



Università degli Studi di Ferrara

DOTTORATO DI RICERCA IN "TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA"

CICLO XXII

COORDINATORE Prof. GRAZIANO TRIPPA

ZONA MOBILE

TECNOLOGIE PER L'INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA DI ELEMENTI SCHERMANTI MOBILI

Settore Scientifico Disciplinare ICAR/12

Dottorando

Dott. Alessandro Premier

Tutore

Prof. Pietro Zennaro

Anni 2007/2009



1

Ambito di riferimento

delimitazione del campo di indagine

definizione degli obiettivi

definizione dei risultati attesi

0

Introduzione



3

Ambito di intervento

qualità ambientale e principali problematiche

il ruolo delle schermature nella contemporaneità

definizione dei parametri di analisi



2

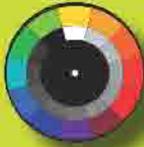
Analisi dello stato dell'arte

indagine storica

indagine normativa

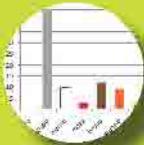
classificazione dei sistemi schermanti

tipologie di software esistenti



Strumenti e metodi

raccolta dei casi studio
definizione della scheda di analisi
casi emblematici



Ricerca

elaborazione dei dati ottenuti



Linee guida

rapporti tipologici e cromatici
all'esterno degli edifici

resa cromatica negli
ambienti interni



Conclusioni

limiti e potenzialità
linee di sviluppo
ricadute
software "Color Shading"

Ringrazio il prof. Pietro Zennaro per la pazienza e la disponibilità con cui ha seguito passo dopo passo lo svolgimento di questa tesi. Ringrazio l'arch. Katia Gasparini per i preziosi consigli tecnici. Un ringraziamento speciale infine a mia madre e a mio padre.

INDICE

009 0 INTRODUZIONE

014 1 AMBITO DI RIFERIMENTO: LE SCHERMATURE SOLARI ESTERNE DINAMICHE

015	1.1	Inquadramento del problema scientifico
017	1.2	Ambito di riferimento
019	1.3	Problematiche di riferimento
021	1.4	Delimitazione del campo di indagine: le schermature esterne dinamiche
022	1.5	Obiettivi della ricerca
022	1.6	Risultati attesi
023		Bibliografia

024 2 STATO DELL'ARTE: LE SCHERMATURE TRA STORIA E CONTEMPORANEITA'

025	2.1	Breve storia dei sistemi schermanti
025	2.1.1	Cenni storici sulle tende da sole
037	2.1.2	Le tende da sole dal Movimento Moderno ad oggi
043	2.1.3	Imposte, persiane e avvolgibili in architettura: alcuni cenni storici
053	2.1.4	Le origini del brise-soleil: da Joseph Paxton a Jean Prouvé
060	2.1.5	I sistemi frangisole nella seconda metà del XX Secolo
067		Bibliografia
071	2.2	Le schermature: norme e regole tecniche
073	2.2.1	Norme tecniche
081	2.2.2	Direttive Europee
081	2.2.3	Leggi e decreti dello Stato Italiano

2.2.4	Leggi regionali	085
2.2.5	Regolamenti comunali	086
2.2.6	Altri regolamenti	089
2.2.7	Criticità relative ad aspetti normativi	091
	Bibliografia	092
	Tavole riassuntive dei regolamenti edilizi analizzati	094
2.3	Classificazione dei sistemi schermanti	097
2.3.1	I sistemi frangisole	098
2.3.2	Imposte e persiane avvolgibili	116
2.3.3	Tende	132
	Tabella riassuntiva dei sistemi di schermatura classificati	156
	Bibliografia	157
2.4	Tipologie di software per le schermature solari	159
	Bibliografia	171

3 AMBITO DI INTERVENTO:

172

LA PRESTAZIONE DI ASPETTO NEGLI INVOLUCRI SCHERMATI

3.1	Le schermature nei prospetti degli edifici: problematiche principali	173
3.2	Gli edifici e le schermature solari: il tema della qualità ambientale	175
3.3	Le schermature nell'architettura contemporanea	177
3.4	Normativa e progetto: aspetti che richiedono approfondimenti	183
3.5	Informazioni di base sul progetto	185
3.6	Definizione del sistema di schermatura	188
3.7	Integrazione delle schermature con l'involucro: combinazioni cromatiche	189
	Bibliografia	191

192 4 STRUMENTI E METODI

- 193 4.1 Raccolta dei casi studio
- 193 4.2 La scheda di analisi come modello per la ricerca
- 203 Casi emblematici:
 - 204 1. Scheda n. 02 Fünf Höfe
 - 206 2. Scheda n. 19 Quai Branly Museum
 - 208 3. Scheda n.40 Daimler Chrysler Office and Retail
- 211 Tavola sinottica dei casi studio analizzati

214 5 RICERCA

- 215 5.1 L'elaborazione dei dati

232 6 LINEE GUIDA

- 233 6.1 Considerazioni trasversali
- 233 6.2 Rapporti tipologici e cromatici nei nuovi interventi
- 241 6.3 Le schemature e gli ambienti interni

244 7 CONCLUSIONI

- 245 7.1 Linee di sviluppo
- 249 7.2 Limiti e potenzialità della ricerca
- 250 7.3 Ricadute
- 252 7.4 Color Shading: software sull'integrazione delle schermature con l'involucro
- 255 Bibliografia

257 BIBLIOGRAFIA GENERALE

0 INTRODUZIONE

Pavimentazione in lastre di cemento (80x80) sp. 2 cm

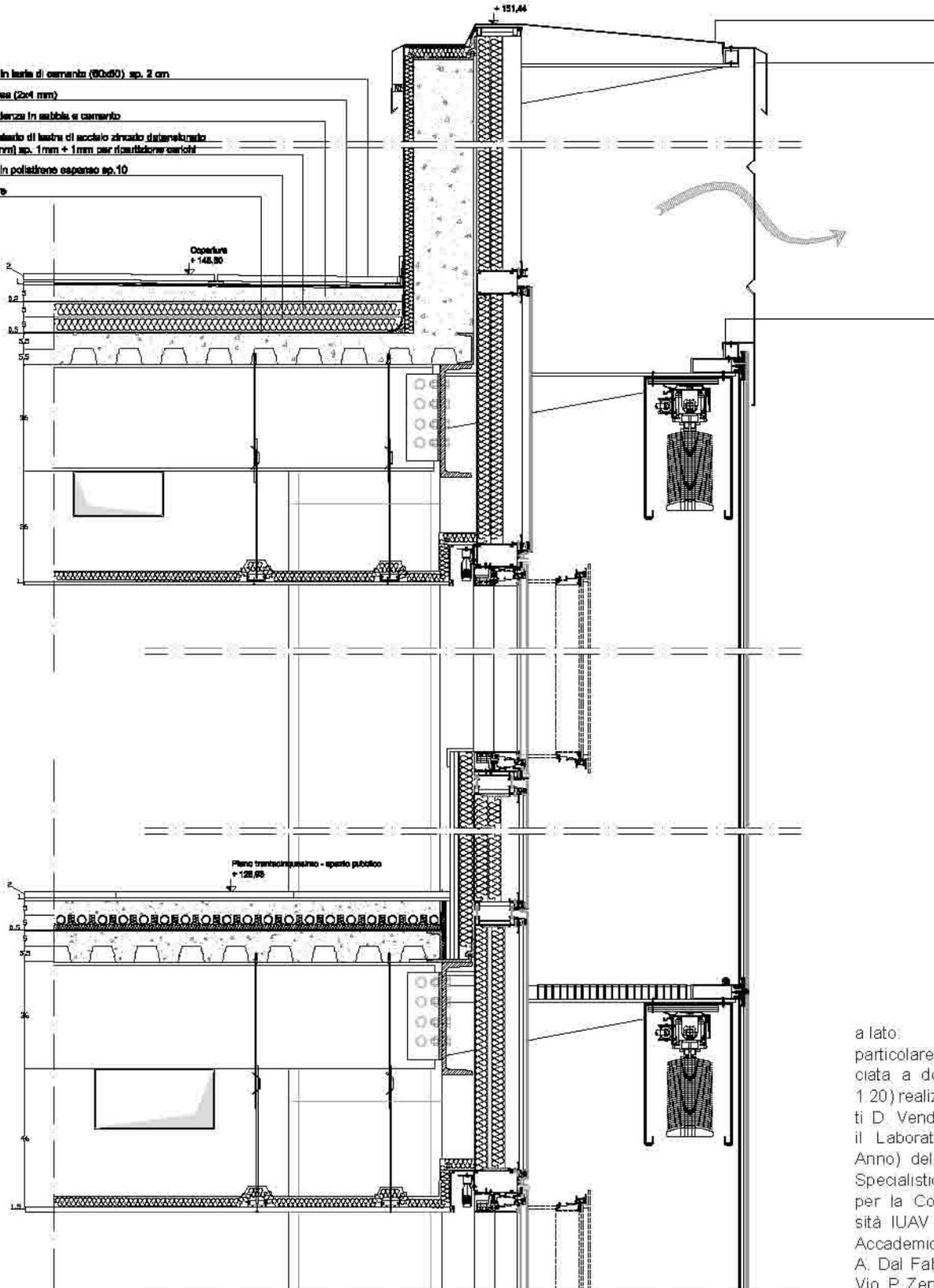
Quadra bituminosa (2x4 mm)

Massello di pendenza in sabbia e cemento

Doppio strato rifinito di lastre di acciaio zincato galvanizzato (800mm X 600mm) sp. 1mm + 1mm per distribuire carichi

Isolante termico in polistirene espanso sp.10

Barriera al vapore



a lato:
particolare costruttivo di facciata a doppia pelle (scala 1/20) realizzato dagli studenti D. Vender e N. Pedri per il Laboratorio Integrato (1° Anno) del Corso di Laurea Specialistica in Architettura per la Costruzione. Università IUAV di Venezia, Anno Accademico 2008-09, proff. A. Dal Fabbro, M. Milan, M. Vio, P. Zennaro

"[...] l'organismo (architettonico) ha [...] bisogno, per configurarsi bene, di altre scelte [...], tra le quali, è quella che si riferisce ai "materiali" coi quali si realizzerà la configurazione stessa, e che quindi appariranno all'esterno e all'interno, materializzando otticamente la forma" (Quaroni, 1977, p. 151).

Questa ricerca si occupa di quegli elementi mobili che contraddistinguono i prospetti di molte architetture. Nella maggior parte dei casi questi elementi svolgono la funzione di schermatura solare dinamica: saranno quindi chiamati di volta in volta schermature solari, schermi dinamici, sistemi schermanti, protezioni solari ecc.

Tutta la ricerca si sviluppa attorno al tema della qualità ambientale, prevalentemente in relazione agli spazi aperti ma anche a quelli confinati.

Secondo la quantità e le loro dimensioni le schermature solari esterne sono in grado di modificare pesantemente l'aspetto di una facciata, di un fronte urbano, di un ambiente. La ricerca quindi, nell'ambito dell'ampio tema della qualità ambientale, vuole concentrarsi sugli aspetti tecnologici che permettono l'integrazione architettonica tra le schermature e i prospetti degli edifici, senza tralasciare il contesto e gli ambienti abitati.

L'obiettivo primario di questa ricerca è quindi individuare degli strumenti tecnologici che permettano di legare i criteri di scelta di un sistema schermante rispetto ad un altro a requisiti e specifiche esigenze di tipo architettonico.

L'importanza di tale ricerca risiede anche nella crescente strategicità degli elementi schermanti. L'uso delle schermature solari dinamiche all'esterno degli infissi è stato reso obbligatorio dal *D.Lgs 29 dicembre 2006, n. 311* (comma 10 dell'Allegato I) e esteso a tutte le tipologie di nuovi edifici e al restauro o ristrutturazione di edifici superiori ai 1000mq dal *Dpr 2 Aprile 2009, n.59*. Le motivazioni di questo provvedimento sono però legate ad istanze di tipo energetico che, nel progetto di architettura, sono un aspetto successivo alla composizione. Tale norma, difatti, non prende in considerazione il pesante condizionamento delle qualità architettoniche e ambientali, che questa ricerca intende mettere in risalto, come attenzione che non può essere mai seconda nelle opere di architettura.

In uno scenario complessivo dove la ricerca scientifica sembra prevalentemente orientata verso le tematiche del risparmio energetico e del comfort micro-climatico (le schermature solari sono spesso inquadrare esclusivamente all'interno di questo ambito), si è voluto concentrare l'attenzione su quegli aspetti di integrazione col contesto (inteso qui come organismo edilizio, insieme di organismi, ambiente) che costituiscono istanza primaria per la qualificazione degli spazi antropizzati.

Si è cercato quindi di analizzare tutti gli aspetti che riguardano il mondo delle schermature, dall'evoluzione storica di questi elementi all'interno del progetto di architettura e

delle realtà urbane, agli aspetti normativi che ne regolano la produzione e l'installazione nei prospetti, dalla classificazione delle tipologie esistenti e disponibili sul mercato edile, ai sistemi di collegamento con l'involucro architettonico. Queste analisi hanno portato all'individuazione di quelli che sono gli argomenti topici della ricerca e che hanno costituito i parametri attraverso i quali si sono raccolti i dati per l'elaborazione del risultato finale.

Il tema dell'integrazione delle schermature con i prospetti ha posto al centro della ricerca il colore. Occupandoci di integrazione tra schermi e involucri è chiaro che, a livello percettivo, ciò che determina la qualità di questi spazi sembra essere in prevalenza ciò che riusciamo a cogliere visivamente. E ciò che si riesce a cogliere degli spazi attraverso la vista è in genere la qualità superficiale delle cose, in questo caso degli edifici. *"Gli edifici appaiono sotto forma di superfici [...] E' la periferia che esprime ogni manufatto, il suo essere palese"* (Zennaro, 2009, *Architettura senza*, p.66). Il colore o le combinazioni di colori, le ombre e le sfumature, oltre alle tipologie, sono stati gli strumenti attraverso i quali si è proceduto lungo tutto il percorso della ricerca, definendone i parametri e, di conseguenza, gli output. Lo scopo ultimo della ricerca è stato quello di produrre uno strumento operativo, del tipo "linee guida", associabile alle tipologie di facciata, connotate cromaticamente e alle tipologie di schermature caratterizzate anch'esse da specifiche qualità cromatiche e superficiali.

La ricerca ha preso spunto da una casistica di edifici la cui costruzione fosse recente, raccolta all'interno della produzione di architettura contemporanea di livello internazionale. Si è ritenuto, infatti, che attraverso lo studio di come oggi i team di progettazione più attrezzati utilizzano le schermature solari costituissero una base dati significativa per elaborare delle statistiche e delle considerazioni in merito.

Consapevoli del fatto che *"la realtà è percepita in maniera diversa da persona a persona"* (Zennaro, 2009, *Architettura senza*, p. 65), si è cercato di fondare le basi della ricerca sugli strumenti normativi in vigore e su teorie consolidate all'interno della comunità scientifica, riportando quanto indagato all'interno di grafici e dati statistici.

La progettazione architettonica ai nostri giorni sembra condizionata dalla velocità che contraddistingue il ritmo del tempo odierno: si rendono necessari pertanto strumenti che permettano di facilitare nonché velocizzare alcune scelte progettuali. Si è pensato perciò di trasferire in maniera ancora più sintetica quanto ricavato dalla ricerca in un software che ne consenta un utilizzo ancora più rapido. Le linee guida tracciate non vogliono assolutamente sostituirsi all'intervento progettuale, anzi vogliono costituire uno strumento di supporto alla progettazione stessa, poiché *"anche se predisponessimo un progetto in cui le decisioni soggettive o personali potessero essere virtualmente eliminate, il risultato sarebbe aperto ad una enorme serie di possibilità, ognuna moltiplicata da fattori alternativi, da restrizioni e da sequenze matematiche"* (Cook, 1967, p.6).

“Il materiale colore” (Zennaro, 2006, p.77) è quindi lo strumento tecnologico principale per l’elaborazione degli studi effettuati. Questa scelta nasce dall’importanza che le superfici schermate rivestono nella configurazione degli spazi urbani, basti pensare a come può cambiare l’aspetto di una piazza attraverso la presenza o meno delle tende colorate di un mercato. L’uso delle protezioni solari si trasforma quindi in una sorta di “allenamento” Miesiano che, come ci narra Ludovico Quaroni, *“impondeva agli studenti dell’ITT un esercizio che consisteva nel prendere con un contagocce, da quattro-cinque vasetti di colore ad acquerello già preparato, quantità variabili di tinta, e di comporre su un foglio appena inumidito macchie rotonde di diverso colore e di diverso diametro, proprio per addestrare l’occhio a considerare le quantità relative necessarie, colore per colore, a ottenere un certo effetto di armonia cromatica”* (Quaroni, 1977, p.157).

L’importanza di tale strumento è legata anche al fatto che le protezioni solari sono troppo spesso impiegate al di fuori di una logica progettuale, secondo il puro gusto soggettivo dell’utente finale. La città contemporanea si trova perciò, ancora oggi, ad essere il catalizzatore di scelte a-progettuali.

Inoltre, *“gli studi più approfonditi, e l’esperienza dell’uomo comune lo conferma, ci indicano che una città cambia completamente nel giro di cinquant’anni”* (Rossi, p. 161). Le città sono dunque caratterizzate da stratificazioni che sono frutto del susseguirsi di mutazioni culturali, sociali ed economiche avvenute nel corso di periodi solitamente molto protratti nel tempo. La città è anche il luogo dove trovano espressione le forme più disparate del vivere quotidiano contemporaneo, dai quartieri residenziali dormitorio, alle residenze di lusso, dai luoghi di lavoro (uffici, negozi, ecc.) ai luoghi pubblici (stazioni, piazze, parchi, ecc.). Se nella città contemporanea *“gran parte di queste trasformazioni possono essere spiegate dai piani”* (Rossi, p.162), la configurazione visiva dei prospetti degli edifici è spesso legata all’iniziativa privata e può essere pesantemente modificata nel tempo anche senza un progetto. La città contemporanea, dal punto di vista visivo, è dunque un insieme di colori e di messaggi che, a seconda del luogo, può oscillare dalla monocromaticità di alcuni centri storici al caleidoscopio cromatico, apparentemente senza regole, di molte periferie. All’interno di questi scenari, fra gli elementi che contribuiscono a comporre questa unità o disomogeneità cromatica, vi sono le protezioni solari.

La maggior parte di questi spazi antropici si modifica troppo spesso senza che gli strumenti di pianificazione intervengano su questa specifica materia. Nella maggior parte dei casi per installare delle tende che si affacciano su un luogo pubblico non serve nemmeno informare l’ente preposto al controllo, oppure è sufficiente una semplice comunicazione firmata dal proprietario dell’edificio, senza che nel gioco intervenga minimamente la consulenza di un professionista. Nella maggior parte dei casi la scelta delle schermature è lasciata alla discrezionalità di soggetti privi di cognizioni in merito,

discrezionalità che si estende persino nella fase produttiva dei tessuti.

Si aggiunga che i regolamenti edilizi appaiono di volta in volta o troppo permissivi o troppo restrittivi. *“Ogni buona norma dovrebbe consentire di fornire un indirizzo sulle scelte da compiere, lasciando quanti più margini possibili alla libertà soggettiva, facendo in modo però, che tale arbitrio non arrechi nocimento a quei caratteri, a quei valori che ogni luogo ha deciso, volontariamente o involontariamente di fare propri. In altre parole, la volontà e le legittime aspirazioni del singolo non dovrebbero mai entrare in contrasto con la storia e la cultura del luogo in cui l'edificio si trova collocato, ma le imposizioni normative non dovrebbero nemmeno congelare lo sviluppo e l'adattamento dei contesti urbani ai cambiamenti che si susseguono nel tempo. La città, di fatti, è il luogo dove il passato cerca di proiettarsi nel futuro, utilizzando il ricordo o la dimenticanza, comunque interpretando ciò che è avvenuto secondo gli strumenti e i modi del presente”* (Zennaro, 2009, “Le tende nei piani del colore”, pp.96-97).

La ricerca si è sviluppata all'interno della tesi in varie fasi che sono di seguito riportate.

La prima parte (capp. 1-2) riguarda l'inquadramento del problema scientifico con la definizione dell'ambito della ricerca e l'analisi dello stato dell'arte.

Il secondo capitolo raccoglie in particolare i principali aspetti concernenti il mondo delle schermature, suddividendoli e analizzandoli per temi.

Innanzitutto si è ritenuto fondamentale l'inquadramento storico, per poter meglio comprendere le origini dei sistemi schermanti e la loro evoluzione, anche in relazione a cambiamenti culturali, fino alle configurazioni odierne a noi note. Tale indagine storica è stata utile anche per definire i contorni della ricerca e il linguaggio da utilizzare nella definizione dei parametri.



a lato:
Kiefer Technic Showroom,
Giselbrecht + Partners, 2007
Foto © Paul Ott
(e-architect.co.uk)

La strategicità dell'analisi storica sussiste anche per gli interventi attuali, visto il ruolo determinante delle schermature nella configurazione di certi paesaggi urbani e il crescente dibattito sulla manutenzione, recupero, riqualificazione, restauro di manufatti edilizi storici.

Il capitolo contiene poi la parte che analizza i vari livelli normativi che agiscono sulla produzione e sull'installazione dei sistemi schermanti. Attraverso le norme che riguardano la produzione si è proceduto alla classificazione dei sistemi utilizzati nell'architettura contemporanea, sulla quale viene mantenuta un'attenzione costante.

Infine il capitolo descrive le principali caratteristiche relative alle tipologie di software utilizzati nel settore delle protezioni solari.

Nella seconda parte (capp. 3-4) sono definiti i parametri della ricerca.

In essa sono rielaborati i contenuti raccolti nella prima parte: alla luce delle problematiche individuate e delle caratteristiche di relazione tra schermature e involucro edilizio vengono selezionati i dati da raccogliere. Si delineano i criteri di selezione dei progetti e si elabora lo strumento di analisi: il modello di schedatura dei casi studio.

La terza parte (capp. 5-6) contiene gli esiti della ricerca.

Dapprima sono riportati, punto per punto, i valori statistici derivanti dai parametri di ricerca, successivamente le considerazioni trasversali sui dati raccolti.

In ultima analisi sono stilate delle sintetiche linee guida per l'integrazione tipologico-cromatica delle schermature solari nel progetto di architettura contemporanea.

Nell'ultimo capitolo sono indagate le prospettive future della ricerca e i suoi limiti.

In conclusione viene descritto il progetto di un software per l'integrazione delle schermature solari con alcune tipologie di prospetto.

BIBLIOGRAFIA

Cook Peter, *Architecture: action and plan*, Studio Vista Ltd., Londra, 1967 (tr. It. a cura di Giulio Petti e Adriana Pelucca, *Architettura: azione e progetto*, Calderini, Bologna, 1970)

Quaroni Ludovico, *Progettare un edificio*, Gangemi, Roma, 1977

Rossi Aldo, *L'architettura della città*, Marsilio, Padova, 1966

Zennaro Pietro, "Il materiale colore", in AA.VV., *Voci di tecnologia dell'architettura*, Tecnologos, Cavriana (MN), 2006

Zennaro Pietro, *Architettura senza*, Franco Angeli, Milano, 2009

Zennaro Pietro, "Le tende nei piani del colore", in *Tenda in & out*, n.1/2009, pp. 94-99

1

AMBITO DI RIFERIMENTO: LE SCHERMATURE SOLARI ESTERNE DINAMICHE

in basso:
Kiefer Technic Showroom,
Giselbrecht + Partners, 2007
Foto © Paul Ott (e-architect.co.uk)



1.1 Inquadramento del problema scientifico

La produzione di architettura contemporanea fa largo uso delle potenzialità espressive del vetro e di materiali più o meno trasparenti o traslucidi. Dall'epoca del Movimento Moderno ad oggi si è compiuta una rivoluzione culturale che ha coinvolto un'ampia parte del mondo della progettazione architettonica. Dalle strutture in muratura portante si è passati alle strutture a telaio e alle strutture metalliche, mentre le pareti dell'edificio, un tempo masse opache e protettive, si sono trasformate in pannelli leggeri, spesso vetrati. L'evoluzione delle tecniche costruttive ha quindi permesso una graduale riduzione della materia utilizzata per costruire gli edifici a favore di soluzioni struttura-rivestimento e della prefabbricazione in genere. *"I nuovi materiali diventano più leggeri, nel senso che è incrementata la quantità di pensiero funzionale alla loro realizzazione"* (Zennaro, 2000, p.47) mentre gli edifici sembrano perseguire *"una acorporalità, una negazione della materialità, a favore della leggerezza, inconsistenza, non presenza"* (Zennaro, 2000, p.49).

Se questa rivoluzione da un lato ha trovato ampio consenso nel mondo compositivo, dall'altro ha introdotto una serie di problematiche nuove per i progettisti. Le facciate, un tempo caratterizzate da bucatore relativamente piccole, ora possono essere completamente vetrate come in certe opere di Mies van der Rohe. Questo fenomeno avviene proprio in un periodo storico (Le Corbusier, CIAM) in cui cominciano ad esservi i primi dibattiti sulla qualità tecnologica e si proseguono quelli sugli standard nelle abitazioni. Uno degli aspetti da risolvere in questo genere di edifici era proprio il rapporto tra la volontà di sfruttare il più possibile la luce naturale e il mantenimento di alcuni parametri per il comfort interno.

Prima di questa rivoluzione, sui prospetti degli edifici si potevano ammirare tende da sole colorate, persiane a lamelle in legno, gelosie e verso la fine dell'Ottocento le tapparelle. Col Modernismo e le grandi vetrate entrano in funzione anche i brise-soleil, un'evoluzione dei sistemi antecedenti che si potrebbe quasi considerare un cambio di scala, conseguenza diretta del crescente impiego di grandi infissi e dell'idea, dominante in quel periodo, dell'edificio-macchina. Non vengono comunque dimenticati i sistemi tradizionali.

Nel primo dopoguerra, verso la fine degli anni Quaranta del Novecento, la produzione di componenti per l'edilizia, che già in quegli anni era ampiamente industrializzata, realizzò con Jean Prouvé i primi brevetti di brise-soleil orientabili per il controllo del flusso luminoso in entrata. Negli anni successivi il perfezionamento e l'adozione di norme condivise sulla produzione di componenti edili e sulle esigenze e prestazioni degli organismi edilizi è sintomo di un crescente innalzamento negli standard qualitativi nelle costruzioni.

Negli ultimi anni lo sviluppo di nuovi materiali e sistemi per la protezione solare

ha ricevuto una notevole spinta in avanti a causa di un progressivo irrigidimento degli standard qualitativi tradotti sul piano normativo. Si parla prevalentemente di prestazioni microclimatiche, visive, di resistenza agli agenti esterni e di esercizio, di manutenibilità e durevolezza, di idoneità dimensionale, integrazione funzionale e dimensionale e di prestazione di aspetto. I vari Enti di Normazione (CEN, UNI ecc.) hanno stabilito i parametri fondamentali che questi prodotti devono rispettare, mentre le normative edilizie locali per il decoro urbano si sono orientate verso una limitazione di alcuni sistemi rispetto ad altri, allontanandosi però dalla continua evoluzione fatta di nuove proposte che il mercato costantemente produce. La ricerca scientifica più recente, orientata in ambito tecnologico verso le tematiche del benessere microclimatico e del risparmio energetico, sta concentrando i propri sforzi nell'individuare metodologie che permettano una scelta ottimale del sistema schermante in funzione delle prestazioni fornite dalla relazione tra prodotto e chiusure trasparenti, relativamente al microclima interno, all'orientamento dell'edificio e alla sua localizzazione geografica. Si è assistito anche al fiorire di software di simulazione che dovrebbero orientare il consulente verso un prodotto piuttosto che un altro in base ai suddetti parametri. Sembrano invece degni di minor attenzione gli aspetti del benessere visivo e i requisiti di aspetto.

Se si considerano però alcuni fattori come la qualità della percezione di uno spazio interno dove la luce diffusa da protezioni solari di colore rosso trasforma l'ambiente stesso in una stanza rossa o se si osservano alcune realtà urbane dove la stratificazione degli interventi ha realizzato un caleidoscopio fatto di tende esterne dai colori più disparati, si può comprendere come queste tematiche necessitino di un approfondimento scientifico.

La scelta delle protezioni solari non può avvenire dunque solo in relazione alla risoluzione di requisiti di benessere microclimatico o di risparmio energetico sugli impianti estivi di condizionamento dell'aria (risolvibile peraltro attraverso l'uso di software), ma deve confrontarsi con le tematiche della qualità ambientale e dunque dell'integrazione ottimale con i prospetti degli edifici. Molto spesso, infatti, l'installazione delle schermature solari avviene successivamente alla realizzazione dell'edificio, sovente in casi di ristrutturazione edilizia per adeguare l'edificio alle più recenti normative. Questo fatto ha contribuito in maniera decisiva alla formazione di quelle stratificazioni multi-colore e multi-forma che caratterizzano i fronti di alcune realtà urbane. Basti pensare all'ampio uso di tende a cappotta o a bracci estensibili in situazioni dove sarebbe richiesta una tipologia diversa o all'uso di colori saturi dove al contrario gli intonaci esistenti richiederebbero colorazioni più tenui, o ancora all'uso di apparati meccanici di movimentazione molto ingombranti laddove non dovrebbero nemmeno essere visibili. Non sembra dunque possibile lasciare una scelta di tale importanza all'utente finale o ad una consulenza interessata solo a scopi economici.

Vi è inoltre la problematica relativa all'inserimento nel contesto delle nuove architetture. Come si è già intervenuto in ambito internazionale? Quali sono state le scelte tipologiche adottate dai progettisti nel rapporto involucro-schermatura e nel rapporto più ampio con il contesto? La complessità di questi temi richiede uno sforzo sistematico di analisi di quanto è già stato compiuto. Risulta evidente che oltre all'individuazione di tutte le tipologie di schermatura esistenti, per poter valutare un sistema di relazioni così complesso sia necessario individuare un parametro di analisi comune. In questa ricerca tale parametro è stato individuato nel colore. Si è già accennato in precedenza di quanto sia importante il colore nelle superfici realizzate dalle tende, ma se si osservano certe architetture contemporanee, ad esempio certi lavori di Foster o Rogers, oppure di Herzog & de Meuron o Nouvel, risulta evidente che anche gli altri sistemi di schermatura rivestono un ruolo determinante per la composizione di certe facciate.

Dall'analisi di questi lavori sembra quindi possibile ricavare delle indicazioni di massima che ci aiutino a comprendere quale potrebbero essere le strategie di intervento in funzione delle varie tipologie edilizie, secondo la logica che studia la città secondo i *"fatti urbani caratterizzati da una loro architettura e quindi da una loro forma"* (Rossi, p.23).

In un'ottica più ampia di raggiungimento della qualità ambientale sembra necessario individuare dei riferimenti che, attraverso un confronto anche di tipo statistico, possano condurre alla definizione di alcune linee guida per la progettazione. Da questo dovrebbero scaturire degli strumenti di facile consultazione per i progettisti e gli operatori del settore, che possano avere delle ricadute sia dal punto di vista produttivo, sia sugli orientamenti futuri che certi regolamenti edilizi potrebbero recepire.

1.2 Ambito di riferimento

Stante quanto osservato in precedenza i filoni della ricerca che costituiscono l'ambito generale di riferimento sono cinque:

- 1) **Produttivo;**
- 2) **Normativo;**
- 3) **Progettuale;**
- 4) **Di controllo;**
- 5) **Bibliografico.**

L'ambito produttivo riguarda la manifattura, l'assemblaggio e il montaggio dei sistemi schermanti. Per un'analisi quanto più esaustiva e sistematica di tutti i sistemi attualmen-

te disponibili è necessaria prima di tutto una verifica normativa (norme di prodotto) che consenta di individuare dei parametri di classificazione delle varie tipologie. L'individuazione dei sistemi è integrata dalla frequentazione di convegni, fiere di settore, siti web, contatti diretti con personale tecnico e commerciale, associazioni di settore, brochure e pubblicazioni tecniche aziendali che consentano di avere un quadro della produzione in atto il più ampio possibile. Una volta eseguita una classificazione generale con l'individuazione di sotto-categorie è necessario un approfondimento sui materiali utilizzati e le loro finiture ed eventualmente sui componenti secondari e di manovra dei sistemi schermanti: vale a dire tutto ciò che contribuisce a dar forma e colore ad una tenda da sole o ad un brise-soleil. Lo studio dei sistemi di schermatura e dei loro componenti non può essere disgiunto dalla costante verifica dell'applicazione pratica di tali sistemi, verifica che può avvenire soltanto attraverso l'osservazione di come sia stato effettuato il montaggio di tali componenti sull'involucro edilizio.

L'ambito normativo deve essere analizzato sistematicamente per gradi. E' necessario distinguere le norme che riguardano la produzione dei sistemi schermanti e le norme che ne regolano l'applicazione. E' necessario valutarle in base alla gerarchia stessa, cioè dalle norme sovra nazionali fino alle norme locali. Sono state raccolte e organizzate quindi le norme tecniche (UNI, EN, ISO) che riguardano la produzione di sistemi di schermatura, le Direttive Europee nelle quali sono coinvolte le schermature, leggi e decreti dello Stato Italiano che riguardano l'applicazione dei sistemi schermanti, leggi regionali, comunali e locali che regolamentano l'installazione di tende e schermature solari sulle facciate degli edifici.

L'ambito progettuale riguarda lo studio delle facciate degli edifici e degli effetti cromatici prodotti dalle schermature solari in alcuni ambienti interni. In questo caso la ricerca deve avere due piani di sviluppo: in una fase iniziale introduttiva un piano storico che consenta di comprendere l'evoluzione dei sistemi di schermatura in relazione ai periodi storici, ai luoghi e agli stili architettonici; in tutta la fase successiva è necessario costituire un corpo di casi studio di architettura contemporanea frutto del lavoro di progettisti di chiara fama internazionale. Il primo piano sarà fondamentale per comprendere il contesto entro il quale si sono evoluti i sistemi attualmente utilizzati e le esigenze che erano chiamati ad assolvere, ma soprattutto per mettere a fuoco la compatibilità dei sistemi attualmente disponibili con eventuali interventi di restauro o recupero. Il secondo piano è essenziale per una valutazione statistica su come l'architettura contemporanea integri nel proprio involucro tali sistemi: dal punto di vista delle connessioni, delle dimensioni dei componenti, della superficie schermata e del colore.

L'ambito di controllo riguarda i software utilizzati per l'individuazione delle schermature più idonee. Aziende, associazioni di aziende, produttori indipendenti e univer-

sità si stanno occupando a vari livelli dello sviluppo di programmi in grado di verificare l'efficacia dei sistemi schermanti sulle prestazioni microclimatiche o visive nell'edificio. Sembra esservi da parte dei produttori una grande richiesta di questi strumenti. Lo studio cercherà di analizzare quali siano le tipologie di software più diffuse e dove possano esservi delle mancanze o necessità di integrazioni, proponendo a sua volta un'ipotesi di progetto in tal senso o verso nuove direzioni.

L'ambito bibliografico della ricerca coinvolge tutti gli altri ambiti precedenti in quanto tutte le ricerche sono effettuate anche attraverso l'uso di libri, saggi e articoli. Per raccogliere normative e informazioni sui progetti si sono utilizzati anche siti web istituzionali come quelli di Comuni e Regioni e siti web ufficiali di noti studi di architettura. La ricerca bibliografica raccoglie in sé pubblicazioni monografiche di architettura, pubblicazioni storiche, libri di tecnologia dell'architettura, articoli da riviste di settore ed esiti di convegni e ricerche scientifiche. In particolare in relazione alla prestazione di aspetto ci si è avvalsi dei più recenti studi sul colore e sulla luce per redigere un modello di analisi sulle configurazioni della schermatura all'esterno e all'interno dell'edificio (Da Pos, Tornquist, Zennaro et al.). Per quanto riguarda la tecnologia dell'architettura, a libri sui processi (Ciribini, Zaffagnini et al.) si sono affiancate pubblicazioni sui materiali e sull'innovazione (Acocella, Herzog, Zennaro et al.), su qualità e manutenzione (Di Battista, Gasparoli, Manfron et al.) e pubblicazioni specifiche sui sistemi schermanti e sui materiali per la schermatura solare (Capasso, Sala et al.). Per l'analisi storica si è partiti dai trattatisti del passato (ad es. Rondelet) per arrivare agli storici del Novecento (Argan, Dal Co, Tafuri et al.). Prevalentemente gli articoli di rivista sono tratti dai periodici "Frames", "Nuova Finestra", "Tenda in & out", "Tenda International", "Modulo", "Abitare", ecc.

1.3 Problematiche di riferimento

In sintesi le principali problematiche di riferimento individuate sono di tre tipi:

- 1) Integrazione tipologico-formale delle schermature con i prospetti degli edifici;
- 2) Raggiungimento della qualità ambientale esterna;
- 3) Raggiungimento della qualità ambientale interna.

Il tema dell'integrazione delle schermature con i prospetti degli edifici è l'argomento principale di questa ricerca. Esso deve essere affrontato su più livelli. Innanzi tutto, contestualmente allo studio e alla classificazione dei sistemi schermanti, è necessario

indagare quali siano i sistemi di connessione con l'involucro o le strutture dell'edificio, supportando tali indagini con esempi pratici di architetture realizzate. Questa operazione risulta fondamentale per comprendere che tipo di relazioni intercorrono tra i sistemi di collegamento e le facciate e quali siano le configurazioni possibili.

In secondo luogo è necessario comprendere quali siano le tipologie di schermature che meglio si integrano con determinate soluzioni tecnologiche di facciata. E' evidente che se si vorrà ottenere un prospetto completamente vetrato l'applicazione di tende a bracci estensibili non dovrebbe essere molto conveniente. Allo stesso modo, se si interviene nel recupero di un edificio razionalista degli anni Trenta, sarà necessario essere a conoscenza del fatto che in origine vi erano, oppure no, applicate delle tende, delle persiane avvolgibili o un altro sistema.

Il terzo aspetto, quello di maggiore importanza nella ricerca, è quello cromatico. Le tende, che spesso ricoprono ampie porzioni di facciata, hanno un forte impatto sul colore di un prospetto. Se il proprietario di un importante edificio, magari di valore storico, volesse applicarvi delle schermature in facciata, potrebbe correre il rischio, se non adeguatamente informato, di cambiarne radicalmente l'aspetto, alterandone la condizione originaria e probabilmente quella di tutto il fronte urbano nel quale potrebbe essere inserito. In questo senso sembra essere di grande importanza anche la dimensione della superficie schermata.

Il raggiungimento della qualità ambientale esterna passa anche attraverso relazioni di tipo cromatico. Dando per assodato che il colore degli ambienti ha delle relazioni dirette con la psiche umana, e considerando l'influenza delle schermature nel mutare le condizioni cromatiche dei prospetti degli edifici, si è ritenuto di dover utilizzare il colore come parametro di misurazione della qualità ambientale. Non essendo possibile costituire un campione di popolazione che si esprimesse sui vari casi studio presi in considerazione si è optato per una soluzione che traducesse sottoforma di dati statistici le combinazioni cromatiche più in uso nell'architettura contemporanea di livello internazionale. L'acquisizione di questi dati è la base per una serie di considerazioni successive che costituiscono le linee guida per il progetto.

Il raggiungimento della qualità ambientale interna è fortemente condizionato dalle cromie che le schermature solari trasferiscono sulle pareti delle stanze. E' risaputo che le tende da sole in giornate molto luminose tendono a riflettere il colore del lato interno del tessuto sulle pareti interne. Se il tessuto è blu la stanza si colora di toni di un blu più soffuso. Gli effetti psico-fisici attribuiti agli ambienti blu sono prevalentemente un abbassamento della pressione sanguigna e un raccoglimento in se stessi (polarità dell'effetto colore di Heimenthal). Sarà quindi necessario valutare di volta in volta in relazione alla maggiore o minore permanenza all'interno di un ambiente la convenienza

o meno dell'impiego di determinate tipologie di schermatura e di determinati colori. La ricerca dovrà associare in questo caso a determinate destinazioni d'uso le tipologie di schermatura e i relativi colori ammissibili.

1.4 Delimitazione del campo di indagine: le schermature esterne dinamiche

Assumendo come definizione di schermatura solare quella riportata al comma 35 dell'Allegato A al D.Lgs 29 dicembre 2006, n. 311: *“sistemi che, applicati all'esterno di una superficie vetrata trasparente permettono una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi in risposta alle sollecitazioni solari”*, si è deciso di limitare l'analisi ai sistemi schermanti esterni all'edificio, costituiti da componenti mobili e/o orientabili. Nella ricerca dei casi studio si sono presi in considerazione solamente gli interventi che rispondono a questi requisiti.

Non si è ritenuto invece di dover porre limitazioni o distinzioni di carattere geografico nell'individuazione dei casi studio in quanto *“l'apparato tecnico della contemporaneità si misura con una serie di paradigmi che, incrociando le tre sfere oggi imperanti, cioè l'economia, i mass media e le nuove tecnologie, raccoglie intorno a sé un insieme di aspetti, quali, ad esempio: [...] l'immediatezza, la mutevolezza, la globalizzazione”* (Zennaro, 2004, p. 63). Globalizzazione che, come osserva anche il Benevolo, si riflette sulle tecniche costruttive contemporanee ormai svincolate dal *genius loci* di cui parlava Norberg-Schulz. *“La crescita e la differenziazione degli insediamenti – residenze, fabbriche, servizi, impianti, vie di comunicazione – creano in modo accelerato un mondo nuovo, che ormai si confronta in termini globali con lo scenario naturale planetario. [...] In ogni settore tecnologico nascono metodi di progettazione e di esecuzione specializzati, che generano campi di lavoro ristretti, sebbene estesi in scala internazionale”* (Benevolo, 2006, pp. 16-17). Si è ritenuto invece di dover porre un limite temporale all'acquisizione dei casi studio poiché il rapidissimo invecchiamento delle nuove architetture è fortemente condizionato dal continuo rinnovamento dei materiali e delle tecniche costruttive. Infatti, come osservava già nel 1967 Peter Cook, *“la vera definizione di cosa sia un edificio, di quale sia il materiale, della statica, è stata demolita dall'esplosione totale dei concetti tradizionali di materia e di tecnologia; ogni assoluto, valido attualmente, potrà essere messo in discussione in futuro”* (Cook, 1967, p.6).

Un'altra limitazione di fondamentale importanza è legata agli aspetti di carattere fisico-tecnico o illuminotecnico che si ritiene opportuno lasciare alla trattazione specifica di ingegneri e specialisti in materia e che per queste ragioni non entra a far parte della ricerca, se non in quegli aspetti strettamente connessi alle caratteristiche dei materiali impiegati.

1.5 Obiettivi della ricerca

L'obiettivo principale di questa ricerca è definire delle linee guida per l'integrazione tipologico-formale e dimensionale degli apparati per la schermatura solare esterni agli edifici. Il colore è ritenuto uno strumento essenziale per tutta l'indagine. Quindi si vogliono fornire degli strumenti in grado di verificare se al fianco delle altre prestazioni richieste (che qui vengono date per acquisite) vi sia una congruente risposta del prodotto relativamente al rapporto cromatico, dimensionale e di prestazione visiva con l'esterno e possibilmente con l'interno dell'edificio dove sarà installato. L'intenzione è quella di definire il sistema di requisiti e prestazioni inteso qui come un sistema di combinazioni possibili che si possono configurare. Si intende affrontare la tematica sia per quanto concerne gli edifici di nuova realizzazione sia nel caso di ristrutturazioni edilizie o restauri di edifici di valore storico. La raccolta di tali strumenti tecnico-procedurali intende rivolgersi sia ai progettisti sia agli operatori del settore, quali costruttori, produttori di schermature solari, rivenditori, consulenti. Una ricaduta particolarmente importante potrebbe coinvolgere i regolamenti edilizi locali dove i pianificatori pongono particolare interesse al tema dell'integrazione delle schermature nei fronti urbani per conservarne il decoro o per migliorarlo, caratterizzarlo, o renderlo confluyente con la storia e la cultura dei luoghi.

1.6 Risultati attesi

Come già evidenziato precedentemente gli esiti attesi da questa ricerca si sono concentrati essenzialmente nella produzione di strumenti tecnico-procedurali (linee guida) per l'individuazione di un corretto rapporto tipologico e dimensionale tra schermatura solare esterna e involucro architettonico, sia per la parte opaca che per la parte trasparente. L'ottenimento di questi risultati è di diretta derivazione dalle analisi statistiche compiute sui casi studio in relazione ai parametri di ricerca individuati. I risultati della ricerca dovrebbero consentire la possibilità di una loro traduzione a livello informatico. L'ipotesi è quella di realizzare un pratico software, probabilmente di consultazione on-line, che permetta la verifica di alcune soluzioni tipizzate. La produzione di questi materiali si configura in futuro come uno strumento di utilità sia per i progettisti, sia per consulenti e produttori, ma potrebbe potenzialmente offrire le proprie considerazioni agli Enti Locali, nello specifico agli Uffici Tecnici e Urbanistici dei Comuni interessati ad un perfezionamento dei propri regolamenti in materia di schermature solari.

BIBLIOGRAFIA

Benevolo Leonardo, *L'architettura nel nuovo millennio*, Laterza, Bari, 2006

Cook Peter, *Architecture: action and plan*, Studio Vista Ltd., Londra, 1967 (tr. It a cura di Giulio Petti e Adriana Pelucca, *Architettura: azione e progetto*, Calderini, Bologna, 1970)

Rossi Aldo, *L'architettura della città*, Marsilio, Padova, 1966

Zennaro Pietro, *La qualità rarefatta*, Franco Angeli, Milano, 2000

Zennaro Pietro, "Il colore della contemporaneità" in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore dei materiali per l'architettura*, Edizioni Progetto, Padova, 2004 (pp. 61-72)

a lato
Maison Tropicale
(ricostruzione),
Jean Prouvé, 1948
(da Wikipedia)



2

STATO DELL'ARTE: LE SCHERMATURE TRA STORIA E CONTEMPORANEITA'

in basso:
Palazzo per Uffici Olivetti a Milano,
Annibale Focchi, Gian Antonio Bernasconi, Marcello Nizzoli, 1954
(da flickr.com)



2.1 Breve storia dei sistemi schermanti

2.1.1 Cenni storici sulle tende da sole

Sembra ormai accertato che l'uso delle tende negli edifici sia da far coincidere almeno con l'epoca imperiale Romana. In passato diversi studiosi e ricercatori si sono dedicati all'inquadramento storico delle tende da sole recuperando numerosi documenti e fonti sicure. Frei Otto ("Sun Sails of Roman Theatres", in *Institute for Lightweight Structures, IL30, Vela Toldos Sonnezelte Sun and Shade*, n.30, Druckerei Heinrich Fink KG, Stoccarda, 1984, pp. 9-88) e Rainer Graefe (*Vela erunt. Die Zeltdächer der römischen Theater und ähnlicher Anlagen*, Mainz, 1979) hanno affrontato il tema del *velarium* utilizzato come copertura delle arene romane. Il *velarium* (citato in Giovenale e Svetonio) era un telo che veniva steso sulla sommità dell'edificio per proteggere gli spettatori dell'eccessiva insolazione. Si trattava, con molta probabilità, di teli di grandi dimensioni utilizzati inizialmente come vele per le navi. Una delle più antiche testimonianze iconografiche in cui appare una tenda sul prospetto di un edificio è il Mosaico Praeneste dell'80 a.C., dove è visibile un grande velo che scende dal frontone di un tempio e forma una sorta di baldacchino, sostenuto da pali in legno, a riparo dell'area antistante. Soldati e altre personalità discutono sotto il telo, probabilmente durante un festeggiamento. Un'altra importante testimonianza iconografica giunge da Pompei. Si tratta di un affresco in cui è visibile dall'alto l'arena cittadina con i gladiatori in combattimento (59 a.C.). Nella parte alta è rappresentato il *velarium* che protegge dal sole gli spettatori sugli spalti. Un'altra celebre rappresentazione dell'arena con *velarium* è raffigurata in uno dei bassorilievi della Colonna Traiana (113 d.C.). Si tratta però di un'arena lignea che ha portato alcuni studiosi a ritenere non si trattasse di una struttura provvisoria realizzata dai legionari durante una campagna, bensì di una forma di teatro antecedente alle prime arene in muratura. Una delle prime testimonianze scritte è dovuta a Plinio il Giovane (23-79 d.C.). Si tratta della descrizione dei velari utilizzati per coprire la cavea del teatro di Pompei. Plinio descrive protezioni di panno scuro sospese da cavi collegati ad una struttura lignea. I pali che sorreggevano i teli erano infilati in apposite "tasche" ricavate nella muratura. I segni dei pali e i fori dove venivano infilati sono ancora visibili nelle facciate degli edifici che ci sono giunti nel migliore stato di conservazione, come il Colosseo (Roma) o l'Arena di Pola (Croazia). Sebbene nel trattato di Vitruvio (Libro IV, Capitolo VI), che risale al Primo Secolo dopo Cristo, il *velarium* non sia menzionato, nell'edizione illustrata ad opera di Cesariano (1521) il *velarium* è rappresentato come un elemento essenziale del teatro romano. Cesariano ci descrive delle strutture caratterizzate da elementi lignei di sostegno (pali), da teli, da cordami (gli stessi utilizzati per le vele delle navi) e da argani in metallo che permettevano la manovra di stesura e

ritrazione dei teli. I velari erano fissati ai cavi mediante anelli metallici che ne rendevano fluido lo scorrimento. Al sopraggiungere delle intemperie i teli venivano immediatamente ritratti sotto una pensilina posta lungo il perimetro della cavea. Ad ogni modo Vitruvio dava ampie spiegazioni su come orientare gli edifici per evitare gli effetti negativi della calura estiva. Al VI secolo dopo Cristo risale invece il mosaico di Sant'Apollinare Nuovo a Ravenna, dove è visibile una rappresentazione del Palazzo di Teodorico. I portici dell'ingresso e delle ali laterali sono schermati da drappi appesi, mediante anellini, a barre fissate tra i capitelli corinzi del colonnato. I teli, raffinati, sono di colore bianco e sembrano decorati con motivi floreali color oro. Nel lembo inferiore sono impreziositi da lunghe frange. Si tratta di semplici tende a scorrimento che potevano essere raccolte ai lati dell'arcata, probabilmente legate con delle corde, oppure raccolte in un nodo per far filtrare più luce.

Le testimonianze scritte a disposizione degli storici aumentano considerevolmente quando si fa riferimento al periodo Medievale. Si tratta perlopiù di documenti storici sulla produzione tessile di quel periodo. Si sa con certezza che le città erano divise in corporazioni. Le principali erano i drappieri, i tessitori e i tintori, categorie che si occupavano anche della produzione delle tende. Alla fine della catena vi erano i commercianti, in Veneto chiamati anche *stazoneri* o *voltaroli*, ma vi erano anche altre categorie facenti parte delle fasi antecedenti della catena produttiva. I drappieri erano *“gli imprenditori capitalisti, i padroni della produzione, cui spetta sia la produzione che la vendita dei panni finiti, sia in pezza che a scavezo, cioè a scampolo”* (Davanzo Poli, 1994, p. 17). I tessitori erano coloro che realizzavano i tessuti a telaio. L'esistenza del telaio a tiro nel Medio Evo è documentata da moltissimi documenti e raffigurazioni. Tra le più note vi è sicuramente la formella di Andrea Pisano (1290-1348) al Duomo di Firenze che rappresenta un operaio impegnato nella tessitura al telaio.



da sinistra:
Arena Romana con il velarium, dalla Mostra *Machina, Tecnologia dell'Antica Roma*, 23/12/09-05/04/10 Museo della Civiltà Romana.
Arena di Pola, dettaglio dei punti di inserimento per la struttura del velarium.
 Foto © dell'autore

I tintori erano gli addetti alla colorazione delle stoffe. *“L’industria tessile è la grande industria dell’Ottocento medievale, e in tutte le città che producono drapperie i tintori sono numerosi e fortemente organizzati”* (Pastoureau, 2002, p. 72). Essi ricevono le pezze dai drappieri e hanno il compito di restituirle tali e quali nelle dimensioni. *“Nel Medio Evo si tinge quasi sempre il drappo tessuto”* (Pastoureau, 2002, p. 73) e non i singoli filati. La distinzione delle lavorazioni tra le varie corporazioni era piuttosto rigida e le numerose cause legali per sovrapposizione di compiti lo dimostrano. *“Nella maggior parte delle città che ospitano l’industria tessile, infatti, i mestieri della tintoria sono strettamente compartimentati a seconda delle materie tessili [...] e dei colori o dei gruppi di colori. I regolamenti vietano di tingere una stoffa per la quale non si ha licenza”* (Pastoureau, 2002, p. 75). Le licenze erano divise in gruppi di colori: vi erano i tintori di rosso e di giallo, i tintori di blu, verde e nero e così via. Talvolta ai tintori veniva assegnata la facoltà di utilizzare soltanto un prodotto per ricavare i propri colori. Nel Medio Evo si sviluppa anche la tendenza ad utilizzare le tinte unite: la cultura biblica che permeava tutta la sensibilità medievale era avversa alle mescolanze. Non si potevano perciò mescolare il blu e il giallo per ottenere il verde che, per forza di cose, doveva essere ricavato o da sostanze di colorazione verde o trattando le sostanze usate per fare il nero o il blu. In alcuni casi non si potevano nemmeno creare tessuti con fili di materia diversa. Il libro del Levitico lo imponeva. A Venezia era *“proibito mescolare nei panni di seta filo di lino o di cotone, pena la distruzione della pezza mediante combustione”* (Davanzo Poli, 1994, p. 20). Un altro fattore che contribuiva alla divisione dei tintori era la necessità di utilizzare la tecnica della mordenzatura. La mordenzatura consiste *“nell’utilizzo di una sostanza intermedia (tartaro, allume, aceto, urina, calce ecc.), che aiuta la materia colorante a penetrare nelle fibre del tessuto e a fissarvisi”* (Pastoureau, 2002, p. 79). Per ottenere alcuni colori essa era necessaria, per altri quasi superflua, perciò vi erano “tintori di bollore” che usavano il mordente e “tintori di vasca” che lo usavano pochissimo. A Venezia *“la maggioranza dei tessuti utilizzati sia nell’abbigliamento che nell’arredo, per adornare le pareti delle stanze, per abbellire i padiglioni dei troni, per realizzare i velari delle iconostasi, così come sono documentati nei mosaici del tempo, sono semplici, bianchi, azzurri, rossi o verdi”* (Davanzo Poli, 1994, p. 22). L’utilizzo delle tende da sole di colore verde, tipica del Veneto, potrebbe essere ricondotto quindi all’epoca Medievale. Il motivo potrebbe essere duplice. Nel Medio Evo, per rappresentare il concetto di incolore, si usavano colori estremamente desaturati, oppure il verde. Infatti le tinte verdastre *“risultavano le meno colorate per l’occhio medievale (come per quello antico)”* (Pastoureau, 2008, p. 54). Da notare che il colore verde negli edifici è presente, per molti secoli, soltanto nelle tende da sole e negli scuri. Il motivo più probabile invece potrebbe essere legato alla comodità di reperire coloranti a basso prezzo.



a lato
Venezia,
tende verdi lungo un rio.
Foto © dell'autore

Sicuramente i tessuti per la protezione solare non erano materiali pregiati.

“In Italia l'arte della tessitura si diffonde prima dell'anno 1000, nel Meridione; i due centri principali sono Catanzaro e Palermo, che risentono entrambi dei continui contatti con l'Oriente, dove l'arte serica è fiorentissima” (Chiappini di Sorio, 1989). Il secondo centro italiano per la tessitura è Lucca che successivamente cederà il passo a Firenze e al Veneto. In Veneto la nascita dell'industria tessile è fatta risalire al 1175. In quell'anno a Verona *“fa comparsa l'universitas mercatorum, l'istituto che avrebbe poi governato per secoli produzione e operatori del comparto della lana, del cotone e del lino”* (Collo, 1993, p. 37). A Feltre i primi documenti sull'industria tessile risalgono al 1223, a Treviso al 1227, a Padova al 1236, a Vicenza al 1262. La lavorazione del cotone era prevalentemente concentrata tra Venezia, Padova e Verona, ma anche Treviso era un grosso fornitore all'ingrosso del mercato veneziano delle stoffe. A Venezia erano concentrati soprattutto l'attività di vendita e il controllo politico-economico, mentre la produzione era leggermente più limitata rispetto alle altre città venete. La maggior parte delle stoffe giungevano dalle varie fabbriche a Venezia dove il prodotto finito era sottoposto all'approvazione del gastaldo, l'autorità massima dell'Arte.

Nel Rinascimento si rompe la tradizione medievale che vedeva negli edifici la presenza di soli teli in tinta unita. Infatti *“il Rinascimento e l'epoca romantica riscatteranno l'infamia della riga, invertendo i significati e proponendo codici di lettura simbolici assai più positivi nei confronti della rigatura”* (Zennaro, 2007, p. 130). Fanno dunque la loro comparsa i tessuti rigati che nel Medio Evo erano utilizzati solo in particolari situazioni e perlopiù di produzione estera. Essi sono utilizzati soprattutto per le feste di corte, gli sposalizi e manifestazioni di vario tipo. Questa tradizione che vede l'uso di tende a righe negli edifici si protrarrà dal Rinascimento ai nostri giorni dove *“all'incirca il 95% del prodotto commercializzato è costituito da tessuto rigato”* (Zennaro, 2007, p. 131). Il dipinto realizzato da Giovanni di Ser Giovanni detto “lo Scheggia” (fratello di Masaccio) sul Cassone Adimari (1450, Firenze, Gallerie dell'Accademia) ci mostra un grande telo a righe bianche e rosse, costituito da più drappi uniti, che unisce due facciate pro-



a lato:
Venezia, tenda a
pacchetto di colore bianco.
Foto © dell'autore

spicanti creando uno spazio coperto per il festeggiamento delle nozze tra Boccaccio Adimari e Lisa Ricasoli, avvenuto il 22 giugno 1420. Il telo, in quattro specchiature, è sorretto da pali in legno e cavi. La tradizione delle strutture effimere per le feste, i cosiddetti baldacchini, sarà presente durante tutto il Rinascimento e nei secoli a venire. Il rinnovato interesse per la cultura classica produrrà in quel periodo un ritorno ai velari di grandi dimensioni. Lo stesso Cesariano, primo traduttore di Vitruvio, sarà incaricato da Ercole I d'Este, duca di Ferrara, di realizzare velari per le celebrazioni di Isabella d'Este. Vengono ricostruiti teatri lignei temporanei come riportato negli scritti di Marcantonio Alfieri che racconta i festeggiamenti avvenuti in Campidoglio per papa Leone X nel settembre del 1513. Il teatro era stato coperto da un grande velario a righe bianche e turchesi, con bande laterali di colore verde. Anche gli architetti del tempo vennero chiamati in causa nel progettare grandi velari. Cosimo I de' Medici, nel 1539, chiese a Bastiano da Sangallo e Vasari di coprire con un telo celeste l'intero giardino della corte a Firenze per potervi ospitare feste come quelle che si svolgevano lungo le vie cittadine. Verso la fine del Cinquecento, sempre a Firenze, l'architetto Buontalenti trasforma il giardino di corte di Palazzo Pitti in un grande spazio coperto dedicato a tornei e allo sposalizio di Francesco I e Bianca Cappello. Le immagini di questo nuovo spazio furono documentate nelle incisioni di Accorsio Baldi e Sebastiano Marsili (1579). Dal 1570 Venezia, impegnata nella guerra con Cipro, perde l'egemonia del commercio di tessuti con l'Oriente, sopraffatta dagli Inglesi (Levant Company, 1581). Inoltre la maggior parte della produzione serica si svolge ormai in Terrafema, a Verona, Padova, Treviso e Vicenza. La produzione veneta complessivamente non cala in maniera decisiva. Nel 1560 esce a Venezia il *Plichto* di Giovaventura Rossetti. Considerato il primo trattato di tintoria, forniva le formule alchemiche per la colorazione dei tessuti: memorabile quella per ottenere un perfetto rosso veneziano. *“Vergino tagliato minuto, onze una e meza; argento sulimato dragme doi; luma de rocha dragme quatro; aceto onze sei; et metti tutte queste cose in una ampolla de vedro, et fa che sia ben coperta: et mettila in una stagnadela de acqua a boglir per spacio de uno quarto di hora, et poi colalo per feltro, et*

questa acqua sarà rosso mirabilissimo" (Giovaventura Rossetti in Davanzo Poli, 1994, p. 50). I tintori veneziani dell'epoca lavano i panni nei rii e li stendo nelle altane come è visibile in alcune opere di Carpaccio. L'arte della tintoria, contrariamente al Medio Evo è divenuta un'Arte nobile tanto che un pittore di altissimo livello come "*Jacopo Robusti non disdegna di diventare famoso col soprannome di Tintoretto, che ricordava appunto l'attività paterna*" (Davanzo Poli, 1994, p. 51). "*Alcune stoffe erano dipinte a mano con i pennelli da artigiani particolari, detti cortineri e coltreri, ossia pittori di cortine, coltri, tende, capoletti, stendardi e gonfaloni o peneli*" (Davanzo Poli, 1994, p. 51). In questo periodo infatti cominciano a distinguersi la produzione di stoffe da abbigliamento e le stoffe da parato e con esse i tessuti per le tende da sole.

L'industria tintoria del tempo era in grado di produrre una gamma vastissima di crome. Per fare questo si serviva di materie che estraeva dalla natura: i pigmenti (detti anche colori o terre) e i coloranti. "*I pigmenti sono sostanze inorganiche, di solito sali minerali, insolubili in acqua e nei più comuni solventi; si presentano pulverulenti (sotto forma di polveri) e con essi si preparano le vernici, gli smalti, le pitture. I coloranti sono invece sostanze di origine organica, naturali o di sintesi, solubili nei solventi; servono come veicolo di applicazione e si legano con le sostanze da colorare, di solito fibre tessili [...] in maniera stabile grazie a veri e propri legami chimici*" (Quaglierini, p. 330-331). Le imprese si specializzavano nella produzione di gamme cromatiche che spesso erano dovute all'uso di un solo pigmento o colorante. In genere un pigmento forniva un colore e da quello si ricavano i toni più chiari e più scuri.

I pigmenti si utilizzano comunemente nella produzione di vernici, smalti e pitture. I pigmenti bianchi tradizionalmente più utilizzati sono la biacca, la biacca di zinco o litopone, il bianco di zinco, il bianco di titanio e il gesso. I colori neri sono ottenuti da carbonio di origine organica. Essi derivano dalla combustione incompleta di sostanze animali, vegetali, da petrolio o carbone. I principali pigmenti neri sono: il nero animale, il nero d'ossa, il nero di legna, il nerofumo e la grafite. Alcuni tra i pigmenti rossi storicamente più noti sono il rosso inglese, il cinabro e il minio. Il rosso inglese si ricava dall'ossido di ferro che è rinvenibile in natura sotto forma di tre minerali: l'ematite, il ferro oligisto e l'ocra rossa. L'ematite e il ferro oligisto sono minerali monocristallini di colore nero che macinati danno origine ad un pigmento rosso, l'ocra rossa è una terra di colore rosso mattone. L'ocra rossa può essere ottenuta mediante la cottura di ocre gialle. Tra i pigmenti ottenibili vi è la terra di Siena bruciata che ha un colore bruno-rossastro. Il cinabro è un minerale di mercurio, in particolare solfuro di mercurio. E' noto col nome di rosso pompeiano, un rosso molto intenso. E' un pigmento molto resistente, ha un buon potere coprente ed è insolubile in acqua. Il minio è un ossido doppio di piombo dal colore rosso scarlatto. Alcuni tra i più noti pigmenti con toni di giallo sono: l'ocra gialla, il giallo di

cromo, il giallo di zinco e il giallo cadmio. L'ocra gialla è composta da argilla, ossido di ferro idrato e ossidi di manganese. L'ocra gialla è rinvenibile in diverse tonalità a seconda della percentuale di ossidi di manganese al suo interno. Gli ossidi di manganese accentuano o meno la tendenza verso il bruno. Tra i pigmenti blu si ricordano principalmente il blu oltremare e il blu di Prussia. Il blu oltremare si ottiene tramite la macinazione del lapislazzulo, un minerale da oreficeria. Ha una tonalità blu-azzurra molto intensa. *“I giacimenti di lapislazzulo – in Afghanistan e Russia – vanno esaurendosi. Oggi perciò il blu oltremare si ottiene per riscaldamento di una miscela di polveri aventi all'incirca la composizione del lapislazzulo”* (Quagliarini, 1985, p. 333). Il blu di Prussia, detto anche azzurro di Berlino o azzurro di Parigi è un ferro-cianuro ferrico. E' sia un colore che un colorante in quanto solubile in acqua. Ha una tonalità di blu molto carica che, diluita, produce via via tutte le tonalità di azzurro. I pigmenti verdi si ottengono normalmente mescolando pigmenti gialli e blu, talvolta però vi poteva essere convenienza nel ricavarli da sostanze come il verde rame. Questi pigmenti si utilizzano in parte ancora oggi per la produzione di vernici, smalti e pitture. *“Nelle vernici il pigmento, finemente suddiviso, è disperso in una soluzione liquida costituita da un solvente con l'aggiunta di piccole percentuali di additivi plastificanti, leganti, catalizzatori, ecc.”* (Quagliarini, 1985, p. 334). *“Il legante determina le proprietà principali del prodotto verniciante (elasticità, durata, viscosità, bagnabilità) e deve assolvere ad esigenze quali: aderire al supporto, formare un film pittorico, aggregare e trattenere tutti i componenti del prodotto”* (Lovato, 2002, p. 137). I solventi invece *“hanno la proprietà di sciogliere il legante senza alterare le caratteristiche, rendendo il prodotto maggiormente viscoso”* (Lovato, 2002, p. 138) e facilitandone l'applicazione. Le vernici non sono mai totalmente coprenti, ma lasciano parzialmente trasparire il materiale sottostante. Anche gli smalti sono composti da un pigmento, da un legante e da un solvente. La percentuale di pigmento, maggiore rispetto alle vernici, consente di ottenere la completa copertura del materiale sottostante. Gli smalti sono molto resistenti agli agenti atmosferici. Le pitture hanno spesso l'acqua come solvente e sono prive di indurenti e plastificanti. Come gli smalti non sono trasparenti ma hanno minore resistenza agli agenti atmosferici e all'escursione termica.

I coloranti, essendo di natura organica e fissandosi con reazione chimica alle molecole da colorare, non coprono semplicemente l'oggetto ma lo colorano stabilmente in massa. In passato si utilizzavano prevalentemente per colorare le fibre tessili e le resine. Si trattava chiaramente di coloranti naturali. I coloranti naturali sono quelle sostanze che l'uomo riusciva a reperire in natura, da animali o piante, e che utilizzava per tingere i tessuti. Fino alla scoperta dei coloranti sintetici sono stati gli unici coloranti utilizzati. La prerogativa fondamentale per ritenere una sostanza “colorante” è che, oltre ad avere un colore, essa si fissi in maniera stabile sul supporto da tingere. Altre prerogative sono la

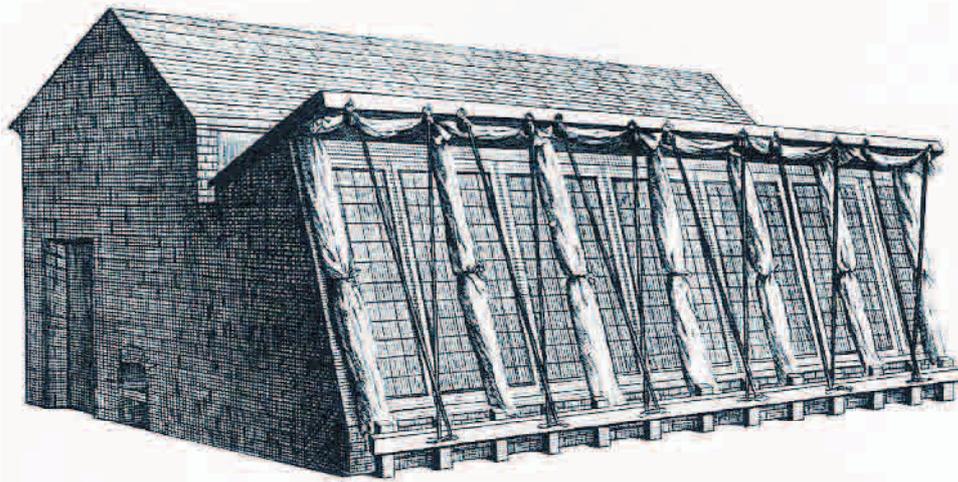
resistenza agli agenti atmosferici e la stabilità del colore nel tempo. Nel regno animale si sono estratti coloranti da molluschi e insetti (cocciniglia, chermes ecc.), mentre nel regno vegetale da legni, cortecce, radici, foglie, fiori, frutti, succhi, licheni, alghe, funghi e muffe. I principi coloranti, con acidi o mediante fermentazione, vanno scissi dalle sostanze zuccherine con le quali si trovano normalmente legati. Coloranti di origine animale sono il rosso porpora, la cocciniglia e il chermes (tutti rossi). Il rosso porpora o porpora di Tiro è una sostanza secreta dalla ghiandola ipobranchiale di alcuni molluschi del Mediterraneo, dal colore rosso-viola. Era perciò utilizzato nella Roma imperiale, a Bisanzio, in Fenicia, a Tiro. Attualmente ha solo un interesse storico. La cocciniglia è estratta dalle uova di un insetto che vive nell'America Centrale ed ha un colore rosso scarlatto. Può essere usata solo tramite mordenti (Sali di stagno e alluminio) e attualmente il suo impiego è sempre più raro. Il chermes è ricavato dall'essiccazione delle uova di un insetto della Spagna meridionale. Ha un rosso meno intenso e coprente dei precedenti ed è impiegabile solo con mordenzatura. Attualmente anche il chermes non è più utilizzato su scala industriale. I coloranti di origine vegetale più utilizzati sono estratti dal legno, dalla corteccia, dalle radici, dal fusto e dalle foglie, dai fiori e dai frutti. Tra i coloranti estratti dal legno vi sono la brasileina, l'emateina e la morina. L'emateina è ricavata da piante provenienti dalle Indie orientali e coltivate in America centrale. Produce colorazioni blu-nera e nera in particolare su fibre sintetiche e artificiali come nylon, rayon e acetato. Dalle radici si estraggono l'alizarina (rosso), attualmente sintetizzata in laboratorio, la carotina (arancio) e la curcumina (giallo oro e arancio) usata su cotone e seta. L'indaco (da cui deriva l'omonimo colore) è ricavato dall'indigotina una sostanza contenuta nel fusto e nelle foglie delle Indigofere, piante originarie delle Indie Orientali. La rutina è estratta dalle foglie di alcune specie di grano saraceno e produce colorazioni che variano dal giallo limone al giallo-verde. L'henné (o henna) è estratto dalle foglie di una pianta di origine asiatica e produce tonalità che vanno dal bruno al giallo-oro. Tra i coloranti estratti da fiori e frutti vi sono la crocina (giallo-rosso) e la bixina (giallo-arancio, rosso). Tra i coloranti estratti dai cloroplasti vi sono le porfirine, tra cui la più importante è la clorofilla che da una colorazione verde-nera.

Nel Seicento l'arte pittorica conserverà ancora un forte significato simbolico e allegorico. Le rappresentazioni sacre saranno ancora il tema prevalente anche se vi saranno i primi esempi di pittura dal vero come le nature morte e gli interni. Sarà però nel Settecento che esploderà una nuova corrente pittorica che rappresenta per i ricercatori un'importante testimonianza iconografica anche sul tema tende da sole. Si tratta dell'opera dei pittori vedutisti. Il vedutismo veneziano *"si inserisce nel vivo della cultura illuministica, preoccupata soltanto di mettere in chiaro le strutture e il funzionamento della mente. Tutto ciò che sappiamo della realtà lo sappiamo dalle rappresentazioni"*

che si formano nella coscienza: non sapremo mai se siano identiche alla realtà" (Argan, 1968, p.379). E' sicuramente ragionevole dunque dubitare sulla totale veridicità di queste raffigurazioni. Tuttavia all'interno della stessa corrente pittorica vi sono modi di vedere diversi. Sembra difficile infatti che queste visioni tendano a distorcere particolari della vita comune che sono suffragati anche da documenti scritti. *"Al principio del Settecento, a Venezia, l'alternativa è tra veduta di fantasia e veduta esatta"* (Argan, 1968, p.379). All'interno di questo pensiero i pittori vedutisti che prediligono la veduta esatta sono Luca Carlevarijs (1663-1729) e Canaletto (1697-1768). L'incisione di Carlevarijs dal titolo "Palazzo Zenobio sopra Rio del Carmine" ci mostra il prospetto di un edificio dove le prime due finestre del secondo piano, di forma rettangolare, sono protette da tende a bracci inclinati che, partendo dal davanzale, si protendono verso l'esterno sostenendo un telo a righe. La tenda è tutta contornata da balze decorative e una donna si affaccia guardando verso l'osservatore. Nella tela da titolo "Il molo con la Libreria e la colonna di San Teodoro" (1735 circa) del Canaletto si vedono invece le tende da sole di colore bianco che proteggono le bancarelle del mercato delle carni affacciato sulla Laguna. Nelle vedute di Dresda invece possiamo vedere tende da sole a sbalzo, chiuse o aperte ai lati, caratterizzate dalla presenza di balze sul lembo frontale. Le tende sono a tinta unita beige, oppure a righe bianche e azzurre. In altre vedute del Canal Grande sono visibili tende da sole in tinta unita bianche o verdi, mentre nel dipinto raffigurante "la Scala d'Oro nel Cortile del Palazzo Ducale" a Venezia si possono apprezzare nei dettagli le tende da sole del secondo piano.

a lato:
Tende a righe bianche e azzurre in una tela del Canaletto raffigurante Piazza San Marco a Venezia





a lato:
Serra schermata da tende
dall'Enciclopedia di Diderot e
Dalembert.

Si tratta di tende a sbalzo sostenute da un sistema composto da due pali (presumibilmente in legno) collegati alle estremità del tessuto e fissati in appositi alloggiamenti sui davanzali e da corde collegate ai pali e al punto di aggancio della tenda alla parete. La tenda sembra fissata alla muratura mediante anelli metallici che scorrono su un profilo tubolare fissato alle estremità superiori della finestra. Il telo è a righe bianche e azzurre con balza decorativa frontale. Le stesse tende bianche e azzurre sono visibili anche in altri dipinti del Canaletto. La volontà enciclopedica di raccogliere lo scibile umano si traduce in quel periodo in pubblicazioni dove anche le arti della tessitura sono descritte nei dettagli. Nel 1754 Diderot e D'Alembert pubblicano la loro Enciclopedia. All'interno sono presenti le descrizioni dei macchinari usati per la tessitura e le raffigurazioni delle tipologie di tessuti con lo schema dell'intreccio di trama e ordito.

L'Ottocento è il secolo della rivoluzione industriale e dell'invenzione della fotografia. La rivoluzione industriale, per il settore tessile, non distrugge le consolidate industrie a conduzione familiare. Esse mantengono il loro potere, se possibile, potenziando e differenziando ulteriormente la produzione. A Venezia resistono, ad esempio, i Ca' Venezia, con bottega in Campo San Bortolomio che competono con i Francesi grazie ai loro tessuti raffinati. Il predominio sul settore tessile è ormai passato ad Inghilterra e Francia grazie alla loro potenza commerciale. *“La rivoluzione industriale del XIX secolo comporta anche l'introduzione di un nuovo tipo di telaio meccanico, presentato a Parigi nel 1801 dal lionese Jacquard, che condiziona tutta la produzione tessile, ormai avviata su scala industriale con innovazioni tecniche e la conseguente nascita del prodotto in serie”* (Chiappini di Sorio, 1989). Le innovazioni tecniche permettono la messa sul mercato di una quantità di prodotti tale da richiedere, per forza di cose, una maggiore specializzazione da parte delle aziende. L'abbassamento dei costi di produzione e il nuovo rapporto tra domanda e offerta fa avere alle tende da sole un vero e proprio boom di vendite.



a lato:
Hester Street
a New York nel 1898.
Archivio fotografico Byron,
New York

La conseguenza di una sempre crescente differenziazione della produzione all'interno del settore è, nella seconda metà del secolo, la nascita delle prime aziende che producono soltanto tende da sole. "Riloga (1853), Silga (1865), Griesser (1883)" (Brivio, 2004, p. 18) sono tra le aziende storiche del settore nate in quel periodo che continuano a produrre ancora oggi. Le fotografie delle strade di Parigi o New York dell'epoca ci mostrano negozi, bar, caffè, ristoranti, botteghe, tutte con la loro tenda da sole frontale. Le aziende tessili si sviluppano in tutti i luoghi industrializzati e l'intensificarsi degli scambi commerciali porta i loro tessuti in tutto il Mondo. Come Venezia o Parigi nel Settecento tutte le città si riempiono di tende da sole. Nel famosissimo dagherrotipo (dal nome dell'autore L.J.M. Daguerre) che raffigura "bluevard du Temple a Parigi" nel luglio del 1838, oltre al primo uomo in strada, sono visibili sul lato sinistro della via le tende da sole che caratterizzano quasi tutti i pianterreni degli edifici. In una delle numerose foto della compagnia fotografica Byron (1890-1942) che raffigura Hester Street nel quartiere ebraico a New York nel 1898 si vedono negozi con tende a righe che riportano il loro nome sulla balza frontale. Nella stessa immagine si vede anche una tenda a cappotta con lo scheletro ritratto. E' in questo periodo che cominciano a differenziarsi anche le varie tipologie di tende da sole per esterni. I tessuti restano "poveri" e i colori sono in tinta unita o a righe. Le tende da sole fanno la fortuna economica di un piccolo venditore ambulante ebreo di New York. Nel 1853 Levi Strauss si trasferisce in Sierra Nevada a cercare fortuna nelle terre della febbre dell'oro. "Porta con se una grande quantità di tela da tenda e da carri, nella speranza di guadagnarsi la vita decentemente. Ma le vendite sono modeste" (Pastoureau, 2002, p. 191). Quando comprende che la popolazione chiede soprattutto pantaloni robusti ne fa tagliare diversi dalla sua pesante tela da tende e da quel momento nasce un successo strepitoso. L'Ottocento è anche il secolo in cui avviene la scoperta di molti coloranti sintetici che rappresenta una vera e propria rivoluzione anche nel settore tessile. I coloranti sintetici, prodotti in laboratorio, erano

economicamente più convenienti rispetto a quelli naturali, poiché fornivano un grandissimo risparmio sui processi estrattivi. I coloranti basici furono i primi coloranti sintetici scoperti. Per primi si scoprirono i coloranti all'anilina sintetizzati nel 1856 dal chimico inglese Perkin. *“Da allora trattando l'anilina con vari reagenti, si sono ottenute molte tonalità di colori: bruno, rosso, verde, ecc.”* (Quagliarini, 1985, p. 349). Attualmente sono utilizzati per ravvivare colori opachi in quanto di bassa solidità e resistenza agli agenti atmosferici. Con un solo colorante sintetico si potevano ottenere diverse tinte. Nel 1883 fu sintetizzato il rosso congo, un colorante diretto. I coloranti diretti agivano direttamente sulla fibra per semplice immersione. Si trattava di coloranti solubili in acqua calda che avevano un costo piuttosto basso ed erano affini a quasi tutte le fibre allora disponibili. Attorno al 1890 Green sintetizzò per la prima volta un colorante a sviluppo derivante dalla primulina. I coloranti a sviluppo sono coloranti diretti che vengono trasformati chimicamente sulla fibra stessa. Danno toni molto brillanti e si utilizzano ancora oggi sia sulle fibre naturali sia su alcune fibre sintetiche.

Col finire del secolo e l'avvento dell'Art Nouveau si riscopre il gusto per la raffinatezza dei tendaggi e delle tappezzerie interne. Se i tessuti per gli interni si arricchiscono di pattern floreali, nuovi motivi geometrici e giapponeserie, le tende da sole restano sostanzialmente un prodotto “povero”. L'arte di William Morris, Voysey, Arthur Liberty, Charles Mackintosh, Van de Velde, Behrens, Loos non sembra riflettersi nel design dei tessuti per l'esterno degli edifici. Le tende utilizzate da August Endell nel prospetto della pensione Westend (1912) sono semplici tessuti a righe bianche e rosse. Anche nelle elaborazioni progettuali di Raimondo D'Aronco le tende da sole conservano un carattere di sobrietà. Nel 1892 D'Aronco realizza il progetto per lo Stabilimento balneare di Poffabro (PN). *“Il complesso che non fu realizzato, venne progettato per la Società dei Bagni di Poffabro. Si conoscono 9 disegni di cui 4 sono di proprietà privata. Lo stabilimento per le cure termali, posto in una ridente vallata presso le risorgive di Forte Giulia, comprendeva un albergo di cinque piani [...]. Era affiancato da un torrione cilindrico ed animato da arcate, bow-windows e da una sobria decorazione floreale e collegato al gabinetto idroterapico”* (Quarngal, 1982, p. 24). Le grandi arcate del prospetto principale sono protette da semplici tende verticali di colore chiaro.

Nei primi anni del Ventesimo Secolo *“in Italia nascono le prime realtà industriali del settore tessile specializzate nella produzione di tele per tende e tendaggi. Si ricordano la EliOlona, la Manifattura Corti del 1913 e la MP (odierna Parà) del 1926”* (Brivio, 2004, p. 18).

a lato:
il Werkbund a Stoccarda,
Mies van der Rohe.
(da flickr.com)



2.1.2 Le tende da sole dal Movimento Moderno ad oggi

Con il Movimento Moderno si assiste a un altro passaggio epocale nel rapporto tra le tende da sole e gli edifici. La produzione industriale meccanizzata e seriale influenza la nuova architettura che dai muri portanti passa ai pilastri, alla pianta libera e alle strutture prefabbricate. Gli edifici instaurano relazioni nuove con i sistemi di schermatura, che nel frattempo si sono moltiplicati. Le tende da sole possono essere sostituite da tapparelle o brise-soleil: sono solo uno dei tanti sistemi di schermatura possibile. Il progettista di volta in volta può scegliere la soluzione più idonea al design dei prospetti e negli edifici dove la facciata deve essere interamente vetrata le tende da sole non trovano spazio. Nell'Occidente le tende non sono più legate alla tradizione industriale dei luoghi, ma dalla rivoluzione industriale in poi sono diventate un fatto trasversale e globalizzato. Le aziende che si sono specializzate nel produrre tende da sole devono assecondare le esigenze delle nuove architetture, realizzando soluzioni tipologiche conformi alle nuove linee del design architettonico funzionalista.

Nel periodo che va dal 1927 al 1930 Mies van der Rohe realizza alcune residenze dove l'essenzialità dei dettagli costruttivi si traduce anche nella perfetta integrazione delle schermature solari esterne con i prospetti. Nel blocco di appartamenti nel quartiere sperimentale Weissenhof del "Werkbund" di Stoccarda (1927) applica delle tende verticali esterne a rullo con cassonetto a scomparsa nella muratura.

a lato:
Villa Tugendhat a Brno,
Mies van der Rohe.
(da flickr.com)



Le tende hanno lo stesso colore della pittura murale e corrispondono dimensionalmente al modulo costitutivo della finestra. Gli infissi, dotati di tre specchiature, hanno tre tende verticali ciascuno con la barra di caduta a vista dello stesso colore dell'infisso. Se le tende esterne fossero tutte chiuse nello stesso momento la facciata avrebbe un solo colore. In villa Hermann Lange a Krefeld in Germania (1928) Mies utilizza la medesima soluzione. In questo caso però le tende verticali con cassonetto avvolgitore a scomparsa nella muratura sono più grandi, hanno la dimensione di un'intera finestra e gli infissi non presentano specchiature, ma sono costituiti da un'unica lama di vetro. In questo caso Mies lavora sul contrasto cromatico della muratura in mattone faccia-vista dal colore rosso e le tende di colore bianco. Dal Padiglione di Barcellona (1929) in poi Mies continuerà a perseguire nelle sue realizzazioni *"quei principi che Mondrian e Van Doesburg in pittura e Vantongerloo in plastica e pittura avevano già preparato fin dal 1917 e che furono lanciati dal gruppo Stijl, e divennero quindi anche di ordine spaziale"* (Max Bill, 1955, p. 21). Villa Tugendhat, a Bmo (Repubblica Ceca, 1930) sembra essere l'ultimo lavoro dove l'architetto utilizza le tende esterne. Più tardi abbandonerà questa soluzione prediligendo la facciata in vetro completamente libera. Questa soluzione lo porterà ad usare solo schermature interne come tende verticali e frangisole alla veneziana. In Villa Tugendhat, nel prospetto interno che si affaccia sul giardino, sono presenti invece tende aggettanti con bracci a compasso integrate nell'infisso. La facciata, completamente vetrata, necessitava di un sistema di schermatura per poter usufruire della zona giorno anche nelle ore dove l'angolo del sole era più incidente. Il solo uso delle pesanti tende interne in shantung avrebbe chiuso completamente la veduta sul giardino. Il dettaglio sviluppato da Mies è raffinatissimo. Il tessuto è avvolto in un rullo contenuto in un'intercapedine creata dalla soletta che forma il parapetto della terrazza al piano superiore. I bracci a compasso che permettono la fuoriuscita del telo sono integrati nei montanti dell'infisso in modo da essere totalmente invisibili quando la tenda è completamente avvolta. Una volta aperti, aggettano con un angolo di circa 45° dal filo facciata. Il telo attualmente utilizzato è bianco con sottili righe di colore blu: molto probabilmente, vista l'età dell'edificio, non si tratta più del tessuto originale.

