



PROGETTAZIONE DELLE COPERTURE CON MATERIALI COOL ROOF

MANUALE ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

DICEMBRE 2020



Tutti i diritti sono riservati.

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

I MANUALI ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **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.

Le **guide** sono riservate ai Soci ANIT e analizzano leggi e norme del settore, i **manuali** sono scaricabili per tutti gratuitamente e affrontano con un taglio pratico temi sviluppati in collaborazione con le Aziende associate.



STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono



Costante **aggiornamento** sulle **norme in vigore** con le GUIDE ANIT



I software per calcolare **tutti i parametri** energetici, igrotermici e acustici degli edifici



Servizio di **chiarimento tecnico** da parte dello Staff ANIT



Abbonamento alla rivista specializzata **Neo-Eubios**

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario). I Soci Individuali possono accedere alla qualifica "Socio Individuale Più" per ottenere servizi avanzati

Il presente manuale è realizzato in collaborazione con:

BUILDING TRUST



Tutti i diritti sono riservati

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

I contenuti sono curati dallo Staff ANIT e sono aggiornati alla data in copertina.

Le informazioni riportate sono da ritenersi comunque indicative ed è sempre necessario riferirsi anche a eventuali documenti ufficiali. Sul sito www.anit.it sono disponibili i testi di legge.

Si raccomanda di verificare sul sito ANIT l'eventuale presenza di versioni più aggiornate di questo documento

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO LEGISLATIVO.....	3
2.1	<i>L'efficienza energetica estiva degli immobili.....</i>	3
2.2	<i>Cosa si intende con Cool Roof e SRI.....</i>	5
2.3	<i>Requisiti minimi estivi nel DM 26 giugno 2015</i>	7
2.4	<i>Specifiche tecniche minime per gli edifici pubblici: Criteri ambientali minimi.....</i>	10
2.5	<i>Approfondimento- materiali isolanti e CAM per superbonus 110%</i>	11
2.6	<i>Indicazioni e requisiti estivi nei protocolli di sostenibilità</i>	13
3	LA NORMATIVA DI VALUTAZIONE PREDITTIVA	15
3.1	<i>Valutazione dell'efficacia sul componente</i>	15
3.2	<i>Valutazione dell'efficacia su una zona termica</i>	20
4	SOLUZIONI CONFORMI	21
5	CONTATTI	28

1 PREMESSA

Questo manuale affronta, nel più ampio e completo ambito delle informazioni di buona tecnica per la corretta progettazione delle coperture, il tema dell'applicazione di materiali per cool roof (ad alta riflettanza solare e ad alta emissività).

Questi materiali consentono di diminuire il flusso energetico in entrata dalla copertura e pertanto di mantenere al di sotto di essa una temperatura più bassa. Questo porta ad un risparmio energetico per riduzione del lavoro degli impianti di raffrescamento. Ci si propone di fare il quadro delle prescrizioni legislative e normative sull'argomento, di descrivere i metodi di calcolo e di presentare alcune soluzioni.

2 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

2.1 L'efficienza energetica estiva degli immobili

La Direttiva europea 91/2002/UE "Energy Performance Buildings Directive" per prima comincia ad affrontare il problema energetico degli edifici nel periodo estivo, poi ripresa dalla Direttiva 31/2010/UE e dalla ultima Direttiva 844/2018/UE.

L'art. (18) della EPBD 91/2002 infatti descrive una situazione e propone delle strategie:

Negli ultimi anni si osserva una crescente proliferazione degli impianti di condizionamento dell'aria nei paesi del sud dell'Europa. Ciò pone gravi problemi di carico massimo, che comportano un aumento del costo dell'energia elettrica e uno squilibrio del bilancio energetico di tali paesi. Dovrebbe essere accordata priorità alle strategie che contribuiscono a migliorare il rendimento termico degli edifici nel periodo estivo. Concretamente, occorrerebbe sviluppare maggiormente le tecniche di raffreddamento passivo, soprattutto quelle che contribuiscono a migliorare le condizioni climatiche interne e il microclima intorno agli edifici.

Il tema del surriscaldamento estivo viene affrontato in Italia a livello legislativo la prima volta con il DLgs 192/2005 che è il decreto di recepimento della Direttiva 91/2002/UE di cui sopra.

Nel DM 26 giugno 2009, attuativo del DLgs 192/05 e s.m., all'Allegato 1 art. 9 e art. 10 viene imposto l'obbligo del controllo del surriscaldamento con una valutazione del comportamento estivo anche per i componenti opachi e non solo l'obbligo di schermature nei componenti trasparenti.

art 9.

Per tutte le categorie di edifici, (...), ad eccezione delle categorie E.6 e E.8, il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti: nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti (...):

(...)

b) verifica, in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località dove il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,s}$, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 , che il valore della massa superficiale M_s delle pareti opache verticali, orizzontali e o inclinate, sia superiore a 230 kg/m^2 .

(...)

Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale delle pareti opache previsti alla lettera b), possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare. In tal caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le predette disposizioni.

Il 25 Giugno 2009 entra in vigore il DPR 59/09, che propone il **nuovo quadro di disposizioni obbligatorie (sui requisiti sull'efficienza energetica degli edifici) che sostituiscono le indicazioni "transitorie" dell'Allegato I del DLgs192 e s.m. (DLgs 311/06)**. Il decreto introduce un nuovo parametro per le prestazioni estive dell'involucro opaco: la trasmittanza termica periodica.

Il comportamento estivo dell'involucro opaco verticale potrà da ora essere valutato sia dalla massa superficiale che dalla trasmittanza termica periodica, mentre per l'involucro opaco orizzontale la verifica prevede solo la verifica della trasmittanza termica periodica.

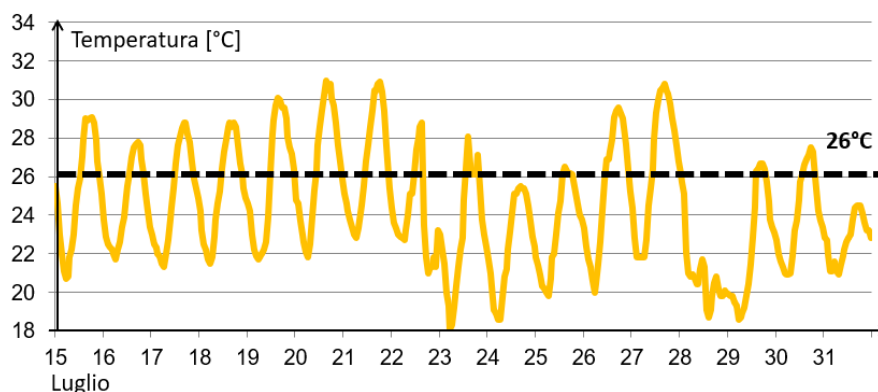
La Direttiva 31/2010/UE recepita dalla Legge 90/13 e poi dal DL63/2013 ha introdotto ulteriori indicazioni sul surriscaldamento estivo.

Con la pubblicazione del DM 26/6/2015 il Ministero dello Sviluppo Economico, decreto attuativo della Legge 90/2013, ha sancito l'ultimo atto di questa evoluzione legislativa. Il decreto infatti contiene i cosiddetti "Requisiti minimi" che introducono a partire dal 1° ottobre 2015 l'attuale scenario di regole e limiti da rispettare per la progettazione e riqualificazione degli edifici.

Il tema estivo viene trattato sia per quanto concerne le caratteristiche dei singoli componenti che per il comportamento dell'intero immobile. E' indubbio che le il fabbisogno energetico estivo per il raffrescamento è influenzato dalla qualità estiva delle strutture.

L'analisi del comportamento estivo degli immobili non è di facile approccio in quanto, a differenza del periodo invernale, le temperature esterne sono molto variabili nell'arco della giornata stessa e utilizzare nei calcoli le medie mensili (come si fa oggi) non è realistico. Si tenga conto che le norme di riferimento per la valutazione del fabbisogno estivo (UNI TR 11300) considerano il metodo medio mensile stazionario con temperatura di progetto di 26 °C.

