



I COOL ROOFS IN EUROPA

INIZIATIVE ED ESEMPI

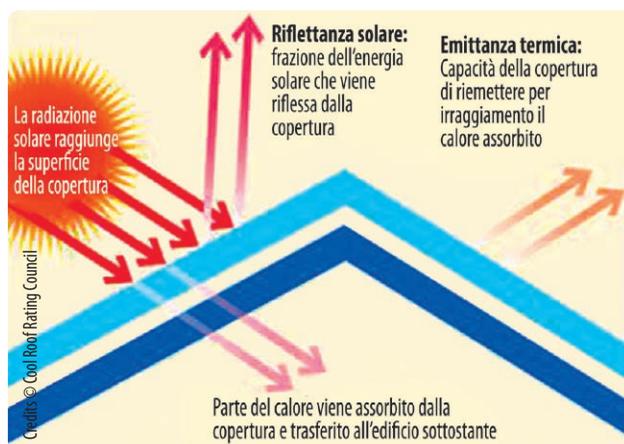
COOL ROOFS

www.coolroofs-eu.eu

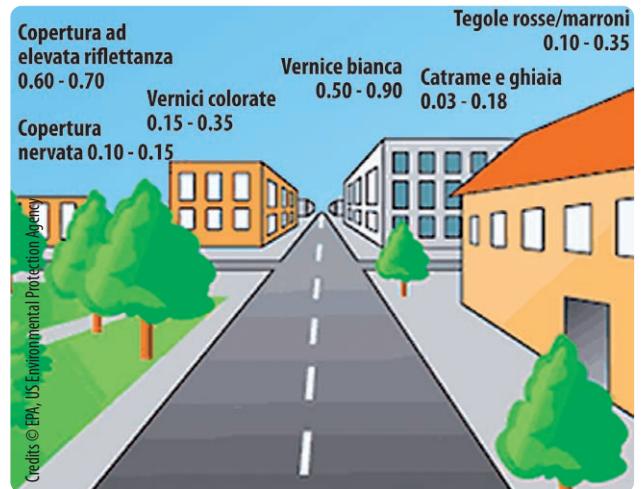
1. COOL ROOFS

Cos'è un Cool Roof

Un Cool Roof è un sistema di copertura in grado di riflettere la radiazione solare e mantenere "fresche" le superfici esposte ai raggi solari. Questo è dovuto alle caratteristiche dei materiali riflettenti ed ad elevata emissività utilizzati i quali riflettono la radiazione solare verso la volta celeste. In conseguenza del fatto che le coperture rimangono più fredde, si riduce la quantità di calore che viene trasferito all'interno dell'edificio, mantenendo una temperatura inferiore e costante negli ambienti confinati.



L'elevata riflettanza solare (capacità di riflettere la radiazione per irraggiamento) e l'alta emissività termica (capacità di riemettere il calore per irraggiamento) dei materiali Cool Roof fa sì che le coperture assorbano meno calore e si mantengano a temperature fino a 28-33°C inferiori rispetto alle coperture convenzionali in corrispondenza dei picchi estivi. I Cool Roofs possono portare a risparmi di condizionamento e riduzioni della potenza di picco pari a circa il 10-30% (calcolati in condizioni di esercizio estivo giornaliero).



Vantaggi dei Cool Roofs

- Risparmi e riduzione dei costi energetici grazie alla riduzione del condizionamento estivo;
- miglioramento del comfort e della salute degli occupanti;
- riduzione della manutenzione delle coperture e dei costi di sostituzione aumentando la loro durata;
- aumento della durata delle unità di condizionamento grazie a carichi termici ridotti;
- riduzione dell'"effetto isola di calore" in ambito urbano e suburbano;
- riduzione di emissione di contaminanti atmosferici e gas serra.

Materiali per i Cool Roofs

Oggi esistono molti materiali per le coperture caratterizzati da valori sufficientemente elevati di riflettanza ed emissività, compresi quelli utilizzati per coperture scarsamente o fortemente inclinate (bianchi, colorati, foto-catalitici, ecc). Questo offre una maggiore possibilità di scelta ai progettisti mettendo a disposizione diverse soluzioni formali sia per edifici commerciali, industriali o residenziali nel caso di nuove costruzioni o in manufatti esistenti.

Il database dei materiali è disponibile sui siti:

- Progetto europeo Cool Roofs: <http://www.coolroofs-eu.eu>
- Cool Roofs Rating Council: <http://www.coolroofs.org/products/search.php>
- Prodotti per coperture con marchio Energy Star: http://downloads.energystar.gov/bi/qplist/roofs_prod_list.pdf



2. PROMOZIONE DEI COOL ROOFS IN EUROPA



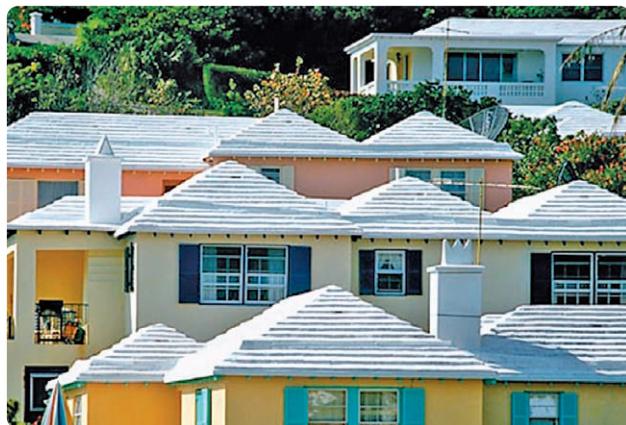
Il progetto europeo "Cool Roofs" si propone di sviluppare ed implementare un piano di azione per la promozione dei Cool Roofs nei paesi membri dell'Unione europea. I principali obiettivi consistono nel:

- promuovere lo sviluppo di politiche trasferendo le "proprie" esperienze e migliorando la comprensione di quale sia il contributo dei "Cool Roofs" per la riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento ed il raffrescamento;
- rimuovere le barriere di mercato e semplificare le procedure che consentono l'integrazione dei Cool Roofs negli edifici;
- influire positivamente sulle azioni politiche e degli attori chiave;
- promuovere lo sviluppo di normative, regolamenti, standard, autorizzazioni.

