

Architetture mutevoli che celano una avanzata tecnologia di materiali e impianti. Una produzione di nicchia che si sta affermando come soluzione ideale per inserirsi in modo discreto e rispettoso nei centri storici e negli spazi urbani

Itineranti, removibili o permanenti

Antonella Pirovano

L'architettura "provvisoria" (teatri tenda, circhi, coperture reversibili per impianti sportivi, ecc.) è strettamente connessa allo sviluppo dei tessuti tecnici. Alla base della scelta architettonica vi è la possibilità di stimolare la creatività e di poter esplorare innumerevoli campi grazie alle opportunità espressive offerte dall'impiego di membrane tessili. La libertà di poter scegliere tra varie forme (doppia curvatura, membrana insellata, ecc.), a differenza di altri materiali che permettono solo curvature semplici o superfici piane, apre molteplici impieghi alle architetture tessili. Una funzione sempre più valorizzata da parte dei progettisti è la trasmissione luminosa dei tessuti che consente

di rispondere alle necessità di controllo della luce all'interno delle strutture.

Per quanto riguarda la scelta tecnica, vi sono diverse motivazioni alla base della preferenza per i tessuti tecnici. Il principale vantaggio riguarda la preparazione in fabbrica dei componenti che è molto più ampia rispetto a quella di altri mate-

riali e perciò il tempo sul cantiere risulta ridotto, il montaggio più rapido e il controllo di tutte le operazioni migliore. Inoltre si utilizzano soprattutto strutture primarie come archi, piloni e fondamenta con luce libera molto superiore a quella di altri materiali; il tessuto rimpiazza inoltre i sistemi tradizionali di copertura. Un altro vantaggio è la possibilità di riutilizzare le strutture sia nel caso queste siano installate temporaneamente, sia che queste siano destinate a manifestazioni di più lunga durata. Un particolare tecnico interessante è che la resistenza alla corrosione in alcuni ambienti di produzione industriale è ben superiore rispetto al metallo. Tra i fattori che rendono interessante l'utilizzo di membrane, occorre inoltre considerare anche l'adattabilità al clima; le architetture tessili resistono con temperature da -30 a 50°C, venti sino a 160 km/h, forti precipitazioni e presenza di salsedine.

L'utilizzo delle strutture tessili offre la possibilità di coprire ampi spazi e volumi complessi con coperture di tipo provvisorio o permanente. L'adattabilità e versatilità di queste strutture le rendono adatte per una vasta gamma di campi di impiego. Le architetture tessili rispondono all'esigenza di attrezzare spazi esterni per eventi di vario genere: attività sportive, fiere, esposizioni, congressi, convegni, spetta-



Il materiale

Il tessuto di base o supporto è l'elemento che assicura le caratteristiche meccaniche del prodotto finito. Le fibre legate tra loro in forma di fili, sono assemblate grazie al processo di tessitura continua con l'incrocio dei fili tra ordito e trama. Il filo comunemente usato è in fibra di poliestere ad alta tenacità, con vari titoli secondo la resistenza richiesta. Una caratteristica importante dei tessuti in PVC è la trasmissione luminosa; il passaggio della luce può influenzare il risultato finale della struttura in presenza soprattutto di specifiche esigenze di luminosità. Le membrane totalmente trasparenti vengono generalmente realizzate con PVC tipo "cristal". Altrettanto interessante è la possibilità di utilizzare tessuti che non lasciano passare la luce; questo consente di effettuare all'interno delle strutture allestimenti particolari (rappresentazioni teatrali o cinematografiche, convegni o riunioni, ecc). Grazie alle nuove tecnologie applicate alla realizzazione di membrane tessili è stato ideato un nuovo materiale in alternativa al tessuto poliestere, il teflon (fibra di vetro) dalle ottime caratteristiche meccaniche, indicato per la realizzazione di strutture permanenti.

Il tessuto di base viene poi spalmato. La spalmatura rende il tessuto impermeabile e contiene tutti i prodotti necessari a caratterizzare la membrana per gli aspetti estetici e di resistenza agli agenti esterni ed al fuoco. La spalmatura consente anche la giunzione delle membrane tra di loro mediante termosaldature ad aria o ad alta frequenza.

Il rivestimento ha lo scopo di protegge-

In alto, tensostruttura di circa 2.000 m² realizzata nel 2002 per mostra itinerante Harley Davidson negli Stati Uniti (Canobbio).

