

# L'INVOLUCRO EDILIZIO

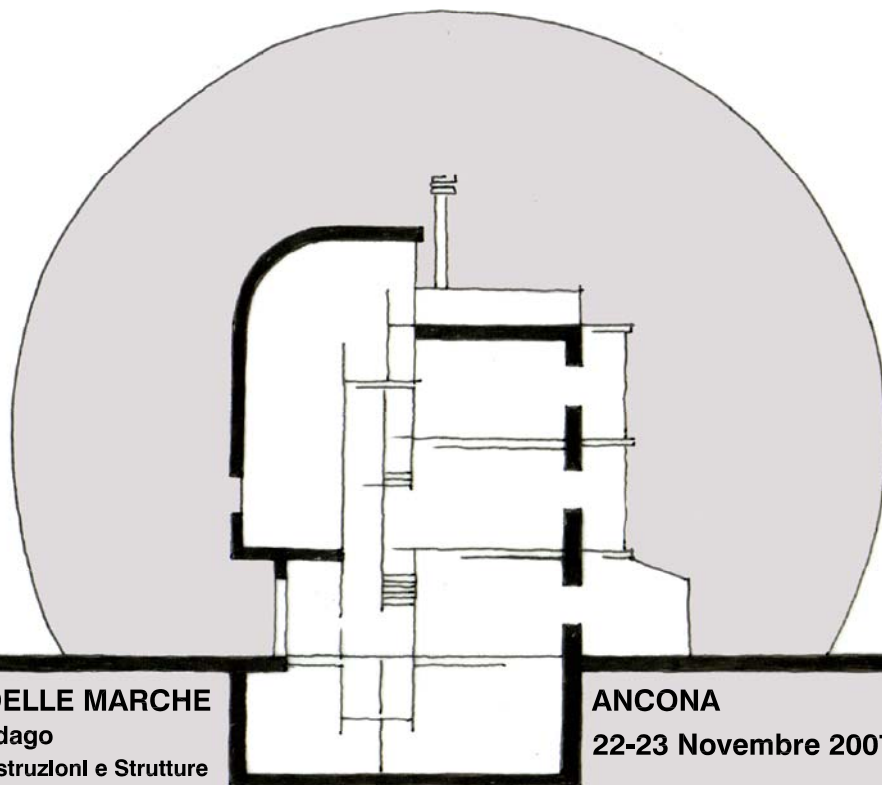
Una progettazione complessa

## Ipotesi preliminare di programma

- 21.11.2007 Riunione CODAT - Riunione sulla Didattica  
22.11.2007 LA RICERCA NELL'ARCHITETTURA TECNICA - dibattito  
Convegno: L'INVOLUCRO - una progettazione complessa  
23.11.2007 Convegno: L'INVOLUCRO - una progettazione complessa

## SECONDO AVVISO

scadenza presentazione abstract  
19 marzo 2007



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE  
Facoltà di Ingegneria - Polo Montedago  
DACS- Dipartimento di Architettura Costruzioni e Strutture

ANCONA  
22-23 Novembre 2007



ar.tec.

Terzo Congresso  
Internazionale Ar.Tec.

**Ar.Tec**

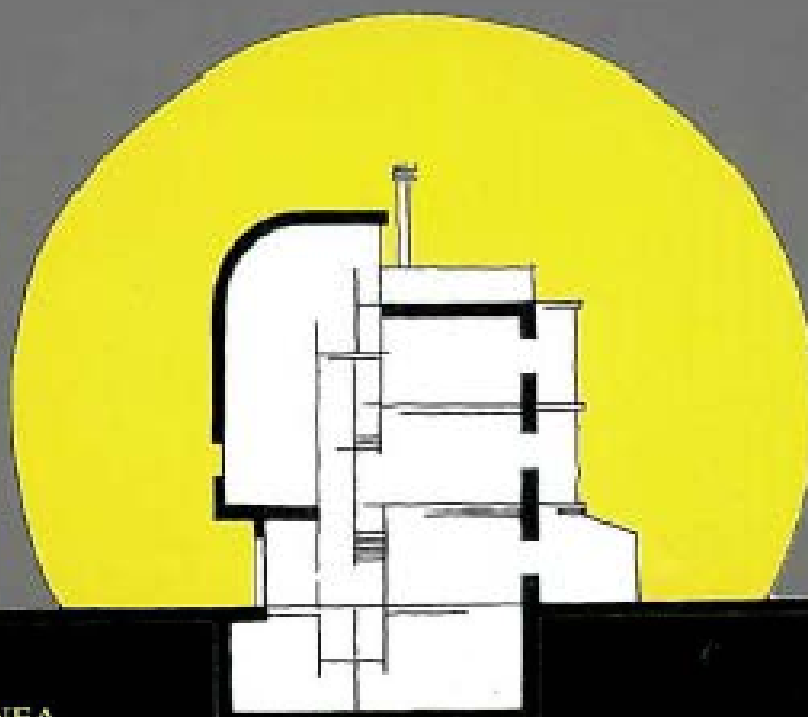
Associazione Scientifica  
per la Promozione  
dei Rapporti tra Architettura e Tecniche dell'Edilizio