Anche per l'architettura razionalista italiana le tende sono uno dei tanti sistemi di schermatura possibile. Esse devono essere funzionali all'opera architettonica e sono scelte con estremo rigore compositivo. In Italia però, contrariamente all'opera di Mies o di Le Corbusier, le tende da sole sembrano incontrare maggiormente i favori dei nuovi architetti. E' molto probabile che su questo abbiano influito la tradizione edilizia nazionale e le caratteristiche del comparto produttivo. Tra l'altro in quegli anni Mies sembrava maggiormente interessato all'architettura di vetro e acciaio dalle linee essenziali, mentre Le Corbusier era affascinato dal tema del brise-soleil.



a lato:
Mostra delle colonie estive
Roma, 1937, A. Libera,
(dall'Opera Completa)

La documentazione storica rimasta sulla "Mostra delle colonie estive e dell'assistenza all'infanzia" al Circo Massimo in Roma (1937) riporta le immagini relative al portico con piscina realizzato da Adalberto Libera. Le grandi aperture del loggiato sono schermate da enormi tende a bracci con tessuto a righe. Purtroppo la documentazione fotografica dell'epoca e la tradizione che per anni ha voluto le monografie di architettura in bianco e nero non ci permettono di apprezzare i colori originari dell'intervento. Allo stesso modo è difficile ricostruire le cromie utilizzate nelle tende da sole che Giuseppe Terragni fa installare tra il lungo prospetto in vetro e la struttura pilastrata antistante l'Asilo Sant'Elia a Como, testimoniate dalle foto d'epoca. L'opera risale al 1937 ed è considerata tra le più importanti architetture del Razionalismo Italiano. Come Mies Terragni fa "mimetizzare" le strutture metalliche per la manovra dei teli fissandole sul lato interno dei pilastri.

a lato:
Asilo Sant'Elia a Como,
Giuseppe Terragni,
(da flickr.com)





a lato:
Casa Rustici a Milano,
 Giuseppe Terragni.
 (da Bruno Zevi)

Il telo così può essere nascosto dalla trabeazione superiore quando è completamente chiuso. Le foto dell'epoca ci mostrano strutture metalliche di colore scuro e fanno emergere dei dubbi anche sulla colorazione delle tende. Attualmente tutte le tende presenti nel complesso sono bianche. Nella "Casa sul lago per l'artista" realizzata con Lingeri, Cereghini, Giussani, Mantero, Dell'Acqua e Ponci (il Gruppo Como) per la V Triennale di Architettura di Milano la struttura provvisoria dell'edificio fu realizzata in legno. Le grandi aperture rettangolari che caratterizzano il portico di collegamento e il prospetto interno con la struttura a telaio sono tutte schemate da tende da sole. Le foto dell'epoca ci mostrano tende a caduta con braccetti laterali, a dimostrazione che si erano già configurate molte delle tipologie esistenti in commercio oggi. I tessuti sono rigati, in un gioco di righe più larghe e più strette identico a quello di molte tende da sole attuali. I colori non sono ricostruibili a causa delle foto in bianco e nero. Anche in Casa Rustici a Milano (1933-36) è presente nel grande prospetto principale il tema del telaio. Attualmente le tende da sole sono in tinta unita di colore verde, talune anche con balza decorata. Nelle foto originali d'epoca invece sono senza balza, caratterizzate da un disegno a quadri che cromaticamente non può essere ricostruito a causa delle foto in bianco e nero.

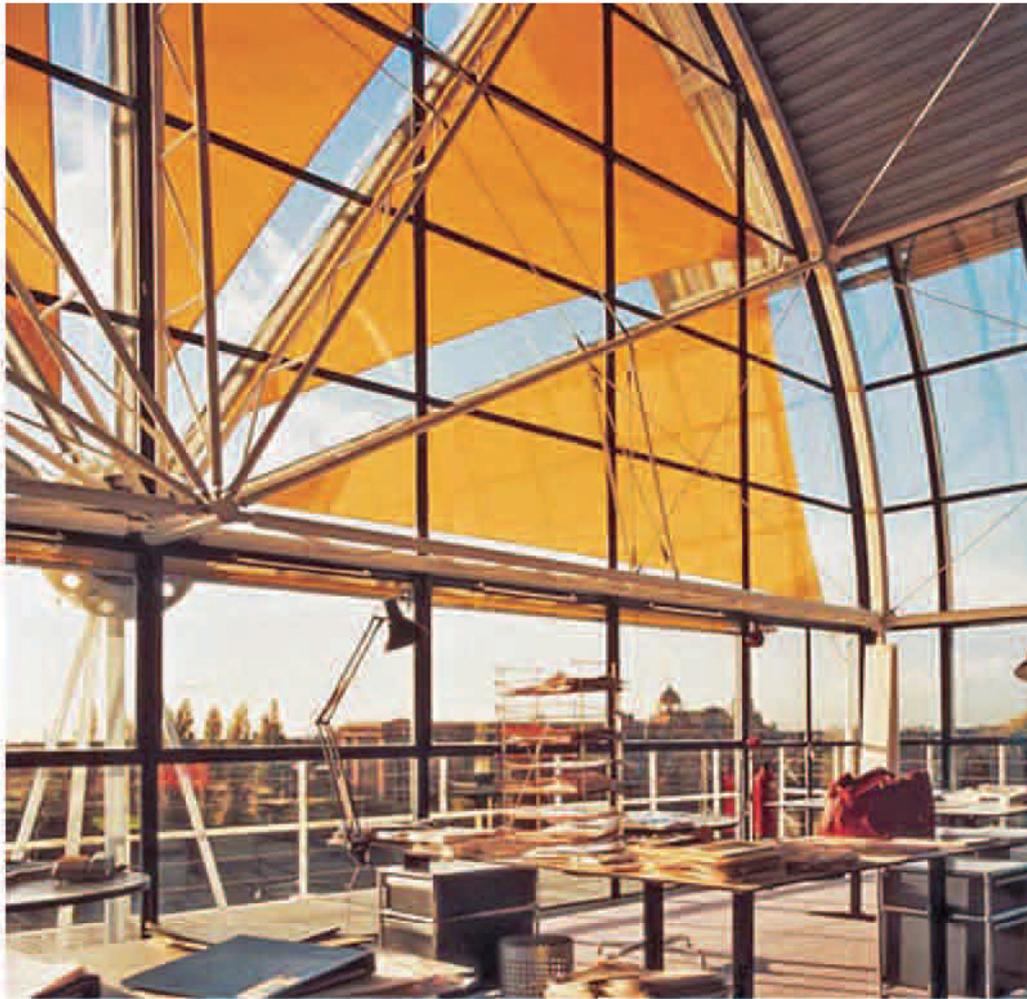
Nel dopoguerra, dagli anni Settanta in poi lo sviluppo dei concetti di benessere e di comfort ha favorito un'attività legislativa e normativa volta al miglioramento delle prestazioni generali degli edifici e dei loro componenti. All'interno di questa ottica le tende possono essere equiparate per funzione ai brise-soleil impiegati nell'architettura internazionale. Anche l'architettura di vetro deve sottostare ai requisiti previsti dalle norme e le schermature solari, dopo il periodo Modernista, diventano uno strumento per il controllo dell'irraggiamento solare approvato dalle scienze fisico-tecniche e illuminotecniche. L'architettura sembra affrontare questa nuova visione delle schermature e delle tende in due modi diversi. Da un lato vi sono quegli architetti che continuano a seguire i valori prodotti dal Modernismo sfruttando le tende come semplice strumento tecnico, senza un preminente valore compositivo. Dall'altro vi è il filone dell'architettura hi-tech che sembra vedere nelle tende, come nelle schermature in genere, un elemento da esporre in facciata e da sfruttare nella sua espressività anche per le sue connotazioni tecniche di "meccanismo" per la protezione solare.



a lato
 ISRAA di Treviso, 2006,
 Vittorio Gregotti.
 Foto © dell'autore

Le architetture di Vittorio Gregotti sembrano accostarsi più alla prima visione laddove le tende sono degli elementi discreti che non devono emergere particolarmente nella visione complessiva dei prospetti. Così nelle Case d'affitto V.F.G. a Novara (1957) le fasce vetrate dei prospetti sono schermate da tende a rullo verticali ognuna corrispondente a un doppio modulo dell'infisso. Nello stabilimento tessile Gabel a Rovellasca (Como, 1972) la vetrata frontale del corpo caratterizzato dalla volta a botte è schermata da un telo verticale che la copre completamente, ma è un elemento isolato nella composizione architettonica. Nei Nuovi Uffici per l'industria tessile Bossi a Cameri (Novara, 1980-83) le tende verticali hanno la pura funzione di proteggere dal sole gli uffici durante le ore di lavoro. La stessa logica è riscontrabile anche nelle opere recenti: nell'uso delle tende grigie nei bovindi della Casa di Ricovero ISRAA di Treviso (2005), ad esempio.

L'edificio che secondo gli storici rappresenta al meglio la nascita del movimento high-tech è il Centre Georges Pompidou a Parigi di Richard Rogers & Renzo Piano, progettato e realizzato tra il 1971 e il 1977. Sicuramente gli elementi architettonici che maggiormente qualificano l'opera sono le strutture in acciaio a vista, l'ampio uso di vetro e gli impianti tecnici messi in mostra all'esterno dell'edificio: tutte caratteristiche preminenti nello stile high-tech. Le vetrate del prospetto che si affaccia sulla piazza con la grande vasca d'acqua sono schermate con tende verticali a caduta di colore bianco. Le tende in questo caso sono interne, ma nei lavori successivi dei due architetti saranno messe in vista davanti alle pareti vetrate. Sebbene dopo questo lavoro le loro carriere si separino entrambi, in tutta la loro opera successiva, utilizzeranno le tende come sistema di schermatura esterno. Nei Thames Wharf Studios di Londra (1984-89) Richard Rogers realizza un edificio con copertura a botte con struttura in acciaio e vetro. Tutte le parti vetrate della volta e del prospetto sono schermate da tende di un colore giallo saturo molto forte. Anche la facciata principale del Kabuki Cho di Tokyo (1993) in acciaio e vetro è interamente schermata con tende di colore grigio. Nel lavoro di Renzo Piano gli edifici schermati con tende esterne, sempre di colore diverso, addirittura si moltiplicano: sede del Credito Industriale Sardo (Cagliari, 1992), Auditorium Paganini (Parma, 2001), conversione della fabbrica Lingotto (Torino, 2002), Sede del Sole 24 Ore (Milano, 2004), Paul Klee Zentrum (Berna, CH, 2005) per citarne solo alcuni.



a lato
Thames Wharf Studios,
 Richard Rogers.
 (da richardrogers.co.uk)

L'architettura contemporanea, che si potrebbe dire "obbligata" all'uso delle schermature solari, sembra aver ritrovato nelle tende un elemento di forte espressività. Stante quanto affermato in precedenza si potrebbe sostenere che, se le tende nelle architetture storiche sembrano fortemente connotate alla tradizione industriale del luogo, dall'Art Nouveau in poi e soprattutto col Modernismo, le tende sembrano più legate allo stile architettonico dell'edificio che ad altri fattori. Queste considerazioni sembrano strategiche anche in funzione di un intervento sul costruito, così come dimostrato da alcune sostituzioni non congruenti effettuate in alcuni edifici del periodo Razionalista, che richiederebbero lo studio e l'intervento da parte di professionisti qualificati nel settore.

2.1.3 Imposte, persiane e avvolgibili in architettura: alcuni cenni storici

Nel suo celebre trattato (iniziato nel 1797 e pubblicato tra 1802 e 1817) il Rondelet (1743-1829) dedica ampio spazio alla descrizione su come i falegnami realizzano imposte e persiane. In merito alle imposte egli ci fornisce la seguente descrizione:

“Le imposte sono anche di legname minuto destinate a chiudere con più sicurezza le aperture delle finestre ed a modificare l'intensità della luce nell'interno degli appartamenti. Le imposte si compongono di battenti, di traverse, di specchiature e di fregi disposti a scomparti come nei rivestimenti, [...]. Le imposte sono sempre divise in due e talvolta in tre parti, in ragione della larghezza del telaio che coprono e della profondità o grossezza del muro. Perchè sieno di un pezzo solo, cioè senza fenditura sulla larghezza, fa duopo che le grossezze dei muri sieno tali da poterle contenere, il che non avviene che in un piano sotterraneo o nel piano nobile di un palazzo. Quando le imposte sono così disposte, non vi si fa incavatura all'intorno, e si montano con gangheri e nodi sullo spigolo, o per maggior proprietà, con cardini [...]. La spezzatura delle imposte si fa in due maniere diverse; 1.° ad infossatura e linguetta, [...]; 2.° ad intaccatura; [...]. Le ultime parti delle imposte spezzate debbono essere più strette di 15 linee almeno, onde lo sporto dell'anello della spagnoletta non nuoca rompendole, e non occorra far impiagature nei pezzo fisso per farvi entrare le ferramenta; [...]. In generale ai battenti delle imposte che portano i gangheri si danno pollici 2 fino a 2 e 1/2 di larghezza più le intaccature e la modanatura, e 3 linee ed anche 6 di meno a quelli delle rive; quelli della spezzatura debbono avere insieme 3 in 4 pollici di larghezza, e il loro spessore dev'essere 14 in 16 linee. Le traverse delle imposte debbono aver di larghezza 2 pollici e 1/2 o 3 pollici in coltello, tanto le superiori che le inferiori e quelle di mezzo, più la larghezza delle modanature e delle intaccature. Le loro commessioni debbono sempre essere situate, per quanto è possibile, dietro l'incavatura ed aver di grossezza i due settimi di quella delle imposte. Per maggiore solidità si faranno passare queste commisure a traverso dei battenti di spezzatura. Lo scomparto delle imposte è soggetto alle stesse condizioni di quello dei rivestimenti e delle porte, e perciò mandiamo il lettore alle spiegazioni che diamo su tale soggetto”.

Il trattato del Rondelet ci restituisce anche il significato del termine “gelosia”, o quantomeno ciò che veniva inteso con quel termine in quel periodo. Le gelosie per il Rondelet sono stecche di legno orientabili sostenute da cavetti, un sistema molto simile alle odierne veneziane. Attualmente invece molti intendono per gelosie, quella parte delle persiane che può essere inclinata in aggetto (Mottura, Pennisi, 2006, p. 69). Per ciò che riguarda le imposte è difficile stabilire un'esatta collocazione temporale, anche se gli studi archeologici ne individuano l'utilizzo almeno dall'età Ellenistica. Per quanto

riguarda invece le persiane il Rondelet sostiene che derivino dall'Asia, come indicato dal nome stesso, ma non fornisce indicazioni temporali. Questo tipo di schermi è entrato a far parte della tradizione costruttiva Europea (e in particolare Mediterranea) e vi appartiene dunque da moltissimo tempo. In Italia si utilizzano prevalentemente le imposte semplici, anche se in alcuni luoghi sono molto diffuse anche le persiane. Di fatto l'utilizzo dell'una o dell'altra soluzione è fortemente legato alla storia e alla cultura dei luoghi. Ad esempio in Spagna si usano prevalentemente le persiane. Gran parte degli edifici storici, considerati dalle Soprintendenze degni di essere preservati, hanno fori finestra protetti da questo tipo di schermi. A seconda della forma del foro varia anche la sagoma delle imposte. Su fori di forma rettangolare si applicano ante rettangolari, singole o ripiegabili a libro.

Su fori con arco a tutto sesto o a sesto acuto, come nella tradizione Veneziana, si applicano ante a libro, composte da uno o due elementi, dove la sagoma superiore segue l'andamento del foro. Gli scuri a libro di tipo tradizionale si possono aprire in due modi: verso l'esterno o con impacchettamento nello spessore del foro finestra.



a lato:
Persiane a lamelle regolabili
Brunico (BZ).
Foto © dell'autore

Le persiane, in genere, sono a due ante con apertura a rotazione semplice, talvolta con ante a libro come in certa architettura liberty. Le imposte tradizionali sono realizzate in legno e possono essere trattate per conservare il colore originario del materiale usato, oppure colorate con vernici coprenti. I colori dunque possono essere quelli del legno, in varie gradazioni di bruno (fino al nero), oppure in verde con diversi gradi di "chiarezza" del colore, a volte in rosso scuro. Talvolta vi sono imposte colorate di bianco o bianco-grigio a seconda delle pitture parietali dell'edificio (si tratta soprattutto di persiane). A Venezia si utilizzano scuri in legno di colore verde, rosso scuro o bruno, nel centro storico di Gorizia si usano persiane di colore bianco, nel centro storico di Bolzano si usano persiane di colore grigio chiaro, bianco, bruno e talvolta verde scuro.

Verso la fine dell'Ottocento e i primi anni del Novecento a questi sistemi si affiancano le persiane avvolgibili, la tipologia di schermature che viene comunemente detta "tap-parelle". Nell'epoca caratterizzata da movimenti artistici storicamente ricondotti all'Art Nouveau operano architetti come il catalano Antoni Gaudí (1852-1926) e il friulano Raimondo D'Aronco (1857-1932).

a lato:
Persiane.
Gonzia.
Foto © dell'autore



Nell'immensa opera di Raimondo D'Aronco ritorna sovente l'uso delle persiane a lamelle regolabili. L'architetto friulano sembra adottare questo sistema di schermatura a partire dalla sua importante e prolifica esperienza progettuale in Turchia, dove le persiane non sembrano far parte della tradizione architettonica locale. In Casa Djemil Bey a Kiretch Bornov (Istanbul, 1903) la facciata sul Bosforo *“è piena di suggestioni di movimento; la transenna superiore delle verandine è sfuggente, i grandi finestroni al pianterreno, in due sequenze modulari, e i due bovindi a veranda del primo piano aprono gli interni a un dialogo con l'ambiente marino; le finestre sugli spigoli esterni creano invece un effetto di vuoto; in alto, il tetto è mosso dai profili triangolari delle mansarde”* (Freni, Varnier, 1983, p. 155). Tutto il prospetto è rivestito in legno e le schermature sono persiane in legno con la parte inferiore inclinabile.

Attualmente il prospetto, tutto bianco comprese le persiane, è dovuto ad un restauro degli anni 1974-75 che ne ha cambiato i colori originari. La Residenza Estiva dell'Ambasciata d'Italia a Therapia (oggi Tarabya, Istanbul 1905-06), opera commissionata dal Ministero degli Esteri italiano, è caratterizzata nel prospetto principale *“dall'inserimento di particolari rinascimentali, come il forte bugnato dell'ingresso e degli spigoli, la balaustrina*



a lato:
Casa Djemil Bey,
 Raimondo D'Aronco,
 Istanbul.
 (tratta da daronco.to.it)

della terrazza; sono di antica tradizione ottomana invece il grande sole a lunghi raggi ondulati che decora il timpano sotto il tetto e il grande traliccio in legno, ora scomparso, che, addossato al lato sud sopra le cucine, nascondeva la parete della casa adiacente” (Freni, Vernier, 1983, p. 169). Parte delle strutture esterne è in legno e soffre di un notevole degrado, comprese le persiane a lamelle regolabili che caratterizzano tutte le aperture del secondo piano. Casa Huber a Yenikeuy (Istanbul, 1906) fu commissionata da un grosso banchiere svizzero. Nella parte progettata da D’Aronco la facciata con elementi lapidei e stucchi è caratterizzata da finestre strette e allungate. Tutte le aperture sono schermate con persiane in legno a lamelle. Il Villino Tamburlini a Udine (1924) è stato demolito nel 1944 a causa di un bombardamento. In questa tarda opera di D’Aronco sono presenti i caratteri di una progressiva semplificazione del suo disegno dei prospetti. “Le decorazioni sono ridotte al minimo” (Freni, Varnier, 1983, p. 193) mentre la facciata è trattata parte con intonaco e parte con mattone faccia-vista. Le grandi aperture sono nuovamente protette da persiane a lamelle regolabili, in legno scuro, con la parte bassa apribile in aggetto.

Antoni Gaudí, probabilmente affidandosi alla tradizione costruttiva spagnola, utilizza più volte le persiane a lamelle regolabili con apertura a libro. Le sue finestre, di solito strette e allungate, sono spesso schermate con persiane in legno dal colore bruno chiaro. In Casa Calvet a Barcellona (1898-1904) le utilizza sia per il prospetto principale, con aperture strette e alte, sia per il prospetto posteriore dove due bovindi a spigoli tondeggianti sono schermati da una cortina continua di ante strette e alte a lamelle orientabili.

a lato
Casa Milá a Barcellona,
Antoni Gaudí
(da flickr.com)



Varia la forma delle aperture e il disegno della sagoma delle persiane ma questo sistema è ripetuto più volte anche in altri lavori, come nel Collegio delle Teresiane a Barcellona (1889-94) o nel Bellesguard (sempre a Barcellona) del 1902 dove, nel prospetto principale, le alterna a frangisole alla veneziana (gelosie) con lamelle in legno. Anche nei padiglioni d'ingresso del Parco Güell (1900-14) le piccole aperture sono schermate da persiane in legno, così come alcune finestrelle nella Cattedrale di Maiorca (1904-14) e nei prospetti di Casa Battló a Barcellona (1905-07) dove si ritrovano, nelle grandi vetrate, anche le veneziane con stecche di legno e cavi per l'impacchettamento (visibili nelle foto d'epoca). Un cambiamento piuttosto netto avviene invece in Casa Milá (1905-10). Il caratteristico prospetto dall'andamento ondulato è bucato da fori di dimensione diversa. Alcuni stretti e altri molto larghi. Per la prima volta Gaudí utilizza come schermature le tapparelle in legno. La facciata è rivestita in materiale lapideo di colore beige dalla superficie rugosa, talvolta intaccata dallo sporco, mentre le schermature, invecchiate dal tempo, sembrano essere dello stesso colore ma "tagliato" col grigio e quindi più scuro. Negli anni successivi Gaudí si dedicherà totalmente alla costruzione della Sagrada Familia fino alla morte. Non vi sarà più tempo quindi per provare l'applicazione delle tapparelle in altri lavori.

Col Movimento Moderno e l'International Style il ventaglio di soluzioni possibili per la schermatura solare sembra ampliarsi. Ogni architetto, in coerenza con il proprio linguaggio, ha la possibilità di adottare soluzioni diverse: dalle tende alle tapparelle ai brise-soleil. Il minimo comun denominatore sembra essere l'integrazione con la linearità e l'essenzialità dei prospetti. Nella seconda metà degli anni Venti del Novecento Mies van der Rohe realizza alcune case con muri in mattoni faccia-vista. Il modello di partenza è un progetto ideale per una casa di campagna in mattoni (1924) con *"muri liberi che escono all'esterno con la variante di alcune stanze che si affacciano su una corte chiusa"* (Hilberseimer, 1956, p. 65). Sebbene il progetto resti sulla carta Mies riesce a concretizzare parte delle sue idee in almeno un paio di edifici: Casa Wolf, a Guben in Slesia costruita nel 1926 e Villa Lange a Krefeld, in Germania, del 1928. Mies aveva ormai abbandonato le forme e i materiali dei primi lavori (ad esempio Casa Perls, Berlino, 1911 e Casa Urbig a Potsdam, 1917) dove utilizzava, per le finestre, profili in pietra e persiane in legno di colore bianco. Casa Wolf, contemporanea a lavori più noti come il Weissenhof di Stoccarda, è probabilmente uno dei primi lavori in cui Mies si discosta completamente dalla produzione antecedente. *"La composizione volumetrica della casa è ancora di natura scatolare anche se non vi è più alcuna relazione formale con la tradizione domestica tedesca extraurbana, distacco evidente soprattutto nella scelta di una copertura piana"* (Leoni, 2008, p.41). L'edificio sarà distrutto durante la Seconda Guerra Mondiale. Le testimonianze fotografiche dell'epoca, seppure in bianco e nero, ci

restituiscono il carattere di un edificio caratterizzato da superfici verticali e orizzontali in mattone faccia-vista, dove le uniche parti a contrasto, colorate di bianco, sono i solai in aggetto e gli infissi. Le grandi aperture finestrate sono infatti caratterizzate da infissi in legno di grosso spessore, scelta che Mies abbandonerà a partire dai lavori successivi a favore dell'acciaio. Le schermature esterne, a protezione delle grandi porte-finestra sulle terrazze, sono tapparelle in legno colorate di bianco, avvolgibili nel cassonetto integrato nella muratura. E' la prima volta che Mies utilizza questa soluzione. In casa Lange Mies buca le masse murarie in mattoni dal colore bruno con grandi aperture rettangolari vetrate caratterizzate da sottili profili in acciaio di colore nero.

a lato:
Casa Lange,
Mies van der Rohe
(da flickr.com)



I profili sottili e scuri si mimetizzano coi colori del prospetto dove l'unico elemento a creare un contrasto cromatico sono i solai in aggetto delle terrazze, intonacati e dipinti di bianco. Le schermature esterne delle grandi finestre sono persiane avvolgibili (tapparelle) in legno di colore grigio scuro che scendono a lama dall'apposita intercapedine ricavata all'interno della muratura. Il colore grigio delle schermature le integra perfettamente col prospetto in mattoni scuri e soprattutto con il colore dei profili in acciaio degli infissi e dei pilastri a sostegno delle terrazze aggettanti. Casa Lange è stata accuratamente restaurata e oggi è visitabile.

Se per Mies l'utilizzo delle tapparelle ha costituito solo una brevissima parentesi, sembra non potersi dire la stessa cosa per il Movimento Razionalista italiano.

Uno tra i maggiori esponenti di tale corrente è stato senz'altro Adalberto Libera. Il suo modo di fare architettura, assieme ai colleghi del Gruppo 7 (Figini, Pollini, Frette, Larco, Rava e Terragni) ha sicuramente influenzato buona parte dell'architettura e dell'edilizia italiana dal dopoguerra ad oggi. I suoi prospetti sono caratterizzati sempre da una forte regolarità, da una ritmica costante nello scandire le aperture delle finestre, dalla regolarità delle forme. Le bucatore di forma rettangolare o quadrata affondano nella muratura cosicché il sistema di schermatura ideale è la persiana avvolgibile a scomparsa che può ritrarsi totalmente nel cassonetto contenuto nell'architrave. Tra gli esempi più significativi vi sono sicuramente gli Uffici delle Poste in via Marmorata a Roma (1933), dove i tagli nella faccia di un parallelepipedo perfettamente regolare sono schermati da tapparelle in legno scuro, di un colore che contrasta nettamente col color bianco-crema dell'intonaco. Anche i villini per la società Tirrena ad Ostia (1932-34), che appartengono alla prima fase dell'opera di Libera, sono una testimonianza dell'avanguardia del suo lavoro: gli spigoli trasformati in curve sinuose richiamano i lavori che pochissimi anni prima Hans Scharoun aveva condotto a Berlino. Anche in questo caso le finestre sono schermate da tapparelle. *"Incontestabilmente le vivaci doti inventive della prima fase della sua attività, tra il 1930 e il '40, appaiono mortificate o volontariamente represses o quanto meno rigorosamente controllate nella seconda. Dopo la guerra, la metodologia della ricerca ha preso il sopravvento sul gusto della soluzione brillante. Si tratta però di una scelta meditata, collegata con l'individuazione di nuovi compiti e l'orientamento del-*



a lato:
Uffici delle Poste in Via Marmorata a Roma,
Adalberto Libera
(tratta da flickr.com)



a lato:
Novocomum (Como),
Giuseppe Terragni
(da flickr.com)

la ricerca verso i grandi temi della prefabbricazione urbanistica, dell'abitazione economica, dell'industrializzazione edilizia" (Argan, 1975, p. 5). Così nelle Case INA a Trento (1949) gli spigoli tornano "vivi", le finestre più piccole così come i poggiali e il disegno dei prospetti complessivamente più "povero". Resta l'uso delle tapparelle in legno per schermare le aperture. Il Palazzo per Uffici in via Torino a Roma (1956-58) è invece un esempio della sua ricerca verso l'industrializzazione edilizia e la prefabbricazione. I prospetti infatti sono caratterizzati da una pelle leggera, un curtain-wall fissato sulle strutture in calcestruzzo armato, le aperture sono più ampie e le tapparelle non sembrano più essere il sistema di schermatura adatto a questo tipo di facciata. La scelta allora cade su frangisole esterni alla veneziana in alluminio, più adatti ai nuovi sistemi di costruzione prefabbricata.

Sebbene la produzione di architettura costruita ad opera di Giuseppe Terragni non sia vastissima a causa della morte in età giovanile, i suoi lavori sono considerati dagli storici tra i più importanti nel panorama del Modernismo in Italia. Egli è fautore di un'architettura dalle linee razionali, dove ogni elemento è assolutamente essenziale, dove le aperture nei prospetti sono scandite in maniera regolare: uno stile molto vicino all'opera dei maggiori architetti suoi contemporanei, come Le Corbusier e il primo Mies. In quasi tutta la sua produzione egli trova nelle tapparelle il sistema di schermatura ideale per integrarsi con la linearità del suo design. La prima grande opera è il Novocomum (Como, 1927-28), un edificio residenziale nel centro cittadino. Come scrive Bruno Zevi *"il fatto compiuto, lo scandalo del Novocomum traumatizza il cauto dibattito italiano. Pietro Maria Bardi e Giuseppe Pagano scendono in campo a difesa di Terragni. "Questo edificio, il primo organico ed esauriente esempio di architettura razionalista in Italia – scrive Pagano – si dimostra un'ottima machine à habiter...[...]. L'abolizione delle pareti come elemento portante crea la possibilità di togliere alla divisione fra ambiente e ambiente quel carattere di fisso e d'immutabile proprio delle vecchie costruzioni"* (Zevi, 1980, p. 13). Lo scandalo fu tale che l'Amministrazione Comunale, a lavori compiuti, aprì un'inchiesta per determinare se il Novocomum costituisse un elemento di deturpazione.

Le finestre scorrevoli, scandite come nel Weissenhof di Mies, da moduli regolari sono tutte schermate da tapparelle di colore verde chiaro mentre la superficie dei prospetti è un intonaco di colore bianco crema. Come in Mies le tapparelle a lama, con scomparsa nella muratura, si integrano tipologicamente con l'architettura modernista di Terragni. La maturità artistica giunge per Terragni con Casa del Fascio a Como (1932-36). Nota soprattutto per l'eleganza e l'equilibrio della facciata principale è considerata una "*pietra miliare dell'architettura moderna europea*" (Zevi, 1980, p. 70). I prospetti "minori" come quello su Via Alessandro Manzoni hanno aperture schermate con tapparelle in legno di colore grigio che contrastano col legno di colore bruno "acceso" degli infissi retrostanti. Il grigio chiaro delle tapparelle invece si pone in simbiosi col trattamento superficiale delle facciate e col loro colore biancastro, ma anche con le porzioni tamponate con vetro-cemento. Nei lavori successivi Terragni continua a preferire le tapparelle, talvolta con apertura ad oggetto inclinata come in Casa Rustici a Milano (1933-35) dove la pelle esterna è scandita dall'uso di fasce in pietra e intonaco. In questo caso utilizza anche tende colorate a quadri, oggi sostituite da tende verdi in tinta unita. Tapparelle inclinabili di grandi dimensioni sono utilizzate anche in Casa Toninello a Milano (1933), in Casa Ghiringhelli a Milano (1933), in Casa Levezzi a Milano (1934), in Casa Rustici-Comolli a Milano (1935), in Villa Bianca a Seveso (1936-37), in Casa Giuliani-Frigerio a Como (1939-40) e nella Casa del Fascio a Lissone (Milano, 1938-39). Gli stessi Figini e Pollini hanno utilizzato le tapparelle in molti loro lavori: la casa popolare al Borgo Olivetti di Ivrea (1939-41), le case per gli impiegati Olivetti ad Ivrea (1940-42), gli edifici per abitazioni e uffici in via Broletto a Milano (1947-48), la casa in via Circo a Milano (1953-57).

Le forme del Movimento Moderno saranno perpetuate, negli anni a venire, da quell'architettura che continuerà ad affidarsi ai suoi valori. Tra gli esponenti di maggior rilievo in Italia vi sarà sicuramente Vittorio Gregotti che, nella sua opera, continuerà ad adottare le soluzioni tipologiche scelte dai suoi predecessori (in merito alle schermature) affidandosi però a materiali diversi, come ad esempio al metallo pre-verniciato o alla plastica. Alcuni tra i molti esempi possibili sono: gli edifici per abitazione in cooperativa a Milano (1962-64) con tapparelle in materiale plastico; il quartiere residenziale per 20.000 abitanti (Zen) a Palermo (1969-80); il quartiere residenziale Quinta de Politeira Leceia-Barcarena a Lisbona (1993) o le abitazioni economiche a Lecco (1998-99).



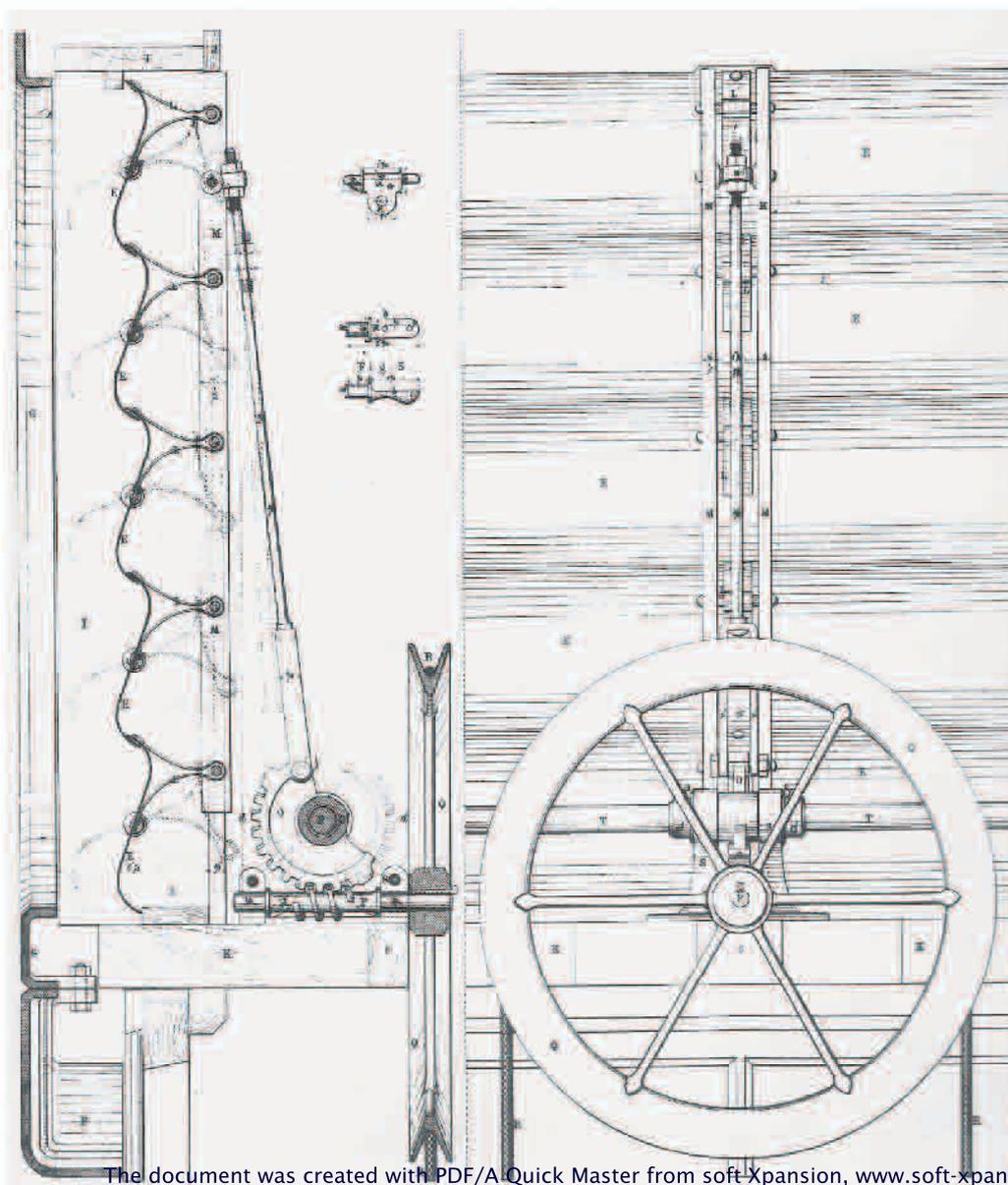
a lato:
Casa Rustici a Milano,
Terragni-Lingen,
(tratta da flickr.com)

2.1.4 Le origini del brise-soleil: da Joseph Paxton a Jean Prouvé

Nel 1851 in occasione dell'Esposizione Universale voluta dal principe Alberto (consorte della regina Vittoria), venne realizzata a Londra, in Hyde Park, la più grande serra mai costruita fino ad allora. Una rivista satirica del tempo, "The Punch", le attribuì ben presto il nome con la quale è nota a tutti: il Crystal Palace. La costruzione di serre in ferro e vetro stava riscontrando in quegli anni un forte successo nell'Inghilterra Vittoriana, per la possibilità di coltivare e consumare frutta fuori stagione, in un clima dove in condizioni normali queste colture non avrebbero potuto sopravvivere. Note fin dal Settecento, nella Francia del Re Sole, le orangerie si erano diffuse rapidamente presso le corti dell'Europa del Nord e anche in Italia. In Germania vennero chiamate wintergarten, in Inghilterra greenhouses o conservatories, in Italia giardini d'inverno o limonaie.

Al concorso indetto parteciparono 245 candidati da tutto il mondo ma a nessuno venne assegnata la vittoria in quanto per tutti risultava impossibile riutilizzare i pezzi una volta disassemblati. Obiettivo della committenza, una volta conclusasi la manifestazione, era infatti di smontare e rimontare l'edificio in un altro luogo. Il comitato organizzatore nella persona di Isambard Kingdom Brunel decise quindi di redigere un progetto base in muratura di laterizio con una cupola in stile vagamente Bizantino di 60 metri di diametro, con l'intento di farlo rendere esecutivo da altri architetti. Venne contattato allora Joseph Paxton, il più importante costruttore di serre dell'epoca, che non aveva partecipato alla precedente selezione. Paxton fornì una soluzione che garantiva la maggior rapidità di costruzione (quattro mesi) utilizzando esclusivamente elementi prefabbricati. Il suo progetto prevedeva un modulo cubico di 7,3 metri di lato ripetuto 77 volte in lunghezza, 17 in larghezza e 3 in altezza nella parte centrale, 2 nelle ali laterali. La struttura era arricchita da una volta a botte nella parte centrale. I moduli erano costituiti da quattro pilastri in ferro per lato e collegati tra loro da travi metalliche pretensionate. L'intero tamponamento era costituito da vetri disposti a spina di pesce. Questo permise, una volta conclusasi l'esposizione, di smontare e ricostruire interamente il palazzo presso la zona Levensham (nel 1854) dove resistette fino all'incendio che lo distrusse definitivamente il 30 novembre 1936. L'esperienza del Crystal Palace segnò una svolta epocale nel mondo delle costruzioni, per diversi motivi. Primo fra tutti l'elevarsi al rango nobile dell'architettura di costruzioni minori come le serre, da sempre considerate dei semplici annessi a dimore di lusso. In secondo luogo, ma non di minore importanza, il perfezionamento delle tecniche costruttive del vetro e del ferro (in quell'epoca non si può parlare ancora di acciaio) e della prefabbricazione, che permisero nella ricostruzione del 1854 di ampliarlo in altezza fino a 6 moduli nella parte centrale e di estendere la volta a botte per l'intera lunghezza dell'edificio, confermando

la bontà delle scelte tecnologiche adottate. La struttura radiale che reggeva la volta a botte fu uno tra i primi esempi di tecnologia biomimetica consapevole. Giovanni Brino racconta che Paxton, essendo anche un botanico, si ricordò che le "costole" di cellulosa di una varietà di giacinto sudamericano conferiscono alle sue foglie una capacità di resistenza tale da poter sorreggere il peso di una persona di 130 chili. Quelle strutturali non furono però le uniche scelte innovative. Tra le varie questioni che i progettisti si trovarono a dover risolvere vi fu ad esempio quello dell'areazione. Contrariamente ad una serra il Crystal Palace doveva essere vissuto prevalentemente da esseri umani e non da piante, dunque era necessario ridurre al minimo i fenomeni della condensa e dell'effetto serra. Solitamente nelle serre ottocentesche, per permettere il passaggio dell'aria, si posizionavano piccole ante apribili tra le strutture metalliche di sostegno. Paxton invece decise di installare delle griglie metalliche apribili meccanicamente nel tamburo della volta a botte.



a lato:
Disegno esecutivo delle prese d'aria del Crystal Palace,
 Joseph Paxton.
 (dal libro di John McKean)

Per realizzare l'immane opera progettuale l'equipe di Joseph Paxton e Charles Fox realizzò moltissimi disegni di progetto tra cui molte sezioni esecutive e dettagli costruttivi, sia per la produzione dei singoli pezzi in fabbrica, sia per l'assemblaggio in cantiere. Tra i disegni esecutivi vi è anche il progetto del sistema dinamico di ventilazione. Dall'inglese "louver" (persiana di ventilazione), l'apparato era costituito da lamelle in lamiera di ferro galvanizzata. La sezione delle lamelle era a forma di "S" dove il lembo inferiore della lamella superiore andava a sovrapporsi a quello superiore di quella inferiore, quando il sistema era chiuso. A permettere la rotazione delle lamelle vi era un perno centrale posto a metà della sezione, mentre un altro perno rotante, collegato alla lamella da una staffa, era fissato ad un braccio verticale posto dietro al sistema. Il braccio, tramite un movimento verticale verso il basso, apriva le lamelle. Questo movimento era meccanico in quanto il braccio verticale era a sua volta fissato con un perno ad un ingranaggio che ruotava per mezzo di un perno filettato fissato ad una ruota in legno, che poteva essere messa in moto manualmente. Il nome stesso del dispositivo (louver o louvre dal Francese l'ouvert) ne richiama la diretta discendenza. Le persiane ad ante, imposte esterne di finestra formate da lamelle intelaiate trasversalmente e inclinate a 45 gradi verso l'esterno per lasciar passare luce e aria, erano infatti conosciute sin dal Medio Evo. Ne esistevano delle varianti con lamelle mobili manualmente (chiusura a gelosia) che permettevano anche una certa regolazione del flusso luminoso durante la giornata. Jean-Baptiste Rondelet nel suo celebre *Traité theorique et pratique de l'Art de Bâtir* (Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare) scritto a cavallo tra il XVIII e il XIX secolo nel tomo terzo, sesto libro, sezione seconda ne fornisce ampia descrizione scritta e sotto forma di disegni.

Delle persiane.

Chiamansi persiane le serrature formate di telai come quelli delle finestre, ma il cui vuoto è riempito da regoli sottili di legno distanti tra loro quant'è grosso il telaio, e disposti diagonalmente dall'alto in basso in modo da riparare l'interno degli appartamenti contro il sole e la pioggia, lasciando passar entro liberamente l'aria e la luce [...]. L'uso delle persiane sembra dal loro nome venirci dall'Asia, ed è infatti verisimile che questa ingegnosa invenzione venga dal paese stesso di cui porta il nome. Le persiane debbono sempre aprirsi all'infuori, possono essere posate senza batterti, accomodate soltanto nelle incavature praticate nella pietra o nel gesso sullo spigolo esteriore del fianco della finestra. Quando le persiane debbono avere i battenti questi debbono essere situati nella infossatura [...]. I legni dei telai hanno dai 3 fino ai 4 pollici di larghezza sopra 10 ed anche 20 linee di spessore, secondo lo esige l'altezza delle finestre. I regoli si commettono nei telai in tre maniere diverse: la prima è di farli entrare in intaccature nei battenti, osservan-

do di farle più profonde superiormente affinché i regoli si serrino nell'entrare. Si fermano al basso con una purita da ciascuna parte [...]. La seconda maniera è di farli entrare in incavature come i primi e di praticare un pernio che entra in un foro che si fa nei mezzo dell'intaccatura [...]. La terza finalmente è quella di non fare nè intaccature nè perni, ma di fare in ciascun regolo un maschio largo 5 in 6 linee. Quest'ultima maniera è la più solida e conveniente; ed è anche preferibile per ciò che non si è costretti a metter la traversa larga all'alto del telaio; in questo caso si lascia ai maschi di due o tre regoli soltanto una lunghezza sufficiente onde poterli incavicchiare [...]. Si abatterà sopra e sotto la grossezza delle traverse internamente secondo l'inclinazione dei regoli; sarà lo stesso circa quelle di mezzo, alle quali si potrà dare lo spessore di 2 o 3 regoli secondo l'altezza della finestra. Talvolta i regoli sono mobili in tutta l'altezza del telaio o soltanto in una parte; ma in questo caso non possono sovrapporsi orizzontalmente gli uni sugli altri, come si vede nel dettaglio 30. Si posano i regoli mobili in modo che quando sono chiusi possano unirsi esattamente gli uni cogli altri; i regoli possono essere foggiate a gola sulla grossezza; vi si possono anche praticar delle intaccature, il che è più solido delle smentature ordinarie.

Delle gelosie.

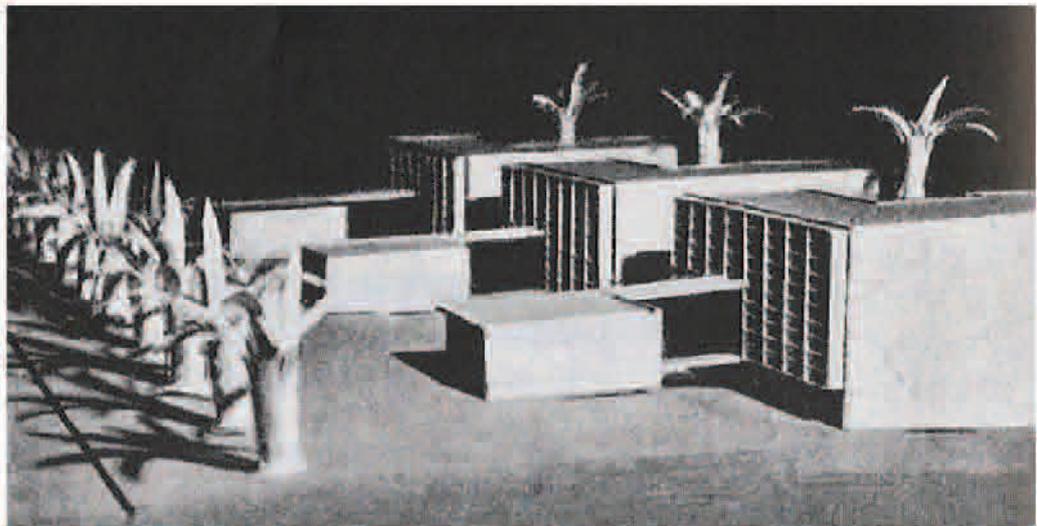
Le gelosie [...] possono essere considerate come specie di cortine di legno atte a supplire, con economia, le persiane di cui ora si è parlato. Le gelosie si compongono di lamine larghe 4 pollici con 2 linee di spessore, trattenute a distanze eguali fra loro da fettucce che le involuppano, e attraversate da corde che servono a farle salire, discendere e muovere in tutti i sensi. Nulla v'ha di più ingegnoso del loro meccanismo, nè di più semplice della loro costruzione. L'uno e l'altra sono tanto conosciuti in oggi che ci sembra inutile entrare in più lunghi dettagli su tale riguardo, tanto più che le figure che ne diamo bastano da se sole a facilitarne l'intelligenza [...].

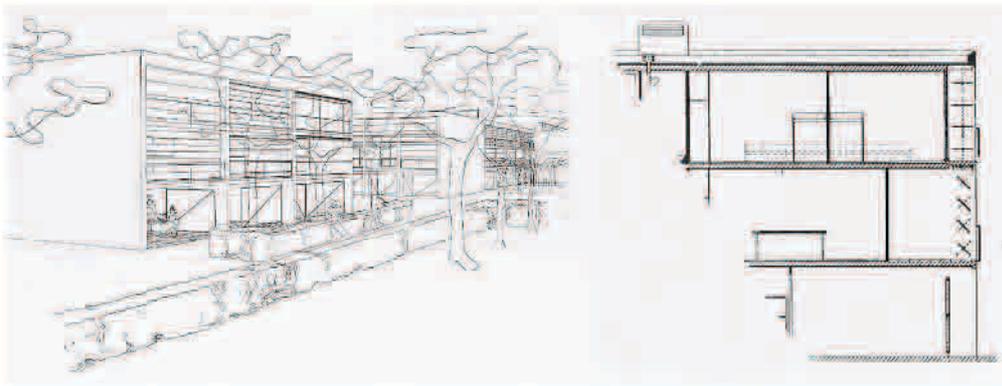
Paxton dunque, utilizzando il metallo galvanizzato e aggiungendo la movimentazione meccanica ad un sistema già noto, aveva di fatto realizzato un frangisole regolabile completo in tutte le sue parti. Prima di Paxton per le serre erano già state pensate delle schermature esterne. Nelle serre con prospetti a superficie piana si potevano utilizzare protezioni tessili esterne raccolte ai lati delle finestre o sorrette da pali o tiranti pieghevoli verso l'esterno. L'Enciclopedia di Diderot e d'Alembert del 1760 riporta una raffigurazione di questo tipo. Per le serre con copertura curva invece era stato pensato un sistema di stuoie arrotolate che potevano essere svolte per caduta a partire dal colmo della costruzione, come quelle utilizzate nella limonaia del Castello di Glienicke a Berlino del 1839. In alcuni casi le piante rampicanti, come la vite, erano fatte crescere lungo le travi della copertura in modo da poter ricevere la luce del sole e allo stesso

tempo schermarla agli operatori che vi lavoravano dentro. La vineria fredda di Clinton Point sull'Hudson del 1849 ne è uno tra i tanti esempi.

Probabilmente la prima volta che il termine "brise-soleil" è apparso in una pubblicazione editoriale risale al 1935 nel secondo volume dell'Oeuvre Complete di Le Corbusier. Il riferimento specifico è ad un progetto, non realizzato, per la lottizzazione "Oued-Ouchaia" ad Algeri (1933-34), dove per la prima volta l'architetto utilizzava tale dispositivo. *"Les façades comportent, à l'est et au nord, des grandes baies vitrées et, à l'ouest et au sud, les mêmes baies vitrées sont munies des "brise-soleil" (dispositif spécial destiné à empêcher les rayons directs du soleil d'entrer dans l'appartement)"* (Le Corbusier, 1935, p. 167). Le Corbusier faceva riferimento ad un apparato fisso, posizionato all'esterno all'edificio, di sua invenzione, che consisteva in un elemento scatolare aggettante in calcestruzzo che generava un'ombra sulle vetrate retrostanti, fornendo dunque un certo riparo dalla luce del sole. Successivamente nel quarto volume dell'Opera Completa (1938-46) proporrà una sintesi esaustiva degli studi compiuti in merito nel corso degli anni precedenti (pp. 103-112). *"Je vais vous montrer une suite de petites découvertes successives qui m'ont permis de devenir et de demeurer ami du soleil et d'apporter, même à certains pays comme le Brésil et sous le soleil tropical, des solutions qui sont les premières à laisser s'épanouir en toute liberté la vie moderne dans un pays où des conditions climatiques impératives avaient institué des traditions qui semblaient devoir s'imposer à jamais; d'ailleurs, le mot employé ici "le brise-soleil" stipule qu'on s'est rendu maître d'un élément"* (Le Corbusier, 1946, p. 103).

a lato
Plastico per la lottizzazione
Oued-Ouchaia ad Algeri
1933-34, Le Corbusier
(dall'Opera Completa)



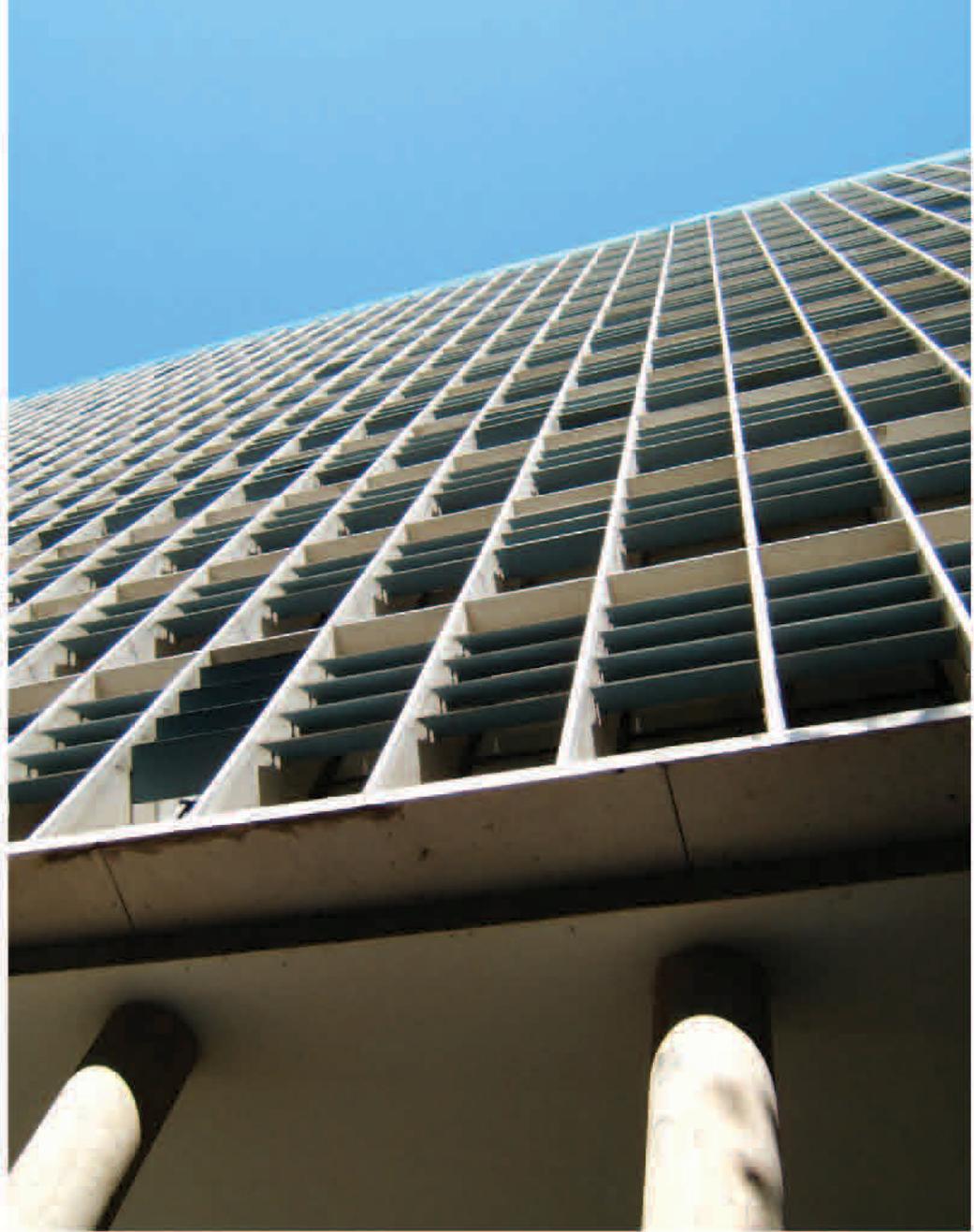


a lato:
*Disegni per una lottizzazione
 a Barcellona, 1933*
 Le Corbusier:
 (dall'Opera Completa)

Studiato per il clima caldo, il "brise-soleil" Le Corbusieriano, divenne negli anni a seguire un elemento caratteristico di alcune sue celebri realizzazioni quali il Convento La Tourette (1957) o il Palazzo dell'Assemblea di Chandigarh (1952). Non si trattava quindi del "brise-soleil" così come concepito nell'accezione comune odierna, cioè un dispositivo leggero, costituito da lamelle fisse o mobili in alluminio, orizzontali o verticali, bensì di un apparato pesante realizzato in calcestruzzo. In realtà in un progetto non realizzato del 1933 per una lottizzazione a Barcellona, Le Corbusier rappresenta in prospettiva e sezione delle logge protette da lame metalliche rotanti, di fatto un dispositivo dinamico per il controllo solare come quelli disponibili oggi. Tale sistema si adattava perfettamente al concetto coniato dall'architetto svizzero della "casa come una macchina da abitare" dove i muri e le finestre tradizionali erano sostituiti da pilastri (pilotis) e da grandi vetrate (pan de verre). Due anni più tardi nel 1936 (il progetto è del 1939) egli sarà consulente del gruppo di progettazione capitanato da Lucio Costa e Oscar Niemeyer che materializzerà quell'idea nel prospetto sud del Palazzo del Ministero dell'Educazione Nazionale e della Sanità Pubblica a Rio de Janeiro in Brasile. A pagina 105 del quarto volume dell'Opera Completa egli racconta di aver proposto ai progettisti una localizzazione diversa da quella originariamente prevista, lungo il mare. La proposta trovò subito il disaccordo dei locali a causa della terribile esposizione al sole della facciata principale. Le Corbusier racconta allora di aver schizzato su carta l'idea che aveva pensato due anni prima per Barcellona col brise-soleil completo di lamelle orizzontali in metallo. Per ragioni politiche l'edificio sarà poi costruito nel terreno originariamente previsto, ma saranno conservate le proposte di Le Corbusier. Il prospetto sud è caratterizzato dunque dal "brise-soleil" Le Corbusieriano in calcestruzzo completato da lame metalliche mobili fissate tra una parete e l'altra. Dell'anno successivo (1937) è il "*primo lavoro indipendente costruito di Oscar Niemeyer*" (Underwood, 1994, p. 29) l'Obra do Berço a Rio de Janeiro, un asilo nido. In questo lavoro Niemeyer riprende le tematiche Le Corbusieriane dei volumi puristi e imposta una facciata "monumentale" sul fronte ovest.



a lato:
Obra do Berço, 1937
 Oscar Niemeyer:
 (da flickr.com)



a lato:
 Palazzo del Ministero della
 Sanità Pubblica a Rio, 1936-
 39, Niemeyer, Costa et al.
 (da flickr.com)

“Niemeyer disegnò in origine un quebra sol (frangisole) orizzontale per la facciata ovest, ma quando verificò la sua inefficienza contro il forte sole tropicale, intensificato dalla luce vivida riflessa dal lago, lo rimosse ed installò gli attuali pannelli verticali a sue spese. Queste lame verticali, i primi brise-soleil in Brasile, portarono un felice e piuttosto impreveduto risultato estetico: la prevalente orizzontalità dei vecchi pannelli e le loro strutture bianche in calcestruzzo furono sostituiti da un modello lineare contrastante che bilanciò meglio l'orizzontalità con la verticalità” (Underwood, 1994, p.30, traduzione dall'inglese dell'autore). Si realizzava quindi, forse per la prima volta, un prospetto interamente caratterizzato da lame mobili, un modello che sarà ripreso da altri progettisti negli anni a venire e da Niemeyer stesso nello Yatch Club a Pampulha nel 1942 e Nella sede centrale del Banco Boavista a Rio nel 1946.

La configurazione definitiva del “brise-soleil” attuale viene elaborata tra il 1948 e il 1950 da Jean Prouvé, mastro lattoniere francese, che brevettò dei sistemi di frangisole

a lame regolabili in alluminio pensati per i climi caldi Africani. Si trattava di abitazioni prefabbricate con struttura e tamponamento in metallo protetti nei lati lunghi da questi dispositivi. Tale sistema fu impiegato nelle Maison Coloniale (1949) e Maison Tropicale a Brazzaville in Congo (1950) e nel corso degli anni si perfezionò tramutandosi in un sistema via via sempre più leggero e meno impattante. L'abilità di Prouvé nel lavorare le lamiere metalliche gli permise di realizzare degli elementi schermanti tridimensionali a sezione ellissoidale, riprendendo e rielaborando di fatto il vecchio disegno di Paxton. Anche la movimentazione delle lame era del tutto simile a quella già pensata da Paxton: esse erano collegate ad un telaio in alluminio tramite perni che venivano fatti ruotare abbassando una leva o una barra verticale alla quale erano collegati tramite staffe. Sono gli stessi principi costruttivi del brise-soleil attuale dove l'unica differenza sta nella riduzione di materiale impiegato, lamiere forate per le lamelle e cavi di acciaio più leggeri al posto delle barre. Il sistema di movimentazione meccanico venne poi perfezionato e ad esempio, nel Complesso Scolastico di La Dullague a Béziers (1962-65) vennero installati dei brise-soleil fissati su due sottili montanti laterali posizionati davanti alle finestre, che potevano impacchettarsi in alto tramite un ingegnoso sistema di catene in acciaio. Nel 1963 nella Parish Hall dell'Haut-du-Lièvre a Nancy egli arriverà ad applicare il principio costruttivo del brise-soleil ad un sistema di areazione costituito da sottili lamine di vetro dando probabilmente il via alla corsa verso l'impiego di nuovi materiali per la realizzazione dei dispositivi schermanti nei frangisole.

2.1.5 I sistemi frangisole nella seconda metà del XX Secolo

Negli anni Sessanta Jean Prouvé continuerà a realizzare le facciate di numerosi edifici, soprattutto scuole, sulle quali continuerà ad applicare i suoi brise-soleil orientabili. Contemporaneamente ai primi brevetti per frangisole in alluminio di Prouvé, in Spagna, l'architetto José Antonio Coderch de Sentmenat realizzava, con Manuel Valls Vergès, Casa de la Marina a Barcellona. Nello stesso periodo in Italia l'architetto Annibale Fiacchi con Figini e Pollini, costruiva parte del terzo ampliamento degli stabilimenti Olivetti ICO ad Ivrea (TO) e il Palazzo Uffici Olivetti a Milano.



a lato:
Modello di brise-soleil in alluminio e ricostruzione di una casa per climi tropicali, 1948-51, Atelier Jean Prouvé (dall'Opera Completa)

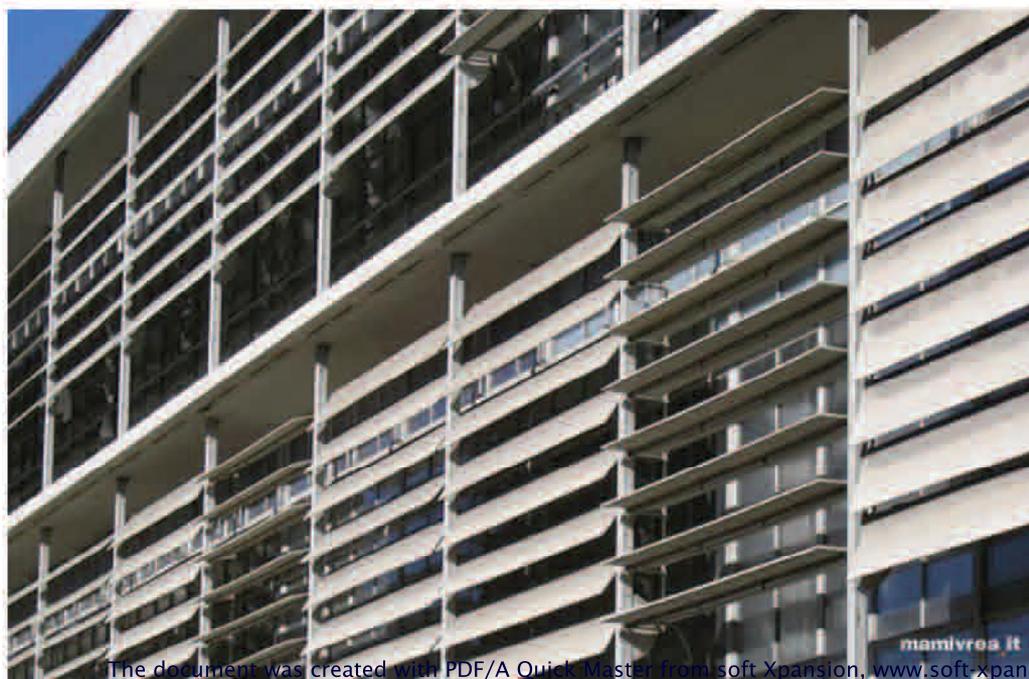
Progettata e costruita tra il 1951 e il 1954, Casa de la Marina sarà il modello per gran parte del suo lavoro a seguire. Coderch e Valls furono tra i primi architetti a ripristinare i principi del Modernismo a Barcellona nei difficili anni del dopoguerra. Costruito all'angolo tra due importanti vie della città nei pressi del lungomare, questo piccolo edificio a torre è la risposta alla tipologia a blocchi stretti e lunghi realizzati in quel periodo nel distretto di Barceloneta. Fu realizzato con finanziamenti pubblici e, secondo il programma, doveva ospitare negozi al piano terra e alloggi per famiglie di pescatori nei sette piani superiori. L'edificio è caratterizzato soprattutto dalla sua facciata a fasce che alternano un rivestimento in piastrelle di ceramica e frangisole orientabili in legno. Il coronamento è costituito da una copertura aggettante rialzata sopra il tetto a terrazza. Le piastrelle in ceramica, la parte opaca del prospetto, sono di colore giallo-ocra intenso mentre i frangisole di colore bianco proteggono le parti trasparenti: i balconi e le finestre retrostanti. I frangisole si estendono dal primo piano fino alla terrazza e risolvono anche l'angolo dell'edificio mediante l'incontro di due pannelli. La pianta del palazzo è irregolare così come l'andamento di uno dei due prospetti principali. Ogni piano ospita due grandi appartamenti collegati ad una scala centrale con ascensore e aperti, sui tre lati esposti dell'edificio, con balconi protetti dal sistema di schermatura solare. L'utilizzo di frangisole in legno a tutt'altezza nelle pareti esterne, un'idea già impiegata da Coderch in alcune abitazioni realizzate a Stiges nella seconda metà degli anni Quaranta, rielabora la classica forma dell'edificio residenziale con finestre perimetrali e poggiali, enfatizzando la qualità superficiale delle facciate. L'idea dei frangisole, che lui sosterrà essere un adattamento delle persiane a lamelle regolabili tipiche delle zone del Mediterraneo, diventerà un leitmotiv nel suo lavoro. Le utilizzerà infatti in molte opere successive (sempre realizzate a Barcellona): nell'edificio a corte della Cooperativa Obrera la Maquinista costruito nello stesso periodo e nelle vicinanze, e più tardi, in elaborazioni più complesse e con nuovi materiali come l'alluminio anodizzato.

a lato:
Casa de la Marina,
Barcellona, J.A. Coderch
(da flickr.com)



Nella palazzina residenziale su Via Sebastian Bach (1957-61) i frangisole a tutt'altezza che schermano i poggiali degli appartamenti sono in lamiera presso-piegata verniciata di bianco perla e la manovra delle doghe è coordinata attraverso un sistema di bielle e cavi di acciaio. Lo stesso sistema sarà impiegato nel gruppo di sei blocchi residenziali del 1967 e nell'imponente intervento a Las Cocheras costituito da centinaia di appartamenti di lusso costruiti tra il 1968 e il 1973. Qui riproporrà il modello di Casa de la Marina con gli alloggi costruiti attorno ad un vano scala. Casa de la Marina è stata ristrutturata nel 1991 e la facciata, gravemente danneggiata dall'incuria e dalle modifiche avvenute negli anni, è stata ripristinata alle condizioni originali. I frangisole in legno sono stati sostituiti in quanto praticamente irrecuperabili. I frangisole metallici di Coderch saranno ripresi negli anni a venire da molti architetti Spagnoli che ne lasceranno traccia in varie località del paese.

Il terzo ampliamento degli stabilimenti ICO ad Ivrea è stato completato nel 1949, per la maggior parte ad opera degli architetti razionalisti Figini e Pollini. Le due facciate principali sono quella su via Jervis (a nord) e su via Montenavale (a sud). Nella facciata su via Montenavale e il cortile gli architetti decidono di arretrare la doppia vetrata. Alla vetrata viene anteposto un sistema di mensole sporgenti in calcestruzzo armato con alette orizzontali inclinate e lame verticali, anch'esse in calcestruzzo armato. Il sistema richiama chiaramente il brise-soleil fisso di Le Corbusier. Dopo il collegamento con il quarto ampliamento (realizzato dagli stessi architetti nel 1955), la vetrata su via Montenavale è scomparsa ed oggi i brise-soleil fissi sono visibili solamente in un tratto della facciata sud. La seconda porzione di facciata sul cortile (a sud) è opera dell'architetto milanese Annibale Fiocchi, capo progettista dell'ufficio tecnico Olivetti. Egli realizza una soluzione senza le alette inclinate, sostituite da frangisole alla veneziana. Queste verranno successivamente sostituite da frangisole orientabili di colore bianco, disposte orizzontalmente e visibili ancora oggi. L'architetto Fiocchi interverrà anche nei prospetti interni alla corte (anni Settanta) applicando alle facciate una seconda pelle di frangisole orientabili verticali del colore grigio-verde.



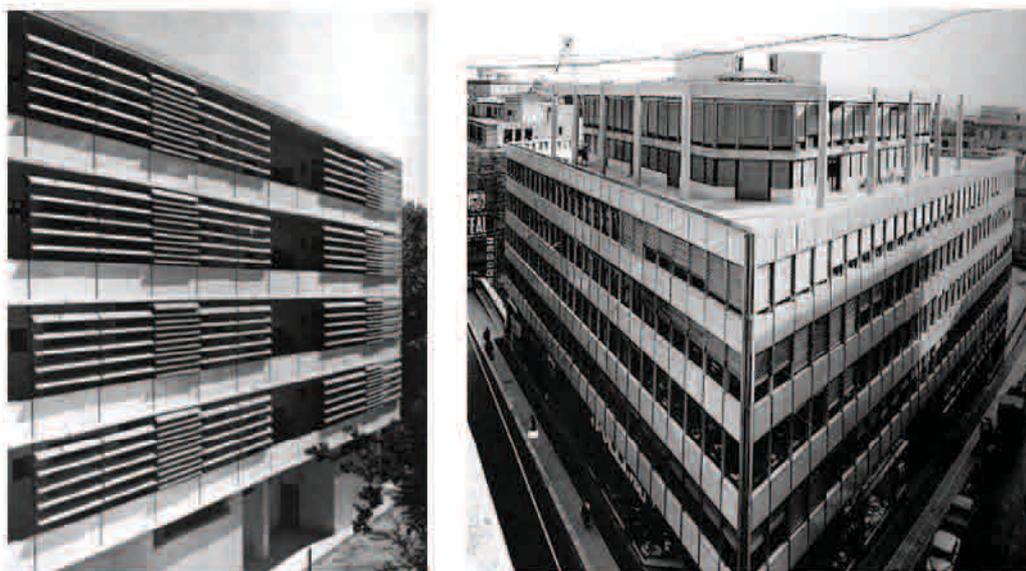
a lato:
*Quarto Ampliamento
 degli stabilimenti
 Olivetti-ICO ad Ivrea,
 Figini-Pollini con A. Fiocchi.
 (da mamivrea.it)*



a lato:
 Quarto Ampliamento
 degli stabilimenti
 Olivetti-ICO ad Ivrea,
 Figini-Pollini con A. Fiocchi
 (da flickr.com)

Quest'ultimo intervento risulta affine a quanto compiuto da Fiocchi nel progetto per il Palazzo Uffici Olivetti a Milano (1950-1954) realizzato con Gian Antonio Bernasconi e Marcello Nizzoli. L'intervento, nel pieno centro storico, si pone *“senza alcun intento mimetico”* (Gibello, Sudano, 2007, p. 51). *“I sette piani sovrastanti, nella facciata principale orientata a sud-ovest sono schermati da grandi frangisole verticali in alluminio, di sezione cava, orientabili. La facciata risulta come un grande meccanismo reso continuamente cangiante dall'orientamento dei frangisole, esaltato dall'indugiare della luce sulla superficie rigata dell'alluminio”* (Gibello, Sudano, 2007, p.51). Fiocchi continuerà per anni a impiegare i frangisole come fossero la firma della sua architettura, un'architettura che segue ancora con fiducia gli ideali del Modernismo. Zevi gli riconoscerà *“di aver scritto l'ultima pagina di un grandioso capitolo dell'architettura moderna”* (Gibello, Sudano, 2007, p.51). Altri interventi realizzati da Fiocchi con i frangisole orientabili in facciata sono: il Palazzo Uffici Mazzucchelli Celluloide a Castiglione Olona (1956), con frangisole orizzontali e lo Stabilimento e Uffici Calzaturificio di Varese (1959-63) con frangisole verticali. Le facciate della Olivetti ICO sono state restaurate nel 2007 per conto dell'azienda di telecomunicazioni Vodafone Italia e oggi ospitano un call-center. In tale occasione i frangisole sono stati restaurati o sostituiti con altri identici nella forma e nel colore. Nel fronte sud i frangisole orizzontali in eternit sono stati sostituiti conservandone il colore (bianco-grigio), la forma e il sistema di manovra. Negli altri prospetti, caratterizzati da frangisole verticali in legno di abete, è stato sostituito il rivestimento esterno delle alette con pannelli in Mdf laccato (Toffolon, 2007, p. 100). L'MDF (Medium density fibreboard, pannello di fibra a media densità) è un derivato del legno. E' il più diffuso nella famiglia dei *pannelli di fibra* comprendenti tre categorie distinte in base al processo impiegato e alla densità: bassa (LDF), media (MDF) e alta (HDF).

Un altro importante passaggio nell'evoluzione del brise-soleil è rappresentato da un progetto di concorso dell'architetto Maurizio Sacripanti del 1961. Si tratta del *“Concorso Internazionale per il Grattacielo Peugeot”* a Buenos Aires. Il progetto non risulterà vincitore ma otterrà una menzione speciale.



a lato da sinistra:
Case Popolari in Via Consalvo, Napoli 1947-49,
 Luigi Cosenza
 (da scuolamediavirgilio.it).
Palazzo per Uffici in Via Torino, Roma 1956-58,
 Adalberto Libera
 (da atcasa.comiere.it)

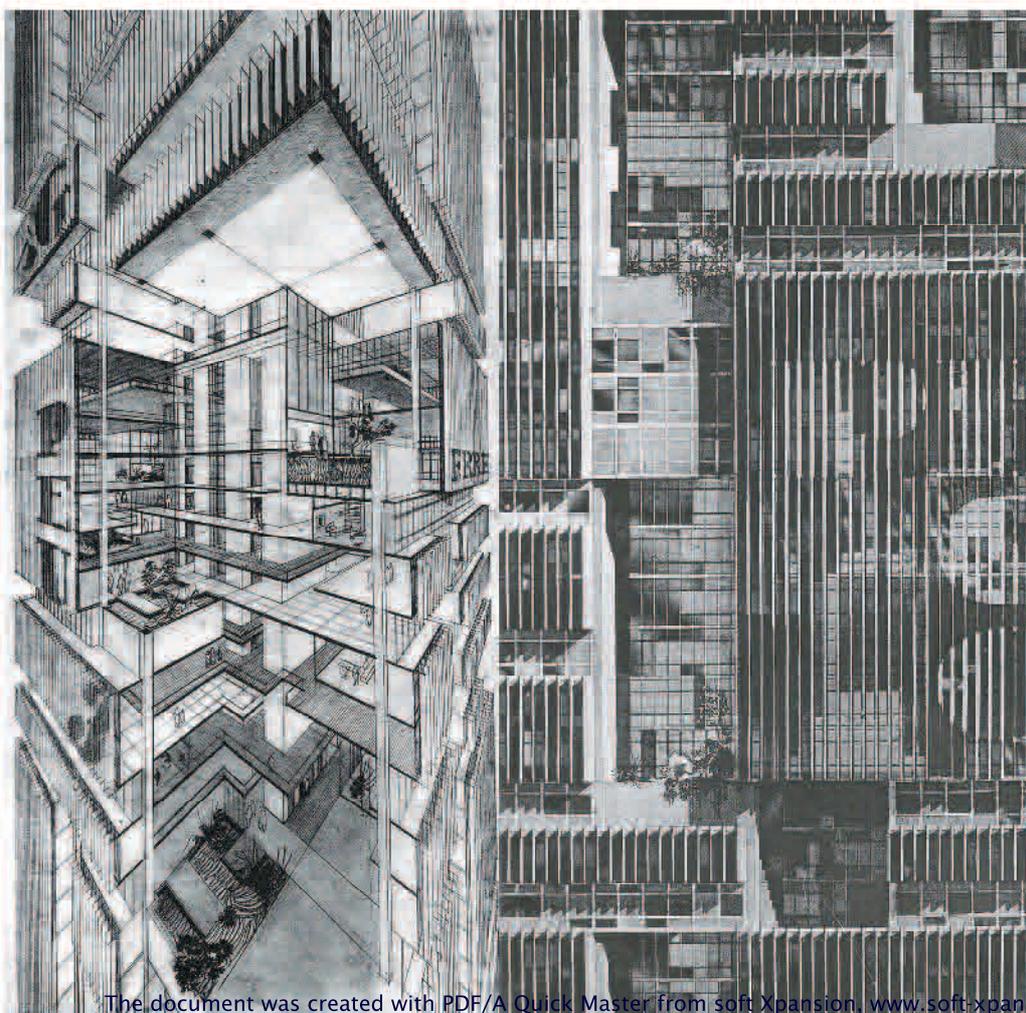
Sebbene non realizzato, la sua importanza risiede nel contenuto di una serie di proposte innovative sia per quanto riguarda gli impianti tecnologici sia per il trattamento delle facciate. Sarebbe stato il primo edificio, con frangisole orientabili esterni, alto 200 metri fuori terra. L'edificio si presenta come relazione tra una struttura flessibile ed una pelle indipendente da essa ed altrettanto flessibile. *“La natura della struttura proposta (una gabbia portante in acciaio con il modulo individuato da piastre di solaio prefabbricato) crea le condizioni per una composizione di volumi variabile sia nello spazio che nel tempo”* (Garimberti, Susani, 1967, p. 18). I tamponamenti esterni, anch'essi variabili nel tempo, hanno l'obiettivo di reclamizzare il più possibile le società presenti all'interno dell'edificio. Sacripanti nella relazione di progetto dichiara che *“le forme e superfici degli uffici risulteranno pertanto dalla somma delle superfici o piastre di modulo impiegate”* (Garimberti, Susani, 1967, p. 19). Per quanto riguarda le facciate *“il grattacielo avrà infissi di alluminio anodizzato e sulle superfici perimetrali delle pareti aggettanti a difesa dal sole saranno sistemate lamelle di alluminio pure anodizzato auto-orientabili attraverso un sistema di fotocellula elettronica. Le lamelle di 0,50 x 2,70 x 0,05 saranno passibili di applicazione nei loro spessori di segmenti di colore e di luce che sommandosi diranno attraverso il colore di giorno e attraverso la luce di notte, la ragione sociale dell'occupante l'immobile”* (Garimberti, Susani, 1967, p. 19). In sostanza le lamelle colorate costituiscono nel loro insieme i loghi delle aziende reclamizzate. Di notevole importanza è il riconoscimento del valore espressivo di uno strumento di controllo come il frangisole, utilizzato in questa circostanza, pensando alla relazione che il metallo e i colori applicati generano tra loro per creare il design della facciata. Inoltre si deve prendere atto dell'introduzione della tecnologia elettronica per controllare il movimento delle lamelle verticali attraverso l'uso di fotocellule in grado di captare condizioni di luce diverse. Strumento che è entrato nella prassi progettuale solo da poco tempo. Il grattacielo prevedeva anche una sorgente di energia termonucleare sistemata nei piani interrati. La relazione tecnica circa la sistemazione dei serramenti descrive dettagliatamente il sistema proposto. La struttura dell'intera facciata (montanti e traversi in alluminio) è *“completamente isolata dalla restante struttura metallica mediante l'interposizione, in corrispondenza di ogni punto di fissaggio, di appositi elementi antivibranti in gomma, che filtrando ogni tipo di vibrazioni (vento, dilatazioni, assestamenti strutturali, ecc.), ne*

impediranno il propagamento dalla facciata all'intera costruzione" (Garimberti, Susani, 1967, p. 30). Il grattacielo di Sacripanti è di fatto anticipatore di una serie di soluzioni che di lì a poco saranno proprie dell'architettura tecnologicamente più avanzata.

Tra gli anni Cinquanta e Sessanta in Italia vengono costruiti anche molti edifici per uffici. I frangisole alla veneziana, sistema di schermatura che deriva dalla tradizione, erano adatti a proteggere gli infissi dei palazzi con le prime facciate appese, i curtain-wall. Il palazzo per uffici in via Torino a Roma, 1956-58 di Adalberto Libera ha struttura portante in calcestruzzo armato e tamponamento di facciata in pannelli metallici. Gli infissi di tutta la facciata modulare sono schermati con frangisole a sottili lamelle in alluminio integrati nel pacchetto dell'infisso e completamente motorizzati. *"La facciata adotta una soluzione che viene brevettata e nel cui studio si deroga alla generale austerità della costruzione, forse nell'ipotesi di adottarla in altre realizzazioni. Gli autori (Calini e Montuori) progettano un sistema i cui componenti vengono realizzati in stabilimento dalla Feal, a Milano, e quindi portati a Roma e montati in opera"* (Garofalo, 1989, p. 200). L'edificio per uffici in piazza F. Meda a Milano (ora Chase Manhattan Bank) di B.B.P.R. (Banfi, Barbiano di Belgiojoso, Peressutti, Rogers) del 1969 presenta un prospetto con andamento curvilineo caratterizzato da lesene in acciaio che ne esaltano la modularità. Le finestre sono schermate con veneziane in alluminio.

