

Barriere Radianti: cosa sono e a cosa servono

di Paolo Pancheri

Sommario

Da qualche anno si sta diffondendo anche in Italia l'uso delle Barriere Radianti come strumento efficace per migliorare l'isolamento termico dei tetti, in particolar modo durante il periodo estivo. Diversi studi indipendenti hanno dimostrato come il loro corretto utilizzo permetta di ridurre le temperature estive nei sottotetti e nelle mansarde e, soprattutto nei climi particolarmente caldi, di ridurre i costi legati all'uso di eventuali sistemi di condizionamento. Spesso tuttavia vi è una scarsa conoscenza del meccanismo che sta alla base delle loro proprietà isolanti, legante principalmente al trasferimento di calore per radiazione, che non può essere descritto dai parametri tipici degli isolanti tradizionali, quale è ad esempio la conducibilità termica. In questo articolo si è quindi cercato di presentare in modo sintetico le principali caratteristiche delle Barriere Radianti, ponendo particolare attenzione ai diversi aspetti pratici legati al loro utilizzo, che spesso sono essenziali per un loro uso efficace.

Introduzione

Negli ultimi decenni la soglia di accettazione di condizioni ambientali non ottimali (*discomfort* termico) si è decisamente abbassata. Tendiamo tutti infatti a convergere verso un unico livello di temperature percepite come accettabili in un edificio: 21 – 22 °C di inverno e 26 – 27 °C d'estate (con aria ferma). Sempre più frequentemente quindi, progettisti e costruttori edili sono chiamati a garantire non solo un elevato grado di isolamento invernale degli edifici, ma anche un buon livello di *comfort* termico estivo. Se a questo si aggiunge la tendenza, prevista dalla maggior parte degli scienziati, verso un clima con inverni miti e secchi e ad estati torride, è comprensibile il vivo interesse verso tutte quelle soluzioni che possono contribuire a mantenere basse le temperature interne degli edifici, e in particolare nelle mansarde.

In questo contesto è ormai consolidato l'uso dei tetti ventilati, che contribuiscono, se correttamente progettati, ad aumentare il *comfort* termico. Come vedremo, l'uso delle Barriere Radianti abbinate allo strato di ventilazione, permette di ottenere un'ulteriore e sostanziale riduzione delle temperature interne estive.

Cos'è una Barriera Radiante e come si utilizza

Le Barriere Radianti (in alcuni casi chiamate anche Isolanti Riflettenti) sono costituite da un sottile foglio di un materiale ad alta riflessività, normalmente alluminio, applicato ad una, o entrambe, le superfici di un supporto, che può essere flessibile (carta *kraft*, film plastici, prodotti in fibra, ecc..) o rigida (normalmente pannelli in OSB o *plywood*). Esse vengono installate in un intercapedine di aria e servono a ridurre il calore trasmesso per radiazione tra una superficie radiante calda, il tetto, e una superficie assorbente, l'isolante convenzionale del tetto.

Vi sono sostanzialmente due modi per installare una Barriera Radiante. Il primo, schematizzato nella Fig.1, è quello di distenderla sopra il convenzionale isolante, con la faccia riflettente rivolta verso l'alto. Sopra la barriera si dovrà a questo punto lasciare un adeguato spazio di areazione, tipico dei tetti ventilati, sopra il quale verrà posto l'eventuale secondo tavolato (raccomandato da molti esperti del settore), e infine le tegole. Questo modo di installazione è tipico dei prodotti forniti con substrato flessibile, noti anche "isolanti riflettenti" o "teli riflettenti".

Un modo alternativo ma, come vedremo, più efficace e più pratico di posizionare la Barriera Radiante è quella di porla sopra lo strato di ventilazione, e con la faccia riflettente rivolta verso il basso, come mostrato in Fig. 2. Questo metodo di installazione è tipico dei prodotti forniti su supporti rigidi, quali pannelli OSB o *Plywood*.