A sinistra, tenda per spettacoli in tensostruttura di dimensioni 52 x 52 m., realizzata nel 2003 per Voltige Inc in Canada (Canobbio).

re la spalmatura dai raggi UV, allungandone così la vita e di consentire una migliore pulizia della membrana, punto essenziale per l'aspetto estetico e per la manutenzione del tessuto. Nel settore delle membrane per l'architettura tessile dai primi anni 90 vengono sempre di più impiegate vernici a base di PVDF (fluoruro di polivinilidene), un prodotto che consente di raggiungere risultati di gran lunga superiori rispetto alle vecchie vernici acriliche.

La laccatura mantiene il tessuto pulito e brillante nel tempo, protetto dai raggi UV, sporczia, erosione e da agenti atmosferici inquinanti. In alternativa all'uso di vernici in PVDF viene applicato sulla spalmatura un film di protezione, tra cui il più conosciuto è il Tedlar PVF.

I tessuti in fibra di vetro, costruiti con filati molto fini e flessibili, vengono invece impregnati di PTFE (politereafluoroetilene) e sono ideali per realizzazioni prestigiose e durature grazie alla sta-



bilità dimensionale della fibra di vetro e al potere autopulente del PTFE. La fibra di vetro può essere anche spalmata con silicone, una valida alternativa per le sue caratteristiche di repellenza allo sporco, reazione al fuoco senza l'aggiunta di additivi ignifuganti, durata e resistenza.

Per ogni tipo di materiale cambia anche la durata: le membrane tessuto/PVC acrilico standard hanno una durata di 8-10 anni, le membrane tessuto/PVC Tedlar e quelle tessuto/PVC PVDF ad alto spessore hanno una durata di 12-15 anni, le membrane teflon/PTFE e

Gli aspetti normativi

Le architetture tessili a carattere permanente sono progettate e dimensionate secondo le normative per le strutture tradizionali in muratura, calcestruzzo o acciaio. Per le strutture a carattere temporaneo o utilizzate solo nei mesi estivi, la normativa prevede dei coefficienti di riduzione dei carichi (solo carico vento) a tutto vantaggio delle potenzialità offerte dalle strutture leggere. Oltre alle disposizioni di legge vi sono delle norme UNI che riguardano le architetture tessili. La UNI 10949:2001 "Sicurezza delle attrezzature per fiere e parchi di divertimento. Tende, strutture tessili temporanee e/o itineranti. Progettazione, costruzione, montaggio e manutenzione" specifica i requisiti minimi di sicurezza per la progettazione, calcolo, fabbricazione, installazione, manutenzione, funzionamento, verifica e collaudo di tende temporanee e/o itineranti. La norma SS UNI U50.00.299.0 "Tende-strutture, tenso-strutture, presso-strutture. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo, l'uso e la manutenzione" tratta i requisiti di resistenza, servizio, sicurezza e durata delle tende-strutture, tenso-strutture e presso-strutture e fornisce indicazioni in merito alla qualità dei materiali da costruzione e dei prodotti che si utilizzano ed il livello di accuratezza delle operazioni in cantiere necessarie per rispettare le ipotesi definite nelle regole di progettazione. Per quanto riguarda i tessuti, che devono essere ignifughi, le norme di riferimento sono quelle DIN che ne definiscono le caratteristiche: il numero dei fili (DIN 53853), il titolo del filo (53830), il peso totale (g/mq) (DIN 53352), la resistenza a trazione (DIN 53354), la resistenza alla lacerazione (DIN 53363).



I padiglioni realizzati in PVC Crystal interamente trasparente sono all'insegna della leggerezza e della tecnologia; illuminati nelle ore serali offrono un suggestivo gioco di luci (Tebe).

Il modello Padiglione a due falde della Tensotend consente di ottenere piccole, medie o ampie coperture fornite di allestimento interno secondo necessità: dal controsoffitto teso o drappeggiato, ai serramenti scorrevoli in alluminio e cristallo. Un'adeguata illuminazione, la pavimentazione moquettata, il palco e il riscaldamento consentono la realizzazione di ambienti attrezzati e adatti ad ogni utilizzo in ogni stagione. Per migliorare ulteriormente la qualità estetica vi è la possibilità di allestire una o due estremità ad abside arrotondata (Tebe).

rivestite in silicone hanno una durata di 20-25 anni.