Negli anni Settanta del Novecento i frangisole diventano quindi appannaggio di quell'architettura che cerca *"di integrare nel progetto architettonico le più recenti innovazioni della tecnologia meccanica e gli aspetti connessi alla sua espressività"* (Leoni, 2001, p. 58). Si tratta dell'architettura high-tech, corrente di pensiero che si porrà come diretta evoluzione del Modernismo. Norman Foster e Michael Hopkins, che dal 1970 al 1975 condividevano uno studio associato, trasferiscono i loro studi per la realizzazione di fabbriche con sistemi prefabbricati nell'architettura residenziale. Il progetto per la Foster Residence a Londra, del 1978-79, presenta frangisole metallici all'esterno del prospetto costruito con moduli in acciaio e vetro. Come nelle facciate di Jean Prouvé i meccanismi di controllo non sono più nascosti, celati, ma sono messi in vista nella parte più esterna dell'edificio. Michael Hopkins utilizza frangisole alla veneziana esterni in alluminio nella facciata in vetro del Schlumberger Cambridge Research Centre (1982-1992), o nella sede della Solid State Logic (a Begbroke vicino Oxford), del 1986-1988. Le schermature con frangisole alla veneziana non sono più usate solo all'interno degli uffici, comandate manualmente a corda e manovella, ma vengono applicate all'esterno delle facciate vetrate e comandate elettricamente. Con Foster *"Hopkins formula l'epilogo radicale del pensiero di Le Corbusier, inaugura la seconda generazione del Movimento Moderno e la stagione del primo High-Tech"* (Donati, 2006, p. 13). Nello stesso periodo, è il 1979, Ian Ritchie realizza la Eagle Rock House, dove impiega frangisole orientabili

metallici disposti su piano orizzontale in aggetto sopra le grandi vetrate che circondano l'abitazione. La casa, immersa nel verde, è costruita con materiali leggeri come l'acciaio e il vetro. Le vetrate sono schermate dall'interno con veneziane in alluminio mentre all'esterno sono previste delle travi in acciaio aggettanti lunghe circa 50cm. Le travi sono predisposte per accogliere un sistema di lamelle orizzontale, che può essere applicato quando la luce del sole è eccessiva anche per le schermature interne. Nel 1988 Ritchie realizza l'edificio BB a Stockley Park nei pressi di Londra dove usa frangisole orientabili con grandi pale in metallo forato. Sono disposti su piano orizzontale e installati sulla struttura in acciaio che corona tutta la facciata in vetro dell'edificio. Il controllo è motorizzato. Richard Horden, nel 1984 realizza una casa a Woodgreen nell'Hampshire interamente costruita dalla somma moduli prefabbricati in telaio metallico tamponati all'esterno con frangisole a lame orientabili. Il meccanismo di manovra (a bielle e asta) viene integrato nei profilati di sostegno in acciaio dipinto di bianco. Nello stesso periodo anche Chris Clarke, Benthem & Crouwel, Ove Arup e altri utilizzano la tecnologia dei frangisole orientabili. Questi sistemi entrano a far parte di composizioni più complesse dove il progetto si libera dalla rigidità modulare del primo high-tech, "per diventare uno strumento di coordinazione di parti non necessariamente identiche" (Campioli, 1993, p. 31). Nei decenni seguenti, grazie alla globalizzazione delle tecniche costruttive, i frangisole diventeranno di uso comune in gran parte delle architetture contemporanee.



a lato:
*Progetto per il Grattacielo
 Peugeot a Buenos Aires,*
 M. Sacripanti
 (da Sacripanti Architettura)

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Adalberto Libera: opera completa*, Electa, Milano, 1989
- AA.VV., *Norman Foster Works 1*, Prestel, Monaco, 2002
- Argan Giulio Carlo, *Libera*, Editalia, Roma, 1975
- Argan Giulio Carlo, *Storia dell'Arte Italiana, Vol. 3*, Sansoni, Firenze, 1968.
- Bill Max, *Ludwig Miës van der Rohe*, Il Balcone, Milano, 1955
- Boesiger Willy (a cura di), *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: Oeuvre Complète de 1929-1934*, Les Editions Grisberger, Zurigo, 1935
- Boesiger Willy (a cura di), *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: Oeuvre Complète de 1938-1946*, Les Editions Grisberger, Zurigo, 1946
- Bonfanti Ezio, Porta Marco, *Città, Museo e Architettura. Il Gruppo BBPR nella cultura architettonica italiana 1932-1970*, Vallecchi, Firenze, 1973.
- Brino Giovanni, *Crystal Palace. Cronaca di un'avventura progettuale*, Sagep, Genova, 1995
- Brivio Sergio Fabio, a cura di, *Tende e schermature solari*, Edinterni, Milano 2004
- Brookes Allan J., Grech Chris, *Das Detail in der High-Tech-Architektur*, Birkhäuser, Basilea, 1991
- Campioli Andrea, *Il contesto del progetto. Il costruire contemporaneo tra sperimentalismo high-tech e diffusione delle tecnologie industriali*, Franco Angeli, Milano, 1993
- Campioli Andrea, Mangiarotti Anna, Zanelli Alessandra, "Learning from the Past to Renew Ephemeral Architecture in the Italian Context", in Bogner-Balz Heidrun, Zanelli Alessandra, a cura di, *Tensinet Symposium 2007: Ephemeral Architecture, time and textiles*, Clup, Milano, 2007
- Ceccherini Nelli Lucia, "Riferimenti Progettuali", in AA.VV., *Schermature solari*, Alinea, Firenze, 2000, pp.13-37
- Chiappini di Sorio Ileana, "L'arte della tessitura a Venezia: premesse e sviluppi", in AA.VV., Centro studi di Storia del Tessuto e del Costume, *Quaderno 1*, Supplemento a Bollettino dei Civici Musei Veneziani d'Arte e di Storia, Venezia, 1989
- Collodo Silvana, "La produzione tessile nel Veneto medievale", in Ericani Giuliana, Fratraroli Paola, a cura di, *Tessuti nel Veneto: Venezia e la Terraferma*, Banca Popolare di Verona, Verona, 1993, pp. 35-56
- Cuoghi Costantini Marta, "Tipologie tecniche nei tessuti antichi", in AA.VV., Centro studi di Storia del Tessuto e del Costume, *Quaderno 1*, Supplemento a Bollettino dei Civici Musei Veneziani d'Arte e di Storia, Venezia, 1989
- Davanzo Poli Doretta, "Il consolidarsi delle industrie", in Davanzo Poli Doretta, Moronato Stefania, *Le Stoffe dei Veneziani*, Albrizzi Editore, Venezia, 1994, pp. 47-60

- Davanzo Poli Doretta, "L'organizzazione delle arti tessili", in Davanzo Poli Doretta, Moronato Stefania, *Le Stoffe dei Veneziani*, Albrizzi Editore, Venezia, 1994, pp. 17-24
- Davies Colin, *High Tech Architecture*, Thames and Hudson, Londra, 1988
- Donati Cristina, *Michael Hopkins*, Skira, Milano, 2006
- Fanelli Giovanni, Fanelli Rosalia, *Il Tessuto Art Nouveau*, Cantini, Firenze, 1986
- Freni Vera, Varnier Carla, *Raimondo D'Aronco: l'opera completa*, Centro Grafico Editoriale, Padova, 1983
- Garimberti Marta, Susani Giuseppe, a cura di, *Sacripanti Architettura*, Edizioni Cluva, Venezia, 1967
- Garofalo Francesco, "Palazzo per uffici in via Torino a Roma, 1956-58", in AA.VV., *Adalberto Libera: opera completa*, Electa, Milano, 1989
- Gibello Luca, Sudano Paolo Mauro, *Annibale Fococchi Architetto*, Aión Edizioni, Firenze, 2007
- Gregotti Associati, *Frammenti di costruzioni*, Skira, Milano, 2000
- Gregotti Vittorio, Marzari Giovanni, a cura di, *Luigi Figini Gino Pollini Opera Completa*, Electa, Milano, 1996
- Hilberseimer Ludwig, *Mies van der Rohe*, Paul Theobald, 1956 (tr.it. a cura di Antonio Monestiroli, Clup, Milano, 1984)
- Hix John, *The Glasshouse*, Phaidon, Londra, 1996
- Irace Fulvio, "Gelosie d'autore", in *Abitare*, n.315/1993, pp. 202-205
- Koppelkamm Stefan, *Künstliche Paradiese, Gewächshäuser und Wintergärten des 19. Jahrhunderts*, Ernst & Sohn, Berlino, 1988
- Lahuerta Juan José, *Antoni Gaudí 1852-1926: architettura, ideologia e politica*, Electa, Milano, 1992
- Leoni Fulvio, *L'architettura della simultaneità*, Meltemi, Roma, 2001.
- Leoni Giovanni, *Mies van der Rohe*, Motta, Milano, 2008
- Lovato Roberta, "I prodotti per verniciature e tinteggiature" in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore degli edifici*, Alinea, Firenze, 2002, pp. 135-151
- McKean John, *Crystal Palace London 1851, Joseph Paxton and Charles Fox*, Phaidon, Londra, 1994
- Moronato Stefania, "I tessuti nella storia", in AA.VV., Centro studi di Storia del Tessuto e del Costume, *Quademo 1*, Supplemento a Bollettino dei Civici Musei Veneziani d'Arte e di Storia, Venezia, 1989, pp.
- Neri Maria Luisa, Thermes Laura et al., a cura di, *Maurizio Sacripanti maestro di architettura 1916-1996*, Gangemi, Roma, 1998
- Pastoureau Michel, *Bleu. Histoire d'une couleur*, Éditions du Seuil, Parigi, 2000 (tr.it. *Blu. Storia di un colore*, Ponte alle Grazie, Milano, 2002)

- Pastoureau Michel, *Noir. Histoire d'une couleur*, Éditions du Seuil, Parigi, 2008 (tr.it, *Nero. Storia di un colore*, Ponte alle Grazie, Milano, 2008)
- Powell Kenneth, *Richard Rogers Complete Works Volume One*, Phaidon, Londra, 1999
- Puppi Lionello, *Oscar Niemeyer 1907*, Officina Edizioni, Roma, 1996
- Quargnal Elettra, Pozzetto Marco, a cura di, *D'Aronco Architetto, Catalogo della Mostra tenuta a Passariano*, Electa, Milano, 1982
- Quaglierini Carlo, *Manuale di merceologia tessile*, Zanichelli, Bologna, 1985
- Rocca Alessandro, a cura di, *Ian Ritchie: Tecnoecologia*, Motta, Milano, 1998
- Rondelet Giovanni, *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*, Prima edizione Italiana alla Sesta edizione originale del 1799, Mantova, 1834
- Spinelli Luigi, *José Antonio Coderch: la cellula e la luce*, Testo & Immagine, Torino, 2003
- Sulzer Peter (a cura di), *Jean Prouvé: oeuvre complete, Vol. 3: 1944-54*, Birkhauser, Basilea, 2005
- Sulzer Peter (a cura di), *Jean Prouvé: oeuvre complete, Vol. 4: 1954-84*, Birkhauser, Basilea, 2008
- Tafuri Manfredo, Dal Co Francesco, *Architettura Contemporanea*, Electa, Milano, 1976
- Toffolon Margherita, "Call Center Vodafone Italia e facciate ICO Centrale di Ivrea", in *Nuova Finestra*, n.330/2007, pp. 96-100
- Underwood David, *Oscar Niemeyer and the Architecture of Brazil*, Rizzoli International, New York, 1994
- Vitruvius Pollio Marcus, *De Architectura, 27-23 a.C.* (tr. It, *Dell'architettura*, Giardini, Pisa, 1978)
- Woods May, Swartz Warren Arete, *Glass Houses, A History of Greenhouses, Orangeries and Conservatories*, Rizzoli, New York, 1988
- Zanelli Alessandra, *Trasportabile/Trasformabile*, Clup, Milano, 2003
- Zennaro Pietro, Gasparini Katia, "Colore e design nella produzione di schermature solari tessili", in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore nella produzione di architettura*, Iperezioni, Verona, 2007, pp. 128-139
- Zennaro Pietro, *Architettura dei materiali*, Edizioni Progetto, Padova, 1995
- Zevi Bruno, a cura di, *Giuseppe Terragni*, Zanichelli, Bologna, 1980



stato dell'arte:



2.2 Le schermature: norme e regole tecniche

Vi sono vari livelli normativi che riguardano il settore edilizio e di conseguenza quello delle schermature. Vi sono norme tecniche di valore internazionale, norme tecniche e direttive a livello europeo, norme e regole tecniche a livello nazionale. In Italia, oltre alle regole tecniche prodotte dal Parlamento, vi sono anche regole tecniche regionali, regolamenti provinciali e comunali. Esistono inoltre alcuni regolamenti tecnici disposti da specifici enti che hanno il compito di curare la salvaguardia del territorio e degli edifici di pregio storico: le Soprintendenze ai Beni Architettonici e Paesaggistici, gli Enti Parco ecc.

Prima di tutto è necessario distinguere i concetti di norma e di regola. *“La norma è la specifica tecnica approvata da un organismo riconosciuto e abilitato ad emanare atti di formazione (CNR, UNI, ICITE, CEI [...]), la cui osservanza non sia obbligatoria, il cui rispetto è liberamente e reciprocamente scelto dagli operatori; la norma è una convenzione tra gli operatori in vista di un fine. La regola tecnica è la specifica la cui osservanza è obbligatoria e derivante da provvedimenti legislativi (leggi, decreti ministeriali, regolamenti edilizi ecc.)”* (Cianchetti, 1996, pp. 19-20) E' necessario precisare che una norma può diventare obbligatoria qualora una regola lo imponga. Ad esempio all'interno di un provvedimento legislativo come il D.lgs 311/2006 si precisano quali norme UNI sia necessario applicare per ottenere la Marcatura CE, obbligatoria per tutti i prodotti edili.

La normativa tecnica che riguarda la produzione di schermature solari è rivolta dunque ai produttori e sancisce le caratteristiche tipologiche e prestazionali che tali prodotti devono avere. E' possibile *“classificare le norme nelle tipologie più comuni, in relazione al loro contenuto: norma di base, norma di terminologia, norma di prova, norma di prodotto, di processo o di servizio, norma di interfaccia, norma sui dati da indicare”* (Cianchetti, 1996, p. 24). *“La norma di base ha un ampio campo di applicazione e riporta le disposizioni generali per un certo settore. La norma di terminologia fissa i termini lessicali con le definizioni. La norma di prova stabilisce i metodi di prova. La norma di prodotto specifica i requisiti che un prodotto o un gruppo di prodotti, un processo o un servizio deve possedere per essere idoneo allo scopo. La norma di interfaccia specifica i requisiti necessari per assicurare la compatibilità di prodotti e sistemi nei loro punti di interconnessione. La norma sui dati contiene l'elenco delle caratteristiche di cui occorre indicare i valori e altri dati per poter specificare il prodotto, il processo o il servizio”* (Cianchetti, 1996, p. 24). In questa sede sono state prese in considerazione, per le schermature, **norme di terminologia e norme di prodotto**.

Gli Enti di Normazione si dividono in enti internazionali, enti europei e enti nazio-

nella pagina accanto
Appartamenti in
Via J.S. Bach, Barcellona,
J.A. Coderch, 1957-61.
 Dettaglio delle schermature.
 (Foto © Sandro Maggi
 da flickr.com)

nali. Per il settore edilizio l'ente internazionale di riferimento è l'ISO (Organizzazione Internazionale per la Normazione) con sede a Ginevra in Svizzera. L'ente europeo di riferimento per il settore delle costruzioni è il CEN (Comitato Europeo di Normazione). Le norme redatte dal CEN riportano la sigla "EN". L'ente di normazione italiano è l'UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione). Per il settore dei tessuti, anche metallici, sono molto importanti le norme nazionali tedesche DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.).

Le norme redatte dal CEN vengono recepite dall'UNI, tradotte e messe in vigore su scala nazionale. L'UNI sviluppa anche norme proprie. Su scala nazionale la normativa tecnica può riportare, oltre alla sigla UNI, la dicitura EN e/o ISO a seconda del/degli enti che precedentemente l'hanno elaborata.

"L'Italia come membro della Comunità Europea, ha l'obbligo, in conformità con il trattato, di adottare le disposizioni comunitarie, alcune di queste relative all'ambito edilizio. [...] Le direttive CEE sono atti normativi che hanno come destinatari gli stati membri e hanno carattere vincolante solo per quanto concerne gli obiettivi e i risultati; ciascun membro può conseguire, con normative nazionali, gli obiettivi dettati con le misure ritenute più idonee: perché una direttiva entri a far parte delle fonti giuridiche interne ad uno stato membro è necessario un atto o provvedimento legislativo nazionale" (Cianchetti, 1996, p. 37). Dunque ciò che effettivamente costituisce regola tecnica obbligatoria è contenuto nelle Leggi e nei Decreti emessi dai Parlamenti Nazionali. *"Le regole tecniche vengono identificate con la tipologia del provvedimento, ad esempio: Legge (abbreviazione L.); Decreto Ministeriale (abbreviazione D.M.); Circolare Ministeriale (abbreviazione Circ. Min.); Decreto del Presidente della Repubblica (abbreviazione D.P.R.)"* (Cianchetti, 1996, p. 67) e Decreto Legislativo (D.lgs).

La Costituzione Italiana (Art. 117) prevede che anche le Regioni possano emanare delle Leggi. Le leggi regionali hanno la stessa posizione gerarchica delle fonti del diritto della legge ordinaria.

A livello locale vi sono i regolamenti edilizi che ogni Amministrazione Comunale emana. Essi sono strettamente legati al P.R.G. (Piano Regolatore Comunale) e hanno un valore correlato soltanto agli aspetti tecnici, formali, igienico-sanitari, di sicurezza e vivibilità degli edifici e del loro intorno. Essi possono essere coadiuvati da Piani del Colore, da Piani del Decoro Urbano e da altri regolamenti concernenti anche il tema delle tende e delle schermature solari. In merito a questi temi possono esprimere il proprio parere anche le Soprintendenze ai Beni Architettonici e Paesaggistici e altri Enti locali.

In sintesi la norme e le regole di maggior rilievo che possono riguardare le schermature si dividono in:

- **Norme tecniche (internazionali, europee, italiane);**
- **Direttive Europee;**
- **Leggi e Decreti dello Stato Italiano;**
- **Leggi Regionali**
- **Regolamenti Comunali**
- **Altri regolamenti (soprintendenze, enti territoriali ecc.)**

2.2.1 Norme tecniche

Le norme UNI che riguardano le schermature solari sono prevalentemente dedicate ai produttori. Esse stabiliscono tutte le caratteristiche che il sistema schermante deve avere. Per le schermature vi è una norma di terminologia (la UNI 12216:2005) che fornisce la classificazione tipologica delle schermature con la lista dei singoli componenti, assemblaggio e relativo glossario. Vi sono poi altre norme (di prodotto) che ne definiscono il calcolo delle prestazioni in relazione a materiali e componenti utilizzati. Ad esempio: resistenza al carico di vento, resistenza al fuoco, sicurezza di utilizzo ecc. Queste ultime sono utilizzate per definire la Marcatura CE dei prodotti schermanti.

Le norme relative alla classificazione delle schermature, contenute nella norma UNI EN 12216:2005 *Chiusure oscuranti, tende interne ed esterne - Terminologia, glossario e definizioni*, sono trattate nel capitolo relativo alla classificazione degli schermi. Di seguito sono riportati gli estratti di specifico interesse relativi alle norme di prodotto che riguardano le schermature.

L'introduzione dell'obbligo di marcatura CE nei prodotti edili (e quindi anche delle schermature) è avvenuta il primo marzo 2006 in recepimento della Direttiva Europea 89/106 CEE.

I sei requisiti essenziali individuati dalla Direttiva sono:

- Resistenza meccanica e stabilità;
- Sicurezza in caso d'incendio;
- Igiene, salute ed ambiente;
- Sicurezza nell'impiego;
- Protezione dal rumore;
- Risparmio energetico e ritenzione del calore.

La marcatura CE definisce quindi un campo d'azione comune a tutti i fabbricanti, fornendo metodi di prova, procedimenti e criteri di valutazione condivisi da tutti gli stati europei. L'apposizione del marchio CE su un prodotto edile ne presuppone l'idoneità all'uso previsto. Ogni prodotto deve rispettare i requisiti previsti dalla Direttiva. Si presumono idonei all'uso i prodotti che consentono alle opere in cui sono utilizzati, se adeguatamente progettate e costruite, di soddisfare i sei requisiti essenziali della direttiva europea ad essi applicabile (la già citata Direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE, nota anche come CPD).

La marcatura CE è obbligatoria e costituisce il sistema al quale tutti i costruttori devono uniformarsi per poter vendere i propri prodotti nell'Unione Europea. Spetta al produttore stesso la responsabilità di apporre la marcatura CE, tramite etichettatura sul prodotto stesso o sull'imballaggio o sulla documentazione tecnica allegata.

La marcatura CE deve essere apposta a tutti i prodotti che soddisfano una delle seguenti condizioni: conformità alle norme nazionali che recepiscono norme europee armonizzate EN, i cui estremi sono stati pubblicati nella Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (GUCE); conformità al Benestare Tecnico Europeo (ETA) rilasciati sulla base di linee guida (ETAG) pubblicati dall'EOTA (Organizzazione Europea per Benestare Tecnico).

Tra le norme europee armonizzate rivestono particolare importanza le cosiddette norme di prodotto (product standard) che, per ogni merceologia di prodotto sottoposta a marcatura CE, sono da considerarsi norme quadro.

Le norme di prodotto hanno lo scopo di definire: le caratteristiche e le prestazioni dei prodotti indipendentemente dai materiali impiegati; le modalità e la sequenza dei test di prova che devono essere eseguiti da parte del produttore o da chi per esso le modalità di controllo della produzione (factory production control); i sistemi di attestazione della conformità; le modalità di marcatura CE e di etichettatura del prodotto.

Il compito di elaborare le norme europee armonizzate oppure le linee guida (ETAG) per il rilascio degli ETA (Benestare Tecnico Europeo) è delegato dalla Commissione Europea al CEN o all'EOTA a seconda dei prodotti di cui trattasi. Nessun requisito aggiuntivo può essere imposto a livello di norme tecniche e/o disposizioni legislative cogenti nazionali e/o regionali in materia di edilizia. Un altro riferimento documentale molto importante per la marcatura CE è rappresentato dalla Guidance Paper M Conformity assessment under the Construction Products Directive - Initial Type-testing and Factory Production Control, documento tecnico il cui scopo è quello di svolgere una funzione di guida ed indirizzo nelle procedure di attestazione della conformità dei prodotti da costruzione alla direttiva 89/106.

La marcatura CE sulle schermature (in riferimento alla UNI EN 13659:2009) è ese-

guita tramite due operazioni: prove di laboratorio (ITT) e controllo della produzione in fabbrica (FPC).

Le prove di laboratorio consistono in una serie di test classificati nella normativa tecnica. Per quanto riguarda il carico di vento (UNI EN 1932:2002) le fasi di prova su una persiana sono le seguenti:

- Misurazione preliminare forza di azionamento persiana;
- Applicazione carico di prova diretto e indiretto per 2 minuti su ogni lato;
- Rilevazione di eventuali flessioni, danneggiamenti, rotture o variazioni degli elementi del manufatto (struttura, rivestimento, ferramenta ecc.);
- Misurazione a prova avvenuta delle variazioni sulla forza di azionamento;
- Applicazione carico di sicurezza diretto e indiretto per 2 minuti su ogni lato;
- Rilevazione di eventuali flessioni, danneggiamenti, rotture o variazioni degli elementi del manufatto (struttura, rivestimento, ferramenta ecc.);
- Compilazione del resoconto di prova.

Una volta svolti tutti i test è possibile passare alla fase di controllo della produzione in fabbrica (FPC). Essa consiste nel redigere una serie di documenti di seguito riportata:

- Dichiarazione di conformità;
- Etichetta prodotto;
- Documentazione accompagnamento (DDT);
- Foglio di commessa;
- Piano di controllo della fabbricazione;
- Istruzioni di montaggio;
- Manuale uso e manutenzione.

Nella produzione di schermature ad azionamento motorizzato è necessario il rispetto della Direttiva Macchine 2006/42/CE. Tutti questi argomenti sono stati trattati in maniera esaustiva nei convegni e nei documenti associativi prodotti da ASSITES (Associazione Italiana Tende, Schermature Solari e Chiusure Tecniche) che raggruppa in se i più importanti produttori a livello nazionale. Le informazioni che riguardano la Marcatura CE delle schermature solari sono state tratte da questi documenti.

In sintesi le principali norme UNI che si applicano alle schermature solari esterne sono:

- UNI EN 12216:2005 *Chiusure oscuranti, tende interne ed esterne , Terminologia, glossario e definizioni;*
- UNI EN 13561:2009 *Tende esterne - requisiti prestazionali compresa la sicurezza;*
- UNI EN 13659:2009 *Chiusure oscuranti - requisiti prestazionali compresa la sicurezza;*
- UNI EN 14501:2006 *Tende e chiusure oscuranti - Benessere termico e visivo -caratteristiche prestazionali e classificazione;*
- UNI EN 1932:2002 *Tende e chiusure oscuranti esterne - resistenza al carico del vento metodo di prova;*
- UNI EN 13363-1:2006 *Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 1: metodo semplificato;*
- UNI EN 13363-2:2006 *Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 2: metodo di calcolo dettagliato;*
- UNI EN 1634-1:2009 *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi - Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*
- UNI EN 1634-2:2009 *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte, sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi - Parte 2: Prove di resistenza per componenti costruttivi.*

Ogni materiale che costituisce i singoli componenti di un sistema schermante, ad esempio un profilo in alluminio estruso, è sottoposto a specifiche norme UNI che ne definiscono processo di produzione e caratteristiche tecniche. Per quanto riguarda i tessuti, siano essi in fibre sintetiche o in metallo, la produzione è regolamentata da specifiche norme DIN e EN.

I temi della Durabilità e delle Prestazioni di Aspetto

Di particolare interesse per il progettista sono invece i concetti legati alla **durabilità** e alle **prestazioni relative all'aspetto**. Le norme UNI EN 13561 e UNI EN13659 forniscono una serie di indicazioni in merito.

La **UNI EN 13561:2004** (*Tende esterne - requisiti prestazionali compresa la sicurezza*) affronta, al punto 15, il tema della **Durabilità**. Per durabilità la norma intende la capacità dei materiali che costituiscono il prodotto di soddisfare i requisiti seguenti durante una durata di servizio ragionevolmente economica:

- Stabilità del colore;
- Nessun peggioramento dell'aspetto;
- Resistenza alla rottura;
- Resistenza alla corrosione;
- Stabilità dimensionale.

I materiali contemplati dalla norma sono il tessuto e il metallo. Per le due categorie sono individuati i seguenti requisiti da rispettare:

- Tessuto: colore, resistenza e stabilità dimensionale;
- Metallo: colore, aspetto e corrosione.

In merito al **tessuto** (punto 15.2) la valutazione da parte del produttore deve essere effettuata dopo un'esposizione di 1000 h (ore) agli agenti atmosferici in conformità alla EN ISO 105-B04:1997 (*Textiles - Tests for colour fastness - Part B04: Colour fastness to artificial weathering: Xenon arc fading lamp test*). Per quanto riguarda il colore, il tessuto deve raggiungere almeno il livello 4 della scala di grigi indicato nella norma EN 20105-A02:1995 (*Textiles. Tests for colour fastness. Grey scale for assessing change in colour*). La resistenza minima a trazione deve essere verificata in conformità alla EN ISO 1421 (su una striscia di 5 cm di lunghezza) e deve essere 100daN in ordito e 60daN in trama. La riduzione della resistenza non deve essere maggiore del 20% rispetto allo stato iniziale. Per quanto riguarda la stabilità dimensionale agli agenti atmosferici le variazioni dimensionali devono essere contenute entro i seguenti limiti: -3%, +1% in ordito, -1%, +1% in trama.

Le variazioni dimensionali dopo l'applicazione di un carico a trazione di 250N su 100mm per 24 ore su un campione di 100mm x 1200mm, nella direzione dell'ordito e

della trama in conformità all'Appendice A devono rientrare nei seguenti limiti:

- Variazione totale della lunghezza sotto carico: ordito $\leq 12\text{mm}$, trama $\leq 41\text{mm}$;
- Lunghezza residua dopo il rilascio del carico: ordito $\leq 1\text{mm}$, trama $\leq 16\text{mm}$;
- Larghezza residua dopo il rilascio del carico: ordito 0mm , trama 0mm .

La resistenza alla penetrazione d'acqua (prova Schopper) deve essere misurata in conformità alla EN 20811:1992 (*Textiles. Determination of resistance to water penetration. Hydrostatic pressure test*). Le cuciture non sono interessate. Deve essere effettuata una nuova misurazione dopo la simulazione dell'effetto di scrosci d'acqua ripetuti. Il campione è immerso per 24 ore in acqua demineralizzata, che viene sostituita completamente ogni 3 ore. La riduzione della resistenza alla penetrazione d'acqua non deve essere maggiore del 15%.

Per quanto riguarda i **metalli** i requisiti e le classi di resistenza alla corrosione devono essere in conformità alla EN 1670:2007 (*Building hardware. Corrosion resistance. Requirements and test methods*), eccetto il fatto che deve essere effettuata la prova in nebbia salina in conformità alla UNI ISO 9227:1993 (*Prove di corrosione in atmosfere artificiali - Prove in nebbia salina*):

- Sui diversi componenti e profili usati nel prodotto, non assemblati;
- Oppure su di un campione completo di tenda in scala ridotta (dimensioni minime 700mm x 700mm).

Le classi di resistenza alla corrosione e i corrispondenti rivestimenti devono corrispondere a quelle previste per la destinazione ambientale del prodotto. Vi sono 4 classi di resistenza alla corrosione. Per i componenti interni vigono la classe 1 (24 ore) e la classe 2 (48h); per i componenti esterni vigono la classe 2 (48h), la classe 3 (96h) e la classe 4 (240h). Quando si richiede che i componenti esterni siano di classe 4, i componenti interni devono essere almeno di classe 2.

Per la parte che concerne le **prestazioni relative all'Aspetto** (punto 16, nella versione 2004) le tolleranze di forma sono dichiarate non applicabili, mentre viene sviluppato il capitolo riguardante le tolleranze dimensionali. Per **tolleranze dimensionali** la norma intende le "tolleranze relative alle dimensioni complessive (altezza e larghezza) del prodotto fornito rispetto alle dimensioni ordinate" (16.2.1). Determinare le tolleranze dimensionali significa che "le dimensioni fornite devono tenere conto della geometria dell'apertura (dove il prodotto deve essere installato) e delle specifiche del cliente" (16.2.2). L'area della superficie coperta dal tessuto deve essere indicata nelle istruzioni

tecniche del fabbricante. Il requisito prestazionale è risolto dalla larghezza L e dall'altezza H del prodotto finito rientrano nelle tolleranze elencate nei prospetti 15 e 16 (riportati nel testo della norma), a una temperatura di $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. I prospetti 15 e 16 riportano i valori delle tolleranze dimensionali per tendone verticale e per serre e tenda sporgente.

La **UNI EN13659:2004** (*Chiusure oscuranti - requisiti prestazionali compresa la sicurezza*) affronta i temi della **durabilità** (punto 17) e delle **tolleranze dimensionali** (punto 18) per le chiusure oscuranti realizzate con componenti in plastica rigida, metallo e legno. Il prospetto 10 contenuto nella norma stessa definisce i requisiti di **durabilità** richiesti per i diversi materiali utilizzati. Per la plastica rigida si tratta di: colore, aspetto, resistenza e stabilità dimensionale. Per il metallo: colore, aspetto e corrosione. Per il legno: colore, aspetto e stabilità dimensionale. Successivamente la norma definisce per ogni materiale i requisiti minimi che devono essere soddisfatti. Per i **materiali di plastica rigida** le caratteristiche minime di idoneità all'utilizzo (profilati di PVC-U non plastificato) devono essere come specificato nel prospetto 11 contenuto nella norma stessa e in riferimento alla EN 13245-1:2004 (*Materie plastiche - Profilati di PVC-U non plastificato per applicazioni in edilizia - Progettazione e specifiche (M/121)*). Il prospetto 11 individua proprietà e designazione dei componenti in PVC-U (ad esempio le stecche delle persiane avvolgibili). In particolare alla voce riguardante le proprietà di invecchiamento dei colori indica le classi minime di esposizione artificiale e naturale. Ad esempio la sigla N, 8, 20 sta a significare 2 anni di esposizione naturale con una media di 4 GJ/mq e una temperatura media del mese più caldo di 20°C (clima di Berlino). I colori chiari sono definiti mediante $L^* \geq 82$; $-2,5 \leq a^* \leq 5$; $-5 \leq b^* \leq 15$, dove L^* , a^* e b^* sono le coordinate del sistema CIE $L^*a^*b^*$ Color Space del 1976, meglio noto col nome CIELAB che, tramite formule piuttosto complesse, possono essere tradotti nei sistemi a sintesi additiva (RGB) o sottrattiva (CMYK). Per i **metalli** i requisiti e le classi di resistenza alla corrosione devono essere in conformità alla EN 1670:2007 e rispecchiare tutto quanto indicato al punto 15.3 della UNI EN 13561, già trattato in precedenza. Il **legno** utilizzato nelle chiusure oscuranti deve essere di crescita regolare e senza alcuna alterazione derivante da fattori naturali o animali. Gli elementi devono essere con granuli lineari su almeno $\frac{3}{4}$ della loro lunghezza.

I nodi strettamente posizionati sono accettabili con i seguenti limiti:

- 1) nelle stecche per persiane avvolgibili i nodi non sono ammessi;
- 2) in tutti gli altri profilati: con qualità delle finiture chiare sono ammessi nodi di diametro massimo corrispondente a metà dello spessore del profilato e comunque non

superiore a 20mm, nel numero di 5/mq (se la larghezza del profilato è minore o uguale a 50mm), se la larghezza del profilato è maggiore di 50mm sono ammessi nodi di diametro massimo corrispondente allo spessore del profilato e comunque inferiore a 40mm, nel numero di 15/mq; con qualità delle finiture opache se la larghezza del profilato è inferiore a 50mm sono ammessi nodi di diametro massimo corrispondente a metà dello spessore del profilato, se la larghezza supera i 50mm i nodi devono essere inferiori allo spessore del profilato.

Per ciò che concerne le caratteristiche fisiche dei legni utilizzati, *“il contenuto di umidità, quando si sega e al momento della consegna della chiusura oscurante, deve essere tra il 12% e il 18%. Il ritiro lineare dalla direzione perpendicolare alla direzione della grana non deve essere maggiore dello 0,3% per una variazione di umidità dell'1%”* (17.4.2). Per giunzione e assemblaggio deve essere garantita la compatibilità tra l'umidità del legno e delle colle utilizzate. Gli assemblaggi devono essere effettuati in modo tale da non intrattenere acqua. *“I legni non resistenti all'attacco del tarlo *Lyctus* devono essere trattati con un insetticida efficace. I legni non resistenti ai funghi e destinati all'impiego in ambiente umido (a contatto con materiali ad alta ritenzione idrica, per esempio muratura o calcestruzzo) devono essere trattati con fungicida efficace. Gli elementi di legno resinoso, che devono mantenere una finitura chiara, devono essere trattati contro l'azione della fuoriuscita di resina”* (17.4.4.).

Le **tolleranze dimensionali** sono determinate dalle “dimensioni generali del prodotto consegnato (per esempio per persiane avvolgibili sono inclusi i montanti di guida ed eventualmente la cassetta di testa). Il fabbricante deve definire la sovrapposizione delle stecche all'interno della chiusura. *“Le dimensioni ordinate devono tenere in considerazione la geometria dell'apertura (dove deve essere installato il prodotto) e delle specifiche del cliente”* (18.2). Il requisito prestazionale è risolto dalla larghezza L e dall'altezza H del prodotto finito rientrano nelle tolleranze elencate nel prospetto 13 (riportato nel testo della norma), a una temperatura di $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Per larghezza inferiore o uguale a 2m si ha tolleranza di -3mm, +0mm. Per larghezza compresa tra 2m e 4m si ha tolleranza -4mm, +0mm. Per larghezza superiore a 4m si ha tolleranza -5mm, +0mm. Per altezza minore o uguale a 1,5m si ha tolleranza -4mm, +0mm. Per altezza compresa tra 1,5m e 2,5m si ha tolleranza -6mm, +0mm. Per altezza superiore a 2,5m si ha tolleranza -10mm, +0mm.

2.2.2 Direttive Europee

Oltre alle già citate Direttive del Parlamento Europeo, che riguardano la produzione di sistemi di schermatura e l'obbligo della marcatura CE, sembra opportuno citare le Direttive 2002/91/CE e 2006/32/CE. Sebbene si tratti di provvedimenti a carattere squisitamente energetico hanno importanza relativamente a quanto è stato sancito (a recepimento) su scala nazionale con l'introduzione dell'obbligo di adozione delle schermature solari. La Direttiva 2002/91/CE del 16 Dicembre 2002 sul Rendimento energetico nell'edilizia, nell'Allegato (*Quadro generale per il calcolo del rendimento energetico degli edifici - articolo 3*), individua alcuni aspetti per il calcolo del rendimento energetico degli edifici che contribuiranno a sancire l'obbligo per le schermature solari. Essi sono: sistemi solari passivi e protezione solare (1.g) e illuminazione naturale (2.d). La Direttiva 2006/32/CE del 5 Aprile 2006 concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici (risparmio energetico), nell'Allegato III (*Elenco indicativo di esempi di misure di miglioramento dell'efficienza energetica ammissibili*), individua per il settore abitativo e terziario tra gli strumenti da adottare "altre attrezzature e apparecchi (ad esempio apparecchi di cogenerazione, nuovi dispositivi efficienti, sistemi di temporizzazione per l'uso ottimale dell'energia, riduzione delle perdite di energia in stand-by, installazione di condensatori per ridurre la potenza reattiva, trasformatori a basse perdite"(f). Tra queste possono essere assimilate le schermature solari dinamiche come strumenti attivi per il controllo della radiazione luminosa. Inoltre nell'Allegato V (*Elenco indicativo dei mercati e dei mercati parziali di trasformazione energetica per i quali è possibile definire parametri di riferimento*) vi sono le finestre (2.6) come punto di intervento all'interno del "mercato della tecnologia di riscaldamento delle abitazioni" (2). In fine l'Allegato VI (*Elenco di misure ammissibili di efficienza energetica per gli appalti pubblici*) sancisce "l'obbligo di acquistare o di dare in affitto edifici o parti di edifici a basso consumo energetico o obbligo di sostituire o adeguare edifici o parti di edifici acquistati o presi in affitto, allo scopo di renderli più efficaci sotto il profilo energetico"(f).

2.2.3 Leggi e Decreti dello Stato Italiano (regole tecniche)

Le leggi e i Decreti emanati dal Parlamento Italiano in ambito edilizio hanno recepito le Direttive Europee sopracitate. Il D.Lgs 29 dicembre 2006, n. 311, dal titolo *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, al comma 10 dell'Allegato I sancisce l'obbligatorietà della presenza di sistemi schermanti esterni per tutte le categorie di edifici così come classificati in base alla destinazione d'uso nell'art. 3 del D.P.R. 26 Agosto 1993, n. 412, ad eccezione delle categorie E6 ed E8, e limitatamente a collegi, conventi, case di pena e caserme per la categoria E1, per

immobili di superficie utile superiore a 1000 mq 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 di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b) e c), punto 1, quest'ultimo limitatamente alle ristrutturazioni totali. Gli edifici interessati dal decreto sono classificati nell'Art. 3 del D.P.R. 26 Agosto 1993, n. 412 (*Classificazione generale degli edifici per categorie*) che li suddivide in base alle destinazioni d'uso in:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;

E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;

E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche 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 cura 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 ed artigianali e assimilabili.

2. Qualora un edificio sia costituito da parti individuabili come appartenenti a categorie diverse, le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

Il Decreto Legislativo 311/2006, al comma 35 dell'Allegato A, individua la seguente definizione di schermature solari esterne: *“sistemi che, applicati all'esterno di una superficie vetrata trasparente permettono una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi in risposta alle sollecitazioni solari”*. Nel Allegato M. (Allegato I, comma 16 ultimo periodo) elenca invece le Norme Tecniche a cui le schermature solari devono essere adeguate, le già citate:

UNI EN 13561 *Tende esterne requisiti prestazionali compresa la sicurezza* (in obbligatorietà della marcatura CE);

UNI EN 13659 *Chiusure oscuranti requisiti prestazionali compresa la sicurezza* (in obbligatorietà della marcatura CE);

UNI EN 14501 *Benessere termico e visivo caratteristiche prestazioni e classificazione;*

UNI EN 13363.01 *Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate; calcolo della trasmittanza totale e luminosa, metodo di calcolo semplificato;*

UNI EN 13363.02 *Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate; calcolo della trasmittanza totale e luminosa, metodo di calcolo dettagliato.*

Tra gli elaborati di progetto il Decreto prevede *“prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare (completi di documentazione relativa alla marcatura CE)”*

Questa normativa è stata recentemente modificata dal Decreto del Presidente della Repubblica attuativo dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del Dlgs 192/05, approvato il 6 marzo 2009 dal Consiglio dei Ministri. Sul tema delle schermature solari esterne il Dpr interviene all'articolo 4 commi 19 e 20 riportati di seguito.

“19. Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, ad eccezione delle categorie E.6 ed E.8, 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 di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b) e c), numero 1), questo ultimo limitatamente alle ristrutturazioni”

turazioni totali, del decreto legislativo, è resa obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni. Qualora se ne dimostri la non convenienza in termini tecnico-economici, detti sistemi possono essere omessi in presenza di superfici vetrate con fattore solare (UNI EN 410) minore o uguale a 0,5. Tale valutazione deve essere evidenziata nella relazione tecnica di cui al comma 25.

20. Nel caso di ristrutturazione di edifici esistenti di cui all'articolo 3, comma 2, lettera c), numeri 1) e 2), del decreto legislativo, per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, ad eccezione delle categoria E.6 ed E.8, il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, valuta puntualmente e documenta l'efficacia dei sistemi filtranti o schermanti delle superfici vetrate, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare. Gli eventuali impedimenti di natura tecnica ed economica all'utilizzo dei predetti sistemi devono essere evidenziati nella relazione tecnica di cui al comma 25. La predetta valutazione può essere omessa in presenza di superfici vetrate con fattore solare (UNI EN 410) minore o uguale a 0,5'.

La normativa più recente tende dunque ad offrire, per alcuni tipi di vetro, la possibilità di non utilizzare le schermature solari esterne. Scelta probabilmente dettata dalla volontà di preservare certi interventi architettonici di pregio dove originariamente non erano previste schermature solari esterne che andrebbero a coprire, ad esempio, grandi vetrate. Il nuovo Dpr 2 Aprile 2009 n.59 prende anche in considerazione le pellicole adesive come sistema schermante. Le prescrizioni riguardano tutti gli edifici esistenti, con espressa eccezione solo di quelli artigianali, industriali e adibiti ad attività sportive, comprese quindi anche le residenze. Il decreto indica quattro tipi di intervento coinvolti nella nuova prescrizione. Al comma 19 dell'articolo 4 afferma che "è resa obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni" in quattro casi: nuove costruzioni; ristrutturazioni integrali o demolizioni e ricostruzioni di edifici con superficie utile maggiore di mille mq; ampliamenti volumetrici superiori al 20%; ristrutturazioni totali dell'involucro edilizio. Il decreto, poi, al comma 20, dà la possibilità di scegliere tra sistemi schermanti (stavolta non necessariamente esterni) oppure sistemi filtranti, cioè pellicole da applicare sui vetri, in altri tre casi: ristrutturazioni parziali o manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio; Ampliamenti volumetrici sotto il 20%; Nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti o ristrutturazione degli stessi impianti.

2.2.4 Leggi Regionali

Le Regioni, per quanto riguarda il tema delle schermature solari, definiscono la tipologia di intervento in cui rientra l'installazione di tende da sole e il relativo provvedimento di autorizzazione. In Liguria, ad esempio, l'articolo 21 comma 1 della L.R. 16/08 stabilisce che "l'installazione di tende da sole, insegne, targhe, impianti tecnologici o elementi di arredo urbano non comportanti opere edilizie" è una tipologia di opera che non richiede titolo abilitativo e sancisce la necessità di sola comunicazione di avvenuta installazione al Comune di pertinenza. Tra gli allegati alla comunicazione sono previsti nel caso di installazione di nuove tende da sole: la descrizione con allegato un campione di stoffa e il parere del condominio se si tratta di prima installazione di tende da sole. In Lombardia l'installazione di tende è riconducibile all'articolo 27, comma 1 - lettera a) della L.R. 12/2005 e successive modifiche e integrazioni. Essa può essere di due tipi ed è classificata come intervento di manutenzione ordinaria e quindi soggetto solamente a comunicazione al Comune competente. Le due tipologie di intervento sono: "l'installazione di tende da sole, gazebo, pergolati aperti o similari su edifici di tipo residenziale e su area privata o condominiale e l'installazione di tende da sole su facciate in fregio alla strada". L'articolo 72 della L.R. 52/91 della Regione Friuli Venezia Giulia stabilisce che è da considerarsi nuovo intervento non avente rilevanza urbanistica "la collocazione di tende relative a locali d'affari ed esercizi pubblici" (i) laddove l'intervento di autorizzazione è demandato a provvedimento attuativo del singolo Comune. Anche l'articolo 9 della L.R. n.37/85 della Regione Sicilia specifica che la collocazione di "tende da sole in strutture amovibili, in tinte che rispettino la cromaticità dell'insieme edilizio, e che non aggettino su suolo pubblico" è soggetta ad apposito provvedimento abilitativo. In tutti i casi se l'edificio di pertinenza ricade nell'ambito del D.Lgs 42/2004 (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio) è necessaria anche l'autorizzazione paesaggistica da parte della Soprintendenza. Le leggi regionali sulla pianificazione del territorio stabiliscono anche le procedure necessarie che i Comuni devono seguire per i provvedimenti di autorizzazione come quelli per l'installazione delle tende da sole. L'installazione di insegne e tende è infatti subordinata da autorizzazione paesaggistica e le Regioni hanno il compito di definire le modalità e le deleghe alle Province o altri Enti. L'articolo 82 L.R. 12/2005 della Regione Lombardia rimanda alla procedura stabilita dall'articolo 146 del D.Lgs 42/2004 che prevede una prima autorizzazione da parte del Comune e della Commissione Edilizia Integrata e l'eventuale successivo provvedimento annullatorio o meno da parte della Soprintendenza.

2.2.5 Regolamenti Comunali

Le norme che probabilmente coinvolgono più da vicino l'integrazione delle schermature solari con la progettazione architettonica delle facciate sono i Regolamenti Comunali. L'installazione delle schermature, soprattutto le tende da sole, può essere regolamentata da diversi provvedimenti, diversi da Comune a Comune. Lo strumento legislativo principale è il Regolamento Edilizio Comunale, dove di solito è presente un articolo riguardante le tende da sole aggettanti su suolo pubblico, che normalmente sono sottoposte a provvedimento di approvazione da parte dell'Amministrazione Comunale. Talvolta il Comune inserisce indicazioni sulle schermature anche nei Regolamenti per l'installazione di Mezzi Pubblicitari e Tende. Altri regolamenti specifici possono essere il Piano del Decoro Urbano o il Piano del Colore, qualora il comune ne sia provvisto. Raramente indicazioni sulle tende esterne sono contenute nel Regolamento di Polizia Urbana. Per gli edifici vincolati ai sensi della normativa vigente in materia di tutela dei beni culturali ed ambientali, per le aree soggette a tutela paesistica e/o ambientale e in corrispondenza di stabili o luoghi di particolare pregio, o sottoposti dal PRG a particolari tutele, le domande di autorizzazione devono essere esaminate dalla Commissione Edilizia Integrata e, se presente un vincolo ai sensi del Dlgs. n.42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio) dalla Soprintendenza o dall'Ente competente. Avere dunque un quadro esaustivo, almeno su scala Nazionale, è operazione piuttosto complessa. La scelta operativa è stata quella di individuare un campione di ricerca che potesse essere significativo. Si è scelto arbitrariamente di selezionare dai siti web dei Comuni d'Italia i Regolamenti Edilizi (o un regolamento sostitutivo come il Piano del Decoro Urbano). Il campione, per avere una panoramica più completa possibile del territorio nazionale, è costituito dai 110 Capoluoghi di Provincia d'Italia (109 più Aosta). Laddove il Comune non avesse pubblicato sul proprio sito web alcun regolamento in materia di schermature si è ricorso al regolamento di un importante comune della stessa provincia. Raccolti tutti i 110 regolamenti si è proceduto con la stesura di un grafico con definizione "in progress" che, dalla lettura progressiva dei regolamenti, facesse emergere via via le norme condivise, per categoria. Si è giunti quindi alla definizione di una tabella dove le righe fanno riferimento ai singoli Capoluoghi di Provincia e al tipo di regolamento trovato, mentre le colonne riportano i seguenti parametri rintracciabili in quasi tutti i regolamenti:

- colori ammessi,
- tipologie ammesse,
- materiali ammessi,
- dimensioni,
- oggetto massimo,

- altezza da terra,
- divieto di installazione,
- superficie schermata.

Una volta raccolti tutti i dati è stato possibile compiere delle osservazioni anche grazie ad alcune rilevazioni percentuali sul campione. Innanzi tutto su 110 regolamenti scaricati dai rispettivi siti web 19 non contengono alcuna informazione in merito alle tende da sole esterne (17,3 %).

Per quanto riguarda il **tipo di regolamenti** si ha il 93,6% di Regolamenti Edilizi Comunali. I restanti sono 3 Regolamenti di Arredo Urbano (Sassi di Matera, La Spezia, Paternò in Provincia di Catania), 2 Regolamenti sull'installazione di Mezzi Pubblicitari e Tende (Udine e Venezia) e un Regolamento degli Arredi Privati Esterni (Novara). In due casi sono stati raccolti anche i Piani del Colore (Prato e Torino) che non hanno però fornito indicazioni specifiche sulle tende o su altri tipi di schermature solari.

Per quanto riguarda i **colori ammessi** soltanto 7 regolamenti su 110 forniscono indicazioni precise. A Bologna sono ammessi i colori rosso, il color corda, il verde, il marrone e il grigio, probabilmente legati alla tradizione cittadina, come il rosso delle tende a pacchetto sui prospetti dei palazzi medievali in mattone faccia-vista del centro cittadino (uguale anche alle tende del Castello Estense di Ferrara). A La Spezia sono ammessi solo i colori chiari, sono vietati il nero, il blu scuro e il rosso fiamma. A Mantova sono consentiti l'ecru (una sfumatura di giallo tendente al grigio pallido: RGB 194,178, 128), il panna, il beige, e il nocciola: è essenziale che i colori non siano lucidi. A Grosseto sono consentiti solo colori terrosi neutri. A Pisa solo colori neutri. A Treviso sono da preferire le tende color avorio o dello stesso colore di quelle precedentemente installate. A Venezia sono da preferire il verde e il rosso veneziano in tinta unita: anche in questo caso probabilmente vi è un riferimento alla tradizione. A Piacenza, La Spezia, Grosseto e Venezia le tende devono essere in tinta unita. I regolamenti che non danno nessuna informazione sul colore sono 60 su 110 (il 54,5%), mentre il restante 39%, esclusi i 7 che danno indicazioni precise, stabiliscono che i colori devono essere uniformi e in armonia con il colore della facciata dell'edificio, uniformi nel fronte urbano o in armonia con l'intorno.

Per quanto riguarda le **tipologie ammesse** i regolamenti che danno indicazioni precise sono 18 su 110 (16,3%). Di questi 7 ammettono solo tende a bracci estensibili, prive di appoggi e chiusure laterali (Terracina in provincia di Latina, Isernia, Brindisi, Firenze, Livorno, Siena e Venezia). A Venezia si precisa inoltre che le strutture metalliche devono essere di dimensioni contenute e si vieta l'installazione del cassonetto esterno, chiaramente incompatibile con la natura dei fronti urbani delle calli cittadine. A Bologna

sono ammesse per la schermatura solare tende e persiane avvolgibili in legno. A Cesena tende lineari estensibili. A Modena frangisole, chiusure avvolgibili e tende esterne. A La Spezia sono ammesse tende a pantografo mobili e smontabili, mentre sono vietate le tende a cappotta e a cupola. A Mantova sono ammesse le tende a telo frontale, non le tende a cappottina. Ad Agrigento si richiedono tende con forme semplici e di agevole smontaggio. A Prato sono ammesse solo tende avvolgibili. A Perugia solo tende retrattili. A Terni tende retrattili, a falda spiovente e a cappottina. A Taranto retraibili con telaio in ferro. A Treviso le tende devono essere a telo teso. Gli altri regolamenti o non forniscono alcuna indicazione (67 corrispondenti al 61%) oppure indicano in modo generico che le tende siano omogenee fra loro e in armonia col fabbricato e l'intorno (25 corrispondenti al 22,6%).

Riguardo ai **materiali ammessi** il 78,2% dei regolamenti non dà alcuna indicazione. Il 21,8% invece dà un'indicazione. Tra questi, 9 regolamenti (8,2%) sostengono che le schermature devono essere realizzate in materiali uniformi e compatibili con la facciata. Gli altri 15 regolamenti (13,6%) danno invece indicazioni specifiche. Tra questi 6 regolamenti specificano che sono ammessi soltanto tessuti non plastificati (Catanzaro, Avellino, San Remo, Biella, Venezia e Bassano del Grappa). I restanti 9 regolamenti si differenziano leggermente l'uno dall'altro. A La Spezia è ammesso qualunque tessuto. A Savona tela o materiali simili. A Mantova sono accettati tutti i tessuti anche plastificati. Ad Agrigento le schermature devono essere realizzate in legno, metallo e tela. A Grosseto devono avere strutture e profili in metallo e tela in PVC. A Livorno devono essere realizzate in legno, metallo e tessuto. A Pisa è ammesso qualunque tipo di tela, così come a Siena e a Treviso.

Riguardo alle **dimensioni consentite** solo 20 regolamenti su 110 danno una risposta (18,2%). Tra questi si sono individuati tre filoni: regolamenti che ammettono una sporgenza massima dal foro finestra (5), regolamenti che ammettono una dimensione del telo uguale o inferiore al foro finestra (13), regolamenti che indicano solo la necessità che le dimensioni siano in "armonia" col prospetto (2). I regolamenti di Avellino e Mantova ammettono una sporgenza laterale dal foro finestra di massimo 15cm. I regolamenti di La Spezia e Palermo ammettono una sporgenza massima di 30cm, mentre quello di Venezia 25cm. I regolamenti che prevedono un telo che copra soltanto il foro finestra sono quelli di: Trieste, Terracina (LT), Viterbo, Savona, Sondrio, Isernia, Novara, Brindisi, Firenze, Grosseto, Livorno, Prato e Siena. A Cesena e a San Remo è previsto che le dimensioni delle tende siano in armonia con il prospetto dell'edificio.

I regolamenti che danno risposta al tema dell'**oggetto massimo** consentito alla tenda sono 64 su 110 (58,2%). La maggior parte dei regolamenti prevede un oggetto massimo di 50cm dall'interno del marciapiede (il 28,2% del totale); 4 regolamenti prevedono

un aggetto massimo di 40cm; 5 di 30cm; 3 di 20cm; quello di Biella 25cm e quello di Bari 60cm. I regolamenti che prevedono un aggetto massimo equivalente alla larghezza del marciapiede sono 7, mentre 6 prevedono l'aggetto massimo a 1,2m dal filo della facciata e 3 a 1,5m. A Pescara è previsto un aggetto massimo inferiore a metà marciapiede. Casi particolari sono invece le città di Napoli e Venezia. A causa dei vicoli stretti a Napoli l'aggetto massimo consentito è pari ad 1/5 della larghezza stradale, mentre a Venezia è pari ad 1/3.

Per quanto concerne l'**altezza da terra** minima prevista i regolamenti che danno un'indicazione sono 81 su 110, quindi il 73,6%. Di questi la maggior parte (48,2% del totale) dispone un'altezza minima dal marciapiede di 2,20m; 9 regolamenti prevedono un'altezza di 2,50m; 6 di 2,10m; 5 di 2,30m. Il Regolamento Edilizio di Siracusa prevede altezza minima di 2,40m, mentre quello di Piacenza 2,25m. I regolamenti di Reggio Emilia, Biella e Bari prevedono un'altezza minima di 2,00m. Complessivamente la maggior parte dei regolamenti prevede un'altezza minima dal marciapiede che varia dai 2 metri ai 2 metri e 50 centimetri. Vi sono poi i casi particolari di Iglesias in Sardegna che prevede 3,00m e Cabras (OR) e Lodi che prevedono 3,50m.

Il 30% dei regolamenti analizzati (33/110) stabilisce inoltre il divieto di installare tende da sole dove non vi sia la presenza di un marciapiede. A Matera presso la zona dei "Sassi" è assolutamente vietata l'installazione di qualsiasi tipo di schermatura. In fine, i regolamenti edilizi di Ferrara e Modena stabiliscono che, per ragioni di risparmio energetico, il limite minimo di ombreggiamento per la radiazione solare estiva incidente sulle chiusure trasparenti sia pari al 50 %.

2.2.6 Altri regolamenti

Come già evidenziato le Soprintendenze ai Beni Architettonici e Paesaggistici, qualora l'edificio su cui si chiede di installare le tende da sole sia soggetto al D.Lgs 42/2004, devono esprimere il loro parere in merito. Il parere delle Soprintendenze è fondamentale per l'approvazione finale da parte dell'Amministrazione Comunale. Esso, in genere, viene espresso caso per caso valutando le caratteristiche dell'edificio e del suo contesto. In altri casi possono essere redatte delle linee guida per zone di particolare pregio. Per meglio comprendere entro quale ottica potrebbero orientarsi questi enti sembra utile riportare il testo del protocollo n. 12907 della Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio, per il Patrimonio Storico, Artistico e Demo-etno-antropologico di Salerno e Avellino circa le tende nel centro storico di Salerno.

"Il criterio di progettazione e installazione delle tende da sole nel centro storico di Salerno è stato da alcuni mesi oggetto di discussione e studio, questo a sottolineare, quanto sia incisivo un tale elemento nell'arredo e nel disegno delle strade e delle fac-

ciate. La scelta effettuata da questa Soprintendenza è di diversificare la tipologia della tenda da installare in ragione dei luoghi, delle dimensioni delle strade, degli immobili su cui insistono. Pertanto, per la sua peculiarità di primario assetto viario-urbanistico e per la sua condizione di esposizione, si è scelta la via Roma come luogo pilota per l'adozione dei criteri sotto elencati.

1. Le tende devono essere installate all'interno del vano con la colorazione di cui al punto 3;

2. Dove non sia possibile, la tenda può essere installata sopra il vano ma deve avere le caratteristiche di cui al punto 3;

3. Tenda tipo a caduta, con struttura in ferro, acciaio inox od ottone, con eventuale verniciatura in grigio antracite; la struttura può essere decorata da elementi in stile; il tessuto deve essere confezionato con la colorazione verde o a strisce verde e bianco (altre decorazioni devono essere debitamente giustificate e vagliate), inoltre possono essere decorate con fregi e cornici. Infine le tende devono avere la caratteristica di amovibilità ed una larghezza tale da non dovere sporgere dal filo del vano più di 20cm per lato.

Per le altre zone del centro storico rimane la condizione di cui al punto 1, salvo casi particolari debitamente giustificati.

Quelle strutture che presentano la caratteristica di inamovibilità e rigidità verranno considerate ed analizzate come "pensiline" e subiranno un altro criterio di giudizio. Per tali strutture questo Ufficio vaglierà, caso per caso, progetti che presentano valori di ricerca innovativa e tecnologica pur rispettando le caratteristiche proprie del centro storico.

Tutto quanto sopra esposto rappresenta delle linee guida di progettazione ed installazione, soggette comunque al giudizio discrezionale ed insindacabile di questo Ufficio".

Le Soprintendenze competenti recepiscono ogni volta tutta la documentazione da parte degli Uffici Tecnici Comunali relativa all'approvazione del permesso di installazione delle tende e sono tenute, qualora il loro parere fosse negativo, ad esprimersi entro 60 giorni dal ricevimento. Nel caso contrario vige la regola del silenzio assenso.

Altri enti che hanno il potere di autorizzare o meno l'installazione di tende sono altri enti pubblici riconosciuti come gli Enti Parco e le Comunità Montane.

In ultima analisi rimangono i regolamenti condominiali. Il regolamento condominiale, se presente, può essere vincolante al fine dell'installazione di tende da sole esterne. Esso è il livello di regolamento più basso possibile e ha soltanto il valore di un accordo tra i condomini. Come già evidenziato in alcuni regolamenti edilizi comunali, in uno stesso fronte sarebbe opportuno avere una omogeneità tipologica e cromatica delle tende. L'installazione di tende da sole in un condominio con diversi inquilini dovrebbe dunque essere posta al vaglio dell'assemblea condominiale, la quale dovrebbe esprimersi anche sull'opportunità delle scelte tipologico-formali del prodotto da installare. Un

tipico esempio potrebbe essere rappresentato da un articolo che vieti le innovazioni nei balconi, nelle terrazze e sui muri perimetrali: *“E tassativamente vietato a tutti i condomini di eseguire costruzioni, verande, chiusure a vetri e nuove opere in genere, ancorchè provvisorie, impianti tecnologici, sui balconi e sulle terrazze senza il consenso dell’assemblea condominiale. Resta parimenti vietato ai condomini di eseguire qualsiasi innovazione ed opera in genere sulle parti comuni o sui muri perimetrali dell’edificio e di modificare in qualsiasi modo le facciate e gli elementi ornamentali esterni senza il consenso dell’assemblea condominiale”* (Estratto di un regolamento condominiale). qualora un condomino si rifiuti di sostituire o rimuovere un apparato schermante giudicato non idoneo dall’assemblea, la legge ordinaria prevede il ricorso al Giudice di Pace, ai sensi dell’articolo 17 della Legge 374/91 e degli articoli 1102 e 1118 del Codice Civile.

2.2.7 Criticità relative ad aspetti normativi

Per quanto riguarda le **norme tecniche** sembra emergere la necessità di ulteriori approfondimenti in merito alla durabilità dei materiali che compongono i sistemi schermanti, in particolare quella dei tessuti per esterni vista la loro importanza strategica nel disegnare scenari urbani. Con buona approssimazione si potrebbe definire un “tempo di vita” del tessuto esposto agli agenti atmosferici, valutandone anche la tenuta del colore. Questo tema sembrerebbe di grande importanza anche per quanto riguarda le **direttive europee** e le **regole nazionali**. Se il corpo legislativo ha, senza dubbio, una forte preminenza di provvedimenti di carattere energetico, sembra carente di provvedimenti tesi alla salvaguardia del decoro dei centri storici e al miglioramento qualitativo delle periferie, delegando quasi completamente questo genere di questioni agli enti locali. Per questo motivo potrebbe essere strategico introdurre, ad esempio all’interno dei decreti legati alla certificazione energetica degli edifici, un obbligo di manutenzione delle schermature solari, per garantirne l’efficienza in termini prestazionali e conservare il decoro urbano e la qualità ambientale.

Data invece l’importanza sul tema di cui sono investiti gli **enti locali** sembrerebbe opportuno che ogni Comune si dotasse di un regolamento in merito alle tende da sole esterne. Da alcuni regolamenti stessi si evince che interi paesaggi sono caratterizzati dalla presenza di tende da sole: basta pensare a certi litorali Adriatici come Jesolo (VE), Rimini o Riccione. Da alcuni regolamenti (vedi Bologna o Venezia) si evince inoltre che le tende hanno fatto e fanno parte della cultura e della storia di un luogo e questo tema andrebbe approfondito con più calma per ogni città, con specifiche indagini storiche che in questa sede è difficile praticare. Ogni realtà locale insomma, attraverso opportuni studi storici, potrebbe approfondire il tema delle schermature solari esterne dotandosi di un proprio sistema di linee guida. Da alcuni regolamenti sembra emergere infatti che

non vi è alcun genere di indirizzo per il progettista verso scelte tipologiche e cromatiche (tranne i limiti imposti) in "armonia con la facciata o l'intorno", esattamente come recitano alcuni di essi. Bensì la scelta è demandata ancora una volta al progettista o, ancora peggio, al padrone di casa che, per legge, può presentare al Comune una istanza di installazione di tende da sole senza alcun obbligo di rivolgersi ad un progettista (a meno che l'edificio non sia vincolato).

BIBLIOGRAFIA

Cianchetti Riccardo, *Norme e regole in edilizia*, Libreria Progetto, Padova, 1996.

TAVOLE RIASSUNTIVE DEI REGOLAMENTI EDILIZI ANALIZZATI

Regione	Capoluogo Comune	Tipo di regolamento/i	Colori ammessi	Tipologie ammesse	Materiali ammessi	Dimensioni	Aggetto massimo	Altezza da terra	Divieto installaz.	Superficie schermata
Abruzzo	Lanciano (CH)	Reg. edilizio						m2,20 dal marciapiede		
	Avezzano (AQ)	Reg. edilizio	possibile indicazione del comune	possibile indicazione del comune			50cm interni al marciapiede	m2,30	dove non c'è marciapiede	
	Pescara	Reg. edilizio	uniformi nel prospetto/ dello stesso fronte				< metà marciapiede	m2,10	dove non c'è marciapiede	
	Teramo	Reg. edilizio	Uniformi in portici e colonnati				50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede	
Basilicata	Matera	Arredo Urbano Rioni Sassi							sempre	
	Potenza	Reg. edilizio								
Calabria	Catanzaro	Reg. edilizio	uniformi nel prospetto/ dello stesso fronte		tessuto non plastificato		50cm interni al marciapiede	m2,50	dove non c'è marciapiede	
	Scalea (CS)	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20 dal marciapiede	dove non c'è marciapiede	
	Cruoli (KR)	Reg. edilizio					1,20 da filo facciata	m2,20 dal marciapiede		
	Reggio Calabria	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20 dal marciapiede	dove non c'è marciapiede	
	Simbario (VV)	Reg. edilizio						m2,20 dal marciapiede		
Campania	Avellino	Reg. edilizio	uniformi nel prospetto/ dello stesso fronte	riavvolgibili con rotazione o estensione, uniformi	non in materiale plastico	max 15cm di sporgenza laterale dal foro	50cm interni al marciapiede	m2,20 dal marciapiede	dove non c'è marciapiede	
	Montesarchio (BN)	Reg. edilizio	non dissonanti con il fronte	non dissonanti con il fronte			1,50 dal filo facciata			
	Mondragone (CE)									
	Napoli	Reg. edilizio	Ricadenti in progetto unitario	Ricadenti in progetto unitario			1/5 larghezza stradale			
Emilia Romagna	Cava de' Tirreni (SA)	Reg. edilizio	in armonia con l'architettura	in armonia con l'architettura			40cm interni al marciapiede	m2,30	dove non c'è marciapiede	
	Bologna	Reg. edilizio	rosso, color corda, verde, marrone, grigio	tende, persiane, avvolgibili in legno						
	Ferrara	Reg. edilizio						m2,30		>50%
	Cesena	Reg. edilizio	in armonia con i prospetti e l'ambiente	tenda lineare estensibile	in armonia con i prospetti e l'ambiente	in armonia con i prospetti e l'ambiente				
	Modena	PSC, POC, RUE		frangisole, chiusure avvolgibili, tende esterne						>50%
	Parma	Reg. edilizio					40cm interni al marciapiede	m2,10		
	Piacenza	Reg. edilizio	tinta unita, in armonia con il prospetto	in armonia con il prospetto	in armonia con il prospetto		larghezza marciapiede	m2,25		
	Ravenna	Reg. edilizio						m2,50		
Friuli-Venezia Giulia	Reggio Emilia	Reg. edilizio					30cm interni al marciapiede	m2,00	dove non c'è marciapiede	
	Rimini	Reg. edilizio								
	Gorizia	Reg. edilizio	in armonia con i fronti architettonici	in armonia con i fronti architettonici			m1,5	m2,20		
	Pordenone	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,10		
Lazio	Trieste	Reg. edilizio	Uniforme e compatibile con la facciata	Uniformi e in armonia con i fronti architettonici		uguali al foro da schermare	50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede	
	Udine	regolamento tende								
	Cassino (FR)	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede	
	Terracina (LT)	Reg. edilizio	Uniforme e compatibile con la facciata	braccio estensibile, prive di appogge chiusure laterali	Uniforme e compatibile con la facciata	uguali al foro da schermare	m1,20	m2,20		
Liguria	Castelnuovo di Farfa (RI)	Reg. edilizio								
	Roma	Reg. edilizio	Uniforme e compatibile con la facciata	Uniforme e compatibile con la facciata	Uniforme e compatibile con la facciata		50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede	
	Viterbo	Reg. edilizio, Reg. Ornato	Uniforme e compatibile con facciata e contesto	Uniforme e compatibile con la facciata	Uniforme e compatibile con la facciata	uguali al foro da schermare	50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede	
	Genova	Reg. edilizio	Uniforme e compatibile con facciata e contesto	Uniforme e compatibile con facciata e contesto	Uniforme e compatibile con facciata e contesto		30cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede	
Liguria	Sanremo (IM)	Reg. edilizio	In armonia con l'ambiente	uniformi nel prospetto	tela non plasticata, struttura in metallo preverniciato o legno	uniformi nel prospetto		m2,20		
	La Spezia	Arredo Urbano	tinta unita, colori chiari, uniformi, in armonia con il prospetto, sostegni dello stesso colore o grigio grafite medio-micaceo (vietati: nero, blu scuro, rosso fiamma)	tende a pannello, mobili e smontabili (vietate capotte e cupole)	qualsiasi tessuto	max 30cm di sporgenza laterale dal foro	30cm interni al marciapiede	m2,50		
	Savona	Reg. edilizio	in armonia con l'ambiente	uniformi nel prospetto	tela o materiali simili	uguali al foro da schermare, non sporgenti oltre il possiolo	30cm interni al marciapiede	m2,30	dove non c'è marciapiede	

Regione	Capoluogo/Comune	Tipo di regolamento/i	Colori ammessi	Tipologie ammesse	Materiali ammessi	Dimensioni	Aggetto massimo	Altezza da terra	Divieto installaz.	Superficie schermata	
Lombardia	Bergamo	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede		
	Brescia	Reg. edilizio					40cm interni al marciapiede	m2,20			
	Como	Reg. edilizio					20cm interni al marciapiede	m2,50			
	Cremona	Reg. edilizio						m2,50			
	Lecco	Reg. edilizio									
	Lodi	Reg. edilizio					larghezza marciapiede	m3,50			
	Mantova	Reg. edilizio, Arredo Urbano	ecru, panna, beige, nocciola (non lucido)	a telo frontale, no cappottina	tessuto anche plasticato	max 15cm di sporgenza laterale dal foro.	20cm interni al marciapiede	m2,20			
	Milano	Reg. edilizio									
	Monza	Reg. edilizio									
	Pavia	Reg. edilizio									
Lombardia	Sondrio	Reg. edilizio				uguali al foro da schermare	m1,20	m2,20			
	Busto Arsizio (VA)	Reg. edilizio									
Marche	Ancona	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede		
	Ascoli Piceno	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede		
	Fermo	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede		
	Macerata	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20			
	Pesaro	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede		
Molise	Montenero di Bisaccia (CB)	Reg. edilizio	Omogeneo sulla facciata	Omogeneo sulla facciata	Omogeneo sulla facciata		50cm interni al marciapiede	m2,20			
	Isernia	Reg. edilizio	uniformi e in rispetto delle caratteristiche architettoniche	a bracci estensibili, senza appoggi o chiusure laterali		uguali al foro da schermare	m1,20 dal filo facciata	m2,30	dove non c'è marciapiede		
Piemonte	Casale Monferrato (AL)	Reg. edilizio					larghezza marciapiede	m2,10			
	Asti	Reg. edilizio						m2,20			
	Biella	Reg. edilizio	coordinati alla facciata		tessuto non plasticato		25cm interni al marciapiede	m2,00	dove non c'è marciapiede		
	Cuneo	Reg. edilizio					larghezza marciapiede	m2,20			
	Novara	Arredi privati esterni				larghezza uguale all'intercolonnio		m2,50			
	Torino	Reg. edilizio, Piano colore					larghezza marciapiede	m2,20			
	Verbania	Reg. edilizio					larghezza marciapiede	m2,20			
Puglia	Vercelli	Reg. edilizio					larghezza marciapiede	m2,20			
	Bari	Reg. edilizio					60cm interni al marciapiede	m2,00	dove non c'è marciapiede		
	Barietta										
	Brindisi	Reg. edilizio	uniforme, in rispetto delle caratteristiche architettoniche	a bracci estensibili, senza appoggi o chiusure laterali	uniforme	all'interno del foro da schermare	50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede		
	Manfredonia (FG)	Reg. edilizio									
Puglia	Lecce	Reg. edilizio	Omogeneo sulla facciata o fronte urbano	Omogeneo sulla facciata o fronte urbano			50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede		
	Taranto	Reg. edilizio		retraibili, con telaio in ferro			50cm interni al marciapiede	m2,20			
	Sardegna	Cagliari	Reg. edilizio	omogenei e in armonia col fabbricato e l'intorno	omogenei e in armonia col fabbricato e l'intorno	omogenei e in armonia col fabbricato e l'intorno			m2,50		
		Iglesias	Reg. edilizio						m3,00		
		Guspini (VS)	Reg. edilizio						m2,20	dove non c'è marciapiede	
Nuoro		Reg. edilizio									
Tortolì (DG)		Reg. edilizio						m2,20			
Sicilia	Ditona	Reg. edilizio									
	Cabras (OR)	Reg. edilizio	in armonia col fabbricato e l'intorno				m1,50	m3,50			
	Sassari	Reg. edilizio						m2,20			
	Agrigento	Reg. edilizio	congruenti col fabbricato	di agevole smontaggio, forme semplici	legno, metallo, tela			m2,20	dove non c'è marciapiede		
	Caltanissetta										
	Paternò (CT)	Arredo urbano, Decoro urbano									
	Piazza Armerina (EN)	Reg. edilizio						m2,20			
Messina	Reg. edilizio	omogenei e in armonia con l'intorno	omogenei e in armonia con l'intorno				m2,20	dove non c'è marciapiede			
Palermo	Reg. edilizio	omogenei e in armonia con l'intorno	omogenei e in armonia con l'intorno		max 30cm di sporgenza laterale dal foro.	50cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede			
Regusa	Reg. edilizio	omogenei e in armonia con l'intorno	omogenei e in armonia con l'intorno			20cm interni al marciapiede	m2,20	dove non c'è marciapiede			
Siracusa	Reg. edilizio	omogenei e in armonia con l'intorno	omogenei e in armonia con l'intorno			50cm interni al marciapiede	m2,40	dove non c'è marciapiede			

Regione	Capoluogo/Comune	Tipo di regolamento/1	Colori ammessi	Tipologie ammesse	Materiali ammessi	Dimensioni	Aggetto massimo	Altezza da terra	Divieto Installaz.	Superficie schermata
Sicilia	Trapani	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,50	dove non c'è marciapiede	
Toscana	Arezzo	Reg. edilizio						m2,20		
	Firenze	Reg. edilizio	omogenei nella facciata e nel fronte urbano	a bracci estensibili, prive di appoggi e chiusure laterali		all'interno del foro da schermare	m1,20 dal filo d' facciata	m2,10	dove non c'è marciapiede	
	Grosseto	Reg. edilizio	colori terrosi neutri in tinta unita		strutture e profili in metallo, tela di pvc	all'interno del foro da schermare	50cm interni al marciapiede	m2,20		
	Livorno	Reg. edilizio	nel rispetto delle caratteristiche architettoniche dell'immobile	a bracci estensibili, prive di appoggi e chiusure laterali	tessuto, legno, metallo	all'interno del foro da schermare	50cm interni al marciapiede	m2,20		
	Lucca	Reg. edilizio								
	Massa	Reg. edilizio								
	Pisa	Reg. edilizio	colore neutro	da abaco	tela					
	Pistoia	Reg. edilizio								
	Prato	Reg. edilizio, Piano colore	omogenee, nel rispetto delle caratteristiche architettoniche dell'immobile	avvolgibili			all'interno del foro da schermare	50cm interni al marciapiede	m2,20	
Siena	Reg. edilizio, Piano colore	omogenee, conformi al fabbricato e al fronte urbano	a bracci estensibili, prive di appoggi e chiusure laterali (no pagoda o cappottina)	tessuto		all'interno del foro da schermare	m1,20 dal filo facciata	m2,10		
Trentino Alto Adige	Bolzano	Reg. edilizio					40cm interni al marciapiede	m2,20		
	Trento	Reg. edilizio						m2,20		
Umbria	Perugia	Reg. edilizio	nel rispetto delle caratteristiche architettoniche dell'immobile	retrattili				m2,20		
	Terni	Reg. edilizio	nel rispetto delle caratteristiche architettoniche dell'immobile	retrattili, a falda spiovente, a cappottina				m2,20		
Valle d'Aosta	Aosta	Reg. edilizio								
Veneto	Belluno	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20		
	Padova	Reg. edilizio					50cm interni al marciapiede	m2,20		
	Rovigo	Reg. edilizio	omogenei				50cm interni al marciapiede	m2,20		
	Treviso	Reg. edilizio	avorio o dello stesso colore di quelle esistenti	a telo teso	telo		30cm interni al marciapiede	m2,50		
	Venezia	regolamento tende	tinta unita (es. verde, rosso veneziano)	a bracci estensibili, strutture metalliche contenute, no cassonetto ext.	tessuto non plastificato	max 25cm di sporgenza laterale dal foro	1/3 larghezza della calle	m2,20		
	Verona	Reg. edilizio								
	Bassano del Grappa (VI)	Reg. edilizio	omogenei nell'edificio	omogenei nell'edificio	tessuto non plastificato		50cm interni al marciapiede	m2,20		

2.3 Classificazione dei sistemi schermanti

Prima di tentare una tassonomia dei sistemi di schermatura per esterni, per quanto la dimensione della produzione lo renda possibile, sembra necessario fornire le definizioni di alcuni termini che ricorreranno frequentemente.

Prima di tutto il termine **sistema**. Nell'ambito disciplinare della tecnologia dell'architettura per sistema si intende *"un insieme strutturato di parti solidali (ossia correlate e interdipendenti), comportantesi come un tutto"* (Ciribini G., 1979, p. 18). Le schermature solari sono dei sistemi poiché composte da parti diverse, ad esempio nelle tende a rullo il tessuto, le guide di scorrimento e la motorizzazione, lavorano assieme per far funzionare la schermatura. Le parti diverse che compongono il sistema sono dette **componenti**.

"Il sovra-sistema di un sistema è il sistema di livello superiore più prossimo di cui quel sistema è un componente" (Ciribini G., 1979, p. 20), pertanto le schermature si potrebbero considerare come un componente delle chiusure verticali, così come chiarito dalla norma UNI 8369-4:1988 dal titolo *"Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi"*. Per la definizione del termine **chiusura verticale** e tutte le definizioni relative al **sistema tecnologico** si rimanda alla lettura della norma UNI 8290-1:1981 contenuta, ad esempio, nel libro di Riccardo Cianchetti, *Norme e regole in edilizia*, Libreria Progetto, Padova, 1996.

Le schermature solari sembrano comportarsi, almeno parzialmente, come dei **sistemi aperti** in quanto la loro funzione fondamentale è quella di regolare il flusso luminoso che dall'esterno entra nell'edificio. Talvolta, come nel caso dei brise-soleil metallici, essi ritrasmettono verso l'esterno la luce riflessa, assorbendo calore ed è proprio questo motivo che ha portato all'applicazione su di essi delle celle fotovoltaiche. Infatti *"i sistemi aperti sono quelli che [...] interagiscono genericamente con l'ambiente scambiando sostanza (materia, energia) e informazione"* (Ciribini G., 1979, p. 20).

A questo proposito il punto 35 dell'Allegato I al D.Lgs 311 del 2006 stabilisce, sebbene per motivazioni di carattere energetico, che le schermature solari esterne sono *"sistemi che, applicati all'esterno di una superficie vetrata trasparente permettono una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi in risposta alle sollecitazioni solari"*.

Si tratta dunque di **sistemi dinamici**, osservabili cioè, come sostenuto da Ciribini, secondo *"un'angolazione dinamica"*. Vale a dire *"sistemi quali entità in certa misura dipendenti dal sovra sistema e, perciò, interagenti con sistemi afferenti esterni"* (Ciribini G., 1979, p. 28).

Partendo dalle considerazioni sovraesposte questo ramo della ricerca si è sviluppa-

to secondo due direttrici: la produzione di sistemi per la schermatura solare e lo stato dell'arte bibliografico, vale a dire le pubblicazioni di diverso livello scientifico che, ad oggi, abbiano trattato il tema delle schermature fornendo anche una classificazione per tipologie. L'esito di questa indagine ci ha condotto all'individuazione di tre macro-categorie sotto le quali separare i vari sistemi attualmente impiegati: **sistemi frangisole, sistemi ad imposte e tende.**

L'elemento di discriminazione è stato il **componente "principale"**, ossia l'elemento che nel sistema schermante ha la funzione di bloccare i raggi solari. Nel caso dei frangisole si tratta di pale, doghe, lame o lamelle e comunque di elementi caratterizzati da una forma generalmente sottile e allungata. Nelle imposte, chiamate anche oscuranti o oscuri, il componente principale è costituito da pannelli che a loro volta possono contenere sotto-sistemi come le lamelle orientabili delle persiane. Nelle tende il componente principale è un tessuto. Il componente principale di ogni sistema è caratterizzato a sua volta da altri tre fattori: **materiali, finiture e lavorazioni.** Questi tre fattori contribuiscono in maniera preponderante a definire l'aspetto esteriore del sistema schermante e dunque il **colore.** Le caratteristiche fisiche dei materiali adottati determinano anche le **dimensioni massime** che il sistema può avere. Gli altri elementi individuati sono: la **struttura di collegamento all'involucro**, gli **altri componenti** e il **sistema di movimentazione.**

2.3.1 I sistemi frangisole

La norma UNI 8369-4:1988 (punto 4.4) definisce il frangisole come uno "*schermo fissato all'esterno della parete, formato da più elementi orizzontali o verticali con la funzione prevalente di controllare l'energia radiante del sole*". Al punto 6 della stessa norma sono indicati i principi di classificazione dei frangisole. "*I frangisole si classificano secondo:*



- *Il piano formato dai vari elementi: orizzontale, verticale parallelo alla parete, verticale ortogonale alla parete;*
- *La disposizione dei singoli elementi nel piano formato dagli stessi: orizzontale, verticale inclinato, parallelo alla parete, ortogonale alla parete o loro varie combinazioni;*
- *La possibilità di orientamento dei singoli elementi con comando a distanza."*

Sebbene la stessa norma indichi come categoria separata le veneziane, poiché in tale ricerca sono state prese in considerazione solo le schermature esterne, esse sono state accorpate alla categoria dei frangisole, in quanto assimilabili ad una loro variante.

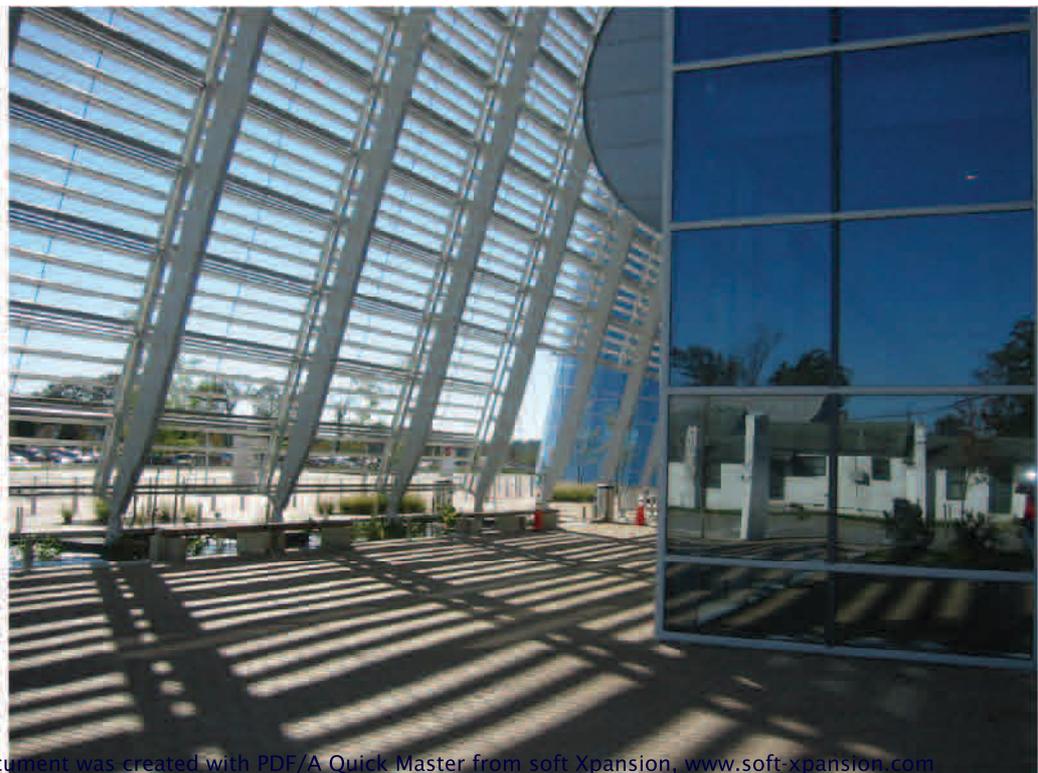
Le veneziane, come indica la norma al punto 7, “*si possono classificare secondo la loro posizione (esterna, interna o intermedia rispetto al serramento)*”. Per veneziana si intende uno “*schermo formato da più elementi orizzontali mobili, che con una manovra si raccolgono superiormente o si dispongono in modo equidistante e che con altra manovra si inclinano rispetto al piano orizzontale per regolare l’energia radiante e l’illuminazione*” (punto 4.5). I frangisole e le veneziane sono considerati dalla norma UNI 12216:2006 degli “schermi solari”. Si definisce schermo solare un “*prodotto posizionato esternamente, disposto orizzontalmente, verticalmente o in aggetto*” che offre solo ombreggiamento (punto 3.11).

Struttura di collegamento all’involucro e posizionamento

Come già evidenziato i frangisole possono distinguersi per il loro posizionamento rispetto alla facciata dell’edificio. In genere possono essere collocati perpendicolarmente ad essa su un piano **orizzontale** come schermatura aggettante davanti ad una grande vetrata, oppure in posizione **verticale** rispetto all’infisso e quindi paralleli alla facciata. Talvolta si hanno schermi frangisole **obliqui** sorretti da apposita struttura indipendente come nel caso del Virginia Beach Convention Centre di S.O.M. (Skidmore, Owings and Merrill), realizzato nel 2007. Nel caso degli edifici alti i frangisole sono collocati verticalmente nel vano tecnico che si viene a creare tra le due “pelli” che costituiscono la facciata: in questo modo sono più protetti dall’azione del vento che, ad alte quote, può superare i 100 Km/h. Ne è esempio il GSW building di Sauerbruch & Hutton a Berlino realizzato nel 1999. I frangisole con maggiore resistenza possono essere utilizzati senza protezioni fino ad altezze di 40 metri.

Le veneziane sono collocate all’esterno del serramento in posizione verticale parallela ad esso. In genere ne coprono l’intera superficie.

a lato:
Virginia Beach
Conference Center, S.O.M.:
frangisole inclinati
su struttura indipendente
(foto © S.O.M.)



