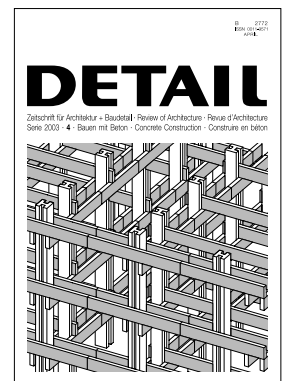


DETAIL – Rivista di architettura

2003 □ 4 · Calcestruzzo

Testo in italianoTraduzione: Architetto Rossella Letizia Mombelli
E-Mail: arch.mombelli@t-online.de

1

**Testo in italiano****Pagina 310****Frank Lloyd Wright e le Textile Block House****Edward R. Ford**

“L’universo –scrive Ralph Waldo Emerson– è rappresentato in ognuna delle sue parti. In Natura ogni cosa racchiude tutto il potere della Natura stessa. (...) Ogni forma nuova ripete non solo il carattere principale della forma originaria, bensì anche parte dopo parte tutti i dettagli (...). Ognuna di queste è una emblema della vita umana (...)”. Questo principio, base del Trascendentalismo americano, diventò anche una chiave di lettura del lavoro di Frank Lloyd Wright; nel corso della sua vita professionale, Wright applicò l’idea dell’associazione di motivi geometrici, espressione talvolta di una parte, altre dell’intero. I motivi di Wright spesso non si attengono alla scala e talvolta nascono piuttosto che evidenziare, le proprietà dei materiali; tuttavia, quest’impostazione formale descrive il carattere costruttivo naturalistico dell’architettura di Wright. Ad eccezione di pochi casi, la sua metodologia costruttiva ha origine da uno studio ornamentale. In questo senso, i motivi naturalistici delle vetrature delle Prairie House diventano richiamo alla struttura arborea nei pilastri di calcestruzzo del S.C. Johnson Building. Dal 1930, il concetto di plasticità di Wright non si esprime più attraverso la forma bensì attraverso la continuità strutturale che, insieme alla concezione ornamentale di Louis Sullivan, determinò la definizione del reticolato costruttivo degli edifici di Wright. Questo sviluppo è particolarmente evidente nel sistema “textile block”.

Nel periodo compreso tra il 1914 e il 1925, Wright contrappose all’ornamento minimalista delle Prairie House l’utilizzo di concetti parallelepipedi di calcestruzzo standardizzati, decorati e prefabbricati con l’ausilio di matrici lignee. Il grande fregio del Midway Gardens (1914) e quello del deposito Albert German (1915) è stato costruito con “textile block” realizzati in opera. Dopo il 1904, Wright utilizzò in tutti i propri edifici una maglia

costruttiva di riferimento, anche se, nel caso delle “textile block houses”, fu fissato per la prima volta un reticolo geometrico definito dai componenti dell’edificio, vale a dire dai blocchi di 16x16x3-1/2 pollici che in pianta e in proiezione verticale presentano 16 pollici quadrati e modulo costruttivo di 4 piedi-0 pollici. Verso la fine del 1920, questa maglia modulare divenne principio costruttivo ed ideologico. Nel 1927 Wright chiarì che il sistema delle “textile block house”, in qualità di modello ideale di standardizzazione, si contrapponeva ai macrosistemi modulari di Le Corbusier e di Gropius. Il sistema di Wright si basava su un materiale edilizio d’uso comune, il blocco di calcestruzzo, dalle indubbie qualità di stabilità, di precisione di finiture, di lavorabilità, di riproducibilità, di elevate prestazioni e assemblabile con la minima manodopera qualificata.

La stabilità dei blocchi fu migliorata con l’ausilio di una rete d’acciaio per calcestruzzo, mentre una maggiore standardizzazione e precisione furono raggiunte attraverso l’uso di casseforme di metallo. I blocchi finiti erano 1/8 di pollice più piccoli rispetto al modulo di 16 pollici. Si rinunciò alla fuga di malta di 3/8 di pollice in favore di una scanalatura a mezzotondo costipata a filo con malta per il mantenimento dell’armatura. Dato che le fughe non dovevano risaltare sulla superficie esterna, si richiedeva in cantiere un trattamento successivo alla posa dei blocchi da parte di manovalanze specializzate. Sia i blocchi sia le pareti di muratura dovevano essere completamente impermeabili.

L’unica ammissione di Wright riguardo l’inesattezza costruttiva era la parete doppia con intercapedine passante, che secondo Wright fungeva da isolamento. I due strati erano fondamentali anche per la precisione della costruzione. Era, infatti, difficile ottenere la stessa precisione di una parete monolitica formata da due setti autoportanti, vista la variazione dimensionale nei diversi punti della costruzione.

Le prime case prefabbricate realizzate con la tecnologia “textile block” furono la Store House (1923), seguita dalla Ennis House e dalla Freeman House (1924). Wright considerò anche la Millard House (1923) co-

me “textile block house”, anche se non presentava una struttura “textile block” matura dato che al reticolato d’acciaio del calcestruzzo nervato si era sostituita l’originaria fuga di malta di 1/2 pollice rinforzata con metallo stirato. Nell’opera teorica di Wright rimase comunque la convinzione che il sistema fosse incompleto, in quanto mancante di una valida risposta alla costruzione degli orizzontamenti. Nella Millard o nella Freeman House, ad esempio, le travi di calcestruzzo sono state rivestite di “textile block” e i solai di legno ricoperti di intonaco o di compensato. La copertura e i solai della Lloyd Jones House del 1929 sono composti di piastre nervate di calcestruzzo gettato in opera intonacate.

Tuttavia, le textile block house hanno richiamato recentemente un interesse sempre maggiore anche se non hanno raggiunto la popolarità delle Prairie House e delle Usonian House. Se nelle prime case, il volume massiccio e le circoscritte aree trasparenti costituirono una componente di grande effetto, ci si rese conto anche che tali caratteristiche andavano a scapito del comfort e della relazione visiva interno-esterno. Per molti, il sistema dei “textile block” nell’opera di Wright costituisce un regresso in termini di forma e di spazio. La critica di certo non vale nel caso della Freeman House, l’ultimo edificio della serie, la cui orditura portante è composta da blocchi con riempimento di calcestruzzo a formare un sistema coerente di travi e pilastri che si avvicina ad una struttura a scheletro. A differenza di quanto Wright presupponeva, il sistema non fu un successo a livello economico per la produzione industriale. Era, infatti, impensabile una standardizzazione, giacché il numero dei diversi tipi di elementi era troppo elevato; la normalizzazione era resa ancora più complessa dalla presenza di altrettanto diversi motivi ornamentali. Anche nella Freeman House, nella quale sono stati impiegati solo due tipologie di blocchi –uno di modanatura e uno di ornamento–, furono necessari 56 blocchi diversi. Sin dall’inizio, si delinearono chiaramente le carenze tecniche del sistema, ma nel tempo emerse anche la problematica dell’impermeabilità. Ancora oggi si ri-

cerca l'origine delle fessurazioni, delle infiltrazioni e del pessimo stato di conservazione delle case. Robert Sweeney ha sottolineato che la miscela estremamente asciutta nella produzione dei blocchi in complesse forme di metallo non era adatta per la produzione di sistemi impermeabili e che la miscela composta di una parte di cemento Portland e di quattro parti di sabbia non era di certo ottimale. Degno di nota, a tal proposito è che Wright nelle case degli anni '50 ha introdotto una miscela diversa composta di una parte di cemento e due di sabbia. L'idea di Wright era di creare una parete con superficie esterna impermeabile e un'intercapedine come isolamento. La parete doppia con isolante è naturalmente d'uso comune per soddisfare i requisiti energetici moderni; qui l'acqua penetrata nelle superfici è raccolta e drenata verso l'esterno. Nell'intercapedine della parete di Wright vi è funzione di raccolta dell'acqua ma non furono previsti sistemi di drenaggio o aperture per lo smaltimento. Inoltre, a causa di fenomeni di convezione, l'intercapedine d'aria non garantiva funzioni isolanti, almeno nella misura prevista da Wright. Un'altra evidente problematica fu l'azione dell'acqua sulla stabilità degli elementi edilizi. La fessurazione e le infiltrazioni nei blocchi di calcestruzzo ebbero come risultato l'ossidazione dell'armatura del calcestruzzo che non si prevedeva di proteggere in alcun modo, ad es. con un processo di zincatura. Quando Wright lasciò

