

## IL PROGETTO RACCONTATO DAGLI INGEGNERI

**Modulo:** Quali i vantaggi del BIM durante la fase di progettazione strutturale?

**Fabio Camorani, Politecnica:**

Per quanto riguarda One Airport-Square, l'impiego del software Teklastructures ha consentito una diretta interoperabilità di tipo bidirezionale con i programmi agli elementi finiti (quali SAP 2000), potendo così disporre della massima flessibilità unita alla massima potenza di analisi.

Nello studio di disposizioni differenti e/o di modifiche nel corso dello sviluppo progettuale è stato possibile aggiornare in modo pressoché automatizzato e sempre bidirezionale il contenuto del modello analitico con quello grafico, mantenendoli coerenti fino alla stesura definitiva.

La struttura dell'edificio è interamente realizzata in c.a. in opera ed è costituita da:

- pilastri perimetrali diagonali con inclinazioni diverse che formano una sorta di "cesto" portante auto equilibrato
- pilastri interni verticali a sezione

circolare, la maglia dei pilastri è irregolare, le luci variano approssimativamente tra 8,0 m e 12,0 m;

- nuclei di controvento costituiti dalle pareti dei corpi scala ed ascensore;

- solette di piano ad intradosso piano a funzionamento bidirezionale, con alleggerimenti tipo U-boot, spessore pari a 36,0 cm.

La porzione di edificio in elevazione, di nove piani, è appoggiata su isolatori sismici posizionati sotto il piano terra, in corrispondenza delle strutture verticali; il *basement* è costituito da due piani interrati.

Le strutture del *basement* sono state realizzate con calcestruzzo di classe di resistenza C25/30, classe di esposizione XC2 secondo le norme europee Eurocodes; le strutture in elevazione sono invece state realizzate con calcestruzzo di classe di resistenza C32/40 e classe di esposizione XS1, considerata la vicinanza con il mare.

L'inclinazione dei pilastri diagonali esterni è stata studiata in modo da equilibrare ad ogni piano le forze orizzontali generate dal non allineamento degli assi dei pilastri stessi; all'interno di ogni solaio si creano pertanto puntoni e tiranti, realizzati con armature di grosso

diametro e testate di ancoraggio.

Dal punto di vista tecnologico, la struttura è stata realizzata con un procedimento di "industrializzazione in opera": ad esempio il cassero dei pilastri diagonali è di tipo metallico modulare, esso è stato studiato per essere reimpiegato.

Poiché le colonne diagonali presentano angoli e lunghezze molto diverse le cassetture sono state progettate suddividendo ogni pilastro in tre parti:

- la parte centrale è realizzata con conci di lunghezza standard, costituiti da doghe metalliche affiancate, essa è pertanto modulare in entrambe le direzioni;

- ciascuna delle due parti terminali, denominate "scarpe", è realizzata con due lamiere sagomate su misura e collegate tramite bullonatura. Tali porzioni del cassero sono state realizzate in officina con macchine a controllo numerico su disegno costruttivo di Politecnica, secondo una tecnica propria delle strutture in acciaio, ciò anche al fine di ottenere la precisione necessaria.

Ulteriori vantaggi sono poi dati dalla determinazione automatica delle quantità dei vari materiali suddivisi per caratteristiche mec-



### LA "SEMPLICE" GESTIONE DELLA COMPLESSITA'

Fabio Camorani a sinistra e Luciano Gasparini, entrambi ingegneri e progettisti opere strutturali e Supervisione Lavori Generale

Politecnica lavora sulla multidisciplinarietà, intesa come capacità di approfondimento disciplinare specialistico nell'ambito di una visione unitaria del progetto. In tale ambito risulta di fondamentale importanza sviluppare la progettazione e la direzione dei lavori nell'ambito del BIM che sta trasformando non solo le modalità di rappresentazione e la metodologia di lavoro, ma soprattutto l'approccio al processo progettuale nella sua complessità, avvicinandolo più che mai ai reali processi di costruzione.

caniche e/o geometriche, sempre aggiornati in base alle modifiche che vengono di volta in volta effettuate, oltre alla possibilità di disporre nelle elaborazioni esecutive dello studio tridimensionale. Questo permette un controllo di dettaglio sulle interferenze e compatibilità dei ferri di armatura o della effettiva configurazione di nodi complessi della cassetta realizzati in carpenteria metallica (quali ad esempio le "scarpe" terminali costituenti la cassetta dei pilastri diagonali). Tra i vari aspetti legati all'utilizzo del BIM, vista l'ubicazione del fabbricato, deve essere senz'altro sottolineata la possibilità di comunicare ad una mano d'opera professionalmente poco preparata le modalità realizzative dell'edificio ed in particolare dell'ossatura strutturale. La rappresentazione tridimensionale della geometria e delle complesse armature dei nodi tra pilastri diagonali e solai, nonché la possibilità di modificare a piacimento il punto di vista, hanno consentito il corretto posizionamento dei casseri e soprattutto delle armature. Lo strumento BIM ha inoltre fornito un importante supporto per quanto riguarda il controllo dei costi, mediante la stima delle quantità in automatico, e degli aspetti dimensionali (verifica in automatico di superfici e volumetrie).