Il piano di lavoro del progetto si sviluppa secondo quattro assi: tecnico, di mercato, politico e utenti finali. I risultati attesi sono:

- creazione di un database sui materiali disponibili;
- valutazione delle procedure di misurazione;
- implementazione di cinque progetti dimostrativi come esempi evidenti delle capacità dei Cool Roofs di migliorare le condizioni di comfort termico e di ridurre i consumi energetici degli edifici;
- sviluppo di una strategia efficace per incoraggiare i decisori politici a supportare le tecnologie Cool Roofs come mezzo per ottenere obiettivi politici di efficienza energetica, sviluppo sostenibile e mitigazione dei cambiamenti climatici;
- aumento della consapevolezza da parte di tutti gli stakeholder compresi gli utenti finali.

Il progetto è stato istituito dalla Commissione Europea all'interno di Intelligent Energy for Europe, e la sua durata è compresa tra settembre 2008 fino a Febbraio 2011.



Il Cool Roofs Council Europeo

Il Cool Roofs Council Europeo (EU-CRC) è stato istituito a febbraio 2009, all'interno del progetto Cool Roofs, con lo scopo di riunire tutti gli attori per la promozione e l'adozione dei Cool Roofs in Europa. Il CRC europeo si propone di accelerare il trasferimento della conoscenza sul tema al fine di rimuovere le barriere del mercato, di aiutare le aziende a sviluppare i prodotti Cool Roofs, di educare l'opinione pubblica ed i politici e di sviluppare programmi di incentivi. A tale scopo l'EU-CRC riunisce tutti gli attori principali, ad esempio Università ed enti di ricerca, industrie ed attori del mercato (aziende, fornitori, distributori, imprenditori edili operanti nel settore delle coperture, compagnie fornitrici di servizi energetici, consulenti), società non-profit (enti locali, ordini e associazioni di professionisti, governi), come pure utenti finali. L'EU-CRC ha istituito 6 Comitati:

- **Comitato Tecnico**, per definire i materiali Cool Roofs
- **Comitato per la Documentazione**, per produrre materiale informativo sulla tecnologia Cool Roof
- **Comitato sulle Politiche**, per predisporre, proporre ed influenzare nuove politiche all'interno della Comunità Europea.
- **Comitato per gli attori di Mercato**, per identificare e superare le barriere del mercato
- **Comitato per gli Utenti Finali**, per la divulgazione presso gli stakeholders
- **Comitato Legale**, per gli aspetti legali dell'EU-CRC

Ulteriori informazioni sulle attività e sulle modalità di adesione all'EU-CRC:
<http://coolroofs-eu-crc.eu>.

3. I CASI STUDIO COOL ROOFS

All'interno del progetto Cool Roofs sono stati implementati cinque casi studio per dimostrare le potenzialità dei Cool Roofs in edifici reali, per quanto riguarda il miglioramento del comfort termico in edifici privi di condizionamento e in termini di riduzione dei consumi energetici in edifici dotati di sistemi di condizionamento. I casi studio sono stati monitorati per quanto riguarda la prestazione energetica e le condizioni microclimatiche interne, prima e dopo l'implementazione di una tecnologia Cool Roof. Gli edifici sono stati scelti in modo da ottenere la massima copertura geografica e di tipologia edilizia così da poter promuovere i benefici derivanti da questa tecnologia in riferimento alla riduzione del fabbisogno energetico per il raffrescamento e del picco di carico in tutto il territorio della Comunità Europea. Le attività relative a questa implementazione sono state svolte a due livelli:

- monitoraggio sperimentale in edifici reali cui sono state applicate tecnologie Cool Roofs
- analisi numerica dei medesimi edifici con una serie di varianti (analisi tramite codici di calcolo).

I risultati dei Casi Studio mostrano un risparmio pari al 10-40% ed una riduzione di 1.5-2°C della temperatura interna, in funzione delle condizioni climatiche esterne.

3.1 FRANCIA

Le Parvis : Residenze Collettive, Poitiers

L'edificio

Il complesso "Le Parvis" è stato realizzato nel 1995 nel quartiere Saint-Eloi a Poitiers ed è composto da 87 abitazioni su 4 piani. L'edificio (Fig.1) è proprietà di SIPEA Contractor ed è costituito da abitazioni popolari. La copertura presenta una leggera pendenza (11.8%), realizzata con rivestimento metallico ed isolata con uno strato di 100mm di lana minerale ed impermeabilizzata con asfalto.



Figura 1. Residenze Collettive, Poitiers

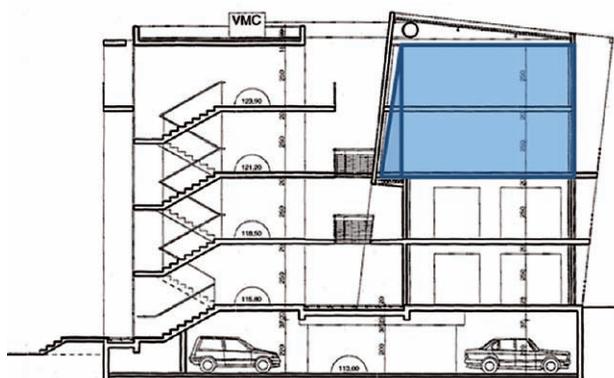


Figura 2. Appartamento Duplex scelto come Caso studio

La copertura inclinata è orientata ad est e non è schermata da edifici adiacenti. Questo Caso Studio riguarda le abitazioni sotto la copertura che sono tutti appartamenti duplex di circa 100m² ognuno (Fig.2). Le pareti verticali sono isolate con uno strato di polistirene spesso 100mm ed i serramenti sono costituiti da telaio in PVC e doppi vetri. Anche il sottotetto sopra ogni duplex è isolato con 200mm di lana minerale. L'edificio oggetto di studio non è dotato di impianti di raffrescamento in estate, condizione ricorrente in gran parte della Francia. L'impatto dell'applicazione della tecnologia Cool Roof è stato valutato in termini di differenza di temperatura tra l'appartamento duplex preso in esame e gli appartamenti adiacenti.

La tecnologia Cool Roof

La copertura è stata rivestita con una vernice fredda, prodotta da Soprema (Model R' Nova), alla fine di Luglio 2009. La riflettanza solare della vernice è pari a 0.88 e l'emissività nell'infrarosso a 0.90.

