

DISSERTAZIONI TECNICO FORMALI SUL TEMA

Architettura, Ambiente e Tecnologia nella progettazione dell'INVOLUCRO EDILIZIO : il caso del DOPPIO INVOLUCRO VETRATO

.....Nell' "*Architettura senza Architetti* ", il Luogo (*Topos*) dell'Architettura appare spesso spontaneo e casuale, ma ciò almeno in moltissimi casi non è vero.

Questi lontani "*Artefici*" (*non si pensi alla figura dell'Architetto come noi la conosciamo, ma comunque dobbiamo considerare saperi e conoscenze*) delle scelte dei luoghi operavano sapienti "*fondazioni* " dove la geologia, l'idrogeologia e la bioclimatica assumevano un ruolo importantissimo che a volte nel tempo, purtroppo, si è perso.

Il luogo dell'Architettura è la scelta dello stesso .

Una prima riflessione è quella di considerare e riconoscere l'edificio come un organismo che si identifica in una forma definita e strutturata come elemento che naturalmente accumula e/o dissipa energia e come tale tende ad approcciarsi in maniera "*passiva*" (nel senso di sistema di utilizzo dell'energia solare) al problema energetico, in forme, materiali, tecniche costruttive e parametri culturali.

Atteggiamento definito "passivo" ma allo stesso tempo "attivo" nel definire *relazioni amichevoli* con il contesto ambientale e nell'individuare strategie progettuali "*climaticamente responsabili*" che utilizzano componenti stessi dell'edificio per captare, convertire, accumulare e distribuire calore, luce, ventilazione senza passare attraverso gli impianti tradizionali.

Considerare la costruzione come una sorta di "macchina edilizia" , come un grande collettore, accumulatore di energie dove i flussi termici avvengono attraverso processi naturali di irraggiamento, conduzione e convezione.

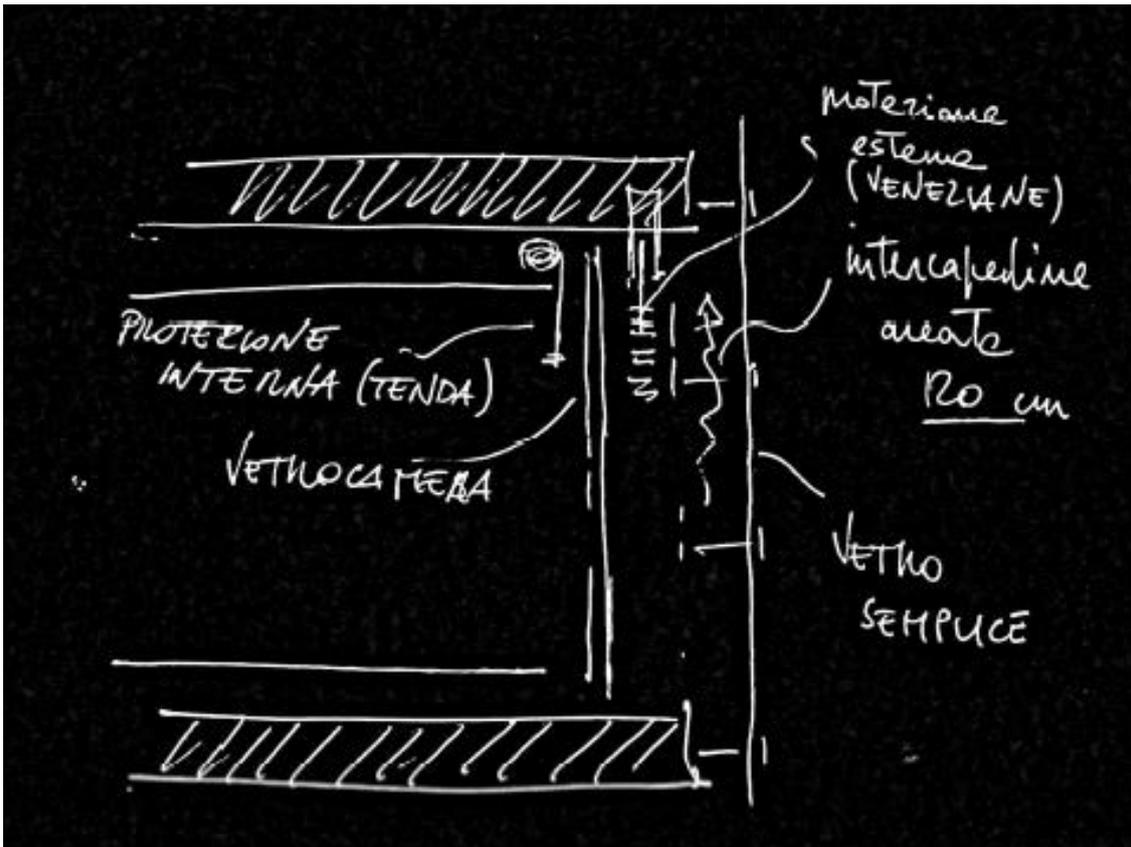
Sfruttare e lasciarsi attraversare dalle brezze estive e dai venti sinottici per ventilare gli ambienti interni, aprirsi al sole in inverno e chiudersi in estate attraverso superfici, involucri schermanti che selezionano la radiazione solare; sfruttare al massimo, quindi, le potenzialità "passive" nella definizione costruttiva e integrando ove necessario strategie "attive" da fonti energetiche comunque rinnovabili e non esauribili, con l'obbiettivo comune di ridurre e minimizzare l'uso di combustibili di origine fossile inquinanti e limitati e garantire un elevato comfort interno.

Ri-pensare, quindi, ad una sorta di "*ritorno al futuro*" , quando l'Architettura, rispettosa dei propri limiti, per proteggersi e *aprirsi al tempo* utilizzava la Forma ed alcuni intelligenti accorgimenti costruttivi (*vedi testo Bernard Rudofsky " Architecture without Architects "*).

L'Architettura Contemporanea sta dimostrando lentamente, credo, la possibilità di realizzare interventi bioclimatici dove gli aspetti del costruire non sono più incompatibili con i *principi "sani"* edificatori e non è tutto, quindi, da ricondurre al legno e all'argilla cruda!!!

Non saranno più principalmente la massa, l'inerzia e le proprietà termofisiche dei materiali massivi e pesanti a regolare il comfort abitativo, non più solo lo "*spessore*" a garantire vivibilità in termini bioclimatici, o meglio a gestire (anche formalmente) il controllo dei flussi energetici, bensì *la sottigliezza, la leggerezza, la trasparenza, l'immaterialità* dei nuovi materiali innovativi attraverso anche un attento trasferimento tecnologico da altri settori industriali, in un combinarsi di forme che minimizzano sempre più l'impiego di materie struttive.

L'obbiettivo rimane lo stesso, è il mezzo ed il percorso per raggiungerlo che muta in relazione all'evolversi di un linguaggio formale che esprime la contemporaneità e l'attualità dello stato dell'arte.

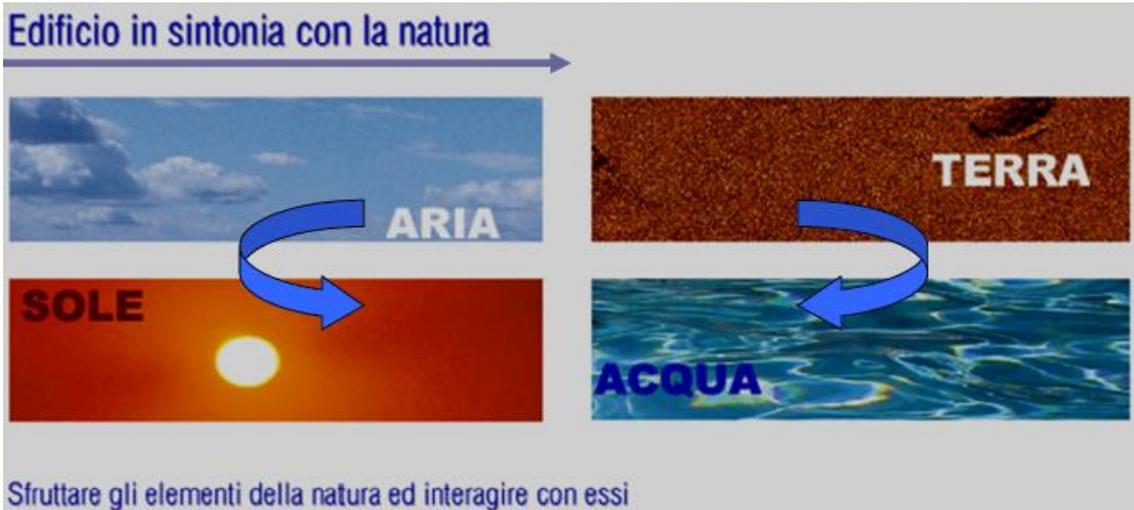


La ricerca sviluppata in questi anni si inserisce in quel complesso e articolato campo scientifico che si occupa di questioni di tipo **energetico-edilizio** nella progettazione e costruzione dell'**Architettura Contemporanea**.

Sostenibilità edilizia, risparmio energetico e comfort climatico sono gli argomenti affrontati attraverso un'indagine critica su quella che, oggi, viene definita **Architettura "involucrata"**, (*...non perché esiste una architettura non involucrata o semi involucrata....!!!*) ma intesa come quella che utilizza per una sua forte caratterizzazione morfologica, funzionale e tecnica un involucro come rivestimento, una doppia, terza pelle, una membrana più o meno sensibile e permeabile, non solo per definirsi e quindi rivelarsi formalmente, ma soprattutto per assorbire, riflettere e gestire flussi energetici ed informazioni provenienti dall'esterno, come un mediatore del comfort climatico interno.

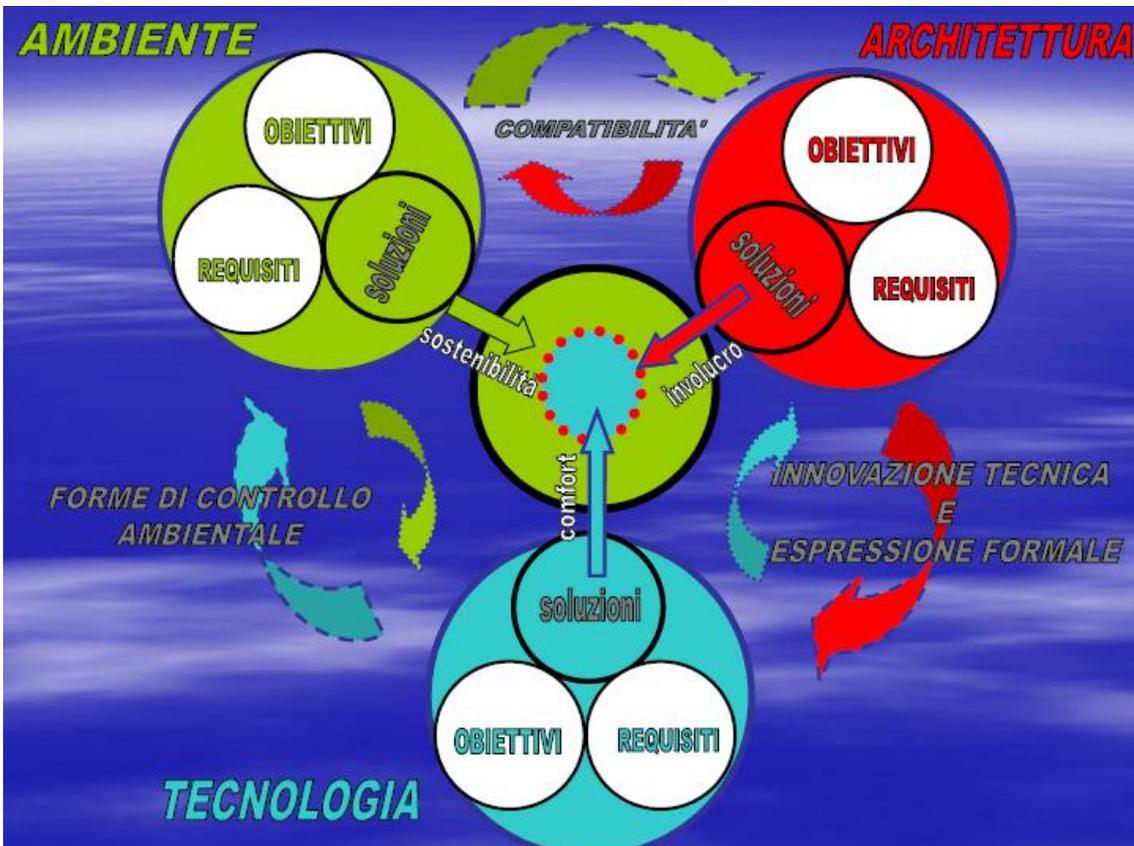
Quando si parla di **bioarchitettura o di bioedilizia o ancora di architettura ecologica, sostenibile** si affronta un argomento ancora oggi incompiuto e troppo spesso incompreso e accettato, o con disinvoltata inconsapevolezza, o con impotenza, o con scarsa ed ingiusta considerazione (*nonostante note le problematiche !!*) o addirittura banalizzata entro i soli confini dell'inquinamento da traffico o da campi elettromagnetici o dall'utilizzo sano, buono e rassicurante del cosiddetto *materiale naturale* che, credo, si configuri sempre più come qualcosa che sopravvive sulla base di una fiducia tradizionale e di una conoscenza di tipo personale o rassicurante come il *"ciambellone fatto da mamma"* !!

L'edificio, tuttavia, sta diventando oggi sempre più un sistema tecnologicamente controllato, trasparente dal punto di vista delle informazioni e affidabile da quello delle prestazioni.



