

PELLE ED ENERGIA

L'attuale sviluppo dell'edificio alto a più destinazioni (ufficio, residenza, hotel) aumenta la criticità dell'involucro. Dal punto di vista energetico e non solo

Dario Trabucco

Il bilancio energetico di un edificio alto è in gran parte dipendente, come in altre tipologie edilizie, dalle prestazioni dell'involucro. Il ruolo di landmark che i grattacieli hanno all'interno della città ne condiziona però l'immagine progettuale e porta frequentemente a scelte tecnologiche che si ripercuotono negativamente sul consumo di energia.

Anni Ottanta: cambia l'involucro, cambia il fabbisogno energetico

Le crisi petrolifere degli anni '70 hanno evidenziato le criticità dei grattacieli, riportando il loro fabbisogno energetico all'interno dei limiti stabiliti dalle nuove leggi. Da questo momento, come si vede nel dettaglio del sistema di facciata progettato per il Business Center di Norimberga da Durschinger & Biefang, la soluzione adottata, pur enfatizzando la trasparenza e la leggerezza dell'involucro, presenta un pacchetto tec-

nologico in grado di rispondere a tutti i requisiti ambientali individuati dalle nuove normative e dalle mutate esigenze di risparmio energetico della committenza. L'involucro è caratterizzato da una facciata a doppia pelle con schermatura solare interposta fra i due vetri, che posseggono inoltre caratteristiche di bassa emissività.

Sulla base dei valori riportati nel grafico relativo ai consumi di energia di un edificio alto, è stato eseguito, all'interno del Dottorato in Tecnologia dell'Architettura dell'Università IUAV di Venezia, uno studio per comprendere gli eventuali benefici ottenibili tramite una diversa progettazione dell'involucro, ossia consentendo agli utenti di poterne modificare alcune prestazioni, di accedere ad una microventilazione naturale o di controllare autonomamente il livello di illuminamento interno.

Questo studio per esempio, partendo dalla considerazione che in un clima temperato le condi-

Nella foto: edifici alti e ... insostenibili. In contrapposizione alla progettazione scarsamente attenta alle problematiche energetiche, tipica degli anni Settanta, si assiste ora all'affermazione della sostenibilità come conditio sine qua non dello sviluppo dell'architettura.

Anni Trenta: c'erano una volta i grattacieli di pietra e mattoni ...

La storia dei grattacieli è stata caratterizzata da importanti innovazioni nei sistemi costruttivi, in quelli strutturali, nell'aspetto estetico e tecnologico: tra queste, le innovazioni dell'involucro hanno portato a notevoli trasformazioni non sempre indirizzate verso un miglioramento prestazionale dal punto di vista energetico.

Gli edifici alti costruiti prima della seconda guerra mondiale erano caratterizzati da un involucro sostanzialmente in linea con le tecniche architettoniche tradizionali: infatti, nonostante l'involucro



fosse svincolato da funzioni strutturali, esso era assemblato secondo tecniche convenzionali, tramite l'edificazione di murature di grosso spessore in laterizio e pietra da taglio.

Come è possibile osservare nel dettaglio del curtain wall dell'Empire State Building, la facciata è costituita da un setto murario di notevole spessore rivestito da un pannello spandrel in alluminio.

Tutta la struttura di un piano è sorretta, fino al piano superiore, da una trave metallica fissata alle estremità a sbalzo rispetto alla struttura portante.

Lo spessore murario e la massa degli elementi che lo costituiscono garantiscono, pur in assenza di materiali termoisolanti, bassi valori di trasmittanza termica.



