

SISTEMI COPERTURE

Non solo rivestimento



Quando mondo della produzione e della ricerca uniscono le rispettive forze e competenze, i risultati non possono mancare.

Un'interessante esperienza nel settore delle coperture, che dimostra come tecnologia, prestazioni e sostenibilità economica possono andare di pari passo.

Jacopo Gaspari

Uno dei caratteri distintivi dell'architettura contemporanea è rappresentato dall'attenzione che progettisti, tecnici, produttori e addetti ai lavori dedicano alla "pelle" dell'edificio e all'immagine che essa trasmette all'osservatore. Tra i più diffusi materiali e sistemi per il rivestimento esterno quello metallico rappresenta uno dei più utilizzati, sia per le sue caratteristiche meccaniche che per la sua lavorabilità.

Sulla base di questi presupposti molti progettisti, con la collaborazione di aziende specializzate, hanno messo a punto rivestimenti dalle forme originali e dalla tecnologia spesso complessa per esaltare la plasticità delle proprie architetture ponendo in primo

piano il tema del rivestimento. Sono state utilizzate diverse tipologie di materiali, dal piombo al rame, passando per l'alluminio, l'acciaio e le più recenti leghe a base di zinco - titanio. Numerosi sono anche i sistemi di montaggio sperimentati nel tentativo di offrire una sempre maggiore varietà di soluzioni e, nel contempo, prestazioni più elevate. Tuttavia, molte delle caratteristiche di un rivestimento dipendono dagli strati sottostanti alla superficie metallica. La capacità isolante, la resistenza agli urti, la perfetta tenuta all'acqua sono fortemente condizionati da una quantità di componenti e di materiali che devono essere opportunamente disposti tra il rivestimento esterno e la sottostruttura di sostegno. Per questa ragione alcune aziende hanno iniziato a interes-

sarsi alla possibilità di integrare più materiali in un solo componente nel tentativo di ottimizzare le prestazioni, di semplificare la stratigrafia del rivestimento e la posa dei singoli elementi.

Tra i numerosi sistemi di rivestimento proposti dal mercato, uno in particolare presenta alcuni interessanti spunti di riflessione. Si tratta di un rivestimento per tetti a falde e pareti realizzato dalla Mazzone con il nome di Sistema Lares, prodotto che nasce dall'idea di combinare un efficace sistema di ventilazione con uno strato termoisolante e un rivestimento metallico con incastri predisposti a tenuta d'acqua. Apparentemente l'idea è molto semplice. Si tratta, infatti, di sintetizzare quello che normalmente si ottiene con un'intercapedine ventilata, uno strato isolante e una superficie metallica modulare. Tuttavia, trovare il modo di

mettere in pratica una simile idea con altrettanta semplicità non è stato affatto immediato. Il principale problema è, infatti, rappresentato dal fatto che normalmente l'intercapedine aerata e la sottostruttura che la determina vengono realizzate in opera, a misura, in funzione della geometria e dell'andamento della facciata o della copertura. Al contrario il rivestimento metallico è di norma, esclusi i punti di raccordo, costituito da elementi modulari. Ne deriva la necessità di adattare una condizione all'altra. L'idea è stata sviluppata da un gruppo di ricerca composto da docenti di Tecnologia dell'Università IUAV di Venezia e da tecnici della società già attiva da tempo nel mercato dei rivestimenti in metallo.

Alla base del componente vi è un elemento sagomato sul quale viene applicata una lamiera metallica opportunamente conformata. La geo-

Nella foto al centro, rivestimento verticale e inclinato realizzato con sistema Lares.

Nelle foto sotto, rivestimenti in alluminio su coperture e facciate di diversa tipologia.



metria di ogni elemento permette l'incastro con quelli contigui con un andamento modulare che può adattarsi a superfici verticali, curve e inclinate.

■ **Componenti e modalità di posa**

Prima di approfondire le caratteristiche del componente e le modalità di posa, vale la pena di soffermarsi sulla descrizione del singolo elemento e di come siano state sintetizzate in esso le idee iniziali. L'elemento che funge da supporto rigido per la lastra metallica di rivestimento è realizzato in polistirene sinterizzato espanso, opportunamente sagomato affinché alla sua base si creino cinque cavità che attraversano trasversalmente ciascun modulo. Quest'ultimo misura 333 mm di larghezza per 970 mm di lunghezza. Queste dimensioni sono state studiate per ottimizzare la posa dei vari moduli e semplificarne la produzione e la movimentazione. L'elemento in polistirene sinterizzato espanso, chiamato in gergo "cuscino", arriva dal produttore già sagomato presso la linea di realizzazione in azienda. Qui una macchina a rulli avan-

Nella foto, rivestimento in rame su copertura.



