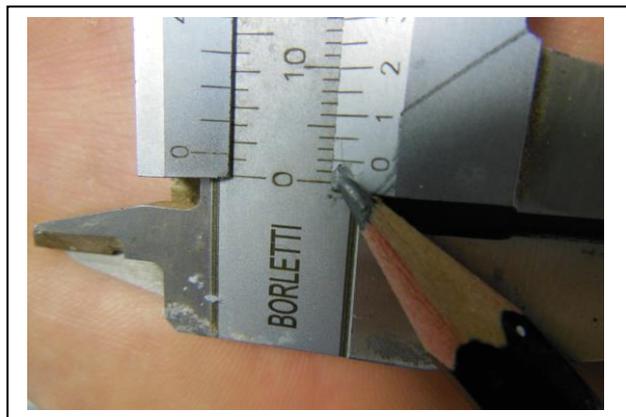
13) misurazione calibrata dello spessore applicato



14) rilievo dello spessore



15) calibro a 2.5 mm



## **CAP.8 Scheda tecnica di THERMORASANTE**

### **1. Identificazione del prodotto**

Pasta rasante premiscelata per un'efficace coibentazione dell'involucro edilizio attraverso l'applicazione sulle superfici verticali interne della struttura abitativa. Le sue elevate prestazioni isolanti riducono la dispersione termica consentendo un risparmio energetico significativo e sperimentalmente misurabile attraverso l'utilizzo dei parametri chimico fisici certificati di cui è corredato. E' efficace sia nella fase di riscaldamento invernale che nella fase di raffrescamento estivo.

### **2. Campi di impiego**

Il rasante, pronto all'uso, è idoneo all'impiego su calcestruzzo, cemento, intonaco e legno. Thermorasante consente una leggera diluizione in funzione dello stato della superficie da trattare. Il suo impiego è consigliato all'interno dell'involucro abitativo negli edifici residenziali, pubblici, scuole, ospedali, nonché per la coibentazione di edifici storici e strutture a facciata complessa non trattabile

### **3. Caratteristiche**

Il prodotto presenta evidenza sperimentale di ottima resistenza termica nelle applicazioni a basso spessore come dimostrato dai valori di Conducibilità Termica e di Trasmittanza Termica del materiale, calcolati secondo la norma UNI EN 12667:2002 e ASTM E1530:2006 e riportati nel dossier tecnologico di prodotto.

L'evidenza sperimentale di efficacia nell'isolamento termico è altresì confermata dai diagrammi di sfasamento termometrico nel tempo a diversi spessori del Thermorasante Docchem in comparazione con il supporto non trattato e trattato secondo i sistemi tradizionali di barriera termica.

Le caratteristiche e le modalità di impiego del prodotto evitano altresì la necessità di interventi speciali in prossimità dei ponti termici, garantendo la continuità dell'effetto barriera sulle linee di giunzione ed eliminando il problema della formazione di muffe sulle pareti verticali, pur garantendo la permeabilità al vapore della struttura.

Il valore di resistenza alla compressione e di durezza superficiale rendono necessaria la finitura con intonachino o spatolato (si consiglia Evolution S al silicato) per ottenere la massima durezza della superficie murale ed in funzione dell'aspetto estetico finale desiderato. Si riportano in tabella 1 le caratteristiche tecniche