L'obiettivo e l'obbligo di un progettista, credo, sia oggi, quello di dover sfruttare (al meglio) gli elementi della natura ed interagire con essi per pensare e realizzare edifici in **sintonia ambientale, energetica e formale con il Vivere Contemporaneo**, stabilendo un corretto ed equilibrato rapporto tra architettura ed energia, tra forme e tecnologie dell'involucro edilizio e tra l'uso e il consumo di risorse energetiche.

L'opera realizzata condiziona un **Luogo** (Ambiente e Architettura) ma soprattutto un **Utente** (Tecnologia) attraverso l'utilizzo + o - appropriato di dispositivi e/o presidi per ottimizzare il comfort interno, garantendo contemporaneamente grande qualità formale e consapevolezza tecnologica.



Ambiente, Architettura e Tecnologia sono alla base di una rappresentazione concettuale che sintetizza gli obiettivi che un progetto e la conseguente realizzazione edilizia debbono in modo irrinunciabile perseguire se si vuole ottenere un'architettura che dia il massimo soddisfacimento alle esigenze psicologiche, fisiologiche e relazionali dell'utente nel rispetto di quelle della collettività, intesa, quest'ultima, come Ambiente naturale, artificiale (costruito) e sociale.

Rappresentazione che indica e suggerisce i criteri di approccio metodologico nello sviluppo progettuale e realizzativo di un'Architettura di Qualità.

Quindi:

- **Tecnologia** : *intesa come impiego di materiali, componenti, dispositivi e tecniche per il razionale consumo energetico.*
- **Architettura** : *intesa come qualità compositiva legata all'idea progettuale*
- **Ambiente** : *inteso come sostenibilità ambientale nella sua accezione più ampia e complessiva e come soddisfacimento dei nuovi requisiti per il comfort interno.*

Purtroppo, in realtà, quasi sempre uno di questi tre aspetti progettuali prevale a scapito degli altri !



Si osserva quindi che, spesso, anche edifici di grande Qualità Architettonica non tengono nella giusta considerazione le fondamentali questioni della sostenibilità ambientale o che, in modo analogo e complementare, si realizzano edifici tecnologicamente consapevoli ma non accettabili dal punto di vista formale.

Il **progetto** deve tendere a utilizzare il maggior numero possibile di sistemi e presidi per ridurre i consumi energetici e di conseguenza l'inquinamento, mantenendo un elevato valore compositivo in un corretto equilibrio tra qualità formale e qualità funzionale, intesa come **comfort climatico**.

EDIFICIO – IMPIANTO PER UN FUTURO SOSTENIBILE:

Involucro edilizio	→	componente energetica "attiva" e "interattiva"
Impianto	→	componente integrativa in f(x) benessere
Tecnologia	→	progetto dell'edificio

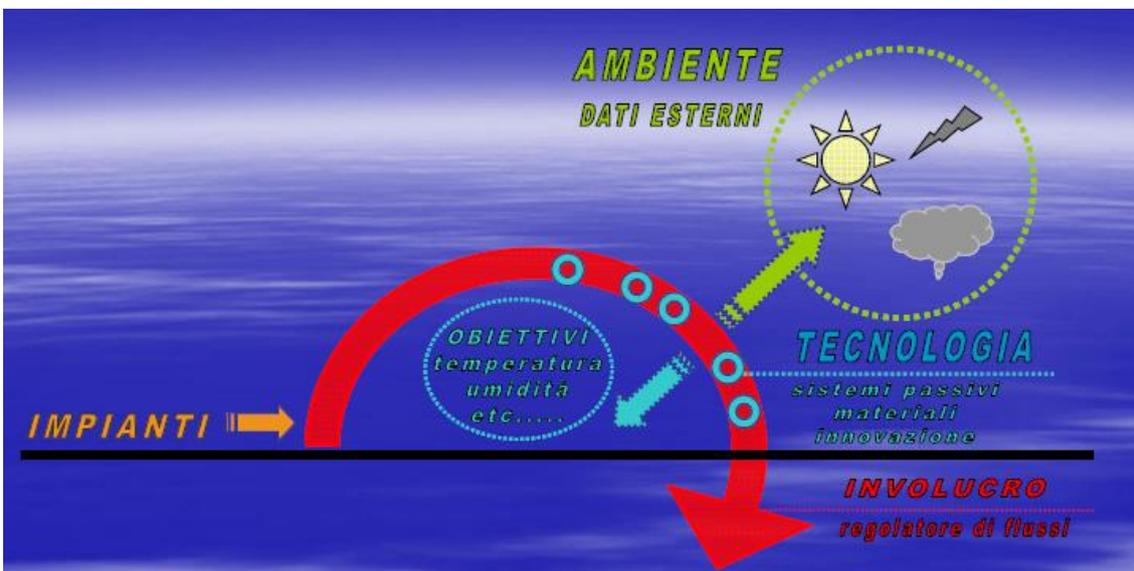
L'INVOLUCRO?? "diversità o naturale innaturalità"

casa di vacanza - lago Övre Glä Svezia - 24H architecture

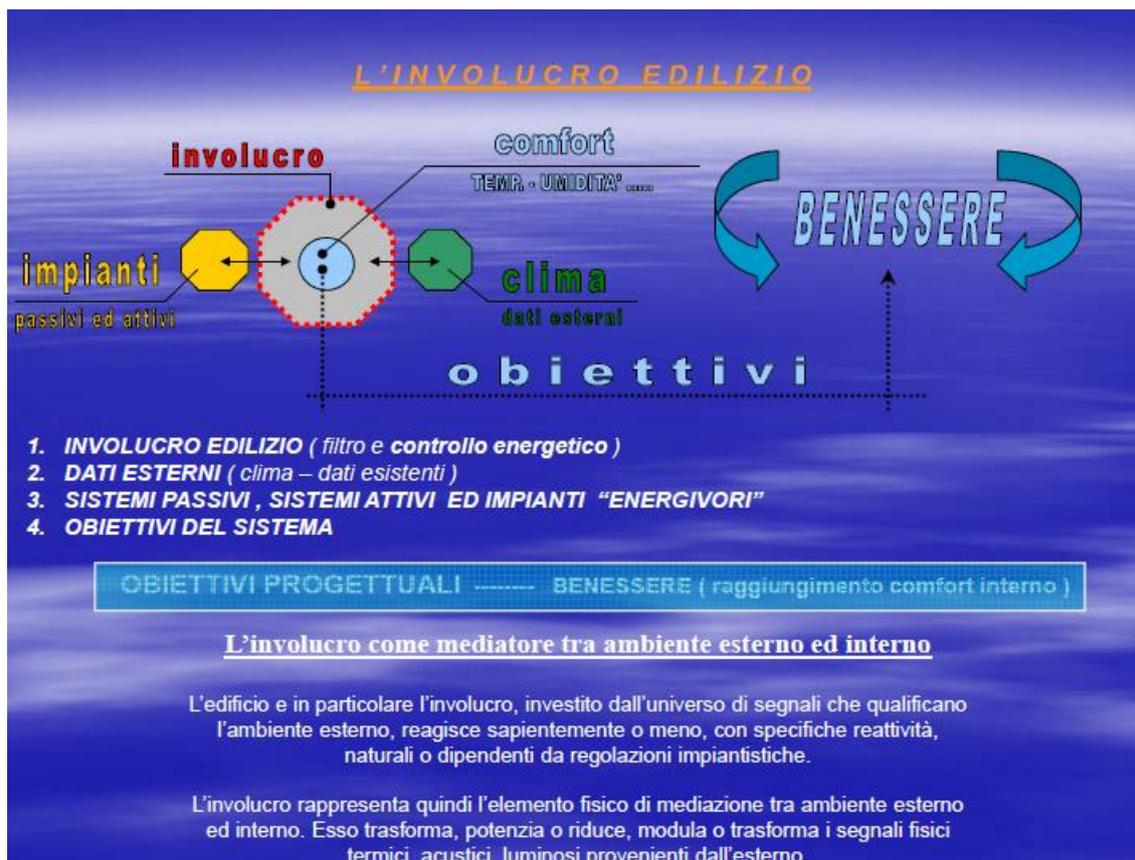
edificio in sintonia con la natura !!!

**BENESSERE
BENESSERE**

Il primo responsabile coinvolto nel controllo di questo rapporto è senza dubbio l'involucro edilizio, esso potrebbe essere visto, per analogia, come una corteccia che deve saper resistere alle intemperie.....!!



L'involucro diventa sempre più elemento architettonico fondamentale, non solo in termini compositivi, ma anche inscindibile dalle questioni di efficienza energetica e comfort.



L'**involucro di vetro** è sempre stato e sempre di più è il segno distintivo di quella che viene considerata Architettura innovativa con la **A** maiuscola, ed in particolare, oggi, il sistema cosiddetto “ a doppia pelle “, è molto di moda tra le grandi firme, soprattutto per gli edifici destinati ad uffici.

Queste soluzioni raccolgono le preferenze sia degli architetti, perché “ *smaterializzano* “ l'edificio e lo rendono visivamente interconnesso con il contesto urbano, sia dei committenti, perché evocano immagini “ moderne “ e “ *high tech* “ per diventare presto un “ *segno incisivo* “ del paesaggio urbano.

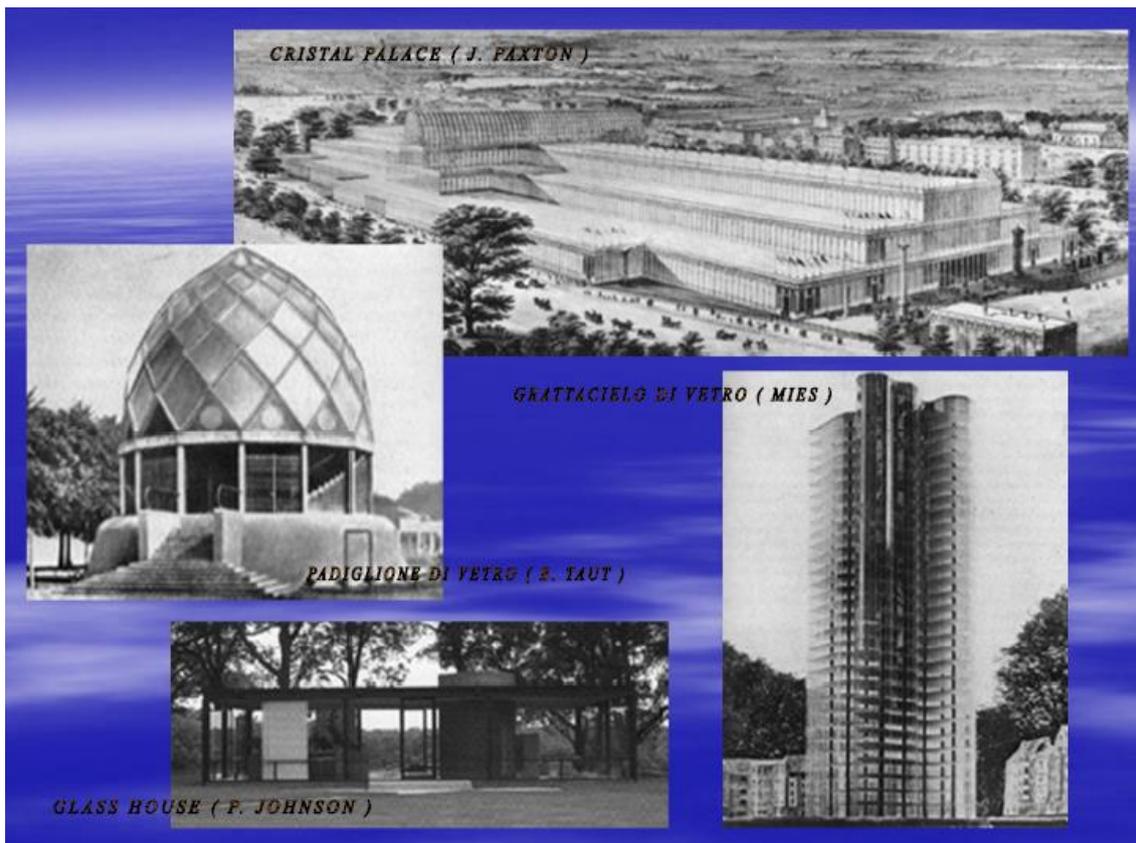
Un'idea importante è quella che la **modernità e il benessere** siano spesso sinonimo di luce e trasparenza, apertura verso l'esterno. Esiste una volontà contemporanea di avere edifici per uffici con una struttura tipologica articolata con piastre assai profonde rispetto alla facciata. Questo ha una motivazione in termini di flessibilità dell'ambiente di lavoro. Tale struttura tipologica dell'edificio per uffici e la ricerca di sempre maggior luce e trasparenza ha però come diretta conseguenza lo studio dei sistemi di controllo climatico e la rivisitazione dei principi di ventilazione naturale e controllo dell'irraggiamento solare.

Il tema dell'involucro è divenuto fondamentale al punto tale che non è più possibile ignorarlo. Nel mercato italiano esiste un approccio un po' naif al tema delle facciate. I clienti hanno un atteggiamento da supermarket. Vanno dal progettista e chiedono una facciata come se comprassero un pacco bell'e fatto. Ritengo che il problema debba partire sempre dal progetto sullo spazio interno. Prima si deve lavorare sul comfort di vita e, in base a quello, si progetta la facciata.

Le migliori facciate, ironicamente, sono quelle dei nostri predecessori: i muri. Le facciate vetrate hanno bisogno sempre di tende interne, esterne o altro.

LA PIETRA È UN INVOLUCRO PERFETTO, CERTAMENTE DOVREBBE ESSERE USATA PERÒ IN MODO INNOVATIVO.