La parola ai progettisti

Del sistema, dei suoi presupposti e valenze, ne parliamo con il Prof. Giovanni Zannoni e l'arch. Claudio Pellanda, docenti di tecnologia presso l'Università IUAV di Venezia e responsabili del team di progettazione.

D Specializzata: *Da quali considerazioni di ordine tecnico, ma anche economico, nasce questo progetto?*

R Zannoni: Il progetto di questo sistema è nato da valutazioni prettamente tecniche. Ci si è quindi orientati verso un manufatto capace di garantire grande durabilità nell'affrontare anche i fenomeni meteorologici più aggressivi e di risultare riutilizzabile al termine del ciclo di vita utile. In relazione a ciò, per esplicita scelta dell'azienda committente la ricerca, si è partiti con l'idea di ricorrere a una posa a secco con fissaggi reversibili. I test condotti all'ITC del CNR di S.Giuliano Milanese sotto la supervisione dell'arch. Vittorio Galimberti hanno registrato sulla copertura realizzata con questo sistema una resistenza al vento tripla rispetto a quella massima necessaria a superare le verifiche previste dalla circolare del Min.LL.PP. del 4 luglio 1996 n. 156AA.GG./STC per una copertura collocata in terraferma a Trieste. Anche i test per il comportamento alla grandine hanno dato esito positivo confermando le attese. La buona esperienza



Giovanni Zannoni

del team di progettazione in tema di ventilazione in copertura ci ha permesso di individuare soluzioni funzionali anche nel controllo del rischio di surriscaldamento in regime estivo. I ricercatori dell'ITC-CNR I. Meroni, R. Lollini e L. Danza hanno calcolato, in base ai test termofluidodinamici, un abbattimento pari al 20% del calore in ingresso in una copertura realizzata con rivestimento in alluminio rispetto a una copertura con analoghi strati funzionali e manto in tegole colore rosso argilla. Dal punto di vista economico, sin dalle prime fasi sono apparsi chiari i vantaggi che un sistema prefabbricato avrebbe offerto nelle economie di scala e soprattutto in relazione alla certezza di una buona esecuzione per la conformazione a incastri reciprocamente vincolanti.

D Specializzata: *Pensando a un componente composto, quali tipi di associazioni tra materiali sono state prese in considerazione nella fase iniziale?*

R Pellanda: Poiché l'azienda committente è tra le maggiori in Italia per volume di metallo commercia-

lizzato e distribuito, il manto non poteva che essere in questo materiale. Per il "cuscino" sottostante, nessuno dei materiali presi in esame ha offerto l'insieme di vantaggi tecnici garantiti dal PSE.

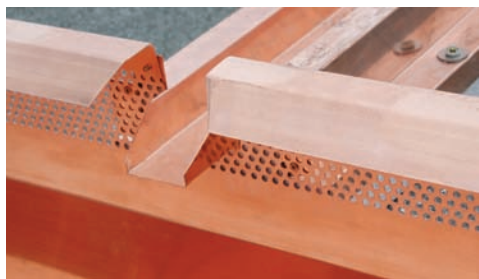
Alcuni, in particolare, non presentavano una durabilità adeguata alle condizioni tipiche dell'impiego previsto. In relazione alle caratteristiche dei materiali di cui è costituito è possibile stimare un tempo di vita utile del sistema pari a circa cent'anni, con evidenti benefici di natura ambientale connessi al bilancio energetico.

D Specializzata: *A quali requisiti cerca di dare risposta il prodotto?*

R Pellanda: Il sistema risponde più che adeguatamente a tutti i principali requisiti di una copertura tradizionale ad eccezione di quello strutturale.

Non richiede manutenzione e offre garanzie anche in termini di durabilità, anche nel caso dovesse essere soggetto a grandinate di notevole intensità.

Dal punto di vista della posa in opera, pur essendo adattabile a geometrie anche complesse, il sistema non è indicato per falde con pendenze minime, né per forme con più assi di curvatura.



Particolare della soluzione di ingresso ai canali di ventilazione in corrispondenza della linea di gronda.