**3.1**

# L'INVOLUCRO EDILIZIO

**Una progettazione complessa**

a cura di:  
Alessandro Greco  
Enrico Quagliarini



**ALINEA**  
EDIZIONE

## **L'ORGANIZZAZIONE DEL PROGETTO DELL'INVOLUCRO** ***Facade Engineering & Design Management***

**Angelo Ciribini <sup>(\*)</sup>, Francesco Giovine <sup>(\*\*)</sup>**

<sup>(\*)</sup> DICATA, Università degli Studi di Brescia

via Branze 43, Brescia, e-mail: [angelo.ciribini@ing.unibs.it](mailto:angelo.ciribini@ing.unibs.it)

<sup>(\*\*)</sup> Frener & Reifer

via Alfred Ammon 31, Bressanone, e-mail: [Giovine@frener-reifer.com](mailto:Giovine@frener-reifer.com)

### ***Il Design Management***

L'organizzazione del processo di progettazione è connotato, in linea generale, in Italia da gravi carenze che sono prevalentemente adducibili all'assenza di figure di coordinamento tra le diverse Unità che vi sono coinvolte e nel mancato riconoscimento di alcune professionalità e competenze specialistiche che altrove si muovono nell'ambito detto dell'Architectural Engineering.

In altri termini, i committenti, pubblici, ma anche privati, tendono a evitare di sostenere per la progettazione gli oneri delle attività di regia: ciò è dimostrato, peraltro, anche nella fase esecutiva, laddove la committenza privata, non dovendo osservare particolari vincoli in merito, spesso ricorre alla formula degli appalti scorporati, che di per se stesso potrebbe favorire un maggior specialismo. Il che, purtroppo, accade senza che ci si doti di competenze di management contracting e senza che si tengano in conto le relazioni tra i soggetti imprenditoriali.

Tale stato di fatto è, anzitutto, legato alla poca attenzione che si rintraccia nei documenti relativi ai concorsi di progettazione, alla gare di appalto di servizi e, più in generale, ai disciplinari di incarico professionale intorno alle modalità di costituzione dei raggruppamenti temporanei e delle coalizioni.

Ciò conduce studi professionali e società di ingegneria a stabilire alleanze spesso improvvisate e, comunque, non di rado variabili, che li priva della possibilità di armonizzare i contenuti delle offerte metodologiche.

Da questo punto di vista una significativa cartina da tornasole è costituita dalla estrema difficoltà con cui si predispongono, su esplicita richiesta della committenza, Piani della Qualità che riflettono il grado di disintegrazione all'interno delle compagini.

E' chiaro, peraltro, che la scelta di ridurre drasticamente i tempi della progettazione contribuisce non poco a esiti insoddisfacenti.

Vale la pena, però, di soffermarsi sul significato dell'espressione Architectural Engineering, che rappresenta il coacervo delle discipline ingegneristiche tese a offrire un contributo a elevato valore aggiunto alle ipotesi architettoniche, senza pretendere di concepire a priori l'esito della ricerca in atto.

Persiste, inoltre, duraturo il pregiudizio relativo alla separazione tra la fase ideativa e quella costruttiva, quantunque parzialmente attenuata nella legislazione sugli appalti pubblici nei confronti della versione originaria degli Anni Novanta, che sacrifica sistematicamente la progettazione costruttiva, ignorandone l'esistenza e occultandone, perciò, la centralità.

Appare, dunque, evidente come sia davvero indispensabile che avvenga nel mercato delle professioni un esplicito riconoscimento della disciplina del Design Management che, benché formalmente si possa definire una parte del Project Management, possiede forti peculiarità.

Occorre riconoscere, in primo luogo, che il coordinamento della progettazione ha a che fare con la gestione dei canali di finanziamento dell'operazione immobiliare, degli iter autorizzativi

(la cosiddetta permessualistica) ed eventualmente, per i soggetti pubblici, con le procedure espropriative.

Ciò rende il processo progettuale assai più articolato di quanto non possa sembrare di primo acchito.

In secondo luogo, il processo progettuale resta tuttora, nel nostro Paese, denotato da un approccio sequenziale, in cui ogni professionalità specialistica interviene in serie, privandosi della possibilità di comprendere meglio l'intero processo decisionale e rinunciando a conseguire un valore aggiunto di carattere sistemico.

Accade, anzi, che talvolta i rapporti di forza interorganizzativi nel raggruppamento temporaneo alterino i contenuti della progettazione in modo strumentale alla ripartizione delle parcelle professionali.

