



Versione 1 – 27 maggio 2015

***La corretta valutazione
dell'isolamento termico
per il risparmio energetico in edilizia***



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico
via Savona 1/B, 20144 Milano - tel 02 89415126 - fax 02 58104378
www.anit.it - info@anit.it

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

LE GUIDE ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **sintesi, guide e manuali** sulle tematiche legate all'efficienza energetica e all'isolamento acustico degli edifici.

Gli argomenti trattati riguardano la legislazione, le norme tecniche di riferimento, le tecnologie costruttive, le indicazioni di posa e molto altro e sono approfonditi nei **Volumi** della collana editoriale ANIT.

I **SOCI ANIT** possono scaricare gratuitamente tutti i documenti, costantemente aggiornati, dal sito www.anit.it



ASSOCIARSI CONVIENE!

I soci ANIT ricevono:

- Costante **aggiornamento legislativo e normativo**
- La **SUITE ANIT**, che comprende i software PAN, ECHO, LETO, e IRIS, per il calcolo delle prestazioni termiche e acustiche degli edifici
- Abbonamento alla rivista **Neo-Eubios**
- Un volume a scelta della collana ANIT **“L'isolamento termico e acustico”**
- **Sconti e convenzioni**
- ... e molto altro!

La quota associativa per i SOCI INDIVIDUALI 2015 è di € 95 + IVA

L'associazione scade il 31 dicembre. Per maggiori informazioni vai su www.anit.it

INDICE

PREMESSA.....	3
1 CENNI DI FISICA TECNICA	4
1.1Interventi di isolamento termico	4
1.2La resistenza termica.....	4
1.3La conduttività termica	6
1.4Emissività e assorbimento	7
2 LA COMMERCIALIZZAZIONE DEI MATERIALI ISOLANTI	11
2.1Isolanti e marcatura CE	12
2.2Isolanti non soggetti a marcatura CE	13
2.3Corretta commercializzazione dei materiali isolanti	14
2.4Banca dati sui materiali da costruzione ai fini della progettazione.....	15
2.5Produttore e progettista, che dati impiegare per la corretta progettazione	17
3 ESEMPI DI NON CORRETTA VALUTAZIONE.....	19
3.1Isolamento termico con rivestimento superficiale esterno	19
3.2Isolamento termico con valori di conduttività non idonei	20
3.3Isolamento termico con sistema riflettente errato.....	22
3.4Isolamento termico con rivestimento superficiale interno.....	23

Tutti i diritti sono riservati

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

I contenuti di questo documento sono curati da ANIT. Le informazioni sono da ritenersi comunque indicative ed è necessario sempre riferirsi ai documenti ufficiali. Sul sito www.anit.it sono disponibili i testi di legge.

Edito da TEP srl, Via Savona 1/B – 20144 Milano

PREMESSA

Il mercato dei materiali per l'isolamento termico degli edifici ha visto nell'ultimo periodo un incremento di proposte innovative per tecnologia di prodotto e posa in opera.

Con la presente pubblicazione si vuole fare il punto su come valutare l'efficacia di materiali e sistemi per l'isolamento termico in accordo con la normativa vigente con l'obiettivo di sensibilizzare il progettista e gli altri soggetti decisori verso scelte consapevoli da un punto di vista "tecnico" e non affidate a indicazioni pubblicitarie "miracolose" (un esempio su tutti riguarda la commercializzazione di rivestimenti superficiali atti al contenimento dei consumi energetici).

In queste pagine si passeranno in rassegna i meccanismi di base che governano il flusso di energia attraverso una struttura e le loro conseguenze sulla distribuzione di temperatura, i meccanismi legati all'energia che per effetto dell'irraggiamento solare attraversa le strutture e, infine, si faranno alcune considerazioni sulla corretta commercializzazione di materiali proposti per il requisito "isolamento termico" e "risparmio energetico" indicato dal Regolamento Europeo sui materiali da costruzione.

Ricordiamo che il commercio dei materiali e dei prodotti isolanti è soggetto a regole che favoriscono l'uniformità dell'informazione e di conseguenza il confronto tra i prodotti.

Crediamo sia fondamentale che il professionista sia messo nella condizione di conoscere queste regole.

Buona lettura.

1 CENNI DI FISICA TECNICA

1.1 Interventi di isolamento termico

La trasmittanza termica U [W/m^2K] è il parametro che descrive la prestazione di una struttura in riferimento all'isolamento termico nel periodo di riscaldamento (ovvero in regime stazionario), minore è questo parametro migliore sarà l'isolamento termico.

Il calcolo della trasmittanza termica si esegue in accordo con la norma UNI EN ISO 6946.

I valori limite di trasmittanza termica imposti dal DLgs 192/05 e s.m.i. o i valori di accesso alle detrazioni fiscali per interventi di efficientamento sugli edifici esistenti (detrazioni del 65%) sono rappresentativi di strutture ben isolate termicamente.

Qualche esempio:

- per un edificio in zona climatica E (es. a Verona) il valore della trasmittanza limite di legge è pari a $0.34 W/m^2K$, mentre il limite per accedere alle detrazioni è pari a $0.27 W/m^2K$;
- per un edificio in classe A (DM 26-6-2009) la trasmittanza delle pareti si aggira intorno a $0.1 W/m^2K$;
- per un edificio esistente non riqualificato, è normale aspettarsi una trasmittanza delle pareti compresa tra 1.0 e $2.0 W/m^2K$.

Quando si interviene su un edificio esistente, qualunque aggiunta alla stratigrafia di partenza porta a un miglioramento della trasmittanza termica. Ragionevolmente però possiamo parlare di "intervento di isolamento termico" solo quando la soluzione proposta porta a un **sostanziale miglioramento** della trasmittanza termica. In altri termini, un prodotto (o un sistema tecnologico) può essere proposto quale soluzione per l'isolamento termico se incide in modo significativo sulla trasmittanza termica finale.

1.2 La resistenza termica

Secondo la norma tecnica di riferimento, UNI EN ISO 6946, alla base del calcolo della trasmittanza termica c'è il valore della resistenza termica totale R_{tot} , infatti:

$$U = \frac{1}{R_{tot}}$$

Aggiungendo ad una stratigrafia esistente, un qualsivoglia elemento (materiale, strato, sistema, ecc.), si verifica un incremento della R_{tot} della struttura.

Questa aggiunta ha un effetto sul contenimento delle dispersioni (ovvero sul valore della trasmittanza termica) solo se incide significativamente sulla resistenza totale della struttura.

Quindi il parametro che descrive l'efficacia in termini di isolamento termico di uno strato aggiunto è la resistenza termica rispetto alla direzione di flusso (come indicato dall'immagine 1) e si esprime come:

$$R_t = \frac{s}{\lambda}$$

Dove:

- s è lo spessore del materiale espresso in [m];
- λ è la conduttività termica di progetto espressa in [W/mK] se il materiale è considerabile omogeneo.

Se il materiale non è omogeneo rispetto alla direzione di flusso si descrive il suo comportamento associando ad un certa direzione di flusso la resistenza termica complessiva, calcolata agli elementi finiti o con apposite procedure (esempio delle murature).

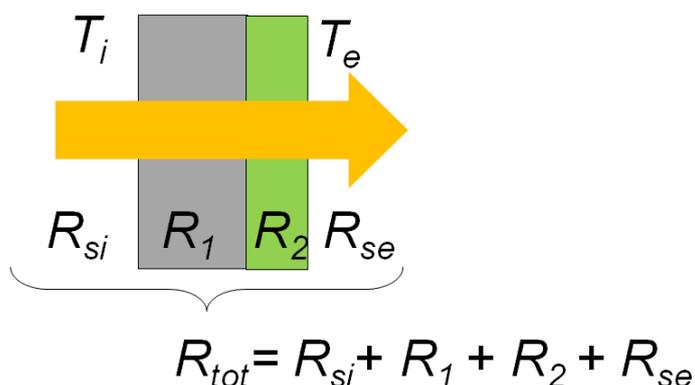


Immagine 1 – direzione di flusso e resistenza termica

Da queste considerazioni possiamo dedurre che:

- la conduttività termica λ [W/mK] è il parametro di controllo per verificare la capacità isolante di un materiale omogeneo;
- per valutare l'efficacia di un sistema costruttivo è necessario stabilire il suo valore di resistenza termica R [m²K/W].

Non a caso la Direttiva europea sui materiali da costruzione 89/106 e il Regolamento 2011/305 insistono, per il rispetto dei requisiti di "risparmio energetico e isolamento termico", sul fatto di valutare e indicare secondo procedure standardizzate i valori di conduttività termica o di resistenza termica a seconda dalla natura del prodotto commercializzato.