... anni Cinquanta: poi le dispendiose scatole di vetro

L'idea negativa creata attorno alla "scatola di vetro", è in gran parte giustificata dal comportamento degli edifici la cui immagine architettonica è ispirata ai principi dell'International Style. Dal Dopoguerra, i regolamenti edilizi iniziarono infatti a consentire l'utilizzo del vetro come materiale di facciata (prima era infatti vietato dalle regole antincendio) e il curtain wall vetrato divenne l'elemento caratteristico dei grattacieli. Il controllo ambientale interno e l'illuminazione erano forniti, 24 ore su 24, dagli impianti tecnologici. Tale situazione, resa possibile dal perfezionamento delle tecniche di condizionamento dell'aria e dalla diffu-

sione dell'illuminazione a fluorescenza, aveva spinto i progettisti verso una minore attenzione alle caratteristiche di qualità dell'involucro, a favore dell'immagine di modernità, elevata ad unico valore da perseguire. Mies Van der Rohe, per esempio, dettò lo stile dell'epoca con i suoi numerosi grattacieli realizzati negli Stati Uniti e in Canada. Purtratti il colore nero delle facciate e dei vetri frequentemente utilizzati produsse degli edifici dalle prestazioni energetiche estremamente dispendiose, a causa dall'elevato assorbimento termico delle superfici scure che necessitavano di impianti di controllo climatico fortemente energivori. Il dettaglio del Dominion Center di Toronto, riferito ad uno degli ultimi edifici realizzati prima della morte di Mies (anche se numerosi altri vennero realiz-



zati dal suo studio anche negli anni successivi), mette in evidenza l'esile spessore dell'involucro, caratterizzato da un vetro singolo di colorazione scura e dai celeberrimi profili metallici esterni.

zioni esterne sono per circa il 15% dell'anno simili alle condizioni di comfort interno, ha evidenziato che tramite le possibilità offerte dallo sfruttamento di un involucro maggiormente permeabile e il semplice sfruttamento di una ventilazione naturale, si potrebbe ottenere un risparmio dei consumi del 14%.

Possibilità architettoniche e tecnologiche per la caratterizzazione dell'involucro

L'immagine rappresentativa che da sempre caratterizza l'edificio alto ha portato ad una completa scissione tra il suo aspetto esterno e la funzione svolta al suo interno. Il grattacielo è un obelisco, e così come gli obelischi egizi sono stati trasportati nelle capitali di mezzo mondo, i progetti di edifici alti che non trovano compimento nel luogo in cui erano stati pensati, possono trovare realizzazione altrove, in climi e contesti urbani spesso molto differenti. Il loro aspetto perfettamente simmetrico ignora generalmente qualsiasi considerazione in merito a:

- posizione del sole: l'inclinazione del sole varia a seconda delle stagioni e della latitudine;
- venti dominanti: nei casi più difficili andreb-

bero assecondati creando una silhouette in grado di presentare, nella direzione dominante, la minor resistenza possibile;

- contesto urbanizzato: la presenza di altri edifici può richiedere particolari accorgimenti a causa delle ombre proiettate o delle turbolenze del vento.

La scelta migliore sarebbe dunque data dall'optare per una serie di caratterizzazioni tecnologiche e architettoniche dell'involucro prese in relazione al posizionamento geografico, all'orientamento, alle caratteristiche specifiche del sito e alle esigenze dell'utenza degli spazi da esso delimitati. Questo comporta inevitabilmente una diversa caratterizzazione formale dei prospetti ma, qualora si decida di voler conservare comunque una generale simmetria dell'involucro piuttosto ricorrente nel progetto degli edifici alti, il progettista si può avvalere di una serie di strumenti utili a differenziare tecnologicamente alcune parti dell'edificio in funzione dei requisiti richiesti, senza vincolare l'aspetto estetico. Alcuni dei grattacieli realizzati con curtain wall di vetro adottano vetri selettivi differenziati su ogni facciata al fine di controllare la trasmittanza e l'ingresso alle

Tre generazioni a confronto:
 anteguerra con muri pesanti
 dopoguerra/anni '70, molta trasparenza e dispersione;
 oggi: trasparenza ma contenimento energetico

Nome	Empire State Building - New York	Toronto Dominion Center - Toronto	Business Center - Norimberga
Latitudine nord	40°	43°	49°
Anno costr.	1930	1969	1999
Progettista	Shreve, Lamb and Harmon	Mies van der Rohe	Dürschinger & Biefang
Finestratura:	Apribile, vetro singolo chiaro trasparente, infisso metallico.	Fissa, vetro singolo, colorazione grigia (ossido di ferro e selenio)	Facciata doppia pelle, vetro camera interno e vetro singolo esterno, con elemento di ombreggiamento interno
% superfici trasp.	23%	68%	62%
Trasmissione luce	87%	35%	66%
Trasmittanza media involucro	2,5 W / m² K	4,5 W / m² K	1,0 W / m² K

Icone Urbane

Brise soleil ...vs orientamento

Il nuovissimo grattacielo del New York Times di Renzo Piano integra in facciata un complesso sistema di brise soleil esterni. L'importanza del significato iconico del grattacielo è tale da aver motivato la scelta di utilizzare la medesima soluzione su tutti i fronti. (Foto D.T.)