In ogni caso, si assiste spesso a situazioni in cui la progettazione architettonica si dimostra indifferente all'integrazione degli aspetti tecnologici (di diversa natura), pur facendone in teoria il manifesto della propria poetica, affiancata da organismi di progettazione strutturale e impiantistica che non prediligono certo le vie sperimentali.

In altri termini, si verifica in altri contesti che l'avvio della progettazione assuma un carattere di concomitanza che permette alle competenze specialistiche di contribuire dall'inizio alla soluzione delle tematiche progettuali cominciando la propria opera tramite schizzi e modalità affatto inconsuete agli omonimi nazionali.

Procedere nella fase embrionale della progettazione attraverso criteri e forme caratteristiche della progettazione architettonica da parte di tecnologi, di strutturisti e di impiantisti implica un coinvolgimento, dal punto di vista della sensibilità e della cultura architettonica, decisivo per divenire solidali nei risultati nei confronti delle intenzioni progettuali.

E' consueto altrove ricorrere a quaderni di schizzi redatti da specialisti sui temi, ad esempio, della progettazione strutturale, della fisica ambientale o della progettazione illuminotecnica che rendono palese l'accettazione del metodo del Teamworking, che permette alle entità coinvolte nella concezione dell'opera di trasformare tipicamente gli ostacoli procurati da legislazioni vincolistiche, quali ad esempio quelle relative all'abbattimento

### ***Il briefing e la validazione della progettazione***

Vi sono, d'altronde, altri fattori particolarmente ostativi, quali la lacunosità dei brief messi a disposizione dei progettisti e la scarsa comprensione della funzione dei sistemi informativi e, in particolare, dei sistemi di gestione documentale.

A proposito del processo di briefing, esso si potrebbe tradurre come l'istruttoria rivolta ai progettisti dai rappresentanti della committenza al fine di fornire loro i dati di ingresso e l'apparato dei vincoli.

Ma, così come non conta tanto la produzione del documento quanto il valore aggiunto che deriva del processo di integrazione tra committenza e progettisti, potrebbe darsi talvolta che la scelta aprioristica del subsistema dell'involucro si giustifichi sulle scorta dell'immaginario che sta alla base dell'operazione immobiliare.

In effetti, i grandi investimenti immobiliari si basano spesso anzitutto sulla percezione emotiva da parte dei potenziali acquirenti, anche se, poi, non mancano casi clamorosi di opere utilizzate in cui si registrano situazioni di non comfort fisico ambientale, sia dal punto di vista della climatizzazione sia da quello della illuminazione.

Ciò non significa anticipare al livello preliminare i dettagli costruttivi, cosa che sarebbe impraticabile, ma implica l'adozione di criteri prestazionali che dovranno essere conseguiti nella fase conclusiva.

Si deve, peraltro, ammettere che le esperienze di verifica del progetto ai fini della validazione dello stesso non si limitano all'esame del caso finale, bensì si estendono alla verifica della progettazione preliminare e si ampliano al supporto del coordinamento e della gestione delle entità coinvolte nella progettazione.

In questo caso, vi sono precedenti, quali quelli relativi all'Agenzia Torino 2006, in cui la committenza espressamente introduce in maniera dinamica gli organismi di validazione come stimolo alla compagine degli studi professionali.

### ***L'ingegneria dell'involucro***

Quanto rilevato in precedenza validamente si presta all'ambito della progettazione degli involucri evoluti (in particolare delle facciate continue), che sono spesso presenti nei progetti complessi di architettura, in cui prevalgono le sensazioni di leggerezza e di trasparenza.

La concezione del sistema di facciata risponde, infatti, a requisiti di carattere impiantistico, fisico ambientale e strutturale, oltre che formale, e richiede un apporto sinergico degli specialismi che si riferiscono a questi domini.

Potrebbe darsi il caso che la soluzione progettuale di cui sopra sia prevista già nel brief e che in esso siano proposte soluzioni alternative comparate.

In ogni modo, è evidente che il passaggio cruciale si verifica all'atto della redazione della progettazione esecutiva, poiché in essa dovrebbe essere coinvolto un ingegnere delle facciate in grado di mettere a punto soluzioni di dettaglio che, pur passando successivamente al vaglio del fornitore/montatore, posseggano una effettiva plausibilità.

Accade, al contrario, che sovente ciò venga meno, cosicché gli elaborati del progetto esecutivo divengano, da questo punto di vista, poco attendibili e, tramite l'impresa appaltatrice principale (singola o coalizzata) siano trasmessi all'azienda che progetta, produce (o fa produrre) e assembla il sistema.

In questa evenienza il progetto architettonico è trasformato in progetto esecutivo, poi in progetto produttivo di officina (non a caso la traduzione anglosassone è shop drawing), indi in prototipo a scala reale e, infine, in progetto costruttivo.