Il grafico 1 di seguito riporta la Temperatura esterna oraria di MILANO dal 15 al 31 luglio.



Si nota come, nell'arco della stessa giornata le temperature esterne oscillano sopra e sotto la $T=26^{\circ}\text{C}$. Questo significherebbe che nell'arco della giornata si avrebbe realisticamente un continuo cambio della direzione del flusso di calore e quindi della valutazione dello stesso. Si consideri inoltre che in base alla UNI 10349 norma sui Dati climatici il dato medio mensile di luglio per Milano in realtà è di $24,5^{\circ}\text{C}$, questo presupporrebbe che di non avere mai la condizione di flusso di calore verso l'interno, tipicamente necessario per il raffrescamento degli ambienti nel periodo estivo. In queste condizioni si è resa sempre di più necessaria una valutazione del comportamento nel periodo estivo in regime orario e la norma UNI EN 52016 è il riferimento che con un calcolo dinamico orario permette, non solo di tenere conto dei dati orari ma anche della variabilità dei fenomeni nel tempo.

2.2 Cosa si intende con Cool Roof e SRI

Nello studio del comportamento dei componenti opachi nel periodo estivo risulta importante la capacità di ridurre la temperatura superficiale e l'energia trasmessa negli ambienti interni a causa dell'irraggiamento solare. "Cool roof" letteralmente significa "tetto freddo" proprio perché utilizza il principio di riflettere più energia solare possibile evitando così il surriscaldamento della superficie esterna di copertura.



Temperatura del tetto prima dell'applicazione delle membrane liquide LAM



Temperatura del tetto dopo l'applicazione delle membrane liquide LAM

Questo si può ottenere quando si applica un rivestimento superficiale esterno con un buon valore di SRI (indice di riflessione solare). Questi rivestimenti sono studiati per avere:

- ridotto valore di assorbimento solare α [-] rispetto alla radiazione solare
- elevato valore di emissività ϵ [-] nel campo della radiazione termica

Le due caratteristiche assieme consentono alla superficie oggetto di irraggiamento solare di non surriscaldarsi e disperdere molta energia per irraggiamento.



Esiste un modello di calcolo che evidenzia in modo efficace come l'assorbimento solare impatta sulla temperatura superficiale di una struttura irradiata dal sole. Il modello di calcolo per la valutazione della temperatura superficiale è presente infatti nella norma UNI 10375. La temperatura detta "sol-air temperature", corrisponde alla temperatura superficiale al di sotto dello strato limite d'aria dovuta all'effetto combinato della temperatura dell'aria esterna e dell'irraggiamento solare. Minore il valore di assorbimento solare, minore l'energia assorbita e quindi la temperatura che raggiunge la superficie.

Oltre all'assorbimento conta anche l'attitudine della superficie a disperdere energia sotto forma di irraggiamento verso la calotta celeste.

Il parametro pertanto che unisce all'assorbimento solare anche all'attitudine della superficie a raffreddarsi è l'indice SRI – solar reflectance index definito nella norma ASTM E 1980.



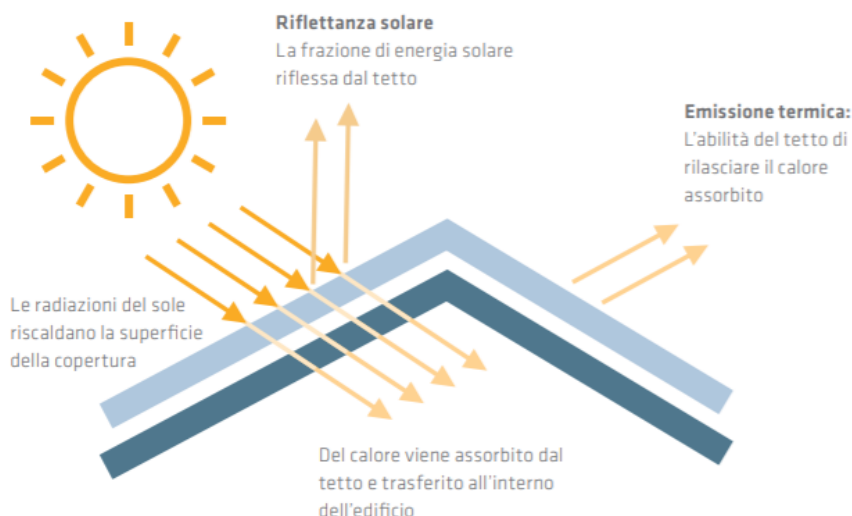
L'indice SRI descrive la capacità di una superficie irradiata dal sole di non scaldarsi. Si esprime con un numero %, che può essere anche superiore a 100 per il sovrapporsi dei due effetti di alta riflessione solare e alta emissività.

L'indice tiene conto, per il rivestimento oggetto di indagine, della riflettanza solare e della emissività della superficie. Se il rivestimento è bianco con una riflettanza solare pari a 0.8 e un'emissività pari a 0.9, SRI (indice di riflessione solare) è pari a 100, se invece è nero con una riflettanza solare pari a 0.05 e un'emissività di 0.9, il valore è 0. Rivestimenti particolarmente adatti a ridurre il surriscaldamento delle superfici possono avere SRI maggiori di 100 se il valore di riflettanza è superiore a 0.8 o se l'emissività è maggiore di 0.9.



Come funziona un tetto freddo?

L'immagine riassume in modo schematico il comportamento di un cool roof.




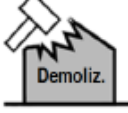
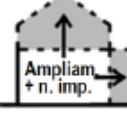

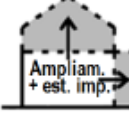


Di seguito faremo una sintesi dei principali documenti normativi e legislativi che riportano regole e requisiti specifici legati al surriscaldamento estivo soprattutto con riferimento alle coperture.

2.3 Requisiti minimi estivi nel DM 26 giugno 2015

Tra tutti i parametri limite da rispettare in funzione dei vari ambiti di applicazione del DM 26 giugno 2015 di seguito evidenziamo quelli che influenzano il comportamento estivo.

➔	A	Verificare che $EP_{H,ndr}$, $EP_{C,nd}$ e $EP_{gl,tot}$ siano inferiori ai valori limite (All.1 Art. 3.3 comma 2b.iii e comma 3, App.A)
	B	Verificare che H'_T sia inferiore al valore limite (All.1 Art. 3.3 comma 2b.i e Art. 4.2 comma 1b, App.A)
	C	Verificare che la trasmittanza delle strutture opache e chiusure tecniche rispetti i valori limite (All.1 Art. 5.2, comma 1a,b,c, Art. 4.2, comma 1a, Art. 1.4.3 comma 2, App. B)
	D	Verificare che la trasmittanza dei divisori sia inferiore o uguale a $0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (All.1 Art.3.3 comma 5)
	E	Le altezze minime dei locali di abitazione [...] possono essere derogate fino a 10 cm. (All.1 Art.2.3 comma 4)
	F	Verificare l'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali. (All. 1 Art. 2.3 comma 2)
➔	G	Verificare nelle località in cui $I_{m,s} \geq 290 \text{ W/m}^2$, che le pareti opache verticali, orizzontali e inclinate rispettino i limiti di trasmittanza periodica (Y_{IE}) e massa superficiale (M_s) (All.1 Art. 3.3 comma 4b,c)
➔	H	Verificare che il rapporto $A_{sol,est}/A_{sup \text{ utile}}$ rispetti i limiti previsti (All.1 Art. 3.3 comma 2b.ii, App.A)
➔	I	Verificare che per le chiusure tecniche trasparenti $g_{gl+sh} \leq 0,35$ (All.1 Art. 5.2 comma 1d e Art. 4.2 comma 1a)
➔	J	Valutare l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate (All.1 Art.3.3 comma 4a)
➔	K	Verificare l'efficacia, per le strutture di copertura, dell'utilizzo di materiali a elevata riflettanza solare e di tecnologie di climatizzazione passiva (All.1 Art. 2.3 comma 3)
	L	Rispettare gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili termiche ed elettriche secondo quanto previsto dal DLgs 28/11 e s.m. (All.1 Art. 3.3 comma 6, All.3 DLgs28/11)
➔	M	Verificare che i rendimenti η_H , η_W e η_C siano maggiori dei rispettivi valori limite (All.1 Art. 3.3 comma 2b.iv, Art. 5.3.1 comma 1a, Art.5.3.2 comma 1a, Art. 5.3.3 comma 1, App.A)