Un esempio di sistema isolante è quello dei sistemi riflettenti. Nel caso di materiali isolanti termoriflettenti, la norma UNI EN 16012, descrive come valutare la resistenza termica in abbinamento ad una intercapedine. Ovvero viene proposto un metodo per considerare la resistenza complessiva del "sistema di isolamento" definito dall'intercapedine + il materiale riflettente. In questo caso infatti non viene presa in considerazione la caratteristica di conduttività ma quella di resistenza termica globale.

1.3 La conduttività termica

Abbiamo visto quindi che la conduttività termica λ è il parametro che caratterizza i materiali “isolanti omogenei” e che per confrontare diverse soluzioni o materiali di natura diversa (es. isolanti non omogenei o riflettenti) è necessario valutare la resistenza termica R dell'intero sistema isolante.

La conduttività termica si può anche vedere come sintesi “macroscopica” di un insieme di differenti fenomeni di trasmissione del calore che a livello microscopico dipendono dagli scambi conduttivi, convettivi e radiativi tra la matrice del materiale e molecole d'aria in esso intrappolate, come mostrato nell'immagine 2.

Un esempio che si cita in questi casi è l'EPS additivato con grafite: al fine di migliorare la conduttività termica di un pannello (pari a circa 0.036 W/mK) si aggiunge nel processo di produzione la grafite in modo da limitare lo scambio termico micromolecolare per irraggiamento. Il risultato è una conduttività dei pannelli con grafite pari a circa 0.031 W/mK. I materiali isolanti oggi in commercio sono caratterizzati da conduttività termiche dichiarate λ_D ¹ che variano:

- tra 0.09 e 0.031 W/mK per materiali tradizionali;
- fino 0.026 W/m K per materiali che sfruttano gas diversi dall'aria (ad esempio il poliuretano);
- fino a 0.020 W/m K per materiali innovativi con nanotecnologie atte a creare micropori senza molecole d'aria o atte a intrappolare in modo più efficace la molecole di gas (ad esempio l'aerogel).

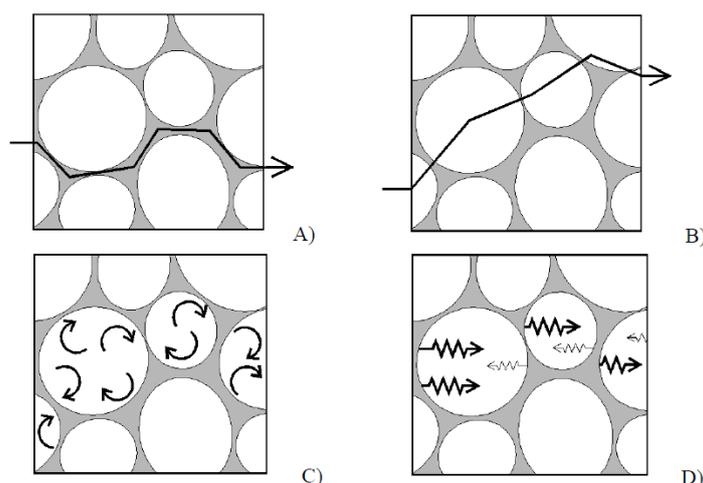


Immagine 2: Esempio di scambio di calore all'interno di un materiale poroso: fluido nelle celle bianche e matrice di materiale basso conduttivo nella parti in grigio. L'immagine mostra che per i materiali isolanti composti da un gas e da una matrice (materiale fisicamente costituente l'isolante) il valore di conduttività termica misurato dai laboratori tiene conto di tutti i meccanismi di trasmissione del calore in essere nel materiale: a) conduzione nella matrice, b) conduzione nel fluido, c) convezione del fluido e d) irraggiamento tra le superfici del fluido.

¹ per un approfondimento sul significato del lambda dichiarato si rimanda al Manualetto ANIT “Dal lambda dichiarato al lambda di progetto” scaricabile gratuitamente dal sito www.anit.it

1.4 Emissività e assorbimento

L'emissività ε è un parametro che in fisica viene utilizzato per confrontare la capacità di emissione di una radiazione di un corpo reale rispetto al corpo nero e può variare in funzione della lunghezza d'onda considerata (nell'intera banda elettromagnetica, vd. Immagine 3).

Nel nostro settore, i materiali riflettenti sono caratterizzati da un unico valore di emissività che per semplicità rappresenta il valore per il solo "spettro termico", ovvero la propensione ad emettere energia a una temperatura tipica del settore edile (0-60°C circa).

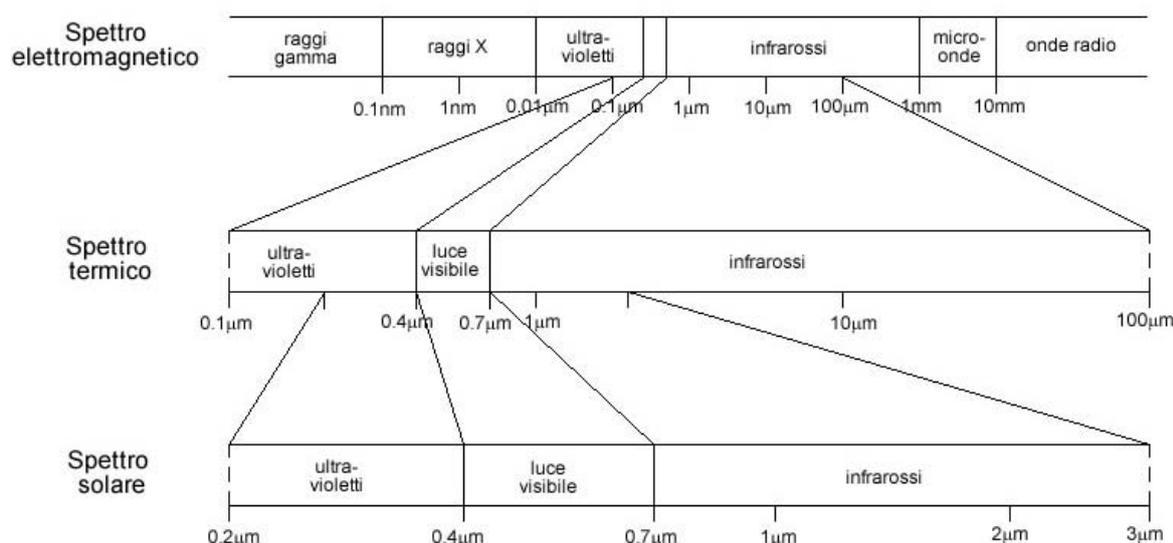


Immagine 3: spettro elettromagnetico, spettro termico e spettro solare

Tutti i corpi emettono radiazione in relazione alla loro emissività, perciò ogni corpo viene costantemente investito da radiazioni provenienti da tutte le direzioni.

Quando la radiazione colpisce una superficie, parte di essa è assorbita, parte è riflessa e la restante parte viene trasmessa. La frazione di irradiazione assorbita dalla superficie è descritta con il coefficiente di assorbimento α , la frazione riflessa con il coefficiente di riflessione ρ e la frazione trasmessa con il coefficiente di trasmissione τ .

Negli scambi radiativi intervengono principalmente due tipologie di radiazione:

- la radiazione infrarossa emessa dai corpi a temperatura ambiente (con lunghezza d'onda compresa tra circa 5 e 50 μm);
- la radiazione solare (compresa tra circa 0,3 e 2,5 μm).

Pertanto dobbiamo distinguere due tipi di coefficienti di assorbimento, in generale differenti tra loro:

- coefficiente di assorbimento α_{IR} nei confronti della radiazione IR;
- coefficiente di assorbimento α_{S} nei confronti della radiazione solare.

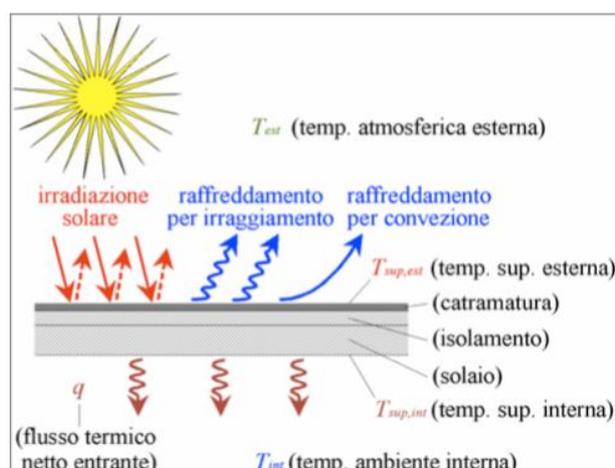
A temperatura ambiente l'emissività ε di una superficie opaca risulta uguale al coefficiente di assorbimento α_{IR} nei confronti della radiazione infrarossa. Quindi se posizioniamo a contatto con gli ambienti interni (per cui non teniamo conto della radiazione solare ma solo dell'infrarosso) un trattamento superficiale con un'elevata emissività significa anche ottenere un'elevato assorbimento α_{IR} .