Accade, dunque, che la suggestione architettonica, o poco più, sia mutata in disegni di dettaglio che ne mostrino la correlazione con le altre parti dell'opera, in elaborati che siano comprensibili ai tecnici della produzione versatile (possibilmente tridimensionali), che siano producibili a livello prototipale anche con macchinari a controllo numerico e che, dopo l'approvazione del o dei prototipi, entrino in produzione grazie a impianti produttivi versatili in grado di realizzare pezzi unici o quasi.

Si assiste, cioè, a un processo che di per se stesso potrebbe rivelarsi esemplare per l'affermazione dei processi di ideazione e di produzione edilizi e architettonici nella contemporaneità: qualora non si constatasse come lo scarso investimento culturale, prima ancora che economico, dei committenti e dei progettisti principali trasferisca in basso nella filiera produttiva gli oneri, ma anche il potere decisionale, nella definizione ingegneristica del subsistema in questione.

E se, da una parte, la riluttanza di alcuni attori di committenza a sostenere i costi della prototipazione e delle relative indagini sperimentali di laboratorio genera elementi patogenetici che causeranno incrementi considerevoli del costo nel ciclo della vita utile del subsistema, dall'altra, ad esempio, la distrazione nella configurazione delle forme procedurali di contrattazione condurrà i realizzatori e montatori dell'involucro a scontare gli errori commessi dai soggetti imprenditoriali che li precedono nella costruzione dell'opera.

La scelta, più o meno involontaria, di molte committenze nazionali di non avvalersi di consulenti in ingegneria dell'involucro comporta, inoltre, che per molte aziende operanti nel settore delle facciate la strategia tecnico commerciale sia incentrata sull'abbandono di un approccio di natura sartoriale e si indirizzi verso soluzioni a catalogo intese a semplificare le risposte progettuali e, di conseguenza, a banalizzare i termini della ricerca architettonica per soddisfare esigenze squisitamente di sapore quantitativo.

Il fatto è che gli specialisti dell'ingegneria dell'involucro non possono fare a meno di una precedente prossimità con il tema da affrontare a livello della produzione, alla stessa maniera con cui un buon montatore dovrebbe essere stato in precedenza addetto alla manifattura.

Al di là dell'aneddotica e dei giudizi di valore è chiaro, tuttavia, che sottesa al fenomeno giace la vexata quaestio inerente alla detenzione dei saperi progettuali allorché sono in gioco soluzioni innovative che vertono non già sui prodotti intrinseci quanto sui subsistemi e sulle loro modalità di assemblaggio.

Qui veramente la possibilità dell'architetto di controllare completamente le variabili in gioco che non siano di natura esclusivamente formale scema rapidamente e il suo ruolo può essere conservato solo a condizione del coinvolgimento attivo dei soggetti che quei saperi posseggono in quanto prossimi al fare.

Ma, appunto, in assenza di una mediazione di specialisti che agiscano per conto del committente, la traslazione immediata del tema progettuale dal gruppo di progettazione al fornitore (con una funzione impalpabile dell'impresa generale) può portare alla solitudine decisionale del produttore/fornitore e alla delega impropria a esso di decisioni che influiranno pesantemente sull'economia dell'intero progetto.

Nel momento nel quale a tale delega si accompagna un sostanziale disinteresse della committenza oltre che dei progettisti si accresce il rischio che la risposta finale sia riduttiva e si limiti a riprodurre percorsi già sperimentati.

Sarebbe opportuno, peraltro, rilevare come le imprese generali di costruzioni, allorché non appaiono desiderose né capaci di gestire direttamente i contenuti della progettazione costruttiva, non di meno risultano assai attive nell'agire in termini di presentazione delle offerte economiche con poca attenzione alla corrispondenza tra i costi preventivabili per il sistema dell'involucro e i ribassi percentuali che alla voce omonima applicano.

Un esempio significativo che è stato recentemente offerto in controtendenza è offerto da committenza che, nei documenti per le gare di appalto prevedono, per l'offerta metodologica, un punteggio espressamente dedicato alla manutenzione della facciata.

Ciò manifesta la necessità per coloro che definiscono il progetto costruttivo non solo di pensarne le modalità produttive e realizzative in condizioni di sicurezza e di celerità, ma anche di immaginarne il comportamento nel tempo.

Si può affermare, comunque, che la prototipazione, specie se correlata a verifiche sperimentali, non deve essere considerata solo come un atto tecnico dovuto col fine di ridurre i rischi di variante in corso d'opera, bensì in quanto espressione di una mentalità euristica che sulla nozione di tentativo basa il conseguimento dei risultati di una vera e propria attività di ricerca.

Non è un caso che in occasioni come la progettazione del T5 di Richard Rogers a Heathrow o della sede del New York Times di Renzo Piano a New York il prototipo non sia stato solamente eseguito, ma pure sottoposto a prove sperimentali di laboratorio, complementari alla modellistica virtuale.