la California, il sistema continuò ad evolversi. Nel 1931 Wright pensò di introdurre nel sistema i ferri d'armatura del calcestruzzo ricoprendoli completamente di malta e di rivestire la parete esterna di blocchi sul lato interno con una membrana impermeabile: ad esempio, le pareti dell'Arizona Biltmore Hotel (1928) sono state impermeabilizzate sul lato interno. Gli edifici del College Florida Southern (1939-1954) sono costruiti quasi esclusivamente con la tecnologia "textil block" ma sono stati per lo più intonacati anche se l'intonaco in alcuni punti imita il motivo decorativo. Nel momento in cui il sistema sembrava essere giunto ad una maturità completa, Wright tornò sui suoi passi. In concomitanza con l'incremento dei costi di manodopera verificatosi alla fine della Seconda Guerra Mondiale, Wright modificò il sistema creando l'"Usonian Automatic". I particolari tecnici sono simili a quelli del vecchio sistema, ma il principio di base è differente soprattutto per quanto riguarda la superficie. La costruzione usoniana non voleva essere un equivalente architettonico del concetto di standardizzazione o di produzione e prefabbricazione di massa, bensì un sistema che permettesse al committente di compiere autonomamente il lavoro di costruzione, mettendo in opera i blocchi di calcestruzzo con manodopera non qualificata o attrezzature pesanti.

I blocchi di calcestruzzo furono prodotti in dimensioni maggiori (1x2 piedi) ma la tol-

ranza fu ridotta a 1/16 di pollice. L'attuale normativa stabilisce che sono ammissibili tolleranze dimensionali di 1/8 di pollice; Wright nel 1948 consentì solo la metà di questo valore. L'architetto sviluppò tre tipologie di parete: il primo tipo monostrato possedeva il lato interno della parete composta di blocchi dotato di impermeabilizzazione, di strato isolante e rivestito di compensato (Adelman House, 1951); il secondo tipo monostrato era privo di qualsiasi rivestimento (Tonkens House, 1954) con calcestruzzo a vista su entrambi i lati. Purtroppo anche in questo caso gli obiettivi non furono completamente raggiunti: non fu possibile standardizzare il sistema e i costi risultarono nettamente superiori rispetto a quelli di altre tecnologie edilizie come quella in laterizio. Donald Leslie Johnson e Robert Sweeney attribuirono la paternità del sistema ad altri, come Walter Burley Griffin o William Nelson, ma a quei tempi molti erano impegnati nello sviluppo di sistemi modulari di calcestruzzo. Nel 1934 la società Cemento Portland elencò 40 sistemi modulari di calcestruzzo simili, incluso il sistema Pancrete e Underdown con i quali il sistema di Wright aveva molto in comune. Attualmente, anche se nessuno di questi sistemi è usato, il 10% delle case unifamiliari costruite negli USA sono realizzate con pareti di calcestruzzo tradizionale. Se Wright si fosse limitato ad usare la tecnologia in modo convenzionale, non si sarebbero probabilmente presentati

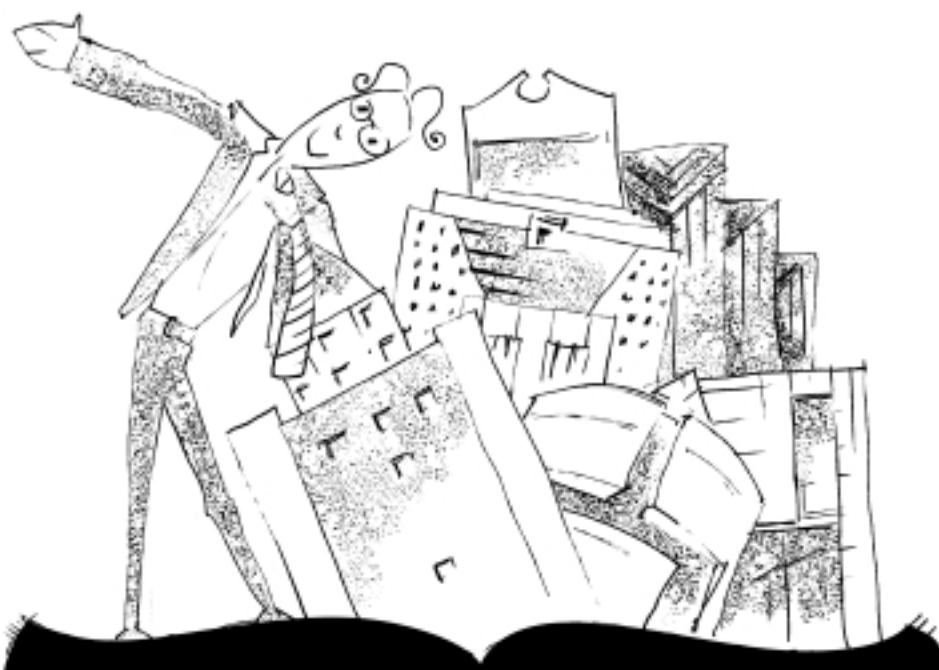
books inside architecture

[your main supporter]

www.giornc.it

IDEA
ARCHITECTURE BOOKS

via Lago Trasimeno, 23/2
36015 Schio (VI) Italy
tel. +39.0445.576574
fax +39.0445.577764
www.ideabooks.it
e-mail: info@ideabooks.it



molti dei problemi insorti. Tuttavia, le carenze del sistema non sono responsabili del mancato successo quanto la disparità tra le idee di Wright e il conformismo dell'industria edilizia americana.

Edward R. Ford, è professore presso la Scuola d'Architettura nell'Università della Virginia

Pagina 316 Calcestruzzo – nostalgia del monolite Frank Kaltenbach

Le architetture monolitiche emanano una particolare energia: volumi continui monomaterici, con pochi e quasi impercettibili dettagli, rimandano ad un'immagine di arcaica semplicità che si contrappone alla frenesia della vita odierna. Quello monolitico è un carattere presente anche nelle architetture minimaliste contemporanee che si impongono nel paesaggio come artefatti o che emergono dalla fitta maglia urbana come segnali. Il calcestruzzo è il materiale ideale: adatto ai nostri climi, versatile, facilmente formabile, idoneo a diverse tecnologie costruttive (monostrato e multistrato), consente di evitare guaine, protezioni ed elementi di connessione. L'edificio monolitico dell'Ambasciata Svizzera a Berlino costruito da Diener & Diener ha una particolare connotazione storica: la facciata di calcestruzzo ricorda i muri frangifuoco del vicino storico "Muro". Per ottenere una parete monolitica priva di fughe, l'operazione di getto delle pareti è continuata per 26 ore senza interruzione (Detail 6/2001).

Gli edifici monolitici arcaici di calcestruzzo hanno spesso una "vita interiore" molto più complicata di quanto sia leggibile esternamente: i requisiti fisico-tecnici sono soddisfatti solo separando lo strato interno da quello esterno anche termicamente; ma, le escursioni termiche possono innescare un fenomeno fessurativo. Nella costruzione del muro privo di fughe a vista alto 20 metri della Pinacoteca del Moderno di Monaco di Baviera sono state disposte in modo flessibile staffe di ancoraggio tra le due pelli adottando un guscio esterno precompresso. I giunti di lavorazione sono stati realizzati con precisione millimetrica. I sottili pilastri dell'edificio, che a prima vista sembrano realizzati con getto in opera, sono prefabbricati e non sono massicci bensì sono risultati cavi dal procedimento a centrifuga seguito per realizzarli. Per accentuare le caratteristiche dell'architettura monolitica del cls senza interferire con le sue proprietà, si può ricorrere il colore, particolarmente impiegato nell'utilizzo a pavimento. I trattamenti superficiali sono molteplici e sono dovuti in particolare al fatto che, dopo lo scassamento, in ogni elemento prefabbricato, la superficie di un lato risulta grossolana e necessita di trattamenti successivi. La smaterializzazione di lunghe pareti continue con un trattamento superficiale a specchio o la cura di fughe e di angoli o l'impiego di elementi prefabbricati

ad U che conferiscono le proprietà monolitiche eliminando il rischio che le pareti di cls possano sembrare sottili cortine, sono procedimenti attualmente in uso. Speciali trattamenti superficiali del cls consentono anche una fedele imitazione di materiali naturali. Recentemente è stata utilizzata una tecnica di gettata capace di favorire la formazione di vacui non solo tra gli inerti ma anche nelle malte, elevando la capacità isolante dell'elemento; sempre più spesso si sostituisce l'armatura con fibre polimeriche o si impermeabilizza il lato esterno della costruzione.