In funzione degli ambiti di applicazione si riporta di seguito lo schema della Guida ANIT con riferimento solo ai parametri estivi:

CATEGORIA DI EDIFICI	   		 
E1	A G H J K	H K	I K
E2			
E3			
E4			
E5			
E6	A H J K		K
E7			
E8			

CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI (SECONDO IL DPR 412/93)

E. 1	Edifici adibiti a residenza e assimilabili: E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili, rurali, collegi, conventi, case di pena e caserme E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili E.1 (3) abitazioni adibite ad albergo, pensione e attività similari
E. 2	Edifici adibiti a ufficio e assimilabili pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico
E. 3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cure e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici
E. 4	Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili E.4 (1) quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi E.4 (2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto E.4 (3) quali bar, ristoranti, sale da ballo
E. 5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni
E. 6	Edifici adibiti ad attività sportive E.6 (1) piscine, saune e assimilabili E.6 (2) palestre e assimilabili E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive
E. 7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
E. 8	Edifici adibiti ad attività industriali e artigianali e assimilabili

Molti requisiti fanno riferimento specifico ai componenti trasparenti e quindi alle schermature.

Le variabili che riguardano i componenti opachi sono:

A: verifica dell'indice di prestazione energetica di raffrescamento

G: verifiche inerziali sull'involucro opaco

K: verifica per le coperture dell'efficacia della riflettanza

Ricordiamo anche che gli impianti, con una riduzione del fabbisogno, avranno ovviamente un minore e migliore utilizzo. Considerando poi le coperture cool-roof, non va dimenticato il fenomeno che permette ai pannelli solari un migliore funzionamento se non surriscaldati dal calore emesso dalla copertura.

SOLAR AND COOL ROOFS



Per i componenti opachi quindi nel periodo estivo vengono richieste due verifiche prestazionali:

M_s o Y_{IE} (All.1 Art. 3.3 comma 4b,c)

Ad esclusione della zona F per le località in cui il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione $I_{m,s} \geq 290 \text{ W/m}^2$, verificare che:

- per le pareti opache verticali (ad eccezione di quelle nel quadrante Nordovest/Nord/Nord-Est) sia rispettata almeno una delle seguenti condizioni: o $M_s > 230 \text{ kg/m}^2$ o $Y_{IE} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
- per tutte le pareti opache orizzontali e inclinate, che: o $Y_{IE} < 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

Dove:

- M_s : rappresenta la massa superficiale della parete opaca compresa la malta dei giunti ed esclusi gli intonaci [kg/m^2].
- Y_{IE} : rappresenta la trasmittanza termica periodica valutata in accordo con UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti [$\text{W/m}^2\text{K}$].

Si sottolinea che il decreto prevede la possibilità di raggiungere gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache, anche con l'utilizzo di tecniche e materiali che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'irraggiamento solare. In tale caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attesti l'equivalenza con le predette disposizioni. In questo senso le coperture "cool roof" potrebbero fornire un ottimo contributo.

Cool Roof (All.1 Art 2.3 comma 3)

Al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nonché di limitare il surriscaldamento a scala urbana viene richiesta, per le strutture di copertura degli edifici, la verifica dell'efficacia, in termini di rapporto costi-benefici, dell'utilizzo di:

- materiali a elevata riflettanza solare per le coperture (cool roof), assumendo per questi ultimi un valore di riflettanza solare non inferiore a: 0,65 nel caso di coperture piane, 0,30 nel caso di copertura a falde;
- tecnologie di climatizzazione passiva (a titolo esemplificativo e non esaustivo: ventilazione, coperture a verde).

Viene in questo caso introdotta un'indicazione solo sulla riflettanza solare delle strutture opache considerando in questo modo solo una caratteristica tra quelle che determinano l'indice SRI.

2.4 Specifiche tecniche minime per gli edifici pubblici: Criteri ambientali minimi

I Criteri ambientali minimi sono riportati nel Decreto 11 ottobre 2017 (in vigore dal 7 novembre 2017).

Tali indicazioni riguardano i servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici. L'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all'art. 18 della L. 221/2015 e, successivamente, all'art. 34 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" del D.lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.lgs 56/2017), che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti.

I criteri sono suddivisi in specifiche tecniche per gruppi di edifici, per singoli edifici e per componenti.

Già nelle specifiche per gruppi di edifici è richiesto al punto 2.2.6 "Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico" una valutazione dell'indice di riflessione solare SRI.

Per le superfici esterne pavimentate ad uso pedonale o ciclabile (p. es. percorsi pedonali, marciapiedi, piazze, cortili, piste ciclabili etc) deve essere previsto l'uso di materiali permeabili (p. es. materiali drenanti, superfici verdi, pavimentazioni con maglie aperte o elementi grigliati etc) ed un indice SRI (Solar Reflectance Index) di almeno 29. Il medesimo obbligo si applica anche alle strade carrabili e ai parcheggi negli ambiti di protezione ambientale (es. parchi e aree protette) e pertinenziali a bassa intensità di traffico.

Per le coperture, se non a verde, i materiali impiegati devono garantire un indice SRI di almeno 29, nei casi di pendenza maggiore del 15%, e di almeno 76, per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%.

Nelle specifiche per gli edifici vengono poi ripresi i requisiti sul fabbisogno energetico estivo del DM 26 giugno 2015, per cui nei progetti degli interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e quelli di ampliamento di edifici esistenti e degli interventi di ristrutturazione importante di primo livello, è obbligatorio sia il rispetto dell'indice di prestazione energetica di involucro estivo ($EP_{C,nd}$) prevista per

l'anno 2021, sia la progettazione delle strutture tale da garantire adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni. Quest'ultima comporta una verifica alternativa tra:

- capacità termica areica interna periodica (Cip) riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, calcolata secondo la UNI EN ISO 13786:2008, di almeno 40 kJ/m²K oppure
- calcolando la temperatura operante estiva e lo scarto in valore assoluto valutato in accordo con la norma UNI EN 15251.

Anche negli interventi di ristrutturazione importante di secondo livello e di riqualificazione energetica viene richiesto in alternativa o che:

- venga mantenuta la capacità termica areica interna periodica dell'involucro esterno precedente all'intervento
- venga calcolata la temperatura operante estiva in accordo con la UNI 10375 e lo scarto in valore assoluto valutato in accordo con la norma UNI EN 15251 rispetto a una temperatura di riferimento (verificare in parallelo il rispetto di quanto prescritto dai criteri CAM n. 2.3.5.2 e 2.3.5.7).

Un parametro sempre più importante per valutare il comfort estivo è proprio la temperatura operante.

La temperatura operante è la media tra la temperatura dell'aria interna di un ambiente e la sua temperatura media radiante, che è definita come "la temperatura uniforme di un ambiente nel quale un occupante scambierebbe per irraggiamento la stessa potenza termica scambiata nell'ambiente in esame termicamente non uniforme".

Un ambiente può avere temperature superficiali interne diverse in diversi punti. Per cui una persona scambia energia per irraggiamento sotto l'effetto di queste diverse temperature. La temperatura media radiante è quella che dovrebbe avere uniformemente tutta la superficie dell'ambiente perché il corpo scambi la stessa quantità di energia che scambia con tutti i punti a temperatura diversa.