Oggi i contributi impiantistici sono passati da un 20 ad un 50%. Con tali incidenze bisogna rivedere tutto. Anche gli edifici hanno cambiato natura. Siamo passati da costruzioni che pesavano 1,5 tonnellate al metro quadrato ad edifici che pesano intorno ai 400 o 500 Kg/m². Sono architetture leggerissime con luci libere e variabili. Gli impiantisti hanno avuto un'enorme crescita di importanza, ma non hanno saputo adeguarsi a questa loro posizione. Molti edifici della nostra generazione sono progettati intorno agli impianti, questo non perché l'impiantista sappia o voglia imporre una forma architettonica o distributiva.



Esistono diversi progetti con gusci vetrati. Essi provengono dall'ambiente sotto-illuminato dell'Europa continentale, che ha prodotto l'architettura gotica.

L'Europa mediterranea che ha un ambiente molto luminoso ha invece sviluppato gusci massivi.

Le grandi vetrate colorate delle chiese gotiche, visibili come diapositive, diventano da noi pareti affrescate con aperture più piccole.

Gli architetti moderni dell'Europa mediterranea sono stati colonizzati da quella cultura architettonica che si fa chiamare "**stile internazionale**", ma che, invece, è lo **stile regionale dei paesi poco illuminati da un cielo prevalentemente coperto.**

L'ideologia che contrappone l'**edificio leggero**, come moderno, a quello **massivo**, che invece apparterebbe al passato, dovrebbe essere corretta nel seguente modo: l'edificio leggero appartiene ai Paesi settentrionali mentre quello massivo ai Paesi meridionali. La caratterizzazione storica si traduce – più correttamente – in una specificazione geografica.



L'edificio di acciaio e vetro esemplifica tipi architettonici gotici e rappresenta forse una soluzione inadeguata ai climi italiani. Esso testimonia, credo, un modo errato o quanto meno non corretto di considerare il progresso tecnologico in edilizia.

Si è portati a pensare che, negli edifici per uffici, le facciate di vetro permettano una maggiore profondità del corpo di fabbrica. Si dimentica che esistono forti differenze di luce tra i luoghi vicini ai vetri e quelli più distanti. In molti mesi dell'anno occorre pertanto illuminare artificialmente gli spazi più interni e proteggere dal sole quelli più esterni.

Le apparecchiature per la luce artificiale, le macchine informatiche, le persone e il sole che entra attraverso le grandi vetrate, producono una grande quantità di energia termica all'interno. Il problema di questi edifici consiste nella loro difficoltà a dissipare l'energia termica interna per la compattezza che li contraddistingue.

Nei grandi edifici per uffici il riscaldamento usa la stessa quantità di energia usata per raffrescare oppure illuminare. Ritengo che gli architetti dovrebbero consigliare con maggior fermezza ai loro clienti gusci più massivi !!

Quindi il guscio intelligente e l'involucro dinamico, disegnati in funzione dei luoghi con un approccio bio-climatico regionalista, presentano grandi potenzialità.

L'involucro perimetrale degli edifici, abbiamo detto che potrebbe essere visto, per analogia, come una corteccia che deve saper resistere alle intemperie. Abbiamo, quindi, una parte interna (intercapedine) localizzata tra la corteccia (vetrata) e il midollo (ufficio) che chiamiamo **Bufferzone** all'interno della quale possono essere concentrate particolari funzioni di controllo e possono avvenire distribuzioni d'uso, anche impiantistiche, che alleggeriscono e compensano il rapporto tra esterno e interno.



Nello spazio Buffer zone troviamo un punto di domanda ??

L'esigenza di rispettare il protocollo di Kyoto, unita alla consapevolezza del fatto che gli impianti di climatizzazione contribuiscono drammaticamente all'inquinamento atmosferico sia esterno che interno, hanno portato ad un notevole sviluppo della ricerca nei settori del risparmio energetico e della qualità microclimatica negli edifici; in particolare, grandi sforzi sono stati fatti per aumentare le prestazioni dei componenti **dell'involucro edilizio** e degli impianti.

La **consistente dotazione impiantistica** e le nuove aspettative in termini di comfort ambientale, fanno sì che il progetto dell'involucro nell'architettura contemporanea assuma notevole importanza sia nelle strategie progettuali sia in quelle esecutive.

Le **prestazioni dell'edificio** in termini di acustica, isolamento termico, prevenzione antincendio, economicità e basso impatto ambientale, diventano fattori discriminanti in un sistema di progettazione "complesso".

L'**oggetto architettonico** deve coniugare i diversi dettati normativi, la valutazione dei rapporti costi/benefici con la necessità di servizi tecnologici ed elevata qualità edilizia.

Nell'ottica di conservare i significati tradizionali e sentimentali propri dell'abitare, questo progresso costituisce un vero mutamento nell'attitudine progettuale poiché guarda ad un ambiente tecnologico che, oltre l'idea di " *machine ahabiter* " diventa funzione ed espressione del benessere dell'uomo contemporaneo.

Tale attività di ricerca, che ha finora condotto a buoni risultati, va certamente proseguita, in quanto esistono ancora notevoli margini di miglioramento, soprattutto in riferimento ai **componenti attivi dell'involucro edilizio** e all'integrazione di questi ultimi con gli impianti di climatizzazione; infatti, è ormai assodato che la promozione e l'ottimizzazione dell'uso di tali componenti costituisce una grande potenzialità di sviluppo per le nuove tecnologie.

Sempre più spesso, nelle riviste di architettura, sono presentati edifici cosiddetti verdi o sostenibili!!



Emergono con una certa frequenza le immagini, e le storie, di edifici assolutamente innovativi dal punto di vista delle soluzioni tecnologiche adottate in materia di comfort ambientale e risparmio delle risorse energetiche.

E' questo un tema certamente centrale e rilevante, con ricadute anche fondative sulla composizione e progettazione architettonica più attenta ai temi e alle sollecitazioni della contemporaneità.

Il “risparmio energetico”, l'utilizzo di risorse rinnovabili e, attraverso queste, il raggiungimento del benessere psicofisico degli abitanti degli edifici, divengono temi attorno ai quali la progettazione architettonica è chiamata a proporre le soluzioni morfologicamente più disparate, ma che sembrano, nella maggior parte dei casi, adottare soluzioni per certi versi tecnologicamente comparabili.

Questi edifici tendono sempre più spesso ad assumere il ruolo di complesse **macchine per l'abitare**, regolate da sistemi di funzionamento ambientale che si basano sull'ottenimento del confort interno attraverso soluzioni fortemente connesse all'impiego di tecnologie volte al risparmio energetico.

Ma nella maggior parte dei casi il lettore, fra tante belle fotografie, non riuscirà a trovare nessuna evidenza concreta di questa professata sostenibilità, se non per qualche nuova tecnologia utilizzata nei sistemi di climatizzazione o per il riuso delle acque o per l'utilizzo del “buon” materiale naturale.

Il problema principale è che questi edifici, specialmente se progettati da **grandi firme**, diventano modelli, archetipi di una nuova generazione di edifici millantati come sostenibili ma in realtà energivori, replicati migliaia di volte da più oscuri ma ben attivi e numerosi architetti in tutto il mondo, con buona pace degli obiettivi del protocollo di Kyoto.

Questa “doppia pelle” con la quale l'architettura più avanzata si ammantava, consente di realizzare tuttavia edifici anche di **impatto visivo innovativo**, al di là delle tecniche costruttive impiegate.



Edifici “esteticamente perfetti”, che appaiono capaci di reagire e interagire con l’ambiente esterno, forse, a tratti algidi nella loro apparente perfezione, ma certamente capaci di creare suggestioni visive fuori dal comune.

L’edificio, apparentemente, respira, e per respirare adotta tamponamenti mobili e trasparenti, regolabili meccanicamente o manualmente: l’aria e il calore provenienti dall’esterno, immessi e gestiti all’interno della doppia facciata, sono quindi trattati e trasportati dipendentemente dalle condizioni atmosferiche locali e tutto ciò fa sì che spesso “esterno” e “interno” dell’edificio siano separati semplicemente da un doppio rivestimento di vetro schermabile a seconda dei casi e delle necessità locali. Soprattutto di notte, quando l’irraggiamento solare è assente, questi edifici a doppia pelle si aprono letteralmente verso il mondo circostante, a divenire l’immagine di enormi scatole trasparenti o traslucide, attraverso le quali l’occhio curioso del passante osserva il movimento delle persone, i ritmi del lavoro, gli avvenimenti che vi si svolgono all’interno.

L’irraggiamento solare, le precipitazioni atmosferiche, i venti dominanti, divengono elementi del gioco complesso in grado di utilizzare parte delle risorse naturali rinnovabili per il funzionamento dell’edificio.

Questi edifici impiegano spesso le trasparenze e le opacità delle superfici che li racchiudono: nel corso delle ore del giorno e della notte, e dipendentemente dall’irraggiamento e dalla temperatura esterna, questi spostano, ruotano, aggiustano gli elementi che ne compongono facciate per accogliere, respingere o deviare gli eventi atmosferici più disparati.

Si assiste nei fatti alla **nascita di una nuova edilizia**, un mercato dove alle lavorazioni tradizionali, *umide*, si sostituiscono con sempre maggiore frequenza una serie interconnessa di forniture altamente specializzate ad elevatissimo impatto tecnologico.

Questa architettura, tuttavia, nei fatti visivamente perfetta e forse a volta un po’ fredda nel suo tecnologico splendore, sembra potersi adattare ad usi quasi esclusivamente non-abitativi.

Mancano inoltre oggi dati concreti sui costi di gestione di questi edifici, da mettere in relazione con altri dati, altrettanto insufficienti, relativi invece al reale risparmio energetico così fortemente ricercato, e non ultima, un’indagine estesa sul reale benessere degli abitanti di questi

edifici. **Questi edifici automatici sembrano quindi apparentemente funzionare, con forse, tuttavia, qualche ragionevole dubbio, ancora da fugare.**

Attraverso un approccio interdisciplinare, la ricerca indaga la tematica affascinante, quanto attuale, relativa alle tecnologie innovative dei materiali trasparenti di ultima generazione, dei componenti e dei dispositivi di controllo integrati e delle facciate intelligenti a comportamento dinamico ed interattivo, cercando di ottimizzare l'integrazione tra le dimensioni architettonica, semantica, fisica, ambientale.

Con questa ricerca si intende quindi affrontare e fare un punto sul comportamento energetico dell'involucro ed in particolare su quello delle facciate ad isolamento dinamico a *doppio paramento in vetro*, anche dette "**facciate a doppia pelle**" (FDP); queste ultime sono costituite da due superfici trasparenti separate da un'intercapedine in cui fluisce, in condizioni naturali o forzate, una portata d'aria ed in cui, di norma, è contenuta una schermatura solare.

L'obiettivo consiste nella strutturazione di un quadro di riferimenti, principi e linee-guida di supporto alla progettazione architettonica ambientalmente consapevole e più in particolare nella definizione di uno strumento d'indirizzo progettuale, aperto e flessibile.

Nell'ambito delle facciate, quindi, lo sforzo di ottenere buone prestazioni energetiche realizzando contemporaneamente condizioni microclimatiche soddisfacenti e interessanti soluzioni architettoniche, ha portato all'utilizzo di facciate ad isolamento dinamico composte da più strati, tra le quali le più diffuse tra i **componenti attivi** sono appunto quelle a doppio paramento in vetro.

I **componenti attivi**, anche detti adattativi, sono tutti quei componenti edilizi che, in relazione funzionale con i sistemi impiantistici, contribuiscono a mantenere un adeguato compromesso fra le prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto e la realizzazione di condizioni microclimatiche interne confortevoli, reagendo in modo dinamico alle condizioni al contorno e sfruttando in modo ottimale le risorse climatiche.

In tal modo, gli elementi stessi con cui è realizzato l'edificio, dai pavimenti alle strutture, sono logicamente e razionalmente combinati e integrati con i cosiddetti "building services" per contribuire a svolgere le funzioni di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione.

L' **adattabilità del componente**, a seconda dei casi, può essere controllata in modo automatico dal sistema di gestione degli impianti climatici, sulla base di parametri ambientali interni o esterni, oppure può essere gestita direttamente dagli utenti; quest'ultimo aspetto è di particolare interesse in quanto è dimostrato che la possibilità di gestire in maniera autonoma il "proprio microclima" risulta molto gradita agli occupanti.

Le "**facciate attive**", oltre a costituire uno stimolante elemento compositivo per nuove e suggestive soluzioni architettoniche, vengono spesso giustificate per la loro potenzialità nel gestire in modo integrato e flessibile l'isolamento dell'edificio dal punto di vista termo-acustico, di garantire l'illuminazione naturale e perfino la ventilazione.

La facciata diviene quasi un'appendice dell'impianto, che si può adattare talvolta in modo "intelligente" alle variazioni dell'ambiente esterno e dei bisogni degli occupanti.