Pagina 324 Nuovo terminal dell'aeroporto di Roissy Charles de Gaulle, Parigi

Come mostra la planimetria generale, l'aeroporto ha subito ampliamenti a partire dal 1974; il nuovo terminal, progettato dall'architetto Gilles Goix, la cui inaugurazione è prevista per l'estate 2003, consiste in un volume di sezione semicilindrica largo 134 metri e lungo 650 scandito da tratti di 72 metri (dimensione massima dell'apertura delle ali di un aereo). 18 archi in cemento, al passo di quattro metri, ritmano lo spazio anche grazie alla luce che filtra attraverso la maglia quadrata delle bucaure della copertura. Sul lato esterno, gli archi profilati d'acciaio assorbono lateralmente le forze orizzontali del guscio di calcestruzzo spesso 30 cm. In tal modo, gli elementi di calcestruzzo nella parte alta dell'arco risultano autoportanti. Una pelle esterna di vetro isolante con lastre di 4x1 metro di dimensione ricoprono le sottostrutture aperture del guscio di cls ai lati, mentre nella parte centrale una lamiera d'acciaio è posata sopra lo scheletro; ciò consente alla luce di penetrare in modo diffuso e di evitare fenomeni d'abbagliamento dall'alto. L'utilizzo di un fluidificante ha consentito che la superficie del calcestruzzo B40 assumesse l'aspetto della superficie delle casseforme di pino.

Sezione, scala 1:200

- 1 Vetro
- 2 Profilo portante d'acciaio
- 3 Puntone d'acciaio
- 4 Lamiera d'acciaio inox
- 5 Calcestruzzo
- 6 Impianto di climatizzazione, elettrico e illuminotecnico
- 7 Corpi illuminanti

Planimetria generale senza scala

- 9 Aeroporto Roissy Charles de Gaulle 1 (1974)
- Roissy Charles de Gaulle 2
- 10 Terminal A/B (1951-62)
- 11 Terminal C/D (1989-93)
- 12 Stazione del TGV e trasporti urbani
- 13 Terminal E/F (1998-2003)
- 14 Estensione (2003)

Pagina 326 Schizzi su tovaglioli per un'immaginaria cena tra architetti

"Dio ci ha dato la carta per disegnare architettura" disse Alvar Aalto. Gli architetti schiz-

zano ovunque e con ogni mezzo sui tovaglioli, mentre mangiano o mentre bevono un buon bicchiere di vino rosso. Con poche righe trasmettono contenuti complessi. Presso la Pinacoteca del Moderno, s'inaugura il 9 aprile 2003 una mostra dedicata alle opere su tovagliolo realizzate da 60 architetti internazionali che hanno accettato l'invito a quest'inconveniente progetto. La mostra è aperta dal 10.04.03 al 18.05.03. www.architekturmuseum.de

Pagina 332 Museo in commemorazione dei deportati sovietici, Sachsenhausen

Sul terreno dell'ex-campo di concentramento di Sachsenhausen nei pressi di Berlino, dove tra il 1945 e il 1950 furono internati 60.000 prigionieri, di cui 12.000 morirono di fame e di malattia, sorge il museo in commemorazione delle vittime. Il corpo di fabbrica basso e scuro è allineato lungo il muro dell'ex campo di concentramento, tra il cimitero e le ex-baracche dei prigionieri. Il corpo monolitico, che per non disturbare le altezze del planivolumetrico, sprofonda parzialmente nel terreno, è completamente compatto ad esclusione delle due aperture agli angoli e dell'ingresso tagliato diagonalmente nel volume. Lo spazio interno di 660 mq, completamente libero da pilastri, è caratterizzato dalle travi d'acciaio disposte in fitta successione che lasciano filtrare la luce dall'alto attraverso la copertura vetrata dando la sensazione al visitatore di guardare il cielo attraverso le sbarre di una prigione. In contrasto con la pelle esterna eterea e riflettente, gli elementi di cls prefabbricati portanti interni sono grezzi e sottolineano il carattere massiccio dell'architettura. Per ottenere questa struttura superficiale irregolare del facciavista, la cassaforma è stata rivestita con un ritardante ed il giorno successivo si è proceduto alla lavatura delle superfici cementizie non completamente solidificate. All'interno, le fughe tra gli elementi prefabbricati sono ben visibili e si sintonizzano con la maglia strutturale. Sul guscio esterno a vista, al contrario, data la dimensione degli elementi (6,64x2,75 metri) la trama di fughe e giunti è ridotta e minimizzata visivamente con profili di silicone integrati; in tal modo si accentua il carattere monolitico del volume. Dopo il montaggio, la superficie è stata trattata con tre mani di impermeabilizzante a finitura lucido per ottenere un effetto a specchio.

Planimetrie generale, scala 1:7500

- 1 Museo; 2 Cimitero del campo speciale sovietico;
 - 3 Baracche; 4 Torre di sorveglianza; 5 Muro dell'ex-campo di concentramento; 6 Monumento
- Sezione, pianta, scala 1:400
- 7 Esposizione; 8 Spazio informazione; 9 Personale;
 - 10 Impianti; 11 Ingresso; 12 Sala conferenze

- 1 Elemento di cls prefabbricato 6640/2760/140 mm, superficie impermeabilizzata schiuma rigida di PS 150 mm guaina d'impermeabilizzazione PE elemento di cls prefabbricato 3600/3480/250 mm,

- superficie acidata
- 2 Vetro a protezione solare semplice di sicurezza 10 mm + intercapedine 12 mm+ vetro stratificato 20+20 mm curvato a freddo
 - 3 Profilo d'acciaio a L 120/80/8 mm
 - 4 Guaina impermeabilizzante sintetica lana minerale 80 mm
barra piatta d'acciaio 8 mm
 - 5 Profilo d'acciaio a T 200/310/9 mm
 - 6 Protezione solare tessile sistema a funi tiranti
 - 7 Profilo d'acciaio a L 140/75/8 mm
 - 8 Profilo d'acciaio a T 180/220/20 mm
 - 9 Profilo d'acciaio HEA 320 mm
 - 10 Vetro di sicurezza semplice 8 mm serigrafato nero
 - 11 Telaio imbotte di lamiera d'acciaio 8 mm
 - 12 Vetro di sicurezza semplice 8 mm
 - 13 Vetrata in telaio d'acciaio
 - 14 Lamiera d'acciaio 2 mm verniciata nera
 - 15 Lastre di cls 33 mm
c.a. 200 mm
pellicola di PE
schiuma rigida di PS 100 mm
- Sezione bb, scala 1:400
Sezione verticale e orizzontale, scala 1:20

Pagina 336 Banca a Götzis

L'edificio fa parte di un progetto che include tre volumi di recente costruzione, il cui committente (un istituto bancario) fino ad ora aveva prediletto come sede delle proprie attività edifici storici. Il corpo di fabbrica insiste su un'area pavimentata di piastrelle di calcestruzzo e delimitata da due muri di cemento armato a vista. Al piano terra, si apre ai clienti uno spazio di concezione innovativa strutturato più come area pubblica di mediazione che con i tradizionali sportelli. Nella hall, sono distribuiti innumerevoli terminali per il self-service delle operazioni bancarie senza l'ausilio del personale. Per la consulenza diretta sono stati creati spazi individuali distribuiti sui due piani superiori. Le facciate rispecchiano la distribuzione funzionale interna: vetrate al piano terra e sottili bucatore a feritoia per il piano superiore. La facciata è stata completamente rivestita con lastre di grande formato di calcestruzzo prefabbricato leggermente colorato di giallo in pasta spesse 10 cm. La struttura del rivestimento di calcestruzzo si spinge sino ad includere gli imbotti delle bucatore e riflette la sua struttura nelle dimensioni del rivestimento interno di legno delle pareti e dei soffitti.