In altri termini, la sperimentazione espressa nell'ottica della progettazione tecnologica genera una campagna di indagini strumentali di natura sperimentale.

Il caso è esemplare pure se si tengono in conto i rapporti tra la modellazione analogica, quella digitale e, appunto, la prototipazione in scala reale.

Anche a questo proposito si passa dall'impiego di applicativi informatici che derivano dall'industria meccanica (come Catia e le sue evoluzioni realizzate dalla Gehry Technologies) alla produzione di carattere meccanico.

E' per questo motivo che in questo settore si possono spesso ritrovare le tracce di ibridazioni da un comparto all'altro che, per non essere gratuite, corrispondono al dialogo tra culture professionali e produttive diverse, ma non certamente irriducibili.

D'altra parte, accade nella costruzione dell'architettura contemporanea a umido, non solamente in quella a secco, che il trasferimento culturale e scientifico avvenga anche all'interno dello stesso mercato: ad esempio, dal Genio Civile alle Costruzioni.

In questi casi vi sono gruppi imprenditoriali operanti in entrambi i segmenti di mercato che sono in grado di utilizzare le esperienze maturate nel primo settore per immetterle nel secondo (cfr. ciò che è accaduto all'impresa Losinger del Gruppo Bouygues per la

progettazione costruttiva de The Learning Center dell'EPFL a Losanna, ideato dallo studio SANAA).

Si potrebbe, quindi, affermare che le attività di optioneering praticate da Arup, cioè di proposizione nelle fasi iniziali della progettazione di uno spettro di ipotesi da cui trarre le soluzioni da sviluppare successivamente, alla stessa stregua di altri approcci autenticamente sperimentali, spiegano che, più di tanti assunti sulla necessità della progettazione integrata, conta soprattutto la flessibilità mentale.

Anche le esperienze maturate da Front per alcuni progetti di architettura spiegano che cosa significhi essere un collettivo transdisciplinare di individui esperti in architettura, ingegneria strutturale e impiantistica.

In altre parole, il fatto di non adottare un criterio di selezione da catalogo comporta nel settore delle facciate continue l'apertura a eventualità inusitate eppure praticabili.

Non si tratta semplicemente di introdurre in maniera deterministica nuovi attori nel processo edilizio, quanto di seguire categorie concettuali affatto differenti.

Il che, però, non significa certo non ricorrere a economie di scopo, nel senso che si tenderà sempre a rivisitare le esperienze pregresse (a non smarrirle) senza, per questo, riproporle senza adattamenti.

### ***Il processo progettuale***

Il "mestiere" del costruttore delle opere di architettura oggi è sempre più un processo di progettazione e di produzione industriale prefabbricata e preassemblata in stabilimento, quindi completamente diverso dall'attività di un costruttore edile.

Da un lato, essa è molto simile ai processi di produzione di beni seriali per quanto riguarda la definizione esatta delle dimensioni e delle caratteristiche tecniche dei componenti, le tolleranze di lavorazione, le tecniche di processo; tutto deve essere previsto e riportato nel progetto esecutivo.

Spesso si prevede lo sviluppo di un prototipo, se ne verifica con i progettisti la validità architettonica, lo si testa in laboratorio per il confronto delle prestazioni previste con quelle reali. Si studia la messa a punto del sistema di produzione con le macchine esistenti o si prevedono procedimenti di lavorazione specifici; alla fine si eseguono il controllo della qualità a campione sul prodotto, l'imballo e la spedizione in cantiere.

Questo è il nostro prodotto industriale sempre diverso per ogni progetto, articolato e personalizzato all'interno dello stesso progetto. Un processo seriale e artigianale nello stesso tempo, che però non contempla, pur nell'inventiva delle soluzioni, improvvisazione e pressapochismo.

Da questa fase di processo industriale in stabilimento il progetto si differenzia totalmente dai normali prodotti industriali come telefoni cellulari o automobili, perchè i nostri elementi-prodotto non sono venduti tali e quali, ma devono essere trasportati e assemblati in un cantiere, spesso in condizioni difficili per via delle dimensioni e dei pesi, del clima o della logistica di cantiere. Anche tutto questo va previsto, calcolato già in fase di progettazione dettagliata, con valutazioni frutto della migliore esperienza.

Ecco, quindi, come la progettazione esecutiva di un'architettura complessa sia un compito specifico oramai universalmente riservato al costruttore che deve dedicare a questa fase sempre più tempo, in stretto contatto e confronto con la committenza, il Design Team e la produzione aziendale, per le opportune verifiche e accettazione delle previsioni progettuali.