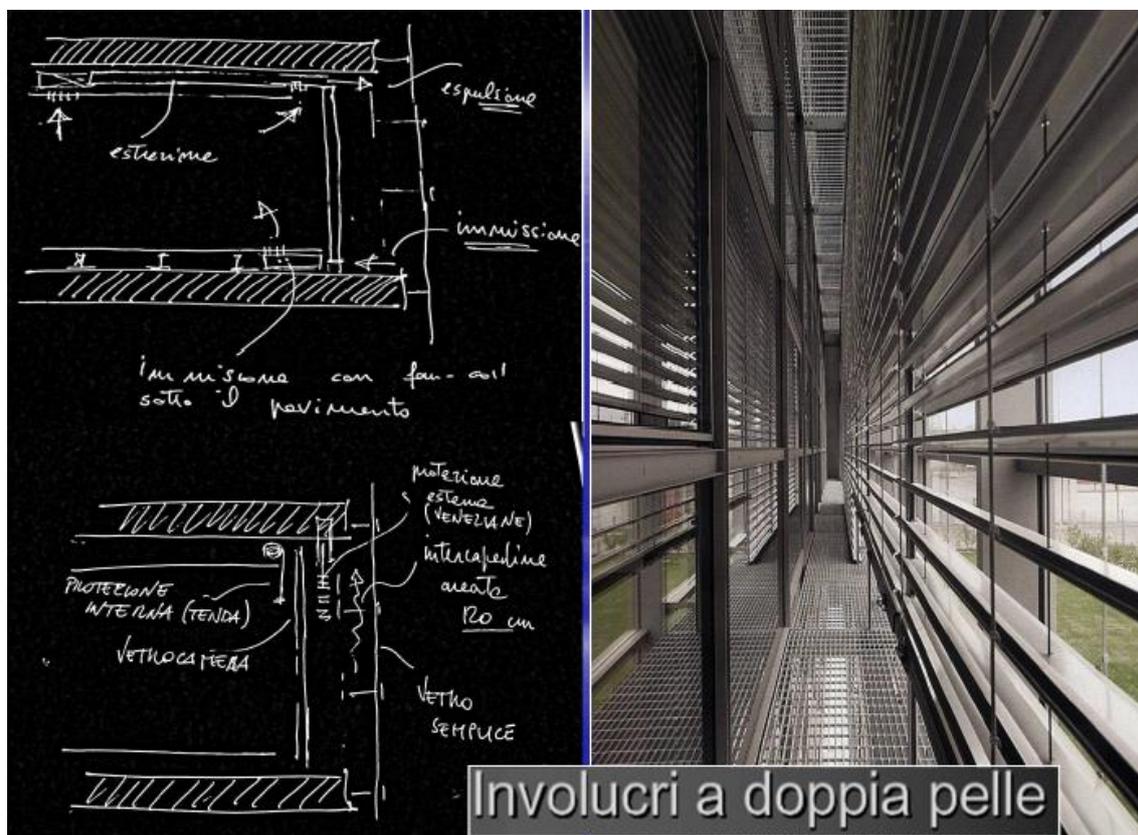
L'Istituto Belga di Ricerca sugli Edifici (BBRI 2002) ha definito facciata attiva "*una facciata realizzata con più involucri vetrati, separati da un'intercapedine d'aria ventilata, in genere dotata di sistemi automatici di regolazione*" (facciate a doppia pelle). Nella definizione compaiono le caratteristiche fondamentali di tali facciate: i due involucri vetrati e l'aria che scorre fra di essi. Esse possono coprire uno o più piani, la ventilazione può essere naturale o meccanica. La regolazione, automatica o semi-automatica, può modificare la strategia di ventilazione e l'apertura/chiusura degli schermi solari.

La progettazione termodinamica di una facciata a doppia pelle, indispensabile per guidare le scelte progettuali, può cercare di definire a priori il comportamento termofisico e quindi le prestazioni del componente, ma essa risulta sicuramente complessa e comunque poco gestibile con gli strumenti di calcolo tradizionali che utilizzano normalmente i progettisti.

Le difficoltà che i progettisti incontrano nel governare molte delle scelte tecniche rimane comunque una criticità anche perché abbastanza scarsa risulta la documentazione che le aziende produttrici forniscono anche per effettuare stime di massima sui possibili vantaggi che, nel caso di

un ipotetico risparmio energetico, possano contribuire non solo a ridurre le emissioni di gas climalteranti, ma anche a contribuire ad una riduzione dei maggiori costi iniziali che possono essere compensati dai minori costi di gestione.

L'impiego di vetri "intelligenti" cioè che modificano le loro proprietà ottiche e solari, spontaneamente o a comando, consente di estendere ulteriormente la gamma di prestazioni delle facciate attive



Negli ultimi anni si è largamente affermato, soprattutto per gli *edifici destinati ad uffici*, l'utilizzo di *facciate trasparenti del tipo a doppio involucro*.

I sistemi a doppia pelle si basano sul presupposto dell'isolamento dinamico, determinato dalla circolazione naturale dell'aria che si crea nell'intercapedine tra le due "pelli".

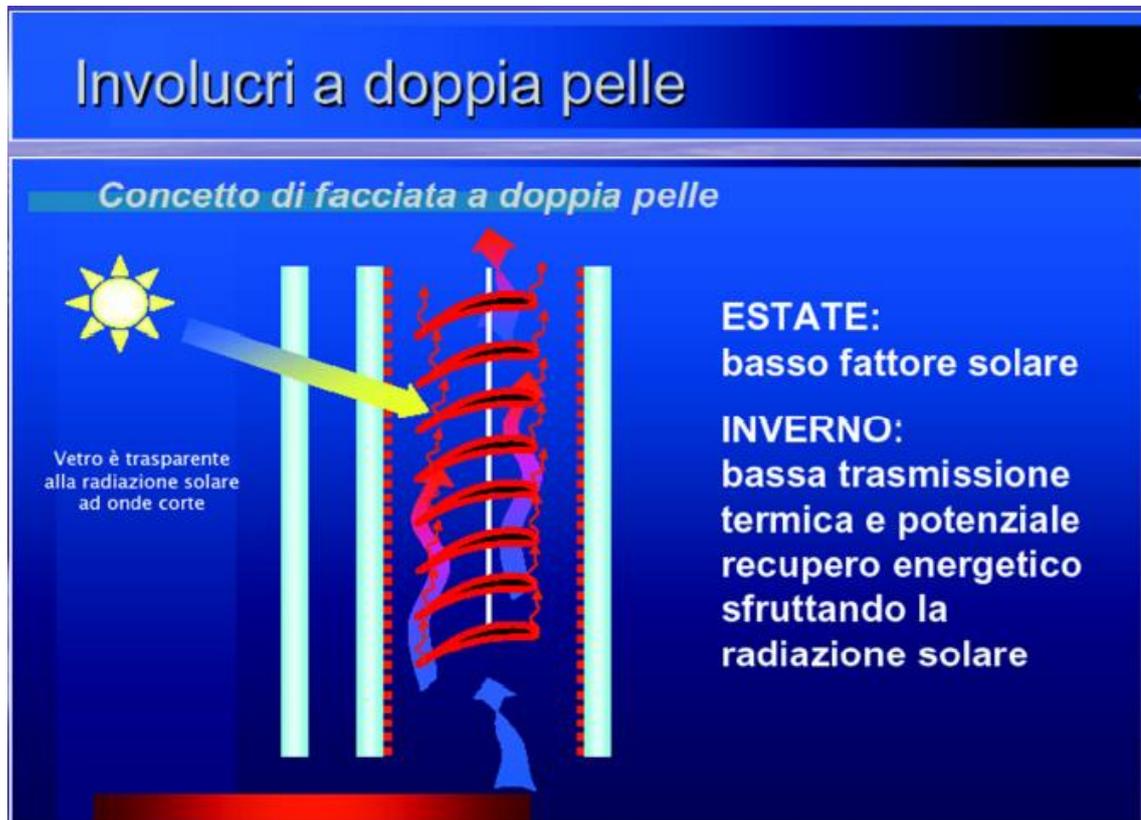
Il loro funzionamento si fonda sul principio fisico per cui l'aria calda tende a salire richiamando al suo posto aria più fredda, e quindi più pesante, nonché sul principio dello spostamento delle masse d'aria da zone con diversa pressione.

Le proprietà di isolamento della doppia partizione perimetrale che forma la camera d'aria, le cui superfici interagiscono in modo diretto a determinare le caratteristiche dei flussi, **dipendono preminentemente dalla posizione del vetro isolante, ovvero dalla particolarità che esso sia predisposto sulla frontiera esterna o su quella interna.**

Gli elementi dell'involucro a doppia pelle sono :

- Uno schermo esterno, più o meno permeabile all'aria e nella maggior parte dei casi realizzato con sistemi di metratura trasparente
- Un'intercapedine di ventilazione, di altezza e profondità variabile

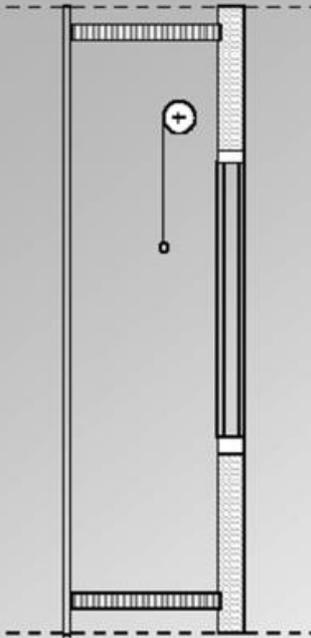
- Un sistema di protezione solare (illuminazione) e di accumulo di calore (isolamento dinamico), normalmente mobile, tale da poter variare il grado di protezione durante l'arco della giornata.....
- Un setto orizzontale, posizionato tra piano e piano, che assolve diverse funzioni: di sconfinamento verticale dell'intercapedine, di passerella per manutenzioni e pulizie.....
- Una pelle interna, più o meno trasparente ed apribile, realizzata con tipologie e tecnologie diverse tra di loro.....



In sintesi le funzioni sono.....

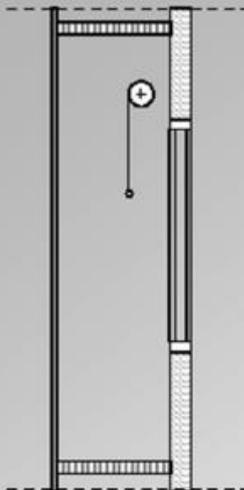
- **Ridurre** negli ambienti interni degli edifici i disagi derivanti dalla radiazione calda solare in estate e di controllare le radiazioni fredde e le dispersioni termiche in inverno.....
- La funzione delle schermature presenti nell'intercapedine è quella di evitare **l'eccessivo riscaldamento** che si può generare in estate tra le due facciate (contrariamente a quanto può sembrare....attraverso superfici altamente captanti e assorbenti al fine di generare moti convettivi naturali per un isolamento dinamico ed evacuazione del calore creato.....), e di permettere un controllo dinamico e personale del flusso luminoso durante l'arco della giornata.
- **L'intercapedine d'aria** oltre a consentire l'applicazione di tende esterne anche in edifici alti soggetti a forti spinte del vento, permette di realizzare, attraverso l'utilizzo delle aperture poste sulla pelle interna, il raffrescamento notturno.....
- Incrementi delle **prestazioni termiche**, acustiche e di comfort visivo variano in funzione degli elementi costituenti l'involucro ed in relazione alle condizioni climatiche dell'ambiente esterno.....

Gli elementi dell'involucro a doppia pelle



- uno schermo esterno, più o meno permeabile all'aria e nella maggior parte dei casi realizzato con sistemi di vetratura trasparente;
- un'intercapedine di ventilazione, di altezza e profondità variabile;
- un sistema di protezione solare, normalmente mobile, tale da poter variare il grado di protezione durante l'arco della giornata;
- un setto orizzontale, posizionato tra piano e piano, che assolve diverse funzioni: di confinamento verticale dell'intercapedine, oppure passerella per le manutenzioni e la pulizia della facciata;
- una pelle interna, più o meno trasparente ed apribile, realizzate con tipologie e tecnologie le più varie tra di loro.

In sintesi le funzioni ...



- ridurre negli ambienti interni degli edifici, i disagi derivanti dalla radiazione calda solare in estate e di controllare le radiazioni fredde e le dispersioni termiche in inverno, limitando lo spiacevole fenomeno della "determizzazione asimmetrica radiativa".
- La funzione delle schermature presenti nell'intercapedine è quella di evitare l'eccessivo riscaldamento, che si può generare in estate tra le due facciate, e di permettere un controllo dinamico e personale del flusso luminoso durante l'arco della giornata.
- L'intercapedine d'aria oltre a consentire l'applicazione di tende esterne anche in edifici alti soggetti a forti spinte del vento, permette di realizzare, attraverso l'utilizzo delle aperture poste sulla pelle interna, il raffrescamento notturno
- Incremento delle prestazioni termiche, acustiche e di comfort visivo variano in funzione degli elementi costituenti l'involucro ed in relazione alle condizioni climatiche dell'ambiente esterno.

Critério di classificazione :

Il primo caso. (vetro camera ext)

Tipologicamente anche il primo ad essere sperimentato.

Essendo l'intercapedine ottimamente coibentata, la temperatura dell'aria in essa presente è più vicina a quella interna piuttosto che a quella esterna.

Ne deriva *una dinamica dei flussi ascensionali relativamente modesta* che apporta un buon contributo soprattutto invernale, evitando l'insorgenza di fenomeni di condensa superficiale sulle vetrazioni interne.

Per ottimizzare il confort termico, soprattutto in estate, è necessaria una ventilazione di tipo meccanico e, nella maggioranza dei casi, onde evitare che lo scambio di temperatura tra l'aria contenuta nell'intercapedine e la superficie vetrata interna sia inefficace, è preferibile che l'altezza dell'intercapedine non superi quella dell'interpiano e, parimenti, che la larghezza stessa sia abbastanza contenuta.

La limitata altezza dell'intercapedine evita ogni problema concernente la sicurezza antincendio e l'incomunicabilità in senso verticale tra i diversi ambienti, unita alla presenza esterna del vetrocamera, contribuisce a garantire ottimi livelli di prestazioni acustiche.

Il secondo caso. (vetro camera int.)