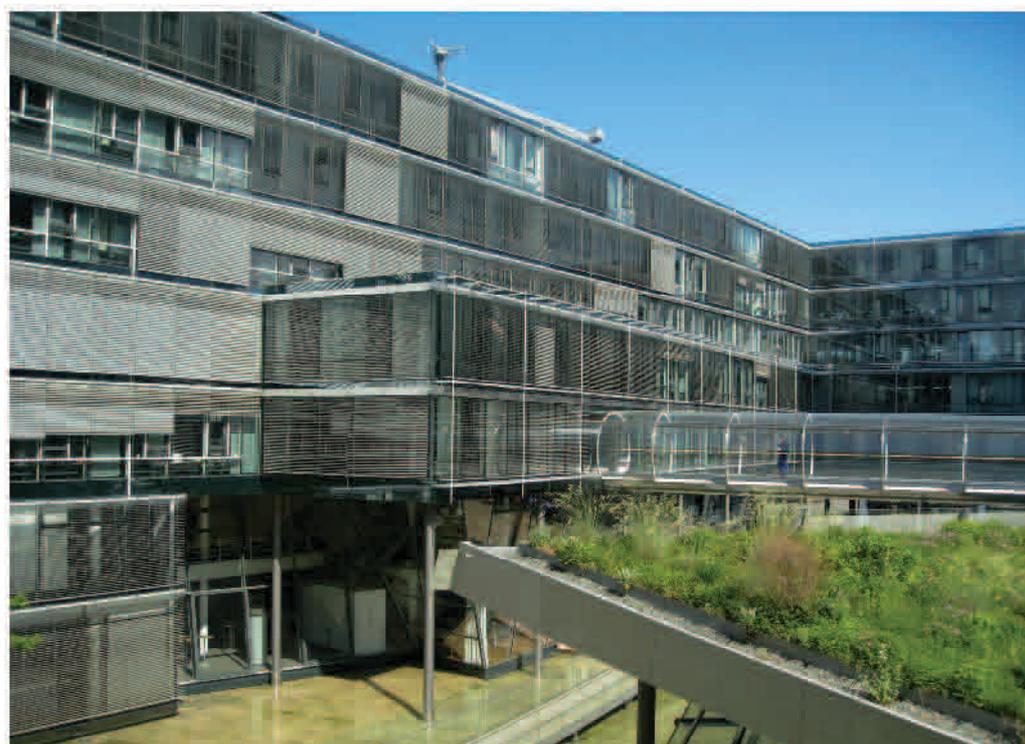


a lato:
Chiswick Park,
Richard Rogers
frangisole orizzontali in
aggetto
(foto © R. Rogers)

A tale proposito vi sono innumerevoli esempi nelle architetture dello studio Behnisch & Partners che sembra prediligere particolarmente questo tipo di schermatura solare, quasi a lasciar intendere che esso sia uno degli elementi distintivi della propria opera.

I frangisole sono sostenuti da una struttura metallica in profilati estrusi di acciaio o di alluminio collegata in vario modo alla facciata. In genere il collegamento viene effettuato mediante una piastra metallica fissata con viti e bulloni alle strutture portanti, siano esse in acciaio, calcestruzzo o altro materiale. La piastra può essere lasciata a vista ma solitamente è ricoperta dal rivestimento di facciata. Nel caso di frangisole aggettanti la struttura è costituita da profilati metallici collegati a mensola alle strutture portanti e chiusi nella parte terminale da un altro profilato di bordo. Se l'aggetto della struttura è eccessivo rispetto al peso dei frangisole è necessario ricorrere all'uso di pilastri di sostegno nella parte terminale per garantirne la stabilità. I frangisole verticali possono avere struttura portante collegata ai solai dell'edificio o, mediante appositi distanziatori, alle strutture verticali come le pareti perimetrali portanti. Oppure totalmente indipendente da esso mediante l'installazione a terra di pilastri, come nel caso del Millennium Point di Nicholas Grimshaw (Birmingham, 2001) dove lo schermo diventa una grande parete anteposta alla facciata in vetro. I frangisole obliqui hanno generalmente struttura portante indipendente.

Per le veneziane "i sistemi di ancoraggio possono essere a soffitto o a parete, laterale e frontale" (Mottura, Pennisi, 2006, p. 72). Infatti la scatola che contiene il meccanismo di manovra, e che sostiene l'intero sistema, viene collocata prevalentemente all'interno del vano finestra e quindi a soffitto e talvolta a lateralmente. Qualora la facciata sia completamente piana, la veneziana viene collocata a parete. In questo caso il



a lato:
Nord Deutsche Landesbank
ad Hannover,
Behnisch & Partners
veneziane in alluminio
(foto © Behnisch)

cassonetto rimane completamente a vista, quando invece nel caso precedente poteva essere nascosto grazie alla rientranza dell'infisso o grazie ad apposite scossaline o elementi aggettanti. Il fissaggio avviene mediante un'apposita staffa. Le veneziane dotate di rinforzi laterali in alluminio estruso, realizzate per resistere al vento fino a 100 Km/h, possono essere fissate alle strutture portanti in modo analogo ai frangisole verticali.

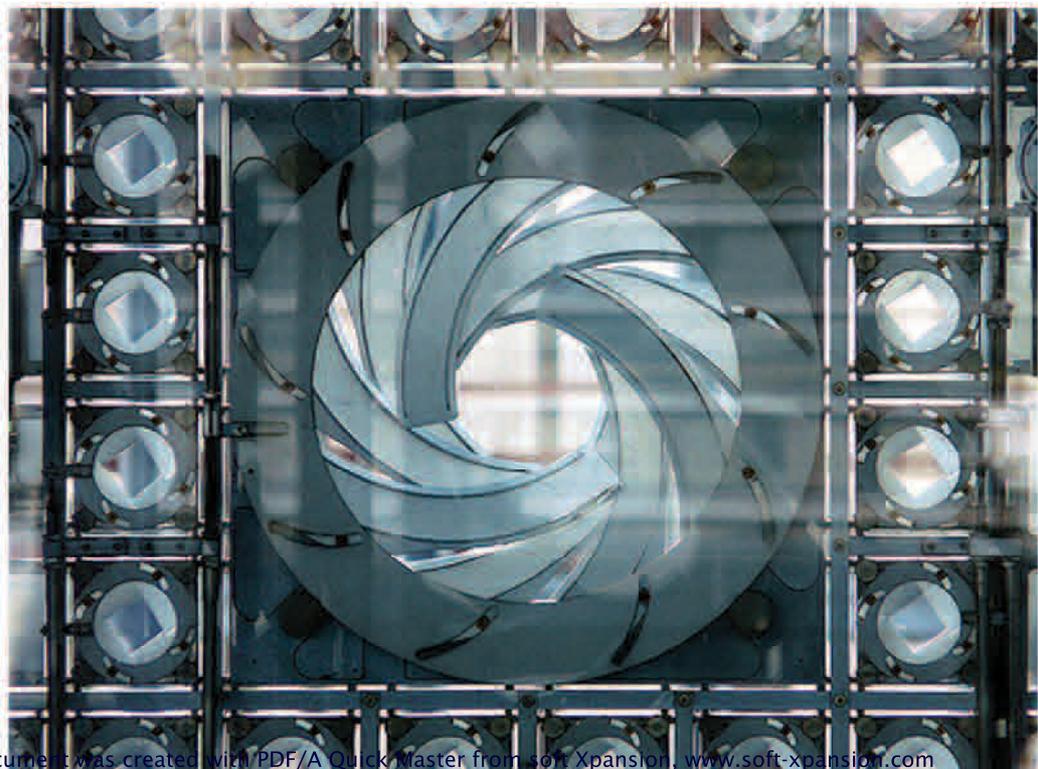
Componenti principali, materiali e finiture

Secondo quanto indicato dalla UNI 8369-4:1988, punto 6, i frangisole si possono classificare, oltre che per il posizionamento rispetto alla facciata, in base all'orientamento degli elementi schermanti che li compongono. L'orientamento sembra però non poter essere disgiunto dalla tipologia dei componenti stessi. Si hanno infatti frangisole realizzati con componenti molto diversi fra loro che possono trovarsi indifferentemente orientati sia verticalmente che orizzontalmente. Si hanno infatti:

- Frangisole (orizzontali o verticali) a pale;
- Frangisole (orizzontali o verticali) a doghe;
- Frangisole (orizzontali o verticali) a lame;
- Frangisole (orizzontali) a lamelle (veneziane).

In passato si è tentato di realizzare sistemi frangisole più raffinati, che esulavano da queste tipologie, sfruttando come principio ispiratore, ad esempio, i diaframmi delle macchine fotografiche. L'esperimento ambizioso fu tentato da Jean Nouvel nel 1987 per la facciata dell'IMA a Parigi (Istituto del Mondo Arabo) dove ogni pannello vetrato era dotato di un complesso sistema di diaframmi metallici che avrebbero dovuto aprirsi e chiudersi grazie a sensori che captavano l'intensità della luce.

a lato:
L'IMA a Parigi,
Jean Nouvel
(da flickr.com)



L'esperimento rimase isolato anche perché il sistema non entrò mai veramente in funzione. Pietro Zennaro lo definì "l'ultima macchina celibe" mutuando la definizione che il celebre artista Marcel Duchamp diede ad un particolare di una delle più enigmatiche fra le sue opere, il *Grande vetro* intitolato *La sposa denudata dai suoi celibi, anche*. Uno strano complesso di meccanismi di cui non si riesce chiaramente a cogliere il funzionamento e l'utilità.

Frangisole a pale

Le pale sono generalmente realizzate in alluminio estruso. L'utilizzo dell'alluminio estruso è dovuto essenzialmente al basso peso di questo materiale: 2700 dN/mc quando l'acciaio inox pesa tra i 7500 e gli 8000 dN/mc. Si tratta di elementi a sezione "lineare, ellissoidale o circolare, realizzata con nervature centrali per tutta la lunghezza dell'elemento per dare rigidità alla struttura. [...] Presentano un'intercapedine aerata per evitare il surriscaldamento della superficie esterna degli elementi frangisole stessi" (Trombadore, 2000, p. 55). In questo modo si riduce, almeno in parte, la possibilità che il calore accumulato dalle pale si trasferisca alle vetrate retrostanti. I frangisole a pale in metallo estruso possono essere impiegati su grandi facciate anche in condizioni di vento oltre i 100 Km/h. "Nel caso di facciate continue, il sistema può ricoprire l'intera facciata; gli elementi, generalmente a sezione ellissoidale, possono raggiungere altezze notevoli, fino a 30-40 metri" (Trombadore, 2000, p. 56). Esistono anche pale in estruso a sezione romboidale, come la Linea G® di produzione Merlo.



Le pale in profili estrusi di alluminio, possono essere in alluminio anodizzato naturale con il classico colore bianco-argenteo, ma per evitare l'effetto di abbagliamento, accentuato soprattutto quando le pale sono orientate secondo certe angolazioni, si tende ad utilizzare il trattamento di verniciatura. Nella maggior parte dei casi, come ad esempio nella linea SunControl Orientabile® di Schüco, si hanno pale verniciate di colore argento, grigio o bianco. A richiesta possono essere fornite colorazioni RAL, tinte specifiche o superficie ossidata. Nella produzione Schüco le pale hanno profondità variabile da 15 fino a 47cm.

L'azienda Terral produce un particolare tipo di pala, la SHAMAL20®, a sezione ellissoidale cava in laterizio. Le dimensioni standard sono: altezza nel punto massimo di sezione 4,6cm, profondità 20cm e lunghezza fino a 129cm, per un peso di 10Kg al metro lineare. L'azienda fornisce poi le seguenti indicazioni: "le caratteristiche fisico-chimiche del frangisole SHAMAL20® sono conformi alle norme CSTB n° 2/02-971_ NF P 13.304 e EN ISO 539.2 - Metodo C per aspetto, resistenza al gelo, dimensioni ed efflorescenza superficiale, interamente trattato con idrorepellente. Gli elementi in cotto verranno infilati in un profilo tubolare passante in lega di alluminio estruso T6060, di sezione e spessore adeguati, fissato di testa a speciali tappi sagomati. Fra l'elemento in cotto ed

il tappo di chiusura dovrà essere inserito uno speciale disco in neoprene spessore 3 mm." (tratto dalla relativa voce di capitolato). L'azienda fornisce tre tipi di finitura: liscia, sabbata o rigata, mentre le colorazioni disponibili sono: rosa salmone, rosso-arancio, rosso, champagne, beige, grigio perla, bruno, ebano.

Poco utilizzate in architettura sono invece le pale in PVC (polivinilcloruro) estruso. L'azienda Siamesi produce il frangisole Eco Sun® a pale orientabili realizzato con questo materiale. L'azienda sottolinea che il PVC è un cattivo conduttore del calore (1300/1400 volte meno di un metallo) e, utilizzato in un sistema schermante, riesce a ridurre dell'80% il calore dei raggi solari. Sebbene la gamma di colori disponibili sia molto vasta, questo sistema non sembra essere particolarmente adatto ad applicazioni architettoniche né di edilizia residenziale. Sembra trovare successo principalmente nell'edilizia industriale.

a lato:
sezione in assonometria
di un frangisole a pale in
alluminio estruso
(Azienda Schüco)



Frangisole a doghe

I frangisole a doghe sono di due tipi: realizzati in lamiera metallica presso-piegata, oppure con tavole in legno.

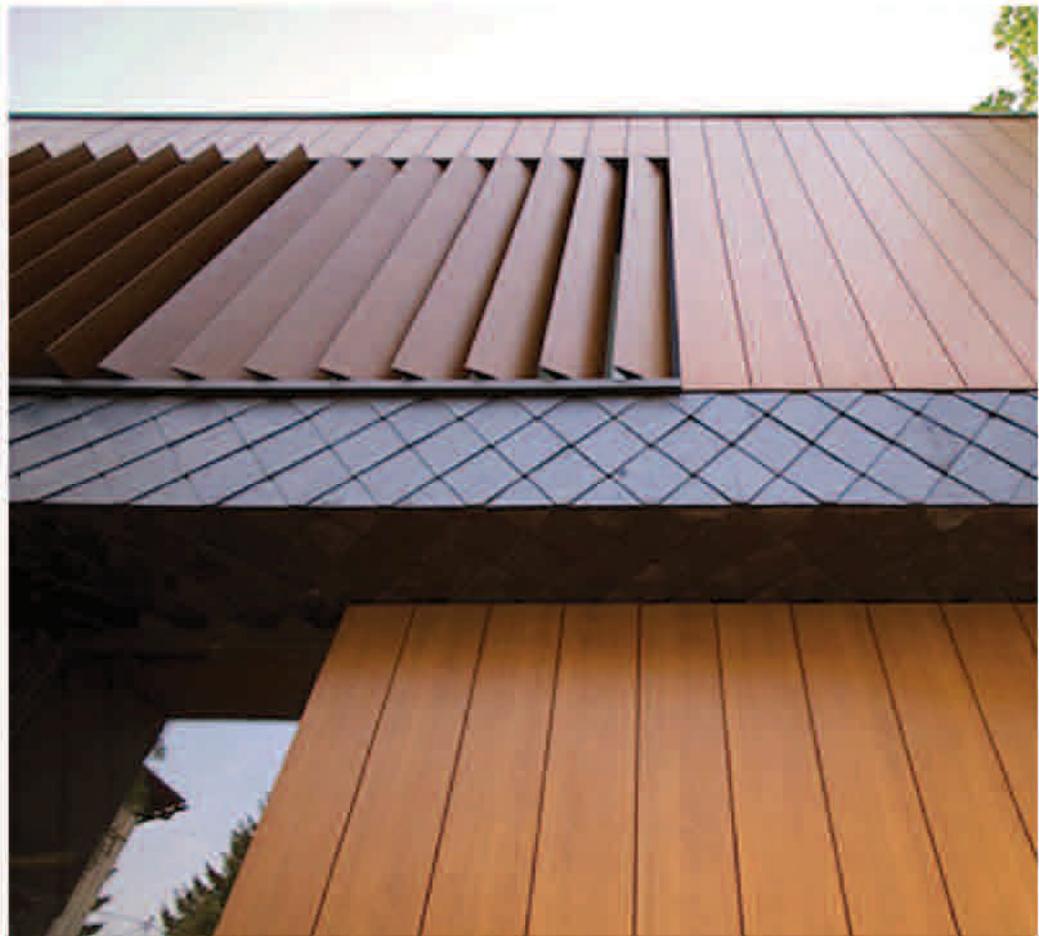
I frangisole a doghe in lamiera presso-piegata sono in genere a sezione ellissoidale o romboidale, composti perlopiù da due lamiere piegate, accoppiate mediante giunzioni avvitate e sorrette da un elemento a sezione tubolare in acciaio o alluminio estruso. Le aziende produttrici, come indica, ad esempio, la stessa Naco (www.naco.it) per i modelli Tipo 15® e Tipo 21®, impiegano lamiere di alluminio prodotte da multinazionali come la Alcan, operando poi i processi di piegatura o calandratura della lamiera e il successivo assemblaggio dei componenti. Questo tipo di prodotti è garantito per una resistenza al vento di velocità massima 120 Km/h. Altri sistemi prevedono l'uso di doghe metalliche presso-piegate con sezione a C rovescia o a S. Esistono frangisole a doghe di dimensioni relativamente piccole, antieffrazione, utilizzabili al posto degli scuri davanti agli infissi. Una delle tendenze più recenti, testimoniata ad esempio dalla Linea HT 205® di Merlo, è l'utilizzo della lamiera forata che consente di diminuire il peso al metro lineare del frangisole, conservando la stabilità degli elementi, riducendo quindi il peso della schermatura sulle strutture portanti. Oltre alla lamiera in alluminio anodizzato o pre-verniciato, possono essere utilizzate lamiere in rame naturale o pre-ossidato, acciaio inossidabile satinato o pre-verniciato, e potenzialmente zinco-titanio, ottone, bronzo con qualunque tipo di finitura possibile. L'accorgimento più importante in questi casi è quello di separare con opportuni elementi distanziatori in materiale plastico metalli di tipo diverso al fine di impedire l'innesco di processi elettrolitici naturali tra i due materiali. L'esempio più emblematico di frangisole non in alluminio è forse rappresentato dalla facciata delle Ambasciate dei Paesi Nordici a Berlino. Realizzate nel 1999 dai gruppi 3XN, Berger+Parkkinen, Snohetta, Arkitektkontor e altri, sono note per la facciata in rame patinato dal colore verde. Alcune porzioni della facciata sono apribili, e il modulo del rivestimento metallico si trasforma in schermatura solare. Il metallo impiegato è il TECU® Patina prodotto dalla multinazionale KME leader europeo nella fornitura di rame.

I frangisole a doghe in legno possono essere ricavati da materie prime diverse e quindi avere colorazioni piuttosto variabili. L'azienda inglese Levolux, che fornitrice tra gli altri sir Norman Foster, realizza le proprie doghe con legno di cedro rosso occidentale. Questo materiale può essere trattato con vernici o ad olio conservando intatto il proprio colore fino alla successiva manutenzione, oppure può essere usato senza trattamenti superficiali e col tempo trasformare la propria colorazione in un particolare grigio-argentato. Le doghe possono avere sezione ellissoidale o rettangolare ad angoli smussati. La dimensione delle doghe in legno può variare dai 12 ai 28cm di profondità



e dai 2,5 ai 4,4cm di spessore. La lunghezza di una doga può raggiungere i 3 metri, pari all'altezza di un piano. Nella Penthouse "De Nautilus" di Archipelontwerpers a L'Aia (2005), una residenza di lusso costruita sopra una palazzina di scarso pregio architettonico, le schermature solari verticali e orizzontali sono costituite da frangisole a pale di legno con sezione ellissoidale, montate su profili laterali in alluminio che penetrano nel legno e ruotano sull'asse verticale. In Villa Old-Oaks a Lubiana (2008) Ofis Arhitekti hanno scelto di integrare la schermatura, che è solo una piccola parte della facciata, con parte del rivestimento. L'involucro, infatti, è parzialmente rivestito in metallo e parzialmente in doghe verticali di legno. Le schermature corrispondono alle doghe verticali in legno e quando sono interamente chiuse si confondono col rivestimento.

a lato
Villa Old Oaks,
Ofis Arhitekti
(Foto © Ofis)



Frangisole a lame

I frangisole a lame sono caratterizzati da una struttura di supporto in alluminio estruso o acciaio. La struttura di supporto può essere di due tipi: formata da supporti puntiformi (come indicato dalla Schüco) collegati fra loro da un profilo tubolare metallico, oppure da supporti laterali. Nel caso in cui si abbiano supporti puntiformi le lame possono essere agganciate al supporto mediante viti o elementi di serraggio, a seconda del materiale. In questo caso le lame sono totalmente "portate". Nel caso in cui si abbiano supporti laterali le lame sono collegate direttamente ad essi, eventualmente mediante opportuni distanziatori e la resistenza del sistema frangisole è affidata alle loro caratteristiche fisiche.



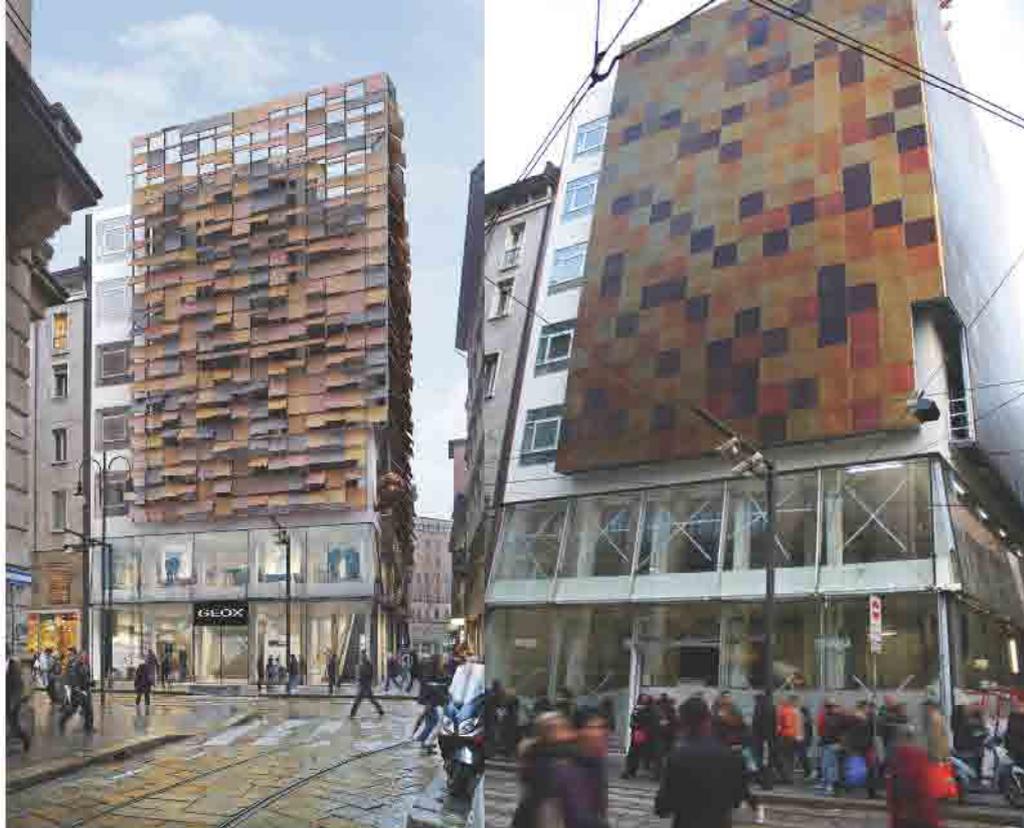
I frangisole a lame in metallo si configurano come veri e propri pannelli mobili. Si tratta in genere di lamiera forate o stirate. I pannelli sono di forma quadrata o rettangolare. Nel Museo Quai Branly a Parigi Jean Nouvel impiega pannelli di alluminio forato verniciati in vari toni di rosso per rivestire l'intero prospetto nella parte interna. Nello Slither Housing Diller e Scofidio utilizzano lame in lamiera stirata di colore grigio che chiudono completamente i poggiali della facciata principale. Frangisole a pannelli in lamiera forata analoghi a quelli impiegati da Nouvel nel Quai Branly Museum sono stati impiegati nella Dynamic Facade del Kiefer Technic Showroom di Giselbrecht + Partners a Bad Gleichenberg in Austria (2007). L'intera facciata è costituita da due piani interamente vetrati suddivisi in specchiature regolari e rivestita da pannelli modulari in lamiera forata di colore bianco. Ogni specchiatura della vetrata è protetta da due pannelli, ciascuno a due ante, con apertura a libro, l'uno con apertura dall'alto verso il basso e l'altro dal basso verso l'alto (in Nouvel i pannelli hanno la classica apertura a rotazione verso l'alto). Il sistema, che sembra ispirarsi ai frangisole con apertura a pantografo verticale, è manovrato attraverso attuatori motorizzati controllati elettronicamente da un sistema domotico. La caratteristica principale della facciata è quella di poter cambiare continuamente aspetto per cercare di non essere mai uguali a se stessa. Gli architetti, nella presentazione di questo edificio, forniscono un campionario fotografico che espone una serie di configurazioni di facciata ottenibili: tutto chiuso, tutto aperto, aperto a "V" incrociate, come due grandi occhi, a finestre grandi, a finestrelle, a feritoie verticali ecc.. I progettisti hanno inoltre inserito un video su YouTube che ne mostra il funzionamento in azione.

Il 25 febbraio 2010 è stato inaugurato a Milano, "Geox: il palazzo che respira". L'edificio, che si trova all'angolo tra Piazza Duomo e via Torino, è stato completamente rivestito da una nuova pelle. L'architetto Dante O. Benini ha applicato alla facciata una struttura secondaria che sorregge un sistema di frangisole a pannelli di acciaio inox forato.

a lato e in basso
Kiefer Technic Showroom,
Giselbrecht + Partners, 2007
Foto © Paul Ott
(e-architect.co.uk)



le schermature tra storia e contemporaneità



a lato:
Geox: il palazzo che respira
(render di progetto e realizzazione).
 Dante O. Benini:
 lame in acciaio forato
 (da youmark.it)

I pannelli sono in tre colori: oro, bronzo e rame e sono orientabili tramite un sistema computerizzato. Durante l'inaugurazione del palazzo, per simulare lo slogan della nota azienda calzaturiera, è stato spruzzato del vapore acqueo attraverso i fori dei pannelli in modo da creare un particolare effetto scenografico. Anche in questo caso il video è stato caricato su Youtube.

Nel caso di supporto puntiforme le lame possono essere in vetro singolo o stratificato di sicurezza, piano o curvo e con diversi trattamenti superficiali, in vetro con integrazione fotovoltaica, con solo pannello fotovoltaico, con rivestimento in lamiera metallica forata o meno o in laterizio. Nel caso di supporti laterali le lame sono in vetro.

Le lame in vetro possono essere a vetro singolo o stratificato di sicurezza. Si utilizzano anche lame in vetro trasparente ma per ottenere un grado maggiore di schermature e ridurre l'effetto trasparenza si preferisce usare, ad esempio, il vetro colorato. Il vetro colorato è un normale vetro prodotto con il metodo float in cui, agli ingredienti della miscela vetrificabile, sono stati aggiunti degli ossidi metallici coloranti. Il prodotto finale così ottenuto presenta, grazie alla colorazione caratteristica di salvaguardia della privacy e di riduzione del surriscaldamento derivante dall'irraggiamento della radiazione solare. L'intensità della colorazione dipende dalla quantità di colorante, dalla presenza o meno di sostanze ossidanti o riducenti nell'atmosfera del forno, dalla conduzione termica della fusione e dal tipo di colorazione (ionica o colloidale). Esistono coloranti ionici e coloranti colloidali. Per i coloranti ionici: l'ossido di cobalto genera una colorazione blu (sia in condizioni ossidanti che riducenti), l'ossido di rame produce l'acquamarina o il verde, il manganese il viola, cobalto e manganese associati danno l'ametista o il nero, il ferro fornisce il giallo (condizioni ossidanti) o il verde-blu (condizioni riducenti), dallo zolfo associato al ferro si ottiene un colore giallo-ambra. Per i coloranti colloidali, tutti in condizioni riducenti: lo zolfo-cadmio da il giallo, lo zolfo-cadmio-selenio da il rosso, il rame il rosso rubino, l'oro il rosso rubino, l'argento il giallo (www.glassonweb.it).



a lato da sinistra:
KPMG e Ludwig Erhard
Building: lame in vetro,
Nicholas Grimshaw
(da flickr.com)

Nel Pharmacological Research di Sauerbruch & Hutton a Biberach (Germania, 2002) tutto l'involucro dell'edificio è rivestito esternamente da lame in vetro colorato. Le lame orientabili sono disposte verticalmente e sostenute da supporti laterali. Come in un gioco di pixel lame bianche o trasparenti sono alternate a chiazze di lame rosse o gialle a loro volta intervallate da fasce diagonali nere o brune. La logica è quella di una composizione cromatica che lavori sui contrasti di quantità: tanto rosso, tanto bianco e poco di altri colori. Il gioco diventa più complesso quando le lame si piegano riflettendo la luce del sole e tingendosi di un bianco abbagliante. Di notte le lamelle trasparenti lasciano intravedere l'interno dell'edificio mentre quelle colorate ne mantengono la privacy.

Sempre per ridurre la trasparenza si utilizzano lamelle in vetro acidato o sabbia- to. L'acidatura si ottiene con un procedimento chimico (con uso di acido fluoridrico), attraverso il quale si rende opaca e traslucida una delle due superfici della lastra. Un effetto simile può essere ottenuto utilizzando un processo di sabbatura del vetro dove microgranuli di sabbia sono sparati sulla superficie da rendere opaca. Può essere utilizzato sia su vetro chiaro sia su vetro colorato e permette di far trasparire una luce più soffusa e diffusa. Nella Torre Agbar Nouvel sceglie di utilizzare lame in vetro chiaro trasparente e lame in vetro chiaro acidato alternandole in "blocchi" in modo che il colore di fondo, che traspare attraverso il vetro, sia di volta in volta nitido o sfuocato ottenendo un particolare effetto di dissolvenza. Le lame scelte da Nouvel sono sorrette da supporti laterali.

Nel SIEEB Building di Pechino (2006) Mario Cucinella adotta sui prospetti laterali un sistema a doppia pelle con frangisole a lamelle orientabili in vetro acidato, fissate su supporti laterali. Le lamelle prendono il colore del cielo e delle strutture vicine trasformandoli in un gioco di riflessioni e rifrazioni che si spezza ogni qualvolta esse assumono un'inclinazione diversa.



a lato:
Edificio per uffici Sandoz Group a Rueil-Malmaison, 1965-68. Architetti M. Burckhardt BSA-SIA e B. Zehrfuss. Frangisole a lame in vetro: consulente per la facciata Jean Prouvé. (dall'Opera Completa)

Nelle schermature solari viene utilizzato anche il vetro serigrafato. La serigrafia sul vetro oltre a una funzione decorativa ha anche lo scopo di ridurre la quantità di luce trasmessa dalla lastra.

Essa consiste nell'applicare uno smalto ceramico sulla superficie del vetro mediante l'uso di apposite matrici che ne definiscono anche il disegno. La colorazione superficiale del vetro viene successivamente fissata mediante un trattamento termico che vetrifica lo smalto applicato. Una delle decorazioni maggiormente usate allo scopo di ridurre la luce in ingresso attraverso la lastra è quella a bollini neri o bianchi. Solitamente si tratta di una superficie interamente rivestita di bollini neri della stessa dimensione e intensità. Talvolta i bollini possono avere dimensioni e intensità diverse magari diradandosi dal basso verso l'alto. E' molto diffuso anche il negativo di questa decorazione, laddove i bollini costituiscono la parte trasparente e tutto il resto della lastra è nero.

L'uso del fotovoltaico nelle schermature deriva dall'osservazione che i frangisole assorbono il calore prodotto dall'energia solare e che si può sfruttare questa condizione per produrre energia elettrica. Nel caso delle schermature con lame di vetro ad integrazione fotovoltaica si possono avere più soluzioni. Quelle più comuni ed economiche presentano un doppio vetro di sicurezza piano, dove tra le due lastre sono stati installati i moduli fotovoltaici. Le celle fotovoltaiche a loro volta si possono suddividere in due tipi con caratteristiche cromatiche diverse. Sebbene il materiale prevalentemente usato sia il silicio esse si dividono in celle con silicio monocristallino e celle con silicio policristallino. Nel silicio monocristallino ogni cella è realizzata a partire da un wafer la cui struttura cristallina è omogenea (monocristallo). La sua colorazione dunque è omogenea, blu o nera, opaca, spesso con struttura a righe orizzontali. Nel silicio policristallino il wafer di cui sopra non è strutturalmente omogeneo ma organizzato in grani localmente ordinati. La colorazione che ne consegue è disomogenea caratterizzata da chiazze blu più o meno scure e più o meno riflettenti.



a lato:
Torre Agbar a Barcellona, Jean Nouvel (da flickr.com)



a lato:
frangisole in vetro
con integrazione fotovoltaica
nella Jakob-Kaiser-Haus di
de Architekten Cie
(da flickr.com)

Sono tecnologie costruttivamente simili, e prevedono che ogni cella fotovoltaica sia cablata in superficie con una griglia di materiale conduttore che ne canalizzi gli elettroni. Ogni singola cella viene connessa alle altre mediante nastri metallici, in modo da formare opportune serie e paralleli elettrici. L'effetto ottenuto è una lastra trasparente all'interno della quale sono visibili le singole celle separate e i ribbon che le collegano. La superficie schermante ovviamente sarà inferiore.

Nell'University Building Office del Clinical Molecular Biological Institute di Erlangen in Germania (2000) la facciata principale a sud, in metallo e vetro, è protetta da una struttura a montanti in acciaio sui quali sono collegati dei braccetti che sorreggono le lame frangisole orientabili motorizzate. Le lame sono in vetro chiaro trasparente con integrazione fotovoltaica. Le celle fotovoltaiche sono in silicio policristallino dal colore a chiazze blu variabili.

La Schüco produce frangisole a lame di vetro ad integrazione fotovoltaica con supporti puntiformi, mentre recentemente si sta espandendo un sistema prodotto in Italia dalla Far Systems® del Gruppo Industriale Tosoni. Presentati al SolarExpo 2007, si tratta di schermature solari con pannelli fotovoltaici CIS® (tecnologia a film sottile di rame, indio e selenio) prodotti da Würth Solergy. Sono frangisole a lame con supporto laterale che assumono con un aspetto analogo ai vetri serigrafati in quanto il sistema fotovoltaico è opportunamente mascherato da una serigrafia. I pattern ottenibili sono di tre tipi: fori circolari, strisce e strisce incrociate.

Nei sistemi con supporti puntiformi possono essere installati anche i più comuni pannelli solari. Nello stesso sistema possono essere applicati come lame schermanti fogli di lamiera di alluminio forata, fissati mediante viti sui supporti. L'utilizzo di lamiere forate o stirate consente di ridurre il peso della lama schermante sul sistema. Frangisole in lamiera stirata sono stati utilizzati da Diller & Scofidio + Renfro per la facciata principale dello Slither Housing a Gifu in Giappone (2000).

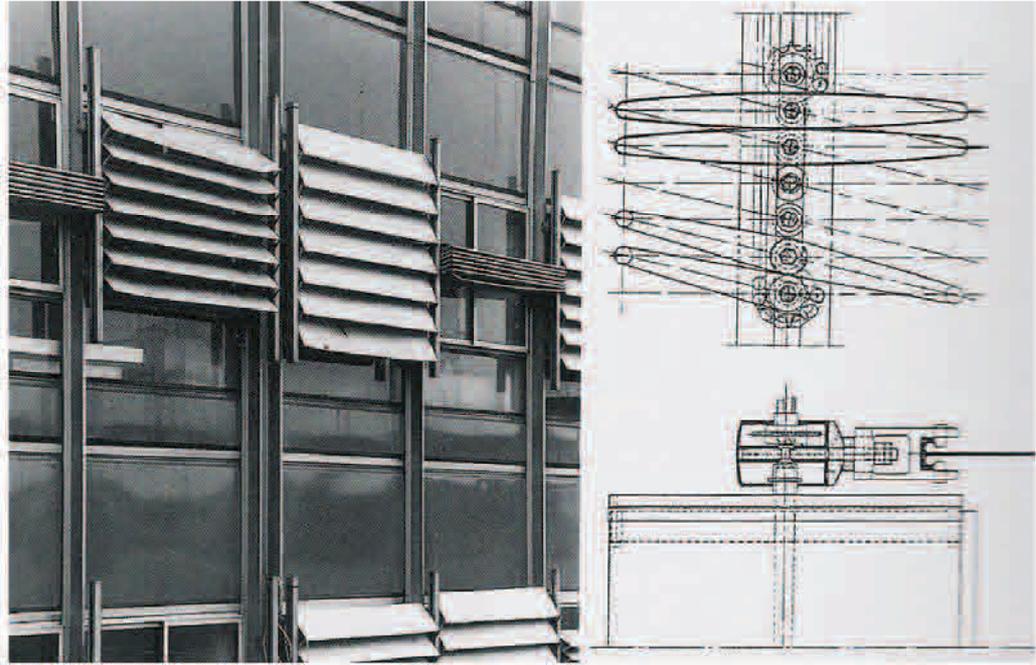
Infine, sempre nei sistemi con supporti puntiformi, esistono soluzioni con applicate ad incastro tavole di laterizio. Il Millennium Point costruito a Birmingham e inaugurato nel 2002 è un complesso multi-funzionale progettato da Nicholas Grimshaw che contiene al suo interno anche un cinema IMAX. Il prospetto principale con gli ingressi è costituito da una facciata a doppia pelle.



a lato:
frangisole in vetro
con tecnologia fotovoltaica
CIS a film sottile
(foto © dell'autore)

La facciata retrostante, interamente vetrata e recante il logo dell'edificio, è protetta da un'altra facciata collegata ad essa da tiranti in acciaio. Quest'ultima è sorretta da pilastri in acciaio zincato che costituiscono l'ossatura portante di un sistema di frangisole a lame orientabili. Le lame dei frangisole sono collocate su supporti puntiformi collegati da elementi tubolari in alluminio estruso. Si tratta di sottili tavelle in laterizio dal classico colore rosso-arancio. La diversa inclinazione delle lamelle sulla facciata esterna genera un effetto cromatico che rende la pelle più "densa" in alcuni punti rispetto agli altri.

a lato:
frangisole con sistema ad
impacchettamento mediante
trazione a catena,
Atelier Jean Prouvé - 1962
(dall'Opera Completa)



a lato:
Bayer AG, Leverkusen,
Murphy/Jahn
(Foto © Murphy/Jahn)



Frangisole a lamelle (veneziane)

La UNI 8369-4:1988 definisce le veneziane uno "schermo formato da più elementi orizzontali mobili, che con una manovra si raccolgono superiormente o si dispongono in modo equidistante e che con altra manovra si inclinano rispetto al piano orizzontale per regolare l'energia radiante e l'illuminazione" (punto 4.5). Le veneziane possono essere in alluminio o in materiale plastico. "Le lamelle utilizzate per le (veneziane) da esterno sono (prevalentemente) in alluminio verniciato a fuoco ed hanno una larghezza di 50mm. [...] Hanno i fori di forma ellittica per il passaggio delle corde e delle funi di guida" (Mottura, Pennisi, 2006, p. 70). Si tratta quindi di un sistema di schermatura molto leggero e che per questo motivo non può avere dimensioni che superino quella dell'infisso o della sua porzione da schermare. Nel caso di fori finestra di dimensioni relativamente contenute e ben protetti si possono utilizzare veneziane in materiale plastico. A Venezia sono molto diffuse le veneziane esterne in PVC di colore verde, fissate al telaio dell'infisso. Non esistono facciate interamente schermate da una veneziana, ma da un insieme di più veneziane. Le lamelle, fogli di alluminio (o materiale plastico) dello spessore di 8-10 decimi di millimetro, possono essere forate per far passare la luce quando sono chiuse e di conseguenza alleggerire ulteriormente il peso del sistema. Per la loro flessibilità e facilità di sostituzione sono in assoluto uno dei sistemi di schermatura solare più diffuso, sia in architettura che in edilizia. Generalmente sono impiegate nella colorazione bianco-argentea tipica dell'alluminio anodizzato ma possono essere verniciate in qualunque tinta. Se Behnisch & Partners preferiscono impiegare veneziane in alluminio anodizzato naturale come nella North Germany State Clearing Bank di Hannover (2002), dove la composizione di volumi puri interamente vetriati, assemblati fra loro in maniera irregolare, ha solo il colore grigio delle schermature come elemento di "disturbo", allora Bernard Tschumi nella Scuola d'Arte ECAL di Renes (Svizzera, 2007) alterna veneziane esterne di colore rosso, giallo e blu su fondo in lamiera ondulata di colore grigio chiaro, in modo da spezzarne la monotonia con colori saturi.



Altri componenti e sistemi di manovra

L'azienda Schüco individua per i frangisole due sistemi di azionamento: sistema ad azionamento lineare e sistema ad azionamento nascosto. A questi si affianca il sistema ad impacchettamento, che può essere superiore o laterale a seconda dell'orientamento degli elementi schermanti. Il sistema ad impacchettamento superiore riguarda anche le veneziane.

Il sistema ad azionamento lineare è noto da moltissimo tempo. Deriva direttamente dal sistema di movimentazione delle persiane a lamelle già utilizzate nel nostro paese almeno dall'Ottocento. Si tratta dell'evoluzione del sistema di movimentazione già usato

da Joseph Paxton per le lamelle di areazione del Crystal Palace di Londra del 1851. Esso si applica ai frangisole a pale, a doghe e a lame con supporti puntiformi e consiste nell'applicazione sulla pala di una biella che, a sua volta, è collegata ad un braccio che può essere verticale o orizzontale a seconda dell'orientamento del frangisole. La rotazione delle pale sul proprio asse geometrico per l'angolazione di 90°

viene effettuata mediante la movimentazione del braccio a mezzo di un comando manuale a riduttore con vite senza fine alloggiato in una piccola scatola di alluminio posta all'esterno del locale e riportato all'interno ed azionato a mezzo di una manovella. Tale comando permette di muovere lunghezze di frangisole fino a 3 metri. La movimentazione motorizzata (più diffusa, soprattutto per frangisole di grandi dimensioni) viene effettuata a mezzo di un comando elettrico ad azione lineare, alimentato da corrente monofase 220V e comandato da un commutatore Aperto/Chiuso con intervento di fine corsa nelle posizioni estreme. Tale comando ha una potenza per poter orientare lunghezze di frangisole di 5 metri e oltre. Il gruppo motoriduttore è posizionato direttamente sulla struttura di sostegno inferiore (in alluminio estruso) all'esterno del locale.

Il sistema ad azionamento nascosto per funzionamento è analogo a quello lineare, la differenza sostanziale è che il sistema di movimentazione è contenuto all'interno dei profilati di sostegno del brise-soleil e quindi non è visibile. Alle pale, doghe o lame con supporto laterale è fissata sul tubolare di rotazione, alle due estremità, una biella che è collegata all'asta di movimentazione. L'asta è messa in movimento da un attuatore manuale o da un sistema motorizzato analoghi a quelli del sistema lineare.

Il sistema ad impacchettamento per i frangisole è anch'esso noto da parecchio tempo. Con buona probabilità è erede di un brevetto del lattoniere francese Jean Prouvé risalente ai primissimi anni Sessanta del Novecento e impiegato in numerose scuole realizzate in quel periodo. Si tratta di un normale frangisole con azionamento nascosto il quale viene montato su una guida scorrevole. Le bielle di collegamento al sistema di movimentazione possono sganciarsi da esso e una catena motorizzata, stringendosi, impacchetta le lame. Questo sistema in genere si applica ai frangisole di piccole dimensioni, equivalenti grossomodo all'ingombro dell'infisso. Una recente ripresa, però su grande scala, di questo sistema è stata fatta dalla coppia anglo-tedesca Sauerbruch & Hutton nella facciata del GSW Building a Berlino (1999) dove le lame in alluminio forato poste in verticale possono impacchettarsi lateralmente lasciando completamente libera la porzione di facciata schermata.

Per quanto riguarda le veneziane, anche in questo caso il sistema di movimentazione è noto da molto tempo. Le veneziane sono costituite da una scatola in lamiera di alluminio all'interno della quale è contenuto il sistema di manovra che può essere manuale a corda, ad argano o con motore elettrico.

Le lamelle sono sostenute da una scaletta che può essere a filo o a nastro in poliestere. Le lamelle sono orientabili mediante un orientatore ad asta in materiale plastico o in metallo e sollevabili con funi ad alta tenacità e resistenza al calore. Esse possono essere bloccate tramite un freno ferma-corda incorporato nel cassonetto di contenimento manovra. Nel cassonetto metallico è contenuto anche il motore elettrico e il gruppo di orientamento orizzontale e sollevamento. In alcuni casi, laddove sia necessario avere una maggiore resistenza agli agenti atmosferici, si applicano alla veneziana due guide laterali in alluminio estruso (dotate di inserti anti-rumore e anti-vento). Tale soluzione può resistere a velocità di vento fino a 100 Km/h.

Tutti i sistemi frangisole possono essere dotati di sensori esterni per permetterne la regolazione automatica a seconda delle condizioni climatiche esterne. Al sistema infatti vengono applicati dei sensori esterni che sono in grado di determinare alcune condizioni ambientali: sole, vento, pioggia, temperatura, orario. I sensori inviano i dati ad una centrale attraverso la rete cablata dell'edificio. La centrale può ricevere anche comandi manuali da controllo remoto. A seconda delle condizioni rilevate la centrale mette in azione automaticamente le unità di controllo motore che azionano le lame/pale dei frangisole.

2.3.2 Imposte e persiane avvolgibili

Le imposte sono dei sistemi oscuranti costituiti da una, due o più ante posizionate all'esterno dei serramenti. La norma UNI 8369-4:1988 (al punto 4.1) le definisce uno "schermo posto all'esterno del serramento, formato da un eventuale telaio fisso e da una o più ante, con rotazione su asse verticale laterale o con movimento a scorrere laterale o verticale". Come indica la stessa norma le imposte si possono classificare in due modi: secondo la morfologia (5.1) o secondo il movimento dell'anta (5.2).



Secondo la morfologia sono individuate le seguenti tipologie:

- Imposta con elementi verticali (antone): schermo composto da ante formate da elementi disposti verticalmente e collegati fra loro con criteri diversi (5.1.1);
- Persiana: schermo composto da ante formate da un telaio perimetrale e da un tamponamento costituito con elementi laminari inclinati. Gli elementi laminari sono inclinati verso l'esterno per far fluire l'acqua e possono essere mobili per effettuare il movimento di rotazione sul loro asse longitudinale, atto a regolare il passaggio della luce (5.1.2);
- Imposta con riquadri: schermo composto da ante formate da un telaio perimetrale che racchiude uno o più riquadri, dotati di un tamponamento (5.1.3).

Secondo il movimento dell'anta, la norma individua le seguenti tipologie:

- Imposta con ante a rotazione: schermo le cui ante si muovono con una rotazione su asse verticale laterale (5.2.1);
- Imposta con ante scorrevoli: schermo le cui ante si muovono per traslazione parallela alla parete; lo scorrimento può essere orizzontale o verticale (5.2.2);
- Imposta con ante ripiegabili: schermo le cui ante si muovono con una rotazione su asse verticale laterale e che sono composte da più elementi rotanti reciprocamente. Quando le ante sono aperte si dispongono parallelamente alla parete o alle facce delle spalle del vano o ad entrambe (5.2.3).

Le persiane avvolgibili invece sono un *“prodotto costituito da una cortina composta da stecche rigide e interconnesse che scorre in guide laterali. La ritrazione avviene per avvolgimento”* (UNI EN 12216:2006, punto 3.9). Dette comunemente tapparelle hanno rappresentato nella storia dell'architettura moderna uno dei sistemi oscuranti più utilizzati e perciò sono ampiamente utilizzate ancora oggi.

La morfologia degli schermi, pur conservando la rigida distinzione indicata dalla norma, negli ultimi anni sembra essersi arricchita di soluzioni relativamente innovative. Esistono in commercio, oltre ai tradizionali scuri, alle persiane e alle imposte con riquadri, schermi a telaio realizzati con reti metalliche, con lamiere forate o stirate, in vetro o composti da elementi frangisole fissi e mobili di vario genere. Per citare un esempio si potrebbe indicare il World Trade Center di San Marino, realizzato da Norman Foster, dove le facciate sono protette da schermi scorrevoli a lamelle metalliche fisse di produzione Schüco. Per questa ragione si è ritenuto procedere alla classificazione delle imposte, che chiameremo schermi ad ante, secondo il movimento. Considerando anche il requisito di dinamicità richiesto dal DLgs 311/2006, si sono individuate tre categorie:

- **schermi ad ante con apertura a rotazione (persiane);**
- **schermi ad ante scorrevoli;**
- **schermi ad ante ripiegabili (con apertura a fisarmonica);**
- **persiane avvolgibili (tapparelle).**

Gli scuri ad ante in legno e gli altri sistemi a schermo completamente opaco che non garantiscono un certo grado di dinamicità e controllo nella fase di oscuramento sono stati omessi dalla ricerca. Come discriminante si è scelto infatti che le ante dovessero essere dotate di lamelle orientabili, nel caso delle persiane, e negli altri casi che dovessero essere costituite da pannelli forati, che permettessero quindi il passaggio di una certa quantità di luce. Le ante scorrevoli e le ante a fisarmonica infatti permettono po-

sizioni di schermatura intermedie che le ante a rotazione non permettono. Nonostante questa caratteristica se le ante fossero cieche non si avrebbe un vero e proprio sistema di schermatura. Dunque la foratura di queste sembra essere un requisito fondamentale. Le tapparelle invece permettono un certo grado di modulazione della luce in quanto permettono posizioni intermedie che creano uno schermo forato e quindi filtrante.

La UNI 8369-4:1988 definisce anche un glossario dei termini relativi alle imposte. Per ante si intende un *“elemento mobile dello schermo (imposta, persiana) che apre e chiude l'apertura con un movimento di rotazione o di traslazione”*(9.1). Per ante ripiegabile si intende *“un'arta dello schermo composta da più elementi ruotanti reciprocamente, che ad ante aperta si dispongono parallelamente alla parete o alla faccia della spalla o ad entrambe”* (9.1.1). Con telaio fisso si intende un *“elemento fissato direttamente alla parete o al contro telaio e sul quale sono montate una o più ante dello schermo. Il telaio fisso può anche mancare ed in questo caso le ante dello schermo sono montate direttamente sulla parete o sul telaio fisso del serramento esterno”* (9.2). Con i termini accessori e guarnizioni si intendono gli *“elementi complementari alla parte strutturale della imposta che consentono funzioni specifiche (vincoli, organi di manovra, ecc.)”* (9.3).

Schermi ad ante con apertura a rotazione

Gli scuri ad ante senza lamelle, che in genere sono privi di telaio, sono costituiti perlopiù da tavole di legno assemblate fra loro mediante chiodatura e supporti metallici. In quanto completamente opachi non costituiscono un sistema di schermatura solare. Esistono poi le persiane con lamelle fisse, ma sono le persiane a lamelle orientabili ad essere l'unico sistema con ante a rotazione in grado di garantire la funzione di schermatura solare. Le lamelle regolabili infatti permettono, variandone l'inclinazione durante la giornata, di avere un controllo dinamico della luce in ingresso. Essendo un sistema di schermatura che deriva da una tradizione secolare si presta all'impiego solo in situazioni di restauro o ristrutturazione di edifici con carattere storico. Le persiane a lamelle caratterizzano i prospetti di molti centri storici italiani. Sono utilizzate anche nella comune edilizia laddove l'edificio si ispiri a certe tradizioni costruttive. Persiane in legno furono utilizzate in alcuni esempi di abitazioni prefabbricate in legno di Konrad Wachsmann. La Albert Einstein Summer House, una balloon framed house costruita nel 1929 a Caputh in Germania per il celebre fisico, Wachsmann impiega persiane dipinte di bianco mentre la superficie dell'abitazione è caratterizzata da doghe orizzontali dal colore bruno scuro.



Struttura di collegamento all'involucro e posizionamento

Gli schermi ad ante con apertura a rotazione sono collocati nel foro finestra a protezione degli infissi. La rotazione delle ante avviene grazie a cerniere, collocate nel numero di due o tre lungo un'estremità dell'anta. Le cerniere di rotazione in acciaio sono costituite dall'unione di due metà. Hanno infatti una parte fissa direttamente innestata nella muratura portante (cerniera a saliscendi secondo la UNI 12216:2006), talvolta fissata mediante tasselli o opportunamente fissata mediante chiodatura alle pareti in legno. In alcuni casi le cerniere sono fissate ad un telaio in legno inserito nella muratura. L'altra metà è fissata sulle ante nei punti corrispondenti per far combaciare il sistema. Le ante si installano sovrapponendo la loro parte di cerniera a quella fissa nella muratura. Le due parti vengono unite dal perno di rotazione infilato nel foro dall'alto verso il basso. Nel davanzale e nella parte superiore del foro finestra invece sono inseriti gli elementi d'arresto che bloccano le ante quando sono chiuse. A loro volta le ante sono chiuse mediante un sistema di serratura interno a chiavistello o a gancio.

Componenti principali, materiali e finiture

Le ante sono composte da un telaio e da un tamponamento realizzato con lamelle orientabili. Telaio e lamelle possono essere realizzati in legno, alluminio, acciaio o PVC: materiali comunemente utilizzati in edilizia per la costruzione degli infissi. In alcuni casi la parte inferiore delle ante può aprirsi verso l'esterno con un'inclinazione di oltre quarantacinque gradi, grazie alla presenza di bracci metallici estensibili. Nelle persiane in legno è ormai molto diffuso l'utilizzo di legno lamellare con varietà di mogano, pino e rovere anche se la colorazione finale può riprodurre quella di qualsiasi altro legno, come castagno o ciliegio, oppure possono essere verniciate in tinta unita con una gamma di cromie vastissima. Nei sistemi più tradizionali si predilige ancora il legno massello. La sezione delle lamelle è tale da garantire il completo deflusso dell'acqua. Alle estremità della sezione si alternano uno spigolo arrotondato per far scivolare la goccia d'acqua e il rompi-goccia che funge anche da incastro tra la lamella inferiore e quella superiore. Una forma simile caratterizza sia le lamelle in alluminio o acciaio estruso, sia le estruse in PVC. Queste, a differenza di quelle in legno, sono però cave al loro interno, per ridurre il surriscaldamento. Anche le lamelle in metallo e in PVC possono essere colorate con qualsiasi tinta. Le persiane sono soggette alle norme UNI EN 12020-02 per le tolleranze dimensionali e alle UNI EN 12210:2000 "Finestre e porte - Resistenza al carico del vento - Classificazione" e, dal primo Aprile 2006, soggette a marcatura CE secondo la UNI EN 13659:2004, "Marcatura CE dei sistemi oscuranti". La Direttiva Europea 89/106/CCE e il DPR 246/93 definiscono i requisiti generici che un prodotto

da costruzione deve soddisfare per la sua commercializzazione. Essi sono: resistenza meccanica e stabilità; sicurezza in caso di incendio; igiene, salute ed ambiente; sicurezza di utilizzazione; protezione contro il rumore; risparmio energetico ed isolamento termico. Successivamente per ogni prodotto, come nel caso dei sistemi oscuranti, delle specifiche norme UNI EN ne stabiliscono i parametri di produzione e controllo. *“Il materiale impiegato può essere scelto in base al tipo di utilizzazione e al clima del luogo dove sono installate le persiane: in zone marine le persiane realizzate con materie plastiche offrono, a differenza dei meccanismi in metalli ferrosi o legno, assoluta resistenza alla corrosione salina; le persiane in acciaio forniscono una garanzia in più contro i tentativi di intrusione”* (Mottura, Pennisi, 2006, p. 69). Qualora il progetto non preveda l'impiego di persiane in materiale plastico si possono utilizzare vernici protettive resistenti alla corrosione salina appositamente studiate per legno e metalli.

Altri componenti e sistemi di manovra

Nei sistemi più tradizionali con lamelle in legno, la rotazione delle stesse è garantita da un perno metallico fissato alle loro estremità e inserito nel telaio. Alle lamelle sono fissati dei ganci collegati da un perno rotante a una barretta verticale in acciaio. Spostando la barretta con movimento dall'alto verso il basso le lamelle si aprono simultaneamente lasciando passare la luce. In questi casi la ferramenta viene dipinta nello stesso colore delle ante. Questo sistema di manovra ha ispirato quelli adottati nei moderni frangisole. Nei sistemi più recenti il meccanismo di manovra (simile a quello sopra descritto) è inserito in un telaietto metallico che fa anche da supporto alle lamelle e che viene fissato nella parte interna del telaio dell'anta. Il movimento viene effettuato manualmente mediante una maniglia, oppure con un comando a rotazione. In altri sistemi, come il Naco PL60®, il porta-lamelle è composto da due elementi, clip e tappo, realizzati in polycarbonato. La clip è fissata al montante di alluminio e viene orientata tramite il leveraggio interno. Il tappo, che fa da supporto alla lamella, s'innesta sulla clip tramite una slitta a coda di rondine. Nel Naco SPL-AL® le lamelle, di 96 mm, si innestano dentro i due porta-lamelle tenendo la battuta superiore rivolta verso l'esterno. Le lamelle scivolano dentro al porta-lamelle senza attrito mantenendo così un'ottima manovrabilità nel tempo. La linguetta del porta-lamelle si chiude con una normale pinza. Le lamelle, siano esse in metallo estruso, plastica o legno, sono sagomate in modo tale da potersi innestare facilmente nel telaio di supporto. Le componenti metalliche, in alluminio o acciaio, possono essere verniciate in qualsiasi tinta RAL, o in acciaio brunito o in alluminio anodizzato.

Schermi ad ante scorrevoli



Il sistema di schermatura ad ante scorrevoli, anche esso noto da tempo nell'ambito edilizio, sta trovando applicazione anche in architettura. Probabilmente il successo di queste applicazioni è dovuto alla possibilità di utilizzare pannelli realizzati con qualsiasi materiale e finitura. Una delle soluzioni più diffuse vede l'applicazione degli schermi scorrevoli a protezione di ballatoi esterni o poggiali, dove le guide di scorrimento possono essere montate direttamente sulle balaustre e all'intradosso del solaio superiore. Ne sono esempi il San Marino World Trade Center di Foster o il Social Housing a Parigi di Chartier & Corbasson. In questi casi i pannelli possono essere distanziati di uno o più moduli l'uno dall'altro in modo da poter essere installati su una sola guida. Possono anche sovrapporsi se installati su due guide, come in alcuni recenti lavori di Baumschlager & Eberle. Nel caso di facciate piane in muratura le guide di scorrimento sono applicate direttamente sul prospetto e le ante si aprono rimanendo a vista. Talvolta possono essere progettate ante a scomparsa nella muratura.

Struttura di collegamento all'involucro e posizionamento

Le ante scorrono su binari in acciaio. Per le guide di scorrimento vi sono almeno tre posizioni possibili che creano altrettante soluzioni di facciata. Esse possono essere installate su poggiali e ballatoi tra la sommità del parapetto e il solaio soprastante, oppure tra i due solai davanti o dietro il parapetto. Possono essere installate sulla facciata in corrispondenza del foro finestra o della porzione di prospetto da schermare. Possono essere inserite nello spazio tra l'infisso e il filo esterno della muratura in modo tale da poter avere la scomparsa totale delle ante quando sono completamente aperte. A seconda del tipo di struttura (muratura portante, facciata cortina ecc.) si hanno sistemi di fissaggio diversi. Si utilizzano i tasselli nel caso della muratura, si utilizzano bulloni e dadi di serraggio nel caso di strutture metalliche e curtain-wall. Vi possono essere inoltre diversi tipi di apertura a seconda che si utilizzino una, due o più ante. I sistemi ad un'anta hanno un solo binario di scorrimento. I sistemi a due ante possono avere uno o due binari a seconda del verso di apertura delle ante stesse. Se esse scorrono in direzione opposta allontanandosi l'una dall'altra è sufficiente un binario, se invece scorrono nella medesima direzione allora sono necessari due binari per garantirne la sovrapposizione. Nel caso di sistemi a quattro ante, l'apertura su due binari avviene bidirezionalmente e le ante si sovrappongono a coppie.

Componenti principali, materiali e finiture

In questo sistema di schermatura possono essere utilizzati pannelli di qualsiasi tipo purché garantiscano il passaggio di una certa quantità di luce. Si possono avere infatti delle persiane con lamelle fisse o mobili, in legno o metallo; pannelli in lamiera stirata o forata; lastre di vetro satinato; tessuti metallici.

Persiane

Le persiane scorrevoli sono realizzate con gli stessi materiali di quelle con ante a rotazione, quindi legno, metallo e PVC. Le lamelle inclinate possono essere fisse, in genere a quarantacinque gradi, o orientabili. Esistono anche sistemi costituiti da pannelli metallici a lamelle fisse con sezione scatolare distanziate fra loro di uno o più moduli e pannelli metallici di analoga fattura ma con doghe in legno.

Ante in lamiera stirata

Le lamiere stirate hanno visto, negli ultimi anni, crescere continuamente il loro impiego in architettura. Le ragioni possono essere di due tipi: la prima è legata ai vantaggi della leggerezza del materiale forato rispetto a quello "pieno", infatti *"la configurazione dei materiali forati è dipendente dalla intenzionalità di ridurre la quantità di materia al loro interno"* (Zennaro, 2000, p. 95); la seconda ragione potrebbe essere di tipo economico. Alcuni metalli hanno subito un aggressivo aumento del prezzo a causa dell'enorme richiesta da parte dei paesi dal crescente sviluppo industriale come India e Cina. Ad esempio il rame ha visto il suo prezzo salire (da Agosto 2005 ad Agosto 2009) da 3900 US\$/ton circa a 6400 US\$/ton circa (fonte LME London Metal Exchange <http://www.lme.co.uk>). La riduzione della materia utilizzata diventa dunque un fattore strategico.



a lato
Social Housing a Parigi,
Chartier & Corbasson
(da flickr.com)



a lato
Eichgut Residences,
 Baumschlager & Eberle
 (da flickr.com)

Le lamiere forate e stirate, così come i tessuti metallici, si prestano bene all'utilizzo nell'ambito delle schermature solari. Le lamiere stirate sono delle normali lamiere piane sulle quali, attraverso macchine brevettate, vengono praticati contemporaneamente due processi: l'incisione e la stiratura. L'operazione consiste nell'eseguire con una matrice preconstituita dei tagli regolari sulla lamiera e allo stesso tempo tenderla ai lembi in modo da conferirle la tipica sagomatura. A seconda del macchinario utilizzato si possono ottenere maglie a fori romboidali, quadrati, tondi ed esagonali. Le lamiere possono essere fissate tramite viti a vista su barre di rinforzo alle estremità superiore e inferiore, oppure essere intelaiate in una cornice realizzata con lo stesso metallo. I materiali usati sono l'acciaio zincato, l'acciaio inox, l'acciaio e l'alluminio pre-verniciati, il rame non trattato e il rame pre-ossidato. Sono possibili quindi tutte le colorazioni anche se tendenzialmente sono preferiti i grigi e le colorazioni dei materiali di base.

Ante in lamiera forata

Le lamiere forate offrono, rispetto alle stirate, una varietà maggiore di fori e quindi si prestano a soluzioni di facciata sempre diverse. I fori possono essere programmati tramite un software e realizzati al laser con macchine a controllo numerico (CNC) in modo da poter ottenere anche particolari disegni. Nel Social Housing di Parigi (2008) Chartier & Corbasson utilizzano pannelli di schermatura in lamiera di acciaio brunito con fori apparentemente irregolari e diversi su ogni lastra per dimensione e intensità. Il gioco è accentuato dalle tre dimensioni diverse dei pannelli. Oltre all'acciaio brunito vengono utilizzati gli acciai inossidabili, l'alluminio, il rame, il bronzo, l'ottone, i cupralluminii e tutte le finiture disponibili: pre-ossidazione, verniciatura, elettro-colorazione ecc.

Ante in vetro

Gli architetti austriaci Baumschlager & Eberle utilizzano spesso questo genere di soluzione per la schermatura o l'oscuramento totale delle aperture. In alcuni recenti lavori utilizzano anche pannelli di schermatura in vetro.



a lato:
Hotel Penz a Innsbruck,
 Dominique Perrault
 (foto © dell'autore)

Nell'Eichgut Housing a Winterthur in Svizzera (2005) la facciata dell'edificio è caratterizzata da pannelli scorrevoli in vetro acidato di colore azzurrino che schermano i poggioli delle residenze di lusso. I pannelli scorrono su due corsie all'altezza del parapetto sovrapponendosi l'uno all'altro e conferendo una certa dinamicità ai prospetti. Nell'Achslengut Housing a St. Gallen in Svizzera (2002) utilizzano pannelli scorrevoli in vetro, alcuni trasparenti e altri satinati, posti davanti ai parapetti in metallo dei poggioli delle residenze.

Pannelli in tessuto metallico

I pannelli in tessuto metallico sono costituiti da una cornice in acciaio sulla quale viene fissato il tessuto. Un esempio significativo di prospetto schermato con pannelli scorrevoli in tessuto metallico è rappresentato dall'Hotel Penz a Innsbruck di Dominique Perrault (2005). I due prospetti lunghi dell'edificio, quello che sovrasta la galleria commerciale e quello prospiciente la piazza, sono caratterizzati da infissi sui quali sono fissate le guide di scorrimento e i pannelli di schermatura in tessuto metallico. Il tessuto utilizzato è stato disegnato dallo studio Perrault ed è in alluminio anodizzato dal colore dorato.

La produzione di tessuti metallici è sottoposta a normativa tedesca DIN. I tessuti sono classificati dai singoli produttori in base al tipo di orditura ed eventualmente al metallo utilizzato. Vi sono poi una serie di parametri fondamentali, che l'azienda è tenuta a indicare, per determinare il tipo di applicazione ottimale di un tessuto. La superficie aperta (espressa in percentuale): indica il rapporto tra spazi vuoti e area totale del tessuto. Il diametro dei fili utilizzati: spessore in millimetri dei fili che compongono la trama e l'ordito. L'interasse tra i fili di ordito e i fili di trama che generano il tipo di maglia. Lo spessore complessivo del prodotto finito. Il peso, espresso in Kg/mq. Larghezza massima e larghezza standard di produzione. Inoltre l'azienda può fornire all'acquirente gli stessi parametri applicabili ai tessuti sintetici per la valutazione del comportamento della tela in relazione alla luce, naturale o artificiale, proveniente dall'esterno o dall'interno, attraver-

so il test dei principali parametri fotometrici: coefficiente di trasmissione luminosa, coefficiente di riflessione luminosa e modalità di distribuzione della radiazione luminosa. Queste verifiche permettono un controllo quasi totale delle caratteristiche di variabilità cromatica dei tessuti: da involucro trasparente o riflettente a schermo di protezione, da involucro luminoso a schermo dissolto. I principali materiali metallici utilizzati per la tessitura in cavi sono: l'acciaio inox (AISI 304, 304L, 316, 316L, 310, 314, 410, 430), acciai speciali quali Cromax, Incoloy, Inconel, Monax, Duplex, al nickel-cromo, zincati, al titanio, al carbonio oppure leghe di alluminio, rame, rame stagnato, ottone e bronzo fosforoso. Chiaramente l'uso di un materiale rispetto a un altro determina anche il colore del tessuto.

L'enorme quantità di orditure diverse in commercio rende pressoché impossibile riuscire a fornirne un catalogo completo. A questo si somma il fatto che ogni azienda, per differenziarsi dalle altre, introduce piccole varianti alle orditure standard. Alcune maglie hanno struttura composta da cavi rigidi orizzontali, legati tra loro da una trama di 2 o 4 cavi intrecciati verticalmente, rigide in una direzione e flessibili nell'altra producendo effetti visivi diversi sulle due superfici. Esistono tessuti con intreccio a trama libera che creano, con la loro trasparenza irregolare, un'infinita gamma di riflessi metallici, garantendo un ottimo effetto scenografico e una notevole ricchezza cromatica in ogni ambiente. Possono essere forniti in rotoli o pannelli e hanno dimensioni che vanno da 45cm fino a 4 metri. Vi sono reti costituite da un insieme di fili metallici pre-sagomati a spirale che, concatenati tra loro, creano un foro triangolare. Oltre al tessuto a spirale esistono maglie di cavi a trefoli, tessuti a maglie di filo tondo, galloni, armature a telo di lino e tessuti a maglie lunghe. Vi sono reti originariamente pensate per l'industria che vengono applicate in architettura, ad esempio la rete a spirale realizzata con cavo piatto o circolare intrecciato o avvolto attorno a tondini dritti o pre-piegati, realizzata in acciaio inossidabile o leghe bi-materiale. Le tele a tessuto unito possono avere il foro quadrato o rettangolare. I fili di ordito, sono paralleli alla lunghezza del tessuto mentre quelli di trama sono paralleli all'altezza o larghezza, e si incrociano alternandosi uno sopra ed uno sotto, formando tra loro angoli di 90°. Nelle tele a tessuto crociato i fili di ordito e trama si incrociano alternatamente due sopra e due sotto e tendono a formare angoli diversi da 90°, ciò permette di ridurre ulteriormente la luce maglia a parità di diametro di filo. Il tessuto spigato si ottiene incrociando i fili di ordito due sopra e due sotto, invertendone poi gli incroci ad una distanza prestabilita, donando così notevole rigidità, stabilità e robustezza.

I tessuti metallici, vista la dimensione delle ante e la necessità di avere una superficie stabile, devono essere ancorati al telaio di supporto per lo scorrimento mediante il fissaggio con tesatura. Il fissaggio per tesatura si applica quando il tessuto deve essere

sospeso ad un'estremità (di solito quella superiore) e di conseguenza tesato nel lembo inferiore mediante l'uso di molle e tiranti. All'interno del tessuto sono inserite due barre di acciaio inossidabile. La barra superiore è appesa ad un apposito supporto, realizzato normalmente con lo stesso materiale; la barra inferiore è invece collegata ad un giunto a molla, a sua volta connesso al telaio, che ha la funzione di ammortizzare lo stress meccanico sulla struttura di supporto in presenza di sollecitazioni come quella generata dal vento.

Altri componenti e sistemi di manovra

Le varie tipologie di pannelli scorrevoli, a seconda del peso, possono essere movimentate manualmente tramite una maniglia fissata sul lato interno del pannello, oppure tramite azionamento motorizzato. I pannelli possono essere dotati di pattini oppure questi sono integrati direttamente nelle guide. Per le tipologie commercializzate dalla Schüco l'azionamento manuale è previsto fino alla dimensione di quattro metri quadri e un peso di cento chilogrammi per singolo battente.

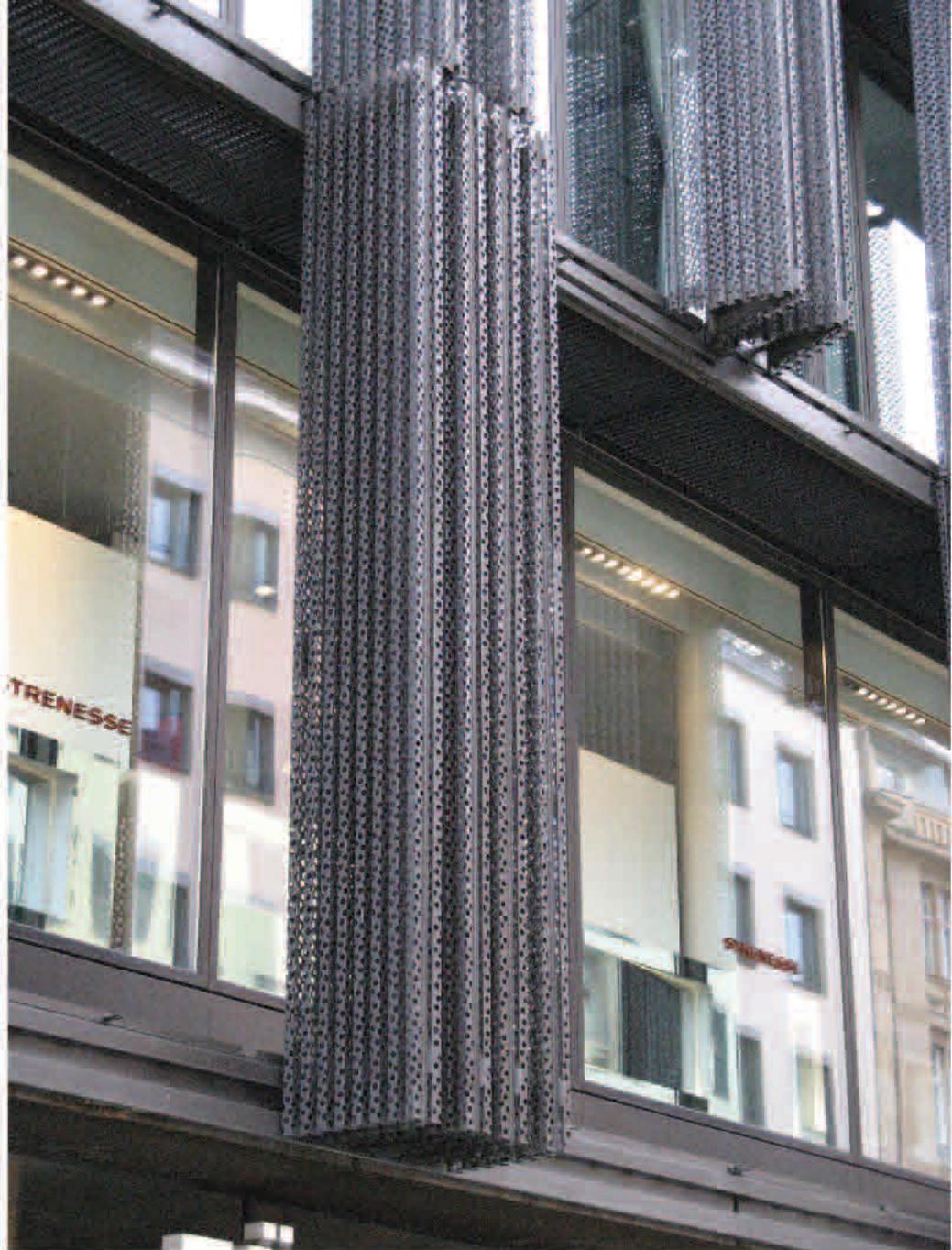
Schermi ad ante ripiegabili

Gli schermi ad ante ripiegabili, come quelli ad ante scorrevoli, possono essere impiegati per la protezione di poggiali e ballatoi, oppure possono essere utilizzati per creare una seconda pelle protettiva davanti a una facciata in vetro su infissi. Gli architetti elvetici Herzog & de Meuron hanno fatto ampio uso di questo sistema disegnando numerose soluzioni di pannelli in lamiera forata. Gli schermi ad ante ripiegabili derivano dagli scuri in legno con apertura a fisarmonica ed impacchettamento laterale. Possono essere utilizzati per schermare singole finestre, ma nell'architettura contemporanea sono impiegati su grandi facciate e ne costituiscono anche il rivestimento finale. I materiali comunemente impiegati per realizzarne le ante sono il legno e il metallo.



Struttura di collegamento all'involucro e posizionamento

Gli schermi ad ante ripiegabili sono posizionati sui ballatoi, sui poggiali o come seconda pelle di un edificio di fronte agli infissi. Vista la dimensione e il peso delle ante, per il collegamento alle strutture o all'involucro dell'edificio, è preferibile la combinazione dei due sistemi descritti in precedenza. Le ante infatti sono collegate alle strutture mediante un telaio metallico o in legno e ad esso mediante cerniere di rotazione. A questo sistema si combina lo scorrimento su guide orizzontali collocate alle due estremità delle ante. Questo per garantire stabilità al sistema soprattutto nel caso in cui si utilizzino pannelli metallici molto grandi e pesanti. Un pannello in genere ha circa l'altezza di un piano, quindi almeno tre metri.

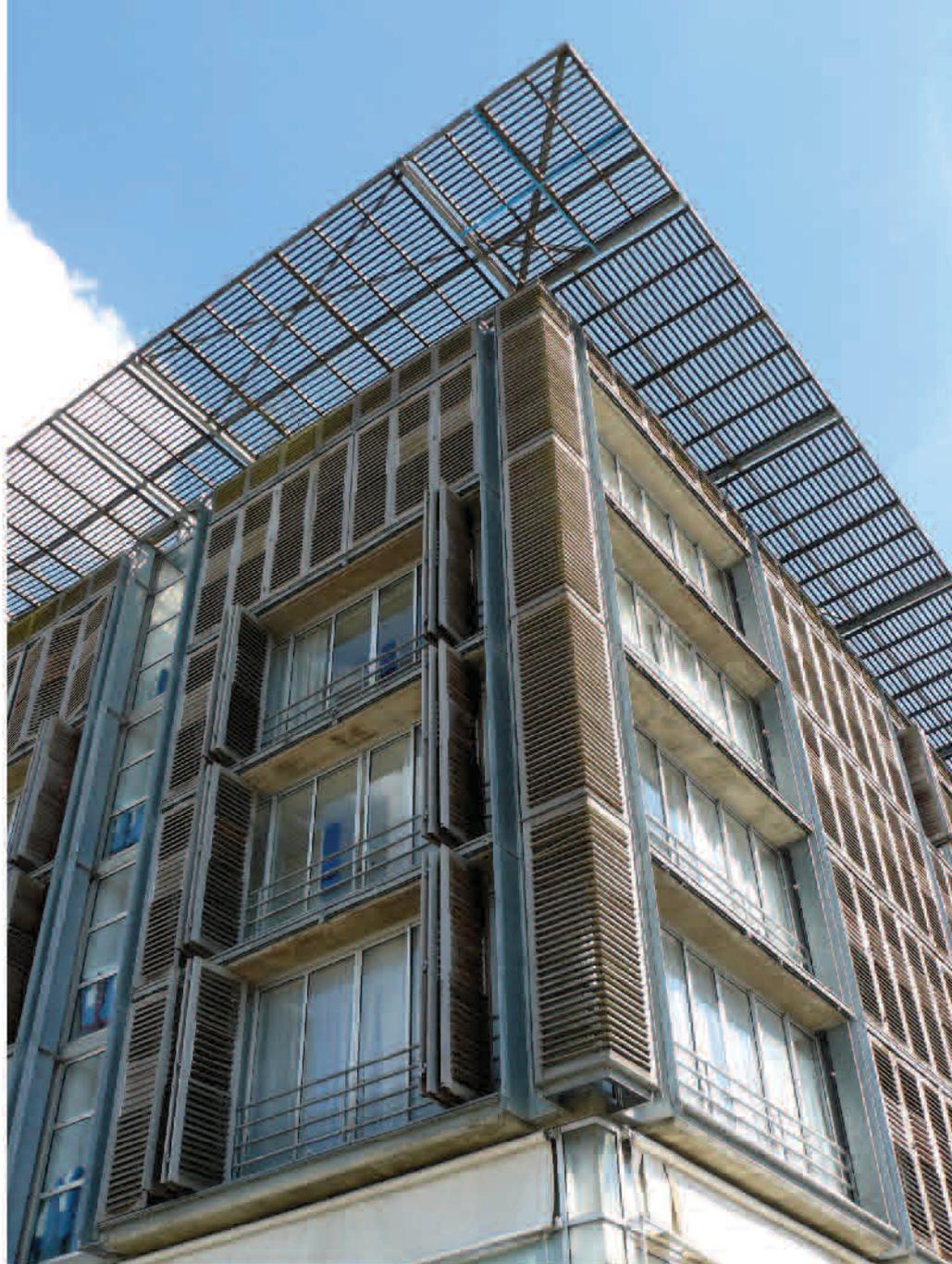


a lato
 Facciata del centro
 Fünf Höfe a Monaco,
 Herzog & de Meuron
 (Foto © Luca Premier)

Nel caso i pannelli siano installati a protezione di poggiali o ballatoi, il collocamento avviene tra i due solai, a tutt'altezza, di fronte al parapetto. Nel caso vengano installati su facciate in vetro come seconda pelle, ai solai vengono collegate a sbalzo delle passerelle per la manutenzione in grigliato metallico. Queste sono sorrette da travi metalliche a sbalzo collegate fra loro da una trave di bordo sulla quale vengono installate le guide di scorrimento. L'altezza dei pannelli corrisponde all'altezza del piano ed è possibile adottare degli accorgimenti in modo da rendere invisibile la separazione dei pannelli tra un piano e l'altro, in modo da creare una facciata continua.

Componenti principali, materiali e finiture

I componenti principali sono i pannelli con cui si realizzano le ante. Le ante possono essere costituite da due o più pannelli collegati fra loro mediante cerniere di rotazione.



a lato:
Hotel des Thermes a Dax,
 Jean Nouvel
 (da flickr.com)

Per la realizzazione dei pannelli possono essere utilizzati gli stessi materiali previsti per il sistema a scorrimento ed ogni volta gli architetti possono sbizzarrirsi ad introdurre nuove varianti. Nel Fünf Höfe, un centro commerciale a Monaco di Baviera realizzato nel 2003, Herzog & de Meuron utilizzano pannelli in lamiera di ottone dal colore bruno-dorato per schermare tutti i prospetti dell'edificio. Le facciate infatti sono interamente vetrate e la schermatura è applicata come una seconda pelle alle passerelle di manutenzione collegate ai solai. Quando le schermature sono tutte chiuse la facciata appare come una cortina continua di metallo forato. I pannelli infatti scorrono su ruote posizionate non alla loro sommità ma sul retro, in modo da rendere invisibili i binari di scorrimento quando essi sono completamente chiusi. Il colore bruno-dorato dei pannelli si diffonde parzialmente anche negli ambienti interni. Le lastre di schermatura sono forate (i fori sono tondi e regolari) e successivamente grecate in modo da aumentarne la stabilità.



a lato
Carabanchel Housing,
 F.O.A.
 (da flickr.com)

Nel fronte strada degli appartamenti in Rue de Suisses a Parigi (2000) Herzog & de Meuron utilizzano invece pannelli metallici a fori quadrati. Il pannello base è costituito da una lastra sagomata sulla faccia esterna ad andamento seghettato e ripiegata su se stessa nella parte retrostante in modo da ottenere un pannello cavo molto stabile e resistente. In questo caso gli architetti lasciano a vista le fasce marcapiano installando le guide di scorrimento in corrispondenza dei lembi inferiore e superiore dei pannelli. I pannelli schermano i poggioli delle residenze e sono installati davanti ai parapetti. Quando sono completamente chiusi la facciata assume l'austero colore grigio scuro del metallo, mentre quando si aprono lasciano vedere le piante e i fiori sui balconi. In un intervento minore a Basilea, in Svizzera, gli architetti elvetici utilizzano pannelli in ferro battuto dai disegni che richiamano vagamente uno stile liberty rivisitato.

Nell'Hotel des Thermes a Dax in Francia, del 2002, Jean Nouvel adotta invece pannelli, dove le ante sono persiane in legno a lamelle regolabili. La facciata dell'edificio è rigorosamente modulare. I prospetti dei quattro piano dove sono localizzate le camere d'albergo evidenziano la scansione delle camere stesse. Ogni cellula in facciata ha la sua vetrata apribile protetta da una balaustra e schermata dalle persine con apertura a fisarmonica. Ogni anta è costituita da tre moduli ripiegabili che scorrono in senso opposto l'uno all'altro impacchettandosi lateralmente. In questo caso le guide di scorrimento sono installate alla base e alla sommità dei pannelli e la fascia marcapiano è a vista.

Nel Carabanchel Social Housing a Madrid (2007) di F.O.A. (Foreign Office Architects) i pannelli di schermatura sono composti da un telaio metallico tamponato con stuoie in bamboo. Le schermature proteggono i poggioli degli alloggi e sono posizionate

di fronte al parapetto in acciaio. Ogni affaccio è schermato da due ante che si impacchettano ai lati formate da quattro specchiature ciascuna. Le fasce marcapiano non sono visibili poiché le schermature fungono da rivestimento all'intera facciata. Le guide di scorrimento sono infatti piazzate in testa alla trave di bordo del poggiatesta.

Altri componenti e sistemi di manovra

Come già evidenziato precedentemente le guide di scorrimento possono essere installate in due posizioni rispetto al solaio. Se installate in posizione perpendicolare al piano d'appoggio le ante scorrono gravando il loro peso sulla base della guida ed il meccanismo è a vista. Se installate parallelamente alla facciata o sulla testa del solaio le ante devono avere il sistema di scorrimento applicato sulla faccia posteriore e non alla loro base e alla sommità, in questo modo il meccanismo non è visibile dall'esterno. Come per i pannelli scorrevoli anche le ante a rotazione possono avere sia azionamento manuale sia motorizzato a seconda del peso e delle dimensioni del sistema.

Persiane avvolgibili

Le persiane avvolgibili, comunemente note col nome di tapparelle, sono un dei sistemi oscuranti più diffusi nel settore edilizio. Ampiamente usate dal Movimento Moderno in Italia, sono state recentemente rinnovate mediante l'introduzione di sistemi di manovra che permettono l'orientamento meccanico delle stecche e che quindi le assimilano ai brise-soleil. Hanno la dimensione del foro finestra e sono prevalentemente utilizzate in edifici con muratura di tamponamento in laterizio o calcestruzzo armato. Nel mercato ne sono presenti una quantità di varianti davvero molto vasta. Ne esistono di realizzate in metallo, in legno o materie plastiche, con diversi sistemi di integrazione nel prospetto dell'edificio. La posizione del cassonetto esterno contenente il rullo avvolgitore ne definisce ulteriormente la tipologia. Esso "può essere di tipo totalmente incassato nella muro perimetrale oppure di tipo a sporgere all'interno dell'abitazione" (Mottura, Pennisi, 2006, p. 65), oppure esterno favorendo l'assorbimento acustico e la tenuta agli scambi termici tra interno ed esterno.