Risultati

La campagna di monitoraggio è cominciata il 1° Giugno e terminata il 31 Agosto 2009. La vernice Cool Roof è stata applicata il 28 Luglio. La Figura 3 mostra l'andamento della temperatura superficiale.

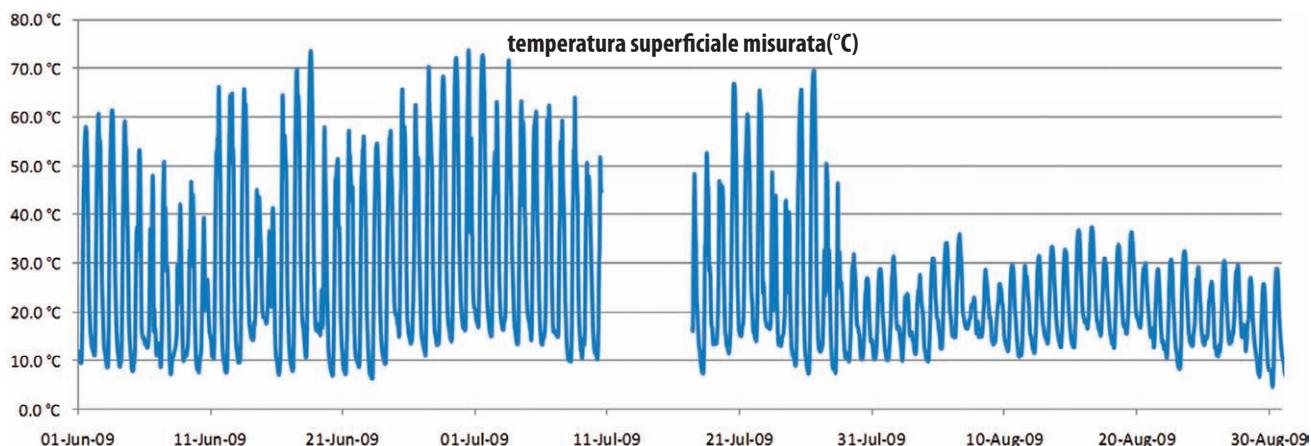


Figura 3. Temperatura superficiale prima e dopo l'applicazione del Cool Roof

Le temperature variano con il medesimo andamento giornaliero, con il massimo valore di differenza di temperatura. Di notte le temperature minime sono molto simili. Il valore previsto delle temperature medie superficiali per le coperture dopo l'applicazione della vernice Cool Roof è di 21.6°C rispetto ai 34.1°C relativi alla superficie prima del trattamento nel periodo estivo. La differenza della temperatura operativa interna (Fig. 4) è meno evidente a causa del buon livello di isolamento del sottotetto: la temperatura operativa media interna diminuisce passando da 24.9°C a 24.2°C. In questo caso, con una copertura molto ben isolata, c'è un miglioramento previsto pari a circa 1°C rispetto alla temperatura operativa massima, da 30.2°C a 29.3°C.

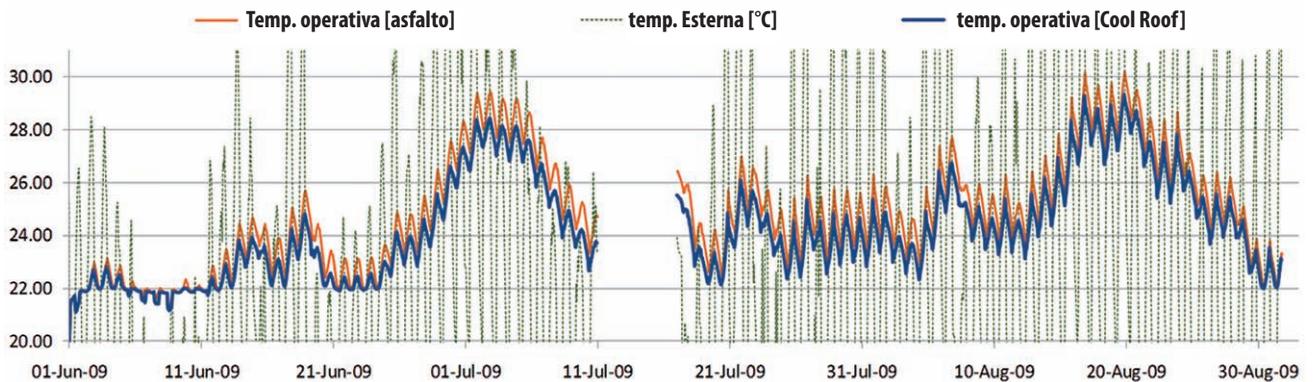


Figura 4. Andamento della Temperatura operativa prima e dopo l'applicazione del Cool Roof

3.2 GRECIA

3.2.1 Edificio scolastico a Kaisariani, Atene, Grecia

L'edificio

Questo caso studio riguarda un edificio scolastico di 410m² situato a Kaisariani, un'area urbana densamente edificata vicino al centro di Atene (Fig.5). Si tratta di un edificio rettangolare su due livelli con cortile realizzato nel 1980. La struttura portante dell'edificio è realizzata in cemento armato e con una struttura muraria non isolata. L'edificio scolastico è occupato da 120 bambini e da 15 adulti (personale scolastico), non è raffrescato ed è prevista una ventilazione naturale. Esiste un impianto di riscaldamento alimentato con gas naturale.



Figura 5. Edificio scolastico a Kaisariani, Atene, Grecia

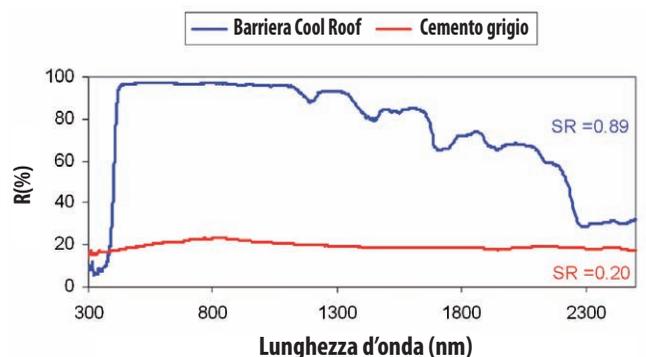


Figura 6. Riflettanza spettrale della superficie della copertura prima (cemento grigio, SR=0.2) e dopo l'applicazione del Cool Roof (ABOLIN Cool Roof barrier, SR=0.89)

La tecnologia Cool Roof

La superficie di partenza della copertura è stata rivestita con cemento e ghiaia aventi una riflettanza solare pari a 0.2. Il materiale Cool Roof utilizzato è un rivestimento elastomerico bianco (Cool Roof Barrier prodotto da ABOLIN) con una riflettanza solare pari a 0.89, emissività nell'infrarosso pari a 0.89 e SRI=113.