Un notevole vantaggio consiste infatti nel controllare quantità e prestazioni degli edifici sin dalle prime fasi, evitando di verificarle alla fine del processo.

**Modulo:** Quali le prestazioni del bim nella gestione della complessità geometrica delle informazioni  
**Luciano Gasparini, Politecnica:** Molteplici sono le espressioni della complessità, certamente è da comprendervi quelle attività dell'uomo che richiedono sintesi tra obiettivi

ed esigenze spesso contrastanti e di carattere profondamente differente, proprio come avviene nell'atto del costruire.

In questa prospettiva OAS permette di cogliere alcuni aspetti della complessità, uno dei quali risiede senz'altro nel programma architettonico che richiede, direttamente e senza intermediazioni, una configurazione spaziale degli elementi strutturali quale immagine stessa dell'opera Architettonica.

Per contro nell'ambito ristretto delle tecnologie disponibili, solo il ricorso alle proprietà intrinseche offerte dal conglomerato cementizio armato ne ha permessa la realizzazione nei termini richiesti. Qui il calcestruzzo torna a essere un protagonista indiscusso per l'uso delle sue proprietà costitutive, più che nell'aspetto tecnologico della sua messa in opera. Ci si riferisce alla plasmabilità formale, alla capacità di offrire resistenza a regimi non unilaterali degli sforzi con direzioni continuamente variabili nello spazio, infine ma non ultima, quella di mostrare i "segni" stessi degli elementi necessari a restituire la forma della propria realizzazione.

D'altro canto, non ricorrendo ai "canoni" più comuni dell'industrializzazione edilizia ed alla banale ripetitività, le parti strutturali in continua variazione richiedono un approccio al limite dell'artigianalità, nel senso di una sostanziale e sistematica irripetibilità, di cura alle innumerevoli singolarità, di studio delle compenetrazioni geometriche punto per punto, di adattamento del singolo ferro, dell'orientamento spaziale della singola cassaforma per ogni singolo nodo e ogni singola asta. La struttura nel proprio dispiegamento ne è la manifestazione e quegli aspetti, a una più attenta osservazione, possono essere colti. La struttura di

aste diagonali esterne che avvolge tutto il corpo del manufatto, non giace in una superficie continua e sviluppabile, ma presenta singolarità proprio nei punti nodali. Le forze che genera nello spazio tridimensionale, necessarie al suo equilibrio, vengono raccolte dagli stessi orizzontamenti di piano per mezzo di una "reticolare interna" e veicolate sui nuclei ascensori, così che anch'essi svolgono un ruolo di riequilibrio ad ogni livello. Forse la comprensione di questi fatti, rende ancora maggiore l'espressività di alcuni nodi e porzioni dell'edificio che è possibile ammirare da più parti. E' indubbio che la digitalizzazione delle informazioni e la loro modellazione, assumano un ruolo sempre più importante nell'ambito della pratica progettuale e costruttiva, ampliando le possibilità di un più diretto confronto tra i diversi saperi che intervengono nel processo, ma è altrettanto essenziale che l'adozione dell'approccio BIM sia esteso a tutta la "filiera".

Altrimenti si disperde uno dei valori essenziali che consiste proprio nel trasferimento di un flusso informativo condiviso dai diversi operatori del settore. Inoltre, più grande e complessa è la gestione di esigenze contrastanti e l'indispensabile ricerca di sintesi avanzate, che l'utilizzo di tale approccio diviene significativo.

Questa esperienza progettuale ci mostra altresì che è importante distinguere le tecniche informative, che attraverso i suoi strumenti veicola le idee, dal valore delle idee stesse e le basi culturali che le producono. In questo senso OAS propone in modo piuttosto diretto alcuni aspetti della complessità del rapporto, a volte armonico e a volte idiosincratico, tra la Scienza dell'Ingegneria, la Tecnica Costruttiva e l'Architettura.