

Katia Gasparini, Alessandro Premier

Katia Gasparini è professore a contratto presso l'Università Iuav di Venezia. Alessandro Premier è architetto, professore a contratto di Progettazione dei Sistemi Costruttivi presso l'Università Iuav di Venezia

Il movimento in superficie

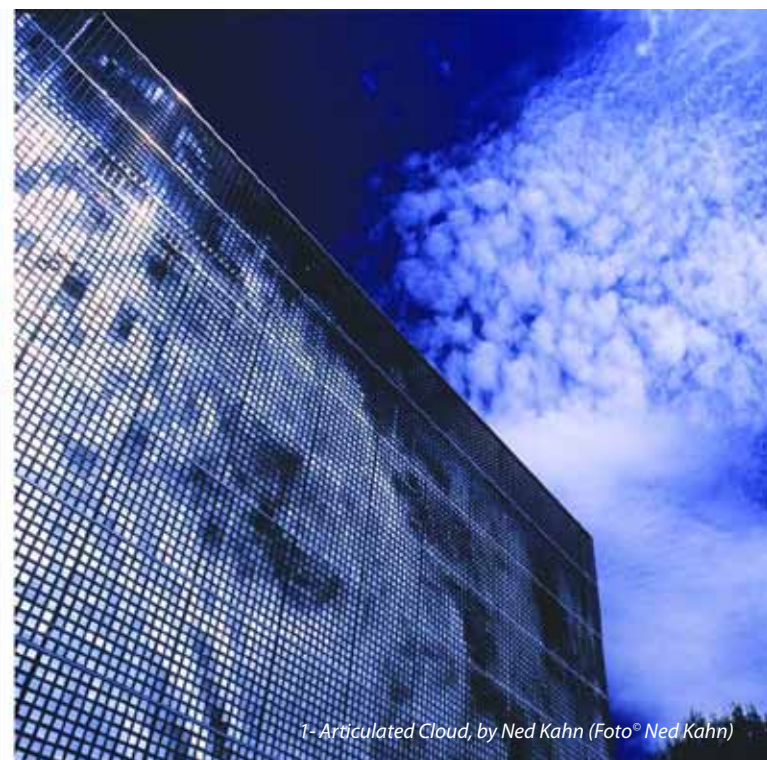
Sistemi di schermatura dinamici e facciate cinetiche smart

Così come è stata identificata anche dal noto architetto giapponese Toyo Ito, la *pelle* degli edifici rappresenta il primo livello di comunicazione della costruzione con l'uomo e con l'ambiente.

Il concetto di comunicazione in questo caso assume diverse valenze, perché può afferire sia all'ambito architettonico per quanto riguarda la forma, sia a quello percettivo e comunicativo inteso come trasmissione di messaggi o addirittura interazione dell'involucro architettonico con l'utente e l'ambiente attraverso sistemi mediatici, sia riconducibile all'aspetto energe-

tico, laddove si parla di sistemi di schermatura nella loro funzione di base. Semplicemente la *pelle* dell'edificio assume sempre un importantissimo ruolo di interfaccia con l'ambiente in cui è inserito e con i suoi fruitori.

Da più di un decennio ormai la progettazione delle superfici esterne degli edifici ha acquisito un ruolo strategico per rispondere a requisiti sempre



1 - Articulated Cloud, by Ned Kahn (Foto: Ned Kahn)



2 - Sede Zurich Italia, Milano, by Scandurrastudio (Foto: Model System Italia S.p.A.)



3 - Kinetower® (progetto), by Kinetura (Foto° Kinetura)

più complessi e obiettivi ambiziosi che spaziano dalla comunicazione, alla pura sperimentazione, all'integrazione ambientale fino al contenimento energetico. La facciata degli edifici sembra quindi essere diventata luogo di sperimentazione di sistemi e tecnologie sempre più innovativi, fino alle più recenti applicazioni di materiali e sistemi intelligenti (*smart materials and technologies*) che consentono di realizzare superfici dinamiche che interagiscono visivamente e fisicamente con i parametri ambientali, definite più precisamente "facciate cinetiche".

A questo proposito sembra interessante il prototipo del progetto Smart Screen, un sistema di oscuramento intelligente proposto dagli architetti Decker & Yeadon.