Risultati

Dopo l'applicazione del Cool Roof, la temperatura dell'aria interna si è ridotta di 1.5-2°C durante l'estate e di 0.5°C in inverno. La riduzione del carico termico di raffreddamento annuale è stata del 40% e in inverno l'effetto negativo è stato del 10%. Dopo l'applicazione del Cool Roof si è registrata una diminuzione significativa della temperatura superficiale, che ha raggiunto i 25°C in estate. Oscillazioni giornaliere della temperatura superficiale si sono ridotte notevolmente garantendo una durata maggiore del materiale, dal momento che lo stress termico è maggiore nel caso di maggiori variazioni di temperatura (Fig.7, Fig.8).

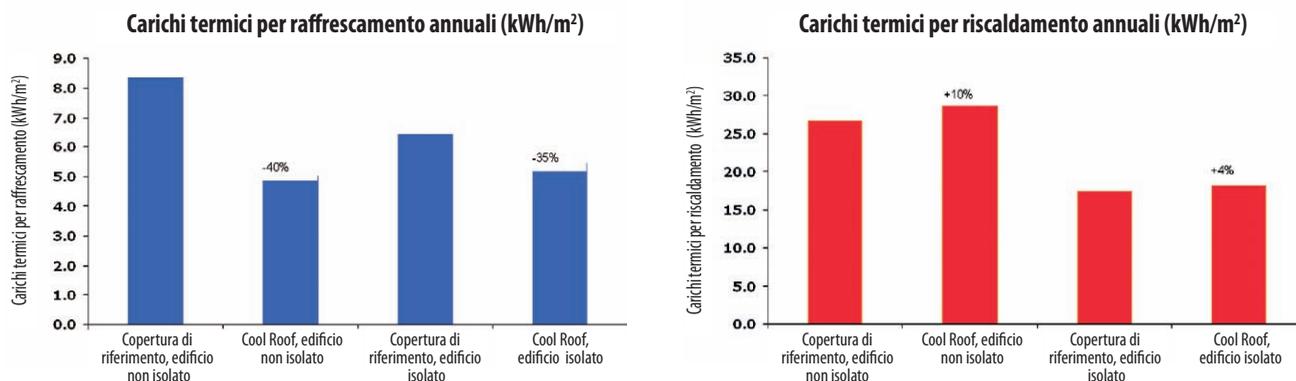


Figura 7. Carichi annuali di riscaldamento e raffreddamento (per l'edificio attuale non isolato e per lo stesso nell'ipotesi di un maggior isolamento)

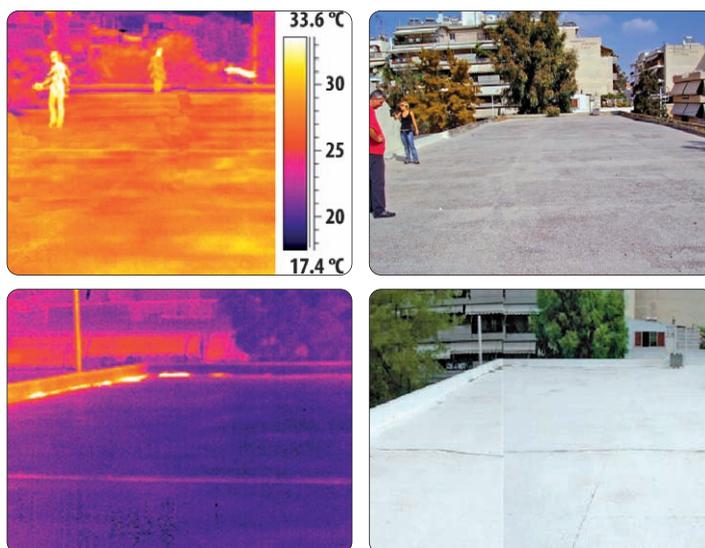


Figura 8. Immagini nel visibile e nell'infrarosso della superficie della copertura, mostrano le differenze di temperatura superficiali prima e dopo l'applicazione del Cool Roof

3.2.2 Edificio per laboratori a Iraklion, Creta, Grecia

L'edificio

Per il caso studio di Creta è stato scelto un edificio bioclimatico con un ufficio amministrativo per programmi di ricerca, all'interno del Technological Educational Institute del campus di Creta in prossimità di Iraklion, (Fig.9). L'edificio costruito nel 1997, era stato inizialmente progettato utilizzando tecnologie bioclimatiche per minimizzarne i fabbisogni di riscaldamento e raffreddamento. Parte del fabbisogno elettrico è coperto da un sistema ibrido consistente in 1000W prodotti da turbine eoliche e da 450Wp di pannelli fotovoltaici.

L'edificio copre un'area di circa 50m² e comprende una cucina, un bagno e altre due stanze. Le pareti e la copertura sono altamente isolate. Inoltre circa metà della copertura dell'edificio (sul lato nord) è costituita da un tetto inclinato rivestito con tegole. La struttura del pavimento è costituita da una soletta di cemento di 15cm. Tutti gli infissi e le porte hanno un telaio in alluminio con doppi vetri e sono dotate di rivestimenti per proteggere l'edificio dall'esposizione alla radiazione solare durante l'estate. In fine sul lato sud c'è un oggetto orizzontale che funge da schermatura solare. La



Figura 9. Edificio bioclimatico in prossimità di Iraklion



Figura 10. La copertura dopo l'applicazione del Cool Roof

grande superficie vetrata sulla copertura è rivolta a sud in modo da fungere da accumulo termico in inverno. Sebbene inizialmente progettata come casa passiva, in estate è necessario un sistema di condizionamento a causa di notevoli carichi termici. Il consumo energetico è stato valutato pari a 38 kWh/m² per il raffrescamento ed a 7 kWh/m² per il riscaldamento, secondo dati riferiti al 2008.