La durata richiesta è da valutare rispetto al tipo di impiego previsto; per strutture itineranti e stagionali viene solitamente usato il tessuto semplice, per strutture permanenti vengono invece impiegati teli trattati più resistenti.

Le tipologie

Nel campo dell'architettura tessile sono presenti diverse tipologie strutturali, che possono suddividersi in: tensostrutture, autoportanti (tendostrutture, pagode e gazebo), geodetiche, arcostrutture, presso strutture. Ogni tipologia strutturale può essere a sua volta suddivisa in tre categorie, a seconda dell'utilizzo richiesto: strutture rimovibili itineranti, strutture rimovibili stagionali, strutture permanenti.

Tensostrutture

Le tensostrutture sono quella particolare classe di sistemi strutturali i cui elementi risultano prevalentemente sollecitati a sforzi di trazione. La produzione di funi in acciaio armonico e di membrane in fibra tessile rivestite di materiale protettivo plastico (PVC), ha fornito la possibilità di avere materiali capaci di resistere a notevoli sforzi di trazione. La fune, infatti, una volta caricata tende ad assumere la forma della funicolare dei carichi applicatigli; l'unica sollecitazione presente è uno sforzo di trazione. Questa tipologia costruttiva consente di realizzare strutture snelle e molto leggere, adattabili facilmente a forme architettoniche sempre più evolute e capaci di coprire grandi spazi senza interposizione di opere verticali di sostegno. Al fine di realizzare strutture stabili, la superficie delle membrane deve necessariamente essere a doppia curvatura, una convessa ed una concava. Dal punto di vista puramente matematico la forma è un paraboloide iperbolico, cioè la forma simile ad una sella, che si apprezza soprattutto nelle tensostrutture a vela. Oltre alla membrana, che rappresenta la parte più visibile, le tensostrutture devono la loro forma ad un telaio rigido, tradizionalmente composto da carpenteria in acciaio. Soluzioni interessanti sono comunque ottenute anche con legno lamellare, calcestruzzo e sistemi di funi e tiranti in caveria in acciaio.

Le tensostrutture sono ideali per allestire grandi spazi espositivi, impianti sportivi e spazi aperti destinati a manifestazioni, cioè opere che non necessitano di sostegni intermedi. Sono generalmente semplici da montare grazie ad innovativi sistemi di fissaggio.

Tendostrutture

Si definiscono tendostrutture quelle strutture aventi uno scheletro portante indipendente, con telo di copertura e tamponamento di forma piana, con pretensione trascurabile e non fondamentale ai fini del calcolo o della stabilità della struttura. L'interno delle tendostrutture risulta completamente libero. Anch'esse vengono ancorate al terreno in corrispondenza dei montanti.

Il tipo classico di tendostruttura è a due falde (o a "capanna"), con copertura piana fissa, spesso dotata di tamponamento laterale costituito da teli di chiusura bianchi o colorati che possono essere anche finestrati (in PVC trasparente), scorrevoli e raccogliabili. La struttura può essere composta da più capriate modulari disposte parallelamente o a raggiera. Sono possibili combinazioni di strutture composte da una parte centrale a due falde, dotate di absidi esagonali, ottagonali, dodecagonali.

Le tendostrutture a gazebo sono strutture a base quadrata o rettangolare dotate di copertura pre-tesa a guglia in appoggio su montanti perimetrali posti in corrispondenza degli spigoli. Sono strutture ottimali per costruzioni di medie dimensioni. Grazie alla loro modularità sono variamente accorpabili a formare superfici complesse; viceversa, la modularità ne permette un uso parziale o lo smembramento in sotto-multipli. I laterali possono essere tamponati con telone fisso o scorrevole su appositi binari, nel quale si possono creare, con telone trasparente, delle finestre.

Le tendostrutture ad arco sono strut-

ture con copertura ad arco segmentato dotate di membrana piana fissa e di tamponamento laterale eventualmente apribile. La struttura base è composta da più archi modulari disposti parallelamente tra loro. Sono strutture nate per coprire campate particolarmente ampie, ma anche per avere strutture più alte al colmo. Vi sono anche tendostrutture tralicciate a volta, a capriata o ad una sola pendenza. Anche in questo caso le pareti laterali possono essere tamponate con teloni fissi o apribili; nelle tamponature laterali e nelle testate si possono creare, con telone trasparente, delle finestre.

