

**Case ed edifici di legno. Costruire strutture a grande scala
Atti del convegno – Verona, venerdì 20 novembre 2009**

Arch. Tom Kaden. Grandi altezze: edificio residenziale di sette piani a Berlino

Costruire con il legno in città

Nel caso del progetto e3 sul sito berlinese Esmarchstraße 3 si tratta della prima costruzione in legno a 7 piani nel centro di una grande città europea.

In questo momento cooperative di costruzioni delle cosiddette “associazioni costruttive indipendenti” acquistano sempre più importanza sia nei quartieri orientali del centro di Berlino sia in altre città e Regioni. Lo scopo è duplice: da una parte la massimizzazione dell’utile che si basa su speculazioni fondiari e immobiliari attraverso società costruttori edili in distretti particolarmente ambiti e dall’altra parte una quota massima ammessa d’individualità architettonica, collegata ad un adattamento ottimale del rapporto qualità prezzo ed alle necessità individuali.

Nell’ambito della pianificazione, progettazione e realizzazione comune le necessità dell’abitare in comune vengono rafforzate in ambito urbano dal “cittadino critico” e l’alloggio viene ampliato sulla base dei principi dell’ottimizzazione energetica e dell’edificazione sostenibile.

Progettazione urbana a Berlino

La nostra idea di edificazione urbana è partita dal desiderio di non chiudere semplicemente il vuoto costruttivo del “Bötzowviertel” – “Quartiere Bötzwow” sul Prenzlauer Berg, dove vi sono moltissimi edifici in pietra risalenti all’epoca della fondazione, dal muro tagliafuoco sinistro a quello destro, mediante una facciata verso la strada ed il cortile.

Al contrario basandoci sull’imperativo storico della programmazione urbana di Berlino volevamo contrapporlo alla ricostruzione critica con una proposta aperta. Quest’ultima infatti, aveva sempre le stesse altezze di gronda e le costruzioni a blocco con la facciata in pietra dotate di molte porte e finestre erano regolari.

Il progetto non è solamente particolare dal punto di vista della progettazione urbana e dell’architettura ma unico anche dal punto di vista della tecnica costruttiva: un edificio a 7 piani con un’altezza di 22metri fino all’ultimo pavimento mai era stato costruito prima d’ora in legno.

L’attuale regolamento edilizio di Berlino prevede il permesso di costruzione unicamente per edifici di legno con un massimo di cinque piani.

Per questo motivo fin dall’inizio della progettazione e dopo le prime riflessioni urbane e costruttive per questo manufatto è stato elaborato un concetto di protezione antincendio.

Unicamente sulla base di questo studio di fattibilità, di una progettazione preliminare e di un continuo confronto sia durante il processo di progettazione sia durante il processo approvativo con l’ufficio amministrativo del distretto di Pankow Berlino, con l’amministrazione per lo sviluppo urbano, con i vigili del fuoco di Berlino e con l’ingegnere incaricato per il progetto strutturale, fu possibile realizzare il progetto.

Va sottolineato, che in particolare il dialogo con l’ufficio tecnico del distretto non è sempre stato privo di conflitti e che la realizzazione del progetto è stata possibile grazie all’intervento di un ulteriore ingegnere incaricato per le misure antincendio ed alla valutazione positiva del rischio d’incendio da parte dei vigili del fuoco di Berlino.

I classici preconetti sulle costruzioni di legno in città sono presenti anche nelle amministrazioni berlinesi e possono essere relativizzati solo mediante progetti innovativi, che incontrino il favore del pubblico e mediante ulteriori misure qualificative.

Questo a nostro avviso è compito delle amministrazioni cittadine insieme agli ordini degli ingegneri e degli architetti.

I tre elementi cardine del piano antincendio della Esmarchstraße 3 sono:

- le vie di fuga estremamente corte e completamente prive di fumo
- l'aumento significativo della resistenza al fuoco delle parti portanti in legno e degli elementi di irrigidimento tramite un rivestimento antincendio (impacchettamento), privo di cavità fori, fatto di lastre in fibrocemento e di un impianto di rivelatori di fumo.