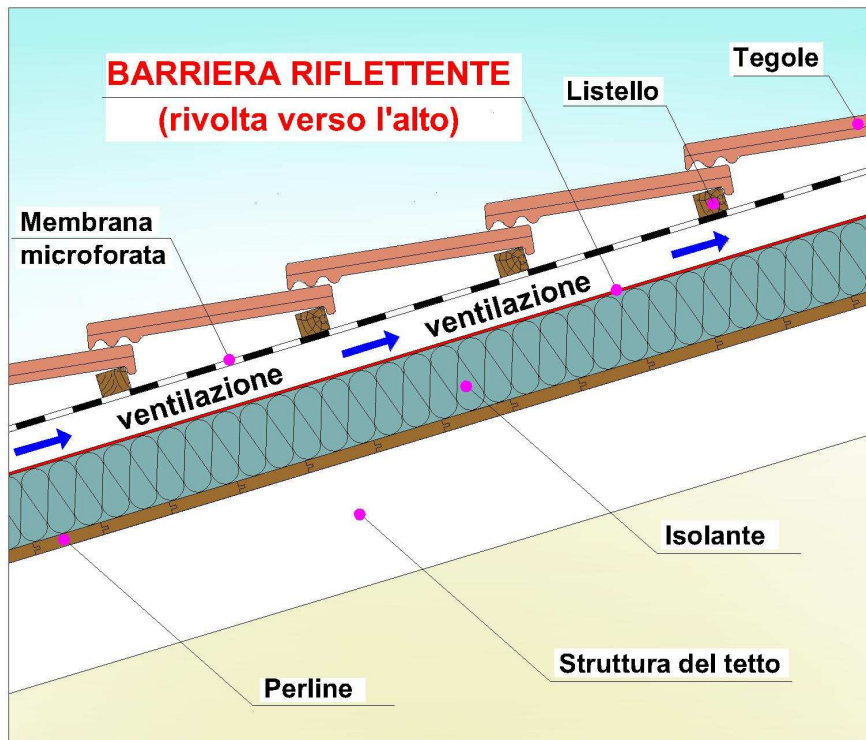


Fig.1. Montaggio della Barriera Radiante sopra l'isolante convenzionale

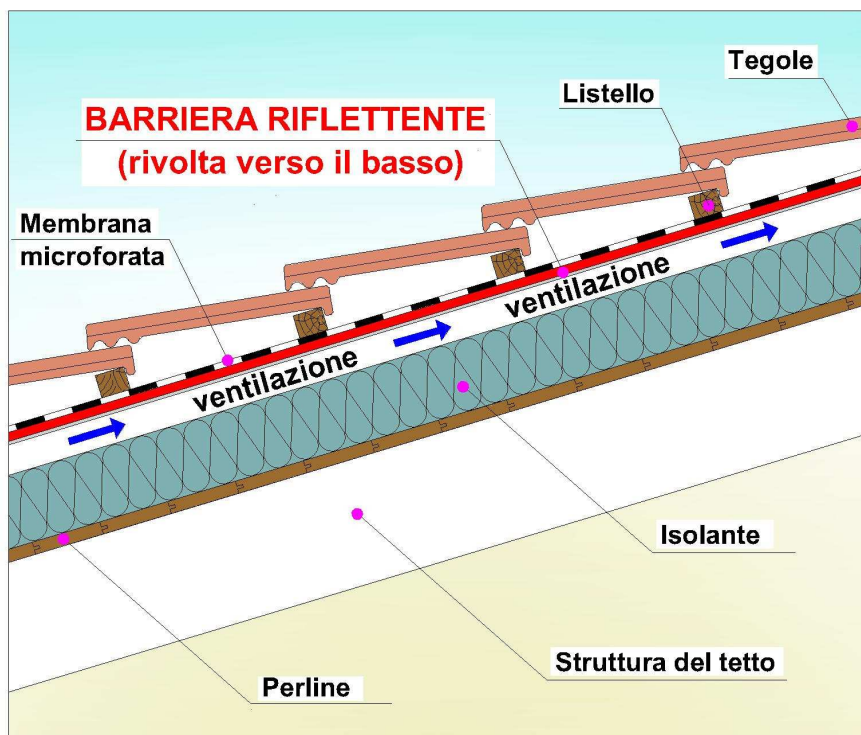


Fig.2 Montaggio della Barriera Radiante sopra lo strato di ventilazione (da preferire)