Skyscraper e low energy

Menara Mesiniaga in Malesia di Ken Yeang. Uno dei primi esempi di grattacielo bioclimatico in cui il progettista ha focalizzato l'attenzione su la posizione degli spazi di distribuzione; l'orientamento; balconi o piccole terrazze; l'atrio; le aperture, la vegetazione, i materiali. La piena realizzazione di un edificio alto ventilato e illuminato naturalmente, dipende dagli utenti stessi che accettano un livello di comfort minore derivante dalla necessità di dover occasionalmente manipolare i dispositivi quando si modificano le condizioni climatiche.



Doppia pelle

Il John Hancock Center di Chicago, precoce esempio di edificio multi purpose degli anni '60, differenzia gli uffici (sotto) dalle residenze (sopra) tramite un diverso tipo di vetro. Inoltre, grazie alla forma piramidale del grattacielo, gli appartamenti beneficiano di una minore distanza tra gli ambienti più interni e la luce naturale che filtra attraverso l'involucro. (Foto D.T.)



Facciata ventilata e giardini pensili

Commerzbank a Francoforte di Norman Foster. Inclusa l'antenna, l'edificio, ultimato nel 1997, arriva ad un'altezza di quasi 300 metri. I carichi dei piani sono supportati da portali con un'altezza pari a 8 piani. Sopra ogni ottavo piano si trova un cosiddetto "giardino del cielo", alto pari a quattro piani. Secondo

il concetto architettonico, questi "giardini", insieme all'atrio centrale (altezza 200 metri), dovrebbero consentire l'illuminazione e la ventilazione naturale e ridurre così la necessità di climatizzare ed illuminare artificialmente gli uffici. L'edificio ha una doppia facciata di vetro. La facciata interna. La facciata interna costituisce l'involucro termico e possiede finestre apribili a bilico; lo spazio tra le due facciate è ventilato.



Frammentare i volumi



Il grattacielo Montevideo, completato a Rotterdam nel 2005 da Mecanoo, evidenzia le possibili soluzioni di differenziazione dell'edificio: in questo progetto, uffici e residenze di varie tipologie si integrano in un unico complesso che, grazie alla forte immagine architettonica, crea una nuova icona urbana.

(Foto: M. Norveiler)

radiazioni solari. Con la stessa funzione vengono utilizzati, per le superfici verticali opache, strati di spessori diversi a seconda dell'orientamento e dell'esposizione al sole o ai venti dominanti. A tra soluzione "invisibile" è per esempio affidata alla realizzazione di pareti ventilate o facciate a doppia pelle aventi lo stesso aspetto del resto dell'edificio ma in grado di dare un forte contributo in termini di risparmio energetico. Molto più ampia è invece la casistica delle soluzioni tecnologiche che possono essere adottate quando si sia disponibili a modificare, almeno in parte, le caratteristiche estetiche del grattacielo.

L'obiettivo principale, almeno alle nostre latitudini, è dato dalla necessità di limitare durante i mesi estivi gli apporti energetici dovuti alla radiazione solare. La tecnica più efficace è rappresentata dalla creazione di brise soleil o di schermature di maggiori dimensioni, realizzate tramite il prolungamento, oltre il filo della facciata, del piano del solaio. Tali soluzioni risultano a mano a mano più impegnative con l'aumentare della taglia dell'edificio, poiché con l'aumento della quota incrementano proporzionalmente la forza e l'impatto del vento e, di conseguenza, l'attrito dell'aria e i rumori aerodinamici. In alternativa ai