Regolamento edilizio berlinese e approvazione di eccezioni

L'idea è nata dal fatto che l'ordinamento edilizio berlinese è stato aggiornato già nel febbraio 2006 e che gli uffici preposti alle approvazioni tecniche dovevano aprirsi a progetti multipiano in legno.

Sulla base dell'ordinamento edilizio del 2002 è permessa la costruzione di edifici in legno fino alla classificazione edile 4.

L'ultimo piano di questi edifici, misurato al bordo superiore del pavimento finito, non deve superare i 13 m.

Con i suoi 22m la costruzione in legno della Esmarchstraße 3 supera di molto questa altezza entrando in questo modo a far parte della classificazione edile 5, nella quale le pareti ed i soffitti portanti devono avere una resistenza al fuoco pari a F90-AB. Tutti i componenti di rilievo devono essere costituiti da materiali edili non infiammabili (classe A) ed in questo modo di fatto il legno verrebbe escluso.

Per questo singolo caso, ai fini della realizzazione, si è ottenuta un'approvazione in deroga ai sensi del §21 del Regolamento Edilizio Berlinese.

Il presupposto per questa singola approvazione in deroga è stata una perizia da parte della Società Ricerca dei Materiali per l'Edilizia di Lipsia (MFPA) che ha valutato il comportamento al fuoco delle pareti portanti esterne in legno massiccio e dei solai di collegamento in legno e cemento, fornendo come risultato che i criteri di non ottemperanza non vengono infranti ai sensi della DIN 4102-2 e della DIN EN 14135 nell'ottica della classe di resistenza al fuoco F90-BA e K60 cosicché la sicurezza della costruzione risulta adeguata.

L'edificazione libera, con il vano scale aperto ed i ponti di cemento armato a sbalzo lunghi 3 m, erano inoltre fattori importanti nella strategia del piano antincendio.

Per questo motivo, ogni unità abitativa dispone di un accesso separato e di vie di fuga dirette e brevi ovvero di lunghezza massima pari a 20 m così da poter accedere in caso di incendio al vano scale aperto e privo di fumo. Inoltre, diversi rivelatori di fumo in ogni unità abitativa fanno sì che un eventuale incendio sia immediatamente individuato. Come ulteriore misura compensativa è stata realizzata una condotta secca su una lastra in cemento sul corpo scale.

Dal punto di vista architettonico, grazie al vano scale separato, si è potuto interrompere la facciata lineare e severa del fronte strada, la luce entra copiosa su questo lato e si apre la visuale in direzione di questo cortile berlinese. I ponti di passaggio ai singoli livelli abitativi realizzano un profondo taglio nella continuità del fronte delle abitazioni della Esmacherstraße, dotando questo cubo abitativo - accanto alla strada e nella parte verso il cortile interno - di una terza facciata.

Il rivestimento evita l'incendio

A parte gli elementi prefabbricati di pareti antincendio verso le costruzioni vicine su entrambi i lati, come i due canali di calcestruzzo gettato in opera per il passaggio degli impianti dell'edificio, la costruzione è fatta interamente in legno. I telai di travi e pilastri portanti in legno lamellare dalle dimensioni 320X360 vengono tamponati con pareti esterne in legno massiccio a strati incrociati di spessore 160mm, al fine di escludere in questo modo incendi nelle cavità altrimenti difficilmente domabili.

Inoltre, tutti gli elementi portanti sono stati rivestiti completamente per proteggerli da un eventuale incendio. Questo rivestimento è costituito da lastre in fibrocemento di spessore 18mm con la sigillatura delle fughe e finitura della parte esterna direttamente con tinteggiatura.

Sulla parete esterna della costruzione è stato previsto un rivestimento esterno monostrato dello spessore di 12,5mm con lastre in fibrocemento ed un isolamento termico di lana di roccia a lamelle dello spessore di 100mm, una massa volumetrica pari a 70kg/m³ ed un punto di fusione di >1000 °C.