Fasi di installazione del sistema su rivestimento con pendenza variabile.

zatori continui provvede alla profilatura del metallo di rivestimento. Solo in una seconda fase un'apposita macchina provvede al taglio e alla piegatura degli elementi di rivestimento metallico. Quest'ultimo è reso solido al "cuscino" mediante incollaggio a caldo per tutta la superficie, in modo da garantire la totale assenza di aria e di conseguenza della possibilità che si formi condensa a posa avvenuta. Per effetto della sagomatura, al di sotto di ogni modulo, si creano dunque cinque canali della lunghezza di 333 mm circa che, grazie alla predisposizione del modulo sul suo lato lungo, possono essere perfettamente allineati all'elemento successivo. Si crea così la possibilità di ottenere un sistema di canali di ventilazione dati dalla giustapposizione di ciascun elemento. Il rivestimento si fissa a quello dell'elemento successivo per semplice pressione, garantendo così la continuità della superficie metallica. La posa, che necessita di un piano di appoggio uniforme, avviene a partire dalla linea imposta dal canale di gronda e procede con l'installazione delle guide laterali. Su entrambe le estremità laterali il modulo si appoggia ad un apposito elemento sagomato di raccordo che funge da canale di scolo verticale in corrispondenza di ogni fila di elementi modulari. Il canale viene fissato al piano di posa, e ciascun modulo è dotato di apposite alette per essere fissato al canale stesso. I punti di fissaggio sono protetti dal sormonto delle lamiere di rivestimento in modo che non possano risultare esposti all'acqua. La sezione laterale del modulo prevede, infatti, che vi sia una sovrappo-



Immagine del componente che funge da canale di raccolta.

D Specializzata: *Uno degli aspetti più interessanti è indubbiamente la modularità. La definizione geometrica degli elementi si è rivelata particolarmente complessa?*

R Zannoni: La scelta della modularità impone un grande lavoro nella definizione geometrica dell'elemento per garantire una corretta posa in opera e un'assoluta tenuta all'acqua anche nelle condizioni più critiche. Il test condotto all'ITC riguardo a questo aspetto non ha evidenziato perdite d'acqua al valore massimo di depressione generabile in prova. Al fine di garantire la migliore posa in opera possibile i moduli sono autocentranti. Grazie al supporto offerto dagli strumenti CAD di assistenza alla progettazione, poi, è stato possibile, effettuare una serie di simulazioni che hanno agevolato la definizione geometrica del prodotto e, in particolare, dei condotti di aerazione.

D Specializzata: *In che modo è possibile garantire una continuità delle cavità di aerazione e nel contempo una perfetta tenuta all'acqua?*

R Zannoni: Come spesso accade nella progettazione di sistemi costruttivi, il segreto non risiede nell'evitare che l'acqua entri al di sotto della prima pelle costituita dal manto, ma nel lasciarla entrare e poi nel guidarla

attraverso le pendenze disponibili e gli elementi rompigoccia verso le zone dove non può nuocere e, quindi, alle zone di raccolta e smaltimento. Nel caso di questo sistema, i pezzi si incastrano reciprocamente garantendo camere di ventilazione prive di interruzioni o deviazioni. I risultati prestazionali rilevati durante le prove sperimentali hanno dimostrato la validità di questa soluzione, particolarmente aerodinamica ed efficiente nel rinfrescamento passivo. Il reciproco incastro offre anche protezione dalla penetrazione dell'acqua in tutti i punti che ospitano fissaggi.

D Specializzata: *Che tipo di test sono stati condotti per comprovare questo tipo di prestazioni?*



Claudio Pellanda

R Pellanda: Una porzione di copertura di dimensioni pari a 4,7 x 2,3 metri è stata montata tra due camere di prova. In quella superiore veniva liberata acqua con ugelli variamente orientati a generare spruzzi, e con altre bocchette veniva fatto ruscellare un velo d'acqua sul manto. Inoltre, un elemento soffiante produceva sulla superficie espo-

sta alla pioggia una pressione d'aria crescente, per simulare le raffiche di vento, sino a un differenziale tra estradosso ed intradosso di 600 Pa alla massima potenza dei motori.

D Specializzata: *Sempre parlando di prestazioni, due grandi problematiche affliggono generalmente le coperture (specie quelle metalliche): il rumore da impatto e l'eventuale sollevamento o spostamento dalla sede dei componenti per effetto del vento. Come si comporta questo sistema rispetto a un tetto tradizionale?*

R Zannoni: Il problema del rumore da impatto è stato al centro della nostra attenzione in ogni fase del progetto. Lo si è risolto con modalità tradizionali. Il cuscinio in PSE, reso solidale alla lastra metallica di copertura, ne assorbe e smorza le vibrazioni come accade nelle pavimentazioni flottanti.