Si tratta di un sistema cinetico di facciata che regola costantemente l'apporto solare attraverso l'utilizzo di *memory form smart materials* (materiali intelligenti a memoria di forma). La schermatura dinamica così realizzata funziona attraverso l'apertura e chiusura di fori nella pelle mediatica dell'edificio. Le sue numerose aperture non necessitano di sistemi motorizzati per l'azionamento, che richiederebbero quindi l'installazione di costosi sensori, processori e motori, ma si aprono e chiudono "naturalmente" al fine di regolare l'accumulo termico all'interno dell'edificio in funzione del calore ricevuto sulla superficie. Tutto ciò avviene seguendo il comportamento tipico dei materiali a memoria di forma.

Una facciata cinetica, considerata nel contesto più ampio delle superfici architettoniche, potrebbe essere genericamente identificata "o come un oggetto trasformabile che occupa dinamicamente uno spazio fisico predefinito, oppure come un oggetto fisico mobile che può condividere uno spazio fisico comune per realizzare nuove adattabili configurazioni spaziali (cfr. Fox M., Miles K., p.27). "Kienetic" deriva dalla parola κινητικός dal greco antico (kinētikos, "colui che mette in movimento").

Una facciata cinetica è progettata in modo che sue porzioni significative o parti di essa (come per esempio i componenti del rivestimento) possono muoversi, pur mantenendo l'integrità strutturale dell'insieme. La potenzialità della facciata in questo caso, o di alcune sue parti di essere mobili, può avere o una pura funzione espressiva e formale (p.es. comunicativa), oppure può consentire di rispondere alle condizioni ambientali e svolgere funzioni che sarebbero impossibili per una struttura statica, come per esempio le schermature solari dinamiche, con funzione di contenimento e controllo dei consumi energetici o di abbagliamento.

Un altro esempio di facciata mobile realizzato invece mediante l'uso di schermature è rappresentato dal Kiefer Technic Showroom di Giselbrecht & Partners (2007), dove i pannelli in alluminio forato sono azionati da dispositivi elettromeccanici che, oltre a regolare il flusso luminoso, disegnano una facciata in grado di cambiare continuamente il proprio aspetto. In questo caso si può parlare di facciata cinetica o mobile di tipo mediatico.

Un notevole aumento di applicazioni pratiche di architettura cinetica sono riscontrabili a partire dal XX° secolo, a seguito dell'evoluzione delle tecnologie meccanica, elettronica e robotica, che hanno aperto nuove possibilità architettoniche.

Storia e attualità nelle superfici cinetiche

Il problema del controllo luminoso negli edifici rappresenta un tema a cui la ricerca progettuale ha sempre dato molta importanza. Nel tempo i sistemi di schermatura solare si sono evoluti permettendo all'utente una modulazione dell'ingresso della luce sempre più raffinata. Dispositivi come le gelosie, le tende alla veneziana o le persiane a lamelle regolabili sembrano esserne la prova storica. Il passaggio alle facciate mobili avviene agli inizi del XX° secolo con l'introduzione degli involucri in vetro, conseguenza dell'adozione di sistemi costruttivi puntiformi (pilastrini e travi) realizzati in acciaio o calce-

struzzo armato. Molti architetti dell'epoca rimangono affascinati dalla possibilità di realizzare grandi superfici leggere e traslucide. Si pensi ad esempio al progetto di Mies van der Rohe per un grattacielo in acciaio e vetro a Berlino (1921) o alla *Maison de Verre* di Pierre Chareau a Parigi (1928). Il successo di questi edifici pone però una serie di problematiche legate al controllo ambientale, soprattutto in aree geografiche molto soleggiate. Come coniugare allora l'uso esteso del vetro con un adeguato controllo luminoso? Le Corbusier e Oscar Niemeyer propongono l'adozione del brise-soleil, non nell'accezione originaria di Le Corbusier (una struttura fissa per l'ombreggiamento), ma in una versione con grandi lamelle regolabili in grado di proteggere adeguatamente i "pan de verre". Nascono quindi grandi facciate in vetro completamente protette da lamelle mobili: ad esempio il Ministero dell'educazione e della sanità pubblica (1936) e l'Orbrado Berço (1937) entrambi a Rio de Janeiro. Negli anni Quaranta e Cinquanta Jean Prouvé, già collaboratore di Le Corbusier, realizza una serie di sistemi sempre più evoluti che si traducono nella configurazione attuale del frangisole mobile in grado di essere azionato dall'utente con una semplice manovella posta all'interno dell'edificio. Nel secondo Dopoguerra i frangisole mobili ottengono un successo sempre crescente e, grazie all'applicazione di tecnologie elettromeccaniche, vengono azionati con un semplice pulsante e, se dotati di sensori esterni, sono in grado di regolare automaticamente la loro posizione in base alle condizioni ambientali esterne.