È per questo motivo che le pitture con elevati valori di emissività non possono essere contemporaneamente riflettenti alla radiazione infrarossa quando vengono poste all'interno.

Per comprendere meglio questi parametri e il loro funzionamento facciamo due esempi di applicazione: la climatizzazione passiva e i sistemi isolanti riflettenti.

Nella climatizzazione passiva, la superficie esterna di una struttura viene trattata con rivestimenti con un'alta riflettanza solare (basso assorbimento solare) e un'alta emissività.

In questo modo la struttura risulterà smaltire molto il suo calore (grazie all'elevata emissività) e riflettere molto la radiazione solare, con un abbassamento della temperatura superficiale e di conseguenza del flusso di calore entrante. Questo meccanismo funziona perfettamente durante il periodo estivo e ad alte temperature. Gli **apporti solari** verranno quindi ostacolati dalla presenza di trattamenti superficiali di questa natura.



Riflettanza solare alta:

- riduce il guadagno di calore solare
- diminuisce la temperatura del tetto

Emissività elevata:

- facilita il raffreddamento radiativo
- aiuta a mantenere bassa la temperatura del tetto

L'abbassamento della temperatura del tetto può ridurre:

- elettricità per il raffreddamento dell'edificio
- picco di domanda di energia
- la temperatura dell'aria negli ambienti

Immagine 4: processi di scambio termico in un tetto piano (Fonte : Studio ENEA Report Rds/2011/146)

Diverso è il caso di un'intercapedine con materiale riflettente: dato che le superfici hanno circa la stessa temperatura (è importante l'ordine di grandezza della temperatura non il valore assoluto), si può affermare che il rivestimento riflettente ha un effetto sia basso emissivo che basso assorbente.

Quando parliamo di sistemi isolanti riflettenti ci riferiamo a materiali con elevato un ridotto valore di emissività che posizionati all'interno hanno di conseguenza anche un basso valore di assorbimento quindi alta riflettanza IR.

Per i materiali isolanti riflettenti abbinati ad una intercapedine d'aria, la resistenza termica è valutata con riferimento agli scambi convettivi e radiativi che si instaurano nell'intercapedine stessa.

La caratteristica "isolante" in questo caso è definita dall'emissività ϵ [-] del materiale riflettente, ovvero dalla sua (ridotta) propensione ad emettere energia per irraggiamento verso l'altra faccia dell'intercapedine.

In altri termini, se in un'intercapedine normale lo scambio termico dipende sia dai fenomeni convettivi dell'aria che dall'irraggiamento delle due superfici affacciate, in un'intercapedine con un rivestimento basso emissivo (dato dal materiale riflettente) la quota parte di trasmissione per irraggiamento è ridotta ai minimi termini come mostrato nell'immagine 5.

Per il fatto che la resistenza termica di questo tipo di materiali si calcola tenendo conto del materiale stesso e delle intercapedini, è più corretto definirlo come **sistema riflettente**².

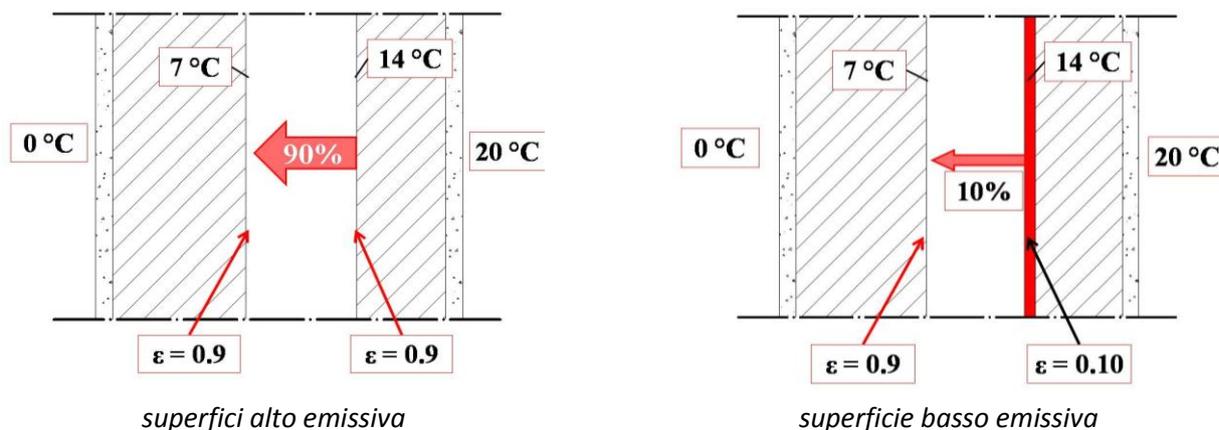


Immagine 5: a sinistra uno schema tipico di un'intercapedine con superfici alto emissive, a destra la stessa intercapedine con l'aggiunta di un materiale riflettente. I valori percentuali indicati sono qualitativi e si riferiscono al solo scambio radiativo.

In tabella 1 è proposto un confronto tra ε e α per diversi materiali.

Descrizione della superficie:	Coefficiente di assorbimento solare α	Coefficiente di emissività ε
Alluminio lucido	0.09	0.03
Rame lucido	0.18	0.03
Rame ossidato	0.65	0.75
Acciaio inossidabile opaco	0.50	0.21
Metalli placcati ossido di nickel nero	0.92	0.08
Calcestruzzo	0.60	0.88
Laterizio rosso	0.63	0.93
Vernice nera	0.97	0.97
Vernice bianca	0.14	0.93

Tabella 1: assorbimento solare ed emissività per differenti rivestimenti superficiali diffusi in edilizia.

² per un approfondimento sul tema si rimanda al Manualetto ANIT "La corretta progettazione con i materiali riflettenti" scaricabile gratuitamente dal sito anit.it

Attenzione alla confusione tra riflessione solare e resistenza termica



Analizzando la documentazione di alcuni produttori di rivestimenti superficiali vengono commessi principalmente due tipi di errori:

1. Il primo errore è quello di descrivere la riflessione solare in termini di resistenza termica o di conduttività termica equivalente. La ragione per la quale si ottengono valori estremamente bassi di conduttività termica è che la riduzione di flusso termico verso l'interno viene descritto, in termini di resistenza termica equivalente, che poi viene trasformata in conduttività termica equivalente. Ciò vale solo in estate, perché in inverno la riflessione solare porta ad una riduzione dell'apporto gratuito di energia e quindi ad un incremento di flusso termico verso l'esterno. Quindi in inverno la resistenza termica equivalente è negativa, cioè si dovrebbe scrivere $R = -XXX \text{ m}^2\text{K/W}$.

Ne deriva che in inverno l'applicazione di una vernice riflettente porta ad un aumento della trasmittanza termica U , anziché ad una diminuzione. Ciò dimostra che non si può descrivere la riflessione in termini di resistenza termica, poiché, per definizione, un aumento di questo parametro riduce il flusso termico in entrambe le direzioni, mentre la riflessione solare riduce il solo flusso termico entrante nell'ambiente in estate.

2. Il secondo errore è la valutazione dell'efficacia dell'applicazione dall'interno. La capacità di una vernice di non scaldarsi sotto il sole è descritta dal coefficiente SRI (Solar Reflectance Index). Affinché una vernice abbia un elevato SRI, deve avere un'elevata riflessione solare ed una elevata emissività (nell'IR termico). L'elevata emissività serve per rimettere il calore che assorbono. Quindi per poter aver idonei valori di SRI i rivestimenti superficiale devono necessariamente avere una alta emissività rispetto alla radiazione termica. Tipicamente l'emissività di una vernice è circa 0,93. Questo significa che la riflessione di queste vernici alla radiazione termica vale circa 7% e quindi non vi sono meccanismi in atto di alta riflessione nella radiazione termica. Con l'impiego inoltre di termo camere si può verificare rapidamente l'eventuale basso emissività di una superficie.

2 LA COMMERCIALIZZAZIONE DEI MATERIALI ISOLANTI

Quali sono le leggi che governano la commercializzazione dei materiali isolanti in edilizia?