Le facciate a doppia pelle con il vetro isolante posto all'interno sono tecnologicamente più evolute e sofisticate, sia dal punto di vista funzionale che da quello concernente le potenzialità formali.

L'aria all'interno dell'intercapedine ha, in questo caso, temperature più vicine a quelle esterne che a quelle interne.

In estate la temperatura dell'aria nell'intercapedine, opportunamente riscaldata da apposite superfici ad elevato potere di captazione dei raggi solari (es. lamelle frangisole ...) , può raggiungere temperature molto elevate, **incrementando notevolmente il flusso ascensionale ed apportando un ottimo contributo di isolamento termico.**

Data la notevole circolazione dell'aria, il "corridoio d'aria" può essere a tutta altezza.

L'intercapedine ininterrotta per tutta l'altezza della costruzione comporta, in edifici plurifunzionali, problematiche complesse in materia di sicurezza antincendio e di insonorizzazione acustica.

In inverno l'aria dell'intercapedine riscaldata dal sole, a temperature più basse, è interessata da movimenti ascensionali molto più ridotti o, chiudendo l'intercapedine, può essere del tutto ferma.

La distanza tra la facciata interna ed esterna dell'intercapedine può, pertanto, essere anche di dimensioni notevoli.

La vetratura esterna ha prioritariamente la funzione di proteggere dagli agenti atmosferici il volume racchiuso e la superficie interna, operando un primo ostacolo alla penetrazione dei fenomeni fisici provenienti dall'ambiente esterno, quali, principalmente, vento e pioggia.

E' soprattutto la riduzione del carico di vento sull'involucro interno a comportare i maggiori vantaggi.

La proprietà di accumulare energia termica all'interno dell'intercapedine è fondamentale per incrementare la circolazione dell'aria, accentuando l'azione di evacuazione del calore accumulato e quindi favorendo, in definitiva, la protezione solare estiva.

In inverno, invece, quando il flusso d'aria è molto meno intenso, o del tutto immobile, l'azione di accumulo del calore contribuisce ad elevare la temperatura dell'intercapedine che, a sua volta, riscalda l'ambiente interno.

I vantaggi "pretesi" di questo sistema rispetto a una facciata continua singola di vetro sono:

- maggiore efficienza energetica
- miglior confort termico e acustico
- possibilità di ventilazione naturale controllata
- il tutto mantenendo il valore architettonico di un involucro leggero e trasparente.

FACCIAE TRASPARENTI A DOPPIO INVOLUCRO: ALTA PRESTAZIONE O MODA ?

L'impiego di tali facciate viene da più parti consigliato per i vantaggi che possono portare considerandola esemplificativa di un approccio "ecologico" e "sostenibile".

Se è indubbio che la corretta applicazione di tale tecnologia può offrire numerosi vantaggi, (..vanno considerate le condizioni al contorno"!!!) è tuttavia importante sottolineare che spesso *si possono verificare conflittualità tra le differenti intenzioni progettuali che il progettista dichiara di voler contemporaneamente perseguire:*

- **la ventilazione naturale degli ambienti interni è in conflitto con l'isolamento acustico della facciata (es. caso invernale – apertura vetrate pelle interna per riscaldare gli ambienti ---- effetto "condominio " –tromba delle scale !!!)**
- **le esigenze di stretto controllo delle condizioni termoigrometriche sono in conflitto con l'impiego dell'aria esterna non trattata (spesso e volentieri)**
- **le esigenze di comfort visivo sono in conflitto con l'impiego della luce naturale (...non è adatta a determinati impieghi di lavoro !!!!)**
- **Inoltre vi è da chiedersi se è davvero giustificabile l'impiego di tali complesse soluzioni tecnologiche per ottenere risparmi energetici e livelli di comfort confrontabili con quelli ottenibili con soluzioni tecnologiche meno complesse, se l'incremento dei costi di costruzione e di esercizio dell'edificio è davvero comparabile con l'incremento dei benefici che si ottengono in termini di risparmio energetico e di miglioramento delle condizioni di vivibilità ????**

Da un lato la *caratterizzazione termica* di un involucro "attivo" non può basarsi sui *parametri prestazionali tradizionali* (trasmittanza termica, fattore solare) e su *modelli di calcolo semplificati* (come quelli contemplati nella normativa tecnica).

Negli involucri convenzionali la trasmittanza termica ed il fattore solare dipendono unicamente dagli spessori e dalle proprietà dei materiali che costituiscono il componente, mentre negli involucri di tipo "attivo" entrano in gioco numerosi fattori, quali la strategia di ventilazione adottata, l'entità della portata d'aria, la posizione della schermatura solare, fattori che rendono inapplicabili i principi teorici su cui si basano tali parametri.

Nelle argomentazioni che dovrebbero giustificare le doppie facciate di vetro degli edifici amministrativi, *si trova sempre la "ventilazione naturale" che consentirebbe di rinunciare alla climatizzazione artificiale e quindi comportare un risparmio energetico.*

Tutti gli edifici con doppie facciate possiedono potenti impianti di ventilazione e di raffreddamento che gestiscono il clima interno.!!!

.....*La doppia facciata forse non risolve i problemi... ?*

1. Nell'intercapedine, in estate, si manifestano elevati surriscaldamenti che trasformano gli ambienti interni , se non isolati opportunamente, in vere e proprie incubatrici. Se, sul lato sudovest, si vogliono evitare temperature superiori ai 38°C, nelle intercapedini bisogna garantire un tasso di ricambio d'aria di 20-30/h.
2. Nei locali che si trovano dietro una doppia facciata e non ulteriormente ventilati e raffreddati, a partire da una temperatura esterna di 30°C, sono prevedibili temperature fino a 46°C. L'installazione di impianti di ventilazione e di raffreddamento è pertanto indispensabile. La ventilazione naturale non può contare sull'effetto camino nell'intercapedine, perché direzione e velocità del flusso d'aria non sono prevedibili.
3. La protezione contro i rumori esterni da parte del paramento esterno, è assai modesta, pertanto le finestre degli uffici rimangono spesso chiuse. (anche in inverno quando sarebbe opportuno aprirle per trasportare il calore accumulato nell'intercapedine) Quando le finestre sono aperte, il suono può propagarsi da un ufficio all'altro, perché i vetri del paramento esterno lo riflettono. Bisogna pertanto costruire divisorie verticali che però riducono l'illuminazione naturale e la sezione dell'intercapedine, la quale dovrebbe invece essere molto ampia per permettere la risalita dell'aria.
4. I vetri del paramento esterno riducono la luce naturale negli uffici nella misura del 10-20%.
5. In certe stagioni, il naturale abbassamento notturno delle temperature può comportare la formazione di condensa sui vetri dell'intercapedine. La risposta è spesso un aumento della portata della ventilazione meccanica o l'apertura del paramento esterno in inverno. Ambedue i provvedimenti aumentano il consumo energetico.
6. Nell'intercapedine avviene uno scambio di odori e di germi (il cui effetto è conosciuto nelle scale di edifici condominiali). In caso d'incendio, il paramento esterno di vetro ostacola la dispersione dei fumi e l'intercapedine aumenta il pericolo della propagazione del fuoco da un ufficio all'altro.
7. Le doppie facciate sono molto costose (800-1.000 €/m²) e anche i costi d'esercizio aumentano (pulizia dei vetri, installazione di sensori, motori elettrici che muovono gli elementi, manutenzione generale).

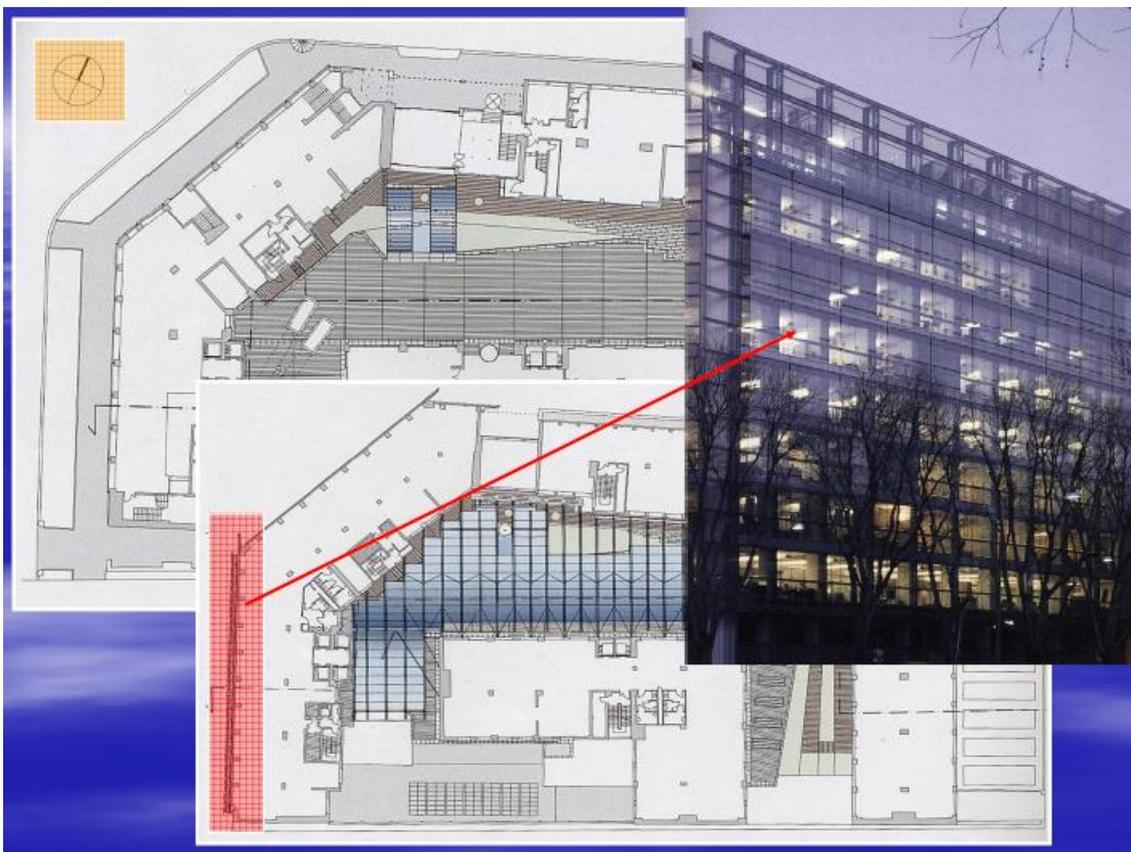
CON POCA CREATIVITÀ, ESSA CONSENTE SOLO DI PROGETTARE EDIFICI SPETTACOLARI!!!!!!!!!!!!!!

L'unico effetto indiscutibile della doppia facciata è la protezione delle schermature mobili dai forti venti. I committenti che possono permettersi di pagare, solo per questa protezione, tra i 800 e i 1000 €/ m² sono solamente i grandi investitori immobiliari. Negli edifici amministrativi, il consumo energetico riguarda soprattutto il raffreddamento e tutti i settori che consumano elettricità. Gli edifici amministrativi comportano problemi soprattutto in estate, ma al loro interno l'estate comincia già in primavera. E' relativamente facile tenere bassi i fabbisogni termici in edifici amministrativi, perché gli apporti solari, il calore emesso dalle apparecchiature e dalle persone contribuiscono già in maniera notevole al riscaldamento.

Il riscaldamento invernale è quindi di minore importanza, bisogna pertanto affrontare il grave problema estivo.

Gli architetti di "questi" edifici non possono però più pretendere di rappresentare la "modernità dell'architettura", perché edifici che comportano costi così alti di costruzione e di esercizio non

possono dirsi “moderni” e gli edifici surriscaldati, che si conoscono già da millenni, appartengono al passato e non certo al futuro.....!!



PRO E CONTRO DELLE FACCIATE A DOPPIA PELLE

Questo tipo di involucro presenta diverse (e indiscusse ?) qualità:

Massimizza il guadagno solare diretto, comprende spazi cuscinetto per la protezione dal freddo, accumula l'energia solare, favorisce la penetrazione della luce naturale, favorisce la ventilazione naturale, utilizza l'aria esterna per raffreddare le strutture edilizie nel periodo notturno (passive cooling), presenta ottime qualità per l'isolamento acustico.

Questo tipo di involucro presenta diverse (e indiscusse ?) problematiche:

La facciata a doppia pelle, tuttavia , innanzitutto comporta, rispetto ad una parete opaca termicamente isolata in media nel tempo (giorno-notte), dispersioni termiche maggiori nella stagione invernale e carichi termici maggiori in estate.

Queste uscite ed ingressi sono pure non facilmente regolabili. Essa inoltre costituisce una delle principali voci di spesa nel costo di costruzione – o ristrutturazione – di un edificio, e non sempre, ad un tale onere, corrispondono le prestazioni energetiche ed i riscontri attesi, in termini di risparmio economico, in quanto, di fatto ad oggi, il sistema risulta incapace di gestire autonomamente (in assenza di sistemi impiantistici) i flussi energetici in relazione alle condizioni di comfort interno, specie in zone climatiche calde o temperate (Italia), oltre a richiedere precisi e complessi interventi di variazione delle sue prestazioni in relazione al variare delle situazioni climatiche esterne.