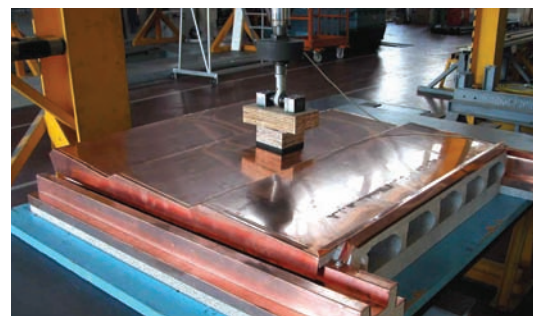
I fissaggi sono anch'essi conformati per il taglio dei ponti acustici, per far galleggiare l'intero manto metallico sul sottostante strato in PSE. Il problema della tenuta al vento è parzialmente attenuato dal formato, relativamente piccolo, dei moduli, ma è anche il doppio sistema di aggancio, con incastro tra i moduli e fissaggio ai canali di base con viti autoproforanti, a garantire la buona tenuta che le prove del CNR hanno rivelato.

posizione delle lamiere del modulo alla sezione trasversale del canale in modo che, oltre a garantire lo smaltimento dell'acqua, la distanza tra i moduli sia ridotta al minimo.

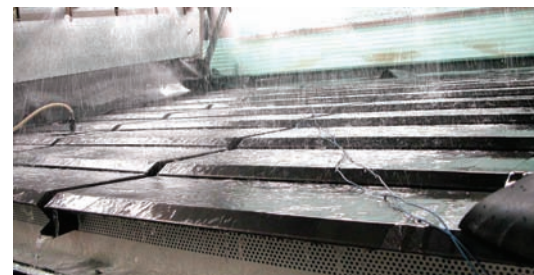
L'elemento chiave del prodotto risiede nella sua essenzialità, dietro la quale, tuttavia, si cela una complessa fase di sperimentazione in cui la geometria degli elementi e i diversi materiali sono stati lungamente testati. Il principale pregio di questo componente è quello di associare le caratteristiche di resistenza e di durabilità del metallo a una capacità di isolamento termoacustico che deriva essenzialmente dalla geometria del "cuscinio" e del materiale utilizzato per la sua realizzazione. Buona parte delle caratteristiche di isolamento termico sono legate al principio di ventilazione della facciata o della copertura. I flussi d'aria che attraversano i canali sagomati alla base dei moduli di polistirene consentono di controllare la temperatura degli strati e degli ambienti sottostanti. Affinché il canale di ventilazione sia realmente efficace sono stati appositamente studiati gli elementi di gronda e gli elementi di colmo rispettivamente corrispondenti al punto di accesso e di uscita del flusso d'aria. La capacità isolante è, inoltre, condizionata dallo spessore dello strato di polistirene. In relazione a ciò



Fasi di esecuzione delle prove di resistenza a strappo.