I materiali proposti al mercato con proprietà di isolamento termico, in quanto prodotti da costruzione e stabilmente presenti all'interno dell'involucro edilizio, rientrano nella casistica delle regole previste dall'Unione europea per la commercializzazione dei prodotti da costruzione. Queste regole prescrivono che al fine della tutela del consumatore e della corretta circolazione in territorio comunitario delle merci (con l'eliminazione o la riduzione delle barriere tecniche) i prodotti da costruzione debbano indicare in modo uniforme, univoco e standardizzato le caratteristiche per le quali vengono venduti nel mercato dell'edilizia.

Nella realizzazione dell'edificio devono essere garantiti i seguenti requisiti: resistenza meccanica e stabilità, sicurezza in caso di incendio, igiene salute e ambiente, sicurezza nell'impiego, protezione acustica e risparmio energetico ed isolamento termico, uso sostenibile delle risorse naturali. L'attuazione del rispetto dei requisiti è concretizzata per mezzo delle norme di prodotto armonizzate che stabiliscono come ogni prodotto deve garantire il rispetto dei requisiti.

Da ormai più di un anno è entrato in vigore il Regolamento 305/11, che ha sostituito la Direttiva 89/106 come documento europeo riferimento sulla commercializzazione dei Prodotti da Costruzione. Il nuovo provvedimento ha introdotto alcune importanti novità.

In questo primo periodo di applicazione numerosi sono stati i decreti attuativi del Regolamento 305.

Riportiamo i principali:

- REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) N. 1062/2013 DELLA COMMISSIONE del 30 ottobre 2013 relativo al **formato della valutazione tecnica europea per i prodotti da costruzione**. GUUE L289 del 31.10.13 (ent. Vig. 03.11.2013).
- REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 157/2014 DELLA COMMISSIONE del 30 ottobre 2013 relativo alle **condizioni per rendere disponibile su un sito web una dichiarazione di prestazione** per i prodotti da costruzione. GUUE L52 del 08.02.14 (in. vig., 11.02.2014);
- REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 568/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 febbraio 2014 recante modifica dell'allegato V del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la **valutazione e la verifica della costanza della prestazione dei prodotti da costruzione (da parte degli enti notificati NDR)**. GUUE L157 del 27.05.2014 (in vig. 16.06.2014);
- REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 574/2014 DELLA COMMISSIONE del 21 febbraio 2014 che modifica l'allegato III del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente il **modello da usare per redigere una dichiarazione di prestazione relativa ai prodotti da costruzione**. GUUE L159 del 28.05.2014 (in vig. 31.05.2014)

Tra le novità più importanti introdotte dal Regolamento 305/2011 l'introduzione della "dichiarazione di Prestazione" che sostituisce la "Dichiarazione di conformità" prevista dalla precedente Direttiva 89/106. La Dichiarazione di Prestazione (DoP) è il documento che riporta le prestazioni del prodotto da costruzione, valutate in base alla norma armonizzata di riferimento per quel prodotto. La DoP è obbligatoria quando un prodotto è coperto da una norma europea armonizzata o da una valutazione tecnica europea (ETA) rilasciata per quel prodotto.

Da sottolineare il fatto che, se per un prodotto è obbligatoria la DoP, tutte le informazioni relative alle prestazioni di quel prodotto inerenti ai requisiti essenziali, determinate come da norma armonizzata, possono

essere fornite solo se comprese nella DoP. In altre parole, non può essere riportata nella scheda tecnica una informazione di questo tipo se la stessa non compare nella DoP. Il prodotto, ovunque si trovi e in tutte le fasi della sua commercializzazione, deve sempre essere accompagnato da una copia della DoP, che può essere in forma cartacea o elettronica. Per la messa a disposizione sul web della DoP, che è possibile, il fabbricante deve dare (ai sensi del Regolamento 157/2014 UE) precise garanzie: il documento non deve essere modificabile dopo la messa a disposizione via web, deve rimanere disponibile per almeno 10 anni, il sito deve essere sorvegliato e mantenuto e devono essere date agli utilizzatori del prodotto istruzioni chiare per reperire la DoP sul sito. Dal 1 giugno 2014 la DoP deve essere redatta secondo il modello presente nel Regolamento 574/2014 UE.

Il Regolamento Europeo non è l'unico provvedimento legislativo ad intervenire sui requisiti dei materiali isolanti: dal 1991 infatti, prima ancora del recepimento della direttiva 89/106, la legge 10 richiede all'articolo 32 che i prodotti isolanti siano certificati: nel 1998 il DM 02/04/1998 rende attuativa tale richiesta della legge 10 e indica che i valori di conduttività termica λ o di resistenza termica areica e di massa volumica dei materiali isolanti devono essere certificati da laboratori o organismi di certificazione di prodotto accreditati a livello europeo.

L'ambito di applicazione riguarda i prodotti che sono commercializzati in via autonoma che assolvono ad una o più funzioni energeticamente significative. I soggetti coinvolti sono: il produttore che rilascia le "dichiarazioni del produttore" e gli organismi riconosciuti come indipendenti rispetto all'oggetto in questione che effettuano le prove per la determinazione delle prestazioni tecniche dei prodotti (laboratori, ecc...).

L'allegato A del decreto contiene un elenco (da revisionare periodicamente) dei componenti di edifici e di impianti soggetti all'obbligo della certificazione; l'elenco entra nello specifico dei materiali: per esempio sono indicati come materiali di cui determinare le caratteristiche termiche i materiali sfusi e di riempimento a base di argilla espansa, fibre di cellulosa, fibre minerali, oppure i manufatti in fibre minerali, in materie plastiche cellulari espanse, a base di materiale di provenienza vegetale, ecc...

Lo spirito della legge è molto chiaro e anche esplicitamente indicato: i materiali che sono proposti al mercato nazionale in modo da indurre l'acquirente a ritenere il prodotto destinato a qualsivoglia utilizzo ai fini del risparmio di energia (art. 2, comma 2) sono soggetti all'obbligo di certificazione. È altresì evidente che l'elenco dell'allegato A (non aggiornato periodicamente) non comprende molti materiali proposti come prodotti volti all'isolamento termico.

2.1 Isolanti e marcatura CE

Tutti i materiali isolanti per edilizia che hanno una norma armonizzata devono essere marcati CE. L'applicazione e l'uso delle norme armonizzate è sancito dal DM 07/04/2004 attuativo della direttiva 89/106. Il quadro di riferimento relativo ai materiali è oggetto di ulteriori integrazioni con la pubblicazione del DM 05/03/2007 dedicata all'individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di "Isolanti termici per l'edilizia". Nel decreto, i cui ambiti di applicazione sono esclusivamente i prodotti presenti, vengono specificati due aspetti:

1. quale sistema di attestazione della conformità deve essere impiegato in relazione all'Euroclasse di reazione al fuoco del prodotto
2. e quali caratteristiche tecniche devono essere dichiarate obbligatoriamente a cura del fabbricante (tabella prevalentemente in accordo con le appendici ZA delle norme di prodotto).

In sostanza per gli usi soggetti ai requisiti di reazione al fuoco e per tutti gli usi, per i materiali presenti è obbligatorio indicare la reazione al fuoco per mezzo delle euro classi, la permeabilità all'acqua, la resistenza termica e la permeabilità al vapore acqueo.

2.2 Isolanti non soggetti a marcatura CE

Nonostante siano state elaborate numerose norme di prodotto, non tutti gli isolanti possiedono la relativa norma armonizzata. Per questi prodotti non è richiesta la marcatura CE.

Tuttavia se il produttore desidera questo tipo di marcatura può richiedere un Valutazione Tecnica Europea (ETA), rivolgendosi ad un ente appartenente all'EOTA. In Italia l'ente preposto a questa attività è l'ITC CNR di San Giuliano Milanese (Milano).

Osserviamo tuttavia che un isolante che non sia marcato CE deve essere ugualmente caratterizzato termicamente poiché le prestazioni termiche sono richieste dalla legislazione nazionale riguardante il risparmio energetico degli edifici.

Esiste a questo scopo la norma la UNI EN ISO 10456 che stabilisce i criteri per valutare le caratteristiche termiche dichiarate e di progetto. In particolare la norma richiede che il valore termico dichiarato dal produttore debba essere riferito ad una delle 4 condizioni di riferimento specificate nella stessa norma. Per gli isolanti termici normalmente si impiega la condizione "Ib": temperatura media di prova 10 °C e contenuto di umidità in equilibrio in un ambiente a 23 °C e UR 50 %. Inoltre il valore dichiarato deve essere statisticamente rappresentativo della produzione e deve tenere conto dell'effetto dell'invecchiamento in un periodo ragionevole di vita in opera.

Questa norma prevede di determinare le prestazioni termiche attraverso prove di laboratorio normalizzate (piastra calda con anello di guardia, termoflussimetri, camera calda). La ragione per la quale sono richieste prove di laboratorio è dovuta ai minori valori di incertezza che si raggiungono con queste prove rispetto a quelle effettuate in campo. Alcuni di questi valori, a titolo di esempio, sono riportati nella tabella 3.