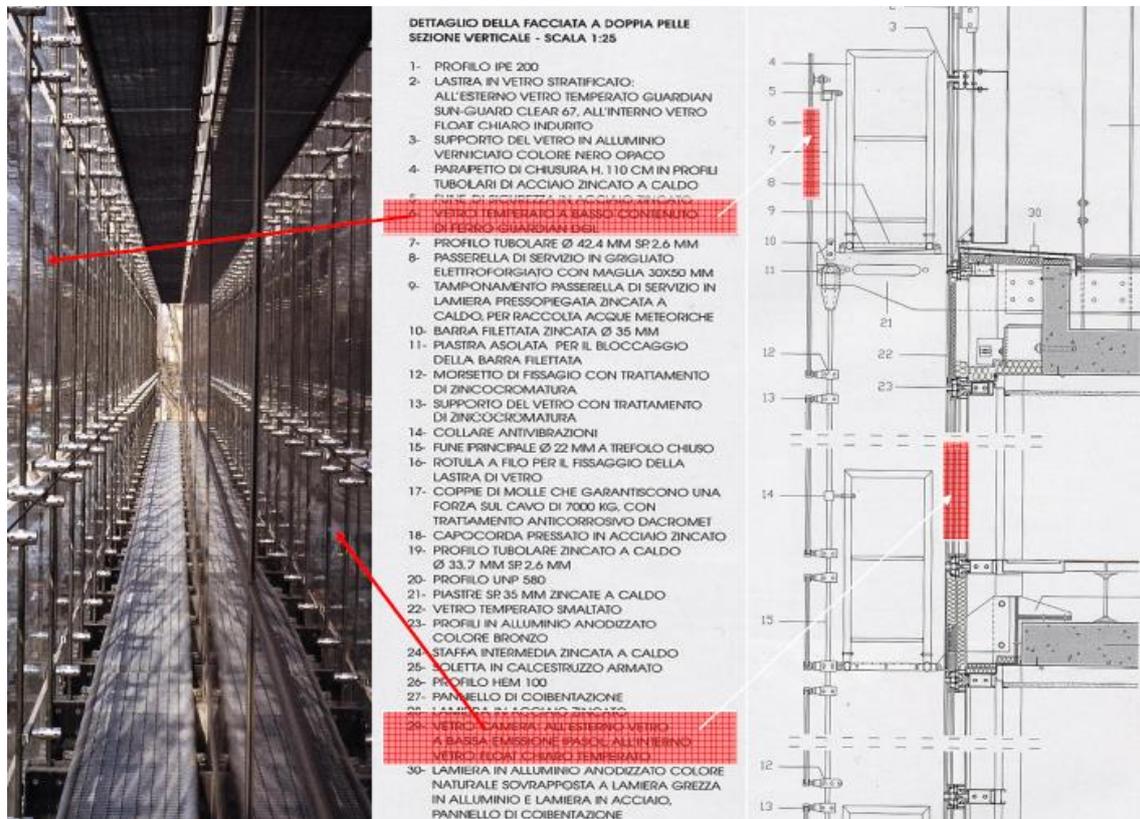
I dati di alcuni monitoraggi effettuati su edifici realizzati, hanno evidenziato i limiti d'impiego dell'involucro in presenza di temperature esterne rilevanti, e l'incapacità del sistema, in

assenza di sistemi impiantistici integrati, di fornire autonomamente una risposta alla domanda di comfort interno. Quindi, se da un lato l'uso di involucri a doppia pelle può presentare reali vantaggi sia dal punto di vista termico, sia dal punto di vista ambientale e soprattutto formale, dall'altro costituisce un sistema fortemente condizionato dalle circostanze climatiche, che, al di sotto di determinate latitudini, possono pregiudicare le qualità prestazionali e, a medio termine, anche economiche.

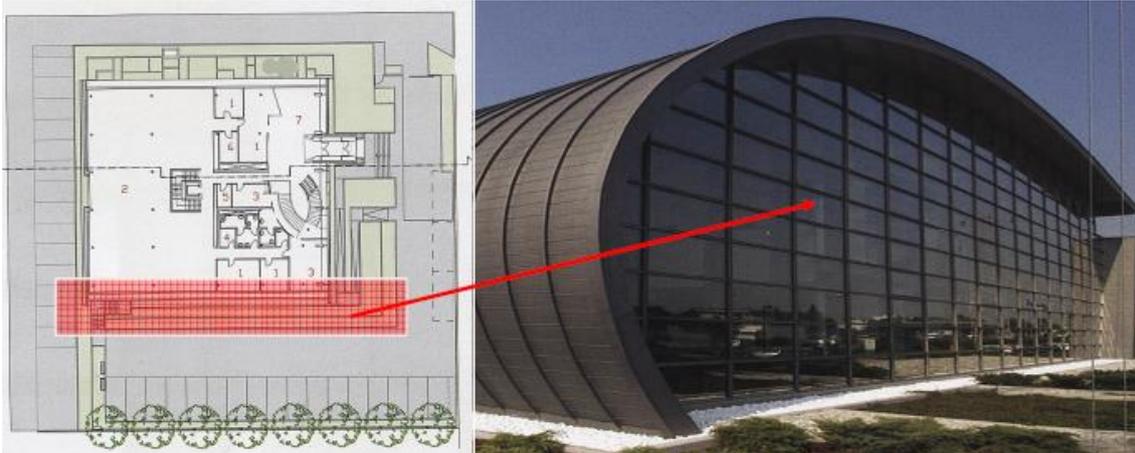
Gli **edifici a doppia pelle**, sono quindi costituiti da facciate che hanno un involucro architettonico denominato *active* o *interactive Blue Technologies* e si distinguono dall'utilizzo di due superfici trasparenti separate da una intercapedine ventilata.

Lo spazio creato tra le due superfici, che può essere ventilato naturalmente o meccanicamente, diventa luogo del controllo climatico, regolando dunque gli scambi energetici tra l'edificio e l'ambiente. Esempi progettuali di edifici a doppia pelle, confrontati con costruzioni a facciata tradizionale, dimostrano una trasmittanza termica, che scende da 1,87 W/mqK a 0,85 W/mqK in inverno e con una prestazione estiva che va da 1,53 W/mqK a 0,49 W/mqK; altresì evidenziano una temperatura superficiale del vetro interno che sale da 14,5°C a 18,5°C in inverno e in estate passa da 50°C a 30°C con un apporto di calore sempre nella stessa stagione che passa dai 196 agli 85 W/mq. La tecnologia di questo sistema, è molto flessibile e dunque adattabile alle svariate tipologie edilizie, sia che si tratti di nuove costruzioni e sia che si intervenga per un recupero di edifici esistenti.

In sintesi, i vantaggi delle *blue technologies* consistono nel controllo della radiazione solare in eccesso durante il periodo estivo, nella creazione di una barriera alla radiazione fredda durante la stagione invernale e nell'aumento e controllo della illuminazione naturale all'interno degli ambienti, realizzando quindi un comfort abitativo assolutamente non trascurabile.



PROBLEMI DELLE FACCIATE ATTIVE



Nonostante le loro interessanti potenzialità, molti sono i problemi che si possono presentare con l'uso di facciate attive. Essi riguardano:

- il rispetto delle norme antincendio, quando l'intercapedine d'aria si estende per molti piani.
- il progetto e la realizzazione della facciata, che devono essere profondamente integrati con quello degli impianti e magari delle strutture, ed avere un ottimo sistema di regolazione automatica.
- la possibilità di agevole pulizia e manutenzione.
- la durata dei componenti.
- la non facile possibilità di determinarne le prestazioni, soprattutto nel caso di ventilazione naturale.
- il rischio di formazione di condensa.
- la difficoltà di dimostrarne la conformità con le norme sul risparmio energetico.
- il fonoisolamento e la propagazione del suono all'interno dell'intercapedine

Resta inoltre il problema di fondo, legato alla quasi totale assenza di inerzia termica di questo tipo di facciata, un problema che si manifesta soprattutto nel periodo estivo.

Agli inizi degli anni '90 sembrava che questo tipo di facciata fosse quasi la soluzione a tutti i problemi energetici in edilizia; col passare del tempo, invece, si è arrivati alla conclusione che alcuni problemi restano irrisolti. In particolare, in alcuni periodi dell'anno è indispensabile associare alla presenza delle FDP quella di un impianto di ventilazione meccanica, il che rappresenta comunque una soluzione costosa; inoltre, le simulazioni numeriche delle FDP disponibili in letteratura non sono sempre utilizzabili a causa delle definizioni delle condizioni al contorno; ancora, ci sono problemi di tipo fluidodinamico, legati al fatto che all'interno dell'intercapedine il flusso d'aria non è mai solo ascendente o solo discendente.

Infine, per quanto riguarda gli aspetti di comfort, la presenza di aperture di ventilazione, così come la comunicazione tra piani dovuta alla presenza della cavità ventilata, può portare problemi acustici; l'aumento della temperatura dell'aria nell'intercapedine può generare discomfort termometrico e l'eventuale presenza di schermature limita l'ingresso della luce naturale in ambiente.

D'altra parte, i vantaggi (pretesi) e legati all'impiego di tali facciate in termini di risparmio energetico, prestazioni acustiche nei confronti del rumore urbano, miglioramento del comfort termico e sfruttamento della luce naturale sono potenzialmente tali da giustificare un grosso sforzo di ricerca per giungere all'ottimizzazione di questo tipo di componente sia dal punto di vista tecnologico che da quello progettuale.



Realizzare una facciata a doppia pelle non significa semplicemente anteporre un serramento ad un altro ad una distanza qualsiasi !!!

Al contrario, la progettazione di una vetrata a doppia pelle richiede l'elaborazione di complessi modelli termodinamici e fluidodinamici che sono funzione di molteplici variabili. Fra queste le definizioni geometriche ed architettoniche ed i requisiti prestazionali, ma soprattutto la latitudine, la posizione, l'orientamento, l'irraggiamento di ogni singolo edificio o, più precisamente ancora, di ogni singolo fronte di ciascun edificio, definiscono un nuovo progetto che deve essere affrontato con serietà e consapevolezza. Pertanto il clima di ogni luogo interviene nella progettazione dell'involucro edilizio ottimale, definendo alcune scelte progettuali, siano le facciate a doppia pelle a ventilazione naturale, forzata o mista.

Comunque anche l'opportunità di applicare queste tecnologie può essere valutabile in base a criteri variabili e soggettivi i cui valori si modificano da progetto a progetto: aspetto estetico, immagine, comfort termico, comfort acustico, resa di reale risparmio energetico, fruibilità degli ambienti.

L'APPLICABILITÀ DEI SISTEMI DI FACCIATA A DOPPIA PELLE IN VETRO IN ITALIA ?

La necessità di verificare l'applicabilità nasce proprio dal fatto che sono state rilevate notevoli problematiche di carattere energetico legate alla presenza di vetro in un contesto climatico quale quello italiano caratterizzato soprattutto da elevate temperature estive. Sappiamo infatti che le facciate a doppia pelle in vetro sono nate e si sono sviluppate e diffuse soprattutto nel nord Europa ovvero in un contesto che è climaticamente compatibile con le prestazioni di un involucro a doppia pelle.

Il trasferimento di questa innovazione al contesto italiano ha portato alla creazione di edifici che presentano problematiche notevoli e spesso irrisolte di carattere energetico. Ecco perché l'importanza di verificare se questi sistemi di facciata a doppia pelle possono o meno essere applicate in Italia e in quale misura, e soprattutto verificare queste condizioni di applicabilità per le diverse tecnologie e tipologie edilizie e per le diverse destinazioni d'uso.

La realizzazione di facciate a doppio involucro è generalmente giustificata con il risparmio energetico conseguibile, che ammortizza il costo maggiore della costruzione a breve termine.

Tale argomentazione può però rivelarsi fasulla se il progetto della facciata non è integrato con il progetto complessivo dell'edificio orientato nel suo insieme al risparmio energetico e allo sfruttamento dell'energia solare.



COSA È NECESSARIO PER UNA CORRETTA PROGETTAZIONE ?

Committente, progettista, termotecnico, esperto di facciate ovvero la società specializzata riuniti in un team work fin dall'idea progettuale ovvero fin dai primi schizzi realizzati dal progettista; questo perché l'involucro evoluto di tipo doppia pelle viene pensato e realizzato appositamente su misura per l'edificio in questione.

Non sempre però questo iter viene portato a termine in modo corretto come invece avviene ad esempio nel caso Bergognone addirittura il processo progettuale si è svolto in due fasi differenti: la prima ha visto coinvolti il committente, la società HINES e il progettista, lo studio Mario Cucinella vincitore della gara d'appalto indetta dalla stessa HINES, la seconda fase, esecutiva, vede in gioco la società CNS, vincitrice della seconda gara d'appalto per assegnare la realizzazione dell'involucro doppia pelle, e gli studi specializzati che collaborano con la società stessa come lo studio 3c-studio Criscuoli.

Sono scelte affidate al progettista la definizione morfo-tipologica dell'edificio, sia quella tecnologica, sia la disamina degli aspetti essenziali e prestazionali.

La figura del progettista assume quindi il carattere di regista-attore della realizzazione stessa a capo di una équipe di specialisti quali acustici, impiantisti, strutturisti tra i quali spicca il ruolo della ditta specializzata, sempre meno produttore vero e proprio, sempre più interfaccia di progettazione.



La società specializzata si impegna a trasformare ogni scelta del progettista con disegni che costituiscono parte integrante dei disegni di capitolato in modo da garantire la permanenza delle scelte estetiche, prestazionali, funzionali lungo tutto il processo di realizzazione.

Si instaura cioè, un rapporto di collaborazione tra la società e i professionisti volto a rendere eseguibili ed esegutive per quanto è possibile le ambizioni e le specifiche richieste progettuali.

Un involucro evoluto costa il 25%-30% in più rispetto ad una facciata trasparente tradizionale ovvero tra le 700 e le 1000 euro al mq.



ALCUNI DATI RILEVANTI

Noi trascorriamo la maggior parte del nostro tempo dentro agli edifici ed è qui che noi possiamo avere il massimo di risparmio dell'energia. In Italia il 40% dell'energia è consumato nel settore dell'edilizia e nel terziario.