brise soleil, è possibile selezionare tra le varie soluzioni disponibili, delle tipologie di involucro completamente diverse in relazione alle prestazioni di controllo della radiazione solare da ottenere. La caratterizzazione può così portare ad avere pareti vetrate ma ombreggiate da profondi aggetti sul lato sud, aperture di dimensioni più ridotte e protette da brise soleil a oriente ed occidentale e facciate a doppia pelle nel e esposizioni verso nord. Inoltre può essere tenuta in considerazione, oltre alla trasmittanza dei materiali, anche l'inerzia termica delle superfici, al fine di consentire una risposta meno rapida alle variazioni di temperatura dovute a irraggiamento. In funzione di questo fattore, l'ideale, soprattutto per le superfici esposte a est e a sud, sarebbe di ritardare il passaggio di calore di circa 8-10 ore, in modo da ottenere il punto massimo di riscaldamento della superficie interna del muro verso le ore 18.00 quando ormai la temperatura esterna è calata eggermente e, per i grattacieli a destinazione uffici, si è giunti in prossimità del termine dell'orario lavorativo. Tale inerzia si ottiene però solo tramite spessori murari consistenti e pesanti che male si adattano alla leggerezza necessaria al fine del contenimento dei costi delle strutture portanti. Il posizionamento sul lato sud del service core (ovvero il

nucleo solitamente centrale che contiene gli ascensori e gli atri elementi verticali di un grattacielo) può consentire di raggiungere i necessari valori d'inerzia termica. Di diversa natura sono invece le scelte di carattere più propriamente architettonico che consistono nel modificare, anche sensibilmente, la volumetria del grattacielo, distanziandolo dal semplice prisma vetrato caro all'International Style. Alcune realizzazioni sono state compiute con l'esplicito intento di migliorare, grazie alla forma, il comportamento energetico dell'edificio. Tra queste, l'esempio forse più noto è la CommerzBank di Foster ma non va dimenticato il Menara-Mesiniaga di Ken Yeang. In questi edifici, l'idea della "scatola di vetro" chiusa e sigillata viene abbandonata a favore di una maggiore permeabilità dell'involucro e di una frammentazione del volume dell'edificio al fine di conseguire una molteplicità di risvolti sul piano energetico e funzionale. Fra questi:

- una maggiore penetrazione della luce all'inter-

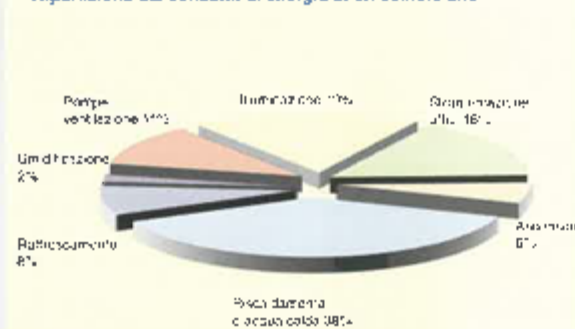
Questione di involucro

Studio per comprendere gli eventuali benefici ottenibili tramite una diversa progettazione dell'involucro. Partendo dalla considerazione che in un clima temperato le condizioni esterne sono per circa il 15% dell'anno simili alle condizioni di comfort interno, ha evidenziato che tramite le possibilità offerte dallo sfruttamento di un involucro maggiormente permeabile e il semplice sfruttamento di una ventilazione naturale, si potrebbe ottenere un risparmio dei consumi del 14%.

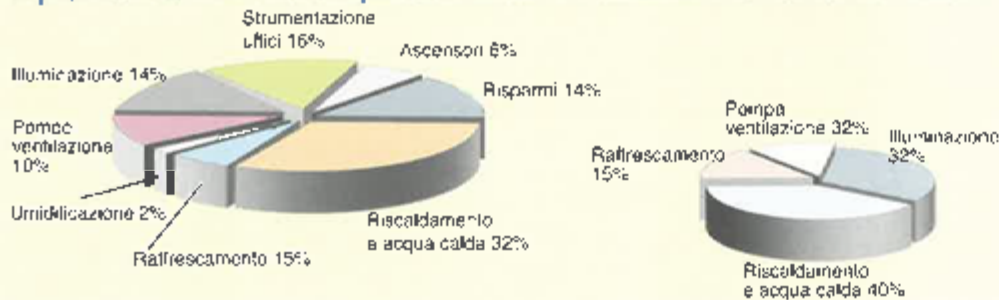
In base alla media degli studi analizzati i consumi di esercizio di un edificio alto (realizzato alla latitudine delle principali città europee e americane) sono prevalentemente dovuti all'equilibrio tra il clima esterno e quello interno regolato dall'involucro. Nei climi più caldi (ma la tendenza è ad un aumento generalizzato) il condizionamento estivo assume un'importanza crescente, anche a causa degli apporti termici interni.