Geodetiche

Le strutture geodetiche sono costituite da una membrana in tessuto, singola o doppia, appesa ai nodi di un traliccio con catene metalliche e dischi parastrapo, oppure sovrapposta al traliccio. La struttura metallica è composta da un traliccio spaziale, a maglia triangolare per le cupole e rinforzato da tiranti per i tunnel, formato da profili tubolari in acciaio. Le strutture geodetiche consentono la copertura di vaste aree senza l'ausilio di pilastri intermedi con ottime garanzie di robustezza, durata, economicità e validità estetica. Vengono impiegate per utilizzi semi-permanenti in realizzazioni di varie dimensioni.

Arcostrutture in legno e in acciaio

La membrana tessile con supporto in archi di legno lamellare è l'abbinamento di maggior pregio estetico delle strutture tessili, utilizzato soprattutto per impianti sportivi e teatri tenda. In particolari casi, ad esempio e per gli impianti natatori, le membrane sono completamente rimovibili, sia in copertura che lateralmente.

Il tessile utilizzato con l'acciaio sfrutta la notevole flessibilità di impiego di quest'ultimo: dagli archi reticolari alle infinite geometrie spaziali. Il manto di copertura, che deve garantire durata e resistenza ai carichi, viene applicato esclusivamente in condizioni ottimali per evi-

tare punti di abrasione e di corrosione dovuti al contatto con la struttura portante. Il sistema di aperture laterali consente di ottenere un'ottima ventilazione nella stagione calda.

Pressostrutture

Le strutture basate sul principio della sovra-pressione dell'aria interna rispetto a quella dell'ambiente, allo scopo di sostenere la membrana in PVC sono tecnicamente definite "pressostrutture"; il peso della struttura e i carichi esterni sono supportati dal volume dell'aria pressurizzata presente all'interno dell'involucro. In questo caso sono di fondamentale importanza l'affidabilità delle saldature di unione permanentemente sollecitate, l'efficienza degli accessori quali le porte di ingresso girevoli, la tecnica delle macchine di ventilazione per una buona climatizzazione, la tecnologia di controllo della pressione interna che viene modulata per rispondere in tempo reale al cambiamento delle condizioni di carico esterne. Per mantenere la giusta pressione interna, si utilizzano ventilatori di potenza opportuna; all'interno della pressostruttura è comunque presente una leggera struttura metallica di sostegno, che all'occorrenza può servire ad impedire la repentina caduta della membrana. Le strutture aerosupportate hanno una o più membrane separate da una intercapedine d'aria, con spessore determinato per una adeguata coibenza. La semplicità costruttiva delle pressostrutture offre infinite possibilità di personalizzazione: colori, trasparenze, tagli dei teli (a spicchi, a fasce parallele), oltre ad accorpamenti, tunnel di collegamento e curvature.

L'ancoraggio a terra può essere realizzato sia con tubo ad acqua, che corre lungo il perimetro, sia con tasselli infissi nel terreno o su apposita pedana. Per le loro caratteristiche di economicità, flessibilità di impiego e rapidità di montaggio e smontaggio vengono molto usate per la copertura stagionale di piscine e campi da tennis e da calcetto.



Le funi spiriodali e chiuse, prodotte da Tensoteci, sono costituite da fili di acciaio ad alta resistenza zincati a caldo. La fune è formata da strati di fili tondi avvolti ad elica attorno al nucleo centrale. Le funi sono riempite negli strati interni con Tensofill, costituito da inibitore della corrosione per ambienti molto aggressivi addizionato con polvere di zinco (Tensoteci).

La nuova sede del Consiglio Regionale della Regione Lombardia a Milano è composta da tre corpi. Il corpo A è una struttura geodetica a pianta circolare di diametro 40 metri a doppia membrana di copertura e pennellatura perimetrale di altezza 3 metri; comprende una sala polifunzionale di 300 posti con relativi servizi tecnici (sala regia, sala stampa, uffici, guardaroba e servizi). Il corpo C è una struttura circolare di 40 metri di diametro destinata all'aula plenaria per le riunioni del Consiglio Regionale dotata di 120 posti, dotata di appositi spazi tecnici (foyer, uffici, servizi). Il corpo B tra le due cupole è realizzato con struttura in acciaio e pennellature in alluminio a vista con ampie vetrate e comprende l'area servizi: foyer, locali di servizio e tecnici, bar e guardaroba.