- Sezioni, pianta piano terra e piano primo, scala 1:250
- 1 Hall d'ingresso/Guardia notturna; 2 Terminali/self-service; 3 Consulenza individuale; 4 Segreteria/riunione; 5 Giardino pensile giapponese; 6 Impianti
- Sezioni, scala 1:20
- 1 Schiuma rigida in cls gettato in opera, intonacato 50 mm
 - 2 Intradosso dell'elemento di cls davanti all'intercapedine
 - 3 Pensilina: vetro riciclato come interstrato perline 27 mm
telaio d'acciaio di profili d'acciaio a LJ 160
rivestimento di quercia
 - 4 Porta scorrevole automatica di quercia
 - 5 Materassino di fibre di cocco
 - 6 Inverdimento estensivo
 - 7 Pavimentazione:
parquet di massello di quercia 22 mm
pavimento scoperto 23 mm
pannello leggero di lana di legno 35 mm
materassino fonoassorbente 20 mm

- letto di pietrisco 35 mm
cls 250 mm
 - 8 Avvolgibile esterno di tessuto di fibre
 - 9 Davanzale di legno di quercia
 - 10 Elemento dell'intradosso di cls a vista con angolare d'acciaio fissato alla parete di cls
 - 11 Copertura sul garage interrato
lastre di cls armato 80 mm
letto di pietrisco 30 mm
strato protettivo, barriera all'acqua
isolante termico 80 mm
strato di rivestimento in pendenza 10-85 mm
solaio di cls 250 mm
- Sezione orizzontale, scala 1:20
- 1 Elemento di cls prefabbricato s=100 mm, superficie sabbata con vernice idrorepellente, con ancoraggio per pannelli di facciata fissato alla parete in opera
intercapedine 30 mm
isolante termico 120 mm
barriera al vapore
cls in opera 200 mm
rivestimento di pannelli di particelle di legno su correnti 50 mm
 - 2 Elemento intradosso di cls prefabbricato
 - 3 Finestra scorrevole di quercia con vetro stratificato float 5mm + intercapedine 18 mm protezione solare
 - 4 Davanzale della finestra di massello di quercia

Pagina 342 Edificio industriale a Monaco di Baviera-Riem, Germania

La sfida che si erano posti gli architetti nella progettazione di questo edificio era realizzare un edificio ed elevato valore di riconoscimento oltre che con una certa qualità spaziale interna con un budget minimo. Un'ampia pensilina copre la zona d'ingresso e di carico-scarico merci. Una hall d'ingresso disposta su due livelli accoglie i visitatori; una scala, che è usata anche come spazio per manifestazioni, conduce al piano superiore dove sono disposti gli uffici di una agenzia pubblicitaria. La complessità degli spazi è volutamente in contrasto con la moderata immagine dell'esterno contrassegnata da due regolari file d'aperture in facciata che ricordano la distribuzione formale di facciata di un palazzo italiano. La struttura dell'edificio è caratterizzata da elementi di c.a. prefabbricati la cui realizzazione ha permesso un contenimento dei costi di costruzione ed una certa velocità di produzione standardizzata. La realizzazione in elementi perimetrali a sandwich prefabbricati si è rivelata più efficiente rispetto ad una pelle interna realizzata di cls in opera con pannelli prefabbricati di rivestimento. Nonostante l'elevato livello di standardizzazione sono state possibili anche soluzioni puntuali grazie all'esatta progettazione degli architetti e al coinvolgimento dell'impresa di costruzione avvenuto a tempo debito. Due caratteristiche formali erano particolarmente importanti per gli architetti: i giunti delle travi, delle pareti e dei pilastri per cui è stato sviluppato uno speciale sistema d'innesto (Detail 3/2000); e le superfici della facciata che hanno una particolare finitura lucidata ottenuta mediante un'inusuale procedimento di levigazione in cui sono stati calibrati il grado d'essiccazione, il tempo di lavorazione e l'in-

tensità della lavorazione. Tale procedimento ha permesso di ottenere individualità nella superficie nonostante l'altro grado di prefabbricazione dell'edificio.

Il trattamento aggiuntivo con olio e sostanze impregnanti hanno contribuito al gioco cromatico delle superfici.

- Planimetria generale, scala 1:10000
Sezione, pianta prospetto sud, scala 1:400
- 1 Agenzia di pubblicità; 2 Superficie verde; 3 Specchio d'acqua; 4 Consegne; 5 Deposito; 6 Hall d'ingresso; 7 Uffici; 8 Vuoto
 - 1 Il trasporto in posizione inclinata su cavalletto consente una maggiore altezza dei pannelli; 2 Montaggio dei diversi formati; 3 Montaggio della copertura a shed sul lato nord. La dimensione del guscio esterno dei pannelli sandwich non riflettono quelle della pelle interna, bensì sono state realizzate individualmente in relazione alla connessione a travi, copertura e interni; 4 elementi prefabbricati come sistema ad innesto
- Sezione orizzontale, scala 1:20

- 1 Elemento sandwich, pelle esterna di c.a. 70 mm con pigmentazioni in pasta verde
isolante termico di PS 120 mm
c.a., pelle interna 150 mm
- 2 Cartongesso 12,5+12,5 mm
- 3 Giunto siliconico elastico colorato
- 4 Finestra d'alluminio con vetro isolante: vetro float 5 mm + intercapedine 32 mm con lamelle integrate mobili + vetro float 6 mm
- 5 Lamiera di rame 0,7 mm
- 6 Copertura:
strato vegetativo con terra di coltura e Sedum Ansaat 80 mm
telo filtrante
substrato di protezione e di drenaggio minerale 20 mm
foglio di separazione di PE
guaina impermeabilizzante bituminosa
isolante termico di PS a schiuma rigida 160 mm
barriera al vapore
lamiera grecata, 150/0,9 mm
cartongesso 12,5+12,5 mm
- 7 Profilo perimetrale di fibre di cemento 12/120/200 mm
- 8 Elemento prefabbricato di c.a. 400/800, 1935 mm
- 9 Pavimentazione:
parquet industriale di quercia brunita
massetto 68 mm
strato di separazione di PE
materassino fonoassorbente 25/20 mm
isolante fonoassorbente autolivellante/canale impianti 40 mm
- 10 Copertura a shed nord:
lamiera di rame 0,7 mm
cartonato bituminoso per coperture
rivestimento di perline 20 mm
correnti 80/160 mm con intercalato
isolante termico di PS a schiuma rigida 160 mm
elemento prefabbricato di c.a. 160 mm
cartongesso 12,5 mm
- 11 Rivestimento fonoassorbente 24 mm
- 12 Struttura a montanti e traversi d'alluminio
Vetro semplice di sicurezza 8 mm + intercapedine 16 mm + vetro stratificato 6+6 mm
- 13 Canale di lamiera di rame

Pagina 348 Scuola di moda a Fukuoka, Giappone

Costruire in calcestruzzo ha una grande tradizione in Giappone. In seguito al devastante terremoto del 1923, gran parte della città di Tokyo fu distrutta. Uno dei pochi edifici rimasti indenni, l'Imperial Hotel di Frank Lloyd Wright fu costruito di calcestruzzo secondo le tecnologie del tempo; la muratura di laterizio si sgretolava con le vibrazioni sismiche e

il legno bruciava conseguenti il sisma. Gli alievi di Le Corbusier come Tange oggi sono un punto di riferimento. Il contributo del Giappone all'architettura moderna classica -il Metabolismo- è inseparabile dal materiale costruttivo ed è la quintessenza dell'influenza del Giappone sull'architettura internazionale del Secondo Dopoguerra. L'edificio presentato nelle prossime pagine originariamente sarebbe dovuto essere costruito secondo una tecnologia tradizionale in scheletro di legno. I regolamenti antincendio, le questioni riguardanti il processo costruttivo e i costi hanno portato a considerare il calcestruzzo. In contrapposizione con i progetti degli anni '60, gli elementi edilizi non sono di calcestruzzo gettato in opera ma di calcestruzzo armato precompresso prefabbricato. Pilastrini, travi e solai sono stati assemblati e solo successivamente messi in continuità statica con l'ausilio di cavi che conferiscono stabilità all'insieme. Il riferimento alla tradizione non è solo nella tecnologia ma anche nell'utilizzo di pannelli di vetro profilato a U, chiaro riferimento ai pannelli soffi di carta traslucida; l'effetto di luce diffusa che ne deriva ha ispirato anche il nome della scuola "Luminare".