Siccome questo parametro tiene conto anche delle temperature superficiali di tutte le strutture delimitanti il locale oggetto di studio, avere una superficie esterna cool roof permette di ridurre le oscillazioni delle temperature e di conseguenza contribuisce a raggiungere le condizioni di comfort estivo previste.

2.5 Approfondimento- materiali isolanti e CAM per superbonus 110%

Il **Decreto Legge 19 maggio 2020, n. 34 "Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19"**, noto come Decreto Rilancio, convertito dalla Legge 77 del 17 luglio 2020 ha introdotto il nuovo bonus 110% per supportare la ripresa del settore edilizio dalla grave crisi economica dovuta all'epidemia di COVID-19.

Anche in relazione al superbonus 110%, l'utilizzo di tecnologie cool roof nell'intervento di riqualificazione della copertura, contribuisce a migliorare la prestazione energetica globale dell'edificio, oltre ad avere indubbia efficacia sul comfort interno.

Il DL Rilancio (legge 77/2020) prevede, per gli interventi di isolamento termico "trainanti", che i materiali isolanti utilizzati debbano rispettare i criteri ambientali minimi (CAM) riportati nel Decreto 11 ottobre 2017, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 259 del 6 novembre 2017 e utilizzati ad oggi per gli appalti pubblici.

Dal momento che il Decreto rilancio prescrive il rispetto dei CAM per i soli materiali isolanti, si ritiene che questi debbano rispettare i criteri comuni a tutti i componenti edilizi purché riferibili al singolo materiale (ad es. sostanze pericolose) e il criterio dell'articolo 2.4.2.9 specifico per i materiali isolanti che di seguito riportiamo:

2.4.2.9 Isolanti termici ed acustici

Gli isolanti utilizzati devono rispettare i seguenti criteri:

- *non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;*
- *non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;*
- *non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;*
- *se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;*
- *se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i. (29)*
- *se il prodotto finito contiene uno o più dei componenti elencati nella seguente tabella, questi devono essere costituiti da materiale riciclato e/o recuperato secondo le quantità minime indicate, misurato sul peso del prodotto finito (ndr vd. riquadro sotto)*

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

Certificazione della percentuale di riciclato

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

1. una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDIItaly© o equivalenti;
2. una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita (solo per prodotti plastici) o equivalenti;
3. una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.
4. Qualora l'azienda produttrice non fosse in possesso delle certificazioni richiamate ai punti precedenti, è ammesso presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso è necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

2.6 Indicazioni e requisiti estivi nei protocolli di sostenibilità

2.6.1 Il protocollo ITACA e la prassi di riferimento UNI n. 13/2019

Nella scheda criterio C 6.8 “effetto isola di calore” si richiede di garantire che gli spazi esterni abbiano condizioni di comfort termico accettabile durante il periodo estivo.

Il criterio assegna il punteggio in funzione della percentuale di aree delle superfici esterne di pertinenza e della copertura dell'edificio che abbiano prestazioni in grado di diminuire l'effetto “isola di calore”.

Per rientrare in questa percentuale l'area deve avere caratteristiche di copertura a verde o indice di riflessione solare (SRI) pari o superiore a:

– 76 per le superfici piane o con inclinazione pari o minore di 8,5°;

– 29 per le superfici inclinate con pendenza maggiore di 8,5°.

Anche in questo protocollo viene assegnato un punteggio alla riduzione del fabbisogno estivo e quindi all'EP_{C,nd}. Per questo motivo come già segnalato è importante ridurre l'energia entrante e quindi l'utilizzi del cool roof contribuisce al raggiungimento dei migliori punteggi.



3 LA NORMATIVA DI VALUTAZIONE PREDITTIVA

3.1 Valutazione dell'efficacia sul componente

La norma UNI EN ISO 13786:2008 descrive i metodi di calcolo per il comportamento termico in regime dinamico dei componenti edilizi. Attraverso questi metodi è possibile simulare l'effetto di una sollecitazione climatica estiva su una struttura opaca e verificarne il comportamento. Prima di addentrarci nella descrizione di tali metodi proviamo a tradurre con un esempio le dinamiche legate alla sollecitazione estiva di una struttura.

Una struttura soggetta a condizioni stazionarie è attraversata da un flusso termico costante in ogni punto della stratigrafia. In questa situazione la distribuzione della temperatura nella struttura dipende solo dalla conduttività dei materiali e dal loro spessore rispetto alla direzione di flusso.

Il comportamento termico è quindi completamente caratterizzato dalla trasmittanza termica U , definita come "Flusso termico per unità di superficie e per unità di differenza di temperatura":

$$U = \frac{q}{\Delta T} \quad [3.1]$$

dove q è il flusso per unità di superficie e ΔT è la differenza tra le temperature dell'ambiente sui due lati della struttura.

Nella pratica però difficilmente si verificano le condizioni stazionarie, normalmente ci si trova in regime dinamico, con condizioni al contorno variabili nel tempo. Di conseguenza il flusso varia all'interno della struttura e la distribuzione di flusso e temperatura dipendono anche dall'inerzia termica dei materiali, cioè dalla loro capacità di accumulare calore per poi rilasciarlo successivamente. In questo caso la trasmittanza non è ben definita, e occorre quindi valutare quale flusso e quali temperature utilizzare nell'equazione [3.1].

Illustriamo questo problema con una serie di simulazioni dinamiche agli elementi finiti eseguite con il software PAN distribuito da ANIT. L'esempio mostra cosa succede a una parete generica soggetta a una sollecitazione estiva.

Passo 1

Immaginiamo una parete in condizioni stazionarie con temperatura esterna coincidente con quella interna e quindi flusso termico nullo. Da questa condizione innalziamo gradualmente la temperatura della superficie esterna: la struttura si scalda a partire dal lato sollecitato e solo successivamente verso l'interno. Contemporaneamente anche il flusso aumenta sempre a partire dall'esterno.

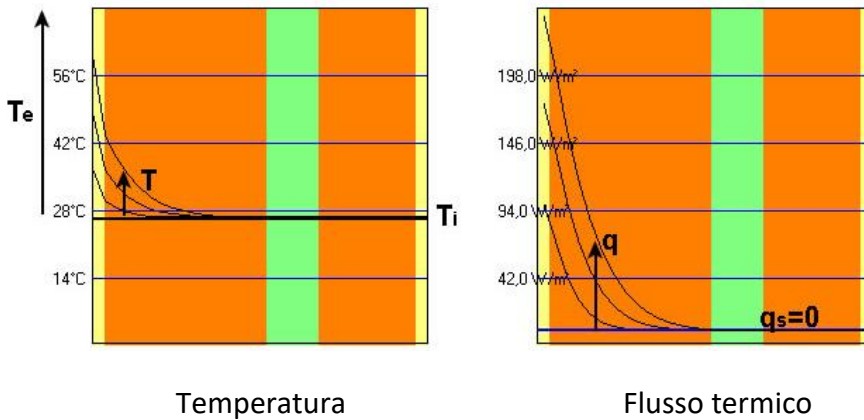


Figura 3.1

L'aumento della temperatura sulla facciata esterna inizia a coinvolgere i primi strati.