Il ruolo del costruttore dei sistemi cosiddetti a secco, è completamente diverso da quello delle imprese tradizionali e, pertanto, si ritiene che nello sviluppo della progettazione di edifici con strutture in acciaio e involucro in elementi prefabbricati leggeri, trasparenti, dotati di capacità di movimentazione o carichi di funzioni variabili, con tolleranze di montaggio e possibilità di adattamento estremamente ridotte, debba svilupparsi una maggiore collaborazione tra progettisti e esecutori. Negli appalti comunitari, infatti, la progettazione dettagliata viene demandata all'esecutore dell'opera entro i limiti architettonici, economici e temporali previsti dalla progettazione generale.

Non pensiamo con questa affermazione di ridurre il ruolo del progettista o dell'analista calcolatore, ma come avviene nel processo industriale, evidenziare la necessità di una maggior integrazione tra i soggetti che partecipano alla costruzione dell'opera ognuno con le proprie valenze, capacità e competenze, da esprimersi e confrontarsi in vari momenti del processo.

Si pensi a un'automobile Ferrari progettata da Pininfarina: chi si permetterebbe di dubitare che il successo di quel prodotto non sia dovuto all'intuizione creativa del progettista o alla verifica degli ingegneri calcolatori delle parti meccaniche, anche se in tutto ciò ci si confronta con la realtà produttiva dello stabilimento?

Il progettista può sicuramente creare forme e prevedere contenuti, poi, però, il prodotto nasce seguendo il processo di produzione di questa o di quest'altra azienda industriale ed è in questa capacità di collaborazione che si misura il successo del prodotto finale.

Allora, nelle opere di architettura complessa, che contemplano strutture in acciaio leggere, prima o poi si deve scegliere un costruttore industriale con cui cooperare: anzi sarebbe meglio farlo prima.

E', infatti, sul prima che si gioca il tutto, dato che il ruolo del costruttore diventa strategico per la conferma o meno delle previsioni del progettista.

E' necessario, però, con il contributo di tutti i soggetti interessati, modificare la mentalità, fare cultura affinché sia nell'impianto normativo delle gare pubbliche sia nella realtà degli appalti privati, emergano le capacità professionali dei progettisti e si premiano le realtà produttive in grado di dare una risposta altamente qualificata e certificata.

Le medie matematiche di selezione, gli aggiustamenti in fase d'opera, gli slittamenti dei tempi, i ricatti dei disperati devono diventare un ricordo, lasciando spazio alla collaborazione progettuale, alla giusta remunerazione della professionalità, al giusto e severo controllo del prodotto finale. E' una necessaria presa di conoscenza, da parte dei progettisti, del ruolo del costruttore specializzato che affronta la complessità della realizzazione di un progetto di un'opera in acciaio e involucro leggero e, quindi, delle diverse modalità di progettazione di un'opera architettonica.

### **La curiosità progettuale**

La curiosità che è presente negli studi scientifici di Leonardo da Vinci, in particolare quelli anatomici, dove spesso egli amava sezionare i corpi umani per mettere in mostra quello che solitamente non si vedeva dall'esterno è in egual modo per il costruttore il modo di porsi critico di fronte al progetto. Una griglia di linee ortogonali posta sulle immagini di uomini e di animali ritratti da Leonardo esprime proprio questo desiderio di voler carpire i segreti nascosti dietro quelle sembianze con un approccio rigoroso e sistematico, in una sola parola "scientifico".

Quella curiosità e quella fiducia che costituiscono gli ingredienti principali di qualunque conquista scientifica e di qualunque attività mentale e materiale del genere umano.

Sulla base di quanto detto è, pertanto, indubbia la difficoltà concettuale con cui i progettisti, architetti e ingegneri, si accingono allo studio di strutture che presentano le caratteristiche menzionate; è altrettanto complicato il lavoro svolto per raggiungere risultati di quelli che ultimamente stanno caratterizzando l'attuale produzione architettonica.

Due sono i criteri di base che consentono il successo nell'ambito di realizzazioni di questo tipo: la chiarezza formale e concettuale dell'oggetto architettonico e la sinergia delle competenze professionali attuata in contemporaneità allo sviluppo del progetto e non sequenzialmente come di solito avviene per le altre applicazioni progettuali.

La capacità di prevedere, oltre a quella di inventare forme e soluzioni nuove, è sicuramente il compito principale che spetta ai progettisti. La loro sensibilità e la loro cultura professionale consentono di fare ciò; anche se oggi esistono mezzi informatici che agevolano il loro lavoro, resta comunque basilare l'uso di una matita e di un foglio bianco di carta su cui annotare le intuizioni della mente.



Si comprende, quindi, che la stessa complessità sia dell'approccio progettuale sia della realizzazione di strutture di questo tipo richiede una serie di conoscenze e di competenze che generalmente appartengono a diversi professionisti.

Viene ora stravolto il classico criterio con cui solitamente si sviluppa il progetto.