Come funziona una Barriera Radiante

In estate, la maggior parte del calore assorbito dal tetto proviene dall'irraggiamento solare diretto delle tegole. In una calda giornata estiva le tegole possono arrivare a temperature elevate, dell'ordine dei 70°C o più, in relazione all'esposizione, al colore, ecc... Se le tegole sono poste sostanzialmente a diretto contatto con l'isolante sottostante, come nei tetti non ventilati, esse trasmettono un notevole flusso di calore verso l'interno, anche in presenza di un buon pacchetto isolante.

L'uso di uno strato di ventilazione tra le tegole stesse e l'isolante sottostante permette, se ben dimensionato, di ridurre questo passaggio di calore, in quanto si innesca un flusso convettivo di aria calda che fuoriesce dalla parte superiore del tetto e che viene rimpiazzata da aria più fresca proveniente dalla parte inferiore. Questo flusso di aria mantiene l'isolante ad una temperatura più bassa.

Anche nel caso di tetti ventilati tuttavia vi è una parte di calore trasmesso direttamente per irraggiamento all'isolante sottostante. Le tegole, riscaldate a 70°C o più, emettono infatti una consistente quantità di radiazione infrarossa che scalda direttamente per irraggiamento l'isolante sottostante, anche in presenza di una ventilazione molto efficace.

Ed è a questo punto che entrano in gioco le Barriere Radianti, bloccando questo flusso di calore irradiato.

Per capire come, bisogna tuttavia accennare a due proprietà fisiche importanti dell'alluminio, che ci permettono di capire il funzionamento delle Barriere Radianti.

Da un lato l'alluminio ha una alta riflessività (ρ), cioè una grande capacità di riflettere la radiazione incidente su di esso, dall'altro una bassa emissività (ϵ), cioè emette poca radiazione se riscaldato. Dalla fisica è noto infatti che queste due grandezze sono strettamente correlate alle caratteristiche fisiche del materiale, ossia se un corpo ha una elevata emissività, avrà di conseguenza una bassa riflessività. Si ha infatti che: $\epsilon + \rho = 1$. Un corpo nero ad esempio, ha una riflessività pari sostanzialmente a zero, in quanto assorbe tutta la radiazione che lo investe, mentre, se scaldato, emette radiazione infrarossa in ragione della quarta potenza della temperatura (in Kelvin) a cui viene portato, come risulta dalla legge di *Stefan-Boltzmann*.

La riflessività dell'alluminio invece, se la superficie è lucida e pulita, è superiore al 95%. Questo significa che esso riflette indietro più del 95% della radiazione che lo investe. Ma, d'altro lato, l'alluminio ha quindi una emissività inferiore al 5%. Questo significa che, se scaldato, esso emette solo il 5% della radiazione che emetterebbe alla stessa temperatura un corpo nero (o un corpo con alta emissività, quali solo ad esempio le tegole, che nell'infrarosso si comportano in modo simile ad un corpo nero). (vedi Fig.3)

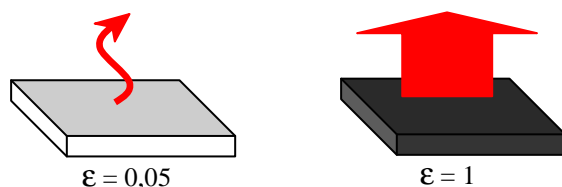


Fig.3 I due oggetti, alla stessa temperatura, emettono radiazione infrarossa in modo diverso in relazione alla loro emissività

Questa proprietà è comunemente usata quando si vuole mantenere caldo un oggetto (ad esempio un panino), avvolgendolo in un foglio di alluminio. Il foglio di alluminio si porta alla temperatura del panino, ma emette molta meno radiazione infrarossa rispetto al panino non avvolto, e così il panino resta caldo molto più a lungo. Lo stesso principio è usato nei teli termici per avvolgere i feriti in montagna da parte del Soccorso Alpino.