Di questo **40%**, il **71%** se ne va per i consumi del **riscaldamento**, il **13%** per riscaldare l'**acqua sanitaria** e il **16%** per l'energia **elettrica**, contrariamente da quanto molti pensano. Di questo 16%, solamente il 3% se ne va per l'illuminazione. Quindi, quando noi andiamo a sostituire le lampadine con la lampadina a risparmio energetico possiamo risparmiare il 5% del consumo. Il risultato evidenzia l'importanza di incidere su questo 71% che è il riscaldamento.

In Italia in consumo per il riscaldamento varia da un valore attorno ai 250 kWh degli edifici storici, passando ai 160 kWh per gli edifici costruiti in base alla normativa della ex legge 373 del 1976, ai 140 kWh che sono i limiti degli edifici costruiti secondo la legge 10, fino ai 70 kWh che sono gli edifici a basso consumo.

Questo sarebbe il consumo della classe C della CasaClima che Bolzano ha introdotto e il 15 kWh per l'edificio passivo, o **Passivhaus**. Un altro dato importante è che le tipologie edilizie in Italia sono per il 60% costruiti precedentemente al '76, dal '76 ad oggi il 55 %, solo il 5% sono gli edifici che potremo costruire in futuro. Le norme tengono in considerazione l'importanza che il massimo risparmio energetico noi lo possiamo attuare intervenendo sull'esistente.

In Italia si consumano mediamente ogni anno 14 miliardi di metri cubi di metano, 4,9 miliardi di litri di gasolio e 2.800 milioni di chilogrammi di combustibili solidi, solamente per riscaldare le nostre case. In base a queste considerazioni, dopo il petrolio, il gas naturale, il carbone, il nucleare, e le fonti rinnovabili, l'efficienza energetica degli edifici va intesa come la **sesta risorsa**.

C'è una risorsa in più, che è sana perché pulita, e soprattutto può dare vita ad un ciclo economico virtuoso per far sì che utenti, operatori di mercato e amministrazioni pubbliche abbiano un ritorno economico.

Un altro dato importante: le dispersioni di calore nei nostri edifici normalmente avvengono per il 29% da radiazione, per il 22% dall'apertura delle nostre finestre chiuse, per il 22% dalle pareti, per l'11% dal tetto, per il 6% dal terreno e 10% per i fumi. Per circa il 90% noi possiamo evitare la dispersione del calore.

COME SI DEFINISCE IL RAPPORTO PROGETTISTA SOCIETÀ SPECIALIZZATA

Sono scelte affidate al progettista la definizione morfo-tipologica dell'edificio, sia quella tecnologica, sia la disamina degli aspetti esigenziali e prestazionali.

La figura del progettista assume quindi il carattere di regista-attore della realizzazione stessa a capo di una équipe di specialisti quali acustici, impiantisti, strutturisti tra i quali spicca il ruolo della ditta specializzata, sempre meno produttore vero e proprio, sempre più interfaccia di progettazione.

La società specializzata si impegna a trasformare ogni scelta del progettista con disegni che costituiscono parte integrante dei disegni di capitolato in modo da garantire la permanenza delle scelte estetiche, prestazionali, funzionali lungo tutto il processo di realizzazione.

Si instaura cioè, un rapporto di collaborazione tra la società e i professionisti volto a rendere eseguibili ed esecutive per quanto è possibile le ambizioni e le specifiche richieste progettuali.

Non esiste praticamente limite alla fantasia del progettista se quello economico!

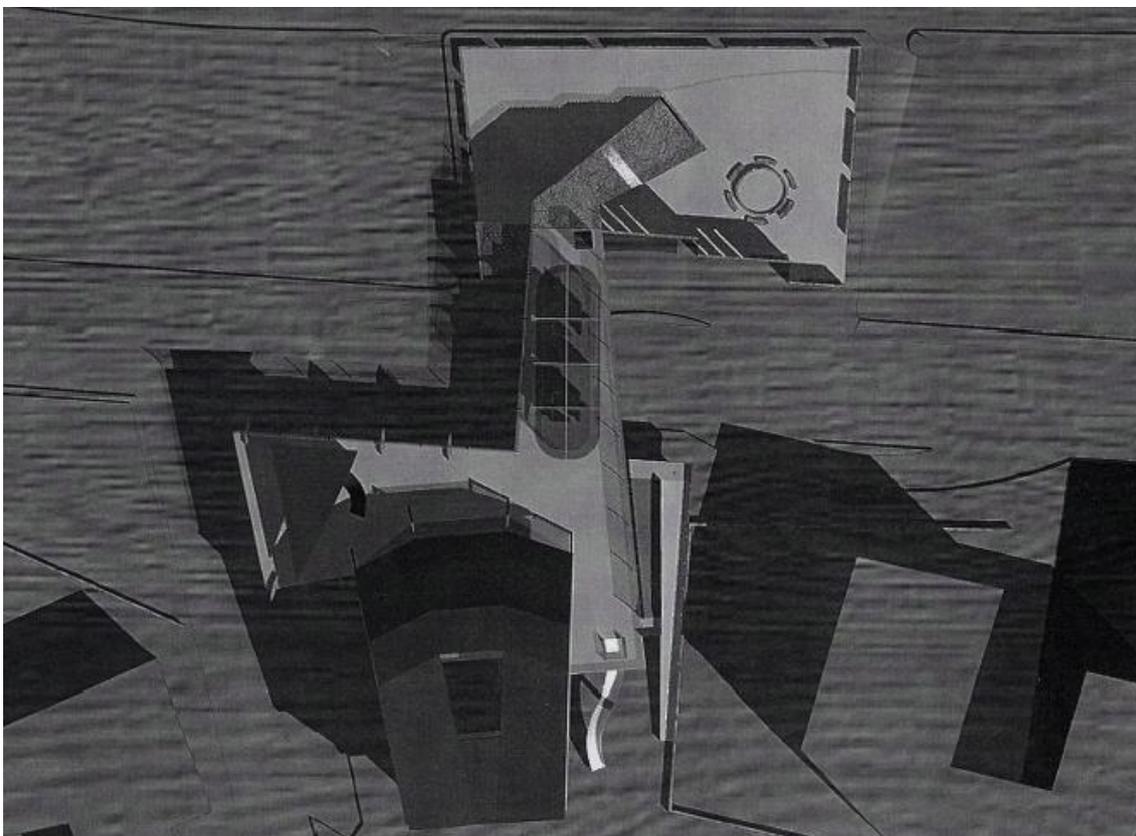
I costi totali sono accresciuti rispetto ad una soluzione trasparente tradizionale da tutte le parti motorizzate dai pezzi speciali presenti in ogni realizzazione anche se generalmente questi non superano il 3% dei pezzi totali, il loro costo incide però per circa il 10% dei costi totali, dagli impianti, ove la facciata fosse a ventilazione meccanica.

Un involucro evoluto costa il 25%-30% in più rispetto ad una facciata trasparente tradizionale ovvero tra le 700 e le 1000 euro al mq.

ALLORA LA DOPPIA PELLE CONVIENE DAVVERO ?

Sicuramente intervengono molti fattori che orientano favorevolmente le scelte verso questo tipo di involucro evoluto dato l'elevato livello prestazionale di tali sistemi: il maggiore apporto di luce diurna che contribuisce ad un maggiore abbassamento dei consumi di energia elettrica (?), tra i fattori non monetizzabili la possibilità di utilizzare lo spazio interno fino al filo facciata, il migliore

confort interno degli occupanti e in conseguenza la diminuzione del rischio di riscontrare la *sick building syndrome*. Per conto abbassano i costi il minore utilizzo degli impianti (?), in fase di investimento, soprattutto per le facciate ventilazione naturale dove vengono installati in minore misura.



Il progettista è sempre l'anello di chiusura finale della lunga e strutturata catena progettuale, inventa, consiglia, ed ha il compito di approvare quello che gli specialisti propongono come soluzione ottimale sia tecnica che economica; questo tipo di progettazione interdisciplinare è necessaria per far sviluppare ad ogni soluzione caratteristiche ottimali, considerando ogni aspetto che la soluzione adottata richiede con particolare riferimento agli impianti.

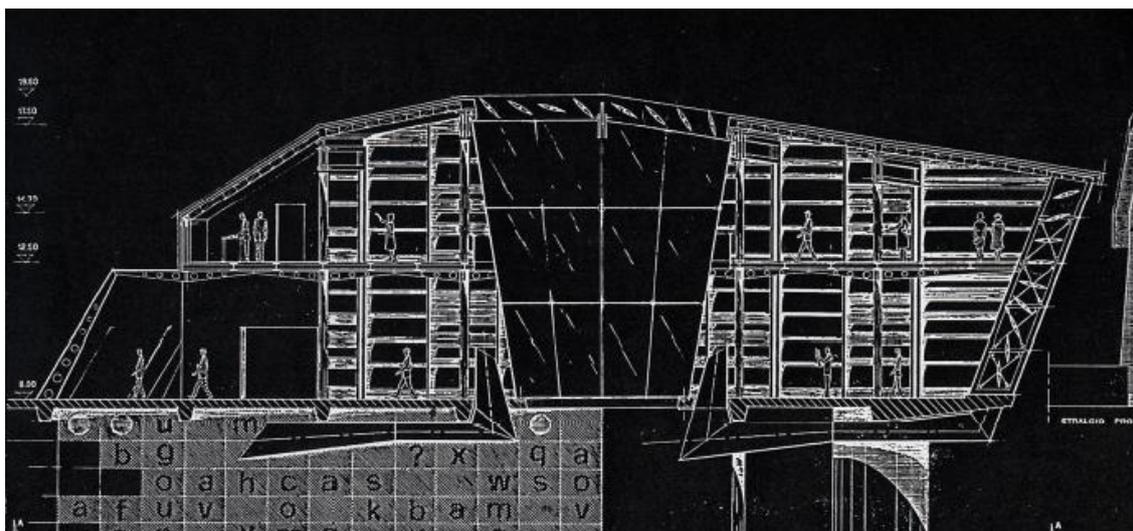
La forza del team work sta proprio nella possibilità di affrontare situazioni problematiche o critiche non imputabili a casi già verificati o realizzati grazie alla convergenza di differenti saperi e professionalità, nonché di diverse esperienze.

La partecipazione concreta ed effettiva di tutti gli attori del processo alla fase progettuale consente di ottenere sicuramente risultati migliori e più convincenti.



Tuttavia lavorare e coordinare persone molto diverse tra loro per personalità e competenze, che sovente non possiedono altre esperienze comuni è operazione difficile e spesso fonte di contrasti e scontri all'interno del design team, per contro il dibattito e l'incontro di differenti razionalità consente una notevole crescita professionale grazie alla pluralità delle soluzioni che emergono normalmente anche al di fuori della realizzazione di tavole e disegni.

Noi trascorriamo la maggior parte del nostro tempo dentro agli edifici ed è qui che noi possiamo avere il massimo di risparmio dell'energia. In Italia il 40% dell'energia è consumato nel settore dell'edilizia e nel terziario.



Dobbiamo concepire la nostra casa come un thermos capace di conservare la temperatura interna che noi instauriamo.

Utilizzare le **energie della natura** significa abituarsi a pensare che niente è superfluo, che quasi tutto può essere riutilizzato, che ogni luogo richiede una strategia abitativa particolare.

Invertire la tendenza allo spreco, pensando prima alle finestre e poi ai condizionatori, non significa buttare nel cestino due secoli di rivoluzione industriale. Al contrario vuol dire coglierne gli aspetti più attuali: utilizzare le tecnologie avanzate per migliorare la piacevolezza dell'abitare e del vivere.

Per tentare questa scommessa occorre un approccio che parta dalla conoscenza delle caratteristiche microclimatiche locali, dei materiali disponibili, delle varie tecniche costruttive per arrivare a risultati che non saranno più modelli standard ripetibili dovunque e comunque, ma varieranno da un posto ad un' altro, da un'esigenza a un'altra.

Insomma, un costruire personalizzato, un vestito su misura, come è ragionevole fare in un'epoca dominata dall'informatica che ha permesso di dimenticare l'uniformità imposta dalla produzione di massa.

Certo, a volte un edificio costruito con criteri bioclimatici può risultare più costoso di uno tradizionale. Ma è anche vero che la domanda di benessere si diffonde sempre di più, così come l'abitudine a spendere per vasche da idromassaggio o saune.

E per stare meglio, liberarsi dal condizionatore, può essere più utile che comprare l'ultima doccia computerizzata.

Ritengo, tuttavia, che non tutti gli edifici totalmente vetrati debbano essere considerati, a priori, divoratori d'energia.

Anzitutto mi pare riduttivo comunque bollare tale tipologia di edifici come energeticamente dispendiosi, quasi auspicando che non ne vengano più costruiti; sarebbe come augurarsi che i produttori di fuoriserie cambino mestiere con la sola motivazione che tali autovetture hanno consumi più elevati rispetto alle utilitarie.

Naturalmente una parete opaca ben isolata presenta una trasmittanza anche 4-5 volte inferiore rispetto ad una struttura vetrata; ma ha senso confrontare prestazioni di edifici completamente differenti per tipologia ed aspetto estetico ? Non è più costruttivo indagare sugli errori che sono stati commessi in passato nella costruzione di edifici fortemente vetrati (e – ahimè – molti errori sono stati perpetrati) e cercare di evitarli in futuro, visto che tale tipologia di edifici è attualmente molto in voga ? .