Piante, sezioni, scala 1:400

A Montaggio delle travi, connessione attraverso i ferri verticali dell'armatura d'acciaio nei pilastrini; B Fissaggio provvisorio degli elementi di calcestruzzo; C Assonometria del modello strutturale

- 1 Facciata di vetro a cortina, a doppia pelle di vetro profilato 70 mm, protezione solare
- 2 Elemento prefabbricati di c.a. precompressi doppio 200/500 mm
- 3 Travi 200/500 mm
- 4 Parete esterna di c.a. 280 mm
- 5 Copertura piana: polistirene 80 mm

- 6 guaina impermeabilizzante bituminosa elemento prefabbricato di c.a. 160 mm
- 7 Pavimentazione: el. prefab. di c.a. 160 mm
- 8 Pavimentazione piano interrato: pietra naturale 22 mm su letto di malta
- 9 lastra di distribuzione dei carichi 140 mm isolante di polistirene 50 mm predalles di c.a. 850 mm
- 10 Pannello d'alluminio isolato 80 mm
- 11 Parapetto di tubolari acciaio inox 80 mm
- 12 Drenaggio delle acque nel cortile interno 120 mm
- 13 Pilastrini prefabbricati di c.a. 1160/160 mm, precompressi

Pagina 352
Laboratorio a Utrecht, Germania

Il centro di ricerca nucleare di risonanza magnetica sorge a completamento di un piano studiato da Rem Koolhaas nel 1986 per il campo universitario edificato negli anni '60 alla periferia di Utrecht. Nel centro sono analizzate le strutture molecolari del DNA con l'ausilio di elettromagneti, allo scopo di investigare, in particolare, nuovi antidoti contro il virus dell'HIV. La forma dell'edificio e i materiali impiegati sono ispirati al processo sperimentale che si svolge nel centro: l'esperimento si basa su otto elettromagneti la cui intensità raggiunge valori pari a 500 000 volte la forza di gravità. Ogni flusso esterno che potrebbe modificare questo campo magnetico è schermato attraverso una pelle di calcestruzzo armato che avvolge come una fascia i volumi privi di finestre dei laboratori. L'andamento continuo di questa "all-over-structur" è ben leggibile sul volume complessivo dei laboratori in quanto si estende dal pavimento alle pareti, dalle pareti al soffitto, dal soffitto alle facciate per poi riprendere un percorso a ritroso oppure per trasformarsi in rampa che gira intorno all'edificio e connette tra di loro i livelli con diffe-

rente altezza.

Planimetria generale, scala 1:10.000
1 Centro di ricerca NMR, UN Studios; 2 Mensa, OMA; 3 "Minaertgebouw", Neutelings Riedijk; 4 Scuola superiore per economia e management, Mecanoo; 5 Biblioteca (in costruzione), Wiel Arets
Sezioni, piante, scala 1:500

6 Laboratorio con elettromagnete; 7 Rampa; 8 Area esterna; 9 Ufficio; 10 Sala d'esercizio/laboratorio; 11 Personale; 12 Vuoto; 13 Connessione con l'edificio preesistente
Sezione, scala 1:50

- 1 Cornicione ad el. prefab. di c.a. 200/600 mm
- 2 Pannello termoisolante intonacato 50 mm isolante termico 80 mm blocchi d'arenaria 150 mm
- 3 Vetrate con vetri stratificati, fissaggio a punti protezione solare realizzata con serigrafia
- 4 Lamine di vetro avvitate con l'ausilio di angolari d'alluminio
- 5 Lamelle d'aerazione di vetro stratificato fisse
- 6 Griglia d'alluminio perforazione delle piastre di cls per una ventilazione naturale
- 7 Lastra di cemento composito 12 mm isolante termico 90 mm blocchi di arenaria 150 mm
- 8 Rivestimento d'alluminio, intercapedine isolante termico 80 mm c.a. 300 mm
- 9 Area impianti
- 10 Linoleum, pannelli pavimento di c.a. 500 mm
- 11 Lamelle di protezione solare
- 12 Fessura di scolo delle acque in pendenza
- 13 Rivestimento d'alluminio
- 14 Elemento di facciata prefabbricato
- 15 Tenditore a vite, regolabile dall'interno
- 16 Profilo a L d'alluminio 80/80 mm

Pagina 356
Scuola elementare ad Au

In seguito all'incendio di una parte di scuola, dieci studi di architettura sono stati invitati a studiare la ristrutturazione. Il concorso è stato vinto da un progetto che prevedeva la de-

Edition **DETAIL**



"Involucri"
Christian Schittich (Ed.)
196 pagine con innumerevoli disegni e fotografie, formato 23 x 29,7 cm ISBN 3-7643-2164-4

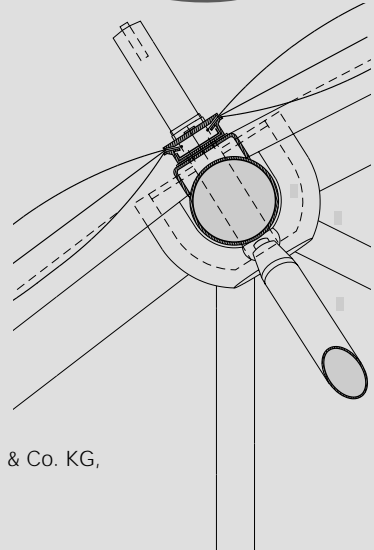
Il fascino degli involucri

Le facciate del XXI° secolo

- ▷ Più di 100 disegni tecnici e 200 immagini
- ▷ 30 progetti internazionali a confronto
- ▷ dalle bottiglie di PET alle cortine metalliche - plastica, legno, metallo, vetro e calcestruzzo: materiali da costruzione usati in modo innovativo
- ▷ progetti di Shigeru Ban, Steven Holl, Thomas Herzog, Studio Archea ed altri architetti

"Involucri" analizza le facciate futuribili di architetti di grido. Nuove prospettive nella realizzazione di involucri energetici, economici ed inconfondibili: in mostra idee e soluzioni di facciate intelligenti - Dal contesto al dettaglio - tutti i disegni sono stati studiati e disegnati con competenza ed esperienza dalla redazione di DETAIL.

65,- €
+ spese postali e di imballaggio



Se desiderate ordinare "Involucri edilizi", spedite un fax: Institut für internationale Architektur-Dokumentatio GmbH & Co. KG, Sonnenstr. 17, 80331 Monaco di Baviera, Germania, Tel. 0049 89 38 16 20-22, Fax 0049 89 39 86 70
Oppure consultate il nostro sito e ordinate online: www.detail.de

molizione della struttura esistente e la costruzione di un nuovo edificio di calcestruzzo armato che rispondesse sensibilmente alla situazione topografica del luogo. Le facciate sono state realizzate in modo diversificato in relazione al diverso orientamento accentuando la contrapposizione fra vista che spazia verso sud sulla valle del Reno e vista verso nord sulle colline. Sovrastante l'ingresso disposto al piano terra, i due livelli superiori in aggetto creano una zona aperta antistante riparata. Un corridoio di distribuzione corre longitudinalmente lungo la vetrata a sud attraverso l'edificio fino al vano scala che connette i piani delle aule e il piano interrato dei laboratori. La scuola è stata costruita con una tecnologia a setti murari di calcestruzzo in opera con solai precompressi. Le pareti esterne a doppio strato con anima isolante sono state gettate senza fughe. Il corpo di fabbrica ha un aspetto monolitico; la qualità della lavorazione conferisce armonia e linearità all'edificio.

