

Progettare la resilienza: Tecnologie di coperture per la mitigazione

Criteri progettuali per contrastare l'effetto dell'isola di calore urbana delle coperture per le città di clima mediterraneo

Sara Ling Chong E. - C2R Energy Consulting

Le elevate concentrazioni di Gas Effetto Serra (GES) nell'atmosfera corrispondono alle trasformazioni tecnologiche, sociali e territoriali del modello industriale del XVIII secolo, che ha causato un esponenziale incremento di emissioni, alti livelli di inquinamento e conseguenti allarmanti ripercussioni ambientali quale l'alterazione delle condizioni climatiche.

Sebbene il cambiamento climatico sia una problematica globale, questo si manifesta con differenti effetti ed impatti in base alla posizione geografica. Tra le alterazioni climatiche, la più evidente riguarda i differenti valori di temperatura registrati tra le aree rurali e quelle urbanizzate; il fenomeno è conosciuto come effetto **isola di calore urbana (ICU)**. Questo fenomeno è generato dall'interazione tra gli elementi climatici ed i componenti urbani di ogni località, inoltre è condizionato dall'esposizione solare, dalla morfologia urbana, dalle attività antropogeniche, dalla vulnerabilità e dalla resilienza dei materiali che costituiscono gli edifici. Proprio quest'ultimi hanno un ruolo fondamentale poiché interagiscono con i fattori climatici quali la temperatura, l'umidità relativa, la velocità del vento e la radiazione solare; generando effetti negativi o positivi all'ambiente ed influenzando il microclima locale.

Il fenomeno climatico (ICU) si differenzia in due tipologie:

- **l'isola di calore superficiale**, intesa come l'innalzamento delle temperature dei materiali a causa dell'incidenza della radiazione solare sulle loro superficie. Influenzata anche dalle proprietà fisico-tecniche dei materiali che definiscono la capacità di trattenere o respingere l'energia solare.
- **l'isola di calore atmosferica**, che si manifesta quando la temperatura dell'ambiente urbano supera quella dell'ambiente rurale o semi-rurale di 3°C, più evidente nelle ore notturne quando i materiali rilasciano nell'atmosfera l'energia assorbita durante il giorno.

Misure di controllo relative al clima

La crescita esponenziale in termini di frequenza ed intensità degli impatti ambientali ha portato a determinare nuove misure di controllo per mitigare il fenomeno ICU al fine di evitare il raggiungimento dei più catastrofici scenari ambientali. Partendo da questa necessità, l'organizzazione scientifica del Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC) ha

definito quattro scenari climatici che si differenziano per i livelli di concentrazione di GES presenti in atmosfera. Questi sono denominati come i *representative concentration pathway* (RCP) e dimostrano l'incremento delle alterazioni degli elementi del clima con eventi più frequenti e più durevoli, i quali possono anche produrre impatti irreversibili sull'ecosistema. Simultaneamente, sono state definite le misure di adattamento alle condizioni attuali e di mitigazione delle future emissioni per garantire quanto stabilito nell'accordo di Parigi del 2015 che consiste nel mantenere la temperatura media al di sotto dei 2°C rispetto al periodo preindustriale.

I ruoli dei materiali e delle coperture

Come menzionato precedentemente, i materiali edili hanno un'influenza significativa sul microclima urbano. Nel caso dell'incidenza della radiazione solare sugli edifici, i materiali permettono o meno l'assorbimento dell'energia solare nei periodi diurni e la sua successiva liberazione nei periodi notturni, innalzando in questo modo le temperature delle città, con eventuali ripercussioni negli ambienti interni ed anche sulle costruzioni attorno all'edificio in considerazione. In questo senso, progettare coscientemente al miglioramento delle condizioni ambientali locali porterebbe alla soddisfazione delle esigenze ambientali e sociali, con dei fabbricati funzionali, ecologici, energeticamente efficienti, con risparmi economici e con elevata qualità interna.