Passo 2

Sul lato esterno la temperatura raggiunge e si ferma sul livello massimo T_e . In ogni punto all'interno della struttura la temperatura continua a crescere, fino a raggiungere la distribuzione stazionaria, lineare a tratti. Il flusso invece, appena cessata la sollecitazione esterna, comincia a decrescere nella parte di struttura più esterna, mentre verso l'interno, dove era ancora nullo, inizia a crescere fino a stabilizzarsi su un valore costante corrispondente a:

$$q = U \cdot \Delta T$$

[3.2]

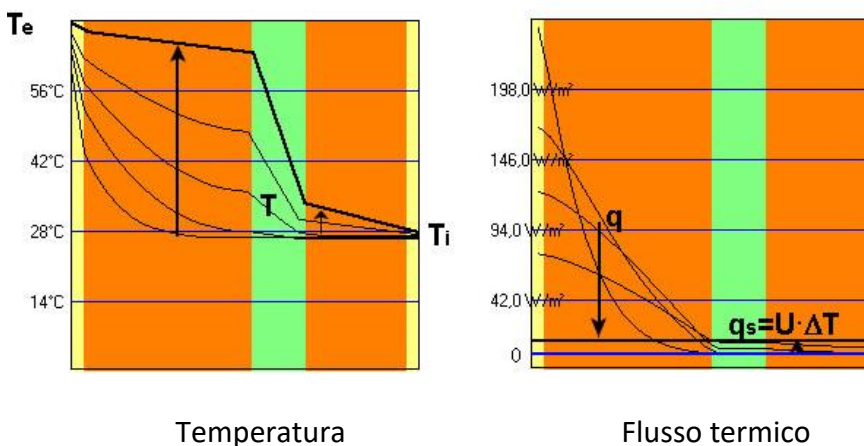


Figura 3.2

La temperatura sul lato esterno raggiunge il livello massimo e il flusso sugli strati esterni decresce. All'interno sale la temperatura e il flusso.

Passo 3

Quando la temperatura T_e inizia a decrescere, a poco a poco anche quella interna alla struttura diminuisce, sempre a partire dal lato esterno. In questa situazione la temperatura massima si registra in un punto interno alla struttura, in corrispondenza del quale il flusso si annulla. Si ha quindi un'inversione di verso del flusso e il calore accumulato esce dal lato esterno della parete.

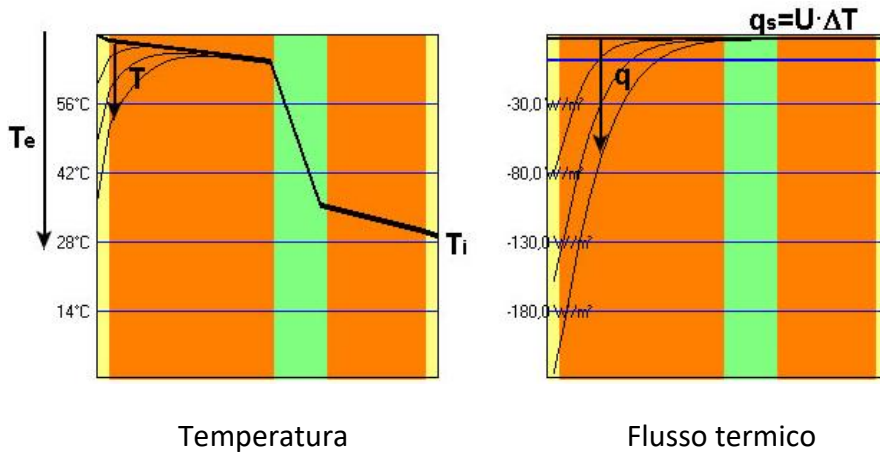


Figura 3.3

La temperatura esterna decresce.

Il flusso si annulla nel punto interno con temperatura La struttura inizia a rilasciare energia verso l'esterno.

Passo 4

La temperatura esterna torna al valore iniziale costante e uguale alla temperatura interna T_i . In questa situazione decresce gradualmente anche la temperatura degli strati interni, e il ritardo di reazione degli strati sposta il picco massimo di temperatura dentro la parete. Questa situazione continua fino a quando tutto il calore viene disperso e il flusso torna ad essere nullo.

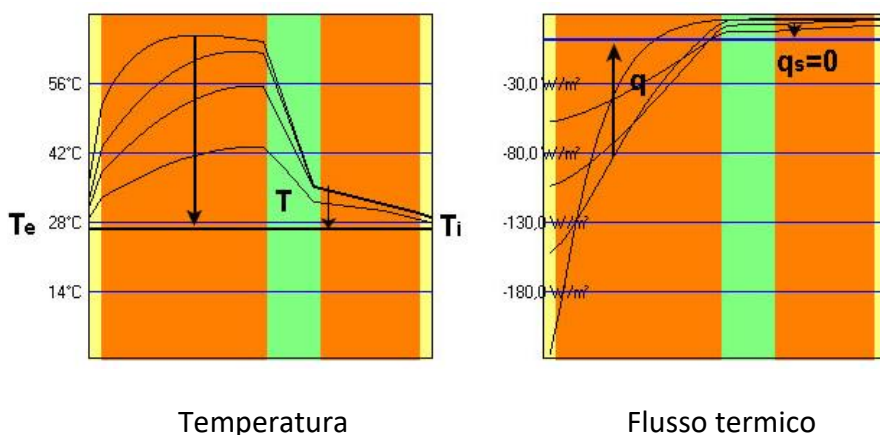


Figura 3.4

La temperatura esterna torna al valore iniziale pari alla temperatura interna. Nel tempo il flusso decresce in ogni punto.

Come si è visto, la struttura reagisce ad una sollecitazione esterna con un certo ritardo, la variazione di temperatura all'interno non è istantanea, la struttura ha bisogno di un certo tempo per accumulare energia e per rilasciarla. Questo comporta che, a parità di temperature, il flusso in condizioni dinamiche sia molto superiore al corrispondente flusso in regime stazionario.

Questi fenomeni sono legati all'inerzia della struttura e hanno notevole importanza soprattutto durante il periodo estivo, quando si verificano grandi variazioni della temperatura esterna nell'arco delle 24 ore.

In accordo con la norma UNI EN ISO 13786:2008 si definisce:

Trasmittanza termica periodica o dinamica (Y_{ie}): il rapporto tra il flusso termico periodico che attraversa l'unità di superficie su un lato del componente e la sollecitazione termica periodica sull'altro lato nell'ipotesi che la temperatura ambiente sul primo lato del componente sia costante.

La Figura 3.5 aiuta a comprendere il significato della trasmittanza termica periodica e dell'ammortenza. I grafici rappresentano nell'arco di 24 ore i valori di temperatura superficiale e di flusso sulle superfici interna ed esterna della struttura analizzata nell'esempio.

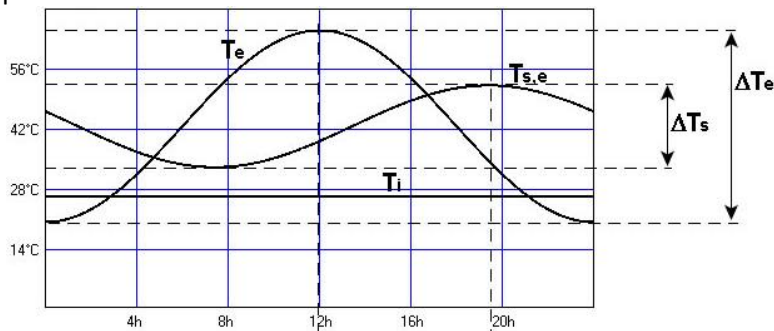
I parametri rappresentati sono:

- T_e temperatura esterna con periodo di 24 ore e ampiezza ΔT_e [°C];
- T_i temperatura interna costante [°C];
- $T_{s,e}$ temperatura esterna equivalente che si svilupperebbe in condizioni di calcolo stazionario (vd. formula [2.9]) [°C];
- q_e flusso termico sinusoidale sulla superficie esterna [W];
- q_i flusso termico sinusoidale sulla superficie interna [W];
- q_s flusso termico che si avrebbe in condizioni stazionarie imponendo in ogni istante le condizioni al contorno T_e e T_i [W].