La tecnologia Cool Roof

Il rivestimento Cool Roof utilizzato consiste in una vernice bianca prodotta da ABOLIN chiamata Cool Barrier Roof con riflettanza solare pari a 0.89 ed emissività nell'infrarosso pari a 0.89. Il rivestimento è stato applicato il 15 Luglio 2009 (Fig.10).

Risultati

La diminuzione della temperatura interna prima e dopo l'applicazione del Cool Roof ha raggiunto 1.5°C in estate e 0.5°C in inverno. La diminuzione dei carichi di riscaldamento e raffrescamento – dovuta all'applicazione del Cool Roof- è di circa il 27%, mentre l'efficienza totale è di quasi il 19.8%, anche se c'è un aumento del consumo energetico per riscaldamento che raggiunge il 37%. Questo perché il consumo energetico per riscaldamento è una piccola parte del fabbisogno totale di energia nel caso specifico. La diminuzione della temperatura superficiale è mostrata in Figura 11. L'applicazione del Cool Roof è la soluzione più efficace se confrontata con l'ipotesi di un aumento di isolamento termico della struttura opaca o con l'adozione di infissi più efficienti, nell'edificio oggetto di analisi, come mostra la Figura12.

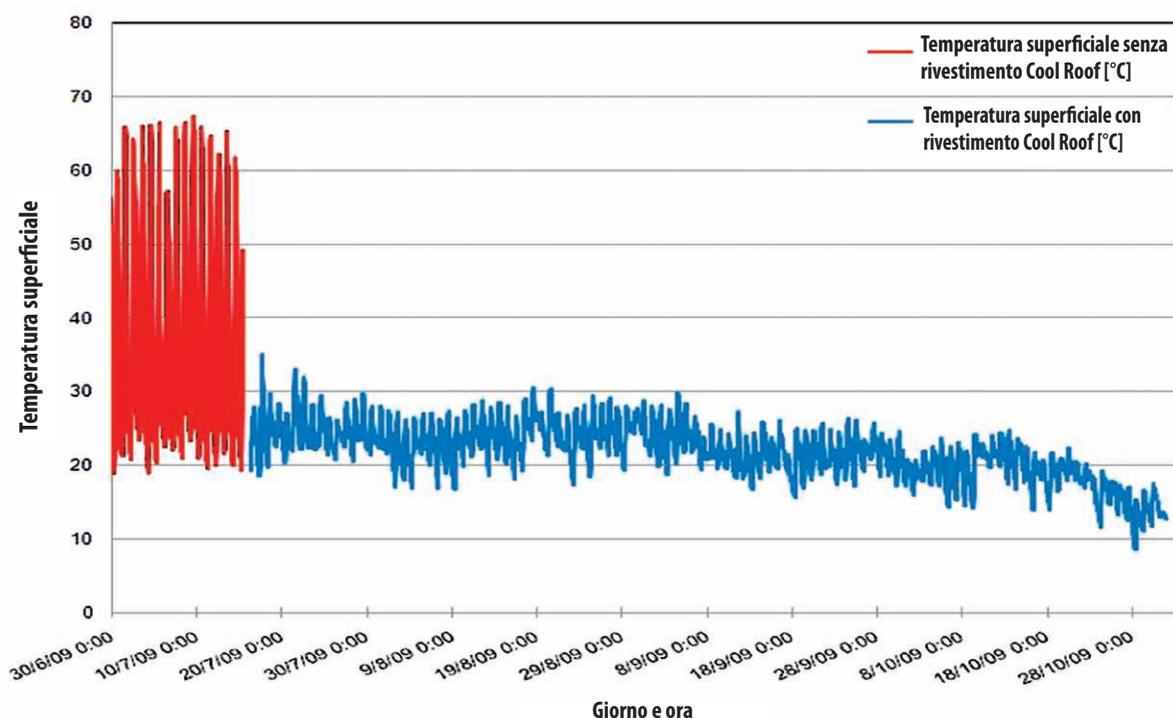


Figura 11. La temperatura superficiale della copertura prima e dopo l'applicazione del rivestimento Cool Roof