Sezione, piante piano primo, terra e interrato, scala 1:500

Planimetria generale, scala 1:1500
1 Aula; 2 Aula di gruppo; 3 Aula polifunzionale; 4 Aula d'insegnamento; 5 Spazio riservato agli insegnanti; 6 Stanza addetti delle pulizie; 7 Officina; 8 Biciclette
Sezione, scala 1:500

Sezione di dettaglio, scala 1:20

- 1 C.a. 220 mm schiuma rigida di PS 140 mm c.a. 200 mm lastra di gesso 20 mm
- 2 Infisso finestra, profilo d'acciaio verniciato
- 3 Impermeabilizzazione del profilo di bordo di materiale sintetico fluido
- 4 Letto di ghiaia 50 mm pellicola impermeabilizzazione bituminosa schiuma rigida PUR 140 mm guaina barriera al vapore bituminosa c.a. 320 mm pannello di cartongesso traforato
- 5 Linoleum 3 mm massetto anidritico 105 mm pellicola PE materassino fonoassorbente fibre minerali 30 mm
Sezione del lucernario, sezione scala, scala 1:20

- 1 Vetrata isolante graduale composta di vetro semplice 10 mm + intercapedine 15 mm + stratificato 18 mm
- 2 Lamiera d'acciaio inox
- 3 Elemento prefabbricato di cls 330/110 mm
- 4 Angolare d'acciaio inox a L 60/60/8 mm
- 5 Materassino fonoassorbente
- 6 Incavo riempito con malta e lucidato
- 7 Pavimento di pietra naturale 20 mm massetto anidritico 90 mm pellicola di PE materassino fonoassorbente fibre minerali 30 mm

Pagina 361

Casa d'abitazione a Meiringen

Ai margini dell'abitato di Meiringen, la casa, che con il suo rigoroso corpo di fabbrica contrasta con l'edilizia residenziale tradizionale circostante, è un cubo monolitico che nasconde nella parte superiore una copertura inclinata costruita in ottemperanza ai re-

golamenti edilizi locali. La struttura a parete doppia di calcestruzzo in opera si mostra attraverso le finiture precise degli angoli e la sottigliezza delle fughe. Per ottenere una superficie regolare, si sono impiegati pannelli dei casseri monouso e le fughe sono state opportunamente sigillate. L'impiego di pochi materiali e il gioco della luce che penetra sottile accentuano il carattere scultoreo dell'architettura. Diversi formati di finestre e di lucernari modulano la luce. I setti murari continuano verso l'esterno in giardino, fiancheggiando uno specchio d'acqua, che riflette ulteriormente la luce naturale verso l'interno. Mentre la maggior parte delle pareti interne sono intonacate, tutti i soffitti sono stati realizzati di calcestruzzo a vista. Anche la pavimentazione ha un forte carattere di omogeneità grazie all'utilizzo di calcestruzzo nero trattato superficialmente con oli che conferiscono un aspetto leggermente lucido.

Planimetria generale, scala 1:5000

Pianta piano superiore, piano interrato e piano terra, sezioni, scala 1:2500

1 Sauna; 2 Gioco/hobby; 3 Garage; 4 Ingresso; 5 Area di soggiorno all'aperto; 6 Specchio d'acqua; 7 Cortile interno; 8 Camera; 9 Soggiorno/sala da pranzo; 10 Studio; 11 Vuoto

Sezione verticale ed orizzontale, scala 1:20

- 1 Muratura: c.a. 200 mm isolante termico di lana minerale 100 mm interferro 10 mm c.a. 200 mm
- 2 Lamiera d'acciaio inox 1 mm guaina bituminosa impermeabilizzante
- 3 Vetro camera composto da: vetro di sicurezza semplice 8 mm + intercapedine 12 mm + stratificato 8+8 mm
- 4 Gronda di elementi preformati di fibrocemento
- 5 Copertura: lastre di fibrocemento 8 mm lastre ondulate di fibrocemento 177/57/6,5 mm correnti 60/60 mm travetti 80/180 mm
- 6 Pavimentazione: cls duro colorato in pasta nero, oliato pavimento continuo con serpentina radiante 40 mm pellicola di PE materassino fonoassorbente 40 mm c.a. 200 mm
- 7 Vetro camera 5 mm + intercapedine 14 mm + 5 mm in telaio di profilo d'acciaio
- 8 Pavimentazione: asfalto colato 40 mm guaina impermeabilizzante sintetica schiuma di vetro 120 mm guaina impermeabilizzante bituminosa c.a. 200 mm
- 9 Pareti materassino con tessuto annodato 10 mm appretto bituminoso c.a. 200 mm schiuma di vetro 100 mm interferro 10 mm parete di muratura 150 mm intonaco 10 mm con vernice liscia al gesso 5 mm

Pagina 366

Piscina coperta a La Coruna

La realizzazione di diverse piscine coperte in differenti località della provincia è avvenuta in seguito ad un concorso per lo studio ti-

pologico. Nel progetto, il calcestruzzo dialoga con il materiale legno. L'idea progettuale si basa sul concetto di recinto, realizzato di calcestruzzo a vista contenente un volume caratterizzato da textur lignee. Le pareti di cls a vista cingono il volume della piscina coperta, un'area verde dove sdraiarsi e due corpi di fabbrica bassi in cui sono distribuiti gli spogliatoi, gli spazi per l'attività sportiva ed il massaggio oltre ad una caffetteria. La reception, completamente vetrata, in posizione intermedia, divide lo spazio rimanente in due piccoli cortili. Attraverso un accurato procedimento di getto in casseforme a tavole, la struttura del rivestimento della copertura della hall e le ampie porte scorrevoli ripetono la textur delle lunghe pareti perimetrali prive di fughe. Un trattamento idrorepellente protegge anche da sporco e graffiti la superficie esterna del calcestruzzo. Le pareti esterne della piscina coperta sono a doppio strato con intercapedine isolante. Negli altri ambienti, le pareti sono state dotate di un isolante interno e di una pelle di cartongesso. La struttura della copertura della piscina è composta di telai di lamellare con 20 metri di luce. Tra i telai sono stati inseriti gli orditi delle travi principali e secondarie. Per le connessioni sono stati integrati elementi d'acciaio zincati. I rivestimenti interni sono realizzati di compensato navale.

Sezione, pianta, scala 1:500

Planimetria generale, scala 1:1500

1 Palestra; 2 Amministrazione; 3 Cucina; 4 Caffetteria; 5 Giardino; 6 Foyer; 7 Spogliatoi; 8 Piscina; 9 Solarium

Sezione, scala 1:50

- 1 Strato di ghiaia 50 mm membrana di protezione di polipropilene lastre di schiuma rigida di PS 40 mm guaina impermeabilizzante di EPDM rivestita con pellicola su entrambi i lati c.a. precompresso 200 mm substruttura di acciaio zincato lastre di cartongesso 10 mm
- 2 Travi di c.a.
- 3 Vetro isolante con pellicola Low-E in telaio di acciaio inox, vetro stratificato 12 + intercapedine 12 + stratificato 12 mm
- 4 Piastrelle su malta impermeabile 250/125 mm solaio di c.a. 200 mm
- 5 Angolare di acciaio inox
- 6 Assi di abete impregnate con profilo antisdruc-ciolo
- 7 Strato di ghiaia 50 mm guaina impermeabilizzante di EPDM rivestita con pellicola su entrambi i lati pannello di particelle di legno impermeabile 19 mm lamiera grecata zincata 1,5 mm travi di lamellare 1040/210 mm lana minerale 60 mm/Trave secondaria 260/90 mm lastre di compensato marino laccate 2440/1220/20 mm
- 8 Elemento di connessione di lamiera d'acciaio zincata 20 mm
- 9 Rivestimento di legno di cedro 150/30 mm pilastro di legno 325/210 mm lana di vetro con barriera al vapore, rivestimento esterno a poro aperto 60 mm lastre di compensato marino trattate con olio di lino 2440/1220/20 mm fissate con viti d'acciaio inox

- 10 Pilastro di profilo d'acciaio zincato \square 140,8 mm vetro isolante con pellicola Low-E in telaio di acciaio inox, vetro stratificato 8 + intercapedine 12 + stratificato 10 mm

Sezione del gradino, scala 1:20

- 1 Parete di cls a vista 250 mm
- 2 Frontale di partenza e di arrivo della scala: elemento prefabbricato di c.a. 150/270/1000 mm
- 4 Incavo nella parete con riempimento di resina epossidica

Pagina 374

Calcestruzzi ad alte prestazioni Wolfgang Brameshuber

Negli ultimi 50 anni, la tecnologia dei cls ha acquisito un notevole grado di sviluppo ed innovazione; attualmente, è in grado di offrire ad ingegneri civili e ad architetti una vasta gamma di prodotti dai nuovi requisiti strutturali e formali. L'articolo descrive brevemente alcuni tipi di cls in relazione ai possibili campi d'applicazione. I calcestruzzi ad alta resistenza (HSC) offrono, ad esempio, nell'ambito della costruzione di edifici per uffici la possibilità di risparmiare metri quadrati occupati da elementi edilizi portanti e di incrementare le superfici utili da locare.