## CARATTERISTICHE TECNICHE

Aspetto fisico	Miscela omogenea pastosa
Componente attivo	Aerogel di silice
pH	Neutro
Peso specifico/ Massa Volumica media	<b>125 ± 0.3 Kg/m<sup>3</sup></b>
Conducibilità termica (Norma UNI EN 12667)	$\lambda_{10/dry} = 0.020 \pm 0.001 \text{ W/mK}$ $\lambda_{\text{certificata di aerogel di silice}} = 0.014 \pm 0.001 \text{ W/mK}$
Reazione al fuoco (Norma EN 1305-1 2002-02)	<b>Perdita di massa media: 17%</b> <b>Classe di reazione al fuoco: A2</b>
Calore specifico	<b>Cp= 1040 J/KgK</b>
Coefficiente di permeabilità al vapore acqueo (Norma UNI EN ISO 7783)	<b>S<sub>d</sub> (m)=0.039</b> <b>μ= 13.4</b> Il prodotto è <b>altamente traspirante</b> con valore di <b>diffusione elevato.</b>
Permeabilità all'acqua liquida (Norma UNI EN 1062-3)	<b>W= 0.13 [(Kg / (m<sup>2</sup>vh))]</b> <b>Idrorepellente</b> con significativo potere <b>impermeabilizzante</b>
Aderenza per trazione (Norma UNI EN 1542)	<b>5 x 10<sup>-2</sup> N/mm<sup>2</sup></b>
Resistenza alla compressione (Norma UNI EN 826)	<b>4,6 ± 2 KPa</b> Il materiale, trattato con finitura Evolution S garantisce una <b>capacità di carico</b> senza cedimento fino a valori di <b>500 KN.</b>
Stoccaggio	<b>Almeno 12 mesi in condizioni di temperatura compresa tra 5 e 40 °C in confezione chiusa correttamente (sigillata)</b>
Resa applicativa	<b>2.3 l /m<sup>2</sup> spessore applicato: 2,5 mm</b>

## 4. Composizione del ciclo applicativo

Il ciclo applicativo prevede da 1 a 3 fasi successive su supporti in calcestruzzo, cemento armato vecchio, cemento armato nuovo o intonaco in funzione del tipo di finitura e di resistenza alla compressione (durezza superficiale) che si vuole ottenere.

- Ciclo monofasico:** thermorasante (finitura medio/liscia a vista con bassa resistenza alla compressione)
- Ciclo bifasico:**
  - thermorasante
  - rasante di finitura (finitura liscia a vista con ottima resistenza alla compressione). Finitura: Liscia, utilizzare l'intonachino fine

Civile, utilizzare l'intonachino a civile  
A calce, utilizzare lo spatolato

### 3. Ciclo trifasico:

- A) thermorasante
- B) rasante di finitura
- C) pittura murale ( finitura liscia con trattamento verniciante a vista e ottima resistenza alla compressione); dopo la rasatura utilizzare il prodotto COLORDOC® nelle sue versioni e/o decorativi

## 5. Applicazione

### 5.1 Preparazione del supporto:

L'applicazione deve sempre avvenire su supporti puliti asciutti e coesi

Nel caso in cui ci fossero delle vecchie pitture che si staccano, procedere all'eliminazione utilizzando il prodotto BIADOC NEW (vedi Scheda Tecnica).

Nel caso in cui il supporto presentasse della muffa, procedere prima all'eliminazione, eseguendo un lavaggio con NEUDOC (vedi Scheda Tecnica) e lasciando asciugare prima di applicare il prodotto ANTIVEGETATIVO (vedi Scheda Tecnica)

Se i supporti si presentassero decoesi, si consiglia di applicare un prodotto aggregante e consolidante a base di resine acriliche (CERAMIDOC vedi Scheda Tecnica )

### 5.2 Trattamento con Thermorasante:

Una volta che i supporti sono completamente asciutti, procedere all'applicazione del THERMORASANTE con le seguenti modalità:

Il prodotto è applicabile mediante Spatola Americana in plastica o in acciaio; applicare il prodotto tal quale direttamente sulla superficie preparata allo spessore desiderato di circa 2/3 mm, effettuando una leggera diluizione con acqua nel caso in cui risultasse troppo asciutto. In questo caso miscelare con trapano a frusta professionale per 5 minuti a bassa velocità (AVVERTENZA: troppa quantità di acqua potrebbe creare il distacco dal supporto e/o creare effetto tipo ragnatele)

### 5.3 Fasi applicative

FASE I: L'applicazione del thermorasante deve sempre avvenire su superfici pulite , asciutte non polverose e coese al fine di evitare distacchi nelle fasi successive. Il trattamento dei ponti termici avviene seguendo la stessa modalità applicativa avendo cura di costituire un film di spessore omogeneo e continuo in prossimità degli spigoli concavi e convessi.