Struttura di collegamento all'involucro e posizionamento

Per quanto riguarda l'integrazione con l'involucro edilizio la norma UNI EN 12216:2006 individua graficamente tre tipologie di persiana avvolgibile: totalmente integrata con la muratura, parzialmente integrata ed esterna. Nella tipologia totalmente integrata il cassonetto è contenuto (per tre lati) nell'intradosso superiore del foro finestra, debitamente isolato al fine di proteggere l'interno dell'abitazione da ponti termici e acustici ed è ispezionabile solo dall'esterno. La soluzione parzialmente integrata prevede invece la

possibilità di ispezionare il cassonetto sul lato inferiore apribile, un'integrazione nella muratura per due lati, mentre il lato esterno viene tamponato con un cappotto isolante e finitura ad intonaco, oppure tramite un rivestimento di facciata in metallo o altro materiale. La soluzione con cassonetto esterno infine prevede che questo sia chiuso esternamente con una lamiera metallica a vista a filo facciata oppure, in certi casi, sporgente. Ai lati del foro finestra, nella muratura, sono sempre incassati due binari di scorrimento che permettono l'avvolgimento e lo svolgimento dello schermo. Essi sono generalmente realizzati con profili in alluminio estruso.

Componenti principali, materiali e finiture

Oltre al cassonetto metallico o cassamatta e ai binari laterali, i componenti principali che costituiscono lo schermo di una tapparella sono le stecche orizzontali. Esse possono essere realizzate in legno, PVC, alluminio e talvolta acciaio. La UNI 12216:2006 individua graficamente due tipologie di stecche: collegate e incatenate. Le stecche collegate, principalmente in plastica, lamiera metallica o profilo metallico estruso, sono dotate di ganci o incastri che le tengono unite l'una all'altra. Questi permettono anche la rotazione dello schermo e il conseguente avvolgimento. Le stecche incatenate, perlopiù in legno, sono collegate fra loro da catene metalliche. Le stecche in PVC estruso sono cave all'interno e possono contenere schiuma poliuretanicca isolante così come le stecche in alluminio estruso. Le stecche in PVC sono molto resistenti agli agenti atmosferici e soprattutto molto leggere. Sono fornite in una gamma di colori molto vasta, a tinta unita. Le tapparelle in legno, utilizzate ad esempio da Antoni Gaudí in Casa Milà a Barcellona, hanno costituito per anni un validissimo sistema oscurante adottato da molti architetti del Movimento Moderno, soprattutto in Italia. Attualmente sono meno utilizzate e hanno lasciato spazio alle tapparelle in materiale plastico o in metallo. Le tapparelle in alluminio possono essere realizzate sia con profili estrusi, sia in lamiera presso-piegata. Sono disponibili in finitura satinata col colore grigio-argento tipico dell'alluminio, oppure verniciate o smaltate in una gamma vastissima di tinte. Le tapparelle in acciaio invece sono garantite anche come sistema anti-intrusione.

a lato:
Casa in Via Franklin a Parigi,
 August Perret - 1903.
 (da flickr.com)



Un altro componente essenziale nelle tapparelle è la stecca inferiore. Essa fa da appoggio sul davanzale quando la cortina è completamente abbassata.

Altri componenti e sistemi di manovra

L'azionamento delle tapparelle può essere manuale o motorizzato. In tutti i sistemi la cortina schermante si avvolge attorno ad un assale, contenuto nel cassonetto, trainata da due o più cinghie. L'assale può essere messo in rotazione tramite un verricello a vite senza fine collegato ad una manovella posta all'interno dell'alloggio. Nei sistemi con azionamento motorizzato invece l'assale è collegato tramite un'apposita interfaccia ad un motore elettrico che viene azionato da un interruttore posto all'interno dell'abitazione. Esistono anche tapparelle basculanti dotate di un sistema che permette l'inclinazione verso l'esterno dello schermo. Sono dotate di cerniera superiore e due bracci di aggetto inferiori che ne consentono l'inclinazione. Le persiane avvolgibili per lucernari sono dotate di cassonetto esterno in metallo. Le guide laterali sono collegate tra loro da una barra di ritegno posta all'estremità inferiore. L'inclinazione verso l'esterno è permessa da una cerniera di aggetto superiore e da due bracci pieghevoli posti all'interno dell'infisso. Le persiane avvolgibili con stecche orientabili orizzontalmente sono dotate di un sistema di orientamento analogo a quello dei frangisole a doghe in alluminio. Le stecche sono collegate con cerniere ad un cavo che a sua volta è azionato da un sistema di manovra contenuto nei binari laterali di scorrimento. In genere le persiane avvolgibili con stecche orientabili sono realizzate in acciaio e sono dotate di meccanismi anti-intrusione.

2.3.3 Tende

Un'ampia porzione del mercato delle schermature solari è occupata dalle tende da sole. La norma UNI 8369-4:1988, al punto 4.6, definisce la tenda come: *"schermo formato da materiale flessibile che si fissa all'esterno o all'interno rispetto al serramento o anche in posizione intermedia e che regolano l'energia radiante e/o la visibilità"*. La norma successivamente stabilisce che le tende si possono classificare secondo:



- La forma della superficie lungo la quale la tenda si dispone: piana parallela alla parete, piana inclinata rispetto alla parete, a cupola, a botte;
- La posizione rispetto al serramento: esterna, interna, intermedia;
- Il movimento di chiusura e di apertura: a scorrimento verticale, a scorrimento orizzontale, ecc.

La più recente UNI EN 12216:2006 "Chiusure oscuranti, tende interne ed esterne - Terminologia, glossario e definizioni" traduce e mette in vigore sul territorio nazionale la norma europea EN 12216, pubblicata dal CEN (European Committee for Standardization) nell'agosto 2002. Essa, come indicato nel sommario, *"si applica a tutti i tipi di tende e chiusure oscuranti indipendentemente dalla loro destinazione d'uso, dalla loro concezione e dai materiali dei componenti, così come sono generalmente utilizzate ed installate negli edifici"*. In essa sono definite le caratteristiche fondamentali dei sistemi oscuranti standard in commercio, la terminologia relativa ai componenti, al posizionamento, alla manovra e quindi la classificazione tipologica. Secondo la norma, le funzioni che la chiusura oscurante o tenda può assolvere sono il controllo e/o la protezione da: calore, freddo, rumore, sole, condizioni climatiche, vista, luce, accesso, effrazione/vandalismo, insetti, urto, incendio. Le posizioni possibili sono tre: interna, integrata, esterna. Si prende in considerazione solo quella esterna. I tipi di azioni ammesse sono: regolabile, estensibile/retrattile, fissa, aperta/chiusa. Si esclude quella fissa. I movimenti elementari sono: avvolgimento, impilamento, piegatura, scorrimento, orientamento orizzontale, orientamento verticale, rotazione, sollevamento/abbassamento, aggetto o la combinazione di più movimenti.

Tenuto conto che la ricerca verte solo sulle schermature esterne e dinamiche, si prendono in esame le tipologie di "tende esterne" individuate dalla norma UNI EN 12216:2006.

a lato:
Curtain Wall House, Tokyo,
Shigeru Ban.
(Foto © Hiroyuki Hirai)



Le denominazioni commerciali dei prodotti sembrano combaciare con questo sistema, talvolta con alcune piccole varianti nel nome. Ogni tipologia viene dunque indagata in base a **struttura di collegamento all'involucro, posizionamento, componenti e sistemi di manovra**. Un trattamento a parte viene riservato a **componenti principali, materiali e finiture**, in quanto ogni prodotto tessile (componente principale di qualsiasi tipo di tenda) sembra possa essere adattato a tipologie di tende diverse.

Se si escludono le tende alla veneziana, già classificate come frangisole, e le chiusure oscuranti a pannello (già chiamate imposte) la UNI EN 12216:2006 individua le seguenti tipologie di tende per esterni:

- Tende a braccio estensibile;
- Tende a braccio estensibile con profilo di supporto;
- Tende a braccio estensibile senza profilo di supporto;
- Tende a cassetto;
- Tende a pantografo;
- Tende a caduta con braccetto rotante;
- Tende a caduta con braccetto a spinta;
- Tende a caduta con guide e braccetti (marquisolette);
- Tende verticali;
- Tende tipo attico;
- Tende a caduta tipo "veranda"
- Tende per lucemari;
- Tende a cappottina;
- Cortine pieghevoli montate a parete (tende a pacchetto o scorrevoli).

Componenti principali, materiali e finiture: i tessuti per esterno.

Nel corso del Novecento e ancora oggi i tessuti utilizzati in edilizia sono stati oggetto di un'evoluzione continua nei materiali adottati e nelle finiture al fine di migliorarne le prestazioni complessive. Oggi vi sono nel mercato materiali tessili per la schermatura solare che offrono una durata nel tempo e una tenuta del colore decisamente superiore ai materiali disponibili solo vent'anni fa. La produzione di tessuti per l'edilizia, siano essi sintetici o in materiale metallico, è regolata dalle norme DIN redatte dall'Ente Tedesco di Normazione (Deutsches Institut für Normung e. V.). I tessuti impiegati nel settore delle protezioni solari si possono raggruppare in tre famiglie: i **tessuti acrilici**, i **tessuti spalmati** e i **tessuti filtranti (screen)**, a loro volta i tessuti spalmati e i tessuti filtranti possono essere realizzati con tecnologia **precontraint**. Una quarta famiglia è poi costituita dai **tessuti metallici**.

Di ogni tessile i parametri fondamentali sono:

- *la composizione* in percentuale per fibra o per filato ed eventuali finissaggi utilizzati;
- *il peso o massa specifica* (espresso in g/m^2), cioè il rapporto diretto tra il numero dei fili (ordito) e le battute (trama) per titolo (tex o dtex) o peso specifico del filato. Un peso maggiore solitamente corrisponde ad una maggiore resistenza meccanica, ma anche ad una maggiore rigidità;
- *lo spessore* espresso in mm, determina una maggiore o minore rigidità di avvolgimento o piega, nonché maggiore o minore difficoltà di confezionamento;
- *l'apertura (o porosità)* espressa in rapporto percentuale tra la superficie occupata dalla trama e la superficie aperta, rappresenta la capacità del tessuto di lasciar passare aria e luce;
- *la solidità del colore alla luce* in una scala da 1 a 8 determina la resistenza del tessuto all'azione di fading (sbiaditura) innescata dai raggi UV.

Tessuti acrilici

I tessuti acrilici sono i tessuti più impiegati nelle applicazioni in edilizia. Sono anche i tessuti che da più tempo si trovano sul mercato delle protezioni solari. Le tende a bracci, le tende a cappottina, le tende per verande o le tende ad attico, presenti nelle comuni abitazioni o nei negozi, sono realizzate con questo materiale. Le fibre sintetiche nascono negli anni '30-40 del Novecento e sono quelle di più recente scoperta. Esse sono costituite da polimeri con derivazione dall'etilene. Omettendo i processi chimici di poliaddizione che generano il materiale, le fibre acriliche generalmente più diffuse sono: il Leacril (molto resistente agli agenti chimici e indeformabile) di colore bianco, il Verel (fibra modacrilica) di colore bianco-avorio, il Dynel ottenuto per estrusione ad umido dopo che il polimero si è disciolto in acetone, il Vinion N (fibra modacrilica). Vi sono poi i poliacrilati e i polimetacrilati. I tessuti acrilici sono i più economici in commercio e questo ne ha determinato anche la grandissima diffusione. Gli acrilici sono tessuti che dispongono di un'ampia gamma di fantasie rigate che rendono, nell'immaginario collettivo, questo tipo di tenda da sole un elemento d'arredo esterno. Le tende in acrilico, in particolare quelle di vecchia concezione, sono più soggette di altre al degrado dovuto all'azione del sole, della sporcizia e degli agenti atmosferici. Il sole, col tempo, ne fa sbiadire i colori. Sporcizia e muffe tendono a depositarsi creando aloni e macchie scure, specialmente sui tessuti chiari. L'acqua, col tempo, deteriora le fibre del telo.

I budget più alti e una richiesta di prestazioni più elevate (durevolezza, tenuta del

colore, ecc.) fanno sì che nei progetti di architettura contemporanea l'acrilico sia poco usato. Tra gli esempi più significativi vi sono alcuni edifici di Shigeru Ban come la Glass Shutter House o la Curtain Wall House, dove sono impiegati teli di grande dimensioni. In questi lavori di Ban il tessuto non è soltanto una semplice schermatura solare, ma rappresenta il limite fisico dell'abitazione, un limite fisico che può essere eliminato trasformando il prospetto dell'edificio e lo stesso spazio fruibile.

Nella Curtain Wall House, due teli morbidi e leggeri (270g/mq) a tutta altezza (dal piano primo alla copertura) scorrono orizzontalmente su una guida posta all'intradosso del solaio di copertura (lati est e sud). Il colore dei teli è bianco esattamente come le parti strutturali a vista dell'edificio.

Nei tessuti il colore è fondamentale per determinarne le prestazioni di schermatura: più il tessuto è scuro, maggiore sarà la protezione dai raggi UV e minori saranno i fattori di trasmissione energetica e di trasmissione della luce.

I parametri del tessuto acrilico utilizzato da Shigeru Ban sono: *riflessione solare* del 66%, *assorbimento solare* del 16% e *trasmissione della luce solare* del 16%. Il tessuto acrilico impiegato da Ban è usato principalmente per tende da interni, infatti ha uno spessore e un peso minore rispetto all'acrilico più comunemente impiegato per le tende da sole esterne, che pesa circa 300g/mq. Le caratteristiche dei tessuti usati nella Glass Shutter House e nella Curtain Wall House (durabilità, resistenza ai raggi UV e alle intemperie), sono state ottenute grazie a un trattamento di finissaggio del telo in PTFE. La disponibilità di un tessuto d'altezza non superiore ai 152cm ha costretto il produttore a confezionare le tende mediante la cucitura di più teli.

Attualmente le prestazioni globali dei tessuti acrilici sono state notevolmente potenziate. Il tessuto acrilico oggi più diffuso è un tessile di fibra acrilica al 100% (nel caso di tessuti ignifughi viene impiegata una fibra modacrilica) sottoposto a trattamenti di finissaggio che ne determinano la resistenza alle sollecitazioni meccaniche, agli agenti atmosferici e ai raggi UV, una solidità del colore alla luce di 7/8 e una buona durata nel tempo. Questo tessuto è composto da un filo da 30tex ritorto, tinto in massa, che dopo la tessitura, subisce un trattamento che vede l'applicazione di film in resine sintetiche (PTFE, Teflon) per renderlo antimacchia, idrorepellente (colonna d'acqua >300mm come indicato nella UNI EN 13561 al punto 5), oleorepellente e imputrescibile (non attaccabile alle muffe). Nel caso in cui sia necessario un tessuto ignifugo, il trattamento con PTFE viene sostituito da un finissaggio specifico denominato Pergard. Questi tessuti acrilici hanno un peso specifico di 300g/m² circa e un'altezza di 120cm. In alcuni casi, per alcune tinte unite, si possono trovare altezze di 250-325cm (i tessuti acrilici ignifughi hanno un peso di 320 g/m² per un'altezza di 152cm). La tintura del tessuto avviene in massa (applicata sulle masse dei polimeri), ne conseguono costi contenuti,

una buona tenuta del colore nel tempo e soprattutto buoni effetti di sovra tintura. Della vasta gamma di tinte unite in commercio si possono riportare le caratteristiche dei due estremi. Il bianco ha una *protezione dai raggi UV* del 30%, una *trasmissione della luce solare* del 28% e una *trasmissione energetica* del 28%, mentre il nero ha una *protezione dai raggi UV* dell'80% , una *trasmissione della luce* dell'1% e una *trasmissione energetica* dell'1%. Il tessuto acrilico rigato presenta sulla sua superficie delle bande chiare (bianche-beige) e delle bande colorate che determinano dei valori di *trasmissione energetica solare* dal 16% al 24%, fattore di *protezione dai raggi UV* tra 40% e 80% e una *trasmissione della luce solare* dal 11% al 16%.

In commercio esistono anche tessuti *acrilici waterproof* (dotati di alta tenuta all'acqua) protetti su un solo lato mediante la spalmatura di una resina acrilica che crea una superficie impermeabile. Il metodo di verifica della tenuta all'acqua per i tessuti acrilici (DIN 53859/2) è detto "resistenza alla colonna d'acqua" e corrisponde alla resistenza del tessuto alla pressione idrostatica. Il valore viene espresso in millimetri e corrisponde allo strato supportabile dal telo che, per i tessuti *waterproof*, è pari a 800mm (la tenuta all'acqua nel tempo è di 120mm per 48 ore). I tessuti acrilici impermeabili subiscono gli stessi trattamenti di finissaggio degli acrilici normali e hanno lo stesso peso e la stessa altezza. I tessuti *waterproof* sono maggiormente impiegati per tende da sole di grande dimensioni come le tende ad attico o coperture tessili fisse (come tunnel o gazebo). La giunzione tra teli di tessuto acrilico (*waterproof* e non) avviene tramite cucitura con sovrapposizione (cucitura nel senso dell'avvolgimento), o con collanti a caldo.

Tessuti spalmati

I tessuti spalmati sono teli in fibra di poliestere (filato 550dtex) con spalmatura in PVC su entrambi i lati. La spalmatura li rende impermeabili all'aria e all'acqua e conferisce buona resistenza agli agenti atmosferici e alla luce (senza spalmatura il filato potrebbe facilmente degradarsi). Le fibre poliesteri derivano dalla filatura di polimeri lineari formati da un acido bicarbossilico ed un alcol bivalente. Questo processo produce un materiale adatto ad essere trasformato in fibra. Omettendo i processi di produzione sembra interessante invece osservare il processo detto di testurizzazione o crettatura. Tale trattamento viene utilizzato per rendere le fibre sintetiche simili alle fibre naturali. Esso consiste in una arricciatura delle fibre provocata con vari mezzi. Il più comune è quello della falsa torsione: il filato viene torto nei due sensi e contemporaneamente riscaldato provocando così una testurizzazione permanente. Lo stesso effetto può essere ottenuto per vaporizzazione o per passaggio attraverso ruote dentate in ambiente caldo. Con questo processo il poliestere assume un aspetto simile alla lana e dà al tessuto la capacità di trattenere l'aria, diventando coibente.



a lato
Tende da sole in tessuto
spalmato con immagini a
stampa digitale
(Foto © dell'autore)

La fibra di poliestere ha mediamente un'alta tenacità (5-6 g/tex), modulo elastico di 80-100 g/dtex e allungamento in tutte le condizioni pari al 30%. E' scarsamente igroscopica e fonde a 260°C, rammollendo invece a 220°C. Ha una buona resistenza agli agenti atmosferici e alla luce solare. Il trattamento in PVC è fondamentale a causa della scarsa resistenza della fibra al vapore acqueo.

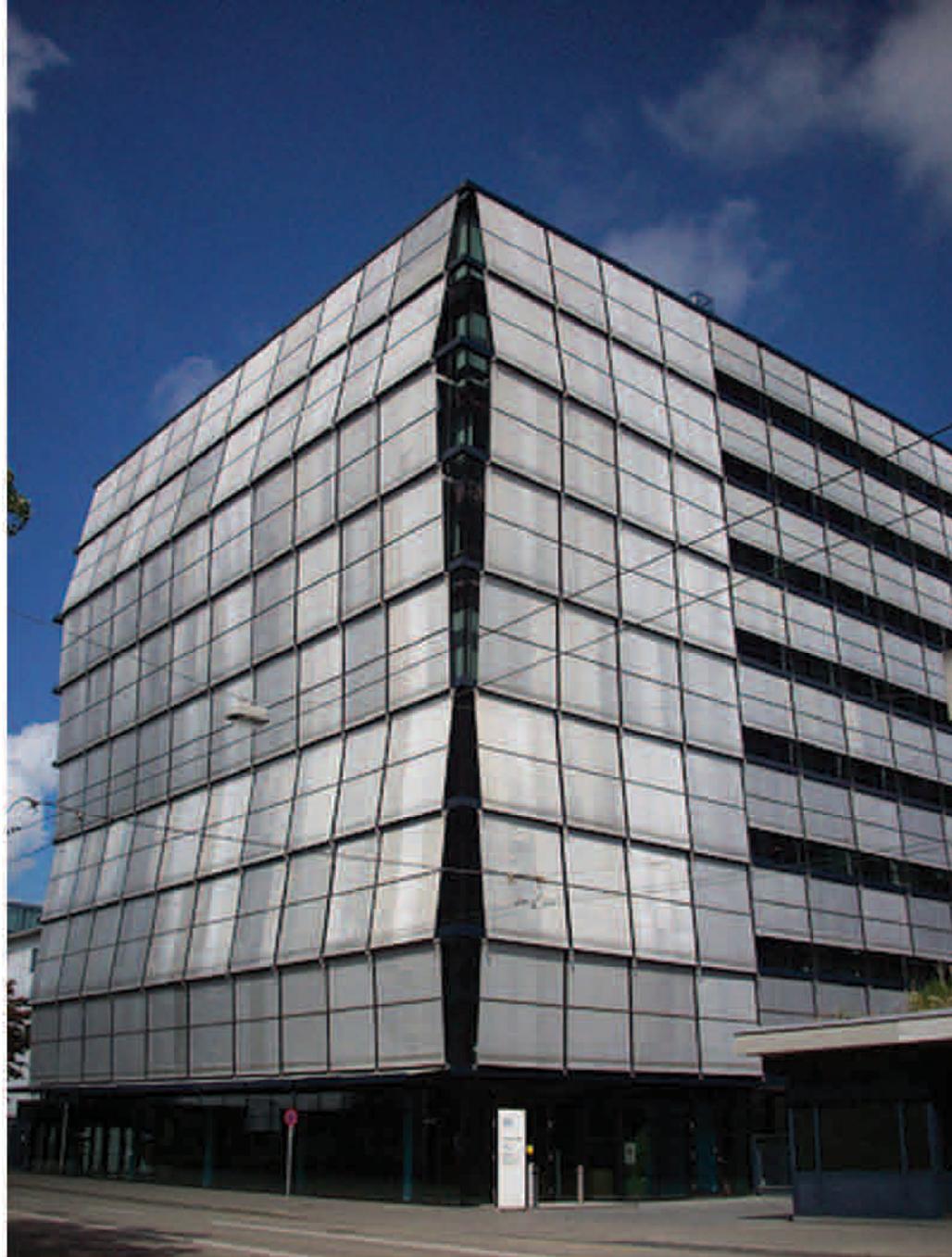
Pur essendo un tessuto resistente alla trazione e allo strappo è però sensibile agli sbalzi termici che possono modificarne il normale comportamento meccanico a causa del rammollimento o irrigidimento del rivestimento in PVC. I tessuti spalmati in PVC trovano applicazione nelle tende da sole a sbalzo, nelle pensiline e nei tunnel, perché oltre a riparare dal sole offrono ottimo riparo dalle intemperie. Sono materiali che afferiscono soprattutto all'edilizia, infatti alcuni regolamenti comunali ne vietano l'utilizzo nei centri storici e nei prospetti in aggetto su suolo pubblico, a causa della superficie plastificata dalle colorazioni lucide. Oltre alla spalmatura, questi tessuti impermeabili possono subire dei trattamenti di finissaggio come la laccatura superficiale del lato rivolto all'esterno, la quale non permette alla polvere di adagiarsi sulla superficie del tessuto. In genere hanno un peso di 420 g/mq e un'altezza di 160cm per le tinte unite e 140cm per tele a fantasie. Ciò che determina il colore e la gamma di fantasie rigate è la pasta della spalmatura superficiale. Questo tipo di tessuti si presta particolarmente alla veicolazione di messaggi pubblicitari. Su sistemi schermanti passivi dove è prevista una retro-illuminazione con luce artificiale (come nelle insegne pubblicitarie) vengono impiegati tessuti in poliestere spalmato PVC (da 550dtex o 1100dtex) con un'elevata traslucenza (trasmissione della luce 16-22%) data dalla tessitura Raschel che rende la trama quasi invisibile. Il tessuto a maglia Raschel prende il nome dal telaio che lo produce (Raschel appunto). Nel settore delle protezioni solari ne viene impiegata una

variante con superficie esterna assolutamente liscia e quindi molto adatta per fare risaltare la stampa digitale, qualora si intendano applicare delle immagini alla tenda. Questi tessuti si presentano con una spalmatura bianca su di un lato e colorata sull'altro. La superficie spalmata colorata (quella esposta verso l'esterno) subisce anche una laccatura lucida con vernice acrilica per garantire la qualità dei colori e per evitare che il PVC ingiallisca. Tali tessuti possono essere decorati con film adesivi, con film a trasferimento a caldo, pittura a pennello (o decorazione tramite asportazione della vernice, nel caso in cui il telo presenti una spalmatura bianca e una laccatura di vernice colorata rimovibile) e quindi si prestano a creare tende da sole personalizzate con foto, immagini, slogan pubblicitari e altro. Lo spalmato con tessitura Raschel ha una grammatura di 450-700g/mq e può presentarsi con altezze di 154-198cm. Per confezionare un telo in poliestere spalmato in PVC vengono usate la saldatura ad alta frequenza o la saldatura termica.

Le fibre poliestere essendo idrofobe sono caratterizzate da alta compattezza e cristallinità. Per tingerele devono essere trattate con dei *carriers* (trasportatori di colore) o ad alta temperatura sotto pressione. I *carriers* sono sostanze organiche derivate dal benzene o dalla naftalina. Essi hanno la funzione di rigonfiare la fibra favorendo l'ingresso del colorante. L'azione talvolta è favorita dall'ebollizione in acqua calda. La tintura ad alta temperatura si effettua attorno ai 120-125° C alla pressione di 4-5 atmosfere. Questo processo avviene con coloranti dispersi. I coloranti dispersi sono coloranti di tipo sintetico, di produzione assai più economica rispetto ai coloranti naturali a causa del risparmio sui costi di estrazione. Sono costituiti da molecole molto piccole che riescono a penetrare all'interno di queste fibre e formarvi dei legami. In alcuni casi per attuare questo processo sono necessarie temperature di 105-110° C. Si tratta dunque dei coloranti più usati nella produzione di tessuti per le tende da sole. La fibra di poliestere sopra i 120°C tende ad uno stato plastico che favorisce l'azione dei coloranti dispersi.

Tessuti filtranti (screen)

Gli *screen* sono tessuti che trovano largo impiego nelle tende verticali o a caduta in quanto rendono possibile, pur coprendo completamente la superficie vetrata, la vista verso l'esterno dell'edificio. D'inverno invece permettono il passaggio della radiazione solare. Questa loro caratteristica è data dalla tessitura aperta (Sergè o Nattè) che li rende anche permeabili all'acqua e all'aria. Il Sergè (saia o saglia in italiano) è un tipo di tessuto caratterizzato da una rigatura diagonale (il tessuto denim dei jeans ne è un esempio). Il Nattè (talvolta chiamato Panama perché simile all'intreccio del noto cappello) "è un tessuto che al diritto presenta l'effetto di una stuoia a quadretti e al rovescio l'effetto taffetà (tela)" (Frassine, Soldati, Rubertelli, 2008, p. 113).



a lato:
Roche Pharma Research
Building a Basilea,
Herzog & de Meuron
(da flickr.com)

Gli *screen* sono leggeri e malleabili e la loro struttura stabile li rende idonei nei sistemi che presentano guide e rulli perché non permette la fuoriuscita del telo dalle guide, evitando così di comprometterne il regolare avvolgimento. Questi tessuti presentano un filato di 1100dtex composto di fibra di vetro (42%) e PVC (58%). Il filato in fibra di vetro, dopo la filatura, viene rivestito in PVC per resistere meglio agli agenti atmosferici. Le fibre di vetro erano già prodotte nel Medioevo a Murano (VE) e in Germania. Sono fibre artificiali di origine minerale che hanno acquistato grande importanza con l'avvento delle materie plastiche. Sono spesso utilizzate in combinazione con questi materiali in alcune lavorazioni industriali. La fibra di vetro ha un'alta resistenza meccanica, è chimicamente inerte, è infiammabile, è di facile forgiatura ed è uno scarso conduttore di calore ed elettricità. Si ricavano da vetri alla soda o vetri al boro tramite processo di fusione in appositi forni e successiva estrusione in filiere al platino. La fibra di vetro,

trattata con reattivi iodici, rimane incolore. Ha una densità di 2,5 g/cm³, un'alta tenacità (circa 6 g/dtex), un modulo elastico alto (circa 280-300 g/dtex). Ha ottime proprietà di isolante termico e acustico. Fondono a 1500°C e sono molto resistenti agli acidi. Sono tessuti ignifughi, durevoli nel tempo e con una solidità del colore alla luce di 7/8. Dopo la filatura non subiscono finissaggi né lavorazioni comunemente indicate come nobilitazioni. Il tipo di tessitura (Sergè o Nattè) ne determina la porosità (*percentuale di apertura*), il diverso peso e la diversa permeabilità all'aria che comporta una maggiore o minore ventilazione tra la superficie vetrata e lo schermo in tessuto. Lo spessore degli *screen* è di 0,68mm (±12%), pesano 460g/m² (Nattè dove la porosità è del 12-23%) o 525-530g/m² (Sergè dove la porosità è del 4-10%) e presentano varie altezze che vanno dai 125cm (135-140-160-190-220cm) ai 250-270cm. Questo tipo di tessuto offre una vastissima gamma di colorazioni grazie soprattutto agli intrecci policromi, di due colori diversi. Possono esservi, ad esempio, due gradazioni di grigio diverse, oppure bianco e grigio, oppure grigio e azzurro o grigio e rosso, o beige e bianco. Osservati normalmente questi tessuti producono un colore dato dall'interazione dei due filati diversi. Per quel che riguarda le prestazioni se si considera, per esempio, un telo di colore bordeaux (fili di colore rosso e nero) con tessitura Sergè, i parametri ottico-luminosi ed energetici risultano: *trasmissione energetica solare* 15%, *riflessione solare* 26%, *assorbimento solare* 59%, *trasmissione della luce solare* 14%, *fattore ombra* 19%. Esistono anche degli *screen* che presentano una spalmatura in PVC su di un lato (lato che in fase di montaggio è posto verso l'interno). Hanno spessore di 0,75mm (±12%), un peso di 800g/m² e l'altezza del tessuto è 140cm. Questo tipo di tessuto non può essere impiegato su tende verticali o a caduta di notevoli dimensioni poiché determinerebbe un peso eccessivo per la struttura del rullo avvolgitore. Prendendo a campione un telo con tessitura policroma bianco-grigio scuro i parametri ottico-luminosi risultano: *riflessione luce solare* di 0,05-0,08%, *assorbimento luce solare* di 0,06-0,08%, e *trasmissione luce solare* di 0,01-0,08%. La giunzione dei teli, siano essi *screen* non spalmato *screen* spalmati, avviene con saldatura ad alta frequenza.

Tessuti spalmati précontraint

Per risolvere il problema della deformazione nei tessuti in poliestere spalmato, dovuto agli sbalzi termici, sono stati inventati i tessuti précontraint. Le fibre tessili utilizzate sono il PES HT (poliestere solfone ad alta tenacità) e il PVC. Si tratta di tessuti pretesi. A differenza degli spalmati in PVC non pretesi che possono subire, se posti in tensione, un allungamento sia in trama che in ordito del 30%, i tessuti précontraint, con il pretensionamento del tessuto in poliestere e la successiva spalmatura in PVC, sono resistenti e stabili alla trazione sia in trama che in ordito. Lo spalmato précontraint,

per la sua scarsa deformabilità, è ideale per le tende verticali a rullo e per le tende a caduta in quanto garantisce il regolare avvolgimento del telo, ma anche nelle tende di grandi dimensioni, a veranda o ad attico, dove un telo instabile alle sollecitazioni meccaniche comporterebbe la formazione di sacche. Gli spalmati précontraint hanno un peso di 490-590-650g/mq e altezza variabile dai 180cm ai 270cm. Può essere laccato con vernice acrilica lucida su ambo i lati. Gli spalmati précontraint sono impermeabili e ignifughi.

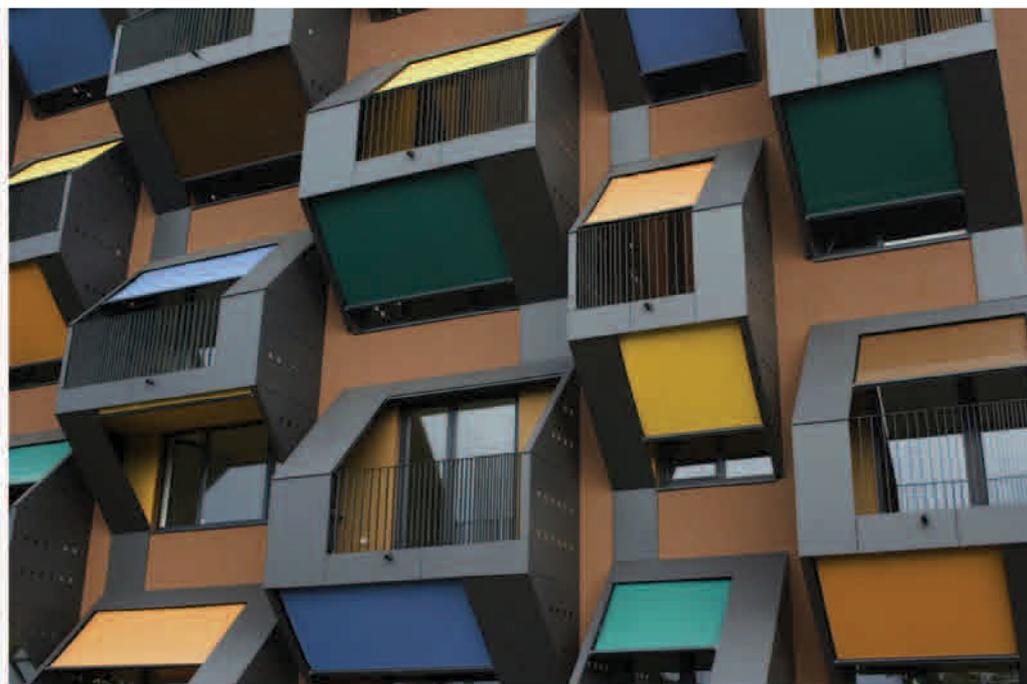
Gli svizzeri Herzog e De Meuron, nel Roche Pharma Research Institute Building (Basilea, 2000), hanno schermato tre facciate vetrate usando tende a rullo con guide laterali d'acciaio e tessuto spalmato précontraint bianco da 490g/mq. Il tessuto impiegato, dello spessore di 0,5mm, offre una *trasmissione energetica solare* del 20%, una *riflessione solare* di 66%, un *assorbimento solare* del 16% e una *trasmissione della luce solare* del 12%.

La facciata dell'Hotel Silken Puerta America a Madrid (2005) di Jean Nouvel è una sorta di enorme manifesto pubblicitario per le tende da sole. L'architetto francese ha rivestito tutti i fronti dell'edificio con tende a caduta con guide laterali in alluminio estruso. Il tessuto impiegato è uno spalmato in PES HT précontraint. Con esso si sono isolati e protetti i poggianti di tutte le stanze d'albergo creando contemporaneamente una facciata tutta in tessuto colorato. Lo studio cromatico condotto da Nouvel ha portato alla scelta di tinte sature che sfumano dal viola al rosso e dall'arancio al giallo. La scelta, probabilmente dettata soltanto da questioni di immagine, è discutibile per quanto concerne la trasmissione del colore delle tende negli ambienti interni che, come dimostrano alcune immagini, si tingono di colori intensi come il rosso o il blu.

I teli (da 590 g/m²) usati per le schermature hanno, a seconda del colore della spalmatura, parametri ottico-luminosi ed energetici diversi. Per le tende di colore più scuro come il blu si ha una *trasmissione energetica solare* del 10%, *riflessione solare* al 31%, *assorbimento solare* al 59% e *trasmissione della luce solare* al 6%; mentre nel caso di teli gialli i valori sono: *trasmissione energetica solare* 20%, *riflessione solare* 62%, *assorbimento solare* 18% e *trasmissione della luce solare* 11%.

Il campionario di cromie disponibili è abbastanza vario. Spazia dal bianco al blu per le tinte unite e offre una discreta gamma di soluzioni a righe bianche alternate ad un altro colore come il blu, il verde, il grigio, il giallo, l'arancio e il rosso. I trattamenti quali la laccatura antimacchia e il finissaggio per dare maggiore resistenza all'attacco dei micro-organismi (muffe) aiutano il telo a conservare l'aspetto originario per lungo tempo. La spalmatura e il tipo di la fibra del filato fanno sì che per il confezionamento dei teli vengano impiegate saldature termiche o ad alta frequenza.

a lato
Apartments
on the coast, Izola,
Ofis Arhitekti
(da flickr.com)



le schermature tra storia e contemporaneità

Tessuti filtranti précontraint

I tessuti spalmati précontraint, se impiegati nelle tende a rullo o a caduta, possono creare un effetto serra tra il tessuto e la superficie vetrata. Questo comporta un sensibile aumento della temperatura interna dei locali. Per questo motivo sono stati realizzati dei tessuti précontraint microforati e quindi traspiranti, esattamente come i tessuti *screen*. Questi tessuti conservano le caratteristiche di stabilità, durevolezza e resistenza ai raggi UV dei tessuti in PES HT précontraint spalmato, ma, grazie alla tessitura a rete, hanno la trasparenza degli *screen* e le loro ottime prestazioni termiche. Sono noti col nome commerciale Soltis® e sono un brevetto dell'azienda francese Ferrari.

La struttura del tessuto è costituita dall'intreccio ortogonale di fili in poliestere HT da 1000 DEN (il DEN è un'unità di misura che definisce il peso in grammi di 9000 metri di filo) che una volta tessuta e pretesa viene spalmata in PVC. Secondo la porosità, cioè la quantità di fori per la permeabilità all'aria e alla luce, variano lo spessore della spalmatura, il conseguente spessore totale del tessuto e il suo peso. Si possono avere tessuti microforati précontraint con spessori di 0,32mm per 330 g/mq, 0,43mm per 380 g/mq o 0,45mm per 420 g/mq. Come gli *screen*, i Soltis® fanno da schermo alla luce solare ma permettono la vista verso l'esterno. I parametri ottico-luminosi corrispondono a

quelli degli spalmati précontraint, ma la combinazione ottimale di tutte le caratteristiche migliori disponibili sul mercato fanno sì, che in ambito architettonico, questo materiale sia tra quelli più usati, almeno recentemente.

Negli Apartments on the coast realizzati a Izola in Slovenia dal gruppo Ofis Architekti (2005), i balconi aggettanti, chiusi ai lati da due lastre metalliche trapezoidali (che fungono anche da elemento guida per le tende a rullo, sono schermati da tessuti filtranti précontraint da 0,45mm (420g/m²). La porosità del tessuto permette il costante riciclo d'aria nello spazio circoscritto dalle chiusure verticali metalliche, cosicché la tenda potenzialmente potrebbe stare sempre chiusa.

Per giocare sull'effetto cromatico in facciata sono stati impiegati teli di colore giallo, rosa, verde, arancio e azzurro-blu, sfruttando contrasti cromatici di caldo-freddo e di qualità. Il tessuto di colore arancio ha una *trasmissione energetica solare* 15%, una *riflessione luce solare* del 51%, un *assorbimento luce solare* del 34%, una *trasmissione luce solare* del 5% e un *fattore ombra* del 18%. Il tessuto di colore azzurro-blu ha: *trasmissione energetica solare* 9%, *riflessione luce solare* 35%, *assorbimento luce solare* 56%, *trasmissione luce solare* 3%. Si noti come in questo tipo di tessuti, sebbene il colore sia completamente diverso, la trasmissione del calore e la trasmissione della luce rimangono su valori bassi.

Il filtrante précontraint può essere usato anche come oscurante: il tessuto viene trattato con una spalmatura di colore grigio scuro sul lato interno, in tal modo il telo riesce a bloccare completamente i raggi solari che lo colpiscono. La soluzione oscurante è applicata nei casi in cui sia richiesta una schermatura totale dalla luce diurna. Con la spalmatura il tessuto non risulta più permeabile all'aria e raggiunge uno spessore doppio rispetto a quello normale (0.6mm±5%). I teli pesano 650 g/mq e hanno un'altezza di 170cm.

Tessuti metallici

I fili metallici impiegati in edilizia sono prevalentemente in acciaio inox, acciaio zincato, alluminio, rame, bronzo, ottone e alpacca. Sono prodotti per fusione e successiva estrusione, hanno un'alta tenacità (3,4 g/dtex) e un alto modulo elastico (180 g/dtex), sono conduttori di corrente elettrica e non sono igroscopici, hanno un'alta densità (7,85 g/cm³) e sono abbastanza rigidi. In certi casi possono anche essere verniciati. Tra le prime applicazioni significative dei tessuti metallici come tende da sole esterne vi sono gli appartamenti in Hohenbühlstrasse del gruppo svizzero AGPS Architecture (Zurigo, 2004). Si tratta di due blocchi da quattro piani ciascuno. Il piano terra è dedicato ai garage mentre i piani superiori, a sbalzo, contengono le residenze. Si tratta di tre piani interamente vetrati dove la parte opaca è costituita solo dalle fasce marcapiano che mettono in evidenza le strutture metalliche verniciate in grigio scuro. Le vetrate su infissi

sono schermate all'esterno da tessuti dal colore argentato che all'apparenza sembrano normali tende da esterno con apertura ad impacchettamento laterale. In realtà si tratta di tende in tessuto di acciaio inossidabile aventi una maglia con apertura superiore al 50%. Il tessuto metallico è rinforzato da barre verticali sulle quali sono montati degli occhielli che ne permettono lo scorrimento su barre fissate ai solai (inferiore e superiore). Le barre verticali con gli occhielli garantiscono anche la stabilità del tessuto all'azione del vento. Il principio di manovra è analogo a quello delle comuni tende verticali da interno. A causa del peso del tessuto la manovra deve essere compiuta da attuatori motorizzati.

Gli intrecci e le trame possibili sono molteplici, come molteplici possono essere gli spessori dei cavi o le dimensioni delle spirali impiegate. Questi fattori contribuiscono a determinare il design del tessuto, lo spessore, il peso e la percentuale di apertura, dove i parametri di controllo sono identici a quelli adottati per i tessuti sintetici: riflessione solare, assorbimento solare, trasmissione della luce solare.

a lato:
Tenda verticale a rullo in
tessuto metallico
(Foto © dell'autore)



Tra le tipologie di tessuti più diffuse vi sono quelle realizzate con sottili cavi orizzontali intrecciati a cavi verticali raggruppati ad intervalli regolari fra loro in modo da lasciare ampie bande di tessuto permeabili alla vista. Un'altra tipologia molto diffusa è quella costituita da un insieme di fili metallici pre-sagomati a spirale che, concatenati tra loro, creano un foro triangolare. Esistono poi i tessuti ad intreccio con trama libera che creano, con la loro trasparenza irregolare, un'ampia gamma di riflessi metallici, garantendo effetto scenografico e notevole ricchezza cromatica in ogni ambiente. Il tessuto probabilmente più diffuso nell'ambito architettonico è però quello a cavi orizzontali e trefoli verticali. Questi tessuti hanno come fili d'ordito dei gruppi di trefoli (da 2 a 4 trefoli) spazati tra loro, mentre come trama s'inseriscono dei tondini molto vicini l'uno all'altro. L'intreccio risulta rettangolare con grande flessibilità nel senso longitudinale, mentre nel senso trasversale i tondini le conferiscono grande rigidità e ne determinano la larghezza.

I tessuti metallici sono molto utilizzati nelle schermature a pannelli scorrevoli in facciata, come nell'Hotel Penz a Innsbruck di Dominique Perrault (2005), dove sono applicati tessuti in alluminio anodizzato prodotti da GKD, oppure negli uffici de la Moinerie Sofilo a Saint Malô di Rolinet & Associés (2004) con pannelli in tessuto di acciaio inox prodotto da Haver & Boecker. I tessuti metallici sono impiegati anche nella realizzazione di grandi brise-soleil orientabili come nel caso delle grandi pale verticali realizzate per il prospetto vetrato della Legiahalle a Coblenza di Architekten-gruppe Naujack /Rumpfenhorst. I tessuti a maglia più fitta, realizzati con cavi più sottili, possono essere utilizzati invece in sistemi di schermatura di dimensioni più piccole protetti all'interno dei fori finestra. Nel Barnsley Digital Media Centre di Bauman Lyons Architects (UK, 2007) una sottile tendina metallica stropicciata è applicata ad un telaio a due ante all'interno del foro finestra armonizzandosi con la facciata ventilata rivestita in pietra chiara.

Recentemente i tessuti metallici stanno trovando applicazione anche nelle tende verticali con avvolgimento a rullo. In questa particolare applicazione si preferiscono i tessuti a cavi e trefoli (in acciaio o alluminio) poiché sono facilmente avvolgibili nel senso dell'ordito. Il tessuto non deve essere particolarmente spesso in modo da poterne garantire l'avvolgimento completo e allo stesso tempo poter conservare le stesse dimensioni dei cassonetti avvolgitori impiegati per i tessuti sintetici. Nel 2009 l'italiana Resstende S.r.l. ha introdotto nella sua linea di produzione l'Ironscreen®, un tessuto metallico applicato nei sistemi di tende verticali a rullo. Il vantaggio che i tessuti metallici offrono rispetto a tutte le altre tipologie di tessuti per esterni è la maggior durata nel tempo, sia dal punto di vista funzionale sia nella tenuta dell'aspetto originario.



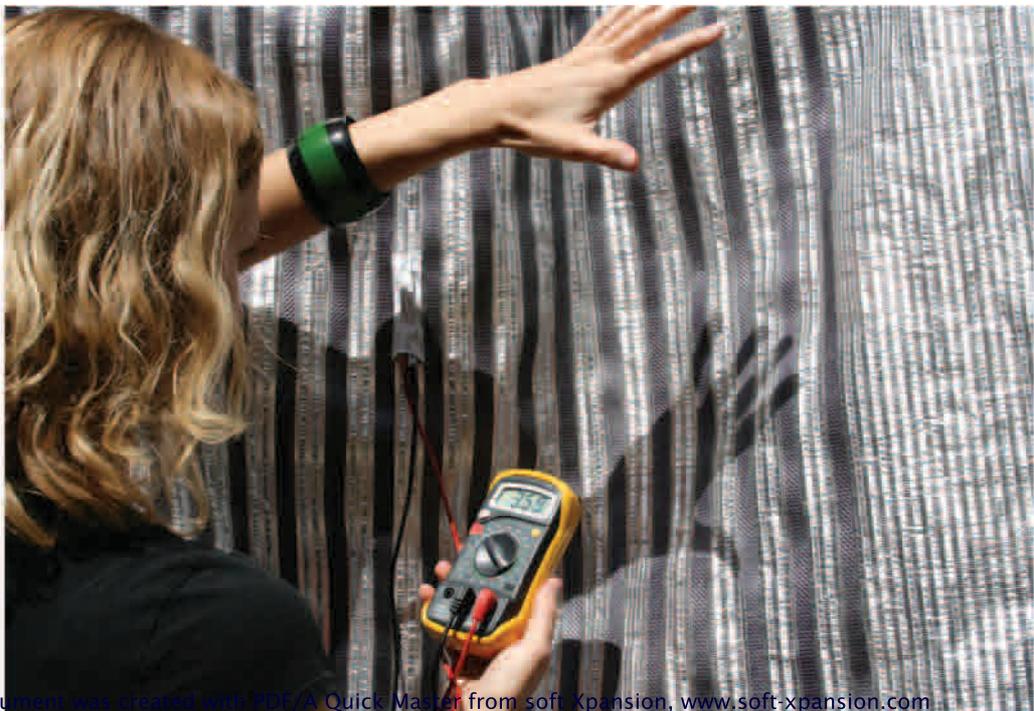
a lato:
Soft House (plastico),
KVA.MATx
(Foto © KVA.MATx)

Alcune tra le norme che definiscono la produzione di tessuti metallici sono: DIN 4185: *termini e simboli per superfici filtranti*; DIN ISO 4782: *filo metallico per vagli e tele metalliche*; DIN ISO 4783: *termini e simboli per superfici filtranti, guida alla scelta delle combinazioni dell'apertura e del diametro filo*; DIN ISO 9044: *tessuti metallici industriali, richieste tecniche e test*; DIN ISO 14315: *vagli per industri, richieste tecniche e tests*. Si tratta di norme tedesche che traducono norme internazionali ISO redatte dall'Organizzazione Internazionale per la Normazione.

Tessuti fotovoltaici

Nel 2007 l'architetto statunitense Sheila Kennedy ha realizzato un modello di abitazione prefabbricata, la Soft House, totalmente circondata da tende in tessuto fotovoltaico. Il principio che sta alla base della composizione architettonica è simile a quello adottato da Shigeru Ban nella Curtain Wall House (Tokyo, 1995): dei grandi teli scorrevoli esterni a tutt'altezza racchiudono l'intero edificio, schermandolo dalla luce del sole. La possibilità di aprirli o chiuderli configura diverse opzioni di facciata e degli ambienti interni.

a lato:
Prototipo del tessuto fotovoltaico per la Soft House,
KVA.MATx
(Foto © KVA.MATx)



Questo speciale tessuto è stato realizzato grazie all'impiego della nano-tecnologia OPV (Organic Photovoltaic). Le OPVC (celle fotovoltaiche organiche) sono costituite da polimeri o piccole molecole. Il maggiore vantaggio di questi moduli è la possibilità di essere stesi su ampie superfici sotto forma di pellicole a partire da una soluzione liquida grossomodo come delle vernici. Le celle fotovoltaiche organiche hanno quindi la prerogativa di poter essere plasmate e modificate senza alcun processo di fabbricazione. Il rendimento è inferiore a quello dei tradizionali moduli fotovoltaici in silicio. Nelle celle solari organiche la parte fotoattiva è basata sui composti organici del carbonio. La struttura base di una cella organica è composta da un substrato, generalmente vetro ma anche plastica flessibile e da una o più sottilissime pellicole, che contengono i materiali fotoattivi, frapposte tra due elettrodi conduttivi di cui almeno uno trasparente. La gamma di celle solari organiche è ampia e si trova in diversi stadi di ricerca e di maturazione tecnologica e comprende celle "dye sensitized" (DSSC), celle totalmente organiche (anche dette plastiche), e le celle ibride organico/inorganico. Le celle DSSC, ispirandosi al processo di fotosintesi clorofilliana, utilizzano una miscela di materiali in cui un pigmento assorbe la radiazione solare e gli altri componenti estraggono la carica per produrre elettricità. E' perciò possibile ottenere l'effetto fotovoltaico anche con pigmenti vegetali. Le celle fotovoltaiche completamente organiche, conosciute anche come "plastiche", sono oggetto di numerose ricerche in quanto le loro tecniche di fabbricazione sono le più semplici da attuare. Le celle fotovoltaiche in questione sono state prodotte dalla G24 Innovations (tra le aziende più attive su questo campo di ricerca), il tessuto dalla AB Ludvig Svensson e l'integrazione tra celle e tessuto dalla Interactive Wear. La Ludvig Svensson è un'azienda svedese specializzata nella produzione di schermi termici per serre da coltivazione. La Interactive Wear in è un'azienda tedesca leader nell'integrazione fra abbigliamento e tecnologie elettroniche. Il tessuto in questione è composto da strisce di film in poliestere e strisce di film con rivestimento in alluminio tenute assieme da una trama in filato di poliestere trasparente. Il film in poliestere è caratterizzato da elevata trasparenza, cioè da un assorbimento luminoso estremamente limitato. Le strisce di alluminio, invece, riflettono oltre il 90% della radiazione solare. Il tessuto si presenta con una superficie a strisce verticali che alternano il colore argento dell'alluminio al colore blu scuro delle strisce in poliestere con rivestimento fotovoltaico organico.

Lo studio KVA MATx (Kennedy & Vidlich Architecture, Ltd., Boston, USA) riferisce che l'edificio è in grado di produrre 16 kWh: la metà del fabbisogno energetico giornaliero di una famiglia. Gli elevati costi di produzione ne rendono ancora proibitivo l'ingresso sul mercato, si tratta quindi solo di un prototipo. E' stato anche sviluppato un software che consentirà al futuro acquirente di personalizzare il modello di casa in relazione alle

proprie esigenze abitative e le superfici in tessuto in relazione al fabbisogno energetico. Il prototipo è stato commissionato dal Vitra Design Museum di Essen (D), dove è attualmente esposto.

A fianco delle tradizionali tecnologie fotovoltaiche a moduli cristallini e ai più recenti moduli organici vi sono le tecnologie fotovoltaiche a film sottile. Queste tecnologie sono in grado di integrare la capacità fotovoltaica in moduli di spessore estremamente esiguo applicabili su supporti flessibili e quindi integrabili in schermature mobili molto leggere. Alcune delle tecnologie attualmente disponibili sono realizzate con silicio amorfo, tellururo di cadmio (CdTe), solfuro di cadmio (Cds), arseniuro di gallio (GaAs), diseleniuro di indio rame (CIS) e diseleniuro di indio rame gallio (CIGS). Nella tecnologia in silicio amorfo, gli atomi di silicio vengono depositi chimicamente in forma amorfa, cioè strutturalmente disorganizzata, sulla superficie di sostegno. Questa tecnologia impiega quantità molto esigue di silicio con spessori dell'ordine del micron. Alcune tipologie di silicio amorfo a film sottile applicate a vetrate sono in grado di garantire un certo grado di trasparenza (trasmissione della luce visibile del 10%). Il solfuro di cadmio microcristallino presenta costi di produzione molto bassi in quanto la tecnologia impiegata per la sua produzione non richiede il raggiungimento delle temperature elevate necessarie alla fusione del silicio. Esso viene applicato ad un supporto metallico tramite sputtering, cioè spruzzato come una vernice. Tra gli svantaggi legati alla produzione di questo genere di celle vi è la tossicità del cadmio ed il basso rendimento del dispositivo. L'arseniuro di gallio assicura rendimenti elevatissimi. Il prezzo elevatissimo del materiale di base ne limita però l'applicazione solo ai campi militare o aerospaziale. Il diseleniuro di rame è caratterizzato invece da un'opacità variabile tra il 100% e il 70% ottenuta mediante fori ricavati direttamente nel film. In superficie questi materiali sono caratterizzati da una colorazione bluastra molto scura, in genere con proprietà riflettente. Si caratterizzano inoltre per una testurizzazione superficiale a strisce, losanghe, esagoni o altre forme geometriche.

Tende dinamiche per esterni: struttura di collegamento all'involucro, posizionamento, componenti e sistemi di manovra

La norma UNI EN 12216:2005 (punto 3.8) definisce "tenda esterna" il "prodotto realizzato in tessuto/materiale, posizionato esternamente, sopra, di fronte o all'interno di un'apertura e che si estende su un piano orizzontale e/o aggettante e/o verticale. Un tendone può essere retrattile o fisso. Un tendone retrattile può essere retratto per avvolgimento o per piegatura del tessuto".

La stessa norma (punto 8) stabilisce che il "sistema di manovra" è "l'elemento di una tenda o di una chiusura oscurante che serve a estendere o retrarre la tenda o la

chiusura oscurante [...]. Quando lo stesso meccanismo ottiene sia l'estensione/retrazione che l'orientamento orizzontale/verticale, è noto come monocomando. L'azionamento è manuale o automatico. Il sistema di manovra può includere un meccanismo, di demoltiplicazione o di compensazione". Il sistema di manovra può essere di tre tipi: lineare, a rotazione o motorizzato. Il sistema di manovra lineare può essere, a sua volta, unidirezionale (tramite corda, nastro, avvolgitore per nastro), senza fine (con corda, catena o catenella), diretto (con asta/bastone, maniglia, leva). Il sistema di manovra a rotazione può essere non assistito o assistito. Il sistema a rotazione non assistito è azionato tramite: asta oscillante con manovella, argano a manovella, corda, cavo, nastro, manopola, bacchetta. Il sistema a rotazione assistita avviene tramite demoltiplicatore o bilanciamento (molla, contrappeso). Il sistema motorizzato è azionato da un motore elettrico.

Il sistema di controllo elettrico (punto 9) è distinto in tre fasi: controllo (9.1), dispositivo di controllo (9.2) e sistema di controllo (9.3). Il controllo è "la parte di un'unità di azionamento di una tenda o chiusura oscurante che accetta comandi di controllo esterni, li modifica e genera segnali di uscita", si tratta in genere di un interruttore. Il dispositivo di controllo è "la parte di un controllo di tenda o chiusura oscurante che trasforma i comandi in segnali per gli elementi di controllo motorizzati": è il dispositivo che trasferisce ai motori l'imput dato dell'interruttore. Il sistema di controllo è "un sistema connesso a un dispositivo sensorio o a tempo e agente sull'unità di azionamento, che permette l'azionamento automatico", in pratica si tratta dei sensori esterni o interni che in base alle condizioni climatiche inviano un segnale al dispositivo di controllo.

La UNI EN 12216:2005 (punto 10) stabilisce anche i criteri in base ai quali si determinano le dimensioni di una tenda: larghezza, altezza/caduta, profondità, oggetto orizzontale, oggetto inclinato, altezza libera. Successivamente descrive, graficamente e tramite liste di componenti, anche le varie tipologie di tende di seguito elencate.

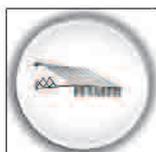
Tende a braccio estensibile

Le tende a braccio estensibile sono tende aggettanti, solitamente in posizione inclinata, utilizzate per proteggere vetrate di esercizi commerciali, locali di ristoro, poggiali di residenze e in genere parti esterne dell'abitazione dove si svolgono attività che necessitano di riparo. Sono tra le più diffuse nell'ambito edile. *"Possono raggiungere lunghezze fino a 600cm con applicazione di 2 bracci, misure molto superiori si raggiungono con l'applicazione di più bracci e supporti"* (Mottura, Pennisi, 2006, p. 54). L'apertura dei bracci può raggiungere i 400cm e, in casi molto particolari, anche oltre. Sono composte da una balza frontale, cioè un lembo di tessuto, in genere decorato sull'orlo, che può essere fissa o avvolgibile. La balza avvolgibile è contenuta in un cassetto con all'interno un



ruolo avvolgitore ed è azionata tramite leva manuale posta a lato del cassetto. La guida anteriore è spinta in avanti da uno o due bracci estensibili, ma secondo la lunghezza del telo possono esservi più profili centrali e quindi più bracci in sequenza che manovrano la tenda. Il fissaggio alla parete dell'edificio avviene solitamente sopra l'infisso da schermare. Tale fissaggio può essere di due tipi: con barra di montaggio o senza. Le **tende con barra di montaggio** sono collegate all'involucro tramite delle staffe applicate alla barra stessa, i bracci estensibili partono dalla barra e sono collegati ad essa tramite un supporto e un meccanismo di regolazione dell'angolazione del braccio. Il telo si avvolge attorno ad un tubo fissato con una staffa sopra la barra di montaggio. Le **tende senza barra di montaggio** sono collegate alla parete tramite staffe avvitate e da esse partono direttamente i bracci estensibili snodati dall'apposito meccanismo di regolazione dell'angolazione. Il telo si avvolge attorno al tubo sorretto da staffe, a loro volta collegate a quelle di montaggio. L'azionamento per tende con due bracci è in genere manuale e avviene tramite un'asta di manovra fissata su un argano collegato ad una staffa del rullo. Per tende con quattro o più bracci è necessario l'azionamento motorizzato.

Tende a pantografo



Le tende a pantografo sono un sistema di schermatura solare ormai poco utilizzato, probabilmente a causa della vistosità del braccio di estensione, il pantografo appunto. Si tratta di una tenda costituita da un cassonetto, dove è contenuto il tubo avvolgitore, fissata alla parete e da una staffa verticale anch'essa fissata con viti alla parete dell'edificio. Sulla staffa è collegato il pantografo che serve ad estendere il telo che, da posizione verticale quasi aderente alla parete, si proietta in avanti in posizione inclinata. L'estremità del pantografo è collegata ad un terminale metallico che serve a tendere il tessuto. Al pantografo può essere collegato anche un profilo guida intermedio per dare maggiore stabilità al sistema. Sulla parte frontale della tenda può essere presente la balza. L'azionamento in genere è manuale tramite asta di manovra.

Tende a caduta con braccetti rotanti



Le tende a caduta con braccetti rotanti sono collegate alla parete dell'edificio tramite due staffe di fissaggio che sorreggono il tubo di avvolgimento e due staffe di fissaggio che sorreggono i bracci rotanti a caduta. Si utilizzano in genere per schermare una singola apertura. Il braccio a caduta è collegato, tramite un binario frontale, al tessuto. Il telo si svolge fuoriuscendo dallo scatolato superiore (che protegge il tubo avvolgitore) mediante la rotazione del braccio sul perno collegato alla staffa di fissaggio. Il braccio, che da posizione verticale raggiunge posizione orizzontale, estende completamente il telo che risulta così inclinato a sessanta gradi e oltre.

Tende a caduta con braccetti a spinta

Le tende con braccetti a spinta sono utilizzate in genere per schermare singole aperture, anche di grandi dimensioni. Sono composte da due staffe di collegamento alla parete che sorreggono il tubo di avvolgimento del telo. Il tubo di avvolgimento è spesso coperto da un profilo scatolare in alluminio. Altro componente fondamentale di questo sistema sono le guide laterali in profilo estruso di alluminio. Il braccio a spinta scorre, attraverso un pattino, all'interno della guida laterale portandosi da posizione parallela ad esso a posizione perpendicolare. Con lo scorrimento (dal basso verso l'alto) il braccio, che è collegato al telo tramite un binario frontale, si apre estendendolo in senso frontale. Il telo risulta così aggettante con un'angolazione variabile a seconda della sua lunghezza. La manovra può essere attuata sia manualmente, tramite asta, sia con motorino elettrico.



Tende a caduta con guide e braccetti (Marquisolette)

Le tende a caduta con guide e braccetti sono tra le tende maggiormente in uso nell'architettura contemporanea. Ad esempio nel Paul Klee Zentrum a Berna (2005) di Renzo Piano, le sale espositive sono protette dalla luce del sole, nelle ore di maggior incidenza, da tende di questo tipo con tessuto di colore grigio simile alle strutture in acciaio dell'edificio. Si utilizzano in genere davanti ad aperture vetrate, anche di grandi dimensioni. Sono caratterizzate da due movimenti separati: un movimento verticale di caduta e un movimento rotatorio che ne porta in aggetto la parte inferiore con angolazioni fino a quarantacinque gradi. Sono collegate alla facciata dell'edificio tramite due staffe che sorreggono anche il tubo avvolgitore che, talvolta, è protetto da un profilo scatolare in alluminio. Il sistema di azionamento, in genere motorizzato, è applicato direttamente al tubo avvolgitore.



a lato:
Fondazione Cartier,
Jean Nouvel
(da flickr.com)

La tenda scorre (su pattini) verso il basso, in senso verticale parallelo all'infisso, spinta lungo due guide laterali in alluminio estruso, fissate alla facciata tramite staffe autonome. Il binario frontale, costituito da un tubo metallico sul quale è avvolto il telo, funge da peso e favorisce lo scorrimento del telo. Il movimento di proiezione frontale è successivo allo svolgimento del telo ed avviene grazie a due bracci laterali che ruotano dal basso verso l'alto, portandosi da posizione parallela alle guide a posizione perpendicolare. In questo modo la porzione inferiore del telo (corrispondente alla distanza tra il braccio laterale e un tubo di guida intermedio che scende col telo lungo le guide) si proietta in avanti lasciando libera all'affaccio una parte della finestra.

Tende verticali (a rullo)



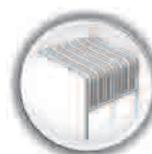
Come le tende a caduta con braccetti, trovano larghissimo uso in ambito architettonico. Si adattano particolarmente a grandi superfici vetrate e, grazie ai pochi componenti necessari peraltro di ridotto spessore, sono amate dagli architetti contemporanei. Jean Nouvel, ad esempio, le ha scelte per schermare la grande lama vetrata che caratterizza il prospetto principale della Fondation Cartier a Parigi (2000). La loro prerogativa fondamentale è quella di scomparire quasi totalmente alla vista una volta ritratte. Sono visibili solo il rullo avvolgitore e le guide laterali in sottile cavo metallico, difficilmente percepibili oltre una certa distanza. Le tende verticali, spesso chiamate tende a rullo, sono fissate all'involucro dell'edificio mediante due staffe che sorreggono anche il tubo avvolgitore. Il tubo avvolgitore è spesso contenuto dentro un profilo metallico tubolare verniciato nel colore del prospetto, oppure, raramente, in uno scatolare. L'azionamento è quasi sempre motorizzato ed è collegato ad un'estremità del tubo avvolgitore. Il telo è dotato di un binario frontale che scorre, parallelo all'infisso, lungo guide laterali. Le guide laterali in genere sono in cavo di acciaio e sono fissate, in alto, alla staffa che sorregge il tubo avvolgitore e in basso mediante una piccola staffa autonoma. Talvolta il tessuto scorre su guide laterali in alluminio estruso. Si tratta di un sistema essenziale, bastato su pochi elementi, che per queste ragioni ben si presta ad essere impiegato su prospetti dove la tenda deve essere un elemento molto discreto.

a lato
*Edificio Esso
 ad Aubervilliers, 1950-60.*
 Facciata realizzata con
 sistema ideato da Jean
 Prouvé. Si noti il sistema di
 schermature a
 tende verticali avvolgibili
 (dall'Opera Completa)



Tende tipo attico

Le tende ad attico sono idonee a coprire grandi spazi. Sono spesso utilizzate in ampie terrazze o per coprire spazi estivi all'aperto nei locali di ristorazione. Sono composte da un tubo avvolgitore collegato a due staffe di fissaggio collegate alla parete dell'edificio. Alle staffe di fissaggio sono collegate due guide di scorrimento in acciaio o alluminio estruso che, quasi sempre, sono molto proiettate in avanti, anche per diversi metri e che quasi sempre sono fissate a terra tramite piastre metalliche. Talvolta le guide laterali hanno supporti di collegamento anche alla parete. Viste le grandi dimensioni di questo tipo di tenda, per dare stabilità alla struttura e al telo, le guide laterali sono rinforzate con tubi trasversali che fungono anche da rulli di guida per il tessuto. Il telo quindi scorre e si ritrae passando sopra i rulli trasversali aiutato anche da una guida anteriore. L'azionamento, viste le dimensioni, è spesso motorizzato.



Tende tipo veranda

Le tende a veranda sono utilizzate per schermare superfici vetrate orizzontali, come grandi lucernari e coperture in vetro. Si tratta di un sistema costituito da due rotaie guida montate su staffe collegate alle strutture di copertura dell'edificio. Le rotaie sono irrigidite da un sistema di traversi metallici che fungono da rulli di guida per il telo. Il tessuto è avvolto (ad un'estremità del sistema) in un tubo avvolgitore racchiuso in uno scatolare metallico. Il sistema di azionamento motorizzato, racchiuso nello scatolare, è applicato alle estremità del tubo avvolgitore. Il tessuto è fissato al profilo anteriore che scorre su pattini laterali ed è collegato ad un sistema di tensionamento che termina con una puleggia. La combinazione del moto rotatorio del tubo avvolgitore e del sistema di tensionamento permette al telo di scorrere orizzontalmente e di coprire l'intero infisso.



a lato:
Castello Estense a Ferrara,
tende rosse a pacchetto
(Foto © dell'autore.)



Tende per lucernari

Le tende per lucernari sono di piccola dimensione e sono fornite già integrate nel lucernario stesso. Coprono esattamente la superficie del vetro e sono azionate manualmente tramite maniglia oppure tramite motore elettrico. Sono costituite da un profilo superiore integrato nel lucernario, da un telo e da una guida inferiore in acciaio. Il telo scorre su guide laterali in maniera analoga alle tende tipo veranda.



Tende a cappottina

La tenda a cappottina è uno dei sistemi di schermatura solare più diffusi in edilizia. *“Nata forse imitando le cappotte dei calessi e successivamente delle prime auto, si è affermata nel tempo evolvendosi nelle forme più disparate”* (Mottura, Pennisi, 2006, p. 61). La dimensione della cappotta corrisponde, solitamente, a quella del foro/finestra da schermare. Sono costituite da uno scheletro costituito da profili estrusi in metallo, in genere alluminio. Lo scheletro è fissato con viti alla parete e si apre a raggiera, proiettando in avanti il telo, grazie ad un gruppo di cerniere posto alla base. Le tende a cappotta possono avere una balza frontale. La norma UNI EN 12216:2005 individua tre tipi di tende a cappotta dinamiche: ad azionamento motorizzato, ad azionamento con cordone e ad azionamento con maniglia. Le tende a cappottina con azionamento motorizzato sono dotate di tubo avvolgitore nella parte interna superiore collegato allo scheletro con cavi metallici. Al tubo è applicato un motore elettrico azionato da interruttore che avvolge i cavi ritraendo lo scheletro e la tenda. Nel sistema ad azionamento con cordone i cavi sono collegati ad una puleggia e, tramite la trazione del cordone, si ritirano ritraendo anche lo scheletro con la tenda. Nel sistema ad azionamento con maniglia, la maniglia, collegata ad una scatola ingranaggi applicata ad un tubo avvolgitore, con movimento rotatorio avvolge i cavi sul tubo e ritrae il sistema.



Tende a pacchetto

Negli edifici storici è spesso presente questo tipo di tenda. Si tratta di tende verticali costituite da un tessuto collegato ad una guida superiore ed una inferiore. La guida inferiore, in genere una barra di acciaio, fa da peso e consente la caduta del telo. La guida superiore è fissata alla parete dell'edificio oppure all'intradosso del foro finestra. A questa è fissato il telo che a sua volta è fissato ad un sistema di corde. A lato è presente una corda di tiraggio che, azionata manualmente, permette l'impacchettamento superiore e lo svolgimento del telo. La corda è collegata ad un dispositivo chiamato equalizzatore che ha il compito di regolare il sistema di corde che manovra la tenda. Il dispositivo equalizzatore a sua volta è collegato ad un dispositivo di blocco della corda che permette al tessuto di essere bloccato a varie altezze, costituendo di fatto una schermatura dinamica.

Sistema	Componenti principali	Materiali	Finiture	Lavorazioni	Struttura di collegamento all'involucro	Altri componenti	Movimentazione	Dimensioni massime
Frangisole	a pale (vert/orizz)	profilo estruso di alluminio	preverniciato, satinato	forato	profilati estrusi in alluminio o acciaio	supporti per pale in acciaio	attuatore manuale, attuatore motorizzato	
	a doghe (vert/orizz)	lamiera metallica pressopiegata, legno	preverniciata, forata, preossidata	forato	profilati estrusi in alluminio o acciaio	supporti per doghe in acciaio o alluminio	attuatore manuale, attuatore motorizzato	
	a lame (vert/orizz)	vetro, metallo, celle fotovoltaiche, laterizio, ceramica	satinato, acidato	forato	profilati estrusi in alluminio o acciaio	supporti per lame in acciaio o alluminio	attuatore manuale, attuatore motorizzato	
	a lamelle (veneziane)	lamelle in alluminio	preverniciato		cassonetto in metallo	cavo metallico di azionamento, guide laterali in metallo	organo a manovella, motoriduttore	L:350cm, H:350cm
Imposte	ante con apertura a rotazione	legno, lamiera metallica, PVC	preverniciata		supporti con cerniere in metallo	Telaio in metallo, legno o PVC	attuatore manuale, attuatore motorizzato	
	ante scorrevoli	lamiera metallica, tessuto metallico, doghe in legno	preossidata, preverniciata	stirata, forata	guide in acciaio	cornici in acciaio o legno	motoriduttore	
	ante ripiegabili	lamiera stirata, lamiera forata, doghe in legno	preossidata, preverniciata	stirata, forata	guide in acciaio	cornici in acciaio o legno	motoriduttore	
	persiane avvolgibili	legno, metallo, PVC	preverniciata		cassonetto	guide laterali, cavi	attuatore manuale, attuatore motorizzato	
Tende	a bracci estensibili	tessuto sintetico	spalmato	precontraint	tubo avvolgitore con supporti laterali, profilo di supporto	bracci estensibili in alluminio, barra terminale	organo a manovella, motoriduttore	L:600cm, H:300cm
	a pantografo	tessuto sintetico	spalmato	precontraint	tubo avvolgitore con supporti laterali, profilo di supporto	bracci estensibili in alluminio, barra terminale	organo a manovella, motoriduttore	
	a caduta con braccetti (rotanti/a spinta)	tessuto sintetico	spalmato	precontraint	tubo avvolgitore con supporti laterali	guide laterali in profilato o cavo metallico, barra terminale, braccetti in metallo	organo a manovella, motoriduttore	L:480cm, H:300cm
	a caduta con guide e braccetti	tessuto sintetico	spalmato	precontraint	tubo avvolgitore con supporti laterali	guide laterali in profilato o cavo metallico, barra terminale, braccetti in metallo	organo a manovella, motoriduttore	L:480cm, H:300cm
	verticali	tessuto sintetico	spalmato	precontraint	tubo avvolgitore con supporti laterali	guide laterali in profilato o cavo metallico, barra terminale	organo a manovella, motoriduttore	L:500cm, H:500cm
	tipo attico	tessuto sintetico	spalmato	precontraint	tubo avvolgitore con supporti laterali	supporti frangivento, barra terminale, guide laterali in alluminio	organo a manovella, motoriduttore	L:600cm, H:600cm
	tipo veranda	tessuto sintetico	spalmato	precontraint	tubo avvolgitore con supporti laterali	guide laterali con sistema trainante, barra terminale	cavo trainante azionato da motoriduttore	L:500cm, H:700cm
	per lucernari	tessuto sintetico	spalmato		tubo avvolgitore con supporti laterali	guide laterali con sistema trainante, barra terminale	organo a manovella, motoriduttore	
	a cappottina	tessuto sintetico	spalmato	precontraint	profilo di fissaggio in alluminio estruso	armatura in alluminio estruso	corda tirante, organo a manovella, motoriduttore	L:500cm, H:200cm
	a pannello scorrevoli	tessuto sintetico, tessuto metallico	spalmato, preverniciato, preossidato		guide con sistema trainante	rompitratte in acciaio	attuatore motorizzato	L:450cm, H:450cm

nella pagina accanto:
Tabella riassuntiva
dei sistemi di schermatura
classificati

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Laterizi*, De Agostini, Novara, 1974.
- AA.VV., *Manuale tecnico del Vetro*, Saint Gobain Glass, Milano, 2000.
- AA.VV., *Il nuovo fotovoltaico*, Flaccovio, Palermo, 2009.
- AA.VV., *Schermature solari*, Alinea, Firenze, 2000
- Acocella Alfonso, *Involucri in cotto*, Sannini, Firenze, 2008.
- AIMAT, a cura di, *Manuale dei materiali per l'ingegneria*, McGraw-Hill, Milano, 1996.
- Brivio Sergio Fabio, a cura di, *Tende e schermature solari*, Edinterni, Milano, 2004.
- Ceccherini Nelli Lucia, *Il fotovoltaico in architettura*, Alinea Firenze, 2006.
- Ceccherini Nelli Lucia, *Schermature fotovoltaiche*, Alinea, Firenze, 2007.
- Ciribini Giuseppe, *Introduzione alla tecnologia del design*, Franco Angeli, Milano, 1979.
- Conserva Mario, Bonollo Franco, Donzelli Giancarlo, *Alluminio: manuale degli impieghi*, Edimet, Brescia, 2005
- Facincani Ezio, *Laterizi*, Edizioni Faenza, Faenza, 2001.
- Frassine Roberto, Soldati Maria Grazia, Rubertelli Manuela, *Textile design: materiali e tecnologie*, Franco Angeli, Milano, 2008
- Giordano Guglielmo, *Tecnologia del legno*, 3 Voll, Utet, Torino, 1983.
- Hegger Manfred, Auch-Schwelk Volker, Fuchs Matthias, Rosenkranz Thorsten, *Atlante dei materiali*, Utet, Torino, 2006.
- Hegger Manfred, Fuchs Matthias, Stark Thomas, Zeuner Martin, *Atlante della sostenibilità*, Utet, Torino, 2008.
- Herzog Thomas, Lang Werner, Krippner Roland, *Atlante delle facciate*, Utet, Torino, 2005.
- Jodidio Philip, a cura di, *Jean Nouvel by Jean Nouvel, Complete Works 1970-2008*, Taschen, Hong Kong, 2008.
- Lovato Roberta, "I prodotti per verniciature e tinteggiature" in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore degli edifici*, Alinea, Firenze, 2002, pp. 135-151
- Mack Gerhard, *Herzog & de Meuron: das Gesamtwerk, Vol 4: 1997-2001*, Birkhauser, Basilea, 2009.
- Mottura Giovanna, Pennisi Alessandra, *Progettare sistemi di protezione solare degli edifici*, Maggioli, Rimini, 2006.
- Natterer Julius, Herzog Thomas, Volz Michael, *Atlante del legno*, Utet, Torino, 1998.
- Nicodemi Walter, *Acciai e leghe non ferrose*, Zanichelli, Bologna, 2008
- Pearman Hugh, a cura di, *Equilibrium: Nicholas Grimshaw & Partners*, Phaidon, Londra, 2000.

- Pizzuti Manuela, *Rivestimenti tessili per l'architettura*, Tesi di Laurea, Università IUAV di Venezia, Corso di Laurea in Architettura, A.A. 2007/08, relatore prof. Pietro Zennaro, correlatori arch. Katia Gasparini e arch. Alessandro Premier
- Quaglierini Carlo, *Manuale di merceologia tessile*, Zanichelli, Bologna, 1985
- Sauerbruch Matthias, Hutton Louisa, *Sauerbruch & Hutton Archive*, Lars Müller, Baden, 2006.
- Scheerbarth Paul, *Architettura di vetro*, Adelphi, Milano, 1982.
- Schittich Christian, Staib Gerald, Balkow Dieter, Schuler Matthias, Sobek Werner, *Atlante del vetro*, Utet, Torino, 1999.
- Sulzer Peter, a cura di, *Jean Prouvé: oeuvre complete, Vol. 3: 1944-54*, Birkhauser, Basilea, 2005.
- Suzzani Renato, a cura di, *Manuale di lavorazione della lamiera*, Tecniche Nuove, Milano, 2009
- Trombadore Antonella, "Tipologie e prestazioni" in AA.VV., *Schermature solari*, Alinea, Firenze, 2000, pp. 40-67.
- Walker Aidan, *Atlante del legno: guida ai legnami del mondo*, Hoepli, Milano, 2006.
- Zennaro Pietro, *Architettura dei materiali*, Edizioni Progetto, Padova, 1995.

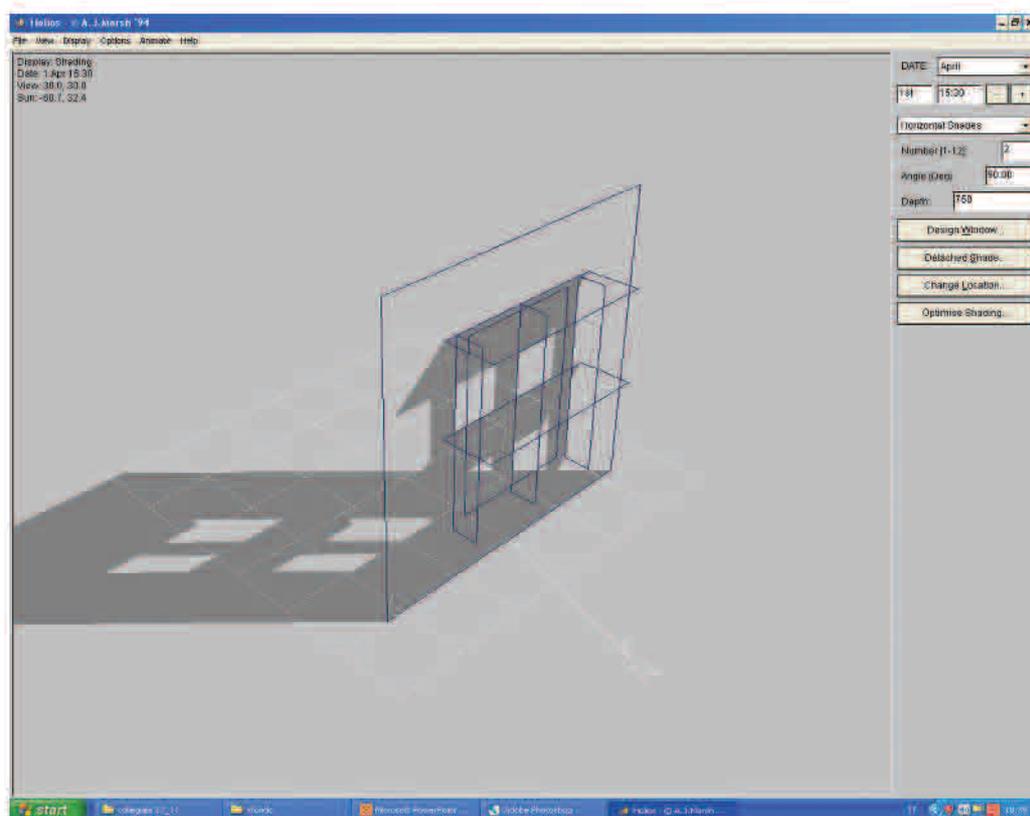
2.4 Tipologie di software per le schermature solari

Negli ultimi anni, a causa del rinnovato interesse per le schermature solari, si è assistito ad una continua immissione sul mercato di software più o meno dedicati a questo tema. Le Direttive Europee sulle questioni energetiche hanno probabilmente contribuito a sensibilizzare ulteriormente l'attenzione dei ricercatori che hanno sviluppato tali programmi. La maggior parte di questi software infatti ha implicazioni di carattere energetico sia in ambito illuminotecnico che in ambito fisico-tecnico. Tra gli scopi principali vi è lo sfruttamento dell'energia solare per illuminare e controllare l'ombreggiamento e il raffrescamento estivo degli edifici. Alcuni di questi software sono sviluppati da ricercatori universitari che sembrano conferire loro dignità scientifica. Altri sono sviluppati da associazioni di produttori. Altri ancora sono sviluppati dai produttori stessi. Gli scopi dei tre livelli sono evidentemente diversi. Buona parte di questi è gratuita e scaricabile da siti web. Lo scopo di quanto segue non è di fornire un panorama esaustivo di tutti i software esistenti che trattano, seppur in vario modo, il tema delle schermature solari. Si tratta piuttosto di provare a definire degli ambiti di riferimento che raggruppino tipologie di software con obiettivi analoghi e, di conseguenza, mettere in evidenza alcuni ambiti che potrebbero necessitare ulteriori approfondimenti. In estrema sintesi i software che riguardano le schermature solari possono essere raggruppati in quattro filoni:

- 1) Software per il calcolo delle ombre del sole sugli edifici;
- 2) Software per la progettazione illuminotecnica dell'edificio;
- 3) Software di fisica tecnica per la valutazione del risparmio energetico;
- 4) Software per l'integrazione delle schermature con i prospetti.

Caratteristica comune a tutte le tipologie di software è il fatto di necessitare di alcuni dati chiamati *input* che tramite un motore di calcolo interno producono successivamente degli *output*. *“Gli input (i dati immessi), così come gli output (i risultati), variano considerevolmente nei differenti programmi: modelli più semplici forniranno quindi risultati non completamente soddisfacenti le richieste di conoscenza necessarie alla risoluzione delle problematiche generali del caso studio, ma potranno comunque funzionare come un primo aiuto al progettista per una progettazione di massima e per la scelta di alcune soluzioni invece di altre”* (Lusardi, p.297). Esclusi errori iniziali nella valutazione delle condizioni dell'edificio e del suo intorno, e quindi nell'inserimento degli input, si può affermare che ogni software, nonostante obiettivi comuni, può dare risultati diversi a seconda del metodo di calcolo utilizzato. E' dunque di fondamentale importanza valutare proprio questo aspetto. Infatti *“non bisogna [...] assolutamente dimenticare i limiti di questi strumenti di progettazione. Spesso essi sono erroneamente utilizzati, con la*

convinzione che possano prevedere delle condizioni ambientali di progetto strettamente rispondenti alla realtà. Quest'ingannevole convincimento può essere una delle cause maggiori della diffidenza e conseguente sottovalutazione dell'effettiva potenzialità di questi software" (Lusardi, 2000, p.298). "La validazione è un importante problema nello sviluppo di strumenti per la progettazione" (Lusardi, 2000, p. 299) come i software di simulazione. Il sempre maggiore utilizzo di questi mezzi all'interno della progettazione architettonica richiederebbe almeno la certificazione da parte di un Ente riconosciuto, cosa che avviene solo in alcuni casi. Un altro aspetto, non di secondaria importanza, è l'invecchiamento di questi software che, molto spesso, dopo pochi aggiornamenti non continuano più ad essere sviluppati. Questo fenomeno, oltre al fatto che ogni ente o azienda tende a crearsi il proprio software, provoca un ricambio continuo dei programmi più in voga che rende, in breve tempo, pressoché inadeguato ogni tipo di analisi puntuale. Di conseguenza in questa sede si è cercato, all'interno di ogni tipologia, di portare uno o più casi a puro titolo esemplificativo.