Secondo le definizioni sopra riportate, si ha:

$$Y_{ie} = \frac{\Delta q_i}{\Delta T_e} \quad [3.3]$$

Temperature



Flussi

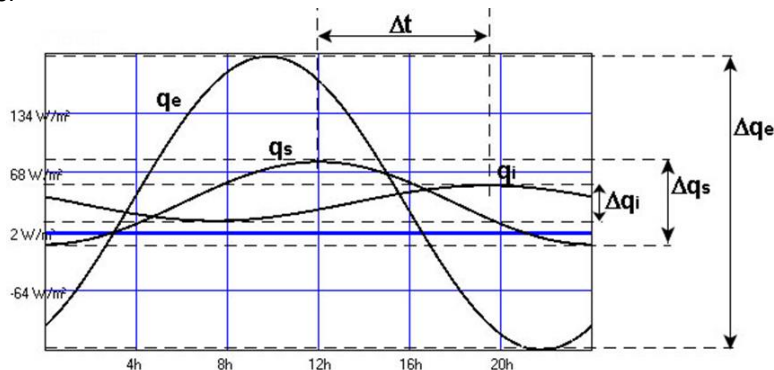


Figura 3.5 Distribuzione della temperatura e del flusso nell'arco di 24 ore. I grafici mostrano l'andamento dei parametri per una parete soggetta a una sollecitazione climatica sinusoidale sul lato esterno.

Dalla trasmittanza termica periodica e stazionaria si ricava un altro parametro utile alla comprensione dell'inerzia di una struttura: l'attenuazione e lo sfasamento, definiti come segue.

Attenuazione o Fattore di decremento (f_a): "rapporto tra la trasmittanza termica periodica e la trasmittanza termica stazionaria"

$$f_a = \frac{Y_{ie}}{U} \quad [3.4]$$

L'attenuazione restituisce un'indicazione sulla variazione di flusso e temperatura passando dal regime stazionario a quello dinamico. In pratica spiega quanto la struttura riesce a "smorzare l'onda termica".

Sfasamento o ritardo temporale dell'onda termica (φ): periodo di tempo tra il valore massimo della sollecitazione termica e il massimo del suo effetto.

In Figura 2.17 è rappresentato φ come distanza tra il massimo della temperatura esterna T_e (che corrisponde al massimo di q_s) e il massimo del flusso interno q_i (che è in fase con $T_{s,e}$).

L'energia che riesce ad attraversare una struttura irradiata dal sole dipende non solo dalle caratteristiche stazionarie della struttura (conduttività termica dei materiali e spessore degli stessi), ma anche dalla capacità di ogni strato di accumulare e rilasciare calore e quindi anche dal calore specifico e dalla densità. Abbiamo visto che per descrivere le strutture si valutano la trasmittanza termica periodica Y_{ie} , il fattore di attenuazione f_a e lo sfasamento ϕ .

L'insieme di questi parametri consente di stimare il flusso energetico entrante in un determinato periodo derivante dalle condizioni al contorno di temperatura superficiale interna ed esterna.

L'oscillazione di temperatura superficiale esterna è fortemente influenzata dalla capacità del rivestimento esterno di assorbire o meno energia solare. Ai fini quindi di calcoli energetici e di comfort relativi alla stagione di raffrescamento, oltre alla caratterizzazione termica delle strutture che costituiscono l'involucro oggetto di studio, è necessario valutare anche il comportamento di tali strutture nei confronti dell'irraggiamento solare. Per questo motivo l'utilizzo di sistemi cool roof è in grado di migliorare di molto la prestazione della struttura, come è evidenziato nella successiva parte dedicata ai calcoli.

Abbiamo visto nel precedente capitolo che il DM 26/06/2015 richiede la valutazione della convenienza economica dell'impiego di sistemi di ottimizzazione estiva delle coperture (cool roof, tetti verdi ecc...).

La modalità di valutazione della convenienza economica di questo intervento non è stata chiarita dal dispositivo di legge. Riportiamo un possibile metodo di analisi.

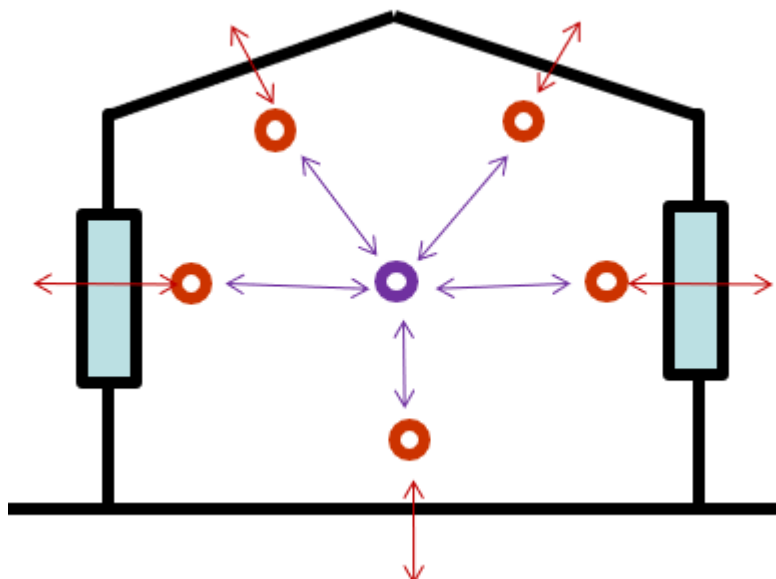
Si può correlare la riduzione dei consumi energetici estivi con la riduzione del coefficiente di assorbimento solare α della superficie esterna. Per far questo occorre valutare la riduzione di energia giornaliera media entrante dalla superficie opaca per effetto della variazione del coefficiente di assorbimento, che ha effetto diretto sulla T superficiale esterna della struttura. Si può quindi ipotizzare una condizione iniziale A con una certa quantità di energia entrante QA (kJ/m² giorno) e una condizione finale B a seguito dell'intervento di tinteggiatura esterna che porta a una diversa e minore quantità di energia entrante QB (kJ/m² giorno). La differenza tra queste due

condizioni è la quantità di energia che non si renderà necessario sottrarre all'ambiente interno con un eventuale impianto di condizionamento. Basandosi sulla differenza di energia di cui sopra è possibile calcolare il risparmio energetico totale sulla stagione e, di conseguenza, tenendo conto del costo dell'energia elettrica (che di solito è il vettore energetico per il raffrescamento), il risparmio economico ottenibile. Confrontando poi i risparmi ottenuti col costo di realizzazione dell'intervento e aggiungendo le opportune valutazioni (tempi di ritorno ecc...) è possibile valutare la convenienza dell'intervento.

3.2 Valutazione dell'efficacia su una zona termica

L'analisi del comportamento estivo degli immobili è molto complessa e una buona prestazione non può dipendere da un singolo parametro che possa vincolare le scelte progettuali. La progettazione di un edificio con un buon comportamento energetico estivo passa dal governo dei diversi contributi:

- adeguato livello di isolamento termico delle strutture opache (trasmittanza termica periodica) ai fini della riduzione dell'energia solare entrante;
- adeguata capacità delle parti trasparenti di evitare l'ingresso di energia solare per mezzo della parte vetrata, delle schermature mobili e di quelle fisse;
- adeguata progettazione della possibilità di impiegare la ventilazione/aerazione ai fini della dissipazione dell'energia termica prodotta o accumulata;
- corretta gestione dei carichi interni;
- corretta valutazione della capacità termica complessiva dell'ambiente interno in relazioni ai contributi descritti.



Quindi in sostanza, ogni elemento edilizio con le sue caratteristiche può essere visto come un "nodo" che entra in relazione con tutti gli altri nodi che compongono l'ambiente ed influisce sul nodo che è rappresentato dalle condizioni interne. Da questa rappresentazione emerge l'importanza della corretta progettazione non solo della singola struttura (attraverso ad esempio l'impiego di sistemi cool roof in copertura), ma dell'intero ambiente tenendo conto dei contributi descritti sopra.

La norma di riferimento per poter fare questo calcolo in regime dinamico (con dati climatici orari) è la norma UNI EN 52016-1. Si tratta di una norma tecnica di applicazione volontaria, che consente di calcolare il fabbisogno energetico dell'edificio in regime dinamico, tenendo conto di tutti questi aspetti.