FASE II: ai fini di incrementare la resistenza alla compressione e la durezza superficiale si suggerisce di completare il ciclo applicando un rasante fine per superfici lisce tipo intonachino fine, oppure spatolati o prodotti decorativi a spessore a base calce/ gesso o micacea.

FASE III: a scopo esclusivamente estetico si suggerisce il completamento del ciclo con pittura murale, secondo il progetto di architettura d'interni.

#### 5.4 Tempi di asciugatura

Lasciare asciugare per 24 / 48 [ h ] ogni fase e proseguire con le finiture.

Nel caso in cui si dovesse applicare ulteriore Thermorasante, attenersi alle indicazioni di tempo e spessore.

#### 5.5 Manutenzione dell'attrezzatura utilizzata

La pulitura dell'attrezzatura deve essere eseguita con acqua corrente

### 6. Tinte e compatibilità

Il prodotto, grigio chiaro tendente al bianco, coprente anche a basso spessore, non è direttamente tinteggiabile. E' compatibile con i rasanti di finitura a base gesso/ cemento e calce.

### 7. Confezioni e magazzinaggio

### 8. Consigli di sicurezza

Operare a temperature > 5 °C., in ambienti accuratamente aerati. Evitare il contatto con sostanze alimentari. Durante l'applicazione è necessario proteggere le superfici attigue onde evitare danneggiamenti ai materiali con i quali il prodotto viene a contatto. Si consiglia di utilizzare guanti adatti per la protezione individuale durante l'applicazione ed il maneggiamento del materiale

**Questo prodotto è classificato come non pericoloso; è disponibile su richiesta la scheda di sicurezza secondo la norma di legge**

Tutte le indicazioni tecniche qui contenute hanno carattere indicativo. Per altre informazioni consultare la scheda di sicurezza o il nostro servizio tecnico

Le informazioni fornite con questa scheda sono elaborate in base alle nostre conoscenze attuali e, nel caso di variazioni dovute a nuove tecnologie e/o sviluppi del settore, saranno modificate. A fine cautelativo l'utilizzatore è tenuto ad eseguire verifica del materiale che gli perviene. Le indicazioni fornite circa l'uso del materiale sono state desunte da prove da noi eseguite con una corretta procedura. Nel caso d'impiego con altri prodotti si consiglia all'operatore di eseguire prove ed esami preliminari in proprio, al fine di individuare le eventuali incompatibilità. Il produttore declina qualsiasi responsabilità in caso d'omissione da parte dell'utilizzatore delle opportune precauzioni di legge, normative e regolamenti vigenti in materia, evitando così eventuali contestazioni da parte delle competenti autorità locali e/o sanitarie. L'utilizzatore deve eventualmente identificare, verificare e gestire la soluzione di situazioni comportanti la violazione di leggi e/o regolamenti in vigore.

## ALLEGATO I

### Convenienza economica

Nelle pagine seguenti si vuole mettere in evidenza la **convenienza economica** derivante dall'utilizzo del **THERMORASANTE**, per realizzare sistemi di isolamento termico per **intero**.

A tal proposito, si mettono a confronto i costi necessari per realizzare un isolamento interno, sia col metodo tradizionale (*controparete in cartongesso*) sia con metodo innovativo proposto da Docchem.

Materiale isolante:

**THERMORASANTE** → **3 mm**

**Isolante tradizionale** → **10 mm**

Le caratteristiche di conducibilità termica del THERMORASANTE, consentono di isolare un edificio utilizzando solamente pochi **millimetri**.