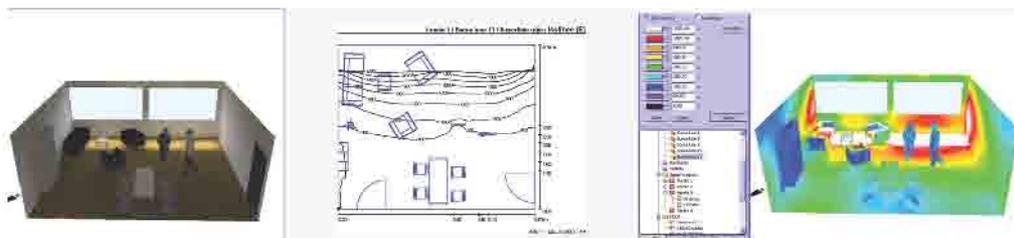
a lato:
schermata del software
HELIOS

Software per il calcolo delle ombre del sole sugli edifici

Attualmente la funzione di calcolo delle ombre del sole sugli edifici, e quindi sulle parti finestrate, è disponibile nella maggior parte dei software per il disegno tridimensionale e rendering in commercio. I più completi programmi dedicati alla progettazione architettonica, da ArchiCAD a 3dStudio fino alla folta gamma di prodotti Autodesk, ha abituato da tempo i suoi utilizzatori a questo tipo di funzioni. Altezza, azimut ed angolazione del sole, giorno, ora e luogo dove è situato l'edificio sono parametri standard contenuti in tutti questi software. Il programma distribuito col volume *Schermature Solari*, edito da Alinea, è un esempio storico che rappresenta una sezione di questi software, specializzato però nella progettazione delle schermature solari. Risalente al 1994 il programma **Helios** è stato elaborato da Andrew Marsh della School of Architecture and Fine Arts dell'University of Western Australia di Perth. Il programma è costituito da una finestra contenente il modello prospettico in tre dimensioni di una parete finestrata. Il modello è visualizzabile anche in pianta e assonometria. Il modello può essere elaborato modificando le finestre e inserendo delle schermature solari. A destra del modello è possibile inserire i dati relativi al mese, al giorno e all'ora. E' possibile anche inserire la località dove è situato l'edificio. Il programma permette così di visualizzare l'andamento del sole e l'andamento delle ombre sull'edificio e sulle finestre. E' così possibile adattare il design delle schermature solari per ottenere le condizioni migliori nell'arco dell'intera giornata per diversi periodi dell'anno.

Software per la progettazione illuminotecnica dell'edificio

Il controllo dell'efficacia delle schermature solari può essere effettuato anche mediante software per la progettazione illuminotecnica. Questi programmi permettono di realizzare progetti tridimensionali inserendo le fonti luminose artificiali, verificando anche l'illuminazione naturale. Come nel caso precedente, questo tipo di funzioni sono integrate da tempo anche nei più noti software per la generazione di simulazioni fotorealistiche dell'edificio (rendering) come 3dStudio e la sua nutrita concorrenza. Vi sono anche delle distribuzioni gratuite utilizzate anche in ambito universitario, sviluppate da associazioni o centri studio universitari, che permettono di effettuare questo tipo di verifiche. Si tratta di software che permettono il controllo in pianta e nel modello tridimensionale dei valori di illuminamento degli ambienti interni di un edificio. Vi sono software che permettono di inserire un modello tridimensionale realizzato con altri programmi di uso comune e software dotati di un proprio sistema di modellazione tridimensionale interno. In ogni caso, nel modello, è necessario inserire su proprio disegno autonomo le schermature solari, per poter poi passare alla fase di verifica.



a lato:
simulazione eseguita col software DIALux dagli studenti Battiston-Gaio-Cibinetto per il Laboratorio Integrato (1° Anno) del Corso di Laurea Specialistica in Architettura per la Costruzione, Università IUAV di Venezia, Anno Accademico 2007-08, proff A. Dal Fabbro, M. Milan, M. Vio, P. Zennaro.

La verifica in questi software avviene sia sotto forma di visualizzazione, con generazione della simulazione foto-realistica (rendering) a colori “reali” e rendering a colori “sfalsati”, sia sotto forma di diagrammi. Le immagini a colori sfalsati permettono di visualizzare, con gradazioni cromatiche in forte contrasto, il valore dell’illuminamento che le superfici della stanza ricevono in zone raggiunte diversamente dalla luce. Ad ogni colore corrisponde un valore numerico. La misurazione viene effettuata in lux, l’unità di misura standard del Sistema Internazionale per l’illuminamento. I diagrammi invece riportano numericamente tali valori sulla pianta dell’edificio o tramite isolinee. Le isolinee sono delle linee che uniscono punti aventi il medesimo valore, in questo caso di illuminamento.

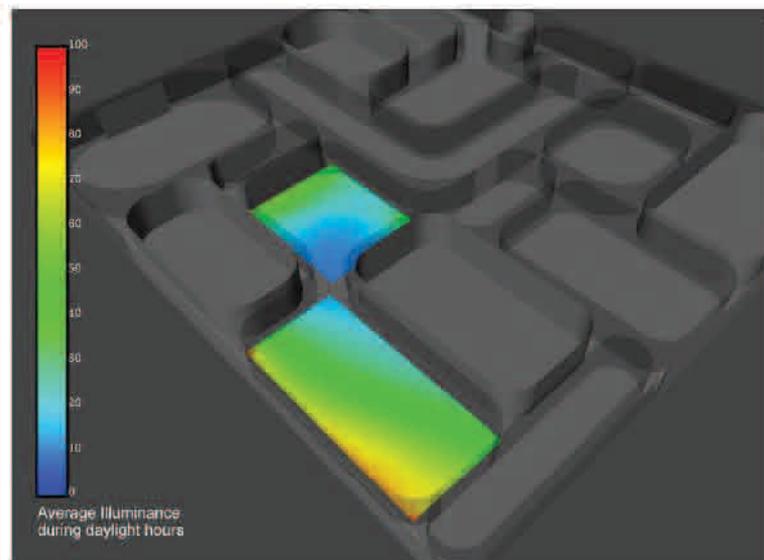
DIALux è un software standard per il calcolo illuminotecnico realizzato da DIAL GmbH un fornitore di servizi indipendente e neutrale per l’illuminazione e la tecnica edilizia. E’ gratuito e scaricabile dal sito <http://www.dial.de/>. La versione attualmente disponibile è aggiornata al 2009. Esso permette di realizzare un modello tridimensionale e di produrre simulazioni foto-realistiche dello stesso con il motore contenuto al suo interno. E’ possibile importare le planimetrie da disegni realizzati in AutoCAD e modelli 3d realizzati con 3dStudio. Nel modello vanno inserite, nelle facciate che si suppongono vetrate, gli elementi schermanti. Poiché gli elementi disegnabili sono statici è necessario realizzare più modelli per poter verificare l’efficacia in diverse condizioni di orientamento della schermatura. Selezionando il comando *Modifica costruzioni ostruenti la luce naturale* nel menu *Modifica* o con il tasto destro del mouse all’interno del locale è possibile inserire una costruzione ostruente. Ad essa può anche essere assimilata una schermatura. Nella scena che mostra le costruzioni ostruenti, il locale è presentato dall’esterno. Possono essere posizionati oggetti a piacimento all’esterno del locale. Il locale può anche essere sospeso, nel caso ad esempio che si tratti dei piani superiori di un edificio. La presenza di ostacoli ha un effetto sia d’ombra rispetto alla luce diretta, sia di riflessione a causa dell’intensità luminosa che colpisce l’oggetto stesso. Per evidenti limiti tecnici dettati dalla specificità del programma non è possibile effettuare una valutazione con assoluta efficacia su sistemi come le tende da sole, per la natura del

materiale dotato di diversi gradi di trasparenza; questa verifica invece può essere effettuata con i brise-soleil. Una volta costruito il modello è possibile realizzare una serie di verifiche utilizzando le funzioni allocate nella parte destra della schermata. Per quanto riguarda la schermatura solare è possibile impostare e verificare l'illuminazione naturale definendo tutti i dati relativi alla posizione e all'orientamento dell'edificio. Si possono così visualizzare delle "scene di luce" sia mediante la visualizzazione render a colori naturali, sia la visualizzazione a colori sfalsati in vari momenti dell'anno e del giorno. E' possibile avere anche i valori di illuminamento nei vari punti della stanza, mediante diagrammi con isolinee o con valori numerici.

a lato:
Simulazione eseguita con
il software DAYSIM da
ArupLighting per il Toledo
Museum of Art di SANAA

Toledo Museum of Art – Glass Pavilion

project location	Toledo, Ohio, USA
project description	New building to house & exhibit TMA's glass collection. Includes a glass workshop.
project status	Under construction
building type	Museum/Gallery
floor area	6503 ft ²
architect	SANAA (Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa)
daylight simulations	ArupLighting New York
description simulation study	<ul style="list-style-type: none"> Annual Exposure in Galleries
simulation results/ photos	



I risultati possono essere utili per valutare quale sistema di schermatura sia necessario nelle condizioni di luce più significative durante l'anno.

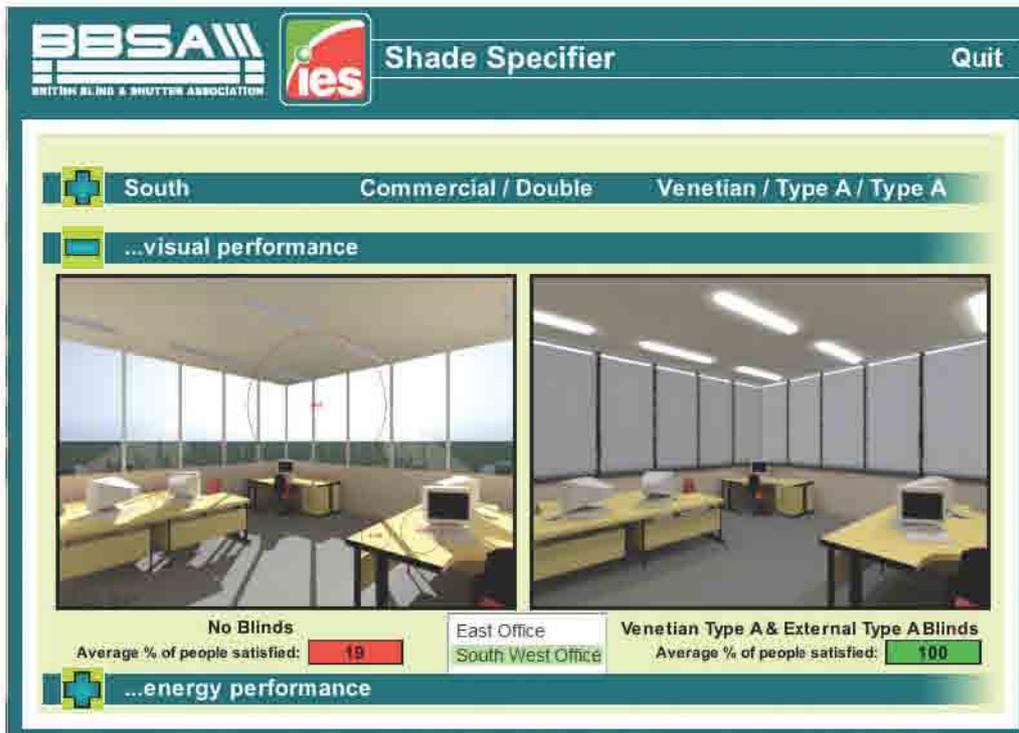
Delle verifiche ancora più accurate in campo illuminotecnico possono essere effettuate mediante il software **DAYSIM**. DAYSIM è stato sviluppato dall'Institute for Research in Construction del National Research Council Canada. E' un software gratuito ed utilizzabile per scopi progettuali e scientifici. E' aggiornato al 2007 ed è scaricabile dal sito <http://www.nrc-cnrc.gc.ca>. I vantaggi di questo software sono di poter accettare modelli tridimensionali complessi realizzati mediante i più diffusi software professionali per la modellazione 3d, come 3dStudio o Sketch-Up, e di essere collegato con i software Ecotect e Radiance per una completa progettazione illuminotecnica. DAYSIM è stato utilizzato anche da importanti studi di progettazione come Arup per la progettazione illuminotecnica del Darling Island Commercial Site 5 a Sidney in Australia (2005) o la National Library Building Event Plaza a Singapore (2005) e per il Toledo Museum of Art Glass Pavilion a Toledo in Ohio dei noti architetti SANAA. DAYSIM è sostanzialmente un software di analisi del daylighting che calcola la disponibilità di luce diurna negli edifici così come l'uso di energia per l'illuminazione automatizzata (mediante sensori, fotocelle ecc.) comparandola all'uso di interruttori standard. Realizzato dunque un modello con i software Radiance o con un altro software esterno, si può utilizzare DAYSIM per calcolare i livelli di daylight (illuminazione naturale) sotto tutte le condizioni di luce possibile durante l'anno e nei vari orari della giornata. E' fondamentale che nel modello siano specificati tutti i materiali utilizzati: per le pareti, il vetro e le pavimentazioni. Le caratteristiche dei materiali possono essere modificati all'interno del software. Può essere inserito il tipo di schermatura solare (shading device). Deve anche essere indicato il luogo dove si trova l'edificio e il periodo dell'anno che si vuole analizzare. Esistono a questo scopo delle librerie di parametri predefiniti che si possono importare e che contengono i dati di molte città del mondo. Alla voce *Simulation* è possibile editare i parametri di simulazione legati al motore render interno del software. Impostati tutti questi dati è possibile far partire la simulazione. E' necessario indicare al programma di calcolare i coefficienti di daylight e i profili annuali di illuminamento. Tutti i dati calcolati vengono elaborati in apposite pagine web esportabili. Inoltre è possibile visualizzare l'ombreggiamento nel modello tridimensionale elaborato in DAYSIM.

Software di fisica tecnica per la valutazione del risparmio energetico

La maggior parte dei software che riguarda le schermature solari è tipo energetico ed è volta a dimostrare come si possa ottenere una riduzione dei costi di raffrescamento utilizzando le schermature solari durante il periodo estivo. *"I più comuni input richiesti per la conoscenza del comportamento termico di un edificio sono: Dati climatici relativi*

alla località prescelta (radiazione solare, ventosità, temperatura, umidità relativa, precipitazioni, gradi giorno ecc.). Orientamento dell'edificio. Dati relativi alla temperatura ed all'umidità relativa interna all'edificio. Uso dell'edificio. Caratteristiche termo-fisiche geometriche dei componenti trasparenti e opachi. Apporti termici interni ed esterni. Carico termico totale di ventilazione. Caratteristiche del sistema di illuminazione artificiale. Caratteristiche del sistema HVAC" (Lusardi, 2000, p. 297). Per carico termico si intende la quantità di energia necessaria per riscaldare a sufficienza un locale nel giorno più freddo dell'anno. L'indicazione viene espressa in Watt al metro quadrato (W/m^2), mentre per sistemi HVAC si intendono gli impianti di refrigerazione. Grazie al carico termico si può dimensionare con precisione la potenza della caldaia per riscaldare correttamente l'intero edificio o la potenza dell'impianto di condizionamento per raffrescarlo. L'obiettivo di questi software è, in genere, quello di calcolare il valore del g-tot cioè il fattore solare globale del sistema vetro-schermo. Il fattore solare è il rapporto tra l'energia termica proveniente dal sole, ed entrante nell'ambiente, e l'energia che arriva sulla superficie esterna della lastra di vetro dell'infisso. Il g-tot si ottiene empiricamente, utilizzando 4 vetri come riferimento standard: vetro semplice chiaro, vetro doppio isolante, vetro doppio isolante con basse emissioni, vetro doppio isolante con controllo solare. Il "fattore solare" è il rapporto fra la quantità di radiazioni trasmesse sul totale di radiazioni incidenti (ovvero tutte quelle che raggiungono la superficie in esame). E' possibile calcolare il g-tot anche per le tende e le schermature solari. Più complesso e completo è il software più risultati potrà fornire.

Shade Specifier è un programma sviluppato nel 2008 dalla BBSA (British Blind & Shutter Association): l'associazione Britannica dei produttori di schermature solari. E' ordinabile tramite il sito dell'associazione <http://www.bbsa.org.uk>, è a pagamento ed è dedicato all'industria per le schermature solari Britannica. Shade Specifier permette di selezionare, come dati di input, la localizzazione geografica individuata entro tre fasce in cui viene suddivisa la Gran Bretagna: nord, centro e sud. Vengono forniti due modelli standard di edificio: un'abitazione con possibile veranda annessa e un palazzo per uffici. E' possibile scegliere poi il tipo di vetro: singolo o doppio basso-emissivo, l'orientamento dell'edificio e il tipo di schermatura interna: tenda a rullo, verticale, plissettata, alla veneziana. E' possibile successivamente aggiungere una tenda esterna in acrilico di colore "medio" o una veneziana esterna in alluminio di colore bianco. Il software permette poi di visualizzare quelle che definisce le "prestazioni visive" e le "prestazioni energetiche". La sezione sulle performance visive permette di visualizzare l'andamento delle ombre in un modello tridimensionale nei diversi mesi dell'anno per l'abitazione. Per gli uffici permette di visualizzare le condizioni di luce interne con o senza le schermature, fornendo una percentuale media della soddisfazione degli occupanti.



a lato schemata del software Shade Specifier di BBSA

La sezione sulle performance energetiche invece permette di visualizzare il risparmio di danaro sul consumo degli impianti di raffrescamento, il risparmio energetico (espresso in KWh/mq) e la riduzione di emissioni di anidride carbonica nell'ambiente (in KgCO2/mq).

Shadecalc è un programma di calcolo gratuito reso pubblico nel 2009 da Assites (Associazione Italiana Tende, Schermature Solari e Chiusure Tecniche). Il programma è disponibile per uso on-line al sito <http://www.assites.it/>. Shadecalc ha l'obiettivo di calcolare il g-tot ottenibile con le tende da sole. Il primo passaggio permette di scegliere se la tenda è esterna, interposta o interna. Scegliendo la tenda esterna si ha la possibilità di scegliere la tipologia: tenda a lamelle, tenda a caduta o tenda a proiezione. Il sistema poi passa all'inserimento del tipo di vetro (singolo chiaro, doppio chiaro, doppio chiaro con intercapedine, doppio chiaro basso emissivo, doppio riflettente basso emissivo) e all'inserimento del tipo di tessuto con una discreta scelta di screen e acrilici di diversa grammatura e colore. Cliccando sul pulsante calcola è possibile ottenere un valore percentuale del g-tot del sistema infisso-schermatura.

a lato
schermata conclusiva del
software Shadecalc di
Assites e S.F. Brivio.

SHADECALC

Tenda esterna a caduta

Installazione → Esterna | Tipo schermatura → caduta

Scelta della vetrata: B) Vetro doppio chiaro (4-12-4) aria

G ext	G1	G2	G3	U W/mqK	Gv	Te	Re	Tv	Rv
1.65	5	10	0	2.9	0.76	0.69	0.14	0.32	0.15

Scelta del tessuto: Screen medio bianco 481gr/mq

SE	RS	TS	Peso
0.13	0.63	0.24	gr/mq 450

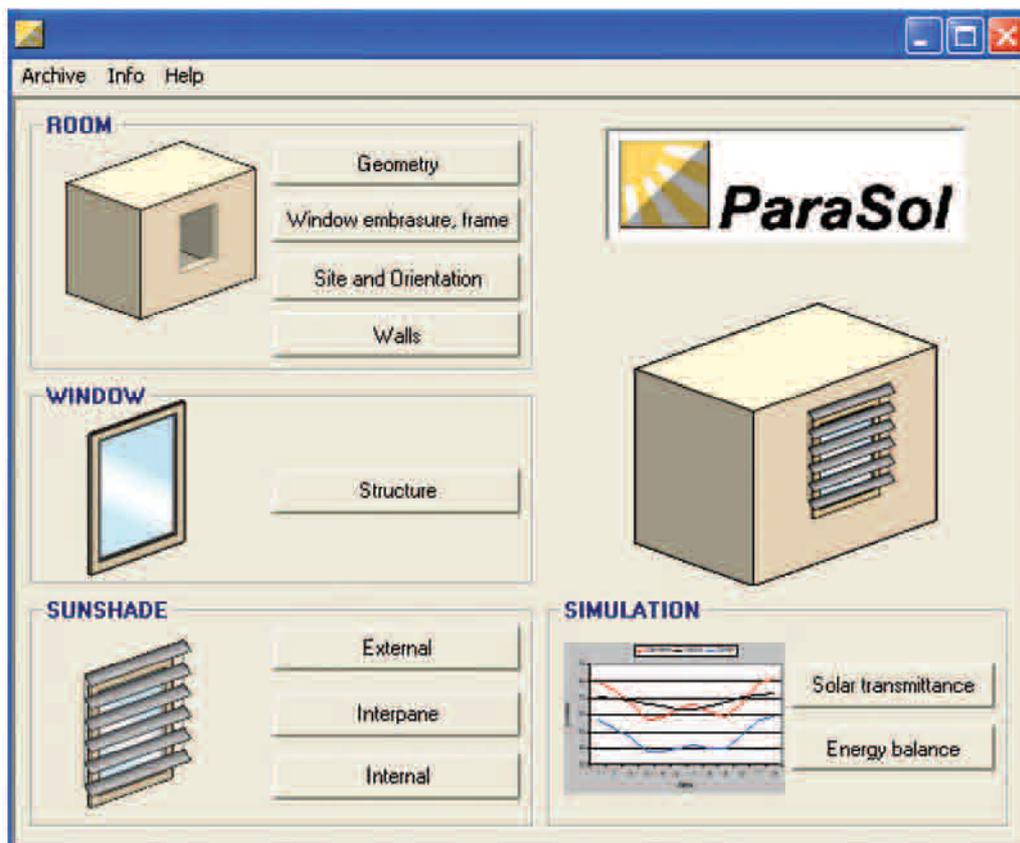
TV: 0.24 OF: 3% 10 RV: 0.76

G tot: 21.14 % TV tot: 22.21 % Te tot: 10.16 % Qi tot: 2.94 %

Calcolata

Copyright © Sergio Paolo Favari
L'Autore si Assume l'intera responsabilità derivante dall'uso improprio del software.

Tra i software presi in visione il più completo è **Parasol** del Lund Institute of Technology dell'Università di Lund in Svezia. Il software è aggiornato costantemente. E' gratuito ed è scaricabile dal sito <http://www.parasol.se/>. Le lingue disponibili sono lo svedese e l'inglese. Esso si presenta con un'interfaccia che nel linguaggio informatico sembrerebbe molto "user-friendly", cioè molto intuitiva. Si tratta di fatto di un vero software di simulazione. La prima schermata infatti presenta solo tre sezioni di input: room (dimensioni della stanza, dimensioni del vetro e dell'infisso, luogo e orientamento, spessore di muri e solai e il valore U della trasmittanza termica); window (tipo di vetro, con vasta scelta di modelli standard o personalizzabili); shade (tipo di schermatura: esterna e/o interposta e/o interna con vasta libreria di tipologie, dimensioni, inclinazione, materiali ecc.). A fianco è possibile calcolare il fattore solare e il bilancio energetico in base ai parametri inseriti. Il calcolo del fattore solare mostra come nell'arco di dodici mesi il g-tot del sistema infisso-schermatura sia influenzato positivamente dalla schermatura stessa. Cambiando tipo di schermatura e dimensioni, angolazione e materiali della stessa si possono apprezzare esiti diversi. Il bilancio energetico invece permette di valutare il risparmio che, nel periodo estivo, le schermature consentono di ottenere



a lato:
schermata iniziale del
software ParaSol

sull'uso dell'impianto di condizionamento, facendo un raffronto di tutti i dati ottenibili con e senza schermature stesse. I valori sono tutti calcolati prima singolarmente per schermatura e infisso e poi messi assieme, permettendo però sempre il raffronto separato.

Software per l'integrazione delle schermature con i prospetti

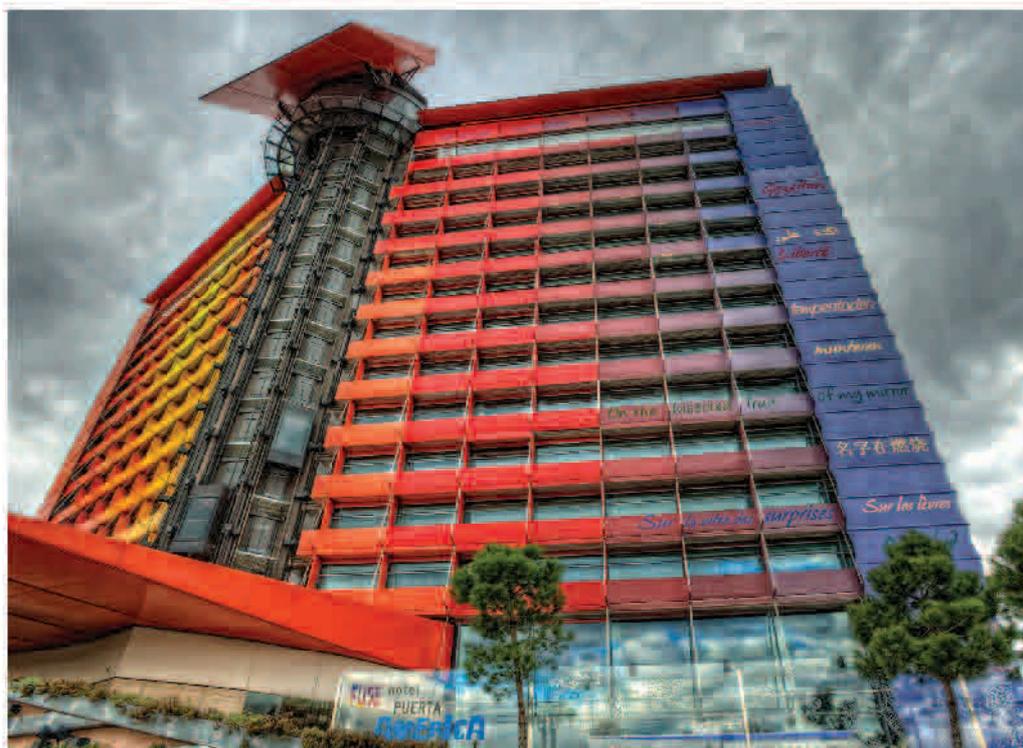
Se l'utilizzo dei software più complessi di illuminotecnica e fisica-tecnica richiede competenze specifiche e dovrebbe essere riservato ai progettisti che si sono specializzati in quelle tematiche, a colui che si occupa del design delle facciate è richiesta in prima analisi una verifica sui rapporti tipologici, cromatici e dimensionali delle schermature in relazione alle medesime caratteristiche del prospetto. Questo tipo di operazioni è attualmente legato alla sensibilità individuale del progettista architettonico o dell'acquirente. Un'azienda italiana che produce tende da sole, la F.Ili Giovanardi, ha sviluppato nel 2007 un **Campionario Interattivo** dei suoi prodotti consultabile gratuitamente al

a lato
il campionario interattivo
Sunprotectionteam
di F.lli Giovanardi



sito <http://www.sunprotectionteam.com>. Accanto alle caratteristiche tecniche dei tessuti impiegati (acrilici, screen, splamati precontraint) è possibile accedere al campionario interattivo. Esso permette al potenziale acquirente o progettista di scegliere la tipologia di tessuto interessata e visualizzarne sulla fascia sinistra della pagina web le varie colorazioni disponibili. Ad ogni colore del tessuto sono legati dei precisi parametri fisico-tecnici: protezione dai raggi UV, trasmissione della luce e trasmissione energetica. A questi parametri l'azienda ha collegato dei valori numerici che permettono di mettere in relazione i vari tessuti a disposizione. Nella parte alta della pagina è possibile personalizzare il catalogo dei tessuti inserendo la tipologia di tenda che si vuole utilizzare (a caduta, a bracci, a cappottina ecc.) e il colore dominante: rosso, giallo, marrone, verde, blu, grigio, nero, bianco o metallizzato. Al centro della pagina è visualizzabile un modello molto schematico rappresentante il prospetto dell'edificio con una finestra e l'applicazione di un tipo di tenda. Nel modello è possibile cambiare il colore della parete mediante la regolazione visiva o parametrica dei valori di RGB (sintesi additiva utilizzata dagli schemi dei personal computer). A destra appaiono i valori prestazionali del tessuto impiegato. Nel modello è dunque visualizzabile il rapporto cromatico che si crea tra il tessuto e la parete dell'edificio, mentre nella parte sottostante è visualizzabile la grana reale del tessuto.

Pur trattandosi di un software piuttosto rudimentale rappresenta l'unico modello finora riscontrato che compia il tentativo di effettuare una valutazione sui rapporti cromatici delle schermature nei prospetti degli edifici. Tale modello richiederebbe infatti un approfondimento mediante il quale potrebbe acquisire maggior utilità ed efficacia. Gli elementi che si potrebbero integrare con l'elaborazione di un database specifico sono le tipologie di schermature, limitate al momento alle sole tende a bracci, e soprattutto le tipologie di facciata (con diversi tipi di infissi o sistemi in vetro). Per il momento viene rappresentata una facciata con intonaco dipinto. L'integrazione di questi due database, che richiederebbero sicuramente uno sforzo notevole di acquisizione dati, andrebbero successivamente coordinati in un sistema guida che permettesse, in automatico, di generare i rapporti cromatici possibili, sfruttando una delle teorie sul colore scientificamente riconosciute. Solamente attraverso l'elaborazione di un sistema simile si potrebbe acquisire uno strumento davvero efficace per la progettazione delle facciate. A questo punto le altre tipologie di software esistenti diventerebbero uno strumento di verifica fondamentale e realmente coordinato, da adottare successivamente alla scelta operata mediante questo software.



a lato:
Hotel Puerta America,
 Madrid,
 Jean Nouvel
 (da flickr.com)

BIBLIOGRAFIA

Ceccherini Nelli Lucia, "Helios", in AA.VV., *Schermature Solari*, Alinea, Firenze, 2000, pp. 213-229

Lusardi Alain Paolo, "Programmi di simulazione", in AA.VV., *Schermature Solari*, Alinea, Firenze, 2000, pp. 295-324

a lato:
Danish Radio Concert Hall,
Jean Nouvel
(da flickr.com)



3

AMBITO DI INTERVENTO:

LA PRESTAZIONE DI ASPETTO NEGLI INVOLUCRI SCHERMATI

in basso:
Hotel Puerta America,
Jean Nouvel
(da flickr.com)



3 Ambito di intervento: la prestazione di aspetto negli involucri schermati

3.1 Le schermature nei prospetti degli edifici: problematiche principali

Nel settembre 2007 nell'ambito del convegno "il colore nella produzione di architettura" (Università IUAV, Venezia), un intervento del prof. Pietro Zennaro sottoponeva all'attenzione dell'assemblea alcune problematiche che erano emerse durante gli studi effettuati per l'aggiornamento del campionario di un importante produttore di tende da sole. Tali problematiche si potrebbero ricondurre in estrema sintesi a quattro punti.

- La scelta del sistema di protezione solare *"è una questione che incide in maniera non proprio indifferente nella qualità dei luoghi e più precisamente nella qualità ambientale"* (Zennaro, 2007, p. 131). Come sappiamo infatti, interi quartieri cittadini sono contraddistinti dall'uso di tende da sole sulle facciate degli edifici. Con le tende insomma si condiziona fortemente la percezione di interi paesaggi.
- *"La decisione sul tipo di materiale e sul disegno preferito è in larga misura effettuata al di fuori della progettazione del manufatto su cui andrà applicata"* (Zennaro, 2007, p. 131). Infatti, soprattutto nel caso delle tende da sole o delle veneziane, l'acquisto viene effettuato dall'utente finale in base ai suoi gusti personali. Non ci si avvale quasi mai della consulenza di un addetto alla progettazione, al massimo si seguono i consigli forniti dal commerciante. Inoltre, ancora oggi in molti progetti approvati dagli uffici tecnici comunali non è presente uno studio delle schermature solari.
- *"E' solo intervenendo a monte della filiera produttiva che si possono "aggiustare" alcune situazioni a dir poco originali, estemporanee"* (Zennaro, 2007, p. 131), in quanto intervenire sui regolamenti comunali sembra un'operazione *"troppo circoscritta ad un campo molto delimitato"* (Zennaro, 2007, p. 131), tanto più sui regolamenti condominiali basati su concetti poco chiari come il gusto comune e il decoro architettonico.
- L'azienda produttrice realizza i tessuti su commissione di un grossista o produce un proprio campionario all'interno del quale il grossista può operare le proprie scelte. Sebbene ogni azienda tenti di differenziarsi dalle altre, la produzione tende complessivamente a non discostarsi troppo. *"In un certo senso corrisponde alla realtà omologata nella quale siamo immersi"* (Zennaro, 2007, p. 132). Il grossista successivamente propone la propria collezione ai venditori al dettaglio. Insomma, nella filiera produttiva non entra

in gioco alcuna figura professionale di consulenza architettonica se non gli uffici tecnici interni alle aziende e ciò che si trova sul mercato è sostanzialmente quanto viene proposto dai produttori.

La somma di quanto sopra ha portato i ricercatori a sviluppare una strategia di intervento operante su due fronti: il primo era il campionario di tessuti da commercializzare, il secondo la combinazione ottimale di alcune tipologie di facciata con determinati tessuti del campionario stesso. Gli esiti di tale ricerca possono essere sintetizzati in maniera estremamente ridotta in due punti.

- L'analisi dei campioni di tessuto più venduti ha fornito dei dati sulle caratteristiche che i tessuti dovevano presentare. Questi dati sono serviti per effettuare correzioni ed accorgimenti nella nuova collezione.
- E' stato approntato un modello tipo linee guida dove i tessuti della collezione potevano essere accostati cromaticamente ad una serie di superfici edilizie campione. Le pareti degli edifici erano classificate in base alla gamma cromatica (bianco, marrone, rosso, rosa, giallo, beige, verde, azzurro) e ad altri aspetti come la dimensione, la forma e gli allineamenti delle aperture. Ad ogni modello potevano abbinarsi più soluzioni tra quelle presenti in campionario.

Stante quanto sopra, considerando quindi l'importanza strategica che le schermature solari hanno nella definizione del paesaggio e la carenza, all'interno della filiera, di figure professionali altamente specializzate nel tema dell'integrazione delle stesse con i prospetti degli edifici, rimane almeno parzialmente irrisolto il problema di come interfacciare l'intero settore delle protezioni solari (che comprende anche frangisole e sistemi ad ante) con queste questioni. Nel caso di uno studio indipendente di carattere scientifico non è chiaramente possibile limitarsi alla produzione di una singola azienda (seppure si tratti di un campione molto significativo come evidenziato in precedenza), ma si è obbligati a svolgere un'indagine di più ampio respiro che coinvolga l'intera produzione. Peraltro la produzione non può essere considerata fine a se stessa ma deve essere messa per forza di cose in relazione con i progetti di architettura. Poiché il problema in ultima analisi è il frutto del rapporto che si crea tra la schermatura e il prospetto e/o il fronte urbano.

Considerando quindi valido il modello di intervento tipo linee guida che vedeva messi in rapporto facciata e schermatura si è ritenuto opportuno eseguire una schedatura di progetti di architettura che permettesse di ottenere una lettura più vasta possibile del problema.

Per compiere questo tipo di analisi è sembrato opportuno definire in primo luogo una griglia di parametri che dovevano scaturire dall'analisi dell'ambito di intervento.

3.2 Gli edifici e le schermature solari: il tema della qualità ambientale

L'ampio uso di sistemi schermanti nell'architettura contemporanea sembra essere riconducibile a due aspetti. Il primo aspetto è legato alla rivoluzione avvenuta con il Modernismo, dove le strutture degli edifici si sono fatte via via sempre più leggere. I pilastri hanno preso il posto delle murature portanti e le pareti perimetrali si sono trasformate in leggeri elementi di tamponamento. Quando si è cominciato a sostituire il muro con cortine leggere, spesso completamente vetrate, il passaggio si è compiuto. Dal Crystal Palace (1851), dove l'edificio non era ancora prettamente inteso come luogo di abitazione o di lavoro, ma per un'esposizione temporanea, alle Officine Fagus di Walter Gropius (1911-12) dove le grandi pareti vetrate introducono un nuovo concetto di luogo di lavoro, dove la luce naturale assume un nuovo ruolo. *"Le grandi pareti vetrate annullano la separazione tra spazio esterno ed interno; le strutture portanti si riducono ad una successione di piani ortogonali; l'edificio non è più una massa plastica, ma una costruzione geometrica di piani trasparenti nello spazio"* (Argan, 1970, p. 258). Gli operai si trovavano per la prima volta in una condizione psico-fisica decorosa. Successivamente arriveranno il progetto di Mies van der Rohe per un grattacielo di vetro a Berlino (1921-22), il Padiglione Tedesco all'Esposizione di Barcellona (1928-29) e Villa Tugendhat a Brno (1928-30). Se con le Officine Fagus Gropius *"muta radicalmente la concezione dell'architettura industriale risolvendo insieme il problema della strumentalità dell'edificio e quello delle condizioni igieniche e psicologiche del lavoro"* (Argan, 1970, p. 256), con Pierre Chareau e Bernard Bijvoet anche la casa si trasforma in un ambiente nuovo dove l'interno e l'esterno vivono in un rapporto di continuità. La Maison de Verre (la Casa di Vetro, 1928-31) *"si presenta come un montaggio sperimentale di materiali di produzione corrente: due facciate completamente vetrate chiudono i tre piani liberi, scanditi da un semplificato arredamento e da sottili montanti in ferro imbullonati"* (Tafuri, Dal Co, 1976, p. 229). La dimensione del privato, un tempo racchiusa e protetta da spesse mura, lascia spazio ad ambienti pieni di luce che sembrano volersi proiettare verso l'esterno. Questo concetto raggiungerà i massimi livelli con gli edifici americani di Mies ed in particolare con Villa Farnsworth (Fox River, Plano, Illinois, 1946-51). In Villa Farnsworth tutti e quattro i lati dell'edificio sono completamente vetrati: cucina, soggiorno, sala da pranzo, camera da letto sono esposti alla vista anche dall'esterno, protetti solamente da sottili tende bianche. L'interno dell'edificio sembra quasi non esistere più laddove invece sembra emergere la volontà di far entrare la natura circostante al suo interno, o viceversa.

Il secondo aspetto che giustifica l'ampio uso di schermature nell'architettura contem-

poranea è conseguente a questa rivoluzione progettuale e culturale. L'uso di finestre sempre più grandi poneva infatti il problema del riparo dal sole nei mesi estivi, specialmente nelle costruzioni realizzate in paesi più prossimi all'Equatore. Tra i primi ad interessarsi a questo tema vi fu Le Corbusier con l'adozione del brise-soleil nei progetti per Algeri del 1933-34. Nello stesso periodo proprio Le Corbusier evidenziava, nella Carta di Atene, come il numero di figure professionali coinvolte nel processo edilizio avrebbe reso lo stesso sempre più complesso. Le prime prescrizioni per i requisiti relativi alla qualità ambientale risalgono però alla seconda metà dell'Ottocento quando nei nuovi quartieri operai privi di fognature e smaltimento dei rifiuti si genera il colera. A questo scopo in Inghilterra nel 1848 nasceva il Public Health Act seguito in pochi anni da provvedimenti normativi analoghi anche in Francia. Il tema della qualità ambientale, cioè la *"corrispondenza delle prestazioni fornite dall'organismo abitativo e dalle sue unità ambientali alle esigenze dell'utenza, espresse dai requisiti di tipo illuminotecnico, igrotermico e acustico"* (Manfron, 1995, p. 39) si presentò nuovamente negli anni Trenta del Novecento unito ai temi della qualità funzionale e spaziale, quando si ebbe *"una esplosione dell'attività edilizia di dimensioni prima impensate"* (Manfron, 1995, p. 32). Nel dopoguerra, con la ricostruzione, inizieranno invece gli studi sulla qualità tecnologica. La normativa attuale in merito deriva da questo percorso evolutivo. Come evidenzia Mario Zaffagnini le classi esigenziali sono: sicurezza, benessere, fruibilità, aspetto, integrabilità, gestione, salvaguardia dell'ambiente. Ad ogni classe esigenziale corrisponde una serie di classi di requisiti tecnologici, ad esempio al benessere corrispondono i requisiti termo-igrometrici, acustici, visivi, ottici e olfattivi. Allo stesso modo alla qualità ambientale dell'organismo abitativo corrispondono il benessere termico, il benessere acustico, il benessere olfattivo e il benessere visivo. Tutto questo trova applicazione nella norma UNI 8290-2:1983 (Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti) che sta alla base della progettazione tecnologica dell'edificio. In particolare si ricordano le definizioni del requisito di controllo del fattore solare (3.13), cioè *"l'attitudine a consentire un adeguato ingresso di energia termica raggiante attraverso superficie (trasparenti e/o opache) in funzione delle condizioni climatiche"* e del requisito di controllo del flusso luminoso (3.14), cioè *"l'attitudine a consentire l'ingresso di energia luminosa"*. All'interno delle norme che riguardano il processo edilizio la UNI 10838:1999 definisce la terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia. Come indicato nel sommario, la norma contiene i termini e le definizioni relative alla qualità edilizia nei suoi aspetti generali e in quelli specifici: ambientali, funzionali, spaziali, tecnologici, tecnici, operativi e gestionali. Il punto 2.17 della norma definisce il concetto di qualità edilizia come *"l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche dell'organismo edilizio o di sue parti che conferiscono ad essi la capacità di soddisfare, attraverso prestazioni, esigenze espresse o implicite."*

La qualità edilizia viene normalmente articolata in:

- a) *Qualità funzionale spaziale;*
- b) *Qualità ambientale;*
- c) *Qualità tecnologica;*
- d) *Qualità tecnica;*
- e) *Qualità operativa;*
- f) *Qualità utile;*
- g) *Qualità manutentiva”.*

Al punto 3 la norma definisce la terminologia specifica per gli aspetti ambientali relativi ad un organismo edilizio e ai suoi elementi spaziali. E' necessario premettere che per organismo edilizio si intende *“l'insieme strutturato di elementi spaziali e di elementi tecnici, interni ed esterni, pertinenti all'edificio, caratterizzati dalle loro funzioni e dalle loro relazioni”* (2.11), mentre per elemento spaziale si intende *“la porzione di spazio fruibile destinata allo svolgimento delle attività di un'unità ambientale”* (2.5). Per qualità ambientale si intende dunque *“l'insieme delle prestazioni ambientali degli elementi spaziali di un organismo edilizio”* (3.3). Laddove per prestazione ambientale si intende *“la prestazione di un elemento spaziale relativa a un requisito ambientale”* (3.2) e per requisito ambientale si intende *“la traduzione di un'esigenza in fattori fisico-ambientali e in richieste di servizi tecnologici, atti a individuare le condizioni di soddisfacimento da parte di una unità ambientale”* (3.4). Quest'ultima definizione sembra essere essenziale per comprendere l'insieme dei ruoli che le schermature hanno all'interno dell'organismo edilizio.

Buona parte dell'architettura contemporanea (si pensi a tutto il filone che ruota attorno al movimento high-tech), fortemente legata nel suo linguaggio a certa parte del Modernismo, deve fare i conti con queste due questioni. Da una parte l'uso del vetro, della trasparenza e della luce naturale, dall'altra la necessità di rispettare i requisiti definiti dalle normative. Le risposte chiaramente non possono essere univoche.

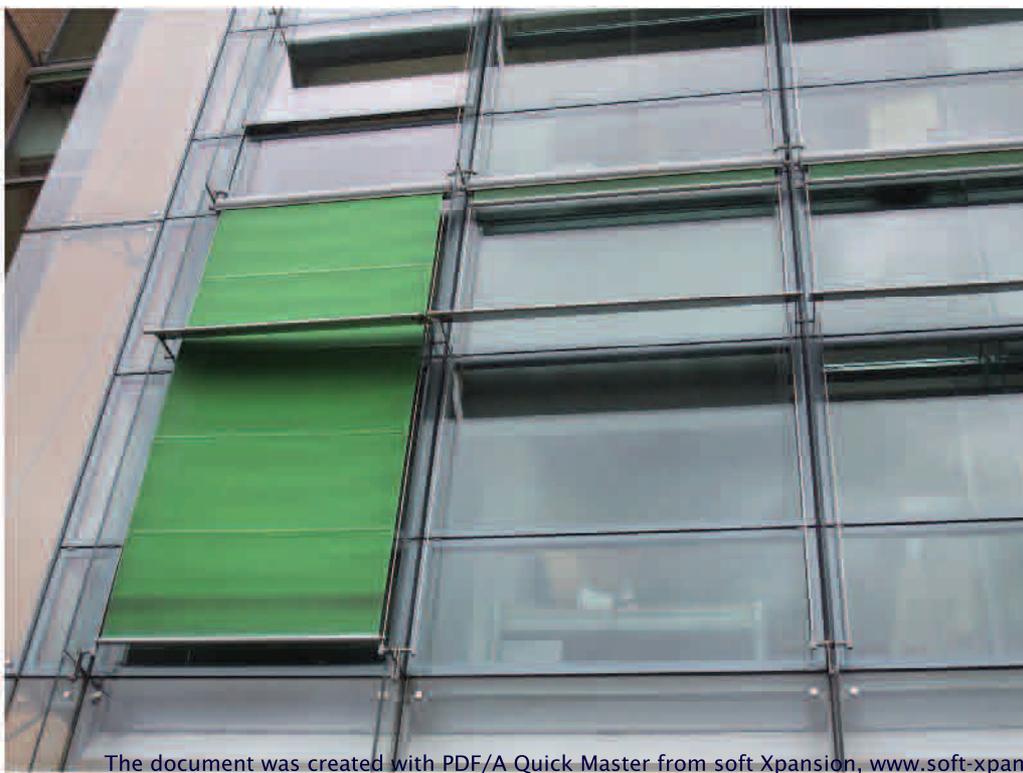
3.3 Le schermature nell'architettura contemporanea

Per gli architetti che si riconoscono nel movimento high-tech i frangisole, simbolo di innovazione tecnologica, costituiscono un elemento carico di espressività. Nel Carreé D'Art di Nimes (1993) sir Norman Foster utilizza i brise-soleil in metallo di colore bianco davanti alle grandi vetrate e in aggetto di fronte alla facciata su piano orizzontale. L'intento è vicino a quanto proposto da Piano e Rogers nel 1977 con il Beaubourg: esporre le tecnologie in facciata. Per Foster i brise-soleil sono un elemento costitutivo dell'architettura, non un accessorio.



a lato:
Carreé D'Art, Nîmes,
Norman Foster
(da flickr.com)

In modo analogo Richard Rogers utilizza le tende da sole integrandole nei pannelli in acciaio e vetro che tamponano le facciate del Daimler Chrysler Building di Berlino (1999). Il tubolare in acciaio che contiene il telo avvolto è verniciato nella stessa tinta degli elementi strutturali e si collega ai profili del curtain-wall tramite delle sottili lesene in acciaio che sporgono dai profili. Anche Renzo Piano adotta soluzioni simili a Rogers, ad esempio nella facciata in vetro della sede del Sole 24Ore a Milano (2004) i tubolari con l'avvolgibile delle tende sono fissati a cavi metallici che corrono verticalmente e orizzontalmente lungo il prospetto. Nel Millennium Point di Birmingham (2001) Nicholas Grimshaw costruisce una facciata indipendente di fronte al prospetto vetrato. L'unica funzione di questa facciata è quella di sorreggere un sistema di brise-soleil in laterizio montati su supporto metallico. L'intero prospetto si tinge di lame rosso-cotto richiamando le murature in mattone faccia-vista degli edifici circostanti, tipicamente inglesi. Michael Hopkins riveste il prisma di vetro sospeso su pilotis della Solid State Logic (Oxford, 1998) con tante veneziane in alluminio. Le sottili lamelle delle veneziane interagiscono con le vetrate retrostanti creando un fine gioco di riflessi metallizzati. Molto simile è l'uso che fanno delle veneziane i tedeschi Behnisch & Partners. Nella loro produzione di architettura diventa quasi improbabile non rintracciare un edificio con vetrate che non sia schermato da sottili lamelle in alluminio.



a lato:
Il Sole 24Ore Headquarters,
Milano, Renzo Piano
(da flickr.com)

a lato:
Millennium Point,
Birmingham,
 Nicholas Grimshaw
 (da flickr.com)



Anche i primi lavori di Bentham & Crouwel negli anni Ottanta del Novecento richiamano questo genere di architettura: si tratta di case per abitazione (House in Almere, 1984) costituite da un prisma in vetro sorretto da una struttura in acciaio e interamente schermato da sottili veneziane in alluminio. Le lamelle aprendosi e chiudendosi, oltre a regolare la luce in ingresso, cambiano l'immagine del prospetto che può apparire totalmente trasparente o completamente metallizzato.

Altri progettisti instaurano un rapporto diverso con le schermature, soprattutto se si trovano a costruire edifici di tipo residenziale. Superata infatti la necessità espressiva di dover utilizzare ampie superfici di vetro anche nelle abitazioni, la dimensione del privato sembra aver trovato proprio nelle schermature un valido alleato. Le schermature quindi, oltre alla funzione di proteggere dal sole, hanno anche la funzione di proteggere la privacy familiare. Nel Carabanchel Social Housing a Madrid (2007), Foreign Office Architects costruiscono un prospetto dove le schermature sono costituite da pannelli in bamboo. Le canne, piuttosto sottili, sono legate assieme in modo molto fitto. Quando le schermature sono chiuse l'edificio assume l'aspetto di un blocco unico tutto di colore beige. Quando i pannelli si aprono per dare luce agli alloggi che si affacciano su ballatoi esterni la facciata del complesso prende movimento e assume un aspetto diverso, con tante cellette che si aprono nell'insieme compatto.

a lato:
Appartamenti in Rue de
Suisse a Parigi,
 Herzog & de Meuron
 (da flickr.com)



Un ragionamento analogo è rintracciabile in alcuni lavori di Herzog & de Meuron. Negli appartamenti in Rue de Suisses (Parigi, 2000) i pannelli di schermatura sono in metallo nervato e forato. Quando sono chiusi formano uno schermo metallico completamente grigio, tutta la facciata è grigia. Quando gli inquilini aprono le schermature sul proprio balcone contribuiscono a trasformare la facciata da fronte metallico a prospetto vetrato. Quest'esperienza è stata ripetuta più volte dagli architetti svizzeri in alcuni lavori nel centro di Basilea e nel portale di ingresso del Fünf Höfe di Monaco (2003).



a lato:
*Pharmacological Research,
 Biberach,
 Sauerbruch & Hutton
 (Foto © Sauerbruch &
 Hutton)*

Nel Fünf Höfe la facciata è rivestita con pannelli apribili a fisarmonica realizzati in ottone nervato e forato. Il colore dell'ottone appena installato era un verde-oro brillante che in pochi anni si è ingrigito e opacizzato.

Per Sauerbruch & Hutton le schermature sono un elemento da sfruttare soprattutto dal punto di vista espressivo. La facciata del GSW building a Berlino (1999) è nota per i brise-soleil verticali colorati in toni diversi l'uno dall'altro che, chiudendosi e aprendosi, fanno cambiare ogni giorno l'aspetto dell'edificio. La facciata del Pharmacological Research a Biberach (2002) è interamente costituita da lamelle in vetro colorato disposte verticalmente. Di giorno il prospetto è opaco: inizia con una superficie bianca che spostandosi si trasforma in un insieme di cluster colorati in toni di rosso, bruno e giallo. Di notte l'illuminazione interna filtra attraverso le lamelle in vetro colorato e lascia intravedere il contenuto dell'edificio. Analogo è anche il fronte della Fire and Police Station di Berlino (2004) costituito da un insieme di lame frangisole in vetro colorato, dove i colori passano da toni di verde fino a toni di rosso passando attraverso bianco, viola, rosa. Per Sauerbruch & Hutton insomma le schermature sembrano essere una delle tante opportunità da sfruttare per esporre le loro composizioni cromatiche.

Vi sono poi altri architetti contemporanei che utilizzano le schermature in maniera del tutto analoga a quella del primo Modernismo e della tradizione antecedente. Ad esempio Massimiliano Fuksas negli interventi residenziali Gecos (Rimini, 2000) e Ilot Cantagrel (Parigi, 1997) utilizza delle normali tende da sole verticali per proteggere i poggiali degli alloggi. Nel primo caso si tratta di tende di colore bianco fissate sull'intradosso dello sbalzo del poggiale superiore, nel secondo caso si tratta di tende di colore arancio fissate sulla muratura sopra le porte-finestre. Se da una parte vi sono architetti come Fuksas che prediligono esporre il vetro senza schermature, dall'altra è riscontrabile in molti architetti un affezione particolare per un solo tipo di schermatura, basti pensare alla già citata opera di Behnisch & Partners. Altri si adattano alle condizioni progettuali.

a lato:
Gecos Housing a Rimini,
M. Fuksas
(Foto © M. Fuksas)



Ad esempio gli olandesi de Architekten Cie , negli edifici maggiormente rappresentativi, sembrano preferire i brise-soleil o le schermature a pannelli scorrevoli e quando si trovano a progettare edifici dalle forme che richiamano quelle del Movimento Moderno utilizzano le tende da sole verticali integrate nel foro finestra.

Un caso a parte è rappresentato da Jean Nouvel. Emblematico è l'involucro della Torre Agbar a Barcellona (2004) dove le schermature, più che avere una funzione protettiva (la pelle ha pochissime bucaure), sembrano essere funzionali ad un progetto di comunicazione. L'idea è quella di far assomigliare la torre ad uno spruzzo d'acqua zampillante e in questo gioco di colori le lame in vetro trasparente o acidato servono ad interagire cromaticamente con la lamiera rossa e blu retrostante. Il vetro a volte opaco a volte trasparente, fa traspirare in maniera netta o offuscata il colore del rivestimento retrostante trasformando l'immagine reale dell'edificio in una simulazione foto-realistica. Altro intervento emblematico è la facciata dell'Hotel Silken Puerta America a Madrid (2005). Il prospetto è interamente rivestito di tende da sole in un tripudio di colori che vanno dall'arancio al giallo, al rosso fino al viola. La luce filtrante colora gli ambienti interni nella stessa tinta delle tende: notevole e altrettanto pericoloso l'impatto generano le tende rosse che colorano di rosso alcune stanze dell'albergo. La facciata sembra collocarsi a metà tra un'immensa reclame delle tende da sole, come le note campagne con fotomontaggi dell'azienda Parà, e l'estrema volontà di sintetizzare il concetto di rivestimento di facciata attraverso uno strumento assolutamente effimero come sono le tende. La provocazione assume toni ancora più forti se si pensa all'utilizzo di colori volutamente saturi, tipici delle campagne pubblicitarie contemporanee. Nella Fondazione Cartier invece le tende da sole sembrano un elemento non voluto. Pare infatti che siano state installate dopo la costruzione dell'edificio. La tipologia e il colore grigio sembrano far trasparire la volontà di inserire in un'architettura puramente di vetro un elemento di bassa interferenza, posizionato lì solo per questioni di tipo funzionale. Sembra infatti che le tende debbano essere un elemento discreto che disturbi il meno possibile il gioco di riflessi del vetro voluto originariamente dal progettista.

In conclusione sembra possibile affermare che nell'architettura contemporanea vi sia una stretta relazione tra il linguaggio architettonico e l'utilizzo delle schermature. Di conseguenza ogni tipologia di facciata ed ogni materiale adottato per realizzarne la pelle sembrano stringere una forte relazione di carattere espressivo col sistema di schermatura scelto. Per stilare un quadro esaustivo di combinazioni schermatura-involucro sembra necessario definire una griglia di parametri di analisi che andranno a costituire un sistema di schedatura degli interventi. Stante la situazione emergente dal quadro normativo e dalla classificazione dei sistemi schermanti sembra evidente che l'ambito di riferimento generale debba essere l'architettura contemporanea. Dalle prime

analisi sembra evidente che non sia opportuna una distinzione su base regionalistica in quanto sembra evidente che i progettisti contemporanei adottino tecniche costruttive sostanzialmente unificate e indipendenti dal luogo dove, di volta in volta, si trovano ad operare. In sostanza la globalizzazione delle tecniche costruttive ci porta ad avere edifici analoghi nel centro di Londra come a Dubai. Per dirla con Leonardo Benevolo *“la cultura architettonica attuale ha da tempo la dimensione internazionale predicata fra le due guerre. I migliori architetti lavorano in tutto il mondo e l'industria unifica in misura crescente le tecniche costruttive”* (Benevolo, 2006, pag. 17).

3.4 Normativa e progetto: aspetti che richiedono approfondimenti

Come si evince da quanto sopra le schermature rivestono un ruolo fondamentale all'interno dell'organismo edilizio anche in relazione a requisiti ambientali non esplicitamente indicati nella normativa vigente. Il problema del colore degli spazi interni ad esempio non sembra essere minimamente citato. Prendendo come riferimento l'Hotel Puerta America di Nouvel si può notare come le pareti di alcune camere si tingano completamente di rosso quando la luce solare filtra attraverso le tende rosse del prospetto. Quale potrebbe essere in questo caso il livello di soddisfacimento dell'utenza? Numerosi studi scientifici sulla percezione del colore indicano chiaramente come la mente umana relazioni determinati stati d'animo alla permanenza in ambienti tinti con determinati colori. Come nota Jorrit Tornquist i colori degli ambienti sono strettamente correlati a reazioni psicofisiche del nostro organismo. Se vediamo rosso *“sentiamo caldo, la pressione sanguigna sale, il battito cardiaco accelera, la muscolatura va in tensione: vediamo rosso e sale l'aggressività. La tensione emotiva ci rende insensibili verso rumori, sensazioni di gusto e odori, perciò i cattivi odori non ci disturbano più di tanto. La respirazione è superficiale e non sopportiamo a lungo spazi rossi”* (Tornquist, 1999, p. 278). Il blu invece provoca sensazioni di freddo, abbassa la pressione sanguigna e rilassa la muscolatura. Anche il verde rilassa. Il violetto invece sembra essere legato alla depressione e alla tristezza. Il marrone invece *“comunica sicurezza, senso di protezione”* (Tornquist, 1999, p. 280). Il giallo è il colore della luce. Anche Arnheim sottolinea il fatto *“che il colore sia tramite di forti elementi espressivi è fuori discussione [...] Così il rosso sarebbe da considerarsi eccitante perché ci richiama alla mente le connotazioni del fuoco, del sangue e della rivoluzione. Il verde suscita il pensiero ristoratore della natura, e l'azzurro è rinfrescante come l'acqua”* (Arnheim, 1954, p. 299). Come osserva lo stesso Arnheim, il neurologo Kurt Goldstein in base agli esperimenti eseguiti su pazienti *“conclude che i colori corrispondenti a grandi lunghezze d'onda si accompagnano ad una reazione in aumento (...); mentre quelli di piccola lunghezza d'onda favoriscono la diminuzione* (Arnheim, 1954, p. 300). In pratica gli uni favoriscono un'apertura verso l'esterno mentre gli altri

una chiusura in se stessi. Lo psicologo Osvaldo Da Pos nell'intervento "Fenomenologia generale del colore: trasparenza, armonie ed espressività" (2008) riporta in alcuni grafici i valori di associazione colore-stato d'animo misurati in uno studio svolto all'interno della A.I.C. (International Colour Association). I campioni di popolazione intervistata provenivano da Italia, Austria e Australia. Alla rabbia hanno associato prevalentemente il rosso, alla sorpresa rosso e bianco, al disprezzo prevalentemente rosso e nero, alla tristezza il grigio-nero, alla felicità il giallo, mentre alla paura il nero o il rosso.

Allo stesso modo si potrebbe ribaltare la situazione per ciò che concerne gli spazi esterni. Come ci insegna la storia interni paesaggi urbani sono stati disegnati dalle tende e dalle schermature. Quali sono i rapporti cromatici che potrebbero meglio adattarsi caso per caso? Considerando che le tende sono fortemente connotate con la storia e la cultura di alcuni luoghi, basti pensare alla grandissima presenza di tende verdi, ad esempio, nell'area veneta, come intervenire nei restauri rispetto alle nuove costruzioni?

Gli aspetti dimensionali e cromatici e la prestazione di aspetto sono affrontati all'interno della normativa di prodotto, ma chiaramente sono legati soltanto ai temi delle tolleranze dimensionali e della durabilità poiché circoscritti alla produzione di sistemi schermanti. La UNI EN 13561:2004 intende per tolleranze dimensionali le *"tolleranze relative alle dimensioni complessive (altezza e larghezza) del prodotto fornito rispetto alle dimensioni ordinate"* (16.2.1). Determinare le tolleranze dimensionali significa che *"le dimensioni fornite devono tenere conto della geometria dell'apertura (dove il prodotto deve essere installato) e delle specifiche del cliente"* (16.2.2). Per quanto riguarda il tema della durabilità la UNI EN13659:2004 fornisce una serie di indicazioni che i produttori devono rispettare nell'utilizzo dei materiali per la costruzione di sistemi di schermatura in legno, metallo e materie plastiche. Uno dei temi che emergono con maggiore è il problema della tenuta del colore che è affrontato anche attraverso parametri numerici. Ciò che manca quindi sono dei parametri di relazione tra il prodotto e l'organismo l'edificio in relazione al tema della prestazione di aspetto che dovrebbe rientrare anche tra le valutazioni sulla qualità ambientale.

Le indicazioni che sembrano emergere dalle osservazioni preliminari su alcuni progetti di architettura contemporanea potrebbero essere ricondotte quindi ad una serie di aspetti di sintesi. Tali aspetti costituiscono di fatto i parametri da impiegare nella ricerca per produrre le analisi statistiche necessarie alla definizione degli strumenti metodologici di intervento. Innanzi tutto sono necessarie le informazioni di base per l'identificazione del progetto: l'inquadramento spazio-temporale e l'autore o gli autori. Di altrettanto immediata lettura dovrebbero essere la tipologia di intervento (nuova edificazione, ristrutturazione, restauro ecc.), la destinazione d'uso (residenziale, commerciale ecc.), il contesto e il tipo di schermatura adottato, tema al centro della ricerca. In secondo luogo

sembra necessario definire più approfonditamente il tipo di schermatura attraverso i parametri forniti dalla normativa: posizionamento, componenti e materiali. La dimensione della superficie schemata sembra essere un altro tema essenziale: schermature che coprono piccole superfici hanno una rilevanza complessiva nel prospetto decisamente inferiore a schermature che lo coprono interamente. In ultima analisi, da quanto emerso fin ora, sembra essere di importanza strategica il tema del colore. Per definire un sistema di rapporti tra schermatura e involucro (e quindi elaborare una sintesi sul tema della loro integrazione reciproca) sembra necessario scomporre le varie componenti dal punto di vista cromatico. Si dovrebbero dunque estrapolare il colore della schermatura e la tessitura superficiale, il colore della pelle dell'involucro e il materiale o i materiali prevalenti su di essa, i colori dell'interno e dell'esterno dell'edificio dati dalla relazione tra i primi due. Il colore del contesto, a parte, potrebbe rappresentare un valido elemento di integrazione assieme all'inquadramento delle caratteristiche prevalenti l'ambiente circostante.

3.5 Informazioni di base sul progetto

Oltre ai dati di inquadramento spazio-temporale dell'edificio (luogo e anno di inaugurazione) sembra essenziale individuare la tipologia dell'intervento. E' evidente infatti che nel momento in cui ci si trovi ad operare in un intervento di restauro sarà necessario adottare soluzioni schermanti conformi con la storia dell'edificio stesso e con quella del luogo. Sarà in tale caso cura del progettista munirsi di volta in volta del materiale e di tutte le informazioni necessarie a ricostruire l'immagine originaria dell'edificio e del suo inserimento nel contesto. La distinzione delle tipologie di intervento è codificata a livello legislativo dal Testo Unico per l'Edilizia, il D.P.R. n.380/2001 e dalle sue successive modifiche e integrazioni. L'articolo 3 del suddetto Decreto, facendo riferimento all'articolo 31 della Legge 5 agosto 1978, n. 457, individua i seguenti interventi edilizi:

- a) *“interventi di manutenzione ordinaria”, gli interventi edilizi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti;*
- b) *“interventi di manutenzione straordinaria”, le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche delle destinazioni di uso;*

- c) **“interventi di restauro e di risanamento conservativo”**, gli interventi edilizi rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano destinazioni d'uso con essi compatibili. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio;
- d) **“interventi di ristrutturazione edilizia”**, gli interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, l'eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti. Nell'ambito degli interventi di ristrutturazione edilizia sono ricompresi anche quelli consistenti nella demolizione e ricostruzione con la stessa volumetria e sagoma di quello preesistente, fatte salve le sole innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica;
- e) **“interventi di nuova costruzione”**, quelli di trasformazione edilizia e urbanistica del territorio non rientranti nelle categorie definite alle lettere precedenti;
- f) **“interventi di ristrutturazione urbanistica”**, quelli rivolti a sostituire l'esistente tessuto urbanistico-edilizio con altro diverso, mediante un insieme sistematico di interventi edilizi, anche con la modificazione del disegno dei lotti, degli isolati e della rete stradale.

Anche la destinazione o le molteplici destinazioni d'uso dell'organismo edilizio sembrano essere un parametro funzionale alla comprensione di quale uso venga fatto delle schermature solari. Quali tipologie di schermatura e quali colori sono utilizzati negli edifici per uffici rispetto a quelle residenziali? Un primo dato sembra già emergere dall'osservazione di alcuni interventi: negli interventi di carattere residenziale sembra essere preferito l'uso delle tende con colori saturi, mentre negli uffici e nei luoghi pubblici si preferiscono il bianco o il grigio delle veneziane che danno una sensazione di maggior sobrietà. Nell'ambito normativo nazionale le destinazioni d'uso urbanistico, e di conseguenza degli edifici, sono individuate dagli strumenti urbanistici Regionali e Comunali: i P.A.T. e i P.R.G. Secondo la Sentenza della Corte di Cassazione 20 gen-

naio - 5 marzo 2009, n. 9894, Presidente De Maio, Relatore Fiale, S.C. di Cassazione, Sezione terza *“la destinazione d’uso è un elemento che qualifica la connotazione del bene immobile e risponde a precisi scopi di interesse pubblico, di pianificazione o di attuazione della pianificazione. Essa individua il bene sotto l’aspetto funzionale, specificando le destinazioni di zona fissate dagli strumenti urbanistici in considerazione della differenziazione infrastrutturale del territorio, prevista e disciplinata dalla normativa sugli standard, diversi per qualità e quantità proprio a seconda della diversa destinazione di zona. L’organizzazione del territorio comunale e la gestione dello stesso vengono realizzate attraverso il coordinamento delle varie destinazioni d’uso in tutte le loro possibili relazioni e le modifiche non consentite di queste incidono negativamente sull’organizzazione dei servizi, alterando appunto il complessivo assetto territoriale (v. Cass., Sez. III: 7.3.2008, Desimine e 12.7.2002, Cinquegrani). Lo strumento urbanistico rappresenta l’atto di destinazione generica ed esso trova attuazione nelle prescrizioni imposte dal titolo che abilita a costruire, quale atto di destinazione specifica che vincola il titolare ed i suoi aventi causa. Possono conseguentemente distinguersi: a) una destinazione d’uso urbanistico, riferita alle categorie specificate dalla legge e dal DM. n. 1444/1968; b) una destinazione d’uso edilizio, che attiene al singolo edificio ed alle sue capacità funzionali. Duplice è, dunque, l’esigenza correlata al controllo della destinazione d’uso degli immobili: da un lato quella di assicurare tutela alla zonizzazione funzionale, dall’altro quella di consentire l’applicazione della normativa sugli standards, regolatrice della differenziazione infrastrutturale del territorio”*. In linea generale, così come indicato nell’articolo 2 del D.M. 2 aprile 1968 n.1444 che definisce le zone territoriali omogenee, le destinazioni d’uso dei fabbricati si collocano all’interno di sei tipologie di zone e sono:

- A-B-C. **Residenziale (abitazioni)**
- A-B-C. **Terziario, direzionale, commerciale (uffici, negozi, ristoranti ecc.);**
- D. **Produttiva (industria, artigianato ecc.);**
- E. **Agricola (annessi rustici, stalle ecc.);**
- F. **Servizi pubblici (scuole, ospedali, musei ecc.).**

Altro elemento che sembra essere rilevante nell’uso delle schermature solari è il contesto. Un edificio isolato immerso nel verde avrà probabilmente una relazione cromatica con l’intorno diversa da un edificio inserito in un fronte urbano o di fronte al mare. L’uso delle schermature che, come si è visto è strategico per definire l’insieme croma-

tico di un prospetto, sarà sicuramente influenzato da questo rapporto edificio-contesto. Vista la complessità delle innumerevoli configurazioni possibili si è scelto nuovamente di prendere come riferimento le zone territoriali omogenee definite dalla normativa urbanistica nazionale e regionale.

Il D.M. 2 aprile 1968 n.1444, articolo 2, classifica le zone nelle seguenti categorie:

- A. **Centro storico;**
- B. **Zona totalmente o parzialmente edificata;**
- C. **Zona di nuova edificazione;**
- D. **Zona industriale;**
- E. **Zona agricola;**
- F. **Zona per funzioni pubbliche.**

Da ultimo sembra utile indicare il sistema di schermatura tra quelli individuati dalla norma UNI 8369-4:1988:

- **Frangisole;**
- **Tende;**
- **Imposte e persiane avvolgibili.**

3.6 Definizione del sistema di schermatura

Secondo quanto indicato dalle norme UNI 8369-4:1988 e UNI 12216:2006, individuato il tipo di schermatura solare, è necessario indicarne prima di tutto il **posizionamento**.

Come è emerso dalla classificazione dei sistemi schermanti il posizionamento, cioè il punto di collegamento con l'edificio può essere di tre tipi:

- Sull'infisso;
- Sulle strutture portanti dell'edificio;
- Su una struttura di sostegno indipendente appositamente realizzata.

Per quanto riguarda la categoria dei frangisole è necessario distinguere un altro parametro di classificazione, il **piano di lavoro** che può essere:

- Verticale rispetto all'infisso;
- Orizzontale;
- Inclinato;

La norma UNI 12216:2006 classifica i sistemi di schermatura e individua la lista dei componenti di: tende, veneziane, imposte, persiane avvolgibili e alcune tipologie di frangisole. In base quindi alla classificazione effettuata si possono definire le cartelle dei **componenti** che sono diverse a seconda del sistema di schermatura. Vi sono: imposte con ante a rotazione, ante scorrevoli, ante ripiegabili e a schermo avvolgibile. Tende a bracci estensibili, a pantografo, a caduta con braccetti ecc. Frangisole a pale, a doghe, a lame o a lamelle. I frangisole, come indica la UNI 8369-4:1988, hanno un'ulteriore parametro di definizione che riguarda la disposizione degli elementi schermanti che può essere orizzontale o verticale.

Sempre in riferimento alla classificazione operata in base alle norme di prodotto e alle indagini sulla produzione si possono realizzare delle cartelle di **materiali** per ogni sistema di schermatura, tenendo conto del materiale adottato per gli elementi schermanti. Le imposte quindi possono essere in legno, metallo, tessuto metallico, materie plastiche o vetro. I frangisole in laterizio, legno, metallo, vetro e celle fotovoltaiche. Le tende in tessuto acrilico, tessuto spalmato, tessuto filtrante, tessuto precontraint, tessuto metallico.

Un altro parametro che risulta fondamentale è la dimensione della superficie schermata. Per chiari limiti di misurazione è necessario adottare un criterio di tipo visuale che quantifichi sinteticamente la percentuale di superficie coperta dalla schermatura. Si ritiene, dal feedback relativo allo screening effettuato sui casi studio esaminati, di poter dividere le superfici schermate in:

- Piccola = $x \leq 30\%$, dove x rappresenta la superficie schermata e il valore percentuale è riferito al 100% della superficie del prospetto preso in esame;
- Media = $30\% < x < 80\%$;
- Grande = $x \geq 80\%$.

3.7 Integrazione delle schermature con l'involucro: ombinazioni cromatiche

Per poter ottenere la risultante delle combinazioni cromatiche tra la schermatura e l'involucro sembra opportuno indagare in una prima fase i due elementi separatamente. Della schermatura sembra opportuno ricavare il colore e la tessitura superficiale. Del colore appare più conveniente indicare una rilevazione visuale e un'indicazione sul tono dominante (ad es. verde, rosso, bruno, giallo, blu, ecc.). Per quanto riguarda la tessitura, come indicava Ludovico Quaroni, *"a noi interessano proprio quelle qualità, dei materiali usati nell'architettura, che non sono la forma, e cioè le qualità di colore e di*

superficie (speculare, lucida, liscia, satinata, matt, opaca, granulosa, a buccia d'arancia, scabra, ruvida, martellata, a spacco di cava, eccetera) che derivano:

- *Dalle qualità del materiale;*
- *Dalla lavorazione del materiale;*
- *Dal trattamento (ulteriore, eventuale) del materiale (Quaroni, 1977, p. 152)*

Non essendo possibile raccogliere tutte le varianti sul tema si ritiene sia plausibile basarsi sulle indicazioni prevalenti già emerse dalla classificazione dei sistemi schermanti: per le tende la **tinta unita** e quella **rigata**, per i brise-soleil la tinta unita, la **superficie satinata** o **forata**. Tutte le altre textures (superfici a specchio, lavorate a sbalzo, granulose, cangianti, ecc.) dovrebbero essere accorpate in una sola voce.

Lo stesso ragionamento sembra essere valido per ciò che concerne l'involucro. Oltre ad individuare il tono preciso (con rappresentazione visuale) e la sua dominante (giallo, rosso, verde ecc.) sembra opportuno indicare il materiale o i materiali prevalenti che costituiscono la pelle dell'edificio. Questo aspetto sembra in grado di fornire un dato statistico significativo circa il rapporto tra la qualità superficiale dei materiali adottati per definire l'involucro e il sistema di schematura scelto dal progettista. I materiali, che implicitamente sono correlati a specifiche qualità superficiali, sono quelli della tradizione e della contemporaneità. Per i materiali tradizionali vi sono: le superfici ad **intonaco** che caratterizzano ancora la maggior parte degli edifici residenziali, le superfici in **laterizio** faccia-vista comprese quelle in laterizio montato a secco, la **pietra**, il **legno**, il **calcestruzzo**. Per i materiali della contemporaneità: il **metallo**, il **vetro**, le **materie plastiche**, i **tessuti** ecc.

L'interazione tra queste due rilevazioni produce la combinazione cromatica finale. Come osserva Arnheim *"l'identità di un colore non risiede nel colore stesso ma si stabilisce per rapporto"* (Arnheim, 1954, p. 294). I colori quindi si distinguono perché confrontabili con altri colori vicini. Da Chevreul a Josef Albers a Johannes Itten gli studi sui rapporti tra i colori sono stati molteplici. Altrettanto numerosi gli studi sulla ricerca dell'armonia tra i colori: Lambert, Runge, Ostwald, Munsell, Klee per citarne solo alcuni. *"Che rapporti hanno fra loro i colori? Gran parte dei teorici ha affrontato l'interrogativo come se suonasse: quali sono i colori che si accordano armoniosamente?"* (Arnheim, 1954, p. 281). Diversi studi contemporanei sulla psicologia del colore tendono a sostenere l'oggettività della piacevolezza di alcune combinazioni cromatiche. Lo fanno essenzialmente sulla base di studi statistici. Lo strumento adottato è di tipo matematico e si tratta del metodo del *"differenziale semantico, una tecnica messa a punto da Osgood et al. (1957)* (Da Pos, Brutti, 2007, p. 298). Si tratta di un metodo che parte da constatazioni di tipo semantico legate al nostro lessico comune che tende ad utilizzare (anche

per i colori) espressioni di qualificazione del tipo: forte, fortissimo, caldo, freddo ecc. Si tratta comunque di ricerche di tipo statistico e assolutamente non qualificativo: non si vuole sostenere la bellezza di un rapporto cromatico ma semplicemente registrare statisticamente le opinioni di un campione significativo. Allo stesso modo la nostra ricerca, non avendo alcun interesse di tipo qualificativo, si limita alla semplice registrazione dei dati rilevati e alla loro elaborazione tramite grafici e percentuali statistiche. Per ricavare questi dati si ritiene, sulla base delle più comuni teorie del colore, ad esempio quella di Itten, di dover registrare almeno tre categorie di combinazioni cromatiche: **scala di grigi**, **monocromatismo** (un solo colore dominante), **combinazione di due colori**, **combinazione di tre colori**. I casi più complessi saranno trattati a parte. Questa operazione viene svolta sia per quanto riguarda l'esterno dell'edificio sia per quanto riguarda l'interno. A parte sembra conveniente inserire anche un'indicazione circa l'ambiente circostante l'edificio, sia in termini cromatici (indicazione visiva del colore dominante) sia in termini materici, che sottintendono sempre un valore relativo alla qualità superficiale: **verde** (quando l'edificio si trova in uno spazio aperto dove gli elementi naturali sono prevalenti), **acqua**, **edifici** (nel caso sia inserito in un contesto urbano), **asfalto** (nel caso degli aeroporti) e altre situazioni meno frequenti raggruppate assieme.

BIBLIOGRAFIA

- Argan Giulio Carlo, *L'arte moderna*, Sansoni, Firenze, 1970.
- Arnheim Rudolf, *Art and visual perception*, 1954 (tr. It., *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, Milano, 1962)
- Benevolo Leonardo, *L'architettura nel nuovo millennio*, Laterza, Bari, 2006.
- Da Pos Osvaldo, Brutti Valentina, "Estetica sperimentale dei colori" in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore nella produzione di architettura*, Iperedizioni, Verona, 2007, pp. 296-307.
- Itten Johannes, *Kunst der Farbe*, 1961 (tr. It., *Arte del colore*, Il Saggiatore, Milano, 1982)
- Manfron Vittorio, *Qualità e affidabilità in edilizia*, Franco Angeli, Milano, 1995.
- Quaroni Ludovico, *Progettare un edificio*, Gangemi, Roma, 1977.
- Tafuri Manfredo, Dal Co Francesco, *Architettura contemporanea*, Electa, Milano, 1976.
- Tornquist Jorrit, *Colore e luce: teoria e pratica*, Istituto del Colore, Milano, 1999.
- Zaffagnini Mario, a cura di, *Progettare nel processo edilizio*, Edizioni Parma, Bologna, 1981.
- Zennaro Pietro, Gasparini Katia, "Colore e design nella produzione di schermature solari tessili" in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore nella produzione di architettura*, Iperedizioni, Verona, 2007, pp. 128-139

4 STRUMENTI E METODI

in basso:
Slither Housing,
Diller & Scofidio
(Foto © Diller & Scofidio)



4 Strumenti e metodi

4.1 Raccolta dei casi studio

Assunti come parametri iniziali di ricerca le due discriminanti iniziali, si dovevano catalogare progetti aventi schermature esterne e dinamiche, si è proceduto alla fase di raccolta dei casi studio. Una prima raccolta è avvenuta mediante riferimenti bibliografici estemporanei, interventi visionati presso esposizioni e viaggi studio. Successivamente si è passati alla definizione di un metodo sistematico per costituire il campione definitivo. Per poter ottenere tale campione si è scelto di analizzare l'intera produzione di singoli progettisti. Attraverso uno screening operato su monografie complete e soprattutto siti web ufficiali si è proceduto all'individuazione dei casi che rispondevano ai due parametri iniziali. Sapendo che in genere i progettisti più noti inseriscono nei propri siti ufficiali un catalogo della loro intera produzione, si è proceduto alla costituzione di una prima lista di progetti che, al termine di questa prima fase, ne raccoglieva circa 130. Sono stati individuati 33 progettisti all'interno della produzione contemporanea di architettura: Herzog & de Meuron, Renzo Piano, Jean Nouvel, Massimiliano Fuksas, Mario Cucinella, Norman Foster, 3XN, Sauerbruch & Hutton, AGPS Architecture, Richard Rogers, Bentheim & Crowel, Nicholas Grimshaw, de Architekten Cie, Coop Himmelb(l)au, Kalus Kada, Michael Hopkins, S.O.M., Shigeru Ban, Diller & Scofidio, David Chipperfield, Behnisch & Partners, EM2N, Meck Architekten, Ofis Arhitekti, Archipelontwerpers, Dominique Perrault, University Buildings Office, Chartier & Corbasson, F.O.A., Bernard Tschumi, Murphy & Jahn, William Alsop, Baumschlager & Eberle. In questa prima fase si sono raccolti anche i primi dati di base: progettista, luogo e anno di inaugurazione. Attraverso una successiva ricerca bibliografica su monografie e articoli di periodici si è proceduto ad un'ulteriore verifica della rispondenza ai primi due requisiti. Il terzo requisito era la relativa contemporaneità degli interventi. Si è cercato quindi di prendere in esame interventi piuttosto recenti. Si è stabilito di mantenere come lasso di tempo il periodo 1984-2009. La scrematura dei progetti ha dunque ridotto la lista al numero definitivo di 105 casi studio.

4.2 La scheda di analisi come modello per la ricerca

Nella seconda fase si è proceduto alla definizione del modello di indagine. Considerando quanto emerso dall'analisi dell'ambito di intervento, la prestazione di aspetto negli involucri schermati, si è ricavata una combinazione di parametri che costituisce il modello di ricerca basato sull'indagine dei casi studio. Per avere una sintesi completa di tutti i casi presi in esame si è predisposta una tavola sinottica dove sono racchiusi tutti i parametri già individuati per la schedatura e i dati di tutti gli interventi. Si è stabilito di dividere la scheda in tre cartelle.

La prima cartella contiene le informazioni di base sul progetto:

- Titolo;
- Luogo;
- Anno di inaugurazione;
- Progettista;
- Tipo di intervento (restauro, ristrutturazione, nuova edificazione ecc.);
- Destinazione d'uso (secondo la normativa urbanistica vigente);
- Contesto (secondo le Z.T.O. della normativa urbanistica vigente);
- Sistema di schermatura (imposte e persiane avvolgibili, frangisole, tende).

Nella prima cartella sono contenute: una descrizione generale dell'intervento, dove viene descritta l'articolazione dell'organismo edilizio o del complesso di edifici, la descrizione dell'involucro ed in particolare di quella parte dell'edificio o prospetto dove sono applicate le schermature: sono individuati i materiali prevalenti e il sistema di facciata; la descrizione delle schermature adottate; le fonti bibliografiche da dove sono state tratte le informazioni di cui sopra e le fonti iconografiche delle immagini riportate nella scheda.

La **seconda cartella** contiene le **informazioni sul sistema di schermatura** riferito all'intervento. Le informazioni contenute nella cartella sono ricavate dall'analisi della normativa di prodotto, dall'analisi sulla produzione e dalla classificazione effettuata. Innanzitutto viene individuato il sistema di schermatura, poi la collocazione, poi i componenti, i materiali e infine la superficie schermata. Per facilitare una rapida consultazione della scheda ed avere contemporaneamente un quadro completo delle varie

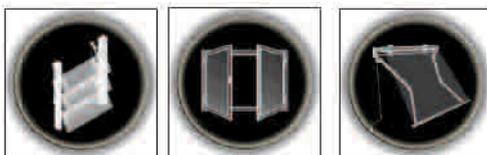


a lato:
De Pont Museum,
 Benthem & Crouwel
 (Foto © Benthem & Crouwel)

combinazioni possibili si è scelto di adottare un sistema ad icone. Ogni parametro è individuato da due o più icone, ad esempio il sistema schermante è individuato da tre icone: frangisole, imposte, tende. Esse saranno tutte visualizzabili ma sarà evidenziata in rosso solo l'icona corrispondente al sistema adottato nell'intervento. Allo stesso modo saranno trattati tutti gli altri parametri della ricerca.

I dati nella scheda sono così suddivisi:

- Sistema (frangisole, imposte o tende);



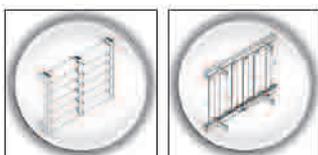
- Collocazione (sull'infisso, sulle strutture portanti, su struttura indipendente);



- Piano di lavoro (solo per i frangisole: verticale, orizzontale, inclinato);



- Componenti (ogni sistema ha una propria lista di componenti);
- Disposizione (solo per i frangisole: disposizione orizzontale o verticale degli elementi schermanti);



- Materiali (ogni sistema ha una propria lista di materiali);
- Superficie schermata (piccola, media o grande così come indicato nell'ambito di ricerca).



La **terza cartella** riguarda il tema della prestazione di aspetto, raccoglie quindi i dati sull'**integrazione della schermatura con l'involucro** architettonico. La cartella è divisa in quattro parti: schermatura, chiusura verticale, involucro (inteso come interazione tra le prime due), contesto. Ogni parte raccoglie le rilevazioni di tipo cromatico effettuate sullo specifico caso studio indicate in una casella. Sotto la casella è indicato il nome del colore dominante. A lato di ogni casella colore è riportata una lista di caratteri con lo scopo di definire ulteriormente la qualificazione del colore e della superficie rilevata: texture, materiali, combinazione cromatica, ambiente.