Metodo di misura		Riferimento normativo	Incertezza tipica	Fonte
Piastra calda con anello di guardia	λ	UNI EN 12664 UNI EN 12667 ISO 8302	$\pm 2\%$	UNI EN 12664 - par. 5.2.8 UNI EN 12667 - par. 5.2.8
Termoflussimetri	λ	UNI EN 12664 UNI EN 12667 ISO 8301	$\pm 3\%$	UNI EN 12664 - par. 5.3.5 UNI EN 12667 - par. 5.3.5
Camera calda guardiata o calibrata	U	UNI EN ISO 8990	$\pm 5\%$	UNI EN ISO 8990 - par. 1.1
Camera calda con termoflussimetri	U	UNI EN 1934	$\pm 7\%$	Dati di laboratorio
Misura in campo mediante termoflussimetri	R_t	ISO 9869-1	$\pm 14\%$ e $\pm 28\%$	ISO 9869-1 – par. 9
Misura della resistenza termica di un componente edilizio attraverso misure di consumi energetici in campo		metodi non normalizzati	In genere superiore al 50% ma può essere molto superiore.	Valore desunto sulla base di misure effettuate in campo da laboratori differenti.

Tabella 2: incertezza delle misure termiche

2.3 Corretta commercializzazione dei materiali isolanti

Stabiliti i riferimenti legislativi e normativi il quadro generale sulla commercializzazione dei materiali isolanti e sull'impiego delle caratteristiche tecniche e in particolare dei parametri necessari alla progettazione (conducibilità termica λ_D) può essere così riassunto:

- a) il prodotto ha la possibilità di essere marcato CE attraverso i diversi meccanismi indicati e quindi i valori a disposizione del progettista sono frutto di prove di laboratorio, verifiche di produzione e dichiarazioni del produttore;
- b) il prodotto non ha la possibilità di essere marcato CE e quindi le sue caratteristiche devono essere dichiarate in conformità a quanto previsto nella norma UNI EN ISO 10456

Per quanto riguarda il valore di conduttività termica, centrale nella scelta di un materiale isolante ed essenziale per il requisito di idoneità rispetto all'isolamento termico, è da segnalare la norma UNI EN ISO 10456 dedicata alle proprietà igrotermiche dei materiali e dei prodotti da costruzione e alle procedure di determinazione della conduttività dichiarata dal produttore e di progetto per i professionisti. Segnaliamo inoltre la nuova versione della norma UNI 10351 (descritta nel capitolo 2.4) in fase di pubblicazione che chiarisce il percorso di scelta dei valori di lambda, resistenza al passaggio del vapore e calore specifico per i materiali da costruzione.

Per quanto riguarda il lambda λ_D dichiarato dal produttore sono indicate le varie possibilità di condizioni di prova sul materiale considerato invecchiato (generalmente la condizione di prova è a 10°C in mezzera del campione e con il campione stagionato in un ambiente a contenuto di umidità del 50% e a 23°C) e come calcolare il λ_D sulla base del numero di prove realizzate.

I criteri di determinazione del lambda dichiarato sono i seguenti:

- il materiale sia considerabile invecchiato,
- maggiore il numero di prove, più rappresentativo il valore medio misurato,
- ricondursi a condizioni standard (mezzera 10°C).

La norma nella parte finale consente di determinare il valore di lambda dichiarato a partire dai valori misurati nelle condizioni indicate. Il numero di prove minime è di tre.

Il progettista ha quindi a disposizione dei valori di lambda dichiarato molto affidabili poiché sono frutto di misure di laboratorio rielaborate in modo statistico (e quindi peggiorate) per rappresentare il 90% della produzione; a questo punto la norma consente, nel caso in cui le condizioni di progetto dell'edificio siano tali da discostarsi dalle condizioni di lambda dichiarato (abbastanza rappresentative delle condizioni standard di un edificio in inverno), di valutare il lambda in funzione della variazione della temperatura di applicazione e della concentrazioni di vapore. Se le condizioni dell'edificio sono simili a quelle di misura, il lambda dichiarato può essere impiegato come lambda di progetto. Anit ha predisposto nel software PAN la possibilità di modificare il lambda in riferimento alle condizioni di umidità relativa e temperatura.

2.4 Banca dati sui materiali da costruzione ai fini della progettazione

Conduttività dichiarata e di progetto

La UNI EN ISO 10456 e la UNI 10351 sono le norme di riferimento per la valutazione dei lambda di progetto che il professionista deve utilizzare per il calcolo dei valori di resistenza termica.

La UNI EN ISO 10456 specifica i metodi per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto per materiali e prodotti per l'edilizia termicamente omogenei, oltre a contenere valori tabulati di alcune caratteristiche termoigrometriche dei materiali da costruzione.

La nuova UNI 10351 fornisce il metodo per il reperimento dei valori di riferimento per conduttività termica, resistenza al passaggio del vapore e calore specifico dei materiali da costruzione in base all'epoca di installazione.

La norma inoltre integra quanto non presente nella UNI EN ISO 10456:2008 con particolare riferimento ai materiali isolanti per l'edilizia precisando i campi di applicazione e i differenti metodi di valutazione dei valori di conduttività termica, di resistenza al passaggio del vapore e delle correzioni dei parametri termici da utilizzare in base all'epoca di installazione dei materiali. Inoltre a completamento dei database della norma europea, la UNI 10351 contiene la vecchia tabella di riferimento per i materiali da costruzione (Prospetto A1) e propone una nuova tabella con valori di conduttività termica dei materiali isolanti presenti in commercio, che può essere usata nei calcoli preliminari (Prospetto 1).

Si riporta di seguito lo schema da utilizzare per il reperimento dei dati in funzione dell'epoca di installazione del materiale isolante.

	Data installazione/ costruzione		λ (W/mK)	μ	c (J/kgK)
Materiali già in opera	ante obbligo marcatura CE		Prospetto A1	Prospetto A1	UNI EN ISO 10456:2008
	post obbligo marcatura CE e marcatura volontaria	etichetta CE disponibile	Valore di marcatura CE	Valore di marcatura CE	UNI EN ISO 10456:2008
		etichetta CE non disponibile	Prospetto 1	UNI EN ISO 10456:2008	UNI EN ISO 10456:2008
Materiali di nuova installazione		Prodotto commerciale già scelto	Valore di marcatura CE	Valore di marcatura CE	UNI EN ISO 10456:2008 o dati sperimentali o valore 1000 (J/kgK)
		Scelto il tipo di materiale ma non il prodotto commerciale	Prospetto 1	UNI EN ISO 10456:2008	UNI EN ISO 10456:2008 o dati sperimentali o valore 1000 (J/kgK)

Tabella 3 estratto revisione UNI 10351 non ancora pubblicata

Maggiorazione

Tali valori andrebbero poi eventualmente maggiorati in funzione dell'uso.

Anche in questo caso la UNI 10351 specifica quali siano i parametri da utilizzare in funzione del percorso utilizzato per il reperimento dei dati di conduttività.

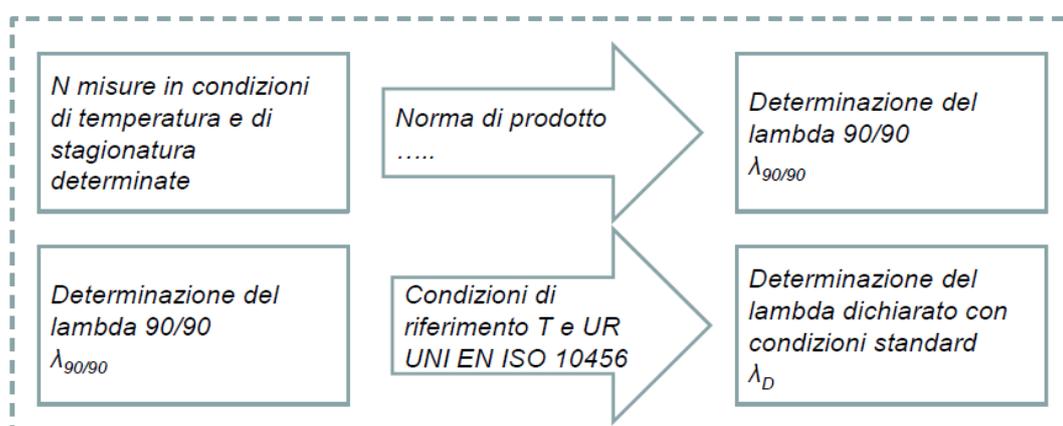
Qualora, per il reperimento dei dati venga previsto l'utilizzo del Prospetto A1, i valori da utilizzare per la conduttività sono quelli già maggiorati presenti nell'ultima colonna del prospetto stesso. Tali maggiorazioni erano state previste per tenere conto delle condizioni reali in opera del materiale.