4 SOLUZIONI CONFORMI

Si sono effettuati calcoli su quattro diverse stratigrafie di copertura per dimostrare, contestualmente al rispetto dei limiti di legge invernali ed estivi previsti per queste strutture, l'efficacia delle soluzioni di cool roof.

I calcoli sono stati eseguiti utilizzando i dati contenuti nelle schede tecniche dei prodotti indicati.

Si sono ipotizzati due tipi di supporto per le coperture in esame:

- solaio in laterocemento
- lamiera grecata

I parametri di legge (Decreto Requisiti Minimi DM 26 giugno 2015) verificati sulle strutture sono i seguenti:

- trasmittanza termica U (W/m^2K): esprime il livello di isolamento della struttura rispetto alle dispersioni invernali;
- trasmittanza termica periodica Y_{IE} (W/m^2K): esprime la capacità della struttura di sfasare e attenuare l'onda termica nel periodo estivo.

Per quanto riguarda la trasmittanza termica invernale, dal momento che il DM 26 giugno 2015 prevede valori limite o di riferimento comprensive di ponti termici, si è ritenuto di mantenere i valori della trasmittanza corrente più bassi per poter poi "compensare", a struttura effettivamente in opera, la presenza dei ponti termici.

Attraverso l'impiego del modulo dinamico di PAN si è poi valutata l'energia entrante dalla struttura in due situazioni:

- con coefficiente di assorbimento solare pari a 0,6 (senza trattamento cool roof)
con coefficiente di assorbimento solare pari a quello del materiale di finitura esterna delle varie stratigrafie, in due diverse condizioni:
 - o subito dopo l'installazione
 - o dopo 3 anni in opera

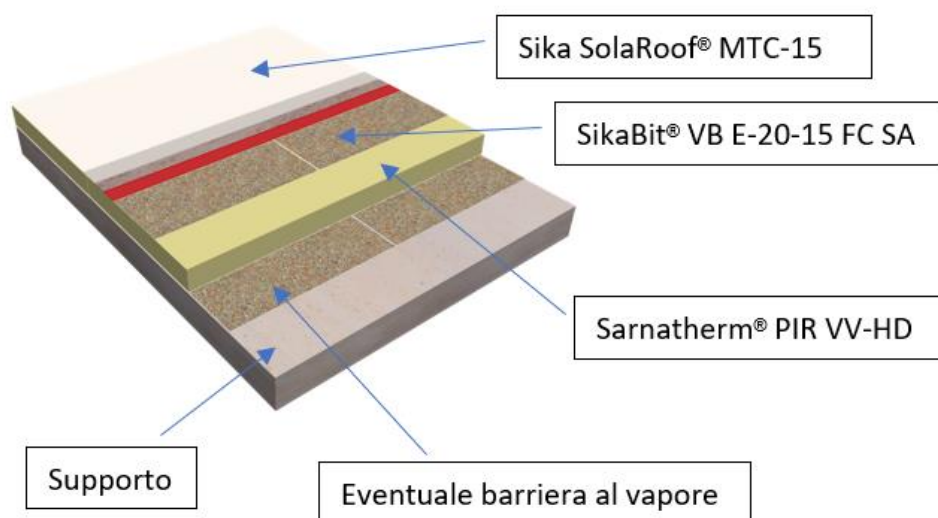
Il confronto tra i valori di energia entrante attraverso la struttura con e senza il materiale ad elevato SRI (Solar Reflection Index, dipendente da riflettanza solare ed emissività del materiale) porta ad avere, nelle due situazioni, valori di temperatura al di sotto della copertura molto diversi.

NB

I calcoli sono stati eseguiti prendendo a riferimento la località di **Firenze**, scelta con i criteri seguenti:

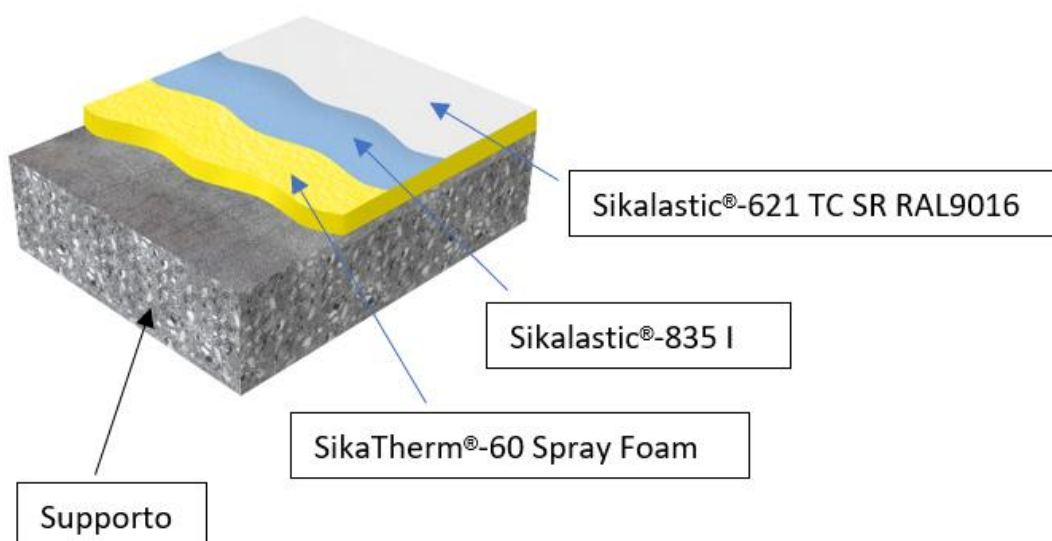
- località rappresentativa di una media nord-sud
- località con irradianza $> 290 W/m^2$, soggetta al rispetto dell'obbligo del limite di trasmittanza termica periodica

Stratigrafia 1



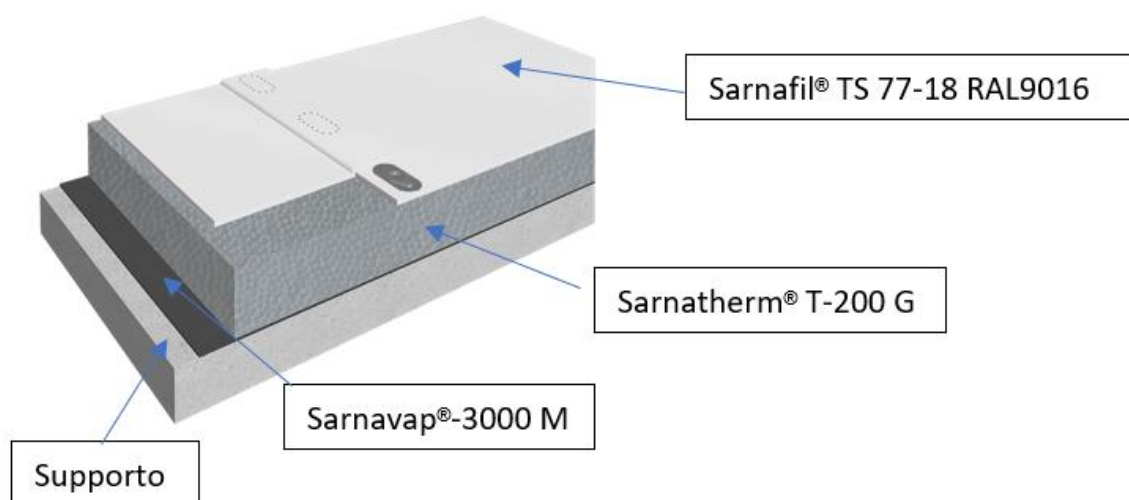
Stratigrafia 1	Descrizione	spessore	Lambda	densità	μ	calore specifico
		m	W/mK	kg/m ³	-	J/kgK
Solaio laterocemento 22 cm		0,22	0,667	1214	15	1000
Sarnatherm® PIR VV-HD	Pannello isolante in schiuma PIR con facce in velo vetro ad alta densità	0,12	0,026	38	80	1400
SikaBit® VB E-20-15 FC SA	Membrana di supporto bituminosa auto-adesiva	0,002	0,23	800	100000	1000
Sika SolaRoof® MTC-15	Sistema impermeabilizzante liquido a base poliuretanic	0,0015	0,14	1600	3480	1380