Semplicemente tramite una diversa progettazione dell'involucro si può ottenere un risparmio medio del 14%. Sfruttando invece una progettazione integrata maggiormente fondata sulla ventilazione ed illuminazione naturale il risparmio può superare il 50% dei consumi medi rilevati.

Ripartizione dei consumi di energia di un edificio alto



Ripartizione dei consumi di energia e dei risparmi ottenibili in un edificio alto tramite la possibilità di controllare indipendentemente l'illuminazione e la ventilazione naturale



- la possibilità per ogni utente di essere nel raggio di azione di una finestra apribile, per poter beneficiare degli effetti di una microventilazione locale e di un adeguato ricambio di aria;
- lo sfruttamento, tramite cavetti verticali, delle differenze di pressione al fine di creare una naturale ventilazione attraverso tutto l'edificio;
- la creazione di spazi aperti interni (o esterni, se le condizioni climatiche lo consentono) dotati di vegetazione. Questi spazi forniscono delle aree pubbliche altamente qualificanti per l'edificio in

sostituzione a le tradizionali lobby, senza gravare ulteriormente sul bilancio energetico per il controllo ambientale.

Nonostante queste soluzioni architettoniche risultino spesso scelte vincenti anche in sede di valutazioni concorsuali, la loro reale efficacia in termini di riduzione dei consumi energetici è di difficile quantificazione.

L'utilizzo della ventilazione naturale risulta infatti applicabile per un arco di tempo relativamente breve se paragonato alla durata della stagione calda e della stagione fredda.

Gli esempi finora realizzati rappresentano però, nonostante alcuni dubbi sull'effettiva efficacia dei sistemi adottati, un interessante banco di prova per nuove sperimentazioni tecnologiche e formali.

Edifici multi purpose

Negli ultimi decenni si sta diffondendo una nuova tendenza progettuale, dettata da valutazioni economiche e da richieste normative, di inserire all'interno di un unico edificio differenti destinazioni d'uso.

I grattacieli multi purpose contengono così uffici, residenze, alberghi o luoghi di attrazione in

grado di differenziare la tipologia dell'utenza da cui sono utilizzati. Viene così a crearsi, sempre più frequentemente, l'unione di due o più tipologie di utenza ognuna caratterizzata da esigenze molto differenti e che "sollecitano" l'edificio in modo diverso, soprattutto per quanto riguarda i parametri ambientali interni.

Limiti e problematiche dell'attuale progettazione

L'analisi delle caratteristiche d'uso e delle prestazioni richieste dall'utenza per poter fruire confortevolmente degli spazi offerti porta inevitabilmente alla conclusione che è innaturale rinchiudere esigenze così differenti all'interno di una medesima tipologia di involucro.

L'uniformità architettonica, e peggio ancora, l'uniformità tecnologica dell'involucro pongono di volta in volta i vari utenti in condizioni di discomfort nei confronti delle caratteristiche ambientali in cui si trovano collocati.