Più precisamente la tavola sinottica si compone di:

- Schermatura:
 - o Colore (casella con indicato il colore dominante: rosso, bruno, verde, ecc.);
 - o Tessitura (unita, rigata, satinata, forata, altro);

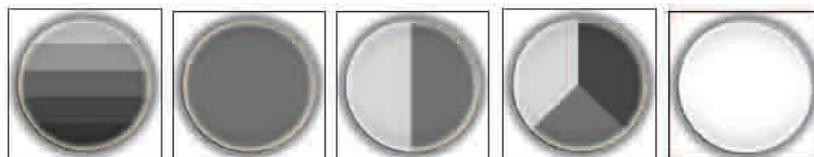


a lato:
De Pont Museum,
 Benthem & Crouwel
 (Foto © Benthem & Crouwel)

- Chiusura verticale:
 - o Colore (casella con indicato il colore dominante: rosso, bruno, verde, ecc.);
 - o Materiale (intonaco, laterizio, pietra, legno, calcestruzzo, metallo, vetro, materie plastiche, tessuto, altro);



- Involucro:
 - o Colore Esterno (casella con indicato il colore dominante: rosso, bruno, verde, ecc.);
 - o Combinazione cromatica (scala di grigi, monocromia, due colori, tre colori, altro);



a lato
Bexley Business Academy,
 Norman Foster
 (da flickr.com)



- Colore Interno (casella con indicato il colore dominante: rosso, bruno, verde, ecc.);
- Combinazione cromatica (scala di grigi, monocromia, due colori, tre colori, altro);
- Contesto:
 - Colore (casella con indicato il colore dominante: rosso, bruno, verde, ecc.);
 - Ambiente (verde, acqua, edifici, asfalto, altro)



A lato della scheda è riportata la scala cromatica con individuato il colore residuo dato dall'interazione dei dati precedentemente rilevati. Si tratta dei colori del cerchio cromatico di Itten posti in sequenza lineare, dall'alto verso il basso, cioè dal rosso al viola. Essa fa anche riferimento alla scala dei colori dello spettro di luce visibile calcolati in base alla lunghezza d'onda e alla frequenza, così come comunemente accettato dalla fisica. Ogni gruppo di colori (rossi, gialli ecc.) corrisponde infatti ad un determinato intervallo di lunghezza d'onda e di frequenza. La barra parte dal rosso e arriva al viola. I toni rossi sono compresi tra 700-630nm (lunghezza d'onda) e 430-480THz (frequenza), l'arancione ha 630-590 nm e 480-510THz, il giallo 590-560nm e 510-540THz, il verde 560-490nm e 540-610THz, il blu 490-450nm e 610-670THz, il viola 450-400nm e 670-750THz. A questi colori sono stati aggiunti il nero, il grigio e il bianco.

Nella tavola sinottica sono raccolte le informazioni sopra descritte per tutti i casi studio presi in esame.

SCHEDA TIPO

NNN

NOME PROGETTO

Luogo:

Inaugurazione:

Progettista:

Tipo di intervento: **nuova costruzione... ecc. (par. 3.5)**

Destinazione d'uso: **residenziale, terziario ecc. (par. 3.5)**

Contesto: **centro storico, zona agricola ecc. (par. 3.5)**

Sistema di schermatura: **frangisole, imposte o tende**

descrizione generale

descrizione sintetica del progetto architettonico dell'edificio

**immagine dell'edificio nel suo
complesso ed eventuale
dettaglio dell'involucro**

l'involucro

descrizione sintetica dell'intervento sull'involucro

le schermature

descrizione del sistema di schermatura adottato

fonti bibliografiche

fonti bibliografiche e iconografiche

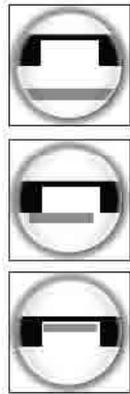
PROGETTO

sistema



sistema di schermatura adottato

collocazione



collocazione della schermatura

componenti

Lista dei componenti che identificano la schermatura (ad es. per i frangisole: pale, doghe, lame ecc.)

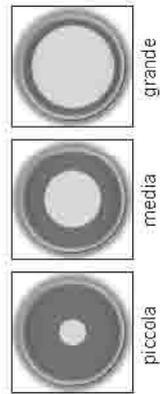
La lista varia a seconda del sistema di adottato (par. 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3)

materiali

Lista dei materiali con cui sono realizzati i componenti principali (metallo, tessuto ecc.)

La lista varia a seconda del sistema di adottato (par. 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3)

superficie schermata



dimensione della superficie schermata (par. 3.6)



punto della scala colori in cui si situa la dominante

SCHERMATURE



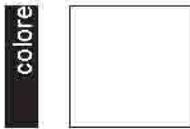
colore

tessitura



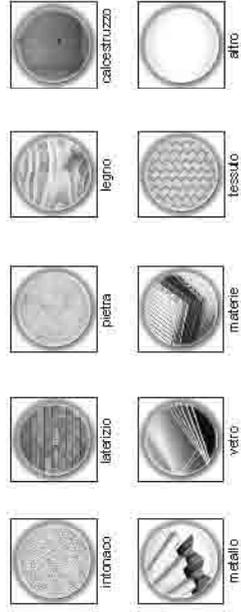
colore dominante e texture superficiale della schermatura

CHIUSURA VERTICALE



colore

materiali



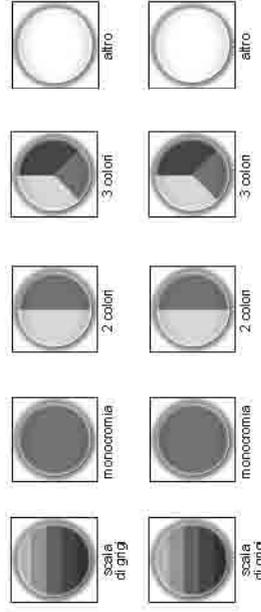
colore dominante e materiale che contraddistingue la superficie della chiusura verticale

INVOLUCRO



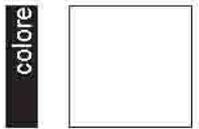
colori

combinazione cromatica



colore dominante e combinazione cromatica tra schermatura e involucro all'esterno e all'interno dell'edificio

CONTESTO



colore

ambiente



colore dominante che caratterizza il contesto

SCHERMATURE

CASI EMBLEMATICI



Luogo: Monaco di Baviera (D)

Inaugurazione: 2003

Progettista: Herzog & de Meuron

Tipo di intervento: ristrutturazione

Destinazione d'uso: commerciale

Contesto: centro storico

Sistema di schermatura: imposte

descrizione generale

La facciata principale si inserisce in un fronte urbano che inizialmente doveva essere completamente demolito. Si tratta dell'intervento di ristrutturazione di un intero isolato che tende a conservare i fronti ottocenteschi e che ospita anche una parte completamente nuova. Il nome "Cinque Corti" riflette l'articolazione dell'edificio che si sviluppa in una sequenza di corti di diversa dimensione con negozi, ristoranti e caffè. Il centro del complesso, il "Salvatorpassage", è uno spazio interno completamente racchiuso da vetrate, alto 14 metri. Il passaggio è caratterizzato da un contro-soffitto sospeso in lame metalliche ondulate da dove scendono, su catenelle, i punti luce che creano riflessi sulle vetrate circostanti.

l'involucro

Il portale principale è scandito da cinque piani interamente vetrati. L'ultimo è una terrazza con balaustra in ottone. Tutto il prospetto è fortemente caratterizzato dall'uso di questo metallo. Le vetrate su infissi in acciaio brunito sono arretrate rispetto ai fronti ottocenteschi. Per raggiungere il filo delle altre facciate gli architetti hanno applicato delle passerelle in aggetto sulle fasce marcapiano dove sono applicate le schermature in metallo che contraddistinguono tutto il prospetto.

le schermature

Le schermature solari sono costituite da ante con apertura a pacchetto. La combinazione dei movimenti di scorrimento e di rotazione permette l'impacchettamento dei pannelli che possono essere di volta in volta aperti, chiusi o semi-chiusi. Essi sono realizzati in lamiera di ottone grecata e forata. L'ottone ha inizialmente un colore rosso-dorato che, con l'esposizione all'esterno, muta lentamente in un bruno-verde fino a raggiungere una colorazione grigio-antracite alla fine del processo di ossidazione. La superficie del materiale nuovo è lucida e cangiante mentre col passare del tempo si opacizza e assume una colorazione uniforme.

fonti bibliografiche

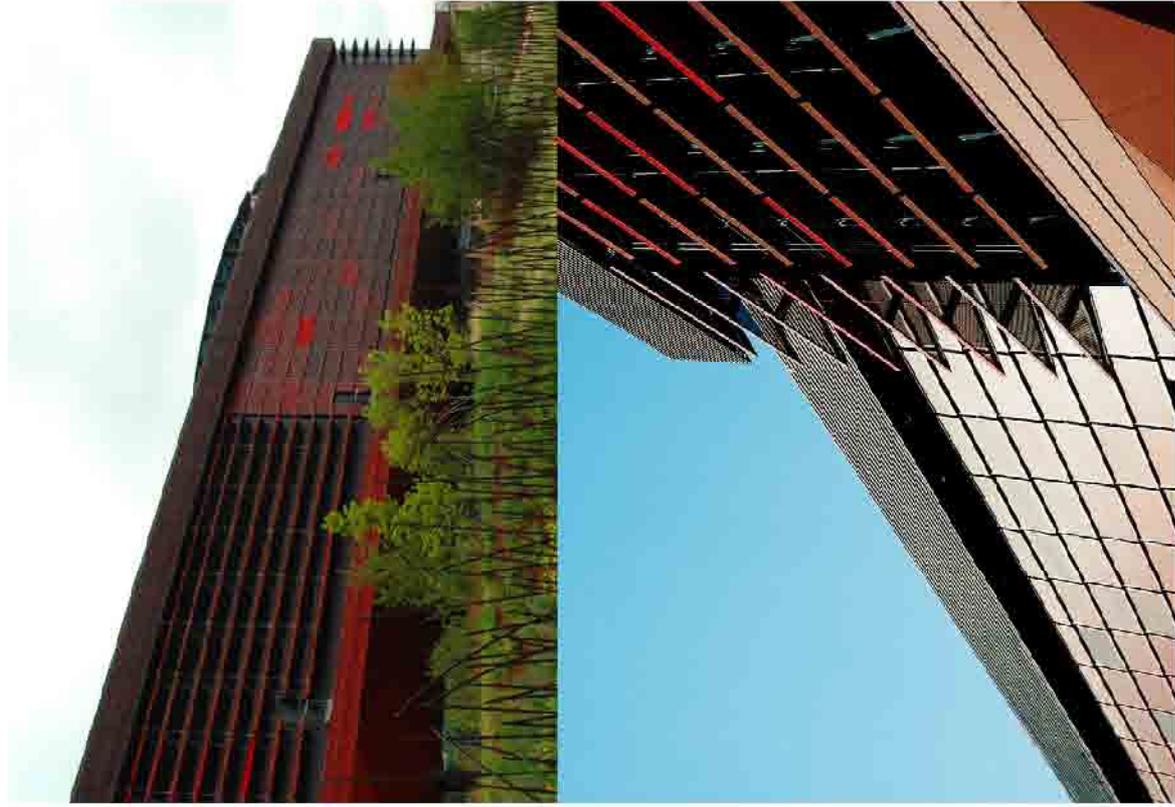
Fernandez-Galliano Luis, a cura di, *Herzog & de Meuron 1978-2007*, Arquitectura Viva, Madrid, 2007, pp. 138-143.
AA.VV. *Herzog & de Meuron 1998-2002*, n. 109-110, El Croquis, Madrid, 2002.

AMBITO CROMATICO

INTEGRAZIONE CON L'INVOLUCRO

colore		colore		tessitura					
	dominante: verde								
colore		colore		materiali					
	dominante: grigio								
colore		colore		combinazione cromatica					
	dominante: verde								
colore		colore		ambiente					
	dominante: grigio								

sistema				collocazione				componenti					materiali					
	frangisole	imposte	tende		sull'infisso	sulle strutture portanti	su struttura indipendente		ante a rotazione	ante scorrevoli	ante ripiegabili	schermo avvolgibile		legno	metallo	tessuto metallico	materie plastiche	vetro
superficie schermata																		
	piccola	media	grande															



Luogo: Parigi (F)
 Inaugurazione: 2006
 Progettista: Jean Nouvel
 Tipo di intervento: nuovo
 Destinazione d'uso: servizi pubblici (museo)
 Contesto: zona parzialmente edificata
 Sistema di schermatura: frangisole

descrizione generale

Il complesso è situato in un lotto lungo le rive della Senna, nei pressi della Torre Eiffel ed è completamente immerso in un giardino. Si tratta di un volume complesso generato dall'unione di corpi diversi contenenti diverse funzioni. Il corpo principale dell'edificio è separato dallo spazio urbano da un'alta parete di vetro serigrafata. Il complesso ha una struttura polimorfa che raccoglie quattro edifici disposti su un'area di 30.000mq. Si tratta del Branly, l'Auvent, il Museo e l'edificio su Rue de l'Université. Gli edifici Branly e Auvent contengono gli uffici, quello su Rue de l'Université la libreria e la biblioteca mentre il Museo si erge sollevato da terra sopra un vasto paesaggio vegetale. La galleria sospesa è lunga 210 metri.

l'involucro

L'involucro del Museo è caratterizzato da due fronti diversi. La facciata Nord è composta da 29 scatole in metallo pre-verniciate di colori diversi: dai rossi, al bruno fino al grigio. La parte vetrata è schermata da un film adesivo che riproduce un ambiente verdeggianti e da doghe in legno poste in diagonale. La facciata a Sud, quando i pannelli frangisole sono chiusi, è completamente in metallo. Si tratta di pannelli in lamiera forata colorati in toni che vanno dal rosso acceso, al bruno con qualche pannello bianco.

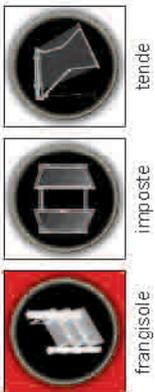
le schermature

I pannelli di schermatura sono costituiti da elementi scatolari in lamiera metallica forata. Quando sono completamente chiusi costituiscono di fatto una vera parete esterna anche se i fori fanno passare una quantità minima di luce che irradia la galleria espositiva. La facciata "chiusa" assume un aspetto dinamico grazie all'uso degli accostamenti cromatici. Nouvel, seppure utilizzando toni di rosso e bruno piuttosto affini, riesce ad ottenere una pelle contraddistinta da un alternanza di cluster colorati. La dinamicità della facciata aumenta quando i pannelli frangisole si aprono per fare entrare più luce nella galleria museale.

fonti bibliografiche

Casamonti Marco, *Jean Nouvel*, Motta Architettura, Milano, 2008, pp. 60-63.
 Gasparini Katia, "Un Museo su Trampoli" in Zennaro Pietro, a cura di, *Scenari del Costruire*, Iperedizioni, Verona, 2007, pp. 57-73.

sistema



frangisole imposte tende

collocazione



sull'infilso sulle strutture portanti su struttura indipendente

piano di lavoro



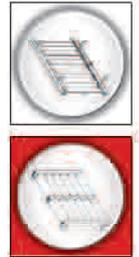
verticale orizzontale inclinato

componenti



pale doghe lame lamelle

disposizione



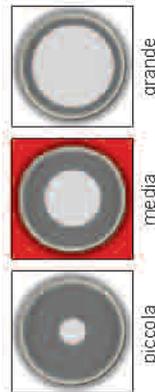
orizzontale verticale

materiali



laterizio legno metallo celle fotovoltaiche

superficie schemata



piccola media grande

INTEGRAZIONE CON L'INVOLUCRO



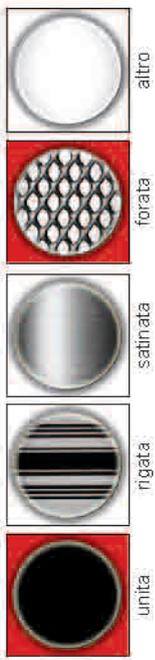
SCHERMATURE

colore



dominante: rosso

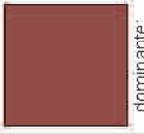
tessitura



unita rigata satinata forata altro

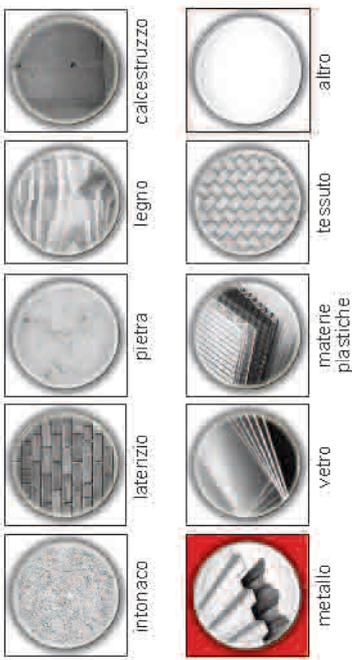
CHIUSURA VERTICALE

colore



dominante: rosso

materiali



intonaco laterizio pietra calcestruzzo metallo vetro materie plastiche tessuto altro

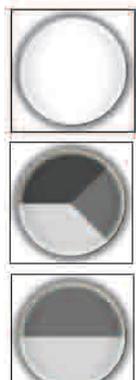
INVOLUCRO

colori



dominante: rosso

combinazione cromatica



scala di grigi monocromia 3 colori

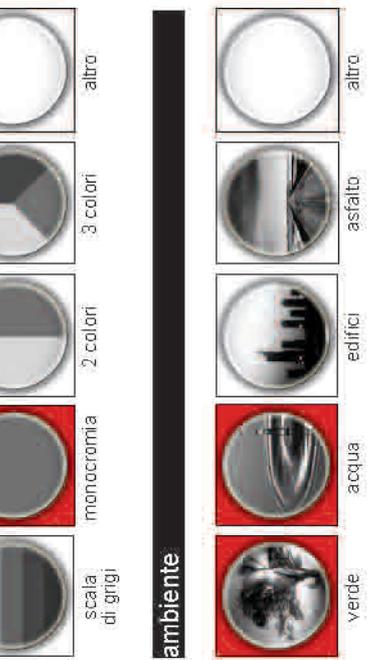
CONTESTO

colore



dominante: verde

ambiente



verde acqua edifici asfalto altro



Luogo: Berlino (D), Potsdamer

Inaugurazione: 1999

Progettista: Richard Rogers

Tipo di intervento: nuovo

Destinazione d'uso: direzionale/commerciale/residenziale

Contesto: zona di nuova edificazione

Sistema di schermatura: tende

descrizione generale

L'edificio fa parte della ricostruzione del devastato quartiere di Potsdamer operata verso la fine degli anni Novanta del Novecento su programma di Renzo Piano. Occupa complessivamente un'area di 57.800mq e consta di tre blocchi separati che contengono tre funzioni diverse: uffici, negozi e residenze. Il prospetto principale sulla Linkstrasse si pone in contrasto con gli edifici limitrofi. La composizione di Rogers è complessa, è un accorpamento di forme molto diverse, dal prisma al cilindro ad una struttura a terrazze. A caratterizzare l'edificio sono il grande cilindro in vetro con frangi-sole gialli e la corte interna vetrata con le scale mobili che racchiude uno spazio ricco di luce e riflessi.

l'involucro

Il prospetto principale sulla Linkstrasse mette in evidenza le forme diverse dei tre volumi. I materiali utilizzati sono soprattutto il vetro degli infissi e l'acciaio dei pilastri e della grande copertura. Le parti opache della facciata sono tamponate con pannelli di alluminio di colore grigio-argento e da un sistema di tavelle in laterizio montate a secco. Queste ultime rivestono anche le lunghe fasce marcapiano. L'intradosso della copertura è rivestito in alluminio e si piega leggermente verso l'alto.

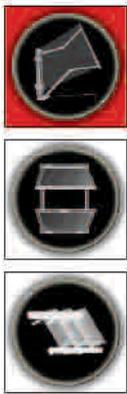
le schermature

Le schermature solari che proteggono le vetrate degli uffici e le parti residenziali sono costituite da tende a caduta con braccetti a spinta. Le tende di colore giallo, come i bracci-sole del corpo cilindrico di facciata, sono dimensionate in base ai moduli degli infissi. Esse possono essere utilizzate in posizione verticale e successivamente essere spinte verso l'esterno con angolazione di quarantacinque gradi. I rulli avvolgitori sono posti in facciata, all'interno di tubolari metallici verniciati dello stesso colore delle strutture. Si integrano quindi perfettamente con l'incrocio degli elementi verticali e orizzontali degli infissi.

fonti bibliografiche

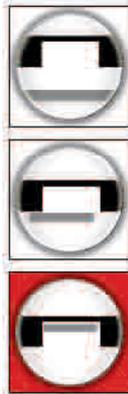
Torday Robert, a cura di, *Richard Rogers*, Loft, Barcellona, 2007, pp. 46-49.
Powell Kenneth, *Richard Rogers Partnership*, Phaidon, Londra, 2001.

sistema



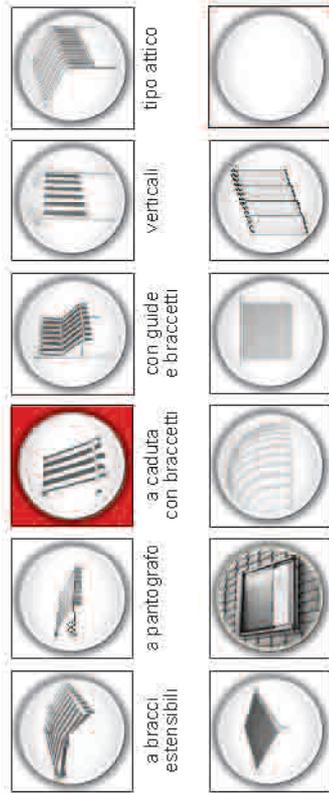
frangisole
imposte
tende

collocazione



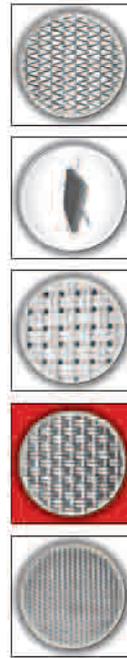
sull'infisso
sulle strutture
portanti
su struttura
indipendente

componenti



a bracci
estensibili
a panto grafo
a caduta
con braccetti
con guide
e braccetti
verticali
tipo veranda
per lucernari
a cappottina
a pacchetto
scorrevoli
tipo attico
altro

materiali



tessuto
acrilico
tessuto
spalmato
tessuto
filtrante
tessuto
precontraint
tessuto
metallico

superficie schermata



piccola
media
grande



AMBITO CROMATICO

SCHERMATURE

colore



dominante:
giallo

tessitura



unita



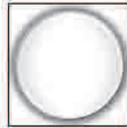
rigata



satinata



forata



altro

colore



dominante:
rosso

materiali



intonaco

laterizio

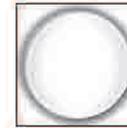
pietra

legno

calcestruzzo



metallo



vetro

materie
plastiche

tessuto

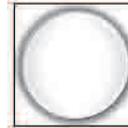
altro

INVOLUCRO

colori



ESTERNO



scala
di grigi

monocromia

2 colori

3 colori

altro



INTERNO



scala
di grigi

monocromia

2 colori

3 colori

altro

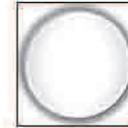
CONTESTO

colore



dominante:
rosso

ambiente



verde

acqua

edifici

asfalto

altro

SCHERMATURE

TAVOLA SINOTTICA DEI CASI STUDIO ANALIZZATI

Progetto				Tipo di schematura					Integrazione con l'involucro					Contesto				
Nome Progetto, progettista	Anno	Luogo	Tipo di intervento	Destinazione e d'uso	Contesto (Zona)	Sistema	Collocazione	Componenti	Materiali	Superficie schermata	Colore	Tessitura	Chiusura verticale	Colore Esterno	Combinazioni e cromatica	Colore Interno	Combinazione cromatica	Colore Ambientale
Helvetia Paria Headquarters, Herzog & de Meuron	2002	St. Gallen, CH	Nuovo	direzionale	B	Tende	infisso	verticali	Tessuto filtrante	grande	nero	unita	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde
Fini Hofe, Herzog & de Meuron	2003	Moracco, D	Ristrutturazione	commerciale	A	Imposte	strutture	anteri/ripiegabili	Metallo	grande	verde	forata	Metallo	verde	uno	verde	uno	edifici
Appartamenti in Rue de Suisse, Herzog & de Meuron	2000	Parigi, F	Nuovo	residenziale	A	Imposte	strutture	anteri/ripiegabili	Metallo	grande	grigio	forata	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	edifici
Rockie Pharma Research Institute Building, Herzog & de Meuron	2000	Basilea, CH	Nuovo	terziario	B	Tende	strutture	verticali	Tessuto filtrante	grande	bianco	unita	Metallo	bianco	grigi	bianco	grigi	edifici
Paul Klee Zentrum, Renzo Piano	2005	Berna, CH	Nuovo	servizi pubblici	F	Tende	indipendente	con guide e braccetti	Tessuto precontaint	grande	grigio	unita	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde
Che Internationale, Renzo Piano	1986	Lione, F	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lame	vetro	grande	arancio	satinata	Laterubio	arancio	uno	bianco	altro	edifici
Lingotto Factory Conversion, Renzo Piano	2002	Torino, IT	Ristrutturazione	direzionale	B	Tende	infisso	verticali	Tessuto acrilico	media	bianco	unita	Calcestruzzo	bianco	grigi	bianco	grigi	verde
Il Sole 24 Ore Headquarters, Renzo Piano	2004	Milano, IT	Nuovo	direzionale	C	Tende	infisso	verticali	Tessuto precontaint	media	verde	unita	Laterubio	arancio	due	verde	uno	edifici
Auditorium Paganini, Renzo Piano	2001	Parma, IT	Nuovo	servizi pubblici	F	Tende	infisso	verticali	Tessuto precontaint	piccola	giallo	unita	Laterubio	giallo	uno	grigio	grigi	verde
La Rocca Winery, Renzo Piano	2007	Savignano, IT	Nuovo	agricola	E	Tende	infisso	verticali	Tessuto precontaint	piccola	rosso	unita	Laterubio	rosso	uno	bianco	uno	verde
Credito Industriale Sardo, Renzo Piano	1992	Cagliari, IT	Nuovo	direzionale	B	Tende	strutture	verticali	Tessuto acrilico	piccola	grigio	unita	Calcestruzzo	grigio	due	verde	uno	edifici
Pobedaner Platz, Renzo Piano	2000	Berlino, D	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	strutture	lame	vetro	media	arancio	satinata	Laterubio	arancio	uno	bianco	altro	edifici
Hot Silver Plaza America (Jaan Nouvel)	2005	Madrid, E	Ristrutturazione	residenziale	B	Tende	strutture	a caduta con braccetti	Tessuto precontaint	grande	bianco	unita	Pietra	altro	altro	altro	altro	edifici
Fondation Carrel, Jean Nouvel	2000	Parigi, F	Nuovo	direzionale	B	Tende	infisso	verticali	Tessuto precontaint	media	grigio	unita	vetro	grigio	grigi	grigio	grigi	verde
Torre Agbar, Jean Nouvel	2004	Barcellona, E	Nuovo	terziario	C	Frangisole	strutture	lame	vetro	grande	altro	satinata	Metallo	altro	due	grigio	grigi	edifici
Danish Radio Concert Hall, Jean Nouvel	2009	Copenaghen, DK	Nuovo	servizi pubblici	F	Tende	strutture	pacchetto	Tessuto filtrante	piccola	blu	forata	Tessuto	blu	uno	blu	uno	asfalto
Euraille Le Conquistador, Jean Nouvel	1995	Lille, F	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	infisso	lame	vetro	media	altro	satinata	vetro	altro	altro	altro	altro	edifici
Hotel des Thermes, Jean Nouvel	1992	Dax, F	Nuovo	residenziale	C	Imposte	strutture	anteri/ripiegabili	Legno	grande	bruno	unita	vetro	bruno	uno	bruno	uno	edifici
Qui Branly Museum, Jean Nouvel	2006	Parigi, F	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lame	Metallo	grande	rosso	forata	Metallo	rosso	uno	rosso	uno	verde
Geock Housing Center, Massimiliano Fuksas	2000	Rimini, IT	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	bracciestensibili	Tessuto filtrante	piccola	bianco	unita	vetro	verde	due	bianco	uno	edifici
ILOT Cantagrel, Massimiliano Fuksas	1997	Parigi, F	Ristrutturazione	residenziale	B	Tende	strutture	verticali	Tessuto filtrante	media	arancio	unita	Laterubio	arancio	due	arancio	uno	edifici
ALSTERLEET, Massimiliano Fuksas	1997	Amburgo, D	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	verticali	Tessuto filtrante	piccola	bianco	unita	Laterubio	bruno	uno	bianco	uno	acqua
SIEEB Energy Efficient Building, Mario Cucinella	2006	Pechino, China	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lame	vetro	media	azzurro	satinata	vetro	azzurro	uno	azzurro	uno	edifici
Unifair Headquarters, Mario Cucinella	2004	Padova, IT	Nuovo	produttiva	D	Tende	strutture	verticali	Tessuto precontaint	media	grigio	unita	Calcestruzzo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde
Carree d'Art, Norman Foster	1993	Nimes, F	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	pale	Metallo	media	bianco	unita	vetro	bianco	uno	bianco	uno	edifici
Bexley Business Academy, Norman Foster	2003	Londra, UK	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	pale	Metallo	grande	grigio	unita	Metallo	grigio	uno	grigio	uno	verde
Dianogly City Academy, Norman Foster	2005	Nottingham, UK	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	doghe	Metallo	media	bianco	unita	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde
Duisburg Housing, Norman Foster	2001	Duisburg, D	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	a caduta con braccetti	Tessuto filtrante	media	grigio	unita	Calcestruzzo	grigio	grigi	bianco	uno	acqua
De la Botte, 3XN	2005	Copenaghen, DK	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	strutture	doghe	Legno	grande	giallo	unita	vetro	giallo	uno	giallo	uno	asfalto
Sampsonson, 3XN	2003	Hellerup, DK	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	strutture	lame	Metallo	grande	grigio	forata	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	asfalto
Kroymjlland Savings Bank, 3XN	2002	Randers, DK	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	infisso	lame	vetro	grande	bianco	satinata	vetro	bianco	uno	bianco	uno	verde
Ambasciata Danese a Berlino, 3XN	1999	Berlino, D	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	indipendente	pale	Metallo	media	verde	unita	Metallo	verde	uno	verde	uno	verde
FIH Domitale, 3XN	2002	Copenaghen, DK	Nuovo	residenziale	C	Imposte	strutture	anteri/ripiegabili	Legno	media	bianco	unita	Legno	bruno	uno	bruno	uno	acqua
Pharmacological Research, Sauebruch & Hutton	2002	Bierach, D	Nuovo	terziario	C	Frangisole	strutture	lame	vetro	grande	altro	satinata	vetro	altro	altro	altro	altro	edifici
Fire and police station, Sauebruch & Hutton	2004	Berlino, D	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	infisso	lame	vetro	grande	altro	satinata	vetro	altro	altro	altro	altro	edifici
GSW Headquarters, Sauebruch & Hutton	1999	Berlino, D	Nuovo	direzionale	B	Frangisole	strutture	lame	Metallo	grande	rosso	forata	vetro	rosso	altro	bianco	uno	edifici

Progetto		Tipo di schermatura										Integrazione con l'involucro				Contesto				
NOME PROGETTO, progettista e d'uso	Anno	Luogo	Tipo di intervento	Destinazione e d'uso	Contesto (Zona)	Sistema	Collocazione	Componenti	Materiali	Superficie schermata	Colore	Tessitura	Chiusura verticale	Materiali	Colore Esterno	Combinazioni e cromatiche	Colore Interno	Combinazioni e cromatiche	Colore	Ambiente
37	Integra HJ, AGFS architecture	Wallisellen, CH	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	strutture	lamelle	Metallo	media	grigio	satinata	azzurro	verro	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	asfalto
38	Hohenbühlstrasse, AGFS architecture	Zurigo, CH	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	scorrevoli	tessuto metallico	grande	grigio	forata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	edifici
39	Chiswick Park, Richard Rogers	Londra, UK	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	Indipendente	pale	Metallo	media	grigio	satinata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
40	Daimler Chrysler Office and Retail, Richard Rogers	Berlino, D	Nuovo	direzionale	C	Tende	strutture	a caduta con braccioli	Tessuto filtrante	piccola	giallo	unita	arancio	Laterizio	arancio	due	giallo	uno	grigio	edifici
41	European Court of Human Rights, Richard Rogers	Strasburgo, F	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lamelle	Metallo	media	grigio	satinata	grigio	Calcestruzzo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
42	Kabuki Cho, Richard Rogers	Tokyo, Giappone	Nuovo	direzionale	C	Tende	infisso	verticali	Tessuto filtrante	grande	grigio	unita	verde	verro	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	edifici
43	Lloyd's Register, Richard Rogers	Londra, UK	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	strutture	pale	Metallo	media	grigio	satinata	grigio	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	edifici
44	Aeroporto Internazionale di Maraglia, Richard Rogers	Maraglia, F	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	pale	Metallo	piccola	grigio	satinata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	asfalto
45	Terminal 5 Heathrow Airport, Richard Rogers	Londra, UK	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	pale	Metallo	grande	grigio	satinata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	asfalto
46	Thames Wharf Studios, Richard Rogers	Londra, UK	Nuovo	terziario	B	Tende	strutture	verticali	Tessuto acrilico	media	verde	unita	buono	Laterizio	verde	due	verde	uno	grigio	edifici
47	Anne Frank House, Benithem B. Crouwel	Amsterdam, NL	Ristrutturazione	servizi pubblici	A	Frangisole	strutture	lamelle	Metallo	piccola	grigio	satinata	buono	Laterizio	buono	uno	grigio	grigi	grigio	edifici
48	De Pont Museum, Benithem B. Crouwel	Tilburg, NL	Nuovo	servizi pubblici	F	Imposte	Indipendente	ante ripiegabili	Metallo	piccola	bianco	unita	buono	Laterizio	buono	uno	bianco	uno	grigio	edifici
49	Penhouse Las Palmas, Benithem B. Crouwel	Rotterdam, NL	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	strutture	pale	Metallo	grande	grigio	satinata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	edifici
50	Reeweg Curators House, Benithem B. Crouwel	Rotterdam, NL	Nuovo	residenziale	C	Tende	infisso	a caduta con braccioli	Tessuto acrilico	piccola	grigio	unita	grigio	Calcestruzzo	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	asfalto
51	House, Benithem B. Crouwel	Almere, NL	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	strutture	lamelle	Metallo	grande	grigio	satinata	verde	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
52	House, Benithem B. Crouwel	Breda, NL	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	strutture	lamelle	Metallo	media	grigio	satinata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
53	Aeroporto di Zurigo, Nicholas Grimshaw	Zurigo, CH	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	infisso	lame	Metallo	grande	grigio	satinata	grigio	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	asfalto
54	KPMG Headquarters, Kobie Drelich, Nicholas Grimshaw	Berlino, D	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	strutture	lame	verro	grande	azzurro	satinata	grigio	Metallo	azzurro	uno	azzurro	uno	grigio	edifici
55	Ludwig Erhard Haus, Nicholas Grimshaw	Berlino, D	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	infisso	lame	verro	piccola	verde	satinata	verde	Verro	verde	uno	verde	uno	grigio	edifici
56	Millie Inman Point, Nicholas Grimshaw	Birmingham, UK	Nuovo	con mercabile	C	Frangisole	Indipendente	lame	laterizio	grande	arancio	unita	grigio	Metallo	arancio	uno	arancio	uno	rosso	edifici
57	UCL Cancer Institute, Paul O'Gorman Building, Nicholas Grimshaw	Londra, UK	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lame	laterizio	grande	arancio	unita	grigio	Verro	arancio	uno	arancio	uno	grigio	edifici
58	Grand Union Walk Housing (Regent's canal), Nicholas Grimshaw	Londra, UK	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	infisso	lamelle	Metallo	piccola	grigio	satinata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	acqua
59	Municipio di Eindhoven, C&E	Eindhoven, NL	Nuovo	servizi pubblici	F	Tende	infisso	verticali	Tessuto filtrante	media	bianco	unita	buono	Laterizio	buono	uno	bianco	uno	grigio	edifici
60	Jakob-Kaiser-Haus, C&E	Berlino, D	Ristrutturazione	terziario	A	Frangisole	infisso	lame	onle fotovoltaiche	piccola	blu	satinata	blu	Verro	blu	uno	blu	uno	grigio	edifici
61	De Wijk, C&E	Tilburg, NL	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	braccierestabili	Tessuto acrilico	piccola	blu	rigata	buono	Laterizio	buono	uno	blu	uno	bruno	edifici
62	De Ruyle, C&E	Rotterdam, NL	Nuovo	direzionale	C	Tende	infisso	verticali	Tessuto filtrante	piccola	bianco	unita	buono	Laterizio	buono	uno	bianco	uno	bruno	edifici
63	Deifts Bus, C&E	Deift, NL	Nuovo	residenziale	C	Imposte	strutture	ante scorrevoli	Metallo	grande	grigio	unita	buono	Laterizio	grigio	grigi	grigio	grigi	bruno	edifici
64	Stachthausgasse, Coop Himmelb(l)au	Vienna, A	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	strutture	lamelle	Metallo	piccola	grigio	satinata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	edifici
65	Fachhochschule Salzburg-Uriate, Klaus Kada	Salzburgo, A	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	pale	Metallo	media	grigio	satinata	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
66	EURAC, Accademia Europea, Klaus Kada	Bolzano, IT	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	pale	Metallo	piccola	grigio	satinata	verde	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	rosso	edifici
67	Jubilee Campus University of Nottingham, Michael Hopkins	Nottingham, UK	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	pale	Metallo	piccola	grigio	satinata	buono	legno	buono	uno	grigio	grigi	bruno	edifici
68	Schlumberger Cambridge Research Centre, Michael Hopkins	Cambridge, UK	Nuovo	terziario	C	Frangisole	strutture	lamelle	Metallo	media	grigio	unita	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
69	New Square, Bedford Lakes, Michael Hopkins	Londra, UK	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	infisso	lamelle	Metallo	media	grigio	unita	grigio	Metallo	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
70	GEK Group Headquarters, Michael Hopkins	Athene, GR	Nuovo	direzionale	B	Frangisole	strutture	pale	Metallo	piccola	grigio	satinata	grigio	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	edifici
71	Saga Group Headquarters, Michael Hopkins	Folkestone, UK	Nuovo	direzionale	C	Tende	strutture	con guide e braccioli	Tessuto acrilico	piccola	giallo	unita	grigio	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
72	Solid State Logic, Michael Hopkins	Berkshire, Oxford, UK	Nuovo	direzionale	C	Frangisole	strutture	lamelle	Metallo	grande	grigio	satinata	grigio	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	verde	verde
73	Changi International Airport - Terminal 3, SOM	Changi, Singapore	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lame	Metallo	media	grigio	forata	grigio	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	asfalto
74	Changi International Airport - Rail Terminal, SOM	Changi, Singapore	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	pale	Metallo	piccola	grigio	satinata	grigio	Verro	grigio	grigi	grigio	grigi	grigio	edifici

Progetto				Tipo di schematura					Integrazione con l'Involucro				Contesto										
Nome Progetto, progettista	Anno	Luogo	Tipo di intervento	Destinazione e d'uso	Comesto (Zona)	Sistema	Collocazione	Componenti	Materiali	Superficie schemata	Colori	Tessitura	Chiusura verticale	Colori	Materiali	Colori	Materiali	Combinazioni e cromatica	Colori	Materiali	Combinazioni e cromatica	Colori	Materiali
Vignina Beach Convention Center, SOM	2007	Vignina Beach, Virginia	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	indipendente	palle	Metallo	grande	bianco	unita	chiusura verticale	bianco	vetro	bianco	uno	uno	uno	grigio	astafio		
Apollo Office Building, SOM	1997	Amsterdam, NL	Nuovo	dirizionale	C	Tende	infisso	a caduta con braccetti	Tessuto acilico	piccola	verde	unita	bianco	bianco	Pietra	uno	uno	uno	grigio	edifici			
Lenovo / Raycom Infotech Park - Building C, SOM	2004	Pechino, China	Nuovo	dirizionale	C	Frangisole	strutture	lame	vetro	media	grigio	satinata	vetro	grigio	vetro	uno	uno	uno	grigio	edifici			
Westin Grand Hotel and Office Building, SOM	1984	Washington, District of Columbia	Ristrutturazione	residenziale	B	Tende	strutture	a caduta con braccetti	Tessuto acilico	piccola	arancio	unita	bianco	bianco	Pietra	due	uno	uno	grigio	edifici			
Ivy Structure 2, Shigeru Ban	2000	Tokyo, Giappone	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	verticali	Tessuto spalmato	media	bianco	unita	bianco	bianco	Metallo	uno	uno	uno	verde	verde			
Picture Window House, Shigeru Ban	2002	Shizuoka, Giappone	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	media	grigio	satinata	bianco	bianco	Metallo	uno	uno	grigi	verde	verde			
Silher Housing, Diller & Scofidio	2000	Gifu, Giappone	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	strutture	lame	Metallo	media	grigio	unita	grigio	grigio	Metallo	grigi	grigi	grigi	grigio	edifici			
Hotel Beaumont, David Chipperfield	2005	Maasticht, NL	Restaurazione	residenziale	A	Tende	strutture	a cappottina	Tessuto spalmato	piccola	bianco	unita	bianco	bianco	Pietra	uno	uno	uno	grigio	edifici			
St. Benno Gymnasium, Behnisch & Partners	1996	Dresda, D	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	media	grigio	satinata	altro	altro	Insonaco	due	grigi	grigi	verde	verde			
VS Vereinigte Spezialabteilungen, Behnisch & Partners	1998	Traubritschheim, D	Nuovo	produttiva	D	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	grande	grigio	satinata	grigio	grigio	Metallo	grigi	grigi	grigi	verde	verde			
Museum der Phantasie, Behnisch & Partners	2001	Bermerodam, Storbirger See, D	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	piccola	grigio	satinata	bruno	bruno	Legno	uno	uno	grigi	verde	verde			
New Administration Building of Entory AG, Behnisch & Partners	2002	Ettlingen, D	Nuovo	dirizionale	C	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	piccola	grigio	satinata	grigio	grigio	Metallo	grigi	grigi	grigi	grigio	astafio			
Central Administration building for the State Clearing Bank, Now BBW, Behnisch & Partners	1997	Stoccarda, D	Nuovo	dirizionale	C	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	piccola	grigio	satinata	vetro	grigio	vetro	grigi	grigi	grigi	grigio	edifici			
North Germany State Clearing Bank, Behnisch & Partners	2002	Hannover, D	Nuovo	dirizionale	A	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	grande	grigio	satinata	vetro	grigio	vetro	grigi	grigi	grigi	grigio	edifici			
Technology Building for the Technical University of Ilmenau, Behnisch & Partners	2002	Ilmenau, D	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	media	grigio	satinata	vetro	grigio	vetro	uno	uno	grigi	blu	acqua			
LVA State Insurance Agency Schleswig - Holstein, Behnisch & Partners	1997	Lubecca, D	Nuovo	dirizionale	C	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	media	grigio	satinata	Metallo	grigio	Metallo	grigi	grigi	grigi	verde	verde			
Heglarwarding Housing, EM2N	2003	Zurigo, CH	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	verticali	Tessuto filtrante	media	verde	altro	grigio	grigio	Insonaco	uno	uno	uno	verde	astafio			
Academienhofen Fl, Meck Architekten	2000	Moracco, D	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	verticali	Tessuto filtrante	media	arancio	unita	grigio	grigio	Metallo	uno	uno	uno	verde	verde			
Villa old oaks, Ofte Arkitekti	2008	Lubiana, SLO	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	strutture	doghe	Legno	piccola	arancio	unita	arancio	arancio	Legno	uno	uno	uno	verde	verde			
Apartments on the coast, Ofte Arkitekti	2005	Isola, SLO	Nuovo	residenziale	C	Tende	strutture	verticali	Tessuto filtrante	media	altro	unita	grigio	grigio	Insonaco	altro	altro	altro	verde	verde			
Housing block 16 v 68, Ofte Arkitekti	2000	Lubiana, SLO	Nuovo	residenziale	C	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	media	grigio	satinata	nero	grigio	Metallo	grigi	grigi	grigi	verde	verde			
Penthouses, De Mautius, Archipelontwerpers	2005	L'Ala, NL	Nuovo	residenziale	B	Frangisole	strutture	doghe	Legno	piccola	giallo	unita	grigio	grigio	Metallo	uno	uno	uno	grigio	edifici			
Hotel Patis, Dominique Perault	2005	l'Inebuck, A	Nuovo	residenziale	A	Imposte	infisso	ante-screevoli	Tessuto metalico	grande	bruno	forata	verde	bruno	Vetro	due	bruno	uno	grigio	edifici			
Clinical Molecular Biological Institute, University Buildings Office, Erlangen, Mr. Prag	2000	Erlangen, D	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lame	celle fotovoltaiche	media	blu	calgiate	grigio	blu	Metallo	uno	uno	uno	verde	verde			
Social Housing, Charter & Corbasson	2008	Paigi, F	Ristrutturazione	residenziale	A	Imposte	strutture	ante-screevoli	Metallo	media	bruno	forata	bianco	bruno	Insonaco	uno	uno	uno	grigio	edifici			
Carabachei Social Housing, F.O.A.	2007	Madrid, E	Nuovo	residenziale	C	Imposte	strutture	ante ripiegabili	Legno	grande	giallo	altro	bianco	giallo	Vetro	uno	uno	uno	grigio	edifici			
ECAL School of Art, Benoit & Tschumi	2007	Reims, CH	Nuovo	servizi pubblici	F	Frangisole	strutture	lamele	Metallo	piccola	altro	unita	grigio	grigio	Metallo	tre	altro	tre	verde	verde			
Bayer AG, Murphy/Jahn	2002	Leverkusen, D	Nuovo	produttiva	D	Frangisole	strutture	lame	Metallo	grande	grigio	satinata	vetro	grigio	Vetro	grigi	grigi	grigi	verde	verde			
Stressmannstrasse, William Atop	1998	Berlino, D	Nuovo	dirizionale	B	Tende	infisso	verticali	Tessuto acilico	piccola	grigio	unita	azzurro	azzurro	Metallo	grigi	grigi	grigi	grigio	edifici			
Eclair Residences, Baumshlager & Ebelle	2005	Wilmthar, CH	Nuovo	residenziale	C	Imposte	strutture	ante-screevoli	vetro	grande	azzurro	satinata	azzurro	azzurro	Vetro	uno	uno	uno	grigio	edifici			
Academag Residences, Baumshlager & Ebelle	2002	St. Gallen, CH	Nuovo	residenziale	C	Imposte	strutture	ante-screevoli	vetro	media	azzurro	satinata	bianco	azzurro	Insonaco	uno	uno	uno	verde	verde			

5 RICERCA

In basso:
Città internazionale,
Lione, Renzo Piano
(da Hein.com)



5 Ricerca

5.1 L'elaborazione dei dati

Una volta raccolti tutti i dati nella tavola sinottica è stato possibile passare alla fase di elaborazione. Si è scelto di raccogliere ognuno dei parametri descritti in precedenza in un grafico a torta. Ogni grafico rappresenta in forma visuale i valori numerici (o percentuali) riferiti a tutti i casi studio esaminati in relazione ad un solo dato. Sono stati quindi elaborati i grafici per ognuno dei parametri contenuti nella scheda di analisi. Successivamente si è proceduto ad incrociare i dati più significativi in modo da ottenere ulteriori considerazioni utili all'elaborazione di un modello tipo linee guida.

Tipo di intervento

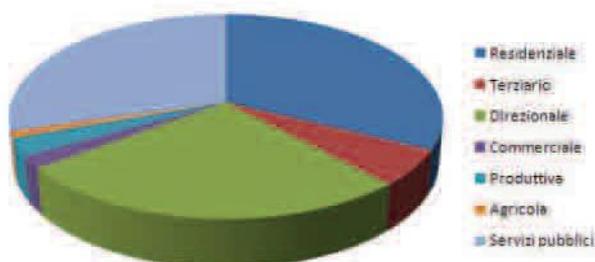
- Restauro: 0,95%
- Ristrutturazione: 7,62%
- Nuova costruzione: **91,43%**



Dai dati è evidente che la maggioranza assoluta dei casi analizzati è frutto di interventi di nuova costruzione. Da notare comunque che gli interventi di ristrutturazione, salvo specifici gradi di protezione attribuiti all'edificio, permettono anche la modifica di aperture e prospetti e quindi l'intervento con sistemi di schermatura diversi dalle tipologie tradizionalmente legate all'edilizia storica. Si potrebbe dunque affermare che nei casi di edifici privi di vincolo di forma gli interventi di ristrutturazione possano essere assimilati, per quanto riguarda le schermature, ai nuovi interventi. Come si è già accennato invece, per gli interventi di restauro è necessaria una analisi storico-stilistica sull'edificio e sul suo contesto per determinare la tipologia di schermatura più adatta. Si è ritenuto quindi di doversi concentrare maggiormente sugli interventi di nuova edificazione.

Destinazione d'uso

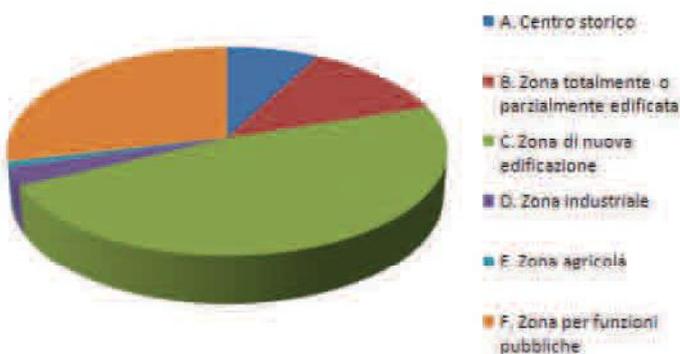
- Residenziale: **32,38%**
- Terziario, direzionale, commerciale: **34,29%**
- Servizi pubblici: **29,52%**
- Agricola e produttiva: 3,81%



I casi studio analizzati si ripartiscono abbastanza equamente in edifici residenziali, edifici adibiti al terziario ed edifici pubblici. Gli edifici di tipo agricolo e industriale sono in percentuale minima. Il campione quindi appare statisticamente ben equilibrato nelle tre categorie principali.

Contesto

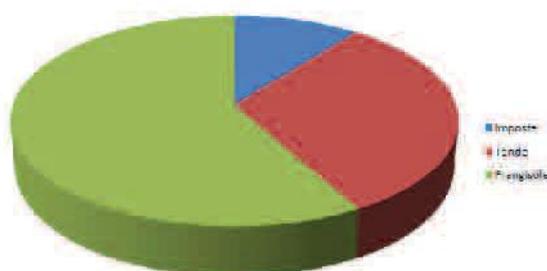
- Centro storico: 7,62%
- Zone totalmente o parzialmente edificate: 12,38%
- Zone di nuova edificazione: **47,62%**
- Zone industriali: 2,86%
- Zone agricole: 0,95%
- Zone per funzioni pubbliche: **28,57%**



La maggior parte degli interventi (maggioranza relativa), essendo di nuova costruzione e/o edifici pubblici, si situa in zone di nuova edificazione o per funzioni pubbliche. Altri interventi di restauro, ristrutturazione o nuova edificazione rientrano nelle zone dei centri storici o nelle zone parzialmente o completamente edificate. In sostanza i dati confermano tutte le rilevazioni precedenti.

Sistema

- Imposte: 10,48%
- Tende: 31,43%
- Frangisole: 58,09%



La maggioranza assoluta degli interventi analizzati adotta i frangisole come sistema schermante. Questo fatto, come si vedrà in seguito, è dovuto al gran numero di edifici con veneziane, sistema che è stato inserito nella categoria frangisole. Anche la categoria tende ha un campione significativo di edifici, mentre le imposte, in quanto sistema di schermatura dinamico ma parzialmente modulabile in relazione alle condizioni luminose, sono in netta minoranza.

a lato
Residenze
ILOT Cantargel,
M. Fuksas
(Foto © M. Fuksas)



Imposte: componenti

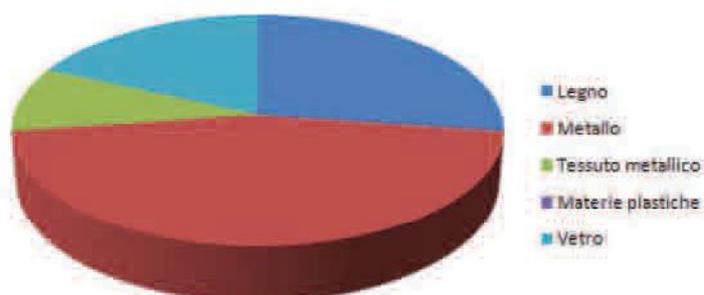
- Ante a rotazione: 0,00%
- Ante scorrevoli: **54,55%**
- Ante ripiegabili: **45,55%**
- Schermo avvolgibile (tapparelle): 0,00%



Il dato rilevato, che vede un sostanziale equilibrio tra imposte ad ante scorrevoli e imposte ad ante ripiegabili, sembra indicare una netta prevalenza di queste due tipologie in uso nell'architettura contemporanea. Non sono stati individuati interventi abbastanza recenti e importanti dove vi fosse l'uso di schermi con ante a rotazione o tapparelle.

Imposte: materiali

- Legno: 27,27%
- Metallo: **45,46%**
- Tessuto metallico: 9,09%
- Materie plastiche: 0,00%
- Vetro: 18,18%



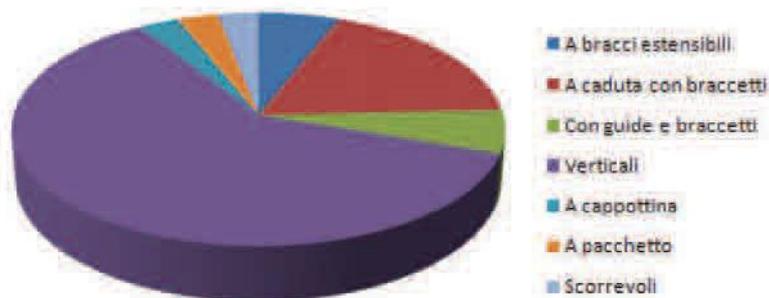


a lato:
Hegianwandweg
Housing, Zurigo,
EM2N Architects
(Foto ©EM2N)

Nella maggioranza dei casi studio analizzati, quasi il 50%, si è fatto uso di imposte in metallo. Questa tipologia sembra dunque prevalere nettamente sulle altre. Percentuali minori indicano comunque un uso corrente di imposte in legno e vetro nell'architettura contemporanea. Ancora poco utilizzate sembrano le imposte realizzate con pannelli in tessuto metallico. Non sono stati rilevati casi di imposte realizzate in plastica.

Tende: componenti

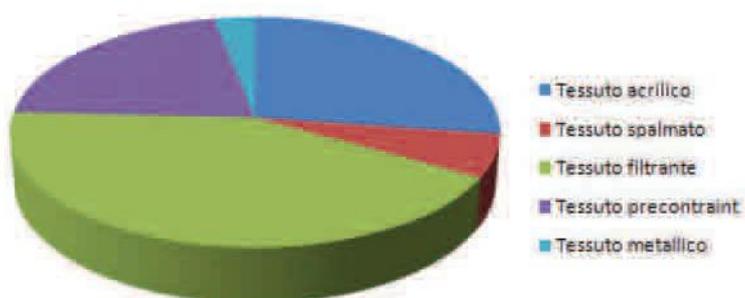
- A bracci estensibili: 6,06%
- A caduta con braccetti: 18,18%
- Con guide e braccetti: 6,06%
- Verticali: **60,61%**
- A cappottina: 3,03%
- A pacchetto: 3,03%
- Scorrevoli: 3,03%



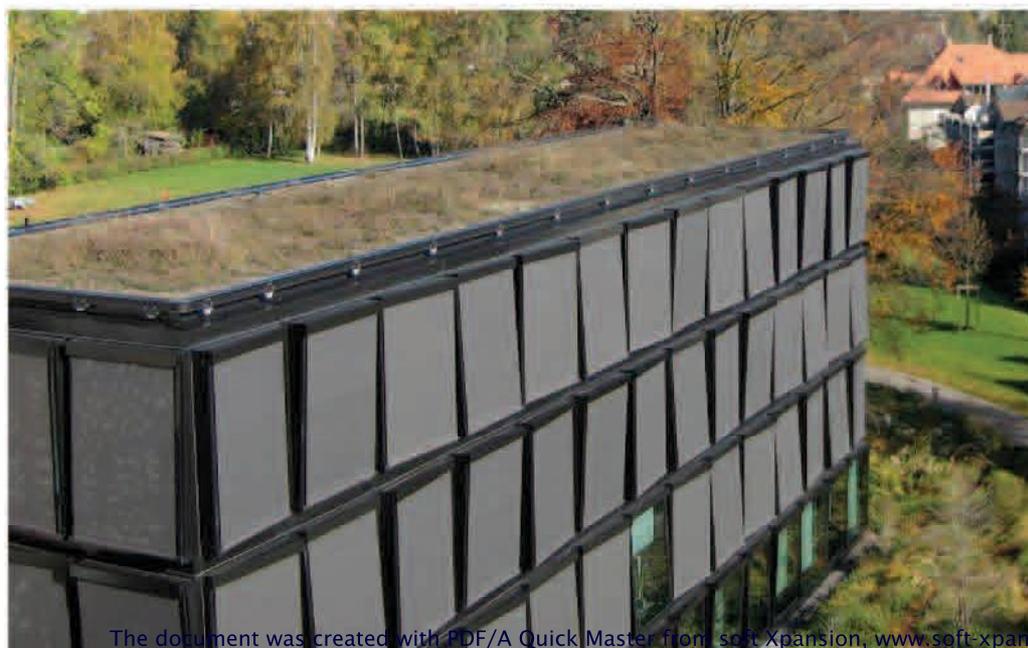
Dai dati ottenuti si evince che in architettura contemporanea la tipologia di tende maggiormente utilizzata sono le tende verticali. Questo probabilmente a causa della semplicità di forma e delle ridotte dimensioni delle componenti strutturali del sistema schemante. Nell'architettura contemporanea sembrano essere abbastanza utilizzate anche le tende a caduta con braccetti. Le altre tipologie rilevate sono in percentuali decisamente inferiori.

Tende: materiali

- Tessuto acrilico: 27,27%
- Tessuto spalmato: 6,06%
- Tessuto filtrante: 42,43%
- Tessuto precontraint: 21,21%
- Tessuto metallico: 3,03%



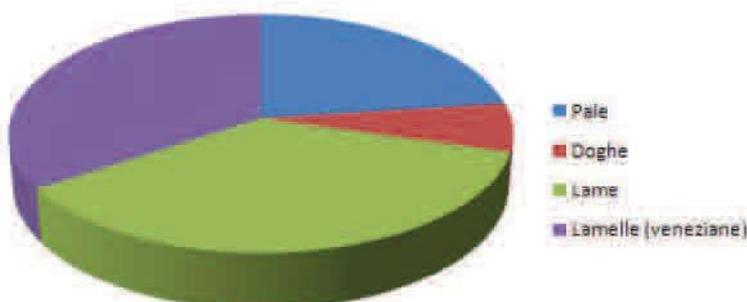
Nei casi studio analizzati sembra esservi una maggioranza di tende realizzate con tessuti screen. Va notato che da diverso tempo i tessuti screen sono ampiamente pubblicizzati presso gli studi professionali. Il costo e le prestazioni di questi tessuti si adattano ai requisiti richiesti nell'architettura contemporanea. Leggermente inferiori in percentuale ma comunque molto utilizzati sono anche i tessuti acrilici e i tessuti precontraint, che spesso sono anche spalmati. Da notare qui che i tessuti precontraint sono stati introdotti nel mercato in tempi relativamente recenti. L'uso di tessuti acrilici, molto economici e dalle basse prestazioni, sembra essere in diminuzione almeno nell'architettura contemporanea. I tessuti metallici nelle tende sono scarsamente utilizzati a causa dello spessore e della conseguente difficoltà ad avvolgere il telo.



a lato:
Helvetia Patria HQ,
 Herzog & de Meuron
 (da flickr.com)

Frangisole: componenti

- Pale: 22,95%
- Doghe: 6,56%
- Lame: **36,07%**
- Lamelle (veneziane): **34,42%**



Le tipologie maggiormente riscontrate nella ricerca sono i frangisole a lame e le veneziane. I frangisole a lame sono probabilmente i più usati per la loro conformazione. Sono costituiti infatti da un supporto metallico che regge una lama che può essere in qualsiasi materiale. L'ampia disponibilità di materiali e finiture consente dunque una gamma espressiva più vasta rispetto alle altre tipologie. Le veneziane sono un sistema frangisole efficace, relativamente economico e che ben si adatta alla protezione degli infissi di uffici e centri direzionali. Anche i frangisole a pale sono molto diffusi e sono particolarmente adatti a facciate di grandi dimensioni per la loro resistenza. I frangisole a doghe potrebbero essere in percentuale meno incidente per due motivi: il legno è un materiale meno resistente agli agenti esterni rispetto alla plastica, al vetro o ai metalli opportunamente trattati; inoltre richiede manutenzioni più frequenti. I frangisole a doghe in lamiera metallica presso-piegata sono invece meno resistenti rispetto ai frangisole a pale.

a lato:
SIEEB Pechino,
Mario Cucinella
(da flickr.com)



Frangisole: materiali

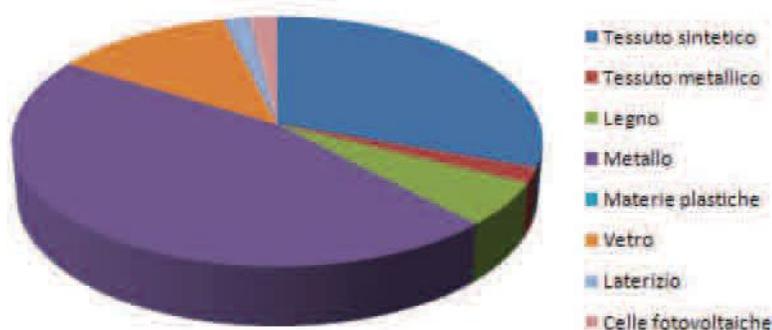
- Laterizio: 3,28%
- Legno: 4,92%
- Metallo: **70,49%**
- Vetro: 18,03%
- Celle fotovoltaiche: 3,28%
- Materie plastiche: 0,00%



Il frangisole maggiormente impiegati in architettura sembrano essere realizzati in metallo. Resistenza, ampia gamma di colori e finiture, durabilità e tradizione potrebbero essere le caratteristiche che rendono questi materiali più appetibili rispetto ad altri. I frangisole in vetro, offrendo un'ampia gamma di soluzioni espressivamente efficaci, sembrano essere in forte ascesa. E plausibile in futuro anche un aumento dei frangisole con celle fotovoltaiche incorporate così da sfruttare la protezione solare per produrre energia elettrica. Sembrano essere meno diffusi, almeno nell'ambito degli edifici analizzati, i casi di frangisole in legno e in materiali ceramici. Non sono stati rinvenuti casi studio con applicazione di frangisole in plastica.

Materiali: situazione complessiva

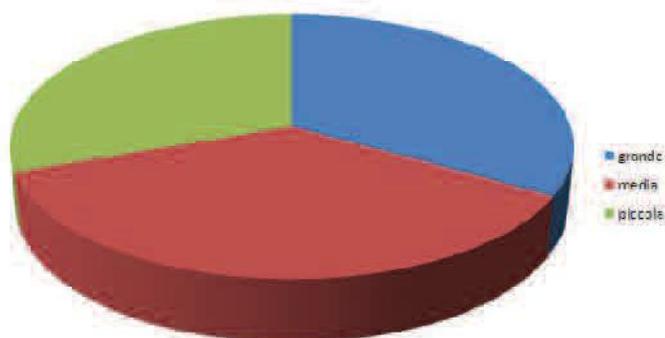
- Tessuto sintetico: **30,48%**
- Tessuto metallico: 1,90%
- Legno: 5,72%
- Metallo: **45,72%**
- Materie plastiche: 0,00%
- Vetro: 12,38%
- Laterizio: 1,90%
- Celle fotovoltaiche: 1,90%



L'analisi del quadro complessivo dei materiali utilizzati per la realizzazione di sistemi schermanti riflette in buona parte la divisione nelle tre categorie iniziali. La percentuale di schermature in tessuto sintetico coincide grossomodo con la categoria delle tende, quindi un 30% del totale. La maggior parte dei casi analizzati (oltre il 45%) presenta schermature in metallo, decisamente prevalenti sia nella categoria imposte che nella categoria frangisole. Complessivamente in ascesa sembra essere l'utilizzo di schermature in vetro (oltre il 12%) mentre gli altri materiali sono stati riscontrati in percentuali decisamente inferiori.

Superficie schermata

- Piccola ($x \leq 30\%$): 30,48%
- Media ($30\% < x < 80\%$): 36,19%
- Grande ($x \geq 80\%$): 33,33%

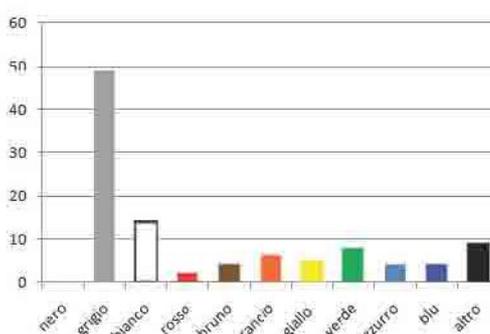


Le superfici schermate dei prospetti presi in esame sembrano dividersi equamente nelle tre dimensioni individuate. Questo fattore è probabilmente legato alla dimensione delle chiusure esterne trasparenti. In tale caso la gamma di casi studio considerati

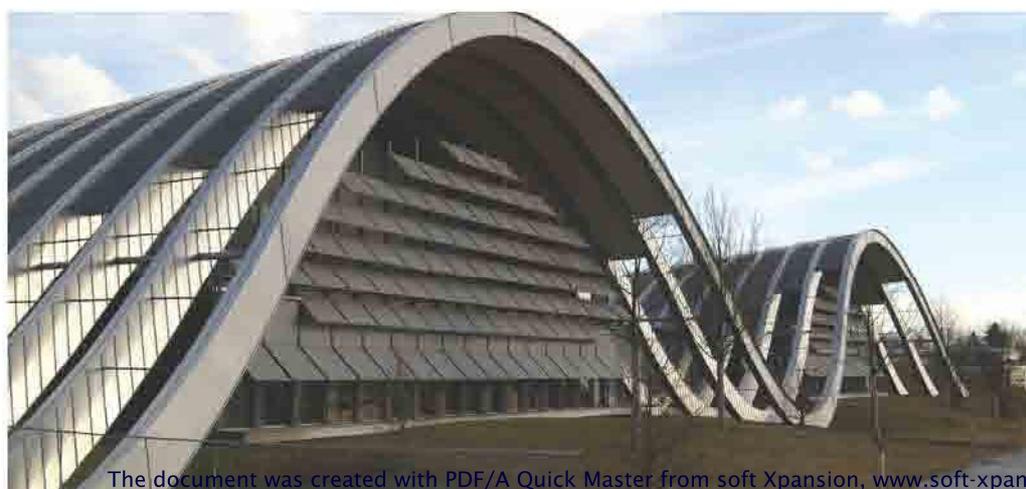
sembra presentare tipologie di facciata equamente distribuite nei rapporti tra superficie opaca e trasparente.

Colore della schermatura

- Nero: 0,00%
- Grigio: **46,67%**
- Bianco: **13,33%**
- Rosso: 1,90%
- Bruno: 3,81%
- Arancio: **5,71%**
- Giallo: 4,76%
- Verde: **7,63%**
- Azzurro: 3,81%
- Blu: 3,81%
- Altro: **8,57%**



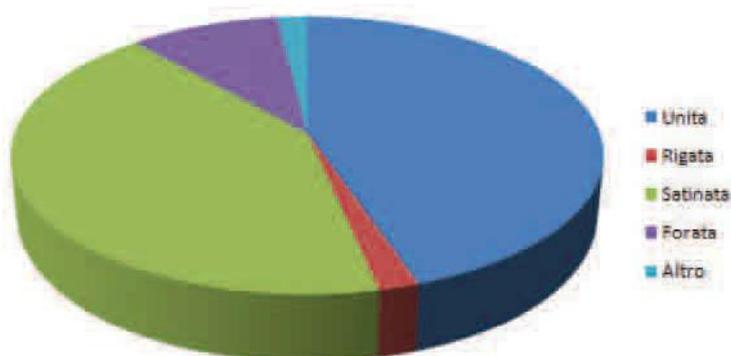
Nelle schermature dei casi studio analizzati sembrano prevalere nettamente i toni di grigio. Questo fatto è probabilmente dovuto alla numerosissima presenza di schermature in metallo ed in particolare in alluminio e acciaio inossidabile che presentano principalmente colorazioni bianco-argentee. In svariati casi analizzati erano presenti anche tende di colore grigio. Fra tutti la Fondation Cartier di Nouvel, gli Helvetia Patria Headquarters di Herzog & de Meuron o il Paul Klee Zentrum di Renzo Piano. E' comunque significativo il dato relativo al bianco, colore con il quale si tende a smaltare o verniciare il metallo stesso, ma colore piuttosto diffuso anche nelle tende da sole, basti pensare ai lavori di Shigeru Ban. A seguire in percentuali via via inferiori il verde, colore molto diffuso fra le tende da sole e talvolta anche nei brise-soleil in vetro e l'arancio, nelle tende e nelle schermature in laterizio. La voce "altro" che rappresenta il 5,71% del totale raccoglie quegli interventi dove non era possibile individuare un colore dominante per la schermatura, ma vi erano più toni equamente distribuiti. Tra questi vi sono gli interventi di Sauerbruch & Hutton, la facciata dell'Hotel Silken Puerta America e l'edificio residenziale a Lille di Nouvel, l'ECAL School of Art di Tschumi e gli Appartamenti sulla Costa di Ofis.



a lato:
Paul Klee Zentrum a Berna,
Renzo Piano
(da flickr.com)

Tessitura superficiale della schermatura

- Unita: 44,76%
- A righe: 1,91%
- Satinata: 41,90%
- Forata: 9,52%
- Altro: 1,91%



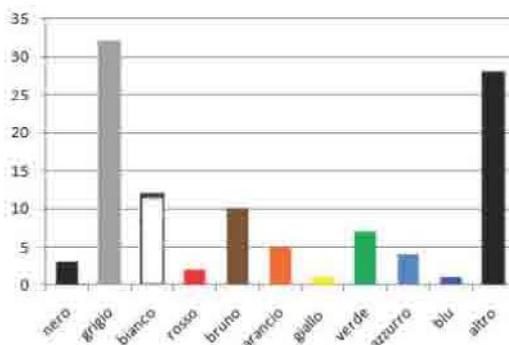
Nella maggior parte degli interventi le schermature sembrano dunque presentare una superficie dalla tinta unita. Da questo si può evincere che nell'architettura contemporanea i tessuti che sembrano essere maggiormente impiegati non sono a righe ma in tinta unita. L'alta percentuale di questa voce è dovuta anche alla gran quantità di frangisole metallici preverniciati. Si registra anche una percentuale molto elevata di superfici satinata dovuta con buona probabilità all'uso di frangisole a pale o alla veneziana in metallo con questo tipo di trattamento superficiale e all'uso di frangisole a lame in vetro acidato. Quasi il 10% degli interventi analizzati presenta poi schermature con superficie in metallo forato o in tessuto metallico. La voce "altro" fa riferimento ai progetti dove la superficie schermante non è di colore uniforme.

a lato:
ECAL School of Art,
Bernard Tschumi
(da flickr.com)

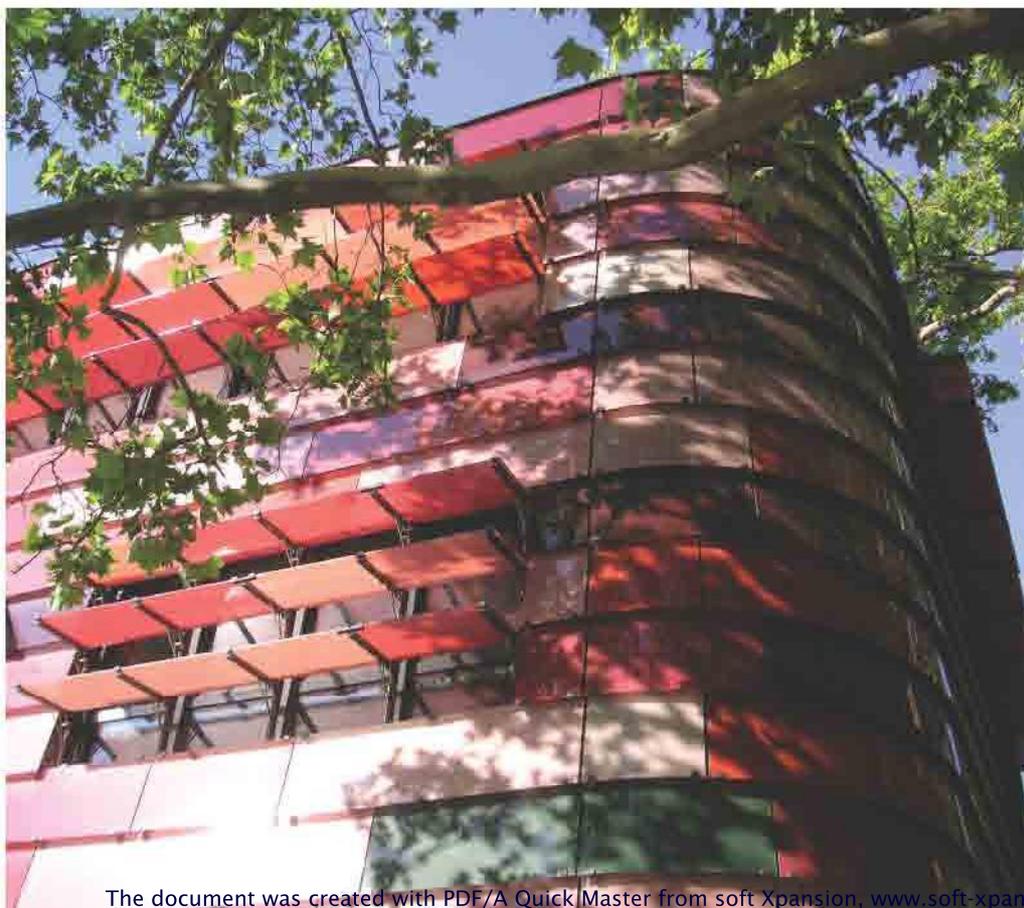


Colore delle chiusure verticali

- Nero: 2,86%
- Grigio: **30,48%**
- Bianco: **11,43%**
- Rosso: 1,90%
- Bruno: **9,52%**
- Arancio: 4,76%
- Giallo: 0,95%
- Verde: 6,67%
- Azzurro: 3,81%
- Blu: 0,95%
- Altro: **26,67%**



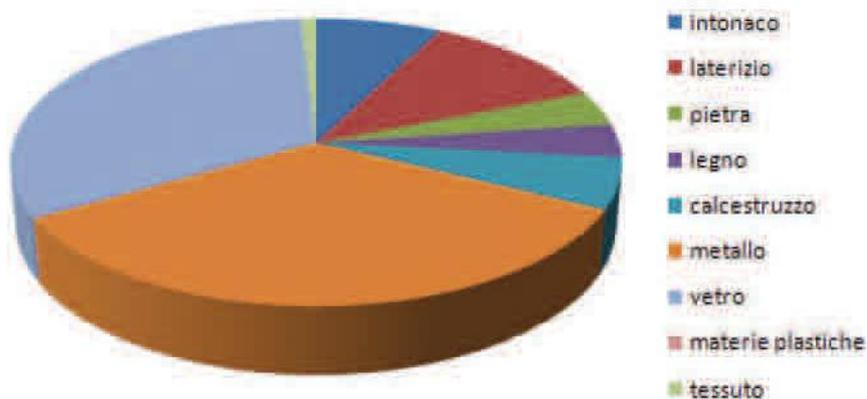
Il dato più significativo che emerge dall'analisi cromatica delle chiusure verticali è forse la maggioranza di pelli su toni di grigio (circa il 30%) dovuta probabilmente all'alta incidenza di facciate rivestite con materiali metallici. L'altra percentuale di rilievo è quella di facciate trasparenti (circa il 24%) dove prevalgono quindi le superfici in vetro trasparente. Si tratta comunque di due dati relativamente prevedibili. Anche le facciate di colore bianco rappresentano una percentuale significativa (10-11%) così come le facciate di colore bruno, probabilmente rivestite in laterizio o in legno.



a lato
Fire and Police Station,
 Sauerbruch & Hutton
 (da flickr.com)

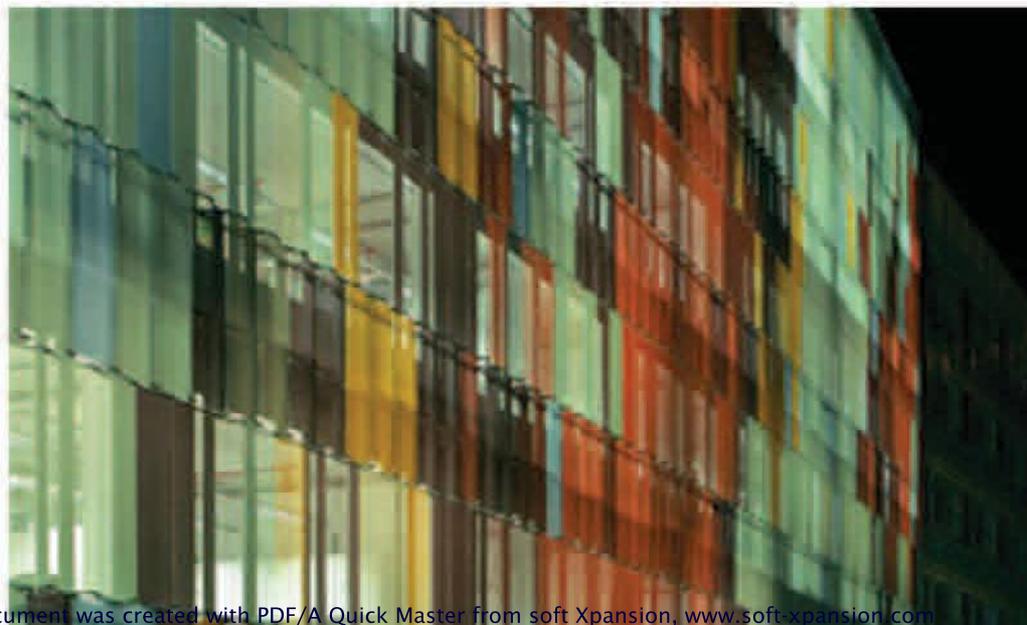
Materiali delle chiusure verticali

- Intonaco: 7,62%
- Laterizio: 11,43%
- Pietra: 3,81%
- Legno: 3,81%
- Calcestruzzo: 5,71%
- Metallo: 34,29%
- Vetro: 32,38%
- Materie plastiche: 0,00%
- Tessuti: 0,95%



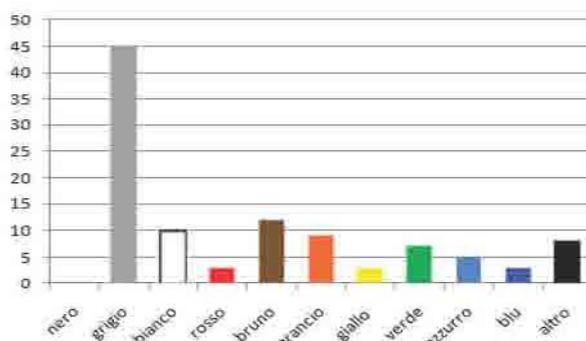
I dati sui materiali prevalentemente utilizzati sulla superficie esterna delle chiusure verticali sembrano confermare quanto sopra. Emerge una netta prevalenza di superfici metalliche e vetrate che conferma i valori di grigio, bianco e trasparente registrati in precedenza.

a lato
Pharmacological Research,
Sauerbruch & Hutton
(Foto © Sauerbruch & Hutton)



Colore esterno

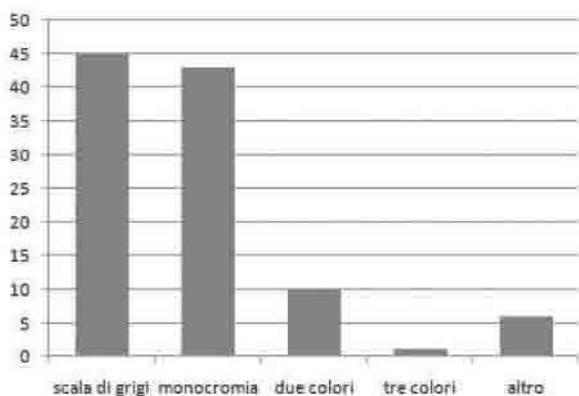
- Nero: 0,00%
- Grigio: **42,86%**
- Bianco: **9,52%**
- Rosso: 2,86%
- Bruno: **11,43%**
- Arancio: **8,57%**
- Giallo: 2,86%
- Verde: 6,66%
- Azzurro: 4,76%
- Blu: 2,86%
- Altro: 7,62%



La risultanza tra la combinazione dei colori delle schermature con quelli delle chiusure esterne verticali sembra assegnare una netta prevalenza ai toni di grigio (circa il 43%). Circa il 10-11% invece vanno ai toni di bianco e bruno e l'8% all'arancio. Non risultano prospetti dove prevalga il colore nero ne la trasparenza totale.

Combinazioni cromatiche all'esterno degli edifici

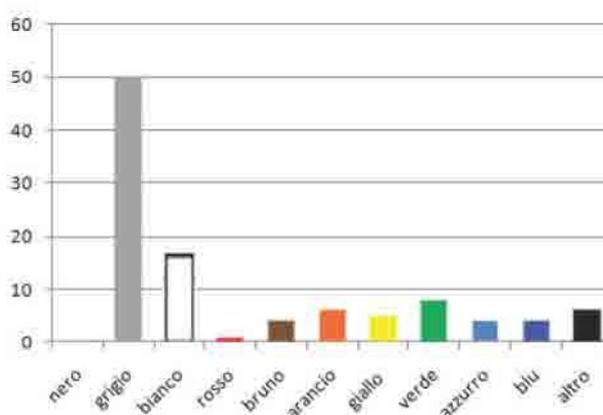
- Scala di grigi: **42,86%**
- Monocromia: **40,96%**
- Due colori: 9,52%
- Tre colori: 0,95%
- Altro: 5,71%



A conferma di quanto sottolineato in precedenza la percentuale più rilevante delle combinazioni cromatiche nei casi studio analizzati si situa sulla scala dei grigi (circa 43%). Il 41% dei progetti analizzati invece sembra presentare una sostanziale ricerca di monocromia e quindi di equilibrio cromatico concentrato prevalentemente su una sola tonalità. Il 10% dei casi studio presenta combinazioni di due colori, mentre lo 0,95% combinazioni di tre colori. Il 5,71% presenta invece combinazioni cromatiche più complesse dove entrano in gioco quattro o più cromie.

Colore interno

- Nero: 0,00%
- Grigio: 47,61%
- Bianco: 16,18%
- Rosso: 0,95%
- Bruno: 3,81%
- Arancio: 5,71%
- Giallo: 4,75%
- Verde: 7,66%
- Azzurro: 3,81%
- Blu: 3,81%
- Altro: 5,71%



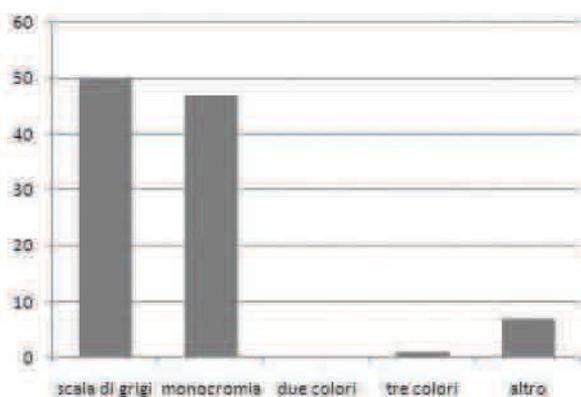
La netta prevalenza di schermature di colorazioni grigie si riflette anche sul dato relativo al colore negli ambienti interni (quasi 48%). Anche il bianco (che comunque genera ombre grigie) è in percentuale abbastanza significativa (16% circa). Da notare anche il 7,66% su toni di verde dovuta all'incisività di questo colore nei sistemi schermanti. Non risultano interni dove prevalga il colore nero ne, chiaramente, la trasparenza totale.

a lato
Appartamenti in
Hohenbulstrasse a Zugo,
AGPS Architecture
(Foto ©AGPS)



Combinazioni cromatiche all'interno degli edifici

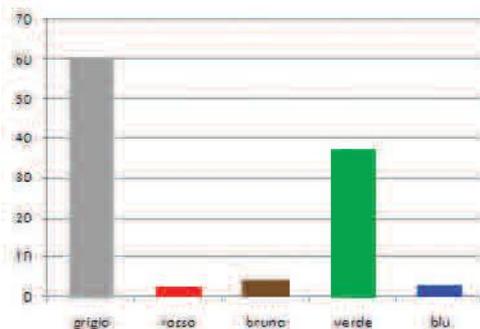
- Scala di grigi: **47,62%**
- Monocromia: **44,76%**
- Due colori: 0,00%
- Tre colori: 0,95%
- Altro: 6,67%



A confermare le rilevazioni fatte per gli esterni anche negli ambienti interni prevalgono le combinazioni sulla scala dei grigi e la ricerca di una sostanziale monocromia. Non sono state rilevate combinazioni di due colori, mentre ne è stata rilevata una di tre colori, l'ECAL School of Art di Tschumi dove le veneziane sono colorate nei tre primari: rosso, giallo e blu. Il 6-7% del totale presenta combinazioni cromatiche più complesse come nel caso dei lavori di Sauerbruch & Hutton dove le schermature hanno una ricchezza di toni molto vasta.