Contemporaneamente, si possono produrre elementi edilizi con calcestruzzi ad alta prestazione (A.P.) che possiedono un elevato grado di resistenza e durabilità nei confronti degli agenti atmosferici. Nel frattempo sono stati sviluppati anche calcestruzzi che presentano un sorprendente miglioramento della resistenza e della duttilità rispetto al cls tradizionale. La resistenza caratteristica di compressione sale fino a un fattore 10 rispetto a quella del cls normale. Accanto a questi sviluppi puramente tecnologici, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza a compressione e di durabilità, acquisisce notevole importanza l'introduzione di nuovi materiali edili agglomeranti per il cls. Particolare attenzione è da riservare al settore dei cls rinforzati con fibre e quelli rinforzati con tessuti. Il cls con fibre consente di migliorare la duttilità del cls; in particolari settori d'impiego, come ad es. nelle pareti portanti nell'edilizia abitativa, l'armatura d'acciaio può essere sostituita. Il cls con fibre di vetro trova applicazione in elementi edilizi di minimo spessore, dai solai di copertura sino alle strutture portanti a guscio, dai pannelli di facciata fino alle lamelle frangisole. Un ulteriore sviluppo del cls con fibre di vetro è il cls rinforzato con tessuto, nel quale la direzione della struttura di rinforzo è mirata e non arbitraria come nel cls con fibre di vetro. Il cls rinforzato con tessuto consente la produzione di elementi edilizi a sezione estremamente sottile, quindi estremamente leggeri e che offrono un ampio spettro di possibilità architettoniche. Un gran passo in avanti nella produzione del cls è la messa a punto del cls autocompattante (SCC) le cui proprietà sono pressoché illimitate in fatto di forma e design, ma anche di geometria degli elementi edili e di ottimizzazione del facciavista.

Costi

Di regola i cls A.P. sono notevolmente più costosi rispetto al cls tradizionale a causa della scelta delle materie prime. In relazione al tipo di impiego, si delinea la scelta di materie prime che può comportare un incremento di costi dal 50 al 200%. I costi riferiti al metro cubo di cls non sono comunque determinabili. Bisogna dunque considerare da un lato la riduzione della sezione degli elementi portanti che comporta un incremento delle superfici utili da locare e dall'altro che le caratteristiche dei cls SCC consentono di evitare ulteriori misure di impermeabilizzazione. Ogni caso deve essere ponderato singolarmente a livello di costi e risparmi; solo in questo senso si può parlare di analisi oggettiva dei prezzi di mercato.

Calcestruzzi ad alta resistenza (HSC)

Gli HSC hanno una lunga tradizione sia a livello nazionale sia internazionale. Grazie ad un rapporto acqua/cemento estremamente basso - inferiore allo 0,4- e l'aggiunta di reattivi pozzolanici per cemento come ad es. polvere di silicati o metacaolino, si può ottenere una resistenza caratteristica di compressione fino a 150 N/mm² (che nel cls tradizionale varia da 20 a 50 N/mm²). Nella Fig.1 è illustrata la riduzione potenziale delle sezioni trasversali attraverso l'introduzione di HSC, valore che può arrivare intorno al 30% rispetto al cemento tradizionale e a parità di tipo e quantità d'armatura. Spesso si tende alla riduzione del contenuto di armatura, anche se nella pratica si applica un livello intermedio fra la riduzione delle sezioni e la minimizzazione della struttura di rinforzo. (Fig.1)

Un esempio in cui l'HSC trova un impiego ottimale, è mostrato dalla Fig.2. Si tratta della progettazione di un edificio per uffici con forma a fungo. Solo attraverso l'introduzione di HSC si riesce a controllare lo spessore delle pareti soprattutto ai primi piani, mantenendolo a livelli minimi. Se per il cls sarebbe stato necessario uno spessore di circa due metri, usando HSC lo spessore si riduce a 1,40 metri, con un evidente snellimento della struttura armante. Nonostante ciò, per certe sezioni di muratura, è consigliabile ridurre il contenuto di cemento in modo sensibile al di sotto delle prescrizioni normative se si decide di integrare nell'impasto ceneri volatili. Con l'ausilio di indagini preliminari si possono trovare le combinazioni ideali di miscela di cemento e ceneri volatili che consentano di evitare la formazione di fessurazioni. Inoltre, l'HSC presenta maggiori requisiti non solo di resistenza ma anche di ermeticità. Entrambe le proprietà sono pienamente sfruttate nella costruzione di ponti dove sono richieste un'elevata durabilità e profili particolarmente sottili. I cls autocompattanti danno ottime prestazioni in determinate tipologie di edifici, ad esempio cliniche o industrie chimiche, dove è necessario prendere misure di sicurezza partico-

lari per proteggere il terreno e la falda acquifera da contaminazione.

I vantaggi dell'impiego di cls ad alta densità stanno senz'altro nella ridotta permeabilità e nell'elevata resistenza a trazione, che in particolare nei pannelli di dimensione fino ad un massimo di 15 metri, consentono l'eliminazione della formazione e diffusione di fessurazioni. In questo modo è possibile, in molti casi, evitare un ulteriore rivestimento per impedire le infiltrazioni d'acqua che spesso accompagnano il fenomeno fessurativo.

In relazione ai requisiti prestazionali di materiali additivi del cemento, negli ultimi anni si sono aperte nuove prospettive che ampliano notevolmente l'applicabilità del cls. Si tratta di HSC a resistenza di compressione fino a 800 N/mm², anche se il probabile settore di applicazione è circoscritto ad una resistenza di 300 N/mm². Attualmente, con questo tipo di cls si possono ridurre le sezioni delle costruzioni di calcestruzzo armato e cls precompresso, quindi realizzare elementi edilizi di minore spessore con incrementata durabilità, limitato peso e caratteristiche ecologiche (dato che la riduzione delle sezioni comporta la riduzione del consumo di materie non rinnovabili). Con il cls reodinamico emergono nuove tecnologie, come si mostra nella Fig.4 nella costruzione di ponti.

Calcestruzzo rinforzato con fibre e con tessuto
Il calcestruzzo fibrorinforzato è un materiale composito relativamente nuovo. Le fibre possono polimeriche, di vetro o d'acciaio. (Fig.6)

Fibre polimeriche

Sono per lo più integrate per ridurre le fessurazioni dovute al ritiro plastico del cls. Le fibre polimeriche (polipropilene) trovano applicazione anche nell'incremento dei requisiti antincendio ad es. del calcestruzzo ad A.P. L'azione delle fibre di polipropilene consiste nella creazione di un vuoto determinato dall'evaporazione delle fibre stesse; il fenomeno si realizza solo se la superficie è esposta a temperature elevate. Attualmente non sono ancora ben chiare le cause di tale fenomeno.

Fibre di vetro

Accanto alla riduzione della formazione di fessurazioni del materiale, le fibre di vetro hanno funzioni di stabilizzazione statica di elementi di piccole dimensioni. Tale proprietà ha portato alla sostituzione negli elementi di piccole dimensioni con contenuto di amianto con elementi cementizi con fibre di vetro. L'impiego di cls con fibre di vetro è molteplice, dai pezzi semifiniti fino ai davanzali prefabbricati per finestre. Grazie all'elevata duttilità e stabilità in associazione con un'elevata durabilità, il cls con fibre di vetro offre in molteplici settori una buona alternativa rispetto ad altri materiali costruttivi.

Fibre d'acciaio

L'uso di cls con fibre d'acciaio è applicabile anche nelle opere d'ingegneria. Accanto ad applicazioni come nel campo dell'industria dei pavimenti prefabbricati o negli scavi di sicurezza nella costruzione di tunnel, si affermano anche tecnologie costruttive di pareti portanti prive di armatura d'acciaio. Il cls con fibre d'acciaio (stirate o a aderenza migliorata p.e.), in relazione alle proprietà di duttilità e stabilità può essere usato in maniera molto mirata.