Ogni progetto architettonico è innanzitutto il risultato di un dispiegamento di forze congiunte.

All'interno del processo di concezione e di realizzazione di un edificio il progettista detiene un ruolo chiave. Egli è il capo dell'équipe del progetto; è lui che definisce il concetto e le priorità, che inquadra e pone l'accento sugli obiettivi estetici e sulle proposte accettabili.

Il progettista assume sempre di più la funzione di coordinatore di un Team di professionisti che durante la fase progettuale collabora interagendo in maniera reciproca e apportando il proprio contributo alla progettazione.

Renzo Piano afferma che "si fa un gran parlare di teamwork, quando spesso non è altro che un passaggio a cascata: uno fa una cosa, la passa a un altro che fa un'altra cosa con minori gradi di libertà, poi lui la passa a un altro ancora con sempre minor gradi di libertà. Non è questo che intendo. Il lavoro di équipe è quando lanci un'idea, ti ritorna, diventa un ping-pong; lo si gioca in quattro, in sei, in otto, ad una tale velocità che le paline si incrociano. Tutto si confonde. Quando alla fine l'oggetto è concepito, non riesci più a capire chi ci ha messo che cosa".

All'interno del Team occorrono persone dotate di grande sensibilità strutturale e di grande maestria progettuale e soggetti che abbiano capacità di trasformare le idee in realtà con forte senso pratico e meticolosità: i costruttori professionisti dell'involucro.

Infine, lo spirito del Teamworking dovrà essere tale da soddisfare i requisiti fondamentali di ogni opera architettonica, e che Nervi ancora una volta sintetizza in pochi ma esaurienti concetti: "l'opera architettonica non è tale se non quando è diventata realtà vivente di materiali ed organismo atto a soddisfare gli scopi funzionali ed economici per cui è sorta. (...) L'opera architettonica dovrà, quindi, corrispondere a molteplici vincoli e requisiti che si possono riassumere nelle tre grandi categorie della statica, della funzionalità e della economia. Il soddisfare questi vincoli, l'armonizzarli con l'idea estetica fondamentale, o per meglio dire, il farli diventare termini di linguaggio e mezzi espressivi di essa, costituisce la vera essenza del problema architettonico e una delle principali cause della incomparabile elevatezza e difficoltà dell'architettura".

Di recente alle tre categorie annunciate da Nervi se ne affianca una quarta che conferisce grande dignità all'opera architettonica e che trova ampi spazi nelle normative tecniche; la durabilità.

### **L'idea di trasparenza**

Le superfici di facciata degli edifici sempre più sono concepite e realizzate nella loro complessità, dal momento che nella loro funzione di pelli protettive dell'edificio, non solo definiscono i volumi interni, ma anche l'attiguo spazio esterno e sono il biglietto da visita dell'edificio.

Non dimentichiamo, tuttavia, che gli involucri non solo devono essere "intelligenti" ovvero mirare a ottenere significative riduzioni di consumo energetico dell'edificio e migliorare il comfort degli utenti, ma anche seguire una poetica architettonica da non dimenticare mai, perché si parla di macchine da abitare per il corpo e per lo spirito.

E', quindi, necessario che le tecnologie adottate per la "pelle" dell'edificio conformino, più o meno consapevolmente, il carattere della costruzione su di un piano specificatamente linguistico.

I progressi della tecnologia di produzione delle lastre di vetro, con un conseguente miglioramento sia della planarità delle superfici sia delle caratteristiche fisiche e di omogeneità del materiale di base, hanno consentito di realizzare lastre sempre più grandi e trasparenti. Dimensioni e trasparenza hanno determinato lo sviluppo di questo materiale decretandone il successo per le innumerevoli realizzazioni di involucri edilizi.

Successivamente, da semplice elemento di chiusura che consente il passaggio della luce dall'esterno verso l'interno degli ambienti abitati (trasparenza unilaterale), si è concepita l'importanza architettonica del suo impiego anche e soprattutto per la possibilità offerta di vedere verso l'esterno rimanendo all'interno dell'edificio.

Questa trasparenza bilaterale, come definita da alcuni autori, ha fortemente condizionato lo sviluppo architettonico che considera ora anche la stessa distribuzione degli spazi interni degli edifici proprio in funzione di questa particolarità del vetro.