Colore del contesto

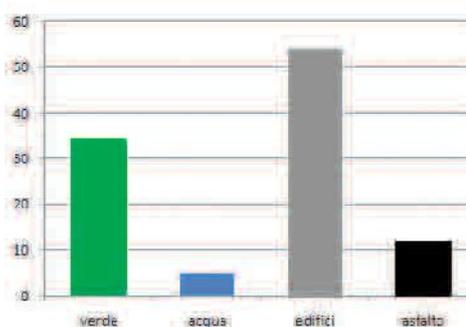
- Grigio: **57,14%**
- Rosso: 1,90%
- Bruno: 3,81%
- Verde: **35,25%**
- Blu: 1,90%



I colori che sembrano prevalere nei contesti degli edifici analizzati sono i grigi e i verdi. Ciò si potrebbe spiegare con il fatto che la maggioranza degli edifici dovrebbe essere circondata da un contesto costruito, con edifici, piazze, strade caratterizzate dal grigio dell'asfalto e da toni chiari, bianchi o comunque grigi della maggior parte dei prospetti. La forte incidenza del verde è data dalla quantità di alberature presenti, dalla presenza di parchi cittadini e talvolta anche da specchi o corsi d'acqua.

Ambiente circostante

- Verde: **32,38%**
- Acqua: 4,76%
- Edifici: **51,43%**
- Asfalto: **11,43%**



Le rilevazioni sull'ambiente circostante sembrano confermare i dati sul colore del contesto. Vi è una netta prevalenza di contesto edificato (oltre il 50% dei casi) e un'alta percentuale di contesti dove prevale il verde (32% circa). A confermare la prevalenza di toni grigi è l'11% di contesti dove prevalgono le superfici asfaltate.

a lato:
Hotel Puerta America,
Jean Nouvel
(da flickr.com)



6 LINEE GUIDA

In basso:
BSW Building,
Seibertroth & Hultin
(Foto: © Annette Kisting)



6.1 Considerazioni trasversali

I dati ricavati dalle analisi sui casi studio potrebbero essere ricondotti in tre grandi filoni a costituire un sistema tipo linee guida per l'integrazione delle schermature con l'involucro. Viste le risultanze ottenute è possibile incrociare le considerazioni ricavate dalle analisi dei singoli punti ed in particolare:

- I rapporti tipologici tra schermatura e chiusura verticale;
- I rapporti cromatici tra schermatura e chiusura verticale;
- Le schermature e gli ambienti interni.

Chiaramente, come già evidenziato nei capitoli precedenti, i dati desunti si applicano solo ai casi di nuova costruzione e di ristrutturazione o riqualificazione. Per gli interventi di restauro conservativo può valere quanto già osservato in precedenza, cioè che la scelta dovrebbe collocarsi all'interno di uno studio approfondito sullo stile dell'edificio, il periodo storico e il contesto di inserimento.

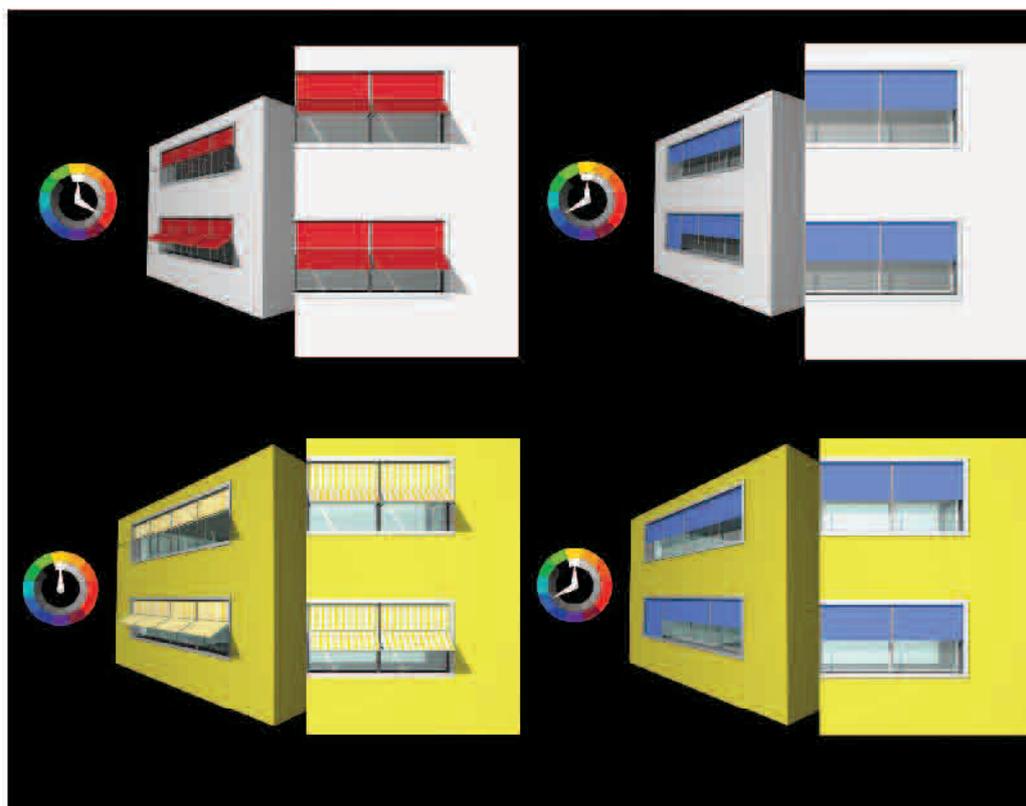
6.2 Rapporti tipologici e cromatici nei nuovi interventi

Dalle analisi sui materiali utilizzati per le chiusure verticali rapportati alle percentuali d'incidenza delle varie tipologie di schermatura solare sugli stessi prospetti sembra possibile ricavare una lista di combinazioni possibili/plausibili. L'aspetto cromatico sembra fortemente legato ai materiali utilizzati per la schermatura e per i prospetti e quindi viene unito a quello tipologico-formale. Si sono schematizzate perciò le seguenti combinazioni:

- Superfici con aperture piccole/medie: in muratura intonacate;
- Superfici con aperture piccole/medie: in laterizio faccia-vista;
- Superfici con aperture piccole/medie: rivestite in pietra;
- Superfici con aperture piccole/medie: rivestite in legno;
- Superfici con aperture piccole/medie: in muratura di calcestruzzo;
- Superfici con aperture piccole/medie: rivestite in metallo;
- Superfici con aperture grandi: con infissi in metallo e vetro;
- Superfici con aperture grandi: a doppia pelle vetro-vetro;
- Superfici con aperture grandi: rivestite in tessuto.

Superfici con aperture piccole/medie: in muratura intonacata

Questo genere di edifici, solitamente a destinazione d'uso residenziale è caratterizzato da fori finestra di dimensioni piccole o medie e da superfici in tinta unita nei colori più vari. La tipologia di schermatura solare che sembra più adatta in questo caso sono le tende. Può trattarsi di tende a bracci estensibili, tende verticali o a braccetti applicate direttamente sulle murature portanti, all'esterno o all'interno del foro finestra. Si possono scegliere tessuti di colore bianco o grigio chiaro, oppure cercare una combinazione di monocromatica col colore delle pitture parietali oppure un accordo a due colori. Fuk-sas nell'intervento all'ILOT Cantargel di Parigi adotta tende verticali di colore arancio su pareti di fondo bianche. In altri casi, specialmente se la destinazione d'uso è per uffici, si possono utilizzare veneziane in alluminio o frangisole a doghe metalliche. Negli edifici con ballatoi o poggioli è possibile anche l'utilizzo di schermature ad ante scorrevoli o ripiegabili in metallo o vetro acidato.



a lato:
Modello di facciata
con aperture piccole:
superficie intonacata e
dipinta. Alcune possibili
soluzioni per la schermatura.
Modello e render realizzati
dall'autore.

a lato
 Modello di facciata
 con aperture piccole
 superficie in
 laterizio faccia-vista.
 Alcune soluzioni possibili per
 la schermatura.
 Modello e render realizzati
 dall'autore.

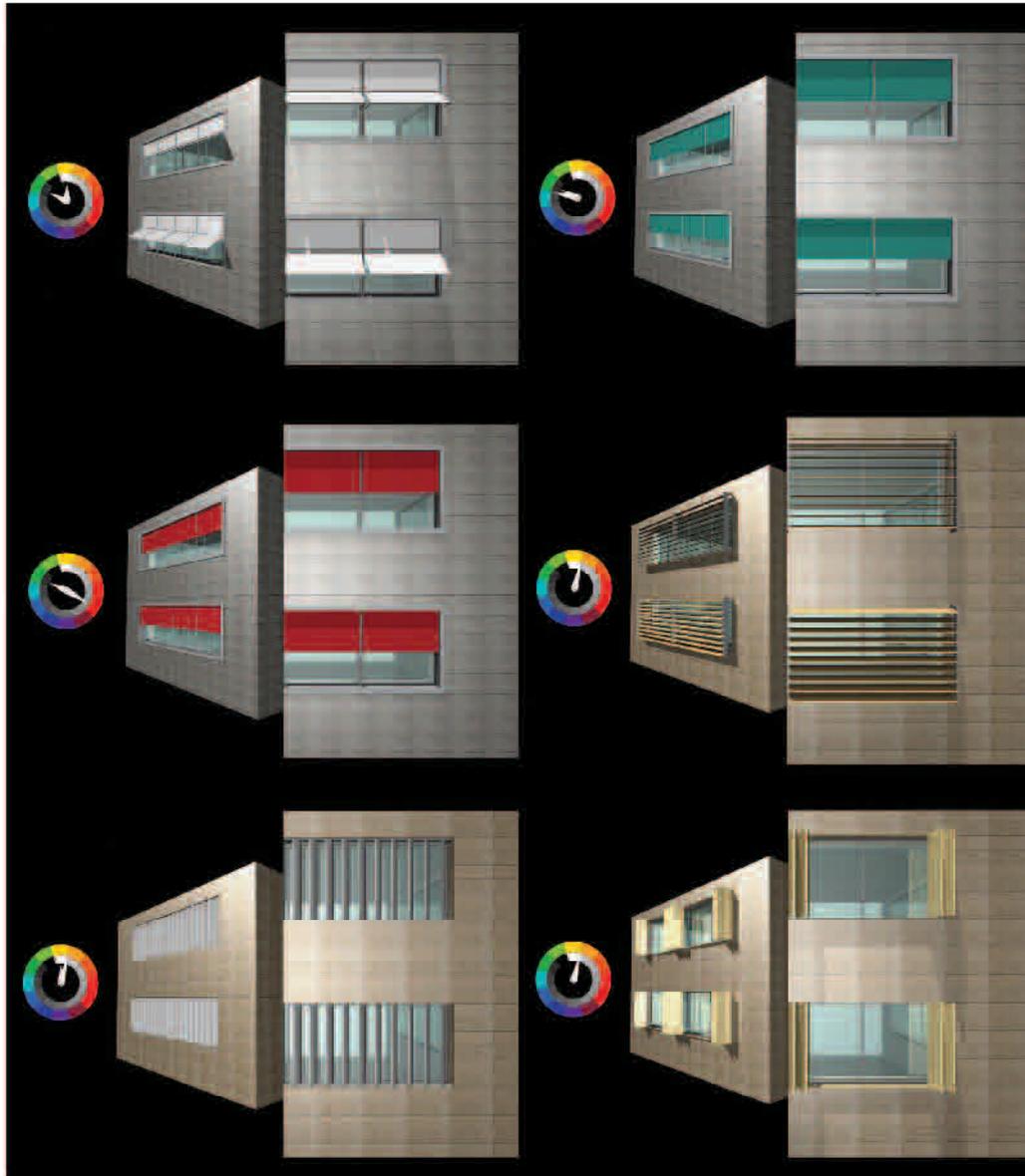


Superfici con aperture piccole/medie: in laterizio faccia-vista

Nelle facciate con pareti in laterizio faccia-vista gli architetti contemporanei sembrano preferire l'adozione di tende verticali o a bracci estensibili di colore bianco o eventualmente a righe bianche e blu. Si possono citare come esempi il Municipio di Enschede, il De Wijk o il De Ruyter di Cie. Oppure l'Alsterfleet di Amburgo dello stesso Fuksas.

Superfici con aperture piccole/medie: rivestite in pietra

I rivestimenti in pietra possono avere vari colori. In questo genere di edifici gli architetti contemporanei sembrano preferire le tende a braccetti o verticali generalmente integrate nei fori finestra. Se la pietra è di colore bianco si possono cercare soluzioni in tinta unica con tende bianche, oppure cercare una combinazione cromatica con tende di colore diverso. I S.O.M. nell'Apollo Office Building utilizzano tende verdi su superficie in pietra di colore bianca. Nel Westin Grand Hotel invece preferiscono tende di colore arancio su superficie in pietra di colore beige.

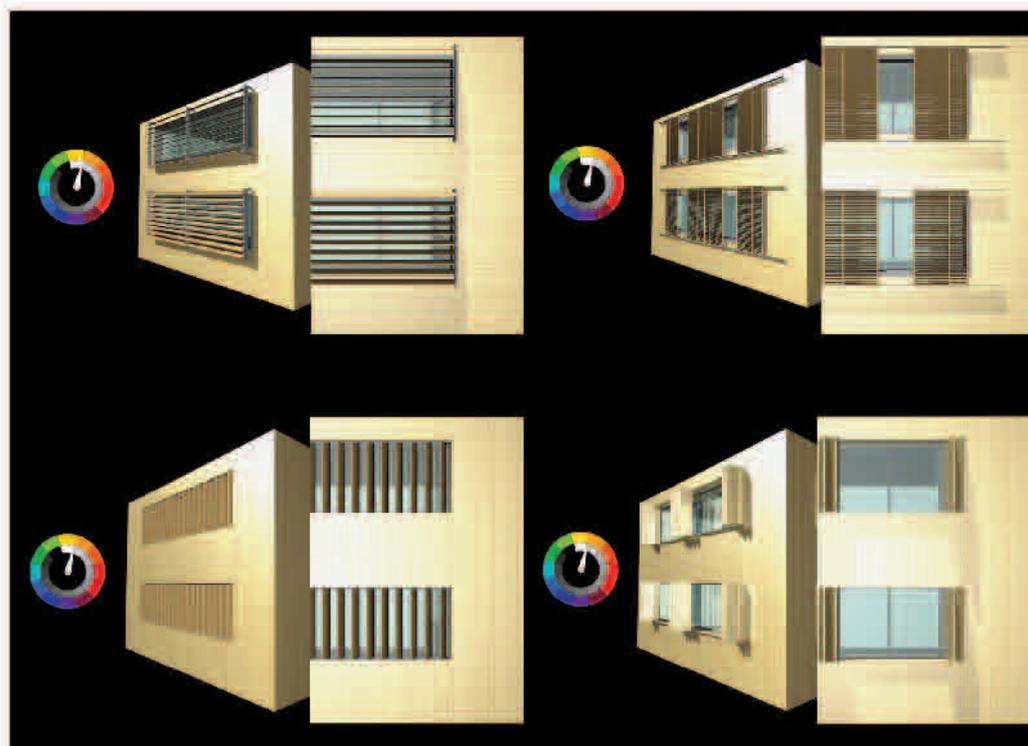


a lato
 Modello di facciata
 con aperture piccole:
 superficie in pietra scura
 o chiara. Alcune possibili
 soluzioni per la schermatura.
 Modello e render realizzati
 dall'autore.

Superfici con aperture piccole/medie: rivestite in legno

Negli edifici rivestiti in legno la tendenza sembra essere quella di impiegare brise-soleil a doghe in legno dello stesso colore. Qualora si tratti di edifici con poggiali e ballatoi esterni è possibile l'utilizzo di schermature ad ante scorrevoli o ripiegabili sempre in legno.

a lato
 Modello di facciata
 con aperture piccole:
 superfici in legno.
 Alcune soluzioni possibili per
 la schermatura.
 Modello e render realizzati
 dall'autore.

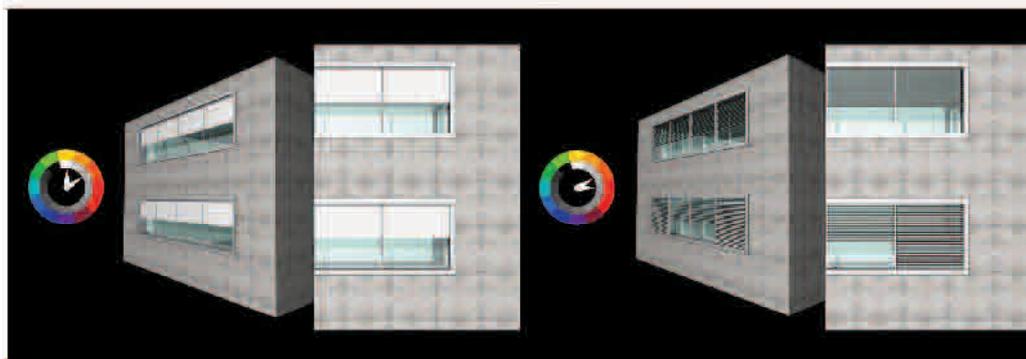


Superfici con aperture piccole/medie: in muratura di calcestruzzo

In questo tipo di edifici è possibile adattare tende da sole anche colorate cercando di contrastare il grigio del calcestruzzo. In alternativa è possibile adottare tende di colore bianco o grigio come negli Uniflair Headquarters di Cucinella. Si possono utilizzare anche frangisole alla veneziana in alluminio, oppure frangisole a doghe metalliche di piccole dimensioni.

Superfici con aperture piccole/medie: rivestite in metallo

Alle superfici rivestite in metallo sembrano adattarsi particolarmente bene i sistemi di schermatura in metallo. Si possono utilizzare veneziane in alluminio di colore grigio-argento o colorate per contrastare le lamiere di colore grigio. Nell'ECAL School of Art di Tschumi la superficie grigia della lamiera ondulata è combinata all'uso di veneziane colorate di giallo, rosso e blu. E' possibile utilizzare anche frangisole a doghe o a pale in alluminio. Le combinazioni cromatiche posso, a seconda del caso, riprodurre la monocromia o rapporti di due o tre colori.

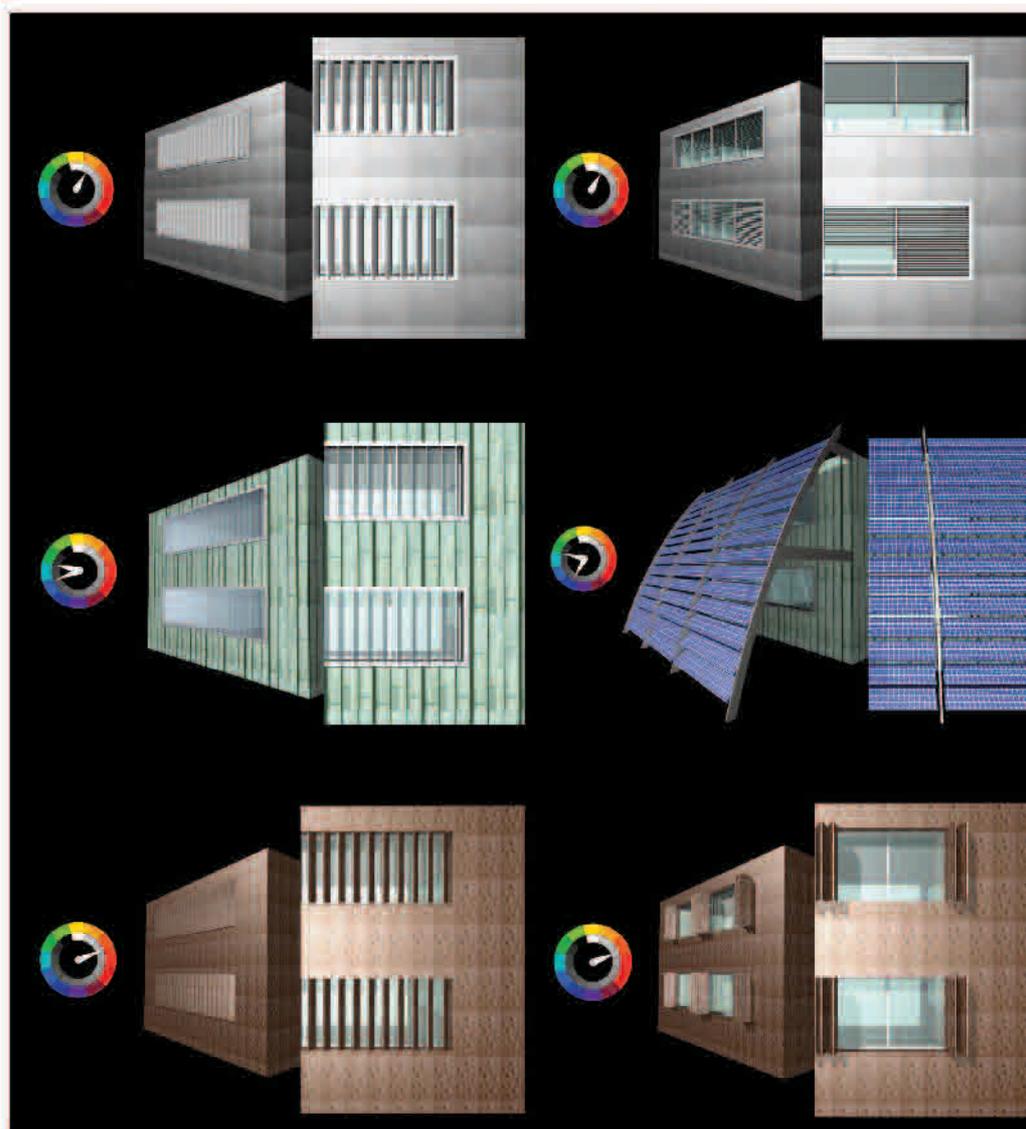


a lato:
Modello di facciata
con aperture piccole:
superficie in calcestruzzo.
Alcune possibili soluzioni per
la schermatura. Modello e
render realizzati dall'autore.

Superfici con aperture grandi: con infissi in metallo e vetro

Questo genere di facciate può adattarsi all'uso di diversi sistemi di schermatura. Si possono utilizzare le tende da sole verticali, generalmente in tinta unita. Possono essere in grigio o in bianco come fanno Herzog & de Meuron nel Roche Pharma Research Center o Nouvel nella Fondazione Cartier per cercare un effetto neutro che contribuisca alla smaterializzazione dell'involucro architettonico. Possono essere verdi come quelle di Piano nel Sole 24Ore Headquarters dove si cerca una combinazione cromatica coll'arancio dei rivestimenti in laterizio a secco, oppure gialle come quelle di Rogers nel Daimler Chrysler Office and Retail. Si possono cercare di volta in volta combinazioni cromatiche diverse a due colori con altri elementi della facciata o del contesto. Negli edifici per uffici, come dimostrano Behnisch & Partners, sembrano ben adattarsi le veneziane in alluminio dalle linee sottili ed essenziali collocate sulle strutture in acciaio esterne o integrate tra infisso e solaio. Le grandi superfici in vetro possono essere schermate con frangisole a pale in alluminio estruso di colore grigio o bianco come nel Carré d'Art di Foster, si possono utilizzare frangisole a lame in metallo forato di colore grigio come quelli di S.O.M. nel Changi Airport, oppure di colore rosso come quelli di Nouvel nel Museo Quai Branly adattandoli al rivestimento dell'intero organismo edilizio. Si possono utilizzare anche frangisole a lame in vetro acidato come quelli del SIEEB di Cucinella. Negli edifici di tipo residenziale si possono impiegare imposte ad ante scorrevoli o ripiegabili in legno o metallo come quelle di Herzog & de Meuron a Parigi o in vetro acidato come quelle di Baumshlager & Eberle in Svizzera. Si possono usare pannelli scorrevoli in tessuto metallico come quelli di Perrault. In altre situazioni si possono scegliere materiali e colori che si adattino al contesto come nel caso dei frangisole a lame in laterizio scelti da Rogers per la facciata del Millennium Point a riprendere i prospetti in laterizio faccia-vista degli edifici circostanti.

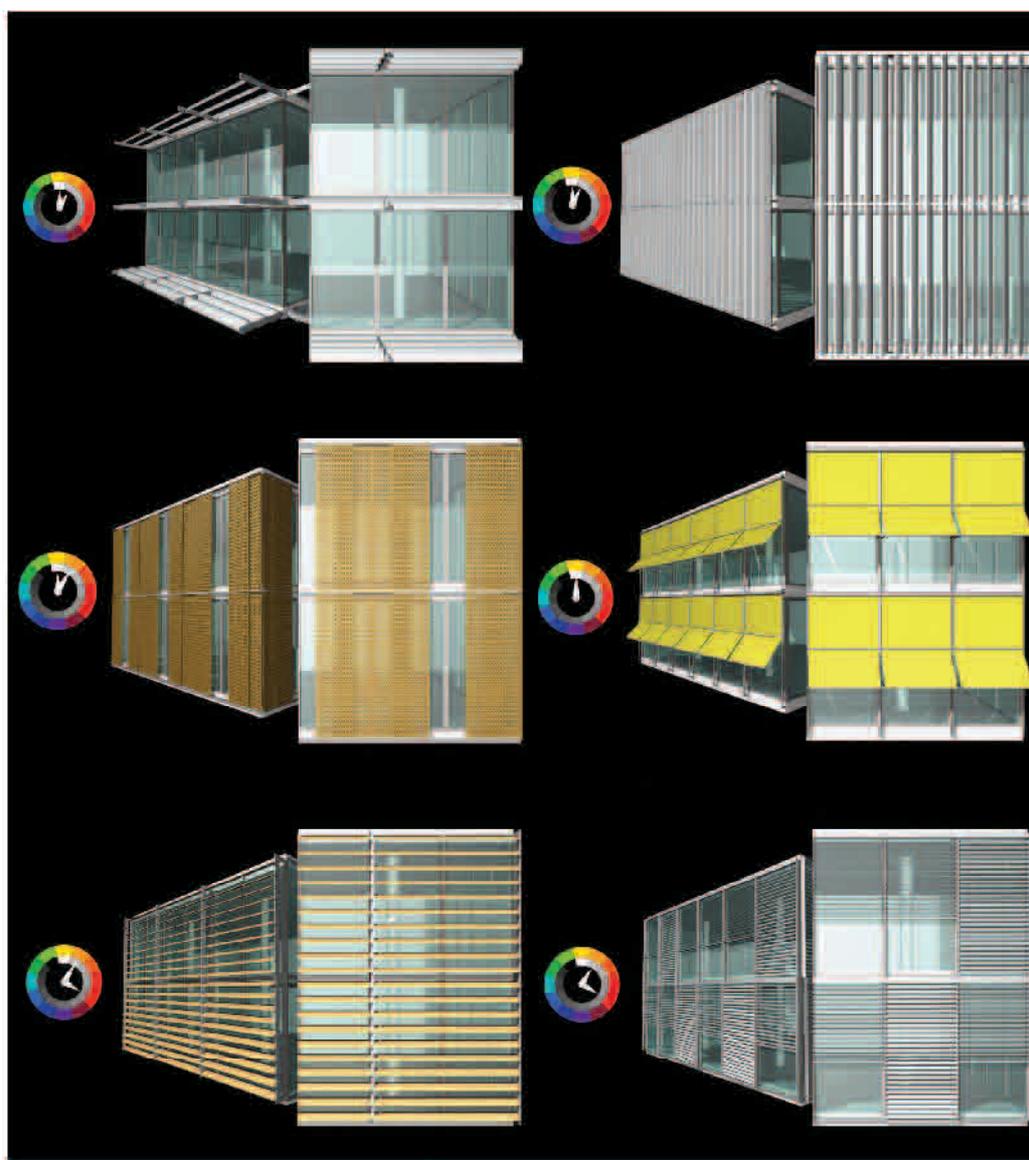
a lato:
 Modello di facciata
 con aperture piccole:
 superfici in alluminio o rame.
 Alcune soluzioni possibili per
 la schermatura.
 Modello e render realizzati
 dall'autore.



Superfici con aperture grandi: a doppia pelle vetro-vetro

Nelle facciate a doppia pelle gli architetti sembrano preferire due soluzioni diverse. Nella prima lo strato più esterno è costituito da una pelle in vetro che funge anche da brise-soleil orientabile. Le lame in vetro possono essere acidate oppure colorate come nella Stazione dei pompieri di Sauerbruch & Hutton. Si possono adottare anche brise-

soleil in vetro con integrazione fotovoltaica. La seconda soluzione prevede invece l'installazione dei brise-soleil nello spazio tecnico tra una pelle e l'altra. Si può scegliere allora di utilizzare frangisole in metallo dal colore bianco-argento per ottenere un effetto di monocromia, oppure come nel GSW building di Sauerbruch & Hutton si possono utilizzare pale o lame di colori diversi cercando combinazioni cromatiche particolari.

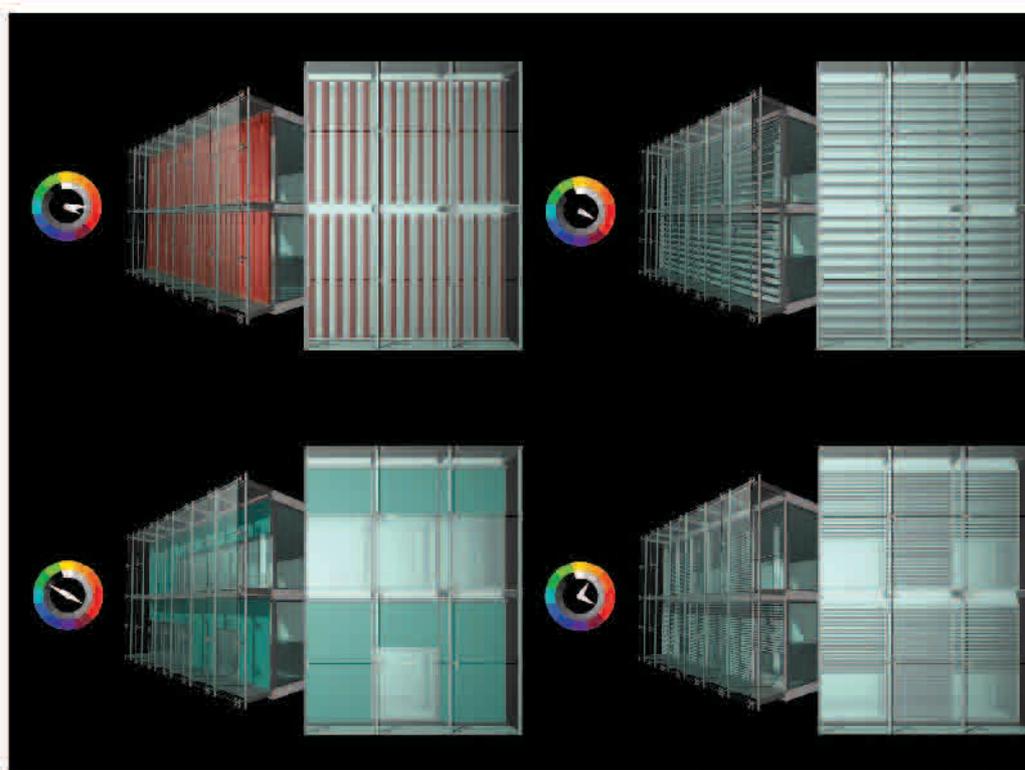


a lato:
*Modello di facciata
 con aperture grandi
 (curtain-wall).
 Alcune possibili soluzioni per
 la schermatura.
 Modello e render realizzati
 dall'autore.*

Superfici con aperture grandi: rivestite in tessuto

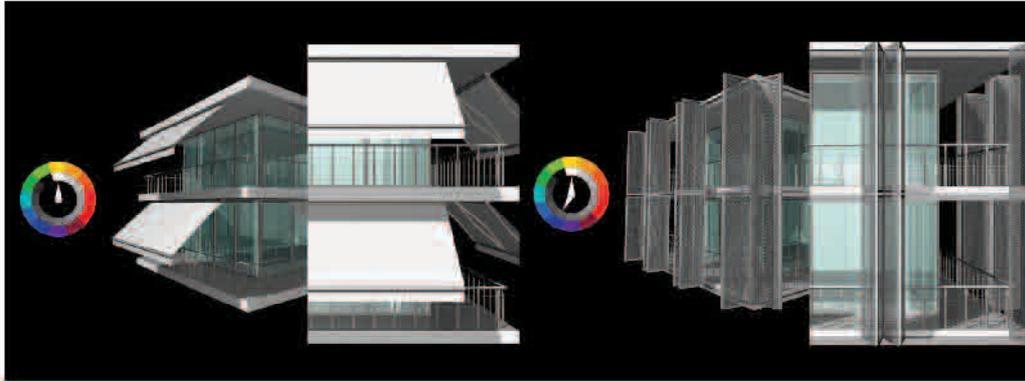
Per le superfici rivestite in tessuto sembra opportuno adottare per la schermatura lo stesso materiale del rivestimento esterno. Un esempio è il Danish Radio Center di Nouvel interamente rivestito in tessuto blu dove le schermature solari sono la prosecuzione stessa del rivestimento.

a lato:
Modello di facciata
con aperture grandi
(doppia pelle).
Alcune soluzioni possibili
per la schermatura.
Modello e render realizzati
dall'autore.



6.3 Le schermature e gli ambienti interni

Come si è già visto negli ambienti interni è molto importante non utilizzare colori particolarmente saturi che tendano a colorare le pareti interne ad esempio di rosso o di blu, in particolare con le tende da sole. I tessuti, spesso filtranti, lasciando passare parte della radiazione solare, diffondono i colori più intensi sulle superfici delle pareti interne, soprattutto se di colore bianco. Per questo motivo nella maggior parte degli interventi presi in esame i progettisti utilizzano schermature di colore grigio o bianco.



a lato
*Modello di facciata
 con poggiali.
 Alcune possibili soluzioni per
 la schermatura.
 Modello e render realizzati
 dall'autore.*

Dallo studio degli edifici presi in esame vi sembra essere però una forte relazione tra il colore interno delle schermature e la destinazione d'uso dell'edificio. Nello specifico si è notato un uso prevalente di schermature di colore grigio o bianco negli edifici con destinazione d'uso direzionale e più in generale nei luoghi di lavoro. Nelle residenze, negli alberghi o nei musei invece sembra esservi la possibilità di elaborare maggiormente le combinazioni cromatiche.

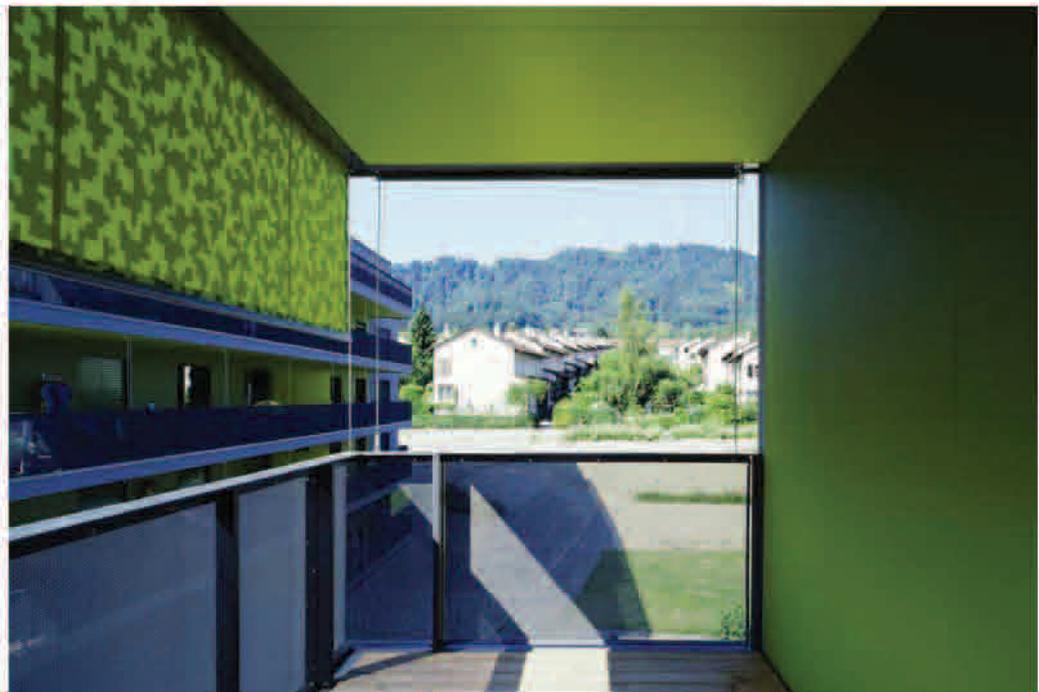
Luoghi di lavoro

Gli ambienti adibiti a luogo di lavoro necessitano di un controllo costante della radiazione luminosa per garantire il massimo comfort agli operatori nell'arco di tutta la giornata. In questi ambienti i progettisti sembrano preferire frangisole alla veneziana, a pale o tende da sole poiché permettono un controllo modulare della luce in ingresso più raffinato rispetto ad altri sistemi. I colori prevalentemente utilizzati sono il grigio e il bianco poiché le persone sono costrette a passare continuamente lunghi periodi di permanenza in questi ambienti. L'utilizzo di colori saturi come il rosso o il blu potrebbe, nel lungo periodo, causare problemi di tipo psicologico così come evidenziato in molti studi. Gli architetti Behnisch & Partners, specializzati nella realizzazione di edifici direzionali e del terziario preferiscono utilizzare per questi ambienti le veneziane in alluminio nel colore grigio-argento. Un'altra soluzione è rappresentata dall'uso di brise-soleil a lame in vetro acidato. Un valido compromesso con l'uso esterno del colore è invece rappresentato dalla scelta di Sauerbruch & Hutton di colorare in bianco la faccia interna dei pannelli di schermatura del GSW building lasciando la parte esterna nei colori che caratterizzano fortemente il prospetto.

Residenze e negozi

Nelle residenze sembra essere possibile una maggiore sperimentazione dell'uso del colore nelle schermature. Nelle residenze infatti gli ambienti interni non sono costantemente occupati durante tutta la giornata come nei luoghi di lavoro e questo consente l'uso di tende colorate. Per motivi di carattere commerciale anche i negozi si prestano all'uso di schermature colorate che, come nel caso delle tende, possono trasformarsi in supporti per l'advertising. Alcuni architetti hanno sperimentato in luoghi come gli alberghi, dove la residenza è temporanea per definizione, l'uso di tende multicolore con tinte a volte molto sature. L'esempio più emblematico e provocatorio resta l'Hotel Puerta America di Nouvel a Madrid.

a lato:
*Hegianwardweg
Housing, Zurigo,
EM2N Architects
(Foto ©EM2N)*



7 CONCLUSIONI

in basso:
Social Housing,
Charlier & Corbasson
(da flickr.com)



7.1 Linee di sviluppo

Nel corso della ricerca sono emersi diversi aspetti che contribuiscono a determinare la strategicità dei sistemi schermanti:

Innanzitutto un cambiamento di tipo culturale e costruttivo: l'introduzione delle grandi facciate in vetro nell'architettura moderna che ha rinnovato il ruolo delle schermature nell'economia complessiva dell'organismo edilizio. Si è visto come dagli anni Trenta del Novecento ad oggi le schermature possano determinare la composizione di un'intera facciata: si pensi all'Obra do Berço di Niemayer (1937), alle facciate realizzate da Jean Prouvé negli anni Cinquanta-Sessanta, o a certi lavori di Herzog & de Meuron come gli Appartamenti in Rue de Suisses a Parigi (2000) o l'ingresso del Fünf Höfe di Monaco (2003) o all'Hotel Puerta America di Nouvel (2005), solo per citarne alcuni.

Si è visto come la dinamicità delle schermature possa influire in modo determinate sulla percezione di un prospetto. Si pensi alla mutazione dell'aspetto di un fronte urbano caratterizzato da tende da sole a bracci nelle botteghe ai piani terra nel momento in cui le tende sono in aggetto e nel momento in cui esse sono ritratte. Le configurazioni possibili sono numerose dato che spesso si tratta di tende di colori diversi fra loro e che possono essere aperte o chiuse in momenti diversi. Alcuni progettisti hanno elaborato questo concetto applicandolo ad intere facciate di edifici. Si pensi ai GSW Headquarters a Berlino di Sauerbruch & Hutton dove i frangisole a lame verticali hanno colori diversi fra loro e, oltre a poter assumere inclinazioni diverse, possono ritrarsi completamente fino a scomparire del tutto.

Si è visto come il colore delle schermature sia fondamentale in relazione ai due fatti evidenziati in precedenza: la dimensione della superficie schermata e la dinamicità. Le tende hanno spesso superfici estese completamente colorate che si combinano cromaticamente con le pareti esterne dell'edificio. Le dimensioni della superficie schermata in relazione alle parti opache del prospetto può determinare in esso variazioni anche totali nell'aspetto.

Si è visto come le qualità superficiali e il colore dei materiali che compongono o rivestono una facciata sono molto importanti per definire quale tipo di schermatura impiegare e il relativo colore. In questo ambito si è notato come i progettisti abbiano approcci diversi, talvolta orientati verso una monocromia complessiva del prospetto, talvolta orientati all'uso delle schermature come elemento altamente espressivo combinando fra loro colori anche molto diversi.

Si è visto come le singole tipologie costruttive di facciata siano più legate ad alcuni sistemi schermanti piuttosto che ad altri. Si è visto inoltre come in ognuna di esse possano essere più convenienti alcuni sistemi di connessione rispetto ad altri. Nei prospetti in muratura sono utilizzate prevalentemente le tende che possono essere fissate sia sulla parte esterna della parete dell'edificio sia all'interno del foro finestra. Nelle facciate ad infissi le schermature possono essere integrate nell'infisso stesso oppure essere collegate ai solai.

Si è visto come le destinazioni d'uso degli immobili possano influire sulla scelta dei sistemi schermanti e del colore delle schermature, soprattutto in relazione alla qualità cromatica negli ambienti interni. Ad esempio si è registrata la prevalenza di frangisole alla veneziana in alluminio negli edifici di carattere direzionale e in genere nei luoghi di lavoro, dove gli individui passano la maggior parte del loro tempo. Il colore di un ambiente influenza emotivamente chi vi sta all'interno. *"Dalla scienza apprendiamo che la struttura cromatica variamente organizzata in zone da diverse tonalità (forma), determina un campo visivo, il quale influisce più degli altri organi, sulla nostra sfera emotiva, producendo persino contraddizioni tra realtà fisica ed effetto psichico"* (Cremonini, 1992, p.135).

Il rapporto tra schermature ed edifici si inserisce sempre in un contesto che può essere di volta in volta la città contemporanea (il centro storico o la periferia), una zona industriale o l'aperta campagna. Il contesto stesso può avere caratteristiche di maggiore o minore variabilità. Nei contesti agricoli predomina il verde, colore che può variare nelle sue sfumature nell'arco della giornata come nelle stagioni. Gli edifici contemporanei possono avere rapporti diversi con il verde: possono cercare di rafforzare la propria presenza attraverso superfici con colori opposti al verde, oppure possono cercare di smaterializzarsi nel contesto attraverso l'uso del vetro o di superfici specchianti. Negli aeroporti e in alcuni contesti urbani si è visto che a predominare sono i colori grigi delle grandi superfici orizzontali asfaltate o delle strutture in calcestruzzo armato o in acciaio. Più complessa è invece la situazione dei centri urbani, dove gli edifici tendono a differenziarsi l'uno dall'altro. Ma anche qui le situazioni possono essere molto diverse: vi sono centri dove si può ravvisare una sostanziale monocromaticità, si pensi alle città di colore bianco dell'area mediterranea, o a certe città italiane dove dominano nettamente i colori terrosi dei mattoni; vi sono contesti, soprattutto di recente sviluppo, dove domina invece un'assoluta policromia. In entrambi i casi è sempre molto complesso fare delle generalizzazioni. Nell'ambito delle tende capita spesso che per distinguersi i vicini utilizzino tende di colore diverso. La logica sembra quella individuata da Gregotti

per contraddistinguere certe espressioni dell'architettura contemporanea dei cosiddetti "archistar", cioè che *"per vincere [...] bisogna stupire, essere diversi ad ogni costo, anche se tante cose diverse producono solo il rumore indistinto dell'uniformità"* (Gregotti, 2006, p. 37). Nella sua analisi dell'urbanistica Moderna Manfredo Tafuri evidenziava invece i caratteri della città legati ai concetti di velocità delle comunicazioni. *"La città come struttura pubblica e auto-pubblicitaria, come insieme di canali di comunicazione, diviene una sorta di macchina emittente di incessanti messaggi: l'indeterminato si dà nella sua forma specifica, si offre come unica determinatezza possibile per l'insieme urbano"* (Tafuri, p. 155). Uno degli aspetti più interessanti che potrebbe costituire uno sviluppo della ricerca è proprio il rapporto delle schermature con il contesto che, come si è visto, può rappresentare numerosi elementi di complessità. Le Amministrazioni Comunali si sono spesso dimostrate attente alle tematiche dei piani del colore e dei piani del decoro urbano e, come si è visto, all'interno degli stessi regolamenti edilizi sono spesso contenute delle indicazioni di carattere generale per l'armonizzazione delle schermature nei fronti urbani. Si tratta comunque di concetti espressi in maniera piuttosto generica sui quali sarebbero necessari degli studi scientifici più approfonditi. E' evidente che tali studi dovrebbero concentrarsi di volta in volta in ogni singola realtà urbana per coglierne le specifiche caratteristiche storico-culturali ed analizzarne lo sviluppo contemporaneo.

Un altro aspetto riguarda invece la produzione. Ulteriori indagini andrebbero sviluppate infatti all'interno del comparto produttivo. Si tratta soprattutto della produzione dei tessuti per le tende da sole. Nella ricerca si è evidenziata una sorta di dicotomia tra quanto si verifica nell'architettura contemporanea e quanto è avvenuto nella storia e avviene tutt'oggi in ambito edilizio. I progettisti contemporanei sembrano decisamente più attratti dalle tende in tinta unita. Gli unici interventi dove entrano in gioco le rigature sono ristrutturazioni o edifici che richiamano le linee essenziali dell'architettura Modernista. La tradizione ci insegna però che dal Rinascimento in poi si è sempre fatto un largo uso di tende da sole a righe. Nel corso della ricerca si è potuto constatare che anche il Movimento Moderno, soprattutto in Italia, non ha dimenticato l'uso della rigatura nell'ambito delle protezioni solari. Le tende a righe sono state utilizzate da Libera, da Terragni, dai BBPR ma anche da Mies (villa Tugendhat) e in architetture completamente di acciaio e vetro come la serra ad Amburgo di Bernard Hermkes del 1959 (Cook, 1967, p.35).

Nell'ambito della comune edilizia le tende a righe sono sicuramente le più diffuse. In questo caso la ricerca dovrebbe quindi compiere le proprie valutazioni su due ambiti: prevalentemente sulla storia locale ed eventualmente sul piano stilistico. E' evidente però che nel caso della comune edilizia nella maggior parte dei casi non sia possibile individuare un riferimento chiaro ad uno stile. In ogni caso la scelta della tenda dovrebbe essere posta al vaglio di un esperto o di una commissione. Questo potrebbe condurre

anche ad una presa di coscienza da parte dei produttori di tessuti per la protezione solare che potrebbero differenziare e ottimizzare le proprie collezioni anche dal punto di vista cromatico rifacendosi eventualmente alle tradizioni e agli usi locali e alla storia dell'architettura. Se questo dovesse accadere sicuramente non dovrà essere scisso dalle imposizioni che vengono dal basso, cioè dalle preferenze degli acquirenti, ma le due cose dovranno per forza integrarsi a vicenda. Se *"il rapporto tra colore e contesto psicologico pur riferendosi anche all'espressione individuale, è sempre determinato dall'elaborazione compiuta dalla psiche in rapporto alla memoria e all'esperienza, legandosi così alla realtà storica, ideologica e culturale che ne stanno all'origine"* (Luzzatto, Pompas, 1980, p.45) allora si può comprendere come storia, cultura e soggettività possano trovare un accordo.

Da ultimo vi sono gli aspetti legati alla manutenzione. Si è già menzionato di come le schermature solari, per evitare il degrado di alcuni prospetti, debbano tener conto di una propria durata in esercizio legata alla previsione di vita dei componenti utilizzati. Le aziende stabiliscono una garanzia sui tessuti per le tende da sole. La garanzia sui tessuti acrilici "outdoor" è di cinque anni e si basa sulla stabilità dei colori alle intemperie con esposizione all'aperto definita dalla norma UNI EN ISO 105-B03. Il problema della manutenzione e del recupero delle schermature solari è essenzialmente legato alla loro morfologia, ai sistemi di connessione e ai materiali utilizzati. E' sicuramente necessario *"verificare che qualsiasi sistema di ancoraggio e collegamento al supporto murario (tasselli, bulloni, dadi, capichave, tiranti, cavi, ecc.) sia di idoneo materiale inalterabile [...] ovvero correggere le anomalie, sostituendo, ove possibile, i materiali inadatti all'esposizione atmosferica, inibendo la formazione di patine con idonei trattamenti di protezione dei metalli ferrosi e non ferrosi"* (Gasparoli, 2006, p.200). E' anche necessario valutare la convenienza nella conservazione dei componenti originali qualora le schermature siano realizzate in metallo o legno. Nel caso dei metalli è utile valutare lo stato di ossidazione o corrosione del materiale, qualora vi siano bucatore ed erosioni sarà necessaria la sostituzione. Nel caso di formazione di ossido o ruggine su supporti verniciati *"va effettuata [...] una buona pulizia delle superfici prima di qualunque applicazione di vernice. Tale applicazione è costituita da uno o due strati di fondo antiruggine, uno strato intermedio (che collega il fondo con la finitura) ed uno o più strati di finitura che svolgono azione protettiva"* (Zennaro, 2002, p.245). Nel caso di schermature in legno qualora il manufatto non sia gravemente intaccato da agenti patogeni quali funghi, insetti o batteri possono essere predisposti dei trattamenti di recupero. In alcuni interventi di restauro, ad esempio quello degli stabilimenti Olivetti ICO ad Ivrea, le schermature in legno sono state sostituite con componenti in MDF dall'aspetto simile. Per quanto riguarda le tende invece, se lo scheletro è in buono stato la tendenza è quella di conservare la

struttura originaria, solitamente in metallo, eventualmente ricondizionandola. Per quanto riguarda il tessuto si procede in genere alla completa sostituzione. Lo stesso dicasi per le schermature in materie plastiche, in genere prodotti molto economici dove quindi è più conveniente la completa sostituzione. In ogni caso gli interventi di manutenzione sulle schermature richiedono un'attenta valutazione caso per caso.

7.2 Limiti e potenzialità della ricerca

A questo punto sembra doveroso indicare anche alcuni limiti che sono emersi durante la ricerca e che possono essere individuati nei seguenti punti.

- Primo fra tutti l'impossibilità di individuare una soluzione ottimale per tutte le configurazioni possibili. Vi sono infatti configurazioni di facciata per le quali non possono essere adottate soluzioni tecnologiche standardizzabili o in produzione, sia per il sistema schermante sia per il relativo sistema di aggancio: si pensi ad esempio a certe superfici curve in vetro o plastica. La ricerca in questo senso non può essere omnicomprensiva.

- Di conseguenza è necessario sottolineare che non esistono soluzioni univoche anche dal punto di vista cromatico. Le combinazioni possibili sono talmente tante che non è possibile essere esaustivi. Si è cercato infatti di limitare il campo d'indagine a combinazioni a due, massimo tre colori. Le combinazioni più complesse (vedi ad esempio i progetti di Sauerbruch & Hutton) richiedono uno studio preliminare maggiore che esula dagli schemi riducibili in questa ricerca. Esistono poi componenti di carattere soggettivo o di moda che sono strettamente legati a contingenze di carattere temporale o di gusto del singolo progettista e che poi si possono riflettere nella realizzazione di soluzioni emblematiche.

- Allo stesso modo non è stato possibile effettuare una ricerca più articolata sui contesti che, per comodità sono stati semplificati secondo un criterio di predominanza cromatica legata alla prevalenza di diverse tipologie di superfici. Ci si è limitati quindi a classificare il contesto in base alla predominanza di verde, acqua, edifici o asfalto, mentre in molti casi, come ad esempio nei centri storici, è opportuno effettuare una analisi specifica sulle preesistenze. Va anche sottolineato che nella maggior parte dei casi la semplificazione individuata si è dimostrata accettabile.

- Un altro limite è costituito dallo studio per gli interventi di restauro. Si è tracciato un percorso storico-evolutivo sull'uso delle schermature in architettura che è utilissimo per comprendere quali tipologie siano più adatte ad alcuni stili architettonici del passato. Ciò non esime il progettista dall'effettuare, di volta in volta, uno studio specifico sul singolo edificio e sul contesto storico, culturale e edificato in cui esso si inserisce.

- Infine un limite è costituito dalla temporalità stessa della ricerca. Sappiamo

infatti che la ricerca e l'innovazione nel campo edilizio portano ogni anno all'immissione sul mercato di nuovi materiali, componenti o sistemi. L'opera degli architetti stessi potrebbe rendere domani obsoleto quello che oggi sembra nuovissimo. Per questo la ricerca si deve porre come uno strumento aperto ad integrazioni future, da qualsiasi campo provengano.

Al contrario la ricerca presenta una serie di aspetti che si prefigurano come indice di potenzialità per sviluppi futuri. Mi riferisco qui a delle "ramificazioni" che potrebbero scaturire dai limiti stessi della ricerca. Si potrebbero realizzare infatti delle ricerche specifiche sui luoghi, individuando uno schema comune sul quale poter lavorare in situazioni diverse. Una ricerca specifica potrebbe essere effettuata sulle schermature nella città di Venezia ad esempio. Altre ricerche potrebbero afferire al campo della produzione industriale. Attraverso accurate indagini di mercato potrebbero essere studiati i gusti degli acquirenti per armonizzarli con soluzioni architettoniche più raffinate, così come potrebbero essere perfezionati i sistemi di manovra e le parti strutturali delle schermature in modo da migliorarne l'integrazione con gli infissi o renderle meno invasive in relazione ai prospetti dove andranno installate.

7.3 Ricadute

Questa ricerca si rivolge prevalentemente ai progettisti e a coloro che sono parte in causa nel processo che va dalla produzione delle schermature fino alla vendita e all'installazione. Più precisamente i soggetti che a vario titolo potrebbero essere coinvolti negli argomenti qui trattati sono:

- Progettazione: architetti, ingegneri, geometri;
- Vendita/installazione: venditori, consulenti, installatori;
- Produzione: ricercatori, designers, aziende, associazioni;
- Istituzioni: comuni, enti locali.

Per quanto riguarda il mondo della progettazione questa ricerca mette a disposizione degli strumenti che consentono una valutazione delle tipologie di schermatura qui ritenute più idonee in molte configurazioni architettoniche possibili. Viene offerto infatti un sistema di relazioni possibili tra diverse tipologie di facciata di largo utilizzo e diversi sistemi di schermatura. Le linee guida, esposte in maniera relativamente sintetica, consentono una consultazione molto rapida da parte dei progettisti. Ciò consente un notevole risparmio di tempo da poter dedicare all'approfondimento di altri aspetti. La relativa sinteticità del sistema permette inoltre la trasposizione delle linee guida su formato digitale o software.

Allo stesso modo le linee guida tracciate possono essere uno strumento di facile consultazione anche per chi debba occuparsi della consulenza o della vendita di sistemi schemanti, fornendo degli strumenti che consentano di meglio indirizzare l'acquirente coniugando le sue esigenze e preferenze con criteri di scelta basati su fondamenti di tipo culturale. Questo aspetto è di fondamentale importanza poiché consente il passaggio di informazioni dal mondo della progettazione al mondo della vendita contribuendo a diffondere una cultura progettuale potenzialmente molto utile ad uno sviluppo qualitativo anche in ambito edilizio. L'utilizzo del software potrebbe essere strategico in questo senso poiché consentirebbe di personalizzare la scelta delle schermature dell'end-user sulla base del lavoro di ricerca svolto. Questo inoltre potrebbe potenziare il feedback tra settore progettuale e settore della vendita, che potrebbe contribuire allo sviluppo del database informativo del software stesso.

A sua volta il mondo della produzione potrebbe ottenere da questa ricerca delle indicazioni utili per l'affinamento delle proprie linee di produzione, argomento che potrebbe essere discusso caso per caso con specifici approfondimenti e ricerche. Un esempio in tale direzione potrebbe essere lo sviluppo di nuovi campionari di tessuti screen in grado di realizzare particolari effetti cromatici a distanza mediante l'intreccio di fili di materiali e colori diversi.

Potrebbero esservi anche delle ricadute di tipo normativo qualora gli enti locali fossero interessati ad approfondire gli argomenti trattati, soprattutto in relazione al contesto, attraverso studi sulle specificità dei luoghi e delle preesistenze architettoniche. Di fondamentale importanza in questo caso è la ricerca meta-progettuale di analisi sul campo. Possono essere realizzate campagne di indagine sul colore delle schermature nei luoghi storici utili ai Comuni o alle Soprintendenze per stabilire piani di intervento o per perfezionare i propri regolamenti. Gli strumenti prodotti dalla ricerca costituiscono inoltre un interessantissima base di approfondimento per i regolamenti edilizi degli Enti locali che, come si è visto, necessitano di aprire i propri orizzonti alle più recenti innovazioni tecnologiche intervenute anche in questo settore.

Stante quanto indicato in precedenza è sembrato opportuno raccogliere i dati ricavati dalle analisi anche in uno strumento informatico che possa ulteriormente mettere a fuoco i criteri fin qui elaborati. La complessità degli argomenti impone per forza di cose una semplificazione, a volte probabilmente eccessiva, di alcune questioni. La ricerca quindi vuole configurarsi come uno strumento aperto a nuove integrazioni, provenienti anche da settori diversi da quelli della ricerca, e agli sviluppi tecnologici futuri. *“La nuova tecnologia tende a orientare il cammino della società verso un accentuato pluralismo, verso una differenziazione spiccata o [...] verso forme di multipolarizzazione. Il che non significa indirizzarla sulla strada di un'inconcludente dispersione di sistemi e di tenden-*

ze, ma tentar di vedere, nell'eterogeneità e nell'interazione agonistica fra le sue componenti, la ricerca di avanzamenti possibili, la scoperta di campi inesplorati di indagine e di conoscenza" (Ciribini, 1984, p.151).

7.4 Color Shading: software sull'integrazione delle schermature con l'involucro

Ad integrazione della ricerca è stata realizzata la bozza di un software che traduce le indicazioni ricavate dallo studio dei casi campione in uno strumento grafico di facile utilizzo. Lo strumento è stato concepito con la struttura di un sito web: una base in flash all'interno della quale pagine php controllano la gestione di immagini e testi. Il titolo del progetto è "Color Shading" e la lingua scelta è l'inglese. Il layout della pagina principale di benvenuto è caratterizzato, in alto, dalla presenza di cinque pulsanti di selezione: le primi tre conducono a tre "gallery", la prima dedicata alle facciate con "big windows", la seconda e la terza alle facciate con "small windows"; le altre due selezioni contengono i "links" agli esempi realizzati e i "contacts", le informazioni di contatto. Al centro della pagina si presenta immediatamente un primo modello di facciata che da un'anticipazione su quanto si potrà fare, mentre a destra sono allineate in verticale quattro opzioni selezionabili sotto forma di icone sfocate che si mettono a fuoco quando il mouse dell'utente vi passa sopra.

Una volta scelta una gallery, sotto i tasti principali, compaiono ulteriori selezioni contraddistinte da un carattere più piccolo. Per le "big windows" vi è la possibilità di selezionare il sistema di facciata desiderato. Le possibilità sono quattro e derivano da quanto prodotto nella ricerca:

- Curtain-Wall (tipo 1) con infissi installati all'intradosso dei due solai;
- Curtain-Wall (tipo 2) con infissi montati in testa ai solai;
- Balconies, con poggioli o terrazze in aggetto;
- Double Skin, a doppia pelle.

Per le facciate con "small windows", dove le aperture sono più piccole e quindi vi è una maggiore superficie opaca si è scelto come ulteriore selezione il materiale di superficie (surface material). I materiali rappresentati sono:

- Plaster (intonaco);
- Brick (mattoni);
- Stone (pietra);

- Wood (legno);
- Concrete (calcestruzzo);
- Metal (metallo).

Le icone a destra del riquadro principale permettono la selezione dei casi studio campione. Il primo caso (quello più in alto) è sempre il modello di partenza, cioè l'edificio privo di schermature. Le altre combinazioni sono state scelte arbitrariamente all'interno di quelle emerse durante la ricerca. Il motivo di questa decisione è dovuto alla vastità delle scelte possibili e alla necessità di ridurre il tutto a dei campioni emblematici. Il software comunque permette di implementare i casi campione in qualsiasi momento. Le combinazioni sono realizzate dall'unione di una facciata con un sistema di schermatura connotato per materiale e colore.

Per i Curtain-Wall tipo 1 sono state individuate le seguenti opzioni:

- Brise-soleil in aggetto a pale in alluminio;
- Brise-soleil orizzontali a pale in alluminio;
- Brise-soleil verticali a pale in alluminio;
- Ante scorrevoli in bronzo forato;
- Tende a braccetti con tessuto filtrante di colore giallo;
- Tende verticali con tessuto filtrante di colore blu;
- Veneziane in alluminio;
- Brise-soleil a lame in vetro con integrazione fotovoltaica montati su struttura indipendente.

Ogni sistema di facciata/materiale di superficie ha dalle due alle otto combinazioni.

Le combinazioni sono visualizzate nel riquadro centrale. Sotto il riquadro vi sono dei numeri (1,2,3,4...) che permettono di scorrere le varie pagine contenenti le combinazioni relative a quel sistema di facciata/materiale di superficie. Ogni immagine presenta, da sinistra verso destra, l'edificio visto in prospetto, l'edificio visto in prospettiva accidentale e il cerchio cromatico di Itten opportunamente elaborato. Le prime due figure permettono di visualizzare immediatamente l'effetto che si ottiene installando un tipo di schermatura: dal punto di vista compositivo, dal punto di vista cromatico e delle ombre che esso genera sugli altri elementi di facciata. Il cerchio cromatico individua la combinazione di colori tra pelle dell'edificio e schermatura. Esso è costituito da due cerchi concentrici e da una, due o tre lancette impennate sul centro (a seconda se la combinazione è monocromatica, a due colori o a tre). Il cerchio più esterno è quello di Itten con i colori che

vanno dal giallo al rosso, al viola, al blu, al verde. Il cerchio interno rappresenta invece una scala di grigi: dal bianco, attraverso una serie di grigi, fino al nero.

Sotto ogni immagine compare una fascia grigia che contiene una serie di informazioni aggiuntive sulla combinazione visualizzata. I dati rappresentati sono:

- Shading System (sistema di schermatura): louver (frangisole), venetian blinds (veneziane), sliding panels (pannelli scorrevoli), awnings (tende) ecc...;
- Material: aluminium, steel, bronze, glass, wood ecc...;
- Color combination (combinazione cromatica): monochromatic, two colors, three colors;
- Color/s (colori): i colori presenti, ad esempio giallo e blu se la combinazione è a due colori e così via.

Il database di combinazioni è aggiornabile e integrabile in qualsiasi momento. Tutti i modelli sono costruiti e renderizzati attraverso un software di modellazione 3d mentre le immagini finali sono composte con un software di fotoritocco.

Nella sezione "links" sono riportati dei collegamenti a pagine web dove è possibile visualizzare le immagini di alcune realizzazioni di architetti internazionali come Jean Nouvel, Herzog & de Meuron, Bernard Tschumi ed altri, presenti anche nei casi studio analizzati durante la ricerca. Ogni esempio è classificato secondo le modalità descritte in precedenza.

L'evoluzione futura prevista per il software, oltre alla possibilità di integrare il database iconografico con proprie realizzazioni, è offrire all'utente la facoltà di combinare e verificare dei modelli da lui personalizzati. Il progetto consiste nel rendere il software in grado di ricevere dei modelli realizzati dall'utente e allo stesso tempo fornire un database di schermature applicabili a questi modelli. La soluzione individuata è quella di fornire dei parametri per la realizzazione del modello in un software gratuito come Google Sketchup. La versione evoluta di "Color Shading" sarà quindi in grado di importare al suo interno tali modelli e di integrarli con le schermature presenti nel database (divisi in imposte, tende e frangisole), fornendo così all'utente una totale possibilità di personalizzazione del proprio progetto. "Color Shading" diventa in questo modo uno strumento progettuale da essere utilizzato in fase di definizione dei prospetti dell'edificio. Solo successivamente al suo utilizzo (la o) le soluzioni possibili potranno essere verificate con altri software di calcolo prestazionale.

BIBLIOGRAFIA

- Ciribini Giuseppe, *Tecnologia e progetto. Argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Celid, Torino, 1984
- Cook Peter, *Architecture: action and plan*, Studio Vista Ltd., Londra, 1967 (tr. It. a cura di Giulio Petti e Adriana Pelucca, *Architettura: azione e progetto*, Calderini, Bologna, 1970)
- Cremonini Lorenzo, *Colore e architettura: un senso vietato?*, Alinea, Firenze, 1992
- Gasparoli Paolo, Talamo Cinzia, *Manutenzione e recupero*, Alinea, Firenze, 2006
- Gregotti Vittorio, *L'architettura nell'epoca dell'incessante*, Laterza, Bari, 2006
- Luzzatto Lia, Pompas Renata, *Il linguaggio del colore*, Il Castello, Milano, 1980
- Tafuri Manfredo, *Progetto e utopia*, Laterza, Bari, 1973
- Zennaro Pietro, "Manutenzione dei manufatti dipinti", in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore degli edifici*, Alinea, Firenze, 2002

BIBLIOGRAFIA GENERALE

Libri

- AA.VV., *Adalberto Libera: opera completa*, Electa, Milano, 1989
- AA.VV., *Il nuovo fotovoltaico*, Flaccovio, Palermo, 2009
- AA.VV., *Laterizi*, De Agostini, Novara, 1974
- AA.VV., *Manuale tecnico del Vetro*, Saint Gobain Glass, Milano, 2000
- AA.VV., *Norman Foster Works 1*, Prestel, Monaco, 2002
- AA.VV., *Schermature Solari*, Alinea, Firenze, 2000
- Acocella Alfonso, *Involucri in cotto*, Sannini, Firenze, 2008
- AIMAT, a cura di, *Manuale dei materiali per l'ingegneria*, McGraw-Hill, Milano, 1996
- Argan Giulio Carlo, *L'arte moderna*, Sansoni, Firenze, 1970
- Argan Giulio Carlo, *Libera*, Editalia, Roma, 1975
- Argan Giulio Carlo, *Storia dell'Arte Italiana, Vol. 3*, Sansoni, Firenze, 1968
- Arnheim Rudolf, *Art and visual perception*, 1954 (tr. It. *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, Milano, 1962)
- Benevolo Leonardo, *L'architettura nel nuovo millennio*, Laterza, Bari, 2006
- Bill Max, *Ludwig Miés van der Rohe*, Il Balcone, Milano, 1955
- Boesiger Willy (a cura di), *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: Oeuvre Complète de 1929-1934*, Les Editions Grisberger, Zurigo, 1935
- Boesiger Willy (a cura di), *Le Corbusier et Pierre Jeanneret: Oeuvre Complète de 1938-1946*, Les Editions Grisberger, Zurigo, 1946
- Bonfanti Ezio, Porta Marco, *Città, Museo e Architettura. Il Gruppo BBPR nella cultura architettonica italiana 1932-1970*, Vallecchi, Firenze, 1973.
- Brino Giovanni, *Crystal Palace. Cronaca di un'avventura progettuale*, Sagep, Genova, 1995
- Brivio Sergio Fabio, a cura di, *Tende e schermature solari*, Edinterni, Milano 2004
- Brivio Sergio Fabio, *Schermature solari e tende tecniche*, Il Sole 24Ore, Milano, 2010
- Brookes Allan J., Grech Chris, *Das Detail in der High-Tech-Architektur*, Birkhäuser, Basilea, 1991
- Campioli Andrea, *Il contesto del progetto. Il costruire contemporaneo tra sperimentalismo high-tech e diffusione delle tecnologie industriali*, Franco Angeli, Milano, 1993
- Ceccherini Nelli Lucia, *Il fotovoltaico in architettura*, Alinea Firenze, 2006
- Ceccherini Nelli Lucia, *Schermature fotovoltaiche*, Alinea, Firenze, 2007
- Cianchetti Riccardo, *Norme e regole in edilizia*, Libreria Progetto, Padova, 1996
- Ciribini Giuseppe, *Introduzione alla tecnologia del design*, Franco Angeli, Milano, 1979
- Ciribini Giuseppe, *Tecnologia e progetto. Argomenti di cultura tecnologica della progettazione*, Celid, Torino, 1984

- Conserva Mario, Bonollo Franco, Donzelli Giancarlo, *Alluminio: manuale degli impieghi*, Edimet, Brescia, 2005
- Cook Peter, *Architecture: action and plan*, Studio Vista Ltd., Londra, 1967 (tr. It a cura di Giulio Petti e Adriana Pelucca, *Architettura: azione e progetto*, Calderini, Bologna, 1970)
- Cremonini Lorenzo, *Colore e architettura: un senso vietato?*, Alinea, Firenze, 1992
- Davies Colin, *High Tech Architecture*, Thames and Hudson, Londra, 1988
- Donati Cristina, *Michael Hopkins*, Skira, Milano, 2006
- Fanelli Giovanni, Fanelli Rosalia, *Il Tessuto Art Nouveau*, Cantini, Firenze, 1986
- Facincani Ezio, *Laterizi*, Edizioni Faenza, Faenza, 2001
- Frassine Roberto, Soldati Maria Grazia, Rubertelli Manuela, *Textile design: materiali e tecnologie*, Franco Angeli, Milano, 2008
- Freni Vera, Varnier Carla, *Raimondo D'Aronco: l'opera completa*, Centro Grafico Editoriale, Padova, 1983
- Garimberti Marta, Susani Giuseppe, a cura di, *Sacripanti Architettura*, Edizioni Cluva, Venezia, 1967
- Gasparoli Paolo, Talamo Cinzia, *Manutenzione e recupero*, Alinea, Firenze, 2006
- Gibello Luca, Sudano Paolo Mauro, *Annibale Focchi Architetto*, Aión Edizioni, Firenze, 2007
- Giordano Guglielmo, *Tecnologia del legno*, 3 Voll, Utet, Torino, 1983
- Gregotti Associati, *Frammenti di costruzioni*, Skira, Milano, 2000
- Gregotti Vittorio, Marzari Giovanni, a cura di, *Luigi Figini Gino Pollini Opera Completa*, Electa, Milano, 1996
- Gregotti Vittorio, *L'architettura nell'epoca dell'incessante*, Laterza, Bari, 2006
- Herzog Thomas, Lang Werner, Krippner Roland, *Atlante delle facciate*, Utet, Torino, 2005
- Hegger Manfred, Auch-Schwelk Volker, Fuchs Matthias, Rosenkranz Thorsten, *Atlante dei materiali*, Utet, Torino, 2006
- Hegger Manfred, Fuchs Matthias, Stark Thomas, Zeuner Martin, *Atlante della sostenibilità*, Utet, Torino, 2008
- Hilberseimer Ludwig, *Mies van der Rohe*, Paul Theobald, 1956 (tr.it. a cura di Antonio Monestiroli, Clup, Milano, 1984)
- Hix John, *The Glasshouse*, Phaidon, Londra, 1996
- Itten Johannes, *Kunst der Farbe*, 1961 (tr. It., *Arte del colore*, Il Saggiatore, Milano, 1982)
- Jodidio Philip, a cura di, *Jean Nouvel by Jean Nouvel, Complete Works 1970-2008*, Taschen, Hong Kong, 2008.

- Koppelkamm Stefan, *Künstliche Paradiese, Gewächshäuser und Wintergärten des 19. Jahrhunderts*, Ernst & Sohn, Berlino, 1988
- Lahuerta Juan José, *Antoni Gaudí 1852-1926: architettura, ideologia e politica*, Electa, Milano, 1992
- Leoni Fulvio, *L'architettura della simultaneità*, Meltemi, Roma, 2001
- Leoni Giovanni, *Mies van der Rohe*, Motta, Milano, 2008
- Luzzatto Lia, Pompas Renata, *Il linguaggio del colore*, Il Castello, Milano, 1980
- Mack Gerhard, *Herzog & de Meuron: das Gesamtwerk, Vol 4: 1997-2001*, Birkhauser, Basilea, 2009
- Manfron Vittorio, *Qualità e affidabilità in edilizia*, Franco Angeli, Milano, 1995
- McKean John, *Crystal Palace London 1851, Joseph Paxton and Charles Fox*, Phaidon, Londra, 1994
- Mottura Giovanna, Pennisi Alessandra, *Progettare sistemi di protezione solare degli edifici*, Maggioli, Rimini, 2006
- Natterer Julius, Herzog Thomas, Volz Michael, *Atlante del legno*, Utet, Torino, 1998
- Neri Maria Luisa, Thermes Laura et al., a cura di, *Maurizio Sacripanti maestro di architettura 1916-1996*, Gangemi, Roma, 1998
- Nicodemi Walter, *Acciai e leghe non ferrose*, Zanichelli, Bologna, 2008
- Pearman Hugh, a cura di, *Equilibrium: Nicholas Grimshaw & Partners*, Phaidon, Londra, 2000
- Pastoureau Michel, *Bleu. Histoire d'une couleur*, Éditions du Seuil, Parigi, 2000 (tr.it. *Blu. Storia di un colore*, Ponte alle Grazie, Milano, 2002)
- Pastoureau Michel, *Noir. Histoire d'une couleur*, Éditions du Seuil, Parigi, 2008 (tr.it. *Nero. Storia di un colore*, Ponte alle Grazie, Milano, 2008)
- Powell Kenneth, *Richard Rogers Complete Works Volume One*, Phaidon, Londra, 1999
- Puppi Lionello, *Oscar Niemeyer 1907*, Officina Edizioni, Roma, 1996
- Quaglierini Carlo, *Manuale di merceologia tessile*, Zanichelli, Bologna, 1985
- Quargnal Elettra, Pozzetto Marco, a cura di, *D'Aronco Architetto, Catalogo della Mostra tenuta a Passariano*, Electa, Milano, 1982
- Quaroni Ludovico, *Progettare un edificio*, Gangemi, Roma, 1977
- Rocca Alessandro, a cura di, *Ian Ritchie: Tecnoecologia*, Motta, Milano, 1998
- Rondelet Giovanni, *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*, Prima edizione Italiana alla Sesta edizione originale del 1799, Mantova, 1834
- Rossi Aldo, *L'architettura della città*, Marsilio, Padova, 1966
- Sauerbruch Matthias, Hutton Louisa, *Sauerbruch & Hutton Archive*, Lars Müller, Baden, 2006

- Scheerbart Paul, *Architettura di vetro*, Adelphi, Milano, 1982
- Schittich Christian, Staib Gerald, Balkow Dieter, Schuler Matthias, Sobek Werner, *Atlante del vetro*, Utet, Torino, 1999
- Spinelli Luigi, *José Antonio Coderch: la cellula e la luce*, Testo & Immagine, Torino, 2003
- Sulzer Peter (a cura di), *Jean Prouvé: oeuvre complete, Vol. 3: 1944-54*, Birkhauser, Basilea, 2005
- Sulzer Peter (a cura di), *Jean Prouvé: oeuvre complete, Vol. 4: 1954-84*, Birkhauser, Basilea, 2008
- Suzzani Renato, a cura di, *Manuale di lavorazione della lamiera*, Tecniche Nuove, Milano, 2009
- Tafuri Manfredo, *Progetto e utopia*, Laterza, Bari, 1973
- Tafuri Manfredo, Dal Co Francesco, *Architettura Contemporanea*, Electa, Milano, 1976
- Tornquist Jorrit, *Colore e luce: teoria e pratica*, Istituto del Colore, Milano, 1999
- Underwood David, *Oscar Niemeyer and the Architecture of Brazil*, Rizzoli International, New York, 1994
- Walker Aidan, *Atlante del legno: guida ai legnami del mondo*, Hoepli, Milano, 2006
- Woods May, Swartz Warren Arete, *Glass Houses, A History of Greenhouses, Orangeries and Conservatories*, Rizzoli International, New York, 1988
- Vitruvius Pollio Marcus, *De Architectura*, 27-23 a.C. (tr. It, *Dell'architettura*, Giardini, Pisa, 1978)
- Zaffagnini Mario, a cura di, *Progettare nel processo edilizio*, Edizioni Parma, Bologna, 1981
- Zanelli Alessandra, *Trasportabile/Trasformabile*, Clup, Milano, 2003
- Zevi Bruno, a cura di, *Giuseppe Terragni*, Zanichelli, Bologna, 1980
- Zennaro Pietro, *Architettura dei materiali*, Edizioni Progetto, Padova, 1995
- Zennaro Pietro, *La qualità rarefatta*, Franco Angeli, Milano, 2000
- Zennaro Pietro, *Architettura senza*, Franco Angeli, Milano, 2009

Saggi

- Campioli Andrea, Mangiarotti Anna, Zanelli Alessandra, "Learning from the Past to Renew Ephemeral Architecture in the Italian Context", in Bogner-Balz Heidrun, Zanelli Alessandra, a cura di, *Tensinet Symposium 2007: Ephemeral Architecture, time and textiles*, Clup, Milano, 2007
- Ceccherini Nelli Lucia, "Riferimenti Progettuali", in AA.VV., *Schermature solari*, Alinea, Firenze, 2000, pp. 13-37
- Ceccherini Nelli Lucia, "Helios", in AA.VV., *Schermature Solari*, Alinea, Firenze, 2000, pp. 213-229
- Chiappini di Sorio Ileana, "L'arte della tessitura a Venezia: premesse e sviluppi", in AA.VV., Centro studi di Storia del Tessuto e del Costume, *Quaderno 1*, Supplemento a Bollettino dei Civici Musei Veneziani d'Arte e di Storia, Venezia, 1989
- Collodo Silvana, "La produzione tessile nel Veneto medievale", in Ericani Giuliana, Frattaroli Paola, a cura di, *Tessuti nel Veneto: Venezia e la Terraferma*, Banca Popolare di Verona, Verona, 1993, pp. 35-56
- Cuoghi Costantini Marta, "Tipologie tecniche nei tessuti antichi", in AA.VV., Centro studi di Storia del Tessuto e del Costume, *Quaderno 1*, Supplemento a Bollettino dei Civici Musei Veneziani d'Arte e di Storia, Venezia, 1989
- Da Pos Osvaldo, Brutti Valentina, "Estetica sperimentale dei colori" in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore nella produzione di architettura*, Iperedizioni, Verona, 2007, pp. 296-307
- Davanzo Poli Doretta, "Il consolidarsi delle industrie", in Davanzo Poli Doretta, Moronato Stefania, *Le Stoffe dei Veneziani*, Albrizzi Editore, Venezia, 1994, pp. 47-60
- Davanzo Poli Doretta, "L'organizzazione delle arti tessili", in Davanzo Poli Doretta, Moronato Stefania, *Le Stoffe dei Veneziani*, Albrizzi Editore, Venezia, 1994, pp. 17-24
- Garofalo Francesco, "Palazzo per uffici in via Torino a Roma, 1956-58", in AA.VV., *Adalberto Libera: opera completa*, Electa, Milano, 1989
- Gasparini Katia, "Un Museo su Trampoli" in Zennaro Pietro, a cura di, *Scenari del Costruire*, Iperedizioni, Verona, 2007, pp. 57-73
- Lovato Roberta, "I prodotti per verniciature e tinteggiature" in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore degli edifici*, Alinea, Firenze, 2002, pp. 135-151
- Lusardi Alain Paolo, "Programmi di simulazione", in AA.VV., *Schermature Solari*, Alinea, Firenze, 2000, pp. 295-324
- Moronato Stefania, "I tessuti nella storia", in AA.VV., Centro studi di Storia del Tessuto e del Costume, *Quaderno 1*, Supplemento a Bollettino dei Civici Musei Veneziani d'Arte e di Storia, Venezia, 1989

Trombadore Antonella, "Tipologie e prestazioni" in AA.VV., *Schermature solari*, Alinea, Firenze, 2000, pp. 40-67

Zennaro Pietro, "Manutenzione dei manufatti dipinti", in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore degli edifici*, Alinea, Firenze, 2002

Zennaro Pietro, "Il colore della contemporaneità" in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore dei materiali per l'architettura*, Edizioni Progetto, Padova, 2004 (pp. 61-72)

Zennaro Pietro, Gasparini Katia, "Colore e design nella produzione di schermature solari tessili", in Zennaro Pietro, a cura di, *Il colore nella produzione di architettura*, Iperezioni, Verona, 2007, pp. 128-139

Tesi di laurea

Pizzuti Manuela, *Rivestimenti tessili per l'architettura*, Tesi di Laurea, Università IUAV di Venezia, Corso di Laurea in Architettura, A.A. 2007/08, relatore prof. Pietro Zennaro, correlatori arch. Katia Gasparini e arch. Alessandro Premier

Articoli di periodici

AA.VV., "BBSA presents the Shade Specifier software", in *Tenda International*, n. 3/2008, pp. 30-32

AA.VV., "Il nuovo Lingotto: un progetto solare", in *Nuova Finestra*, n.11/1997, pp. 135-137

AA.VV., "I tessuti metallici in architettura", in *Frames*, n.124/2006, pp. 84-85

Brivio Sergio Fabio, "Il progetto delle schermature solari", in *Frames*, n.123/2006, pp. 58-63

Brivio Sergio Fabio, "Schermature solari e Legislatore, punti di vista...", in *Tenda in & out*, n. 1/2008, pp. 20-23

Cannavale Lorenzo, "La movimentazione delle facciate tecnologiche", in *Frames*, n.125/2007, pp. 62-67

Cannavale Lorenzo, "L'applicazione delle protezioni solari agli edifici", in *Frames*, n.119/2005, pp. 48-53

Ferrari Marino, "Progettare le protezioni solari", in *Frames*, n.119/2005, pp. 80-83

Irace Fulvio, "Gelosie d'autore", in *Abitare*, n.315/1993, pp. 202-205

Rosa Valentina, "La finestra nei dipinti dei secoli XIX e XX", in *Frames*, n.47/1993, pp. 32-33

Toffolon Margherita, "L'architettura dei frangisole", in *Modulo*, n.208/1995, pp. 46-48

Toffolon Margherita, "Call Center Vodafone Italia e facciate ICO Centrale di Ivrea", in

Nuova Finestra, n.330/2007, pp. 96-100

Zennaro Pietro, "Colore e protezioni solari", in Tenda in & out, n. 1/2008, pp. 96-100

Zennaro Pietro, "Le tende nei piani del colore", in Tenda in & out, n. 1/2009, pp. 94-99

Siti internet (progettisti)

<http://www.3xn.dk/>

<http://www.agps.ch/>

<http://www.alsoparchitects.com/>

<http://www.archipelontwerpers.nl/>

<http://www.baumschlager-eberle.com/>

<http://www.behnisch.com/>

<http://www.benthemcrouwel.nl/>

<http://www.cie.nl/>

<http://www.coop-himmelblau.at/>

<http://www.davidchipperfield.co.uk/>

<http://www.dillerscofidio.com/>

<http://www.em2n.ch/>

<http://www.f-o-a.net/>

<http://www.fosterandpartners.com/>

<http://www.fuksas.it/>

<http://www.giselbrecht.at/>

<http://www.grimshaw-architects.com/>

<http://www.hopkins.co.uk/>

<http://www.jeannouvel.com/>

<http://www.kadawittfeldarchitektur.de/>

<http://www.kvarch.net/>

<http://www.mcarchitectsgate.it/>

<http://www.meck-architekten.de/>

<http://www.murphviahn.com/>

<http://www.ofis-a.si/>

<http://www.perraultarchitecte.com/>

<http://www.richardrogers.co.uk/>

<http://rpbw.r.ui-pro.com/>

<http://www.sauerbruchhutton.de/>

<http://www.shiderubanarchitects.com/>

<http://www.som.com/>

<http://www.tschumi.com/>

Siti internet (produttori, associazioni, software)

<http://www.arquati.it/>

<http://www.assites.it/>

<http://www.bbsa.org.uk/>

<http://www.dalex.it/>

<http://www.dial.de/>

<http://www.diedrahtweber.de/>

<http://www.ferrari-textiles.com/>

<http://www.g24i.com/>

<http://www.giovanardi.com/>

<http://www.ekdmetalfabrics.com/>

<http://www.griesser.ch/>

<http://www.hoberman.com/>

<http://www1.hunterdouglascontract.com/>

<http://www.interactive-wear.de>

<http://www.levolux.com/>

<http://www.ludvigsvensson.com>

<http://www.merlo-brise-soleil.it/>

<http://www.metra.it/>

<http://www.modelsystemitalia.it/>

<http://www.naco.it/>

<http://www.naizil.com/>

<http://www.nrc-cnrc.ac.ca/>

<http://www.para.it/>

<http://www.parasol.se/>

<http://www.pratic.it/>

<http://www.resstende.com/>

<http://www.schueco.com/>

<http://www.soltis-textiles.com/>

<http://www.sunprotectionteam.com/>

<http://www.terreal.com/>

<http://www.weavingideas.com>