Concordo sull'aspetto che scelte progettuali errate hanno ripercussioni molto più elevate su edifici vetrati rispetto a edifici di tipo standard, e che quindi lo sforzo progettuale architettonico ed impiantistico debba essere improntato ad un approccio quanto mai razionale e funzionale (oltre che estetico) e che la figura dell'esperto in energetica debba essere presente fin da subito nel team di progettazione (concetto del sistema edificio – impianto integrato).

Sull'utilità e sulle potenzialità della facciata a doppia pelle (razionalmente progettata e costruita) non ho dubbi.

Ritengo che la sfida energetica del futuro sia l'ottimizzazione dei consumi nel settore degli edifici di qualsiasi natura e tipologia, senza per questo rinunciare necessariamente ad alcune tipologie architettoniche che, viceversa, possono costituire un'ottima occasione per cimentarsi con problematiche anche molto complesse, sperimentando nuove tecnologie di tipo innovativo (sistemi ad attivazione termica della massa, controllo automatico delle schermature solari mediante sensore di radiazione solare, pompe di calore geotermiche o ad acqua di falda).

Ritengo, tuttavia, che anche gli edifici totalmente vetrati e in particolare quelli concepiti a doppio involucro possono essere sostenibili dal punto di vista ambientale, così come quelli costruiti con meno vetro, ma:

- Edifici totalmente vetrati tollerano molto di meno errori di progettazione e di realizzazione
- Occorre una maggiore capacità professionale e un lavoro interdisciplinare (Architetto, esperto di facciate, esperto di acustica, impiantista (riscaldamento, raffreddamento, ventilazione), fisico (simulazioni, illuminazione naturale), ecc.
- Le doppie facciate di vetro sono costose.

I sistemi costruttivi italiani, andando da nord a sud del Paese, non mostrano differenziazioni se non per un'assurda riduzione della resistenza termica consentita dalla obsoleta legge 10.

È invece la conoscenza del contesto ambientale nelle sue specificità che consente di individuare specifiche strategie progettuali per la messa a punto di sistemi costruttivi e architettonici in grado di potenziare la propensione a una climatizzazione spontanea, tipica ad esempio dei "climate sensitive building" che riportano preponderatamente sul sistema edilizio la funzione del controllo delle condizioni dell'ambiente confinato.

La messa a punto di sistemi in cui la ventilazione meccanica sia integrata alternativamente e automaticamente con quella naturale, risponde agli ultimi avanzamenti della ricerca nell'area del benessere adattivo, in cui la sensorialità del soggetto umano e un suo conseguente comportamento adattivo, sostituisce la meccanicità dei sensori impiantistici, su cui si basa attualmente il controllo esclusivo delle condizioni ambientali in edifici del terziario.

Al contrario di ciò che accade nei Paesi a nord delle Alpi, dove la situazione climatica non diverge molto da sud a nord e dove il primario interesse è la climatizzazione invernale, il territorio italiano è caratterizzato da climatismi estremamente vari che nella maggior parte dei casi introducono parallelamente a quella invernale, una criticità delle condizioni estive.

A questo riguardo preme osservare che la banale replicazione di modelli risolutivi validi per il centro Europa, che è frequente osservare, risulta molto rischiosa sul versante dell'impatto ambientale, in termini di emissione di CO₂.

Nei nostri climi è infatti importante la messa a punto di soluzioni ad hoc, capaci di gestire in termini dinamici il fluire, dall'interno verso l'esterno o dall'esterno verso l'interno, di flussi energetici (termici, luminosi, acustici), rispetto al fluire anche esso dinamico della stimolazione fisica proveniente dall'ambiente esterno.

Ciò è consentito da innovazioni molto sofisticate che hanno investito il settore dei vetri, delle schermature, dei materiali isolanti, che consentono oggi di ottimizzare le scelte in funzione di obiettivi prestazionali specifici, relazionati appunto a precisi dinamismi climatici.

La richiesta di dinamicità implicita in questo approccio, che dà luogo a configurazioni funzionali e prestazionali dinamiche del sistema di facciata, tende oggi a trasferirsi in molti apprezzabili esempi anche su dinamismi formali-compositivi.

Il caso delle applicazioni del doppio involucro in Italia evidenzia una certa inerzia a comprendere le nuove potenzialità offerte dalla tecnologia e dagli avanzamenti della Building Science per la soluzione della questione ambientale.

Nella realizzazione di architetture in vetro, tali tipologie di facciata hanno assunto ultimamente un ruolo sempre più significativo.

Come si può comprendere non si tratta di soluzioni seriabili: esse infatti richiedono una progettazione ad hoc, per una loro ottimizzazione funzionale rispetto al sito climatico.

In termini funzionali il "doppio involucro" appartiene alla categoria dei "sistemi di chiusura a isolamento dinamico", sistemi in cui la prestazione isolante e luminosa può essere fatta variare, al variare delle forzanti ambientali esterne ed interne.

Esse appartengono alla categoria dei sistemi di "chiusura a isolamento dinamico" e si distinguono tra "naturally ventilated facade" e "air exhaust window/facade".

In quest'ultimo caso esse agiscono anche come estrattori di aria viziata, e sono integrate nella funzionalità del sistema di condizionamento. Una chiusura a isolamento dinamico, attraverso il variabile fluire al suo interno di aria caratterizzata da specifici e variabili stati termici, è in grado di fare variare "dinamicamente" gli scambi di energia tra due ambienti contrapposti. Il flusso d'aria, a seconda della velocità, della sua temperatura e di quello delle superfici di suo contenimento, del rapporto tra volume del condotto e superfici di scambio termico, può infatti cedere o asportare calore dalla parete.

Tale comportamento può essere fatto variare "naturalmente", mediante specifiche dinamiche configurazioni del sistema, in funzione degli obiettivi che ci si propone, e in relazione alla variabilità delle condizioni al contorno, in particolare quelle esterne.

Le spinte motivazionali delle applicazioni di chiusure trasparenti e in particolare del doppio involucro sono oggi fondamentalmente legate alla "moda" e spesso alla immagine "tecnologica" che viene richiesta spesso nel caso di progetti di sedi direzionali.

Questa logica di scelta è legata all'interessante esito percettivo architettonico di trasparenza e profondità che deriva dall'utilizzo di vetri chiari e dalla "tridimensionalità" del sistema.

Gli aspetti energetici e ambientali nella sostanza non rientrano se non marginalmente nei motivi di adozione dei sistemi in esame.

L'obiettivo della riduzione della emissione di gas serra richiede nuovi approcci progettuali "climatically conscious".

Ciò richiede una completa revisione degli attuali stereotipi progettuali.

La natura interdisciplinare del progetto si approfondisce arricchendosi di nuovi operatori esperti di fisica degli edifici, di tecnologia edilizia maggiormente in grado di manipolare sia la strumentazione tecnologica che gli strumenti di analisi previsionale e di controllo che la ricerca ha messo a disposizione negli ultimi tempi

In conclusione, parafrasando Michel Foucault (1994), "la tecnologia deve essere sociale prima di essere tecnica", guardare ai bisogni presenti e contemporaneamente assumersi responsabilità future è perciò il compito corretto dell'innovazione tecnologica oggi.

CONCLUSIONI

Dobbiamo concepire la nostra casa come un thermos capace di conservare la temperatura interna che noi instauriamo.

Utilizzare le energie della natura significa abituarsi a pensare che niente è superfluo, che quasi tutto può essere riutilizzato, che ogni luogo richiede una strategia abitativa particolare.

Invertire la tendenza allo spreco, pensando prima alle finestre e poi ai condizionatori, non significa buttare nel cestino due secoli di rivoluzione industriale. Al contrario vuol dire coglierne gli aspetti più attuali: utilizzare le tecnologie avanzate per migliorare la piacevolezza dell'abitare e del vivere.

Per tentare questa scommessa occorre un approccio che parta dalla conoscenza delle caratteristiche microclimatiche locali, dei materiali disponibili, delle varie tecniche costruttive per arrivare a risultati che non saranno più modelli standard ripetibili dovunque e comunque, ma varieranno da un posto ad un'altro, da un'esigenza a un'altra.

Insomma, un costruire personalizzato, un vestito su misura, come è ragionevole fare in un'epoca dominata dall'informatica che ha permesso di dimenticare l'uniformità imposta dalla produzione di massa.

Certo, a volte un edificio costruito con criteri bioclimatici può risultare più costoso di uno tradizionale. Ma è anche vero che la domanda di benessere si diffonde sempre di più, così come l'abitudine a spendere per vasche da idromassaggio o saune.

E per stare meglio, liberarsi dal condizionatore, può essere più utile che comprare l'ultima doccia computerizzata.

Ritengo, tuttavia, che non tutti gli edifici totalmente vetrati debbano essere considerati, a priori, divoratori d'energia.

Anzitutto mi pare riduttivo comunque bollare tale tipologia di edifici come energeticamente dispendiosi, quasi auspicando che non ne vengano più costruiti; sarebbe come augurarsi che i produttori di fuoriserie cambino mestiere con la sola motivazione che tali autovetture hanno consumi più elevati rispetto alle utilitarie.

Naturalmente una parete opaca ben isolata presenta una trasmittanza anche 4-5 volte inferiore rispetto ad una struttura vetrata; ma ha senso confrontare prestazioni di edifici completamente differenti per tipologia ed aspetto estetico ?

Concordo sull'aspetto che scelte progettuali errate hanno ripercussioni molto più elevate su edifici vetrati rispetto a edifici di tipo standard, e che quindi lo sforzo progettuale architettonico ed impiantistico debba essere improntato ad un approccio quanto mai razionale e funzionale (oltre che estetico) e che la figura dell'esperto in energetica debba essere presente fin da subito nel team di progettazione.

Ritengo, tuttavia, che anche gli edifici totalmente vetrati e in particolare quelli concepiti a doppio involucro possono essere sostenibili dal punto di vista ambientale, così come quelli costruiti con meno vetro, ma:

- Edifici totalmente vetrati tollerano molto di meno errori di progettazione e di realizzazione
- Occorre una maggiore capacità professionale e un lavoro interdisciplinare (Architetto, esperto di facciate, esperto di acustica, impiantista - riscaldamento, raffreddamento, ventilazione -, fisico, energetico.....ecc.
- Le doppie facciate di vetro sono costose.

La messa a punto di sistemi in cui la ventilazione meccanica sia integrata alternativamente e automaticamente con quella naturale, risponde agli ultimi avanzamenti della ricerca nell'area del benessere adattivo, in cui la sensorialità del soggetto umano e un suo conseguente comportamento adattivo, sostituisce la meccanicità dei sensori impiantistici, su cui si basa attualmente il controllo esclusivo delle condizioni ambientali in edifici del terziario.

Al contrario di ciò che accade nei Paesi a nord delle Alpi, dove la situazione climatica non diverge molto da sud a nord e dove il primario interesse è la climatizzazione invernale, il territorio italiano è caratterizzato da climatismi estremamente vari che nella maggior parte dei casi introducono parallelamente a quella invernale, una criticità delle condizioni estive.

A questo riguardo preme osservare che la banale replicazione di modelli risolutivi validi per il centro Europa, che è frequente osservare, risulta molto rischiosa sul versante dell'impatto ambientale, in termini di emissione di CO2.

Nei nostri climi è infatti importante la messa a punto di soluzioni ad hoc, capaci di gestire in termini dinamici il fluire, dall'interno verso l'esterno o dall'esterno verso l'interno, di flussi energetici (termici, luminosi, acustici), rispetto al fluire anche esso dinamico della stimolazione fisica proveniente dall'ambiente esterno.

Ciò è consentito da innovazioni molto sofisticate che hanno investito il settore dei vetri, delle schermature, dei materiali isolanti, che consentono oggi di ottimizzare le scelte in funzione di obiettivi prestazionali specifici, relazionati appunto a precisi dinamismi climatici.

Nella realizzazione di architetture in vetro, tali tipologie di facciata hanno assunto ultimamente un ruolo sempre più significativo.

Come si può comprendere non si tratta di soluzioni seriabili: esse infatti richiedono una progettazione ad hoc, per una loro ottimizzazione funzionale rispetto al sito climatico.

Le spinte motivazionali delle applicazioni di chiusure trasparenti e in particolare del doppio involucro sono oggi fondamentalmente legate alla "moda" e spesso alla immagine "tecnologica" che viene richiesta spesso nel caso di progetti di sedi direzionali.

Questa logica di scelta è legata all'interessante esito percettivo architettonico di trasparenza e profondità che deriva dall'utilizzo di vetri chiari e dalla "tridimensionalità" del sistema.

Gli aspetti energetici e ambientali nella sostanza non rientrano se non marginalmente nei motivi di adozione dei sistemi in esame.

In conclusione, parafrasando Michel Foucault (1994), “la tecnologia deve essere sociale prima di essere tecnica”, guardare ai bisogni presenti e contemporaneamente assumersi responsabilità future è perciò il compito corretto dell’innovazione tecnologica oggi.

Il progetto di architettura nasce come insieme di ragionamenti mentali, che trovano concretezza attraverso un insieme di atti tecnici.

Di qui l’importanza di una disciplina quale la Tecnologia dell’Architettura che si misura e si confronta con un linguaggio architettonico che coinvolge sia nuove che associate valenze tecnologiche, l’attenzione alla qualità ambientale degli edifici e il necessario rispetto per l’ambiente.

Il Professor Ganser, nel 1996, ha detto a proposito dell’architettura di vetro:

“Molte persone sono già cadute nella trappola dell’architettura solare tesa dagli architetti. La trappola è stata accettata dai committenti, ma a rimanere intrappolati sono stati gli utilizzatori, magari non feriti gravemente, ma comunque lesi. Costruire con il sole è molto di più che costruire palazzi di vetro esageratamente meccanizzati, che somigliano a dei robot e che fanno piuttosto pensare ad un reparto di cure intensive”