Valutazioni per la mitigazione dell'effetto dell'isola di calore urbana

Dal punto di vista architettonico e tecnologico, le coperture sono gli elementi con maggiore esposizione dell'involucro edilizio, per questo motivo, progettare in maniera consapevole rende possibile il miglioramento del microclima. La scelta di utilizzare sistemi tecnologici più adeguati in copertura deve considerare aspetti climatici e morfologici, riferiti al contesto in cui si trova l'oggetto d'intervento. Nello specifico, le analisi da condurre sono:

- *Analisi climatica;*
Durante questa fase si fa riferimento agli scenari di valutazione climatica realizzati dall'IPCC; in particolare, è necessario individuare i parametri climatici del luogo in cui si colloca l'intervento.
- *Analisi morfologica;*
Questa fase è fondamentale per la comprensione delle possibili interazioni delle nuove tecnologie con il contesto costruito. Per una corretta analisi è necessario considerare tre fattori:
 - La *localizzazione*: importante per poter valutare le interazioni tra la copertura proposta con gli edifici circostanti considerando l'incidenza della radiazione solare, tenendo conto degli effetti sulle costruzioni confinante classificandole: *edifici isolati, ad angolo ed addossati*.
 - L'*altezza*: è strettamente connessa con il parametro *localizzazione* soprattutto per quanto riguarda gli effetti dell'incidenza della radiazione solare sugli edifici circostanti.

Possono essere classificate tre tipologie di altezza: *minima, media e massima*, considerando un range di valori espressi in numero di piani fuori terra.

-Le *attività* hanno un ruolo significativo in questo tipo di analisi, per questo motivo si possono classificare *attività a basso ed alto livello d'inquinamento*, considerando la tipologia delle sorgenti inquinanti e il loro impatto sull'ambiente.

Successivamente è possibile proseguire con la valutazione delle tipologie di copertura più adeguate al contesto, considerando le proprietà fisiche e tecnologiche del materiale. In particolare:

- **Le caratteristiche fisico-tecniche:** sono le proprietà che definiscono i materiali dal punto di vista del bilancio energetico e termico. Vengono prese in analisi caratteristiche come: l'*albedo* (inteso come la capacità di assorbimento del calore, l'*emissività* che indica la capacità di liberare l'energia immagazzinata all'interno del materiale), il *coefficiente di convezione* (che fa riferimento al passaggio di calore da un corpo con temperatura più elevate rispetto ad un altro fino a raggiungere un equilibrio termico tra di loro), la *capacità termica* (indica la quantità di calore necessaria per innalzare la temperatura di 1°C per unità di volume del materiale, senza l'alterazione della fase); il livello di *permeabilità* di un materiale (determinato dal rapporto tra il volume delle cavità ed il volume totale del materiale che definisce la quantità di assorbimento di acqua).
- **Le caratteristiche tecnologiche** studiano l'approccio ambientale finalizzato al miglioramento della qualità della vita, così come è stato stabilito dalla *World Conservation Union* nel 1991. Secondo questo approccio, le attività edilizie devono seguire criteri di sostenibilità quali: la loro origine, i processi produttivi e costruttivi, il sistema di manutenzione, la durata, la possibilità di riutilizzo o di riciclo.

Tecnologie di coperture per la mitigazione dell'isola di calore urbana

La metodologia precedentemente esposta e i diversi studi scientifici internazionali confermano che la combinazione delle tecnologie *Green Roof e Cool Roof* per le città caratterizzate da periodi estivi secchi e caldi, garantiscono la riduzione e la mitigazione dell'effetto isola di calore.

Green Roof

Il Green Roof è una soluzione tecnologica di copertura ad elevati livelli prestazionali e contribuisce in maniera positiva al bilancio energetico, all'ambiente, all'isolamento e al risparmio energetico dell'edificio. Il sistema è caratterizzato da uno *strato vegetativo* che per il suo corretto funzionamento necessita di un *elemento culturale, filtrante, drenante, di protezione meccanica, di tenuta, portante*.

Le tipologie di coperture vegetali si differenziano in due tipologie: *intensiva* caratterizzata dalla presenza di arbusti di diverse altezze che richiedono uno strato di coltura tra i 20 e 150cm; *estensiva*, caratterizzata da specie vegetali di bassa altezza, basso livello di manutenzione (1-2 volte l'anno) che richiedono uno strato di coltura di 15cm.

Uno studio realizzato a Chicago ha confrontato due tipologie di coperture: il *Green Roof* e il sistema di copertura convenzionale. Durante lo studio sono state registrate diverse temperature all'interno di una copertura in una giornata di agosto (temperatura media registrata: 30°C). E' stato dimostrato che la temperatura superficiale del *Green Roof* oscillava tra i 33 e i 48°C, mentre quella della copertura convenzionale ha raggiunto il valore di 76°C.