### 1. Analisi costi relativi al metodo THERMORASANTE

#### 1.1 Costo Materiale:

- Thermorasante → Spessore 3 mm

Costo materiale

12,00 €/mm/mq

12,00 X 3 mm = 36,00 €/mq

- Intonachino Evolution S → Spessore 2 mm

Costo materiale

4,00 €/mq

4,00 \* 2 mm = 8,00 €/mq

- Pittura Evolution BIANCO → n°2 mani

Costo materiale

2,20 €/mq

2,20 \* n°2 mani = 4,40 €/mq

**TOTALE costo Materiale: 48,40 €/mq**

## 1.2 Costo Manodopera:

- Applicazione Thermorasante → n°1 mano

Costo manodopera

Prezzario delle opere pubbliche (Regione Lombardia 2011) – B15017

9,70 €/mq

- Applicazione intonachino Evolution S → n°2 mani

Costo manodopera

Prezzario delle opere pubbliche (Regione Lombardia 2011) – B15007

6,30 €/mq

$6,30 * n^{\circ}2 \text{ mani} = 12,60 \text{ €/mq}$

- Applicazione pittura Evolution BIANCO → n°2 mani

Costo manodopera

Prezzario delle opere pubbliche (Regione Lombardia 2011) – B55017

1,80 €/mq

$1,80 * n^{\circ}2 \text{ mani} = 3,60 \text{ €/mq}$

**TOTALE Costo Manodopera: 25,90 €/mq**

## 1.3 Costo totale metodo THERMORASANTE:

- Costo materiale: 48,40 €/mq
- Costo manodopera: 25,90 €/mq

**TOTALE: 74,30 €/mq**

## 2. Analisi costi relativi al metodo TRADIZIONALE

Prezzario delle opere pubbliche (Regione Lombardia 2011)

OPERE COMPIUTE – B75039

Controparete in laste di cartongesso dello spessore di 12,50mm, fissate mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da profilati in lamiera di acciaio zincato da 0,6mm, con

montanti ad interasse di 600mm e guide al pavimento e soffitto fissate alle strutture, compresa la formazione degli spigoli vivi, retinati o sporgenti, la laccatura dei giunti e la sigillatura

all'incontro con il soffitto con nastro vinilico monoadesivo e la formazione di eventuali vani porta e vani finestra, con i contorni dotati di profilati metallici per il fissaggio dei serramenti.

(b): con lastra in cartongesso → 34,85 € / mq

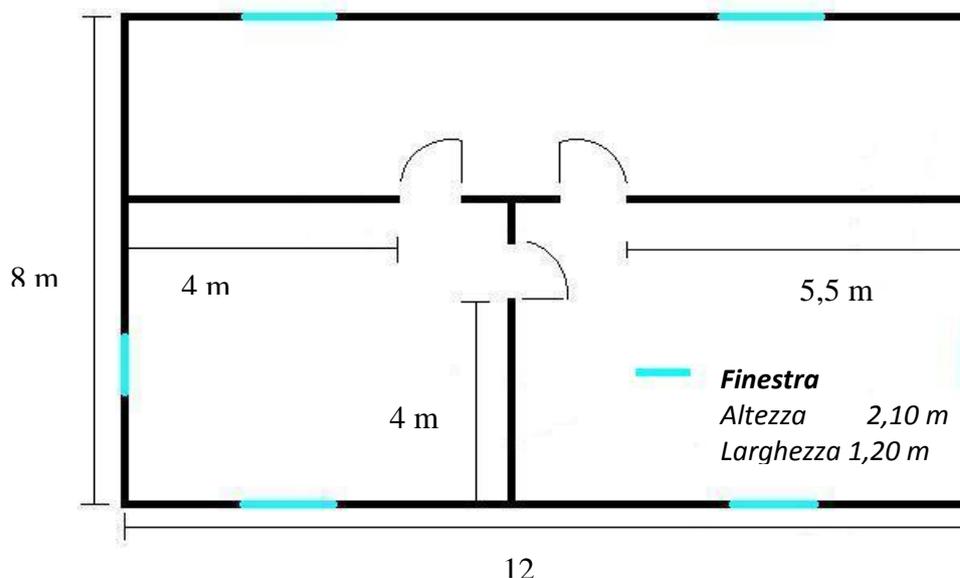
(c): sovrapprezzo per inserimento di pannello in lana di vetro (1cm) → 2,05 € / mq