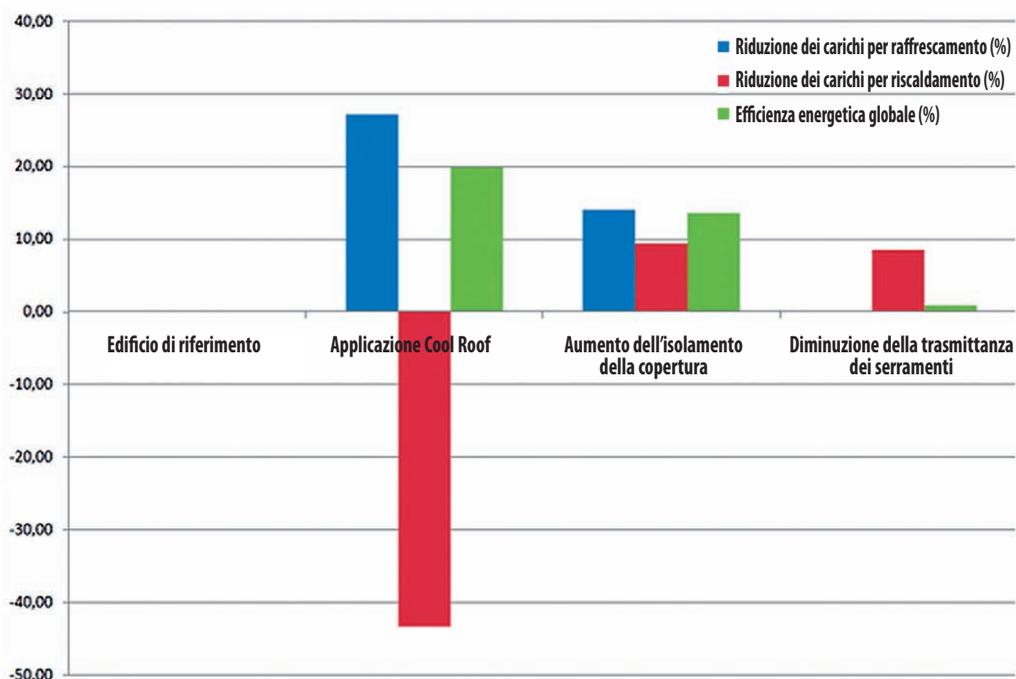


Figura 12. Confronto di diversi scenari di efficienza energetica

3.3 ITALIA

Edificio Pubblico a Trapani, Italia

L'edificio

L'edificio scelto per il caso studio italiano (Fig. 13) è parte di un complesso scolastico che ospita uffici e laboratori localizzato a Trapani, cittadina sulla costa occidentale della Sicilia. Ha una superficie superiore a 700 m², si sviluppa su di un unico livello e la struttura portante è in cemento armato. Le pareti verticali non sono isolate e sono realizzate in tufo –materiale tipico della zona, gli infissi sono costituiti da vetri singoli con telai in alluminio senza taglio termico. L'edificio ha un sistema di ventilazione naturale ed è stata installata una pompa di calore nell'estate 2009 sia per il riscaldamento che per il raffrescamento. Gli infissi sono forniti di dispositivi di schermatura interni.

Il profilo di occupazione dell'edificio presenta una notevole variabilità giornaliera ed annuale, dal momento che ospita da dodici impiegati nel pomeriggio fino a 200 persone in estate per attività didattiche. Le attività di ufficio vanno dalle 08.00 alle 17.00; quelle di laboratorio dalle 08.00 alle 13.00.



Figura 13. L'edificio a Trapani



Figura 14. Vista della copertura con applicazione parziale della vernice Cool Roof

La tecnologia Cool Roof

La superficie della copertura iniziale era rivestita di piastrelle in pietra e cemento la cui riflettanza solare era stata misurata pari a 0.25. Per il caso studio la copertura è stata rivestita con una vernice ecologica a base di latte e aceto prodotta dai Laboratori Ecobios. Questo prodotto ha una riflettanza solare pari a 0.86 ed una emissività termica pari a 0.88.

Risultati

Dopo l'applicazione del Cool Roof, la percentuale di ore in cui la temperatura dell'aria interna risulta superiore ai 25°C diminuisce dal 78% al 52% (Fig.15). La percentuale delle temperature al di sopra dei 27°C diminuisce dal 54% al 15%. Prima dell'applicazione del Cool Roof la temperatura media dell'aria era di 1.8°C più calda di quella esterna. Dopo l'applicazione l'aria interna risulta di 0.9°C più fredda dell'aria esterna. La temperatura superficiale del Cool Roof arriva ad essere fino a 20°C più fredda rispetto alla copertura originale. Il fabbisogno annuale per il raffrescamento si riduce del 54%. Il risparmio energetico per il raffrescamento per lo stesso edificio, se si considera l'isolamento, è stato calcolato intorno al 28%. Confronti tra l'applicazione di Cool Roofs ed altre tecnologie dimostrano come le prime siano le soluzioni più efficienti per ridurre il fabbisogno energetico del caso studio italiano (Fig.16).

**Temperatura superficiale misurata della copertura verniciata e non e temperatura dell'aria
1-20/8/2009**

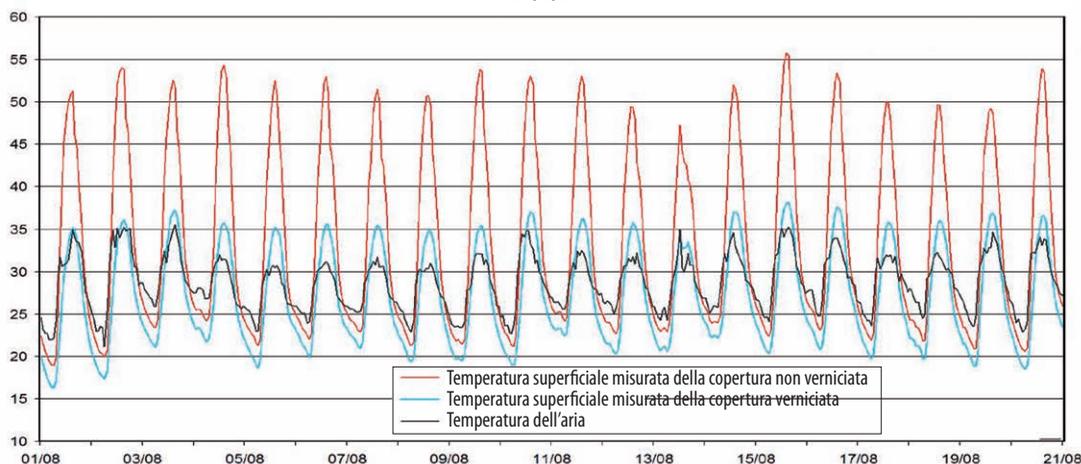


Figura 15. Confronto tra le temperature superficiali del Cool roof e della copertura originale riferite ad Agosto 2009

Fabbisogno energetico [kWh] e risparmio energetico [%] per l'edificio standard e le sue varianti

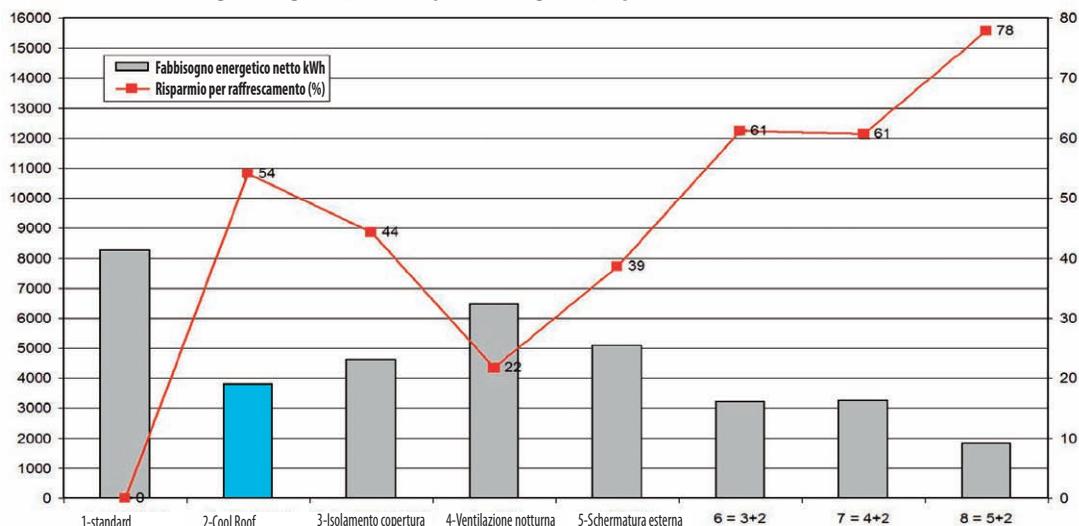


Figura 16. Risparmi potenziali per il raffrescamento utilizzando Cool Roofs rispetto ad altre tecnologie (tra cui isolamento della copertura, ventilazione notturna, schermatura esterna delle superfici trasparenti e Cool Roofs combinato con queste tecnologie)