	Contributo energetico					Contributo ambientale				Contributo all'edificio		
	Flusso di calore latente	Flusso di calore sensibile	Riflettività	Emissività	Capacità termica	Isola di calore urbana	Controllo di deflusso	Qualità dell'aria	Biodiversità	Isolamento termico	Isolamento acustico	Risparmio energetico
Tecnologia vegetale	♦	♦			♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦

Le coperture verdi, infatti, forniscono un contributo energetico grazie al *flusso di calore latente*, valore che si ottiene mediante l'utilizzo di una parte della radiazione incidente nel processo di evapotraspirazione (combinazione del processo di evaporazione e traspirazione della pianta), al *flusso di calore sensibile*, che viene ridotto bloccando l'incremento della temperatura dell'aria; alla *capacità termica* del sistema, che assorbe l'80% dell'energia utilizzandone circa il 70% nei processi di evapotraspirazione.

Dal punto di vista ambientale si tiene conto di fattori come la *decarbonizzazione*, capacità tipica del sistema vegetativo che permette la riduzione degli inquinanti in atmosfera, la cattura della CO₂ ed altri gas a effetto serra. La specie e la profondità dello strato vegetativo e culturale, riescono anche a consentire il *controllo del deflusso* delle acque piovane e la diminuzione della quantità d'acqua in discarica. Inoltre, il recupero delle aree non utilizzate degli edifici mediante nuovi spazi verdi permette l'*aumento della biodiversità*, portando un habitat naturale all'interno della città.

I benefici all'interno degli edifici invece, riguardano l'*isolamento acustico* data la capacità di modificare la percezione del suono dalla vegetazione funzionano da barriera. Infine l'*isolamento termico* si deve all'impedimento dell'incidenza diretta dei raggi solari sulla superficie della copertura, evitando di conseguenza l'innalzamento delle temperature superficiali, pertanto *garantisce* un minore utilizzo dei climatizzatori che si traduce in una riduzione di emissioni, *risparmio energetico* ed economico.

Cool Roof

È un sistema tecnologico che utilizza materiali con elevati livelli di proprietà radiative, ovvero materiali altamente riflettenti ed emissivi, applicati sulle superfici delle coperture con l'obiettivo principale di contenere l'assorbimento dell'energia solare nel periodo diurno e di emettere l'energia assorbita durante il periodo serale. Questi materiali sono caratterizzati da colorazione bianca e possono essere vernici o elementi prefabbricati. La prestazione del sistema viene compromessa qualora la pulizia del sistema non è garantita.

Gli elementi prefabbricati, a differenza delle vernici, richiedono una posa in opera diversa, mirata ad eliminare problematiche d'infiltrazione dell'acqua e una manutenzione continua. I materiali liquidi, conosciuti come *cool coating*, sono trattamenti superficiali da applicare su tetti piani con uno spessore che oscilla tra i 15 e 60mm. Una volta asciutto, la superficie si presenta come una membrana ad elevata resistenza alla sporcizia, autopulente, bassi livelli di manutenzione, con una durata che può superare i 20 anni.

Le tecnologie cosiddette fredde riducono notevolmente l'effetto dell'isola di calore urbana e il suo rendimento è direttamente correlato ai valori di albedo, dove i valori più alti corrispondono

ai materiali con tonalità più chiare e il valore della radiazione solare riflessa corrisponde al valore di albedo, ma in percentuale.

Uno studio realizzato in Arizona, ha dimostrato una differenza di 28-33°C tra una copertura in vernice bianca e una copertura convenzionale in bitume, la quale può raggiungere una temperatura massima di 80°C.

I *Cool Roof* forniscono un contributo energetico grazie ai bassi *flussi di calore sensibile* dovuti all'elevata *riflettività* della tecnologia. L'*emissività* del sistema determina la quantità di energia rilasciata in ambiente nei periodi notturni.

Dal punto di vista ambientale si tiene conto della *riduzione dell'isola di calore urbana* superficiale nei periodi diurni e notturni.

I benefici all'interno degli edifici invece, riguardano *l'isolamento termico* data la capacità di mantenere basse le temperature, di conseguenza, l'utilizzo dei climatizzatori è ridotto permettendo un *risparmio energetico e economico*.