Qualora per il reperimento dei dati venga previsto l'utilizzo del Prospetto 1 o dei prospetti della UNI EN ISO 10456:2008, i valori di conduttività vanno eventualmente corretti con i metodi riportati nel capitolo 7 della UNI EN ISO 10456:2008. Le correzioni del valore del λ_D espresso nella marcatura CE sono eventuali e non obbligatorie: vengono previste infatti per condizioni di umidità e temperatura differenti da quelle standard.

2.5 Produttore e progettista, che dati impiegare per la corretta progettazione

Sulla base delle indicazioni precedenti si evidenzia con l'immagine seguente come un'azienda che propone al mercato un prodotto isolante dichiara le prestazioni sulla base dei seguenti principi:

- dichiarare valori di conduttività o resistenza termica confrontabili;
- impiegare metodi di prova su campioni di materiali standard in condizioni standard;
- le prove vengono realizzate da laboratori esterni all'azienda, indipendenti e accreditati;
- dichiarare valori che possano essere ragionevolmente rappresentativi del materiale che arriva in cantiere.

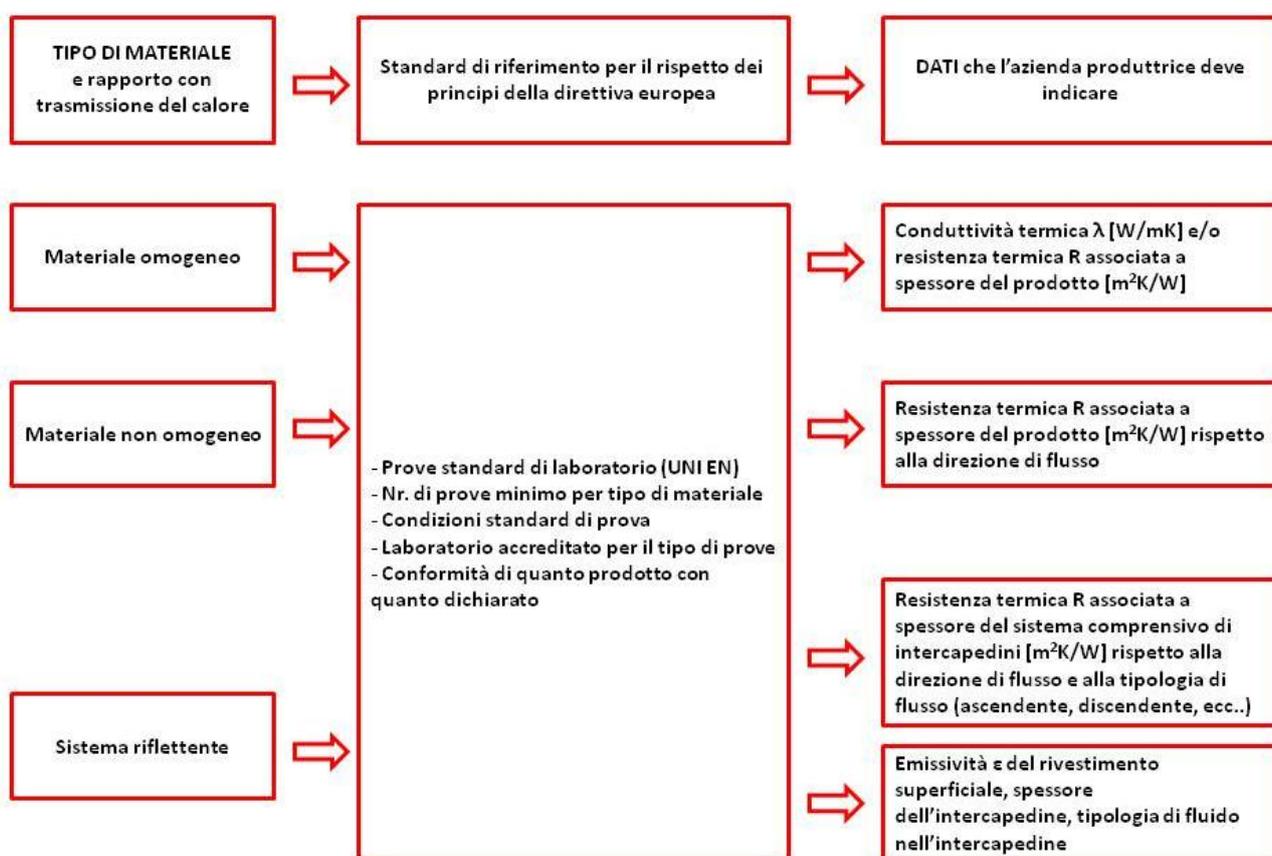


I dati dichiarati dai produttori sono i dati di partenza che il progettista professionista (con un richiamo esplicito nelle UNI TS 11300-1) impiega ai fini della valutazioni progettuali. Il progettista ipotizza le condizioni di progetto di temperatura e umidità e valuta i valori di conduttività termica di progetto in accordo con la UNI EN 10456 come indicato dallo schema seguente.



I dati che il progettista usa per fare i calcoli di trasmittanza termica sono quindi frutto dei seguenti passaggi:

- l'azienda determina **la tipologia del proprio materiale** rispetto alla trasmissione del calore: materiale omogeneo, non omogeneo o sistema riflettente;
- nel rispetto delle indicazioni e degli obblighi derivanti dalla direttiva europea sui materiali da costruzione per ogni tipologia di prodotto incarica un laboratorio accreditato di effettuare il numero di **prove di laboratorio** minimo per la determinazione di un valore che sia statisticamente rappresentativo della produzione; le prove sono realizzate in accordo con le normative europee e nazionali di riferimento in condizioni standard (temperatura di impiego e stagionatura del materiale rispetto al condizioni fissate di umidità relativa e temperatura dell'aria);
- il produttore dichiara le prestazioni termiche dei propri prodotti in accordo con le norme di prodotto, se esistenti, o con gli altri meccanismi previsti dalla direttiva europea.



3 ESEMPI DI NON CORRETTA VALUTAZIONE

Anit ritiene non corretto valutare il comportamento di una struttura opaca in termini di trasmittanza termica U se non si utilizzano procedure di calcolo e prestazioni igrotermiche dei materiali in accordo con la normativa nazionale ed europea.

3.1 Isolamento termico con rivestimento superficiale esterno

L'esempio riguarda una struttura opaca esistente realizzata in mattoni pieni con uno spessore complessivo pari a 42 cm. La trasmittanza della struttura è $U = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$.

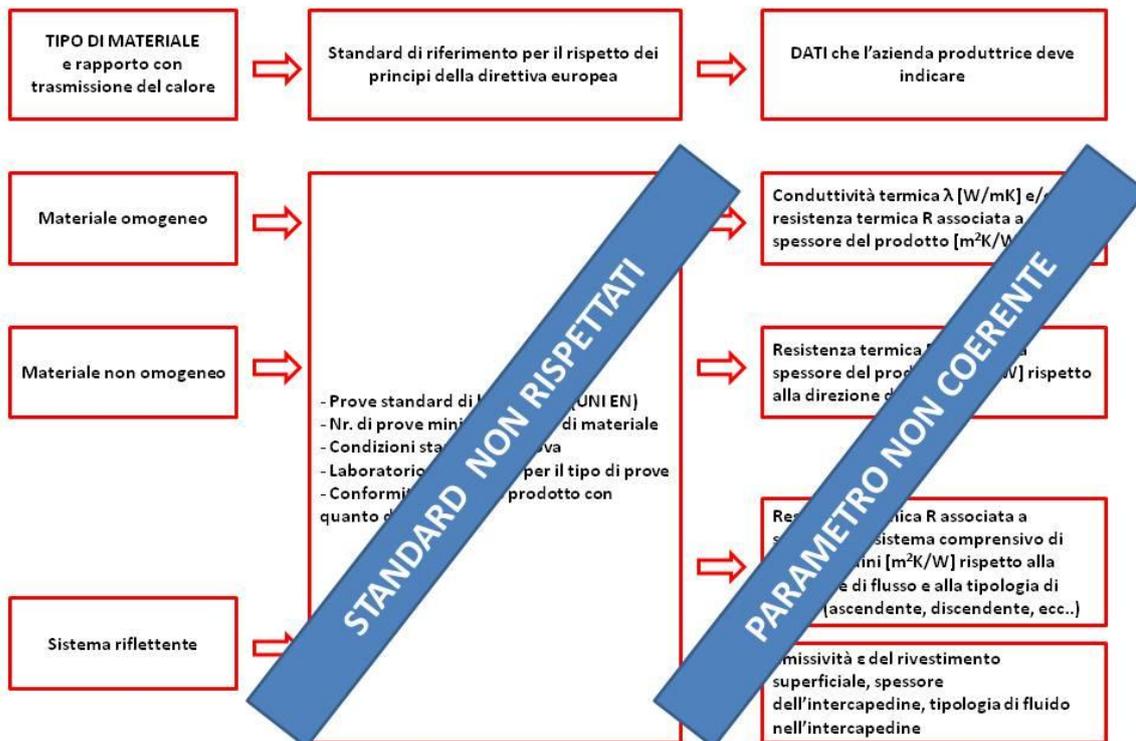
Ipotesi di intervento: si ipotizza di intervenire con uno strato di rivestimento superficiale di 2 mm con una "conduttività equivalente" λ pari a 0.002 W/mK . Il professionista attribuisce alla propria struttura un valore di trasmittanza finale pari a $0.60 \text{ W/m}^2\text{K}$, ottenendo una riduzione del 60% delle dispersioni!