Questa lastra di isolamento ottimizza assieme alle caratteristiche legate alle disposizioni antincendio, sia le temperature invernali che quelle estive.

Il rivestimento interno ed esterno della struttura portante soddisfa tutti i criteri della classificazione K60 ovvero in caso di incendio impedisce per almeno 90 minuti l'incendio della costruzione in legno.

Costruzione del solaio senza travi e pareti portanti

Ogni piano della torre residenziale di dimensioni 13x14 m corrisponde ad un'unità abitativa. Solamente al secondo piano vi sono due unità abitative con due ingressi separati.

I singoli piani sono separati orizzontalmente, gli uni dagli altri, da una costruzione collaborante di legno-cemento con una luce di 6,50m e da una trave principale a spessore nell'asse mediano della costruzione; la cui parte inferiore dei solai è costituita da tavole in legno massiccio di abete rosso.

Al di sopra vi è una soletta in cemento armato di 10cm collaborante agli elementi in legno tramite un piatto di acciaio largo 20mm fissato a distanza sul legno con viti di 200mm.

Questo ha permesso di rinunciare a pareti e travi portanti interne tanto da realizzare 6 diverse varianti della pianta.

Disamine esterne delle travi collaboranti in legno e cemento

Oltre alla verifica del calcolo statico l'ingegnere strutturale ha richiesto ulteriori disamine ai sistemi del solaio. Innanzitutto è stata effettuata la cosiddetta "Prova di piegamento su 4 punti" presso l'Istituto per Materiali Edili e per le Costruzioni del Politecnico di Monaco, nonché una prova di carico all'interno della costruzione.

Nel primo caso, utilizzando due corpi di prova è stato verificato il carico massimo fino alla rottura del materiale e la rigidità flessionale. I risultati furono più che convincenti. Il 1° campione fu testato mediante 3 fasi di carico max F_{ZYL} (148,5 kN, 158,4 kN, 197,5 kN) senza rompersi fino al raggiungimento del carico massimo del cilindro.

La rigidità flessionale era pari a 6,0 kN/mm. Il 2° campione si ruppe solo con un carico max F_{ZYL} di 301,3 kN raggiungendo una rigidità flessionale di 5,38 kN/mm. La prova di carico all'interno della costruzione fu più problematica, questo perché la verifica fu fatta nella fase di allestimento degli interni: 15 barili di acqua piovana con 500 l di acqua ciascuno furono raggruppati su due livelli per un carico di 7,5 t attorno ad una trave portante di legno.

Anche in questo caso il risultato fu soddisfacente: ne' accanto alla trave portante, ne' a livello del soffitto o al piano inferiore si registrarono variazioni.

Nella parte superiore del solaio collaborante in legno e calcestruzzo troviamo un tipico pavimento con isolamento acustico, riscaldamento a pavimento e caldaia in cemento.

Non vi sarà tuttavia molto da riscaldare, viste le ottime caratteristiche termiche del legno, l'isolamento esterno e l'immagazzinamento di energia solare mediante grandi superfici vetrate che permettono di arrivare ad un fabbisogno energetico molto al di sotto di 40 kWh/m².

Per questo motivo la KfW – Azienda di Credito per la Ricostruzione – ha classificato l'immobile come “KfW 40-edificio a bassa energia” e quindi da finanziare.

Per il riscaldamento e l'acqua calda di un'abitazione di 150 m² si stimano costi massimi pari a 400€ all'anno.

Fase costruttiva

Vista la complessa morfologia del terreno l'edificio si erge su 57 pali di fondazione e su una platea di cemento armato di spessore 30 cm.

La sfida logistica principale della costruzione multipiano fu data dalla garanzia della parallelità temporale tra il cemento armato e la costruzione grezza in legno e dall'unione tra la diversa tolleranza dimensionale e la ristrettezza del cantiere.

Fu possibile chiudere al traffico solo una metà della strada e quindi non vi era superficie di deposito a disposizione, ovvero durante ogni pausa costruttiva veniva eseguito un montaggio diretto dal TIR al sito di installazione dell'elemento in questione.