**TOTALE costo Metodo TRADIZIONALE: 36,90 € / mq**

### 3. Analisi comparativa

Supponiamo di dover eseguire l'**isolamento termico in interno** del locale riportato in figura A.

- ✓ Altezza pareti interne 2,70 m;



**Figura A – Pianta locale ad uso abitativo**

### 3.1 Metodo THERMORASANTE

#### 3.1.1 Calcolo della superficie delle pareti perimetrali da isolare

- $ml. (8 + 8 + 12 + 12) * ml. 2,70 = 108 \text{ mq}$
- Superficie finestre  $ml. (2,10 * 1,20) = 2,52 \text{ mq}$

n°6 finestre  $2,52 * 6 = 15,12$  mq

**Superficie TOTALE pareti perimetrali:**

mq 108 – mq 15,12 = **93 mq**

### 3.1.2 Calcolo della superficie delle partizioni interne da isolare

Per effettuare un corretto intervento di isolamento termico, evitando quindi la formazione di ponti termici in corrispondenza delle **partizioni interne**, sarà sufficiente applicare il THERMORASANTE solamente per 40 cm verso l'interno del locale, come mostrato in Figura B, zone evidenziate in rosso.

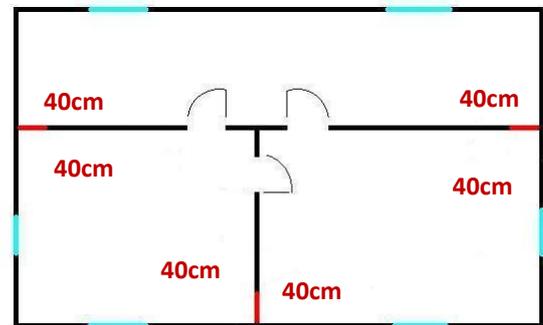


Figura.B

**Superficie partizioni interne:**

ml.  $(0,4 * 6) = 2,40$  ml.

ml.  $2,40 * \text{ml. } 2,70 = \mathbf{6,48}$  mq

### 3.1.3 Calcolo della superficie TOTALE da isolare

- Pareti perimetrali 93,00 mq
- Partizioni interne 6,48 mq

**TOTALE 99,50 mq**

### 3.1.4 Calcolo del costo per eseguire l'isolamento termico

Costo materiale + Costo manodopera metodo THERMORASANTE: 74,30 € / mq

Superficie da isolare: 99,50 mq

**Costo TOTALE:  $74,30 * 99,50 = 7.393,00$  €**

## 3.2 Metodo TRADIZIONALE

### 3.2.1 Calcolo della superficie delle pareti perimetrali da isolare

- ml.  $(8 + 8 + 12 + 12) * \text{ml. } 2,70 = 108$  mq
- Superficie finestre ml.  $(2,10 * 1,20) = 2,52$  mq