Come le armature, le fibre d'acciaio assumono maggior significato a livello costruttivo che a livello estetico. Ai fini della definizione di un'immagine architettonica, con l'introduzione di fibre d'acciaio si verifica un grande problema: le fibre che si trovano superficialmente sul cls, anche in caso di una carbonatazione minima dello strato superficiale del cls dovuto all'infiltrazione di umidità e di ossigeno, sono soggette ad un processo di corrosione. Le conseguenze sono quindi irrilevanti per le proprietà portanti e per quelle di durabilità, tuttavia dal punto di vista estetico non è sempre desiderabile la colorazione bruna assunta dalla superficie di cls. Per non pregiudicare elementi collocati all'interno al riparo dall'umidità, è bene evitare il prolungarsi delle fasi di costruzione.

Calcestruzzo rinforzato con tessuto

Un ulteriore sviluppo del calcestruzzo fibrorinforzato è il calcestruzzo rinforzato con tessuto che garantisce un orientamento regolare delle fibre di rinforzo oltre ad assumere implicitamente la funzione di interfaccia protettiva dei ferri dell'armatura. L'introduzione di tessuti tecnici di vetro e carbonio consente la riduzione delle sezioni di calcestruzzo e di conseguenza la produzione di elementi a parete sottile applicabili in tecnologie complesse come le strutture a guscio.

È realistico immaginare ulteriori potenzialità di impiego nei prefabbricati integrati ad elementi gettati in opera. In tal caso, i così detti sistemi a cassero a perdere assumono molteplici funzioni: l'integrazione definitiva del cassero nell'elemento in opera, il cassamento diretto e l'incremento dei requisiti antincendio; inoltre, non sempre è necessario un trattamento posteriore. (Fig.8, cassaforma di recente ideazione che funge anche da elemento portante continuo) Attraverso la scelta mirata delle proprietà del tessuto e del cls - in questo caso si tratta di cls fine con contenuto di inerte fine - si possono mettere a punto specifiche caratteristiche di portata e di duttilità del cls. La Fig.9 mostra indagini sulla portata e sulla deformabilità in un test di trazione monoassiale su prove rinforzate con tessuto composte di diversi tipi di cls. Anche solo con la scelta del cls, la portata può essere elevata di un fattore 2 in uno stato di rottura e anche di esercizio. Il potenziale dei cls rinforzati con tessuti non sono stati ancora pienamente sfruttati. Attualmente si possono già realizzare lastre di facciata con geometria semplice e cassafor-

ma come sistemi edili a componenti integrati per pareti e solai. Come esempio di questo innovativo processo, nella Fig.10 si mostra a sinistra un nuovo filato (filato ibrido sinterizzato) e a destra un tessuto tridimensionale. Il primo, è composto da filati di vetro disposti singolarmente e rivestiti individualmente o complessivamente per fusione di un materiale interfase; la relazione tra fibre, per lo più di vetro, e interfase (o materiale di rivestimento delle fibre), ad esempio polipropilene, consente un preciso controllo dei requisiti del filato. Nel secondo caso, il tessuto è composto da due orditi distanziati in relazione alle proprietà statiche richieste.

In un futuro vicino, si svilupperanno processi produttivi che consentano una produzione economicamente vantaggiosa. Una prospettiva nel settore dei calcestruzzi rinforzati con tessuto è di garantire la precisione formale che consenta un'esile struttura di rinforzo. Ovviamente le proprietà del cls rinforzato con tessuto dipendono dalla composizione del tessuto. Attualmente sono stati sviluppati nuovi tipi di tessuti e anche nuovi processi di produzione tessile modificati. Per quanto riguarda, la facciavista dell'elemento edile di cls rinforzato con tessuto sono attuabili applicazioni simili agli SVB. I calcestruzzi fini impiegati per i cls rinforzati con tessuto sono superfluidificabili e hanno almeno requisiti autocompattanti. La stampatura di contorni, matrici o superfici di una pelle a guscio è estremamente stabile e priva di difetti. Dato che gli elementi sono estremamente sottili, sussiste la possibilità economica di ottenere superfici colorate attraverso la pigmentazione, facendo decadere la tinteggiatura.

Calcestruzzi autocompattanti (SCC)

In relazione al potenziale di utilizzo, lo sviluppo dell'SCC è sicuramente un grande progresso di questi ultimi anni. Il cls fluidificato offre incredibili possibilità di creare elementi edili complessi.

Gli SCC si differenziano dai cls vibrati per l'elevato contenuto di inerti fini e di farina granulare (cemento e inerti). Con l'aggiunta di additivi ad alta prestazione, il cls raggiunge le sue proprietà autocompattanti. I cls tradizionali sono composti per il 10% del loro volume da una matrice di cemento minerale. La sua granulometria può essere di 8/16/32 mm. L'inerte rappresenta circa il 60% del volume del cls, mentre il volume d'acqua, che risulta dal rapporto acqua/cemento, è di poco inferiore al 20%. Proprio in relazione a tale rapporto, lo SCC si differenzia per il fatto che di regola è immessa una granulometria di 16 mm. e il volume di inerti, di solito composto di farina di pietra arenaria o di cenere volatile, ammonta al 60% del volume del cls.

La farina d'inerti è il 20%, la metà della quale è composta da cemento. Dunque, il contenuto di cemento, e anche di acqua, è uguale a quello del cls normale. Nel caso di cls A.P. o ad alta resistenza con requisiti di superimpermeabilità, l'incremento di conte-

nuto di cemento è notevole; la farina di inerte, di solito, è composta da cemento e microsilicati, il contenuto di acqua è limitato e in confronto al cls normale il rapporto acqua/cemento è limitato.

La formazione di grumi è limitata grazie ad una precisa quantificazione dei componenti della miscela. Per questo i requisiti reologici dell'SCC sono definibili anche in base al periodo e alla massa di fluidificazione, oltre che alla stabilità di sedimentazione. Nella Fig.12 e 13 sono illustrati alcuni metodi di controllo delle proprietà di cls fresco.

L'arretramento permanente di una massa fluida (imm.12 a sinistra) di SCC è compresa tra i 600 e gli 800 mm e fa riferimento anche al valore di riferimento del suo limite di sneramento. Il tempo di arresto dalla tramoggia a V è un sistema indiretto di misura per la viscosità del cls e di solito si trova fra 10 e 20 s. In combinazione con questi due processi si approda infine alla definizione della consistenza dell'SCC, ma non a stabilire la sua stabilità di sedimentazione. Per questo è stato introdotto un terzo procedimento: il cls è introdotto in un tubolare e rimane privo di vibrazioni, il giorno successivo, il tubolare è tagliato a metà e analizzato visivamente per vedere se i granuli di inerte si sono distribuiti omogeneamente nel cls. Quindi, durante il betonaggio, si verificano i requisiti richiesti. Nella lavorazione dell'SCC è da tenere sotto controllo la temperatura del cls fresco in quanto essa influenza le reoproprietà sia in presenza di basse temperature che di temperature superiori ai 30°. Con gli SCC (Fig.15, parete in cls in opera) può essere realizzata una superficie di cls anche con curvatura in negativo senza cavità di ritiro e con l'impronta delle venature del legno in rilievo. In Germania, l'esempio più noto è il Science Center di Wolfsburg (Fig.16)

SCC negli elementi prefabbricati

Particolari vantaggi sono stati portati dal SCC nel settore della prefabbricazione, che non si limitano al raggiungimento di requisiti qualitativi, ma anche agli aspetti sociali. I tavoli di vibrazione usati nella produzione di elementi prefabbricati appartengono alla categoria di apparecchiature più rumorose. L'introduzione dell'SCC fa decadere la lavorazione vibrocompressa. (Fig.17 livello di rumore durante la lavorazione di vibratura). Per quanto riguarda la qualità della superficie valgono le stesse regole citate per il cls gettato in opera. Nella Fig.18 sono portati come esempi due elementi prefabbricati di cls. A destra la differenza tra i pannelli, quello sottostante con cls tradizionale e quello superiore con cls autocompattante.

L'autore è direttore dell'Istituto di Ricerca Edilizia presso la RWTH di Aquisgrana