Sistemi di schermatura dinamici

Le facciate mobili realizzate mediante schermature sono caratterizzate dalla presenza di "sistemi automatizzati di ombreggiatura e controllo della luce naturale" (cfr. Lee S., Selkovitz S., Hughes G., Thurman S., p.1).

Una tipologia di facciate mobili è quindi caratterizzata dalla presenza di dispositivi dinamici di schermatura che ne proteggono la maggior parte della superficie. Tali dispositivi hanno evidentemente una duplice funzione: modulare l'ingresso della luce nell'edificio e conferire espressività al prospetto (in risposta ai requisiti tecnologici visivi, microclimatici e di aspetto - UNI 8290-2:1983). Come è emerso nel corso di una ricerca condotta nell'ambito dell'Unità di ricerca "Colore e luce in architettura" dell'Università Luav di Venezia, le attuali norme individuano essenzialmente tre sistemi di schermatura mobile: tende, imposte e frangisole (cfr. UNI 8369-4:1988 e UNI EN 12216:2005). Le tende sono evidentemente costituite da filtri tessili e da un telaio meccanico in grado di assicurarne la manovra. Si può parlare di facciata mobile quando le tende siano parte integrante dell'involucro e il loro movimento non alte-

ri l'integrità strutturale dell'insieme. Possono essere considerati esempi di facciata mobile realizzati con dispositivi tessili il Paul Klee Zentrum a Berna di Renzo Piano (2005) o la sede di Zurich Italia a Milano di Scandurrastudio (2009) (Foto 2). Negli ultimi vent'anni, soprattutto negli interventi di tipo residenziale, è stato sviluppato il tema delle imposte apribili come elemento caratterizzante dell'intera facciata. A partire da alcune prime elaborazioni di Herzog & de Meuron negli anni Ottanta, si sono realizzati alcuni interventi in cui una seconda pelle costituita da pannelli apribili si sovrappone completamente ai poggioni e alle finestre dell'edificio costituendo un vero e proprio involucro apribile. Elementi in legno, vetro o metallo forato costituiscono la seconda pelle mobile. Esempi emblematici sono i prospetti degli appartamenti in Rue des Suisses a Parigi (2000) e la facciata principale della galleria Fünf Höfe a Monaco di Baviera (2003) (Foto 4), entrambi di Herzog & de Meuron. Nel XX° secolo le prime facciate mobili sono state però contraddistinte da dispositivi frangisole. Attualmente i frangisole possono essere realizzati con forme e materiali molto diversi fra loro. La produzione ne offre una gamma vastissima. Per forma si possono distinguere: pale, lame, lamelle, pannelli, diaframmi ecc.; i materiali utilizzati possono essere: metallo, legno, plastica, vetro, ceramica, celle fotovoltaiche, materiali a memoria di forma e altri materiali *smart*.