	Contributo energetico					Contributo ambientale			Contributo all'edificio			
	Flusso di calore latente	Flusso di calore sensibile	Riflettività	Emissività	Capacità termica	Isola di calore urbana	Controllo di deflusso	Qualità dell'aria	Biodiversità	Isolamento termico	Isolamento acustico	Risparmio energetico
Tecnologia fredda		♦	♦	♦	♦	♦				♦		♦

Strategie di selezione delle tecnologie: interazione tra i sistemi e le variabili

Sulla base degli studi espressi in precedenza, per garantire uno sviluppo resiliente con la mitigazione del fenomeno dell'isola di calore, sono stati definiti i criteri di selezione dei sistemi tecnologici di copertura come il *green roof* e *cool roof*. Di particolare interesse sono gli effetti che queste nuove tecnologie hanno sull'ambiente circostante fortemente influenzati da variabili climatiche, urbane, specifiche per ogni località e dalla loro interazione con i sistemi tecnologici sopra citati. Di seguito si presenta uno schema delle possibili interazioni tra i parametri considerati.

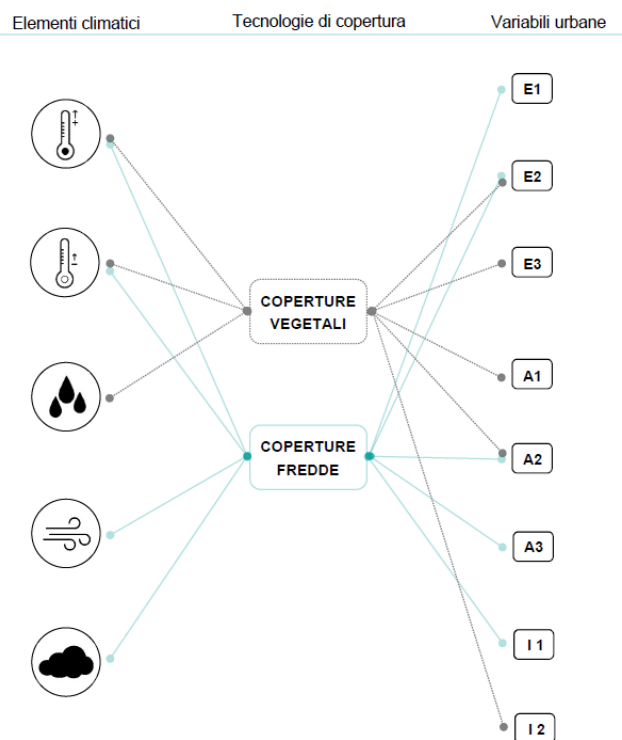
Variabili climatiche



Variabili urbane



Schema delle interazioni



VARIABILI URBANISTICHE		
LOCALIZZAZIONE	ALTEZZA	ATTIVITÀ
E1 <input type="radio"/>	A1 <input type="radio"/>	I1 <input type="radio"/>
E2 <input type="radio"/>	A2 <input type="radio"/>	I2 <input type="radio"/>
E3 <input type="radio"/>	A3 <input type="radio"/>	

COPERTURA VEGETALE				
E2	E3	A1	A2	I2

COPERTURA FREDDA				
E1	E2	A2	A3	I1

È stata condotta una valutazione dei sistemi tecnologici di copertura in un quartiere densamente urbanizzato di Madrid, città con variabili tipiche di un clima mediterraneo. Il diagramma riporta le soluzioni tecnologiche (coperture vegetali, coperture fredde) adeguate alle diverse variabili urbane della zona e le possibili interazioni.

È opportuno menzionare che nel caso in cui alcune variabili urbane corrispondano a entrambe le soluzioni tecnologiche, la priorità verrà data alla copertura vegetale dal momento che essa annulla la possibilità di generare effetti negativi che vengono provocati dalla copertura fredda sugli edifici circostanti, come la riflessione dell'incidenza della radiazione luminosa sulle superfici circostanti.

Ponendo come obiettivo quello di sensibilizzare a problematiche ambientali come il cambiamento climatico, si è giunti alla realizzazione di un modello di valutazione per i progettisti che può essere approfondito con altri studi che siano in grado di dimostrare la riduzione del fenomeno dell'ICU e gli effetti negativi sul contesto circostante.