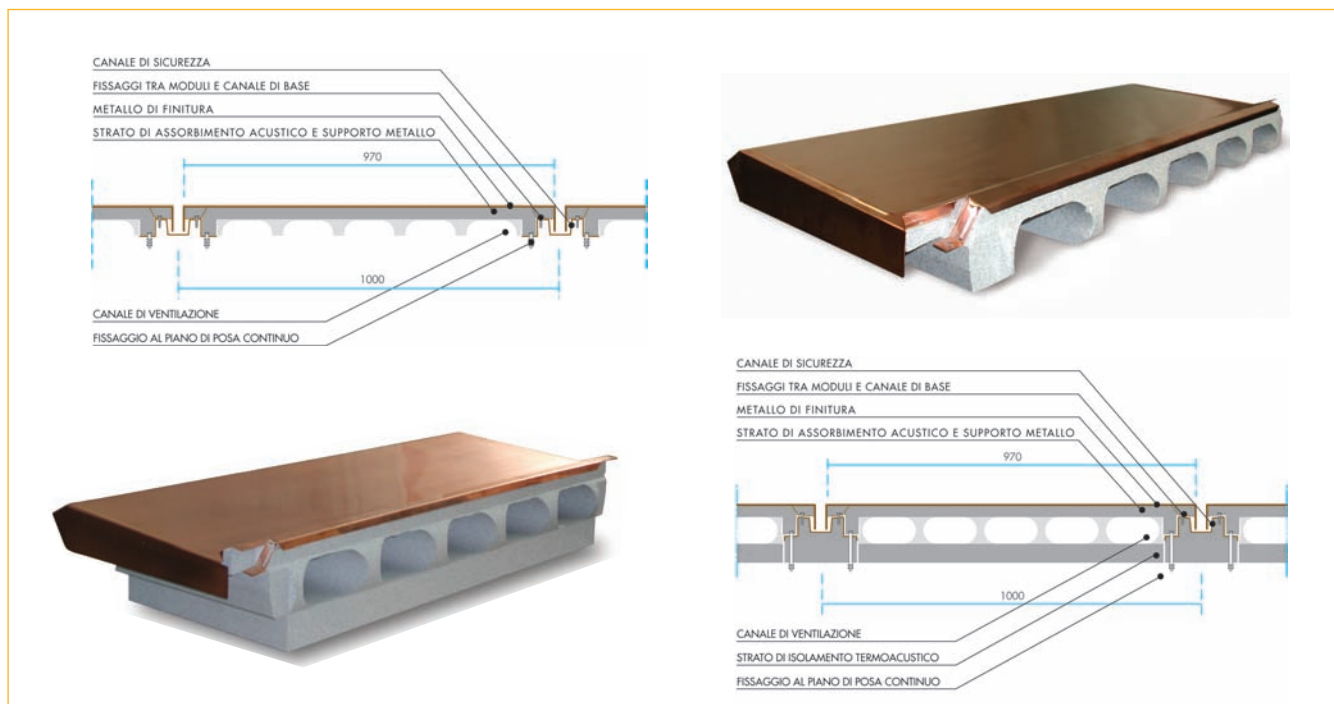


Fasi di esecuzione delle prove di resistenza meccanica.



Fasi di esecuzione delle prove di tenuta all'acqua.

Schemi di funzionamento e immagini dei pannelli delle versioni Classic e Plus.



sono state messe a punto diverse versioni del prodotto, il Classic con uno spessore di 75 mm, un canale alto 40 mm e una sezione ventilante di 300 cm²/m, e il Plus con uno spessore di 150 mm, un canale alto 65 mm e una sezione ventilante di 406 cm²/m. Sono disponibili anche la versione Skin priva dei canali di ventilazione, nata con l'obiettivo di contenere al minimo lo spessore e lasciare totale libertà al progettista nella scelta degli strati di coibentazione, e la versione Eco, che sostituisce il cuscino in polistirene con uno in sughero espanso e con un elemento strutturale in legno come supporto per la lastra metallica. Tutti i prodotti sono disponibili in tre diversi tipi di rivestimento: rame, zinco-titanio e alluminio preverniciato, ciascuno con una certa varietà di finiture. I pannelli modulari possono adattarsi a pareti verticali, a coperture inclinate e curve permettendo anche la realizzazione di involucri continui di notevole effetto formale. Par-

Esempio di rivestimento realizzato con sistema Lares.



ticolare cura deve essere posta nelle fasi di posa, che non devono essere sottovalutate per la semplicità del meccanismo di connessione. Il passo dei pannelli deve essere, infatti, opportunamente calcolato affinché gli elementi di colmo e di gronda mantengano le corrette dimensioni per il funzionamento dei canali di aerazione. Il sistema di fissaggio a tasselli nascosti garantisce una quasi totale assenza di manutenzione e prestazioni elevate. Oltre alla resistenza e alla durabilità del metallo, il componente offre adeguati livelli di isolamento termoacustico, una buona ventilazione per lo smaltimento del calore estivo, un più che discreto livello di integrabilità con i terminali impiantistici, l'assenza di fenomeni di condensa e una eccellente tenuta all'acqua su pendenze non inferiori al 15%. Inoltre, fatto molto importante quando si parla di metalli, la sua geometria e il tipo di posa consentono una certa libertà di movimento ai singoli elementi, prevenendo gli effetti di deformazione che potrebbero derivare dalle dilatazioni termiche. Grazie alla loro natura composta i moduli sono resistenti alla grandine e alla pioggia battente, con discreti livelli di abbattimento del rumore per impatto grazie al "cuscino" in polistirene. Per verificare l'efficacia delle soluzioni messe a punto il gruppo di progettazione si è avvalso della collaborazione dell'Istituto per le Tecnologie della Costruzione – ITC-CNR di Milano, con cui ha svolto un intenso programma di prove sperimentali. Tra i fattori che non vanno trascurati si sottolineano il montaggio a secco, che garantisce rapidità di posa e reversibilità dell'intervento, e la totale riciclabilità dei materiali utilizzati, aspetto non secondario in tempi in cui la sostenibilità non appare più come un orientamento, ma come una necessità.