Facciate cinetiche intelligenti

Le applicazioni più recenti e innovative si inseriscono proprio nell'ultima categoria dei materiali *smart* e a memoria di forma. Fra i numerosissimi esempi che si possono citare vi è l'involucro della Kinetower® (Foto 3). Il progetto di Kinetura (Xaveer Claerhout & Barbara Van Biervliet), disegnato nel 2008, rappresenta una sintesi tra i concetti di adattabilità, sostenibilità e utilizzo di materiali innovativi. L'involucro prevede l'utilizzo di una pelle a memoria di forma che, divisa in lame in corrispondenza delle vetrate, è in grado di aprirsi e chiudersi regolando la luce in ingresso. Particolarmente interessanti sono le soluzioni d'angolo dove le lame (simili alle dita di due mani) sembrano divergere e poi convergere fra loro. L'attuale ricerca nell'ambito delle schermature si sta focalizzando verso una sempre maggior integrazione di materiali in grado di captare e trasformare energia (fotovoltaico) o di reagire automaticamente in base alle condizioni ambientali esterne, utilizzando pochissima energia (schermature omeostatiche). Nella realizzazione di facciate cinetiche l'evoluzione verso la realizzazione di sistemi dinamici intelligenti coniuga l'interattività alla comunicazione visiva tipica degli involucri architettonici mediatici e una sensibilità tecnologica volta all'innovazione con l'obiettivo di migliorare l'integrazione ambientale attraverso un contenimento dei consumi energetici e dell'investimento economico in fase di realizzazione e di gestione.

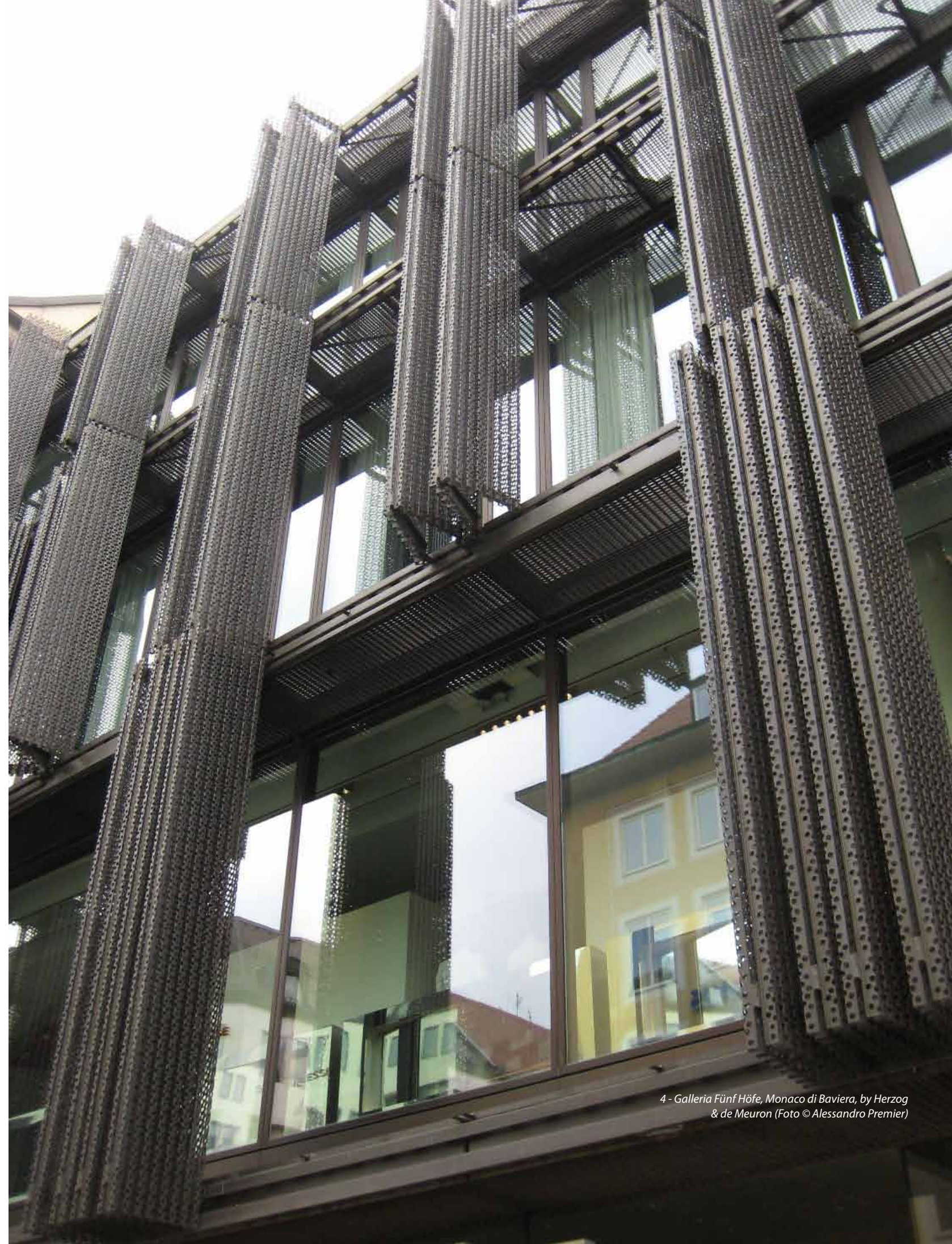
I sistemi utilizzati per la realizzazione delle facciate cinetiche appartengono a tipologie diverse in funzione del settore produttivo di provenienza, possono quindi essere sistemi di tipo eolico, elettronico, meccanico, omeostatico, informativo o pneumatico. Solitamente per la realizzazione di una facciata possono essere utilizzate tecnologie diverse dando origine ad un sistema cinetico di tipo complesso, difficilmente si nota l'utilizzo di sistemi elementari. Le facciate cinetiche "intelligenti" sono facciate che si adattano al contesto e interagiscono con esso, assorbendone gli input attraverso l'azione di *agenti naturali* o *artificiali*. Esempi di facciate cinetiche di questo tipo sono quelle realizzate dall'americano Ned Kahn (Foto 1): l'artista realizza facciate cinetiche utilizzando componenti bidimensionali in materiale plastico o in vetro