Errore di valutazione:

Per prima cosa bisognerebbe chiedersi cosa è la "conduttività equivalente"? come viene misurata, calcolata e riutilizzata dal professionista?

Spesso i valori proposti come "conduttività equivalente" non sono impiegabili ai fini di una valutazione di trasmittanza termica (e trasmittanza termica periodica) poiché:

- i test di laboratorio o i procedimenti utilizzati per dichiarare tale valori non seguono gli standard europei e nazionali;
- non rispettano le richieste della normativa vigente per cui in base alla UNI EN ISO 6946 per valutare la resistenza termica nel caso di strati omogenei la conduttività termica di progetto del materiale deve essere calcolata in conformità alla UNI EN ISO 10456.



3.2 Isolamento termico con valori di conduttività non idonei

L'esempio riguarda una struttura opaca esistente realizzata in mattoni pieni con uno spessore complessivo pari a 42 cm. La trasmittanza della struttura è $U = 1.41 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ipotesi di intervento: si ipotizza di intervenire con un sistema di isolamento a cappotto di 10 cm con un materiale che riporta un valore da scheda tecnica di conduttività termica λ pari a 0.030 W/mK . Tale indicazione non è la conduttività dichiarata ma solo un dato senza indicazioni di prova. Il professionista attribuisce alla propria struttura un valore di trasmittanza pari a $0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$, ottenendo una riduzione del 82% delle dispersioni.

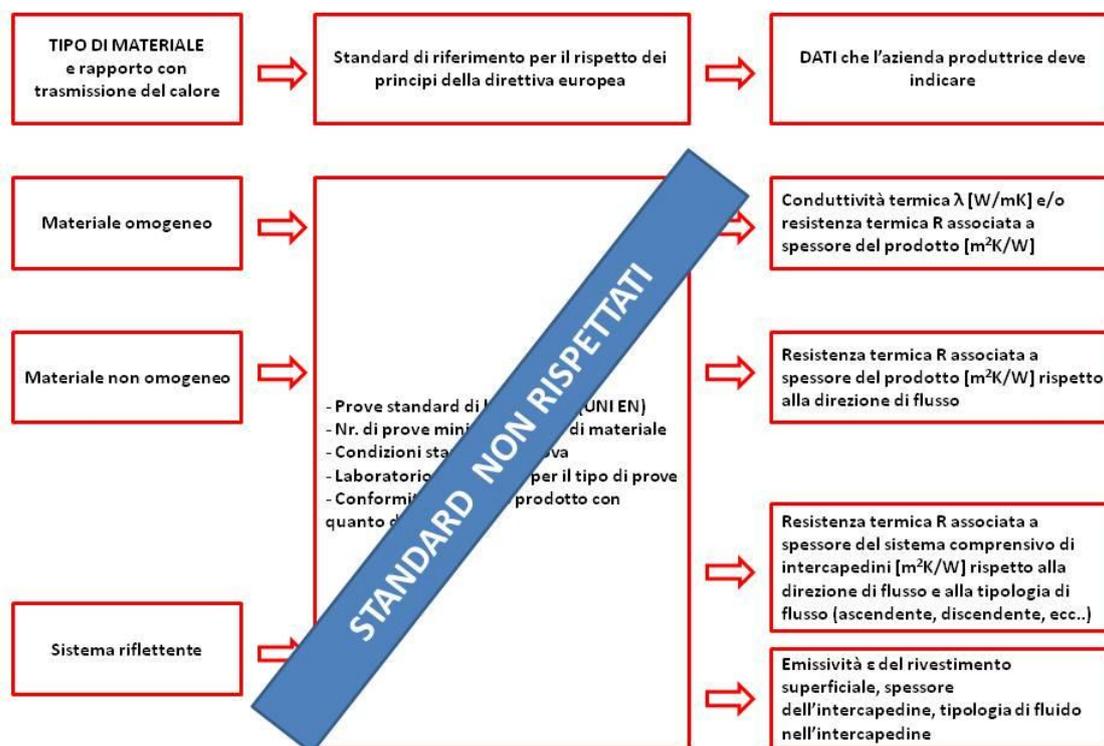
Errore di valutazione:

Il valore di conduttività termica λ pari a 0.030 W/mK riportato in scheda tecnica che non indica:

- rappresentatività statistica dei materiali che arriveranno in cantiere (90% dei campioni?);
- condizioni di temperatura a cui è stato testato (10°C ? 20°C ? -10°C ?);
- condizioni di stagionatura dei campioni oggetto di prova (a secco? $UR < 30\%$?);
- condizioni di invecchiamento (è stato adeguatamente invecchiato prima delle prove?);

non è considerabile un prodotto affidabile.

Rispetto allo schema proposto non sono stati rispettati gli standard per rendere i valori dichiarati impiegabili ai fini della progettazione e realizzazione di edifici.



3.3 Isolamento termico con maggiorazione del lambda erroneo

L'esempio riguarda una struttura opaca esistente realizzata in alveolati con uno spessore complessivo pari a 35 cm. La trasmittanza della struttura è $U = 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ipotesi di intervento: si ipotizza di intervenire con sistema di isolamento dall'interno di 8 cm con un valore da scheda tecnica di conduttività termica λ_D pari a 0.036 W/mK . Il professionista usa la maggiorazione percentuale per il lambda di progetto della norma UNI 10351 del materiale corrispondente pari al 15%.

Errore di valutazione:

Il valore di conduttività termica λ_D va modificato in accordo con la norma UNI EN ISO 10456 in relazione alle condizioni di temperatura e umidità di progetto; l'uso della norma UNI 10351 non è corretto in quanto:

- la maggiorazione percentuale si applica solo ai valori presenti della norma UNI 10351;
- i valori della norma UNI 10351 sono valori vecchi e valutati in condizioni di stagionatura dei provini differente da quelle della conduttività termica λ_D ;
- i valori della norma UNI 10351 sono rappresentativi di un comportamento del materiale a 20°C in mezzera e quindi differenti dalle condizioni della conduttività termica λ_D .

Rispetto allo schema proposto non c'è coerenza tra il valore a disposizione e lo strumento normativo per progettare il valore in opera.



3.4 Isolamento termico con sistema riflettente

L'esempio riguarda un pavimento sul quale si posa un sistema riflettente che ha un valore di resistenza termica valutato in accordo con la UNI EN 16012 e pari a $R_t = 0.80 \text{ m}^2\text{K/W}$. Il valore è associato ad uno spessore del sistema riflettente di 4 cm comprensivo di un'intercapedine d'aria con flusso discendente di 25mm.