3.4 Regno Unito

Uffici della Brunel University, Uxbridge, West London, UK

L'edificio

L'edificio ad uffici della Brunel University è costituito da un open space e da tre stanze individuali situati all'ultimo piano (con copertura piana) di un edificio su quattro livelli realizzato nel 1995. E' riscaldato con radiatori posti sul perimetro e con ventilazione naturale. La copertura è realizzata da una soletta di cemento armato di 0.15m di spessore con uno strato di isolante di 0.04m sul lato esterno rivestito con un materiale impermeabilizzante (asfalto). Le pareti verticali sono realizzate in blocchi di muratura con strato isolante esterno.

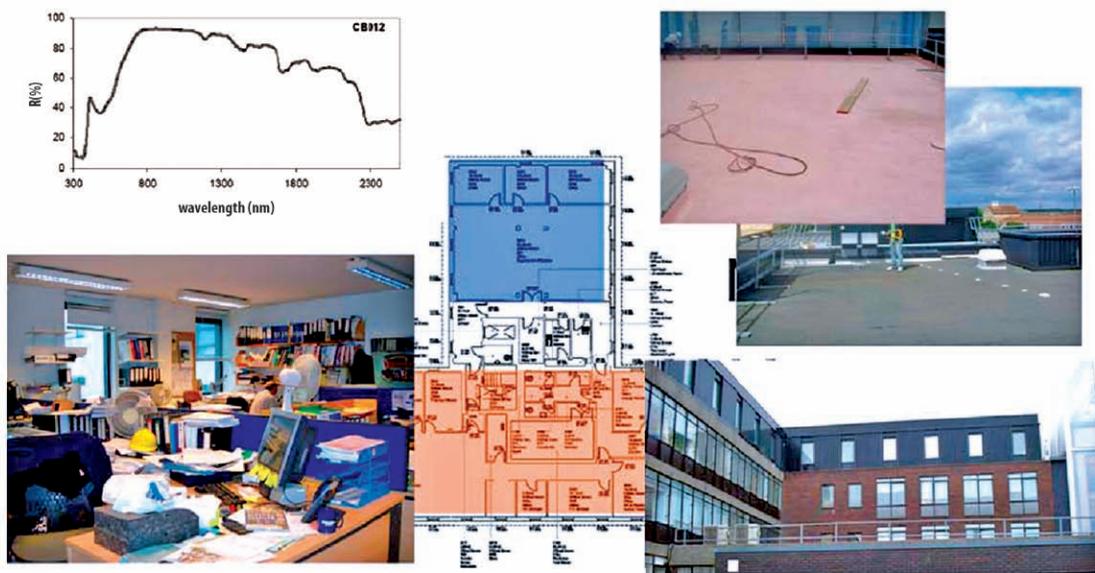


Figura 17. Pianta, fotografie dell'ufficio e della copertura, e riflettanza solare del materiale Cool Roof adottato

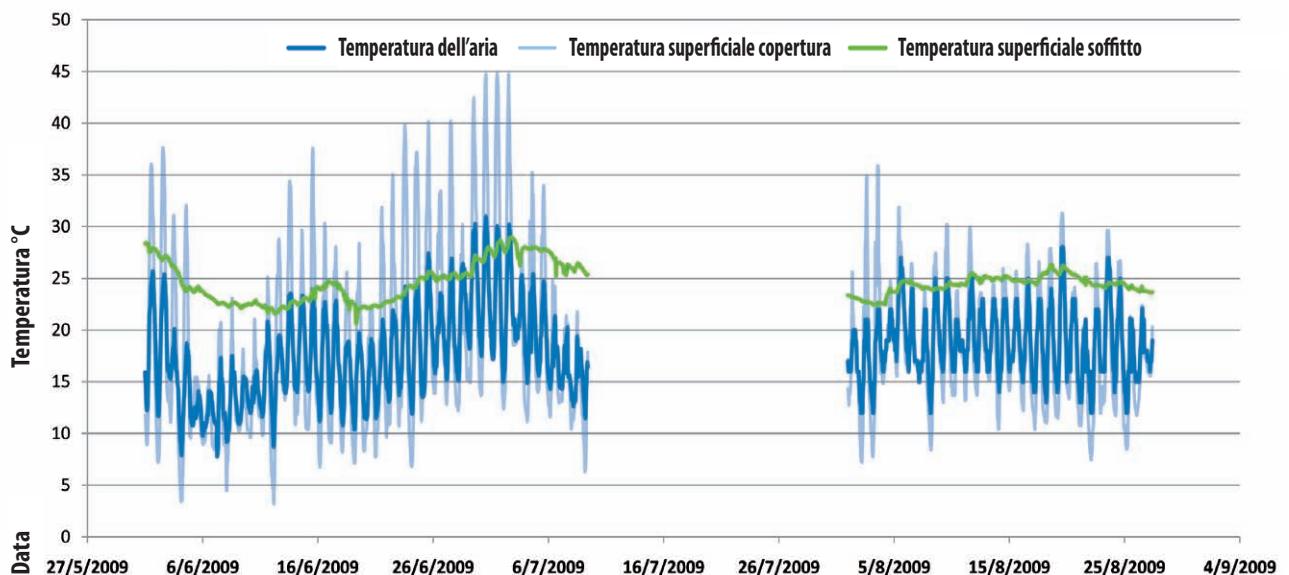


Figura 18. Temperature superficiali e dell'aria misurate prima e dopo l'applicazione del Cool Roof

La tecnologia Cool Roof

Sulla copertura è stata applicata la "Cool Barrier 012 (CB012)" prodotta da Abolin caratterizzata da un SR pari a 0.6 (misurata in situ dopo l'applicazione) ed una emissività pari a 0.88. La riflettanza della copertura originale era pari a 0.1. l'edificio è stato monitorato a partire da Aprile 2009. I materiali Cool Roofs sono stati applicati a Luglio 2009 ed il monitoraggio è proseguito fino ad Ottobre 2009 (Fig. 18).