Durante la fase di montaggio non vi erano mai più di 4 carpentieri in cantiere, questo perché a tempo d'oggi l'ingegneristica che si occupa delle costruzioni in legno realizza automaticamente delle tolleranze di decimi di millimetro, come del resto avviene anche nell'industria metallurgica e quindi i punti nodali di legno-metallo sviluppati di recente hanno permesso di diminuire i tempi di montaggio e i costi.

Il cronoprogramma per il completamento della costruzione grezza asciutta fu di 11 settimane, di fatto le ditte esecutrici la completarono in sole 8:

- Dal lunedì al martedì venivano montati i piloni, le costruzioni di travi, le parti in legno massiccio con la copertura esterna ed i pozzi di calcestruzzo sempre su due piani
- Il mercoledì mattina veniva eseguito il montaggio di 5 ore degli elementi lamellari per le travi di collegamento in legno-calcestruzzo che venivano trattate in superficie con una malta di cemento repellente all'acqua
- Nel pomeriggio di mercoledì fino alla sera del giovedì venivano realizzati i lavori di carpenteria in ferro per il successivo getto di calcestruzzo
- Nello stesso periodo sono state montate le installazioni grezze degli impianti e dei gruppi elettrici
- Il venerdì mattina veniva gettato il calcestruzzo in opera per i solai collaboranti in legno-calcestruzzo che il lunedì era sufficientemente asciutto tanto da poter dare avvio con lo stesso procedimento alla costruzione del piano successivo.

La prefabbricazione industriale della costruzione in legno in capannoni climatizzati garantisce sicurezza dal punto di vista qualitativo e della realizzazione nonché tempi di costruzione brevi. Dopo 9 mesi complessivi di periodo di costruzione “la cooperativa indipendente e3” poté entrare nell'edificio nella primavera del 2008.

Che dietro l'intonaco si nasconda una costruzione di legno è difficilmente immaginabile, tuttavia gli elementi costruttivi di base rimangono visibili, caratteristica che ricorda le modalità costruttive degli edifici direzionali moderni denominata scuola di Chicago del 19 sec.

Fin dall'inizio apparve chiaro che all'esterno il legno non si sarebbe visto. Era impossibile per noi immaginare una facciata in legno facilmente deteriorabile nel mezzo di una situazione urbana consolidata.

Nel caso di questo progetto abbiamo sempre visto il legno come materiale costruttivo e di isolamento con ottime caratteristiche per quanto concerne la fisica della costruzione ed un ottimo bilancio energetico.

Il legno è una risorsa rinnovabile che permette trasporti rapidi, bassa tara, poca energia ed inoltre è in grado di assorbire CO², cosicché dal punto di vista energetico una costruzione in legno ha comunque sempre una ripercussione positiva. Il consumo di energia primaria per l'intera costruzione grezza del progetto e3 è pari al 40% di una tradizionale costruzione massiccia.

Il progetto e3 si intende come prototipo per un approccio innovativo nell'ambito della pianificazione urbana, dove l'attrattiva architettonica, il massimo rispetto per l'ambiente e la sostenibilità sono di primaria importanza. Utilizzando in maniera interdisciplinare una tecnica costruttiva innovativa si vuole introdurre una nuova classificazione nell'ambito dell'edilizia urbana.

In questo modo sono due le cose che vengono dimostrate: costruzioni in legno di 22m di altezza e sette piani possono essere realizzate in Germania in maniera sicura dal punto di vista della costruzione e dal punto di vista della normativa antincendio. Nel centro delle città, tuttavia, non devono essere inserite in un contesto storico. Inoltre per essere classificate come "grattacieli" mancano solo pochi centimetri!

e3

Progetto, coordinamento, direzione dei lavori: **Kaden Klingbeil Architekten**

Struttura: **Prof. Natterer Mitarbeit T.Linse**

Collaudo statico: **Prof. Kreuzinger**

Attuazione normativa antincendio: **Dehne Kruse & Partner**

Costruzioni in legno: **Projekt Holzbau Merkle**