Stratigrafia 2



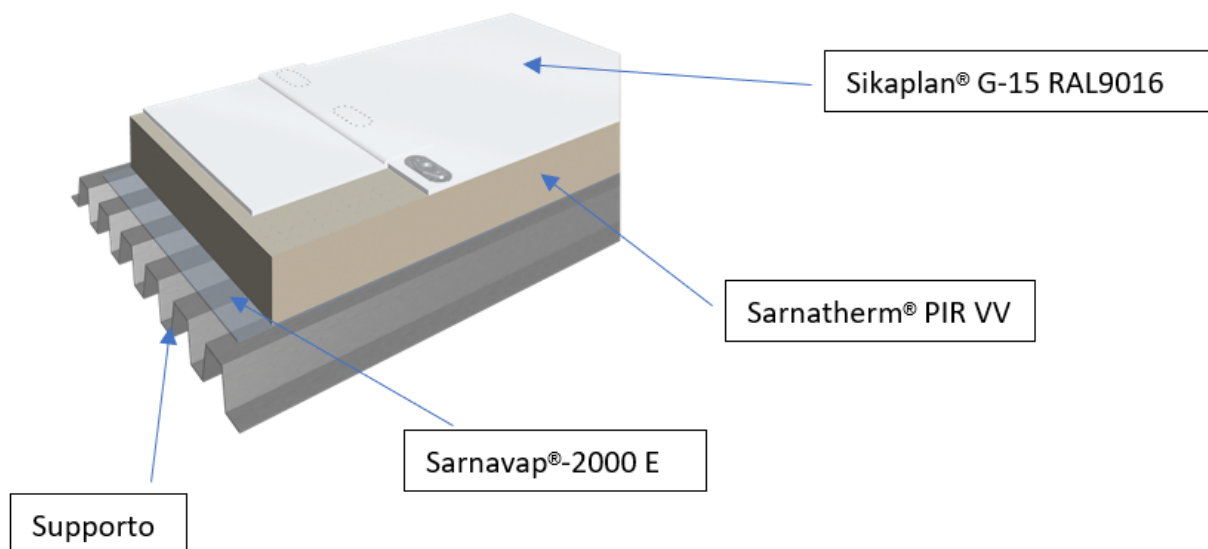
Stratigrafia 2	Descrizione	spessore	Lambda	densità	μ	calore specifico
		m	W/mK	kg/m ³	-	J/kgK
Lamiera grecata		0,004	17	7900	2000000	502
Sikatherm®-60 Spray Foam	Schiuma poliuretanic isolante rigida ad alta densità	0,14	0,028	70	80	1400
Sikalastic®-835 I	Membrana impermeabilizzante a base di poliurea pura	0,002	0,14	1080	2000	1370
Sikalastic®-621 TC SR RAL9016	Finitura impermeabilizzante liquida a base poliuretanic	0,001	0,14	1440	3000	1380

Stratigrafia 3



Stratigrafia 3	Descrizione	spessore	Lambda	densità	μ	calore specifico
		m	W/mK	kg/m ³	-	J/kgK
Solaio laterocemento 22 cm		0,22	0,667	1214	15	1000
Sarnavap®-3000 M	Strato di controllo del vapore a base LDPE	0,0004	0,04	30	625000	1000
Sarnatherm® T 200 G	Pannello isolante in EPS con aggiunta di grafite	0,14	0,03	32	50	1000
Sarnafil® TS 77-18 RAL9016	Manto sintetico impermeabilizzante in FPO fissato meccanicamente	0,0018	0,23	1100	150000	1000

Stratigrafia 4



Stratigrafia 4	Descrizione	spessore	Lambda	densità	μ	calore specifico
		m	W/mK	kg/m ³	-	J/kgK
Lamiera grecata		0,004	17	7900	2000000	502
Sarnavap®-2000 E	Strato di controllo del vapore a base LDPE / HDPE	0,00023	0,15	1000	1300000	1000
Sarnatherm® PIR VV	Pannello isolante in schiuma PIR con facce in velo vetro	0,14	0,026	38	50	1500
Sikaplan® G-15 RAL9016	Manto sintetico impermeabilizzante in PVC fissato meccanicamente	0,0015	0,15	1200	20000	1000

Risultati dei calcoli

Calcoli eseguiti nella località: Firenze (zona Climatica D)

	U	Trasmittanza periodica	Energia entrante con sup scura $\alpha=0,6$	Energia entrante con sup chiara α variabile in base al prodotto di finitura	Δ %	
	W/m ² K		W/m ² K	kJ/m ²		
Stratigrafia 1	0,196	0,032	255,9	61,5	76%	dati all'installazione
			255,9	103,2	60%	dati dopo 3 anni
Stratigrafia 2	0,194	0,16	329,3	80,4	76%	dati all'installazione
			329,3	133	60%	dati dopo 3 anni
Stratigrafia 3	0,194	0,032	253,5	61	76%	dati all'installazione
			253,5	102,4	60%	dati dopo 3 anni
Stratigrafia 4	0,181	0,163	236,5	58	75%	dati all'installazione
			236,5	131,7	44%	dati dopo 3 anni

Riferimento limiti di legge*Trasmittanza termica invernale*

Parametri di riferimento (nuovi edifici e ristrutturazioni importanti di I livello)

TABELLA 2 (Appendice A) Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura , verso l'esterno e gli ambienti non riscaldati		
Zona climatica	U_{ref} [W/m²K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Parametri limite (ristrutturazioni importanti di II livello e riqualificazione energetica)

TABELLA 2 (Appendice B) Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura , verso l'esterno soggette a riqualificazione		
Zona climatica	U_{limite} [W/m²K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

Trasmittanza termica periodica

Ad esclusione della zona F per le località in cui il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione $I_{m,s} \geq 290 \text{ W/m}^2$, verificare che:

- per le pareti opache verticali (ad eccezione di quelle nel quadrante Nord-ovest/Nord/Nord-Est) sia rispettata almeno una delle seguenti condizioni:
 - $M_s > 230 \text{ kg/m}^2$
 - $Y_{IE} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
- per tutte le pareti opache orizzontali e inclinate, che:
 - $Y_{IE} < 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

Dove:

M_s : rappresenta la massa superficiale della parete opaca compresa la malta dei giunti ed esclusi gli intonaci [kg/m^2].

Y_{IE} : rappresenta la trasmittanza termica periodica valutata in accordo con UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti [$\text{W/m}^2\text{K}$].

Note:

- Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache, possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, ovvero coperture a verde, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'irraggiamento solare. In tale caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le predette disposizioni.
- Il valore di $I_{m,s}$ si ricava in accordo con UNI 10349 a partire dai dati climatici delle due province più vicine alla località in esame.

5 CONTATTI

- **ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico**
www.anit.it
info@anit.it
- **SIKA ITALIA S.p.A,**
Via Luigi Einaudi, 6
20068 Peschiera Borromeo (MI)
Tel: 02 5477 8111
Email: roofing@it.sika.com
<https://ita.sika.com>



Associazione Nazionale per
l'Isolamento Termico e acustico

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

STRUMENTI PER I SOCI

I soci individuali ricevono



Costante aggiornamento
sulle norme in vigore con
le Guide



I software per calcolare
tutti i parametri energetici,
igrotermici e acustici degli
edifici



Servizio di chiarimento
tecnico da parte del
nostro Staff



Abbonamento alla rivista
specializzata Neo-Eubios

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario).
I Soci Individuali possono accedere alla qualifica "Socio Individuale Più" per ottenere servizi avanzati

www.anit.it

info@anit.it

Tel. 0289415126

ANIT - Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico
Via Lanzone 31- 20123 – Milano