Così come i requisiti sono molto differenti a seconda della tipologia d'utenza del fabbricato, una soluzione tecnologica di involucro può rivelarsi adatta ad una determinata destinazione d'uso ma può risultare completamente inadatta se appi-

Edifici multi purpose: aumenta la complessità dell'involucro

Caratteristica d'uso:			
Tipologia	Residenziale	Terziario	Ricettivo
Occupazione diurna	Bassa	Alta	Nulla
Occupazione notturna	Media	Nulla	Media
Densità antropica	Bassa	Molto alta	Media
Attività antropica	Bassa	Alta	Bassa
Carichi termici	Bassi (molto alti in alcuni ambienti: cucina, bagno)	Medi / Alti	Bassi (molto alti in alcuni ambienti: bagno, sauna)
Umidità relativa	Media (molto alta in alcuni ambienti: cucina, bagno)	Media	Media (molto alta in alcuni ambienti: bagno, sauna, piscina)
Requisiti			
Tipologia	Residenziale	Terziario	Ricettivo
Luminosità necessaria	Media	Alta	Bassa
Dimensione sup. trasparenti	Media	Alta	Bassa
Possibilità oscuramento	Necessaria	Opzionale	Necessaria
Operabilità finestre	Necessaria	Preferibile	Preferibile
Luca naturale	In ogni ambiente	Non necessaria ovunque	In tutte le stanze

cata ad altri scopi.

Caratterizzazione dell'involucro e diversa organizzazione di un edificio multi purpose

La creazione di un edificio avente differenti destinazioni d'uso pone sempre il progettista di fronte a scelte organizzative o distributive anche molto complesse. Il problema diventa ancora più interessante se applicato alla realizzazione di un grattacielo o dove le tre destinazioni d'uso prevalenti (residenziale, terziario, ricettivo) richiedono caratteristiche geometriche e distributive molto differenti. La distribuzione spaziale migliore per un edificio alto a destinazione uffici prevede la realizzazione di manufatti a pianta quadrata o rettangolare, molto profondi, con i service core in posizione centrale e luci libere più ampie possibili. Un edificio residenziale sarà invece caratterizzato da una minore profondità del corpo di fabbrica (o da una sua maggiore segmentazione) al fine di consentire l'accesso a luce e ventilazione naturali a tutte le stanze degli alloggi; la maglia strutturale è quindi costituita da luci più ridotte. Stessa considerazione va fatta per gli alberghi dove tutte le stanze devono avere delle viste esterne. In caso di edifici "profondi" le camere sono infatti disposte solo lungo il perimetro con un inefficiente utilizzo del nucleo centrale della pianta di ogni piano.

L'unione di tali caratteristiche all'interno di un unico grattacielo pone quindi delle problematiche che vanno valutate di volta in volta.

Generalmente la soluzione adottata (anche per semplificare le problematiche dovute alla circolazione interna) consiste in una partizione orizzontale delle destinazioni d'uso: ai piani bassi vengono collocati gli uffici, a causa delle maggiori necessità di efficienza del sistema di mobilità interna e della possibilità di realizzare una pianta dell'edificio più ampia; nella posizione intermedia vengono collocate le unità abitative, distaccate così dai rumori della strada; nella parte più alta degli edifici (che può essere più affusolata) vengono collocati gli alberghi, che godono così della vista migliore; la sommità è riservata ad attività pubbliche (ristoranti, punti panoramici) o a un numero limitato di residenze di particolare pregio.

La considerazione degli aspetti sopra riportati spinge però la ricerca architettonica in un'altra direzione: la suddivisione verticale delle destinazioni d'uso. Infatti, mettendo a sistema le caratteristiche dell'ambiente esterno (angolo del sole, venti dominant, presenza di altri edifici, pano-

rama ecc..) e le esigenze dell'utenza (illuminazione, comfort, aerazione, ecc..) si possono orientare le varie destinazioni d'uso in modo da ottimizzare le relazioni interno-esterno e, di conseguenza, il livello di comfort degli utenti.

Provando a raccogliere in uno schema le caratteristiche del contesto di edificazione di un edificio (in questo caso, nel quartiere "la Defense" di Parigi), si possono individuare differenti soluzioni tecnologiche per l'involucro.

Inoltre, anche l'inserimento delle varie funzioni all'interno dell'edificio dovrebbe tenere in considerazione le caratteristiche ambientali: ad esempio, le unità residenziali potrebbero trovare un'adeguata collocazione sul lato Sud, dove potrebbero beneficiare di terrazzo perimetrali e chiusure verticali su un piano arretrato ed ombreg-



Innovazione degli anni '40 e sostenibilità nel 2000

New York, un vecchio grattacielo degli anni '40 e il moderno Hearst Tower di Norman Foster, premiato dal CTBUH (Council on Tall Building and Urban Habitat) con il titolo "Sustainable project 2007": le particolarità dell'edificio sono l'innovativo sistema di riciclo delle acque piovane e di condensazione e lo schema strutturale a maglia triangolare, grazie al quale si ottiene un considerevole risparmio quantitativo di materiale utilizzato per funzioni portanti, realizzate con l'80% di acciaio riciclato. (Foto D.T.)