Tornando alle Barriere Radianti, possiamo ora facilmente comprendere come esse possano aiutare a mantenere più fresche le mansarde in estate.

Se montate direttamente sopra l'isolante convenzionale, e con la parte riflettente rivolta verso l'alto, come illustrato nella figura 1, esse sfruttano l'alta riflessività dell'alluminio per riflettere indietro più del 95% della radiazione proveniente dalle tegole calde, e l'isolante si mantiene ad una temperatura più bassa, e quindi a sua volta trasporta all'interno della mansarda un minor flusso di calore.

La bassa emissività dell'alluminio invece è sfruttata quando le Barriere Radianti vengono montate sopra lo strato di ventilazione e con la superficie riflettente rivolta verso il basso, come

schematizzato in Fig. 2. In questo caso la Barriera si scalda a contatto con le tegole ma riduce di più del 95% il calore che verrebbe irradiato dalle tegole senza Barriera Radiante.

Efficacia delle Barriere Radianti

Già da diversi anni sono disponibili studi sull'efficacia delle Barriere Radianti, soprattutto nelle regioni dai climi più caldi, dove sono stati condotti la maggior parte dei test.^{1,2,3} In particolare questi studi mostrano che le Barriere Radianti permettono di ridurre considerevolmente i consumi legati ai sistemi di condizionamento. I risultati mostrano riduzioni nel calore entrante dal tetto di fattori che variano dal 15% fino a più del 40%. A seguito di questi studi, diversi enti federali statunitensi, quali ad esempio il "California Energy Commision", propongono le Barriere Radianti tra le diverse importanti tecniche di risparmio energetico da inserire in tutte le nuove costruzioni.

In Australia, il governo ha messo a punto una guida tecnica in collaborazione con progettisti e costruttori, e consultabile su internet⁴ che, nella sezione dedicata all'isolamento, prevede costantemente l'uso delle Barriere Radianti (da loro chiamate RFL, *Reflective Layer Insulation*).

In Europa c'è un certo ritardo nell'uso di questi materiali, ritardo legato forse al fatto che nei paesi nordici in problema estivo è meno sentito. In Italia da alcuni anni hanno fatto la loro comparsa sul mercato diversi prodotti, sia su supporto flessibile che su supporto rigido. Cominciano inoltre ad essere disponibili studi quantitativi sull'efficacia di questi materiali nei climi mediterranei (vedi ad esempio⁵), che mostrano in modo inequivocabile come il loro utilizzo possa ridurre in maniera sostanziale il flusso termico estivo. Non sono tuttavia ancora disponibili attualmente metodi standardizzati per prevedere il comportamento "in situ", cioè prevedere ad esempio di quanti gradi possa diminuire la temperatura interna di una mansarda usando una Barriera Radiante.

Comportamento invernale

Durante il periodo invernale le Barriere Radianti da un lato permettono di ridurre le perdite di calore per irraggiamento dalla parte superiore dell'isolamento, ma possono anche ridurre gli effetti benefici della radiazione solare incidente sul tetto. Il beneficio netto nel ridurre la perdita di calore nel periodo invernale deve ancora essere investigato da studi approfonditi, ma vi sono evidenze che comunque il bilancio, seppur piccolo, sia positivo.

Quale soluzione e/o materiale è migliore?

Nella scelta della soluzione da adottare, e del tipo di materiale da scegliere, dovranno essere presi in considerazione alcuni aspetti che possono essere decisivi per un efficace uso delle Barriere Radianti:

- **Minima emissività della parte riflettente.** Sebbene la maggior parte delle Barriere Radianti usi l'alluminio come elemento a bassa emissività, è bene comunque verificare il valore di emissività globale dichiarato dal costruttore, che potrebbe essere anche molto maggiore di quello dell'alluminio a causa della soluzione costruttiva usata (ad esempio per la presenza di una percentuale rilevante di materiale ad alta emissività usato come rinforzo).
- **Evitare il deposito di polvere sulla parte riflettente.** E' bene ricordare che misure di laboratorio indicano chiaramente che la polvere depositata sulla superficie di fogli di alluminio incrementa l'emissività (e riduce di conseguenza la riflessività). Barriere Radianti posizionate direttamente sopra l'isolante e con la faccia riflettente rivolta verso l'alto (come in Fig. 1) sono più soggette al deposito di polvere, mentre le Barriere Radiante posizionate sopra lo strato di ventilazione e con lo strato riflettente verso il basso (come in Fig. 2) rimarranno pulite nel tempo. Appena installate, le Barriere Radianti mostrano un