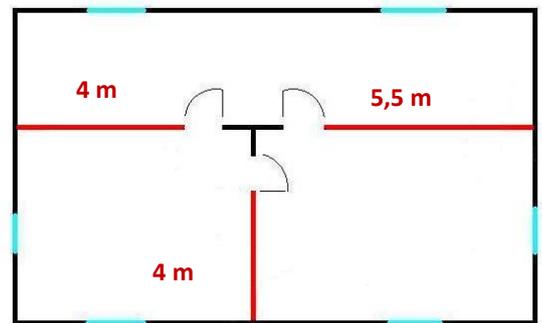
n°6 finestre  $2,52 * 6 = 15,12$  mq

**Superficie TOTALE pareti perimetrali:**

mq 108 – mq 15,12 = **93 mq**

### 3.2.2 Calcolo della superficie delle partizioni interne da isolare

Per effettuare un corretto intervento di isolamento termico, evitando quindi la formazione di ponti termici in corrispondenza delle **partizioni interne**, sarà necessario isolare completamente tutte le partizioni interne, come mostrato in figura C, zone evidenziate in rosso.



**Superficie partizioni interne**

ml. (4 + 4) + ml. (5,5 + 5,5) + ml. (4 + 4)

ml. (8 + 11 + 8) \* ml. 2,70 = **72,90 mq**

### 3.2.3 Calcolo della superficie TOTALE da isolare

- Pareti perimetrali 93,00 mq
- Partizioni interne 72,90 mq

**TOTALE 165,90 mq**

### 3.1.4 Calcolo del costo per eseguire l'isolamento termico

Costo materiale + Costo manodopera metodo TRADIZIONALE: 36,90 € / mq

Superficie da isolare: 165,90 mq

**Costo TOTALE: 36,90 \* 160,50 = 6.121,71 €**

### 3.3 Modifiche strutturali

I costi relativi alle **modifiche strutturali**, ovvero in corrispondenza di soglie finestre, imbotti di porte e finestre, cassonetti, nicchie di termosifoni, zone di aerazione, prese di corrente, punti luce,

**non sono da considerare** nel caso in cui si utilizzi il THERMORASANTE, poiché semplicemente, potendo garantire prestazioni termiche elevate con spessori ridotti, non è necessario nessuna modifica dell'involucro abitativo interno. Tali costi, proporzionali al livello costruttivo dell'immobile, possono incidere notevolmente sul conto finale.

**Questi interventi, oltre a causare disagi alle persone, comportano un sensibile aumento dei costi, in quanto, è richiesta manodopera qualificata (es: elettricista, idraulico, muratore, ...).**

### Costo manodopera elettricista

Prezzario delle opere pubbliche (Regione Lombardia 2011)

M0 1005: 31,27 € / ora → 8 ore lavorative = 250,16 €

### Costo manodopera idraulico (condizionamento, riscaldamento)

Prezzario delle opere pubbliche (Regione Lombardia 2011)

M0 1005: 31,27 € / ora → 16 ore lavorative = 500,32 €

### Costo manodopera muratore

Prezzario delle opere pubbliche (Regione Lombardia 2011)

M0 1001: 37,07 € / ora → 16 ore lavorative = 593,12 €

---

**TOTALE 1.343 €**

<b>Metodo THERMORASANTE</b>	
Costo in opera	7.393,00 €
Costo interventi strutturali	/
<b>COSTO TOTALE</b>	<b>7.393,00 €</b>

<b>Metodo TRADIZIONALE</b>	
Costo in opera	6.121,71 €
Costo interventi strutturali	1.343,00 €
<b>COSTO TOTALE</b>	<b>7.464,71 €</b>

Ad una prima analisi può apparire che la differenza di costo di materiale e manodopera, tra un isolamento tradizionale e l'isolamento innovativo proposto da Docchem, non giustifichi l'impiego di quest'ultimo. Tuttavia, se facciamo riferimento all'analisi dei costi appena svolta, l'utilizzo del

prodotto THERMORASANTE non risulta comportare una spesa superiore, anzi, considerando i costi in opera e i costi derivanti dai lavori strutturali interni, possiamo affermare che:

**Il prodotto THERMORASANTE risulta più economico  
dei tradizionali sistemi attualmente utilizzati in edilizia.**

**RISPARMIO ECONOMICO - 72 €**