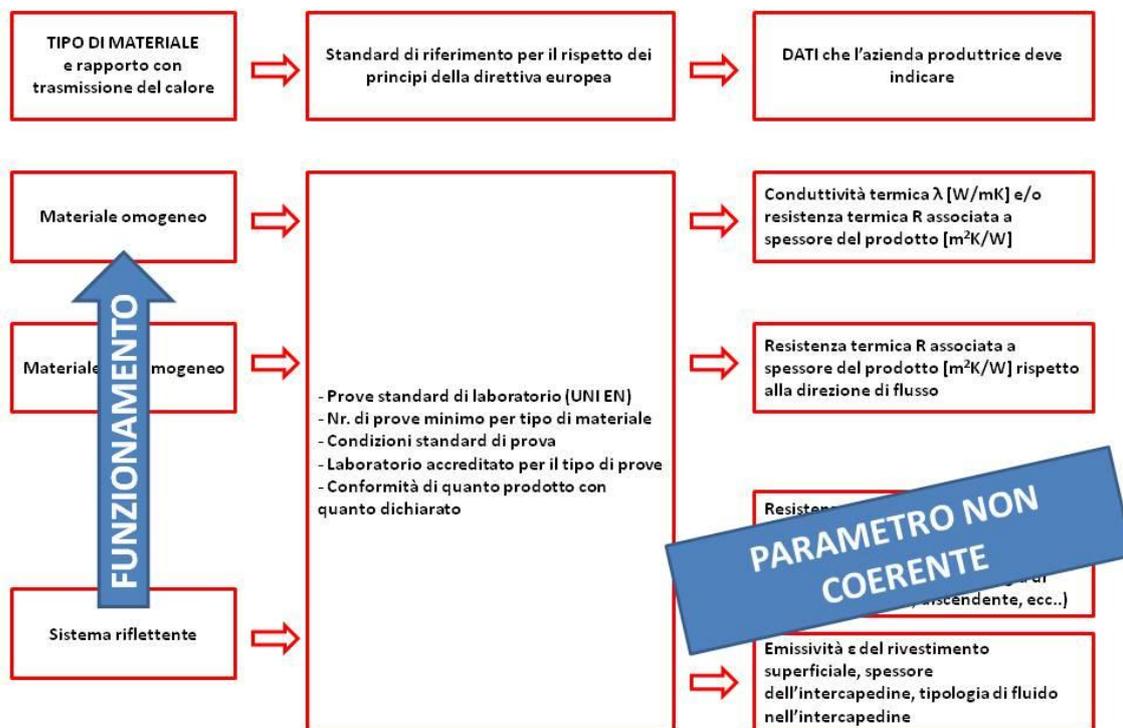
Ipotesi di intervento: si ipotizza di intervenire posizionando lo strato di rivestimento basso emissivo (con $\epsilon = 0.1$) sulla struttura di laterocemento e di procedere con il getto cemento alleggerito direttamente sopra lo strato senza realizzare un'intercapedine di aria tra il rivestimento basso emissivo il getto di cemento alleggerito guadagnando centimetri di spessore.

Errore di valutazione:

Il valore di resistenza termica pari a $R_t 0.80 \text{ W/mK}$ è rappresentativo del sistema riflettente comprensivo di intercapedine. Nella progettazione della struttura è stato compiuto un errore relativo alla coerenza del parametro:

- la resistenza del sistema riflettente non è la resistenza derivante dal progetto della struttura che sarà solo frutto della conduttività termica $\lambda \text{ [W/mK]}$ del core del materassino basso emissivo e dello spessore del rivestimento;
- il tipo di soluzione non è un sistema riflettente ma è semplicemente un materiale omogeneo di ridotto spessore con una conduttività non per forza assimilabile a quella di un materiale isolante.

Rispetto allo schema proposto non è stata quindi data coerenza tra i valori di resistenza termica e il sistema riflettente.



3.5 Isolamento termico con rivestimento superficiale interno

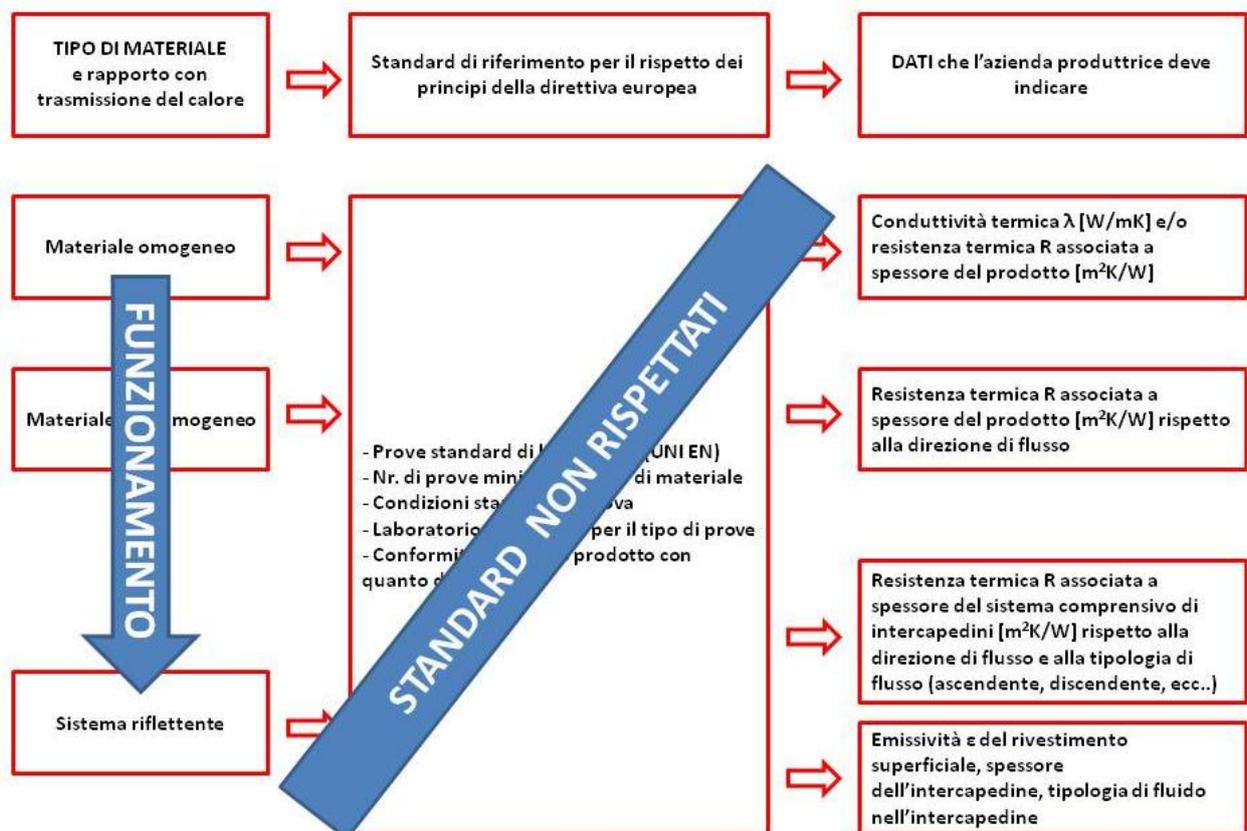
L'esempio riguarda una struttura opaca esistente realizzata in doppio tavolato con uno spessore complessivo pari a 30 cm. La trasmittanza della struttura è $U = 1.10 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ipotesi di intervento: si ipotizza di intervenire con uno strato di rivestimento superficiale che vanta delle proprietà termiche "di riflessione dell'energia" espresse in termini di risparmio energetico del 20% o paragonabile a 5 cm di materiale isolante. Il professionista attribuisce alla propria struttura un valore di trasmittanza pari a $0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Errore di valutazione:

Se un materiale o un rivestimento agisce per "riflessione di energia":

- le procedure di calcolo in accordo con la normativa non procedono per confronti o similitudini: si attribuisce una prestazione al prodotto e si inserisce il prodotto all'interno della propria stratigrafia;
- se fossero presenti delle proprietà di "riflessione dell'energia" il tipo di materiale dovrebbe essere caratterizzato come "sistema riflettente" attribuendo quindi delle resistenze termiche del sistema o un'emissività (possibilmente bassa) associata ad uno spessore dell'intercapedine.





ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, ha tra gli obiettivi generali la diffusione, la promozione e lo sviluppo dell'isolamento termico ed acustico nell'edilizia e nell'industria come mezzo per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone.

ANIT

- diffonde la corretta informazione sull'isolamento termico e acustico degli edifici
- promuove la normativa legislativa e tecnica
- raccoglie, verifica e diffonde le informazioni scientifiche relative all'isolamento termico ed acustico
- promuove ricerche e studi di carattere tecnico, normativo, economico e di mercato.

I soci **ANIT** si dividono nelle categorie

- **SOCI INDIVIDUALI**: Professionisti, studi di progettazione e imprese edili.
- **SOCI AZIENDA**: Produttori di materiali e sistemi per l'isolamento termico e acustico.
- **SOCI ONORARI**: Enti pubblici e privati, Università e Scuole Edili, Ordini professionali.

ASSOCIATI ANCHE TU!

I soci ANIT ricevono:

- Costante **aggiornamento legislativo e normativo**
- La **SUITE ANIT**, che comprende i software PAN, ECHO, LETO, e IRIS, per il calcolo delle prestazioni termiche e acustiche degli edifici
- Abbonamento alla rivista **Neo-Eubios**
- Un volume a scelta della collana ANIT "**L'isolamento termico e acustico**"
- **Sconti e convenzioni**
- ... e molto altro!

Per maggiori informazioni vai su

www.anit.it