¹ Fairey P. "Effects of Infrared Radiation Barriers on the Effective Thermal Resistance of Buildings Envelopes", proceedings of the ASHRAE/DOE Conference on Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings II, Las Vegas, NV, December 1982.

² Melody I., "Radiant Barriers: a question and answer primer", Energy Note N°FSEC-EN-15-87 del Florida Solar Energy Center, Cocoa, Florida.

³ Levino, W.P, and M.A. Karnitz, "Cooling-Energy Measurements of Unoccupied Single-Family Houses with Attics Containing Radiant Barriers", Oak Ridge National Laboratory, Contract Report, DE-ACO5-84OR21400, July 1986.

⁴ <http://www.yourhome.gov.au/technical/index.htm>

⁵ A. Dimoudi, A. Androutopoulos, S.Lykoudis, "Summer performance of ventilated roof components", Energy and Buildings, 38 (2006) pagg. 610-617

comportamento pressoché identico nei due casi, ma col passare del tempo alcuni studi indicano che la soluzione mostrata in Fig. 1 perda fino al 50% della sua efficacia a causa della polvere che si deposita. Il *Florida Solar Energy Center* a questo proposito sconsiglia vivamente di posizionare la Barriera Radiante sopra l'isolante, ma raccomanda la soluzione di Fig.2.

- **Facilità di montaggio e resistenza del materiale.** Posizionare una superficie altamente riflettente rivolta verso l'alto su un tetto in estate può essere difficoltoso in quanto esso è come uno specchio e può dare fastidio ai montatori. Inoltre, se l'alluminio è fornito su supporti poco resistenti, durante la posa e le successive operazioni di montaggio del tetto i fogli possono strapparsi o comunque rovinarsi e quindi diventare inutili. Anche per questo aspetto la soluzione mostrata in Fig. 2 si dimostra quindi preferibile.
- **Adeguate spazio di aria di ventilazione.** Come già detto, l'efficacia di una Barriera Radiante è strettamente legata alla presenza di un adeguato spazio di aria tra la superficie radiante (le tegole calde) e l'isolante tradizionale. L'intercapedine comunemente utilizzata per i tetti ventilati è ampiamente sufficientemente a questo scopo.
- **Permeabilità al vapore.** La presenza di microfori nei fogli di alluminio può essere utile, e fondamentale nel caso si applichi la Barriera direttamente sopra l'isolante, per permettere al tetto di eliminare il vapore di acqua ed evitare pericolose condense che possono danneggiare il tetto.
- **Basso costo.** Il costo delle Barriere Radianti, che in genere è molto contenuto in relazione al costo complessivo del tetto, è legato al tipo di supporto utilizzato per l'alluminio e al processo produttivo. A parità dei fattori sopra ricordati, la scelta del materiale dal costo minore è sicuramente condivisibile.

Conclusioni

L'uso delle Barriere Radianti, già da diversi anni presenti nei paesi dai climi più caldi, si sta diffondendo anche in Italia. Dall'analisi degli studi e delle ricerche sul campo finora effettuate emerge chiaramente la loro efficacia nel ridurre il flusso di calore proveniente dal tetto nel periodo estivo. Sul mercato italiano sono disponibili diversi prodotti di questo tipo, sia in fogli flessibili che in pannelli rigidi. Tenendo conto dei meccanismi collegati al loro funzionamento, e di alcuni importanti aspetti pratici relativi al montaggio in opera, si può concludere che le soluzioni da preferire sono quelle dove la parte riflettente viene posta sopra lo strato di ventilazione e con lo strato riflettente rivolto verso il basso.

Ing. Paolo Pancheri