### **Riferimenti bibliografici**

Campioli Andrea (2005), *Idea, Progetto, Cantiere in Pignataro Maria*(a cura di), *Innovazione di prodotto e architetture di forma complessa*, Clup, Milano

Grandi Alessandro, Sombbrero Maurizio (2005), *Innovazione tecnologica e gestione d'impresa. La gestione dell'innovazione*, Il Mulino, Bologna

Utterbach James (2005), *Padroneggiare le dinamiche dell'innovazione industriale*, Franco Angeli, Milano

**Terzo Congresso Internazionale Ar.Tec.  
L'INVOLUCRO EDILIZIO: UNA PROGETTAZIONE "COMPLESSA"**

***Third International Ar.Tec. Conference  
"THE BUILDING ENVELOPE: A complex design"***

**Università Politecnica delle Marche, 21-23 novembre 2007**

**CONTRIBUTI  
FULL PAPERS**

***SESSIONE I - TECNOLOGIE***

Cascone Santi Maria, Trifarò Carla Assunta  
L'INVOLUCRO ARCHITETTONICO DELLE FABBRICHE RELIGIOSE NELLA SICILIA  
ORIENTALE:  
UN REPERTORIO "COMPLESSO" DI MODELLI E SOLUZIONI TECNICO-COSTRUTTIVE

Colajanni Simona  
UN SISTEMA TRASLUCIDO PER IL CONTROLLO DELLA TRASPARENZA

Cossu Gian Piero  
COMPOSITI STRUTTURALI PER L'INVOLUCRO:  
SPERIMENTAZIONI A CONFRONTO

Cottone A., Basiricò T., Bertorotta S.  
LE FACCIATE DELL' "ARCHITETTURA MODERNA" A PALERMO

Di Naso Vincenzo  
TECNOLOGIA DELLA TRASPARENZA:  
PROGETTO E TECNICA DELLE VETRATE APPESE

Dogana Diego, D'orazio Marco  
I SISTEMI VÊTURE PER IL RETROFITTING ENERGETICO  
COMPORTAMENTO TERMICO E TENUTA ALL'ACQUA

D'Orazio Marco, Cerolini Simona  
"MOISTURE BUFFERING"  
UNA NUOVA STRATEGIA PER LA PERMEABILITÀ DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Fatta Giovanni, Campisi Tiziana, Vinci Calogero  
GLI ELEMENTI DI FACCIATA NELL'ARCHITETTURA AULICA PALERMITANA:  
MODELLI E CRITICITÀ

Fiandaca Ornella  
IL VETRO NEI SISTEMI DI FACCIATA  
DA ELEMENTO DI CHIUSURA A FILTRO POLIFUNZIONALE



Bazzocchi Frida, Bertagni Stefano  
FORME ARCHITETTONICHE COMPLESSE PER L'INVOLUCRO EDILIZIO:  
RAPPORTI FRA PROGETTO E COSTRUZIONE

Ciribini Angelo, Giovine Francesco  
L'ORGANIZZAZIONE DEL PROGETTO DELL'INVOLUCRO

Colajanni Benedetto, Pellitteri Giuseppe, Concialdi Salvatore  
INVOLUCRO, CROCEVIA DI SEGNI, MODE E TECNOLOGIA

Concialdi Salvatore  
ARCHITETTURA DIGITALE = NUOVA ARCHITETTURA?

Croatto Giorgio, Santi Giovanni  
RIQUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA TRA CONTENUTI E CONTENITORI

Di Giovanni Gianni  
GLI INVOLUCRI DEI PALAZZI DEL XVIII SECOLO A L'AQUILA

Di Naso Vincenzo, Colonna Emiliano  
IL RAPPORTO FRA INVOLUCRO EDILIZIO E STRUTTURA: INTEGRAZIONE Vs.  
NEGAZIONE

Dringoli Massimo, Fiamma Paolo  
IMMERSIVE AND MIXED REALITY:  
NUOVE TECNOLOGIE PER IL PROGETTO ARCHITETTONICO DELL'INVOLUCRO  
DELL'EDIFICIO

Fecondo Pierluigi  
GOVERNARE LA COMPLESSITA':  
SIMULAZIONE INFORMATICA NEL PROGETTO BIOCLIMATICO DELL'INVOLUCRO  
EDILIZIO

Fukao Seiichi, Kadowaki Kozo, Nishikawa Kenichi  
INVESTIGATION RESEARCH ON RENOVATION OF THE EXTERIOR WALLS  
IN GINZA AREA OF TOKYO

Iori Tullia  
GLI INVOLUCRI DEGLI INGEGNERI

Nuti Franco, Bertagni Stefano  
LE AEROSTAZIONI PASSEGGERI: ARCHITETTURA E TECNOLOGIA DELL'INVOLUCRO

Nuti Franco, Colonna Emiliano  
LA COPERTURA DELLA "BASILICA" DEL NUOVO PALAZZO DI GIUSTIZIA DI FIRENZE

Okba Ehab Mahmoud  
HIGH PERFORMANCE COMMERCIAL BUILDING DESIGN  
AS AN APPROACH TO GREEN ARCHITECTURE

Paoletti Ingrid  
COSTRUIRE LE FORME COMPLESSE:  
INNOVAZIONE, INDUSTRIALIZZAZIONE E TRASFERIMENTO PER L'INVOLUCRO  
ARCHITETTONICO