Conciliare le funzioni

Il Barbican Center di Londra, realizzato a cavallo tra gli anni '60 e '70, ospita delle torri residenziali nelle quali sono possibili le normali funzioni legate alle esigenze dell'abitare, grazie ad un involucro dall'aspetto tradizionale. (Foto D.T.)

L'esigenza degli utenti delle camere di un albergo è di avere privacy e buio. Questa foto, scattata di mattina, evidenzia come l'involucro non soddisfi i requisiti richiesti e gli utenti siano costretti all'uso di grosse tende al fine di non venir disturbati dalla luce del sole durante il sonno. (Foto D.T.)



giato. L'involucro delle unità residenziali, opaco e pesante, funziona da buffer termico per l'intero edificio. Le parti a destinazione ufficio potrebbero avere una conformazione a C che abbracci il core centrale e le zone residenziali, con piccole porzioni esposte a Sud. Il lato nord sarebbe in tal caso caratterizzato da un involucro avente l'aspetto del classico curtain wall ma dotato di una doppia pelle per limitare le dispersioni termiche invernali. I lati Est ed Ovest, a grandi linee simili, si possono distinguere per la maggiore presenza, sul lato ovest, di terrazzamenti e brise soleil in aggetto. Un'eventuale parte ad uso albergo potrebbe essere collocata nel lato est, in modo da raffreddarsi prima dell'arrivo dei clienti nel tardo pomeriggio. Tutte queste considerazioni prendono però spunto dall'abbandono della figura iconica e centrale dell'edificio a torre. La forma sancita e il ruolo centrale nella vita di un quartiere o dell'intera città sono di per se elementi sufficienti per attirare l'attenzione,

Abbiamo parlato di edifici alti e sostenibilità in Modulo:

- Modulo, Marzo 2004, M. T. Facchinetti, "America, America"
- Modulo, Luglio-agosto 2006, J. Gaspari, "La via europea".

Il contenimento climatico è in genere indifferente ad insediamenti per edifici alti, invece non dovrebbero mancare indicazioni "locali" che orientano la progettazione (la tabella è riferita al quartiere la Defence di Parigi)

	NORD	EST	SUD	OVEST
Illuminazione	Bassa, favorire la penetrazione nell'edificio	Media, di mattina, da diffondere	Forte, durante il giorno, da schermare	Media, di pomeriggio, da diffondere
Radiazione solare	Bassa, utilizzare strumenti di mantenimento del calore	Media, di mattina, da schermare durante i mesi estivi per evitare il surriscaldamento dell'edificio.	Forte, da schermare	Forte, di pomeriggio, da schermare o da "ritardare" la trasmissione
Vento	Debole, invernale freddo, da controllare	Debole, dalla città, porta inquinanti da bloccare	Debole	Forte, umido e freddo in inverno, da controllare, fresco e pulito in estate, da sfruttare
Tipologia involucro preferibile	Facciate a doppia pelle vetrata ad alta trasparenza con strumenti di recupero del calore	Involucro trasparente dotato di brise soleil per diffondere l'illuminazione in profondità. Deve essere in grado di favorire l'apparato termico solare in inverno ma di limitarlo in estate per evitare il surriscaldamento dell'edificio già dalla mattina	Involucro opaco, dotato di buona inerzia termica, terrazzamenti o brise soleil in aggetto per ridurre l'azione della radiazione solare. Piccole aperture.	Involucro trasparente dotato di brise soleil per diffondere l'illuminazione. Risulta l'orientamento più indicato per terrazze verdi e "courts in the sky". Dotato di ampie finestre apribili per favorire la ventilazione in estate. Dotato di inerzia termica per ritardare, durante l'estate, la propagazione all'interno della radiazione solare.