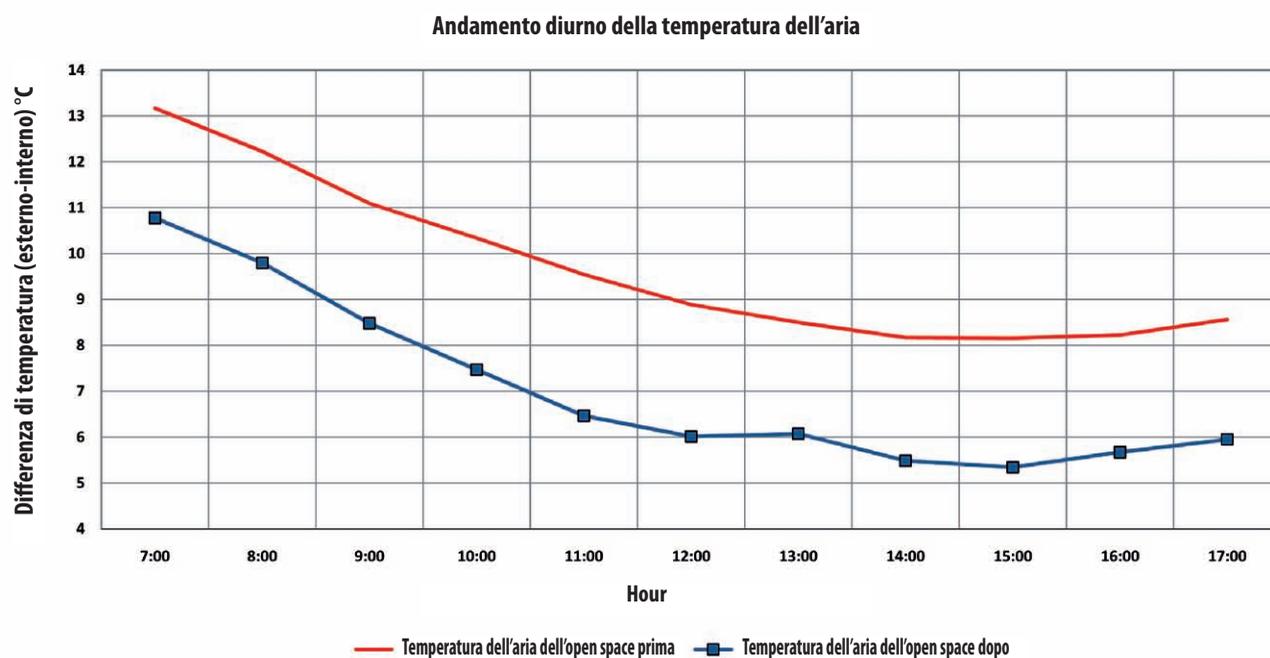


Figura 19. Andamento giornaliero della temperatura dell'aria misurata (differenze esterno-interno), prima e dopo l'applicazione dei materiali Cool Roofs

Risultati

Le misurazioni hanno mostrato che:

- la temperatura superficiale esterna è diminuita;
- la temperatura superficiale interna è diminuita in media di 2°C a metà giornata;
- la temperatura dell'aria interna è diminuita in media di 3-4°C a metà giornata.

La modellazione ottenuta tramite un processo di opportuna calibrazione ha mostrato:

- le ore di surriscaldamento in estate sono notevolmente ridotte con l'applicazione del Cool Roof portando ad un aumento dell'albedo della superficie (Fig.19);
- diminuzione dei carichi di raffrescamento; sebbene ci sia un peggioramento per il riscaldamento, il contributo globale risulta positivo;
- è stato valutato come ottimale un valore dell'albedo della superficie compreso tra 0.6 e 0.7 con una portata d'aria di rinnovo pari a 2 ricambi orari. Questa combinazione determina una riduzione dei carichi globali di riscaldamento e raffrescamento pari al 3-6% funzione del set-point di temperatura invernale ed estivo;
- un incremento del livello di isolamento potrebbe far diminuire i vantaggi energetici potenziali in termini di fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento.

In conclusione, questo caso studio mostra come l'applicazione di una tecnologia Cool Roof potrebbe garantire vantaggi in condizioni di clima moderate, caratteristiche della regione sud-est dell'Inghilterra (periferia di Londra), in termini di aumento di comfort termico estivo e potrebbe far diminuire il consumo globale di energia per riscaldamento e raffrescamento. In ogni caso i risparmi energetici dipendono dalle caratteristiche dell'involucro edilizio e dalle condizioni di esercizio.



Project Coordinator
Università Nazionale Kapodistrias di Atene
www.grbes.phys.uoa.gr



Istituto Tecnologico di Formazione di Creta
www.teicrete.gr



Perdikis Bros Co.
www.abolincoolpaints.com



Municipio di Kessariani, Atene
www.kessariani.gr



Brunel University
www.brunel.ac.uk

london.gov.uk

Authority di Londra
www.london.gov.uk



Università di la Rochelle
www.leptiab.univ-larochelle.fr



SIPEA Habitat
www.sipea-poitiers.fr



ENEA - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile
www.enea.it



Provincia di Trapani - Settore: Territorio, Ambiente,
Riserve Naturali e Protezione Civile
www.provincia.trapani.it



Laboratori Ecobios
www.ecobios-solaria.com



REHVA: Federazione Europea delle Associazioni
Produttrici di Impianti di Riscaldamento,
Ventilazione e Condizionamento
www.rehva.eu



Athena Consulting Group
www.athenonet.eu

Con il contributo:

Intelligent Energy  **Europe**

L'esclusiva responsabilità per il contenuto di questa pubblicazione è degli autori. Esso non rappresenta il parere della Commissione europea. La Commissione europea non è responsabile dell'uso, che potrebbe essere fatto delle informazioni ivi contenute.