o in acciaio inox che sembrano plasmate dal vento o che realizzano effetti ottici luminosi per riflessione dei raggi solari.

L'agente *artificiale* è dovuto "alle condizioni ambientali esterne al sistema edilizio modificate dall'intervento dell'uomo" (UNI 8290 parte 3). Spesso è confuso o coincide con l'agente di *progetto* o d'*uso* che sono indotti rispettivamente da scelte tipologiche/tecnologiche e dalle attività svolte nell'ambito di organismi edilizi. In questo caso si fa riferimento all'impiego di *embedded system*, ovvero sistemi elettronici a microprocessore con una piattaforma hardware dedicata. Questi sistemi possono operare in autonomia, oppure possono essere connessi ad altri computer convenzionali, dove risiedono tipicamente le funzioni di monitoraggio e controllo. In questi casi i componenti di facciata sono attivati e gestiti quindi da sistemi di sensori, microcontrollori o microprocessori, attuatori meccanici, Led e accumulatori.

Il prototipo dell'*Adaptive facade* di Marilena Skavara, per esempio, risponde all'illuminazione ambientale. Si tratta di un sistema basato sulle regole di automi cellulari (CA) che alterano costantemente il modello inclinando i pannelli in sette diverse angolazioni possibili per adattarsi ai mutevoli livelli di luce dell'ambiente. L'intensità di luce è misurata da sensori che rilevano la luce dello spazio interno e di conseguenza il sistema adatta i componenti dell'installazione per bilanciare l'illuminazione.

In definitiva le *smart facades* in questo caso sono realizzate attraverso l'impiego di sistemi e tecnologie complessi, come quelli appena descritti, o di *smart materials* che comunque reagiscono a stimoli ambientali, come nelle facciate dinamiche anzi descritte realizzate con materiali a memoria di forma, che non richiedono alcun dispendio di energia per la loro attivazione. Alcune sperimentazioni di facciate dinamiche e cinetiche realizzate mediante l'impiego di materiali tessili sono già state compiute e lasciano prevedere notevoli potenzialità. La loro importanza sta nel fatto che possono compiere movimenti in maniera autonoma, o sotto comando. Nel primo caso, qualora realizzate con materiali *smart*, riescono a muoversi subendo una deformazione quando sono sottoposte, ad esempio, all'azione calorica solare per ritornare, una volta cessata tale esposizione, a riposizionarsi nella iniziale configurazione. Tutto questo movimento avviene senza consumo di energia, aspetto non trascurabile in un'epoca come la nostra dove il risparmio energetico diventa sempre più strategico.



4 - Galleria Fünf Höfe, Monaco di Baviera, by Herzog & de Meuron